



SZÉCHENYI 2020

Bevezetés a sportdiagnosztikába

Szerkesztette: Dr. Balogh László

Szerző:

Balogh László
Molnár Andor
Jenei Zoltán
Nábrády Zsófia
Ráthonyi Gergely
Szilágyi Róbert
Balogh Péter

Lektorálta:

Dr. habil Varga Csaba
Dr. habil Ács Pongrác

Felelős Kiadó: Campus Kiadó, Debrecen

Kézirat lezárva: 2015. november 20.

ISBN 978-963-9822-43-6

A tananyag elkészítését a "3.misszió" Sport és tudomány a társadalomért Kelet-Magyarországon TÁMOP-4.1.2.E-15/1/Konv-2015-0001 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE



TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOMJEGYZÉK	2
ÁBRÁK JEGYZÉKE	6
TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	9
BEVEZETÉS	10
1. A sporttudomány, szerepe, helye a tudományok rendszerében (Dr. Balogh László)	12
1.1. A teljesítmény összetevői a sportban.....	16
2. A motorikus képességek mérésének lehetőségei – pályatesztek (Dr. Balogh László)	20
2.1. Hungarofit.....	23
2.2. Eurofit	24
2.3. Netfit	25
Felhasznált irodalom	27
3. Pulzuskontroll (dr. Balogh László)	28
3.1. Bevezetés	28
3.2. Röviden a pulzusról	28
3.3. A pulzus mérése.....	30
3.4. Pulzusértékek.....	30
3.5. Teszt, az elhajlás a pulzusgörbén - alapok	35
3.6. Pulzusmérő órák	39
Felhasznált irodalom:	40
4. Sportantropometria mérések (Dr. Molnár Andor H.)	41
Felhasznált Irodalom	53
5. Sportélettan, terhelés-diagnosztika (Dr. Jenei Zoltán).....	54
5.1. Bevezetés	54
5.2. Az emberi sejt felépítése és funkciói	55
5.2.1 A sejt anyagai	55
5.2.2 Az élő sejtek felépítése, transzportfolyamatok (sejthártya, sejtmag és citoplazma, izomsejt esetében szarkoplazma)	55
5.2.2.1 A passzív transzport formái és sajátosságai	58
5.2.2.2 Az aktív transzport formái és sajátosságai	60
5.2.2.3 Vezikuláris transzport	61
5.2.2.4 Sejtplazma.....	62
5.2.2.5 Sejtmag	62
5.2.2.6 Endoplazmatikus reticulum (ER).....	64
5.2.2.7 Mitokondrium:	65
5.3. Izomsejtek energetikai folyamatai.....	65
5.4. Izomműködés élettana	75
5.4.1 A mechanikai válasz.....	77
5.4.2 Az izomösszehúzódás formái.....	79
5.4.3 Izomműködés alapjelenségei.....	81



5.4.4	Az izom- erő kifejtést befolyásoló tényezők:.....	83
5.4.5	Motoros egység: az izomrost és a hozzá kapcsolódó mozgató neuron.	83
5.4.6	Az izomrosttípusok jellemzői.....	84
5.4.7	Az izmok hatása és funkcióik iránya szerint csoportosítás:.....	86
5.4.8	Az izom működésének lehetőségei:	87
5.4.9	A szívizomsejtek jellemzői	88
5.4.10	A simaizom és a szívizom működése.....	89
5.5.	A szív működés élettana	90
5.5.1	V.1. A keringési szervrendszer alkalmazkodása a fizikai munkavégzéshez.....	96
5.6.	Perifériás keringés	100
5.7.	Lokális keringés, a mikrocirkuláció szabályozása	108
5.8.	A légzőrendszer élettana.....	110
5.8.1	A gázcseré, oxigén szállítás, szén-dioxid szállítás.....	114
5.9.	Neuroendokrin szabályozás	121
5.10.	Terhelés-élettani vizsgálatok leírása, kardiovaszkuláris jellemzők bemutatása, ezek értelmezése, alkalmazásuk a fizikai aktivitási programok tervezése során.....	126
5.10.1	Ergospirometria.....	127
5.10.2	A terhelés során megfigyelt légzési és keringési változások jellemzői, oxigénfelvétel és szállító kapacitás	130
5.10.3	Szív működés sportélettani jellemzői.....	134
5.10.4	A fizikai aktivitás erőteljességi övezetei.....	137
5.10.5	Az egészséges szervezet alkalmazkodása a növekvő intenzitású fizikai terheléshez.....	138
5.10.6	Terhelési módszerek protokollok	145
5.10.6.1	A terheléses vizsgálatok.....	148
5.10.6.2	Ergometriás vizsgálatok az ergospirometrián kívül.....	149
5.10.6.3	A terheléses protokollok	152
5.10.6.4	Az oxigén felvétel képesség élettani változásai edzés során	155
5.10.6.5	A terheléses vizsgálatok során nyert adatok értelmezése, edzéselméleti jelentősége	158
FELHASZNÁLT IRODALOM		162
6.	A sport és testedzés pszichológiája.....	164
6.1.	Mentális felkészültség szerepe a sportteljesítményben és a sportpszichológiai segítségnyújtásról általánosságban	164
6.1.1	A pszichés csúcsteljesítmény elérése	173
6.1.2	Motiváció	175
6.1.3	Figyelemfókuszálás és célállítási	177
6.1.3.1	A figyelem-koncentráció jelentősége a sportteljesítményben	177
6.1.4	Célstruktúra jelentősége a sportban.....	178
6.1.5	Szorongás a sportban.....	179
6.1.5.1	A szorongás forrásai a sportban:.....	181
6.1.5.2	A szorongás viselkedést befolyásoló tényezői a sportban	182
6.1.6	Tanácsadás edzőknek – vezetési stílusok.....	182
6.1.6.1	A stílus-elmélet	184



6.1.7	Csapatportok jellegzetességei	186
6.1.7.1	Csoportfolyamatok és sportcsapat	186
6.1.7.2	A sportcsapat, mint szervezet.....	189
6.1.7.3	A sportpszichológiai segítségnyújtás területei sportcsapatoknál	192
6.1.8	Gyermekekkel való munka specifikumai	193
6.1.8.1	A sportoló gyermek személyiségének alakulása az életkor függvényében	194
6.1.9	Mozgássérült sportolókkal végzett munka specifikumai	197
6.1.10	Sérülés és rehabilitáció	199
6.1.10.1	A sportolók sérülésre való reakciói.....	200
6.1.11	Átállás a civil karrierre	203
6.2.	A sportpszichológiában alkalmazott diagnosztikai, mérési eljárások	206
6.2.1	A sportpszichológiai vizsgálatban alkalmazott eljárások.....	206
7.	Sportinformatika a gyakorlatban – Mozgás- és mérközéselemző rendszerek (Dr. Szilágyi róbert, Ráthonyi Gergely)	250
7.1.	Az informatika szerepe a sportban	250
7.1.1	Számítógép, informatika és sport	253
7.1.2	Mobil számítástechnika.....	259
7.1.3	A sportinformatikát meghatározó technológiák.....	262
7.2.	Adatbázisok, BigData a sportban	266
7.3.	Adatgyűjtés, hordható "wearable" eszközök	269
7.3.1	A sportolói adatok gyűjtésére használható szenzorok.....	269
7.3.2	A hordható "wearable" eszközök	270
7.3.3	A hordható eszközök alkalmazása	271
7.3.3.1	Hordható technológia a személyes egészség és fitness menedzsmentben	271
7.3.3.2	Hordható technológia a megelőzés, diagnózis és a betegségek kezelése során	272
7.3.3.3	Hordható technológia a sportolók teljesítményének a növelésében	273
7.3.4	Kihívások a hordható technológiával szemben	275
7.3.5	Mobileszközre történő alkalmazásfejlesztés	277
7.3.5.1	Alkalmazásfejlesztés Androidra MIT Appinventor segítségével	281
7.4.	Kiemelt fontosságú területek a sportinformatikában	286
7.4.1	Mozgáskövetés és analízis	286
7.4.1.1	Mozgáselemzés mérési módszerei a sportban	286
7.4.1.2	Vizuális követő rendszerek	287
7.4.1.3	Videó alapú háromdimenziós mozgáselemzés	288
7.4.1.4	Marker nélküli videó elemzés	288
7.4.1.5	Markeres videó elemzés.....	289
7.4.1.6	Infravörös rendszerek.....	290
7.4.1.7	Ultrahangos rendszerek.....	290
7.4.1.8	Inerciális mérőeszközök.....	291
7.4.1.9	Utómunkálatok.....	291
7.4.2	Mérközéselemző rendszerek	292
7.4.2.1	Általános mérközéselemző rendszerek	293



7.4.2.2	Speciális mérkőzéselemző rendszerek	295
7.4.2.3	Annotációs rendszerek	295
7.4.2.4	Játékoskövető rendszerek.....	297
7.4.2.5	Megjelenítő, vizualizációs rendszerek	300
7.4.2.6	Gyakorlati példák.....	300
7.5.	Modellezés és szimuláció	301
7.5.1	IKT a sporttanulásban és tréningben	301
FELHASZNÁLT IRODALOM		303
8.	Statisztika és adatelemzés (Dr. Balogh Péter)	305
8.1.	1. Statisztika és adatelemzés bevezetése	305
8.2.	2.Saját adatbázis kialakítása SPSS programban	308
8.3.	Az adataink validálása SPSS programmal.....	312
8.4.	4. A leíró statisztikai mutatók számítása SPSS programmal.....	319
8.4.1	A leíró statisztikai mutatók ismertetése	319
8.4.2	A leíró statisztikai mutatók számítása a FREQUENCIES menüvel	323
8.4.3	A leíró statisztikai mutatók számítása a EXPLORE menüvel	330
8.4.4	Új változók számítása a TRANSFORM menüvel.....	342
MELLÉKLETEK		362



ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra Az ECSS kongresszusán résztvevők számának alakulás 1996-2015.....	13
2. ábra A sporttudomány helye, területei	16
3. ábra A sportteljesítmény összetevői Nádori (1991) alapján, Balogh (saját szerkesztés, 2008, 2015).....	18
4. ábra A sportdiagnosztika főbb összetevői, melyekkel a teljesítményt komplex vizsgálni tudjuk.....	20
5. ábra Motorikus próbarendszerek összehasonlítása	21
6. ábra Motorikus tesztrendszerek, vázizomzat fittségének összehasonlítása	22
7. ábra Motorikus próbarendszerek összehasonlítása	22
8. ábra Energiaszolgáltató folyamatok alapjai,	36
9. ábra Az elhajlási pont a pulzusgörbén, Conconi teszttel	37
10. ábra Az anaerob küszöb	38
11. ábra: Az élő humán sejt felépítése.....	56
12. ábra: A sejt membrán felépítése	57
13. ábra: A passzív transzport formái.....	58
14. ábra: Egyszerű és facilitált diffúzió kinetikája	59
15. ábra:Aktív transzport.....	60
16. ábra Glükóz nátriummal kapcsolt felszívódása a bélhámsejtekben	61
17. ábra: Az eukariota sejt és sejtmag szerkezete	63
18. ábra: A sejtmag elektronmikroszkópos képe	63
19. ábra: Az endoplazmatikus reticulum szerkezete	64
20. ábra: A mitokondrium szerkezete	65
21. ábra: A glikolízis folyamata és helyszíne.....	66
22. ábra: A citromsavciklus.....	68
23. ábra ATP szintézis lehetőségei az izomsejtben.....	71
24. ábra: Energia szolgáltató folyamatok az izomban.....	73
25. ábra:Az intenzitás a terjedelem és a felhasznált energia	74
26. ábra: A lebontó anyagcsere szubsztrátjai a munkavégzés során	75
27. ábra: A vázizomsejtek elektromechanikai kapcsolata.....	76
28. ábra: Az izomsejtek kontraktilis fehérjei	78
29. ábra: Sliding mechanizmus a kontraktilis fehérjék elcsúszása.....	78
30. ábra: Az izom mozgásterjedelme nyugalmi hosszához képest	79
31. ábra:Az izomműködés mechanikai szempontjai	80
32. ábra: Izomműködés alapjelenségei.....	82
33. ábra: Az izomrostok fajtái és működésük inger hatására	85
34. ábra: Izom működésének lehetőségei.....	87
35. ábra: A szív üregei és a hozzájuk kapcsolódó nagyerek	91
36. ábra: szív és a vérkörök	92
37. ábra: Az emberi szív felépítése	93
38. ábra: Az artériás vérnyomásértékek változása a fizikai munkavégzés intenzitásának függvényében	96



39.	ábra: A koronária átáramlás változása munkavégzés alatt.....	98
40.	ábra: A nyúltvelői központok afferentációi és efferens kapcsolatai.....	103
41.	ábra: Az endotéliumfüggő relaxáció folyamatábrája	110
42.	ábra: A tüdő anatómiája és a hörgőrendszer	113
43.	ábra: Légzési paraméterek.....	114
44.	ábra: Gázcsere	116
45.	ábra: Oxigénfogyasztás növekedése az idő függvényében	118
46.	ábra - Az oxigénadósság keletkezése és "visszafizetése"	119
47.	ábra: A légzés szabályozása	121
48.	ábra: Wasserman féle „fogaskerék”	126
49.	ábra: Ergospirometria	130
50.	ábra: Anaerob küszöb meghatározása VCO_2/VO_2 (RER) alapján ergospirometriával....	140
51.	ábra Anaerob küszöb meghatározása ventilációs küszöb alapján.....	142
52.	ábra: Valódi terheléses vizsgálat (ergospirometria)	147
53.	ábra: Oxigén felvétel és maximális oxigén felvétel elérése a terhelés függvényében	148
54.	ábra: Kerékpár- és futószalag-ergométeres terheléses vizsgálatokhoz alkalmas computer-asszisztált mérőrendszer	150
55.	ábra: evezős és karergometriás vizsgálat.....	152
56.	ábra: A sportpszichológiai munka ciklusai	166
57.	ábra: A hatékony tanácsadás lényege: a kommunikáció.....	172
58.	ábra: Az MIT AppInventor 2 fejlesztőkörnyezete (Képernyőkép)	281
59.	ábra: Az AppInventor által támogatott szenzorok (Képernyőkép)	282
60.	ábra: Az AppInventor által támogatott kapcsolatok (Képernyőkép).....	283
61.	ábra: Az AppInventor blokkszerkesztője (Képernyőkép)	284
62.	ábra: Az NBA honlapjának statisztikai adatokat tartalmazó része.....	306
63.	ábra: Letöltött adatok az Excel programban (Képernyőkép)	308
64.	ábra: File formátum váltás az SPSS program Open ablakában (Képernyőkép).....	309
65.	ábra: Munkalap kiválasztási lehetőség az SPSS program Open ablakában (Képernyőkép).....	310
66.	ábra: Az Excelből importált új adatbázis az SPSS program Data view ablakában (Képernyőkép).....	310
67.	ábra: Az importált új adatbázis Variable view ablaka az SPSS programban (Képernyőkép).....	312
68.	ábra: A boxplot ábra kiválasztása az SPSS program menüjében (Képernyőkép).....	314
69.	ábra: A boxplot ábra kiválasztása az SPSS program előugró ablakában (Képernyőkép)	315
70.	ábra: A változók kiválasztása az SPSS program Boxplot menüjében (Képernyőkép)	315
71.	ábra: Az összes változó boxplot ábrái (Képernyőkép).....	317
72.	ábra: Az FG% változó kiválasztása és a játékosok neveinek beállítása (Képernyőkép)..	318
73.	ábra: A mezőnyből szerzett pontok százalékos arányának (FG%) boxplot ábrája (Képernyőkép).....	319



74.	ábra: A leíró statisztika számításának menüje az SPSS programban (Képernyőkép)	324
75.	ábra: A változók kiválasztása a Frequencies menüben (Képernyőkép)	325
76.	ábra: A leíró statisztikai mutatók beállítása a Statistics menüben (Képernyőkép)	326
77.	ábra: A grafikon típusok beállítása a Charts menüben (Képernyőkép).....	327
78.	ábra: A játékosonként lejátszott meccsek számának hisztogramja (Képernyőkép) ...	330
79.	ábra: A részletesebb leíró statisztika számításának menüje az SPSS programban (Képernyőkép).....	331
80.	ábra: A változók kiválasztása az Explore menüben (Képernyőkép).....	332
81.	ábra: A leíró statisztikai mutatók beállítása a Statistics menüben (Képernyőkép)	333
82.	ábra: A grafikon típusok beállítása a Plots menüben (Képernyőkép).....	333
83.	ábra: A játékosonként lejátszott meccsek számának szár-levél (stem and leaf) ábrája ...	339
84.	ábra: A játékosonként lejátszott meccsek számának Q-Q plot diagramja (Képernyőkép).....	340
85.	ábra: A játékosonként lejátszott meccsek számának trendmentesített Q-Q plot diagramja (Képernyőkép).....	341
86.	ábra: A Compute Variable menü kiválasztása új változó számításához (Képernyőkép).	343
87.	ábra: A Compute Variable menü beállításai az uj_FG_percent változó kiszámításánál (Képernyőkép).....	343
88.	ábra: A Compute Variable menü beállításai a kulonbseg_FG_percent változó kiszámításánál (Képernyőkép)	344
89.	ábra: A módosított adatbázis mentésének folyamata, a Save As menü kiválasztása (Képernyőkép).....	345
90.	ábra: A módosított adatbázis mentésének folyamata, a Save As menü belülről (Képernyőkép).....	346
91.	ábra: A kulonbseg_FG_percent változó kiválasztása a Frequencies menüben (Képernyőkép).....	347
92.	ábra: A Statistics menü beállítása (Képernyőkép)	348
93.	ábra: A kulonbseg_FG_percent változó grafikonjának kiválasztása a Charts menüben (Képernyőkép).....	349
94.	ábra: A kulonbseg_FG_percent változó hisztogramja (Képernyőkép)	351
95.	ábra: A kulonbseg_FG_percent változó elemzése az Explore menüvel (Képernyőkép).	352
96.	ábra: A kulonbseg_FG_percent változó grafikonjainak kiválasztása a Plots menüben (Képernyőkép).....	352
97.	ábra: A kulonbseg_FG_percent változó adatainak Q-Q plot diagramja (Képernyőkép).	353
98.	ábra: A kulonbseg_FG_percent változó adatainak trendmentesített Q-Q plot diagramja (Képernyőkép).....	354
99.	ábra: A kulonbseg_FG_percent változó boxplot ábrája (Képernyőkép).....	355



TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat Pulzus célzóna Dömötör (2005) alapján	34
2. táblázat: ATP termelődés különböző anyagcsere folyamatokban.....	71
3. táblázat: Izomrosttípusok összehasonlítása I.....	85
4. táblázat: Izomrosttípusok összehasonlítása II.	86
5. táblázat: Parciális nyomásviszonyok (Hgmm).....	117
6. táblázat: Az edzett és edzetlen szív teljesítménye közötti különbséget terheléses viszonyok között szemléltetik az alábbi adatok:	135
7. táblázat: Kardiovaszkuláris mérőmutatók összefoglalása.....	136
8. táblázat: A Bruce protokoll paraméterei	153
9. táblázat: A Balke-teszt protokollja	154
10. táblázat: Néhány élettani paraméter változása az életkor függvényében.	160
11. táblázat. A fontosabb platformok összefoglaló jellemzői (Szilagyi, 2010)	279
12. táblázat. A fontosabb okosóra fejlesztőkörnyezetek és azok összefoglaló jellemzői (Saját szerkesztés).....	285
13. táblázat: A GP (lejátszott meccsek száma) változó leíró statisztikai mutatói	328
14. táblázat: Az Explore menü leíró statisztikai mutatói a GP (lejátszott meccsek száma) változó esetében	335
15. táblázat: Az Explore menü percentilis mutatói a GP (lejátszott meccsek száma) változó esetében	336
16. táblázat: Az Explore menü extrém értékei a GP (lejátszott meccsek száma) változó esetében	337
18. táblázat: A játékosonként lejátszott meccsek számának (GP) eloszlás vizsgálata Kolmogorov-Smirnov és Shapiro-Wilk normalitás tesztekkel	342
18. táblázat: A kulonbseg_FG_percent változó leíró statisztikai mutatói.....	350
19. táblázat: A kulonbseg_FG_percent változó eloszlás vizsgálata Kolmogorov-Smirnov és Shapiro-Wilk normalitás tesztekkel	355



BEVEZETÉS

„Kétszer mérj, egyszer vágj” tartja a régi közmondás. Napjaink sportjában – legyen szó akár él/teljesítménysportról, akár rekreációs/szabadidősportról – a megfelelő tudományos háttér felhasználása elengedhetetlen a minél jobb teljesítmény elérése érdekében. A sport, ebből az aspektusból, nem szól másról, mint a folyamatos célok megfogalmazásából (célkitűzés), az ehhez szükséges tervező munkáról (edzésterv elkészítése), a tervező munka alapján összeállított sportbeli felkészülésről (edzés), majd lényegében az egész folyamat visszacsatolásaként a versenyről, mérkőzésről. Ez utóbbi eldönti, megfelelő minőségű és mennyiségű munka lett-e elvégezve, nagyon leegyszerűsítve, jól dolgoztuk-e.

Azonban a tervező folyamat és a versenyek, mérkőzések között is lehetőségünk van a folyamatos visszacsatolásokra, melyek végső soron az adott maximális teljesítmény elérését jelentősen segítik. A teljesítménydiagnosztika hozzájárul ahhoz, hogy a sportteljesítményt meghatározó összetevőket monitorozni tudjuk, ez alapján pedig egészen pontosan be tudjuk állítani, egyénre, felkészülési időszakra, célkitűzésre, stb. szabottan az edzéstervet, a makro-, mezo-, vagy mikrociklusokat.

Az úszópápának nevezett kiváló mesteredző, Széchy Tamás képes volt megmondani – századmásodperce pontosan -, hogy a döntőben tanítványa milyen időt fog úszni. Ebben nem a heurisztikus megközelítés (megérzés, jóslás) jelentette a zsenialitását, hanem az, hogy mennyire rendkívül egzakt, elemző és tervező munkát végzett, folyamatos teljesítményelemzéssel.

A Bevezetés a sportdiagnosztikába c. könyv célja, hogy a sportteljesítményt nem egy-két összetevőre leszűkítve, hanem a lehető legszélesebb módon értelmezve, bemutassa a teljesítményt befolyásoló tényezőket, azok elméleti és tudományos hátterének alapjait, továbbá azt, miként lehet a mérés során keletkezett adatokkal „bánni”, legyen szó akár rendezésről (adatbázis), vagy kiértékelésről (statisztika).



SZÉCHENYI



Kívánom minden kedves olvasónak, hogy a forgassák haszonnal!

a Szerzők nevében,

Dr. Balogh László
egyetemi docens, intézetigazgató



1. A sporttudomány, szerepe, helye a tudományok rendszerében (Dr. Balogh László)

Nemzetközi szinten jóval korábban, hazánkban néhány évtizede jelent meg önálló elnevezéssel a sporttudomány. Létjogosultsága megkérdőjelezhetetlen, hiszen rendelkezik minden, önálló tudományterületet leíró jellemzőkkel, hogy csak néhányat említsünk, saját fogalomrendszere, terminológiája van, saját kutatási területe és saját kutatási módszerei vannak, és eredményeik közölhetősége, megfogalmazása is megfelel a tudományos kritériumoknak.

Azonban, csak a fentiekkel, igen leegyszerűsítve jellemeznénk a sporttudományt. Maga az elnevezés sem egyértelmű. Inter/multidiszciplináris volta miatt egyesek – még az angol szaknyelvi terminológiában is, ahol ráadásul gyakran a „sport sciences” nem önmagában, hanem, mint „exercise and sport sciences” szerepel – többes számban sporttudományokat, míg mások egyes számban sporttudományt használnak. Általánosan elfogadott hazai álláspont szerint (ld. Rétsági, 2011), a magyar terminológiában a sporttudomány elnevezés a kívánatos.

A sporttudomány gyökerei¹

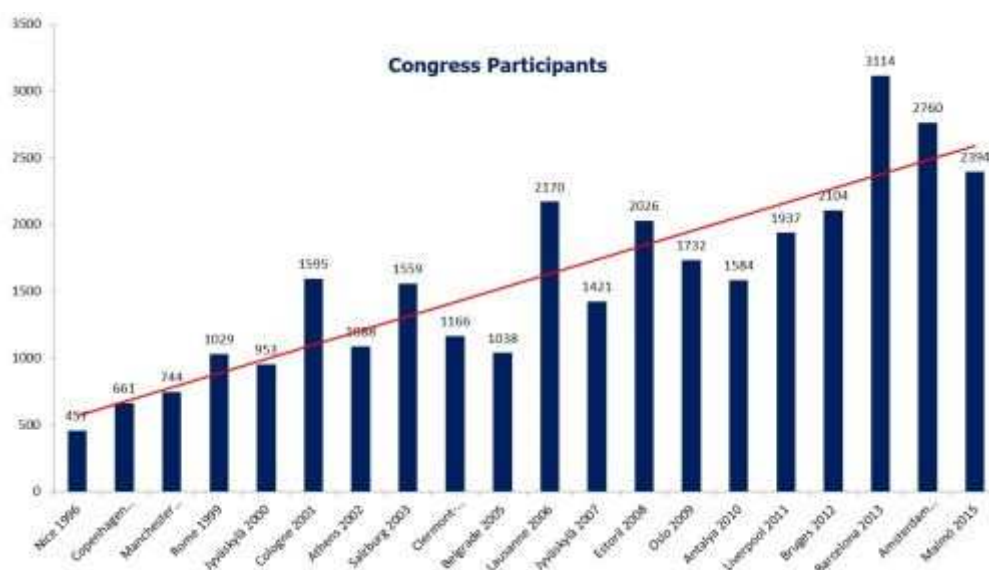
Már az ókori olimpiák idején is tapasztalatokon alapuló megfigyelések szerint igyekeztek a sportolók teljesítményét fokozni. Így a játékok előtt speciális edzőtáborba, a gymnasium-ba vonultak, de rájöttek arra is, hogy nem mindegy mit esznek, isznak vagy például miként osztják be a terhelés (edzés) és pihenés arányát. Hogy mennyire komolyan vették a sport és felkészülés „tudományos oldalát”, jól érzékelteti például, Philosztratosz: „A tréneri tudományról” c. feljegyzése is.

A középkor nem éppen sportot támogató időszakként került be a sporttörténelem feljegyzéseibe. A 19. század tudományos-technikai forradalma közvetve, sok egyéb, a sport és a fizikai aktivitás szempontjából jelentős újítás mellett (pl. megjelent az emberek napi beosztásában egy olyan időszak, aminek a felhasználásáról maguk dönthettek, a szabadidő),

¹ Ajánlom: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0025_Nadori-Dancs-Retsagi-Ekler-Gaspar-Sportelmeleti_ismeretek/ch06s03.html#id588023

hozzájárult ahhoz, hogy megrendezésre kerüljön az újkori olimpia (1896, Athén). De számos sportág – labdarúgás, tenisz, kosárlabdázás, kézilabdázás, stb. – szabályrendszerének a kialakulása is ekkor történt meg. A tudományok fejlődése maga után vonta a sporttudományok fejlődését is. A 19. sz. végétől sorra jelentek meg a sporttal kapcsolatos irodalmak, kiemelendő, ezek között szép számmal találni magyart is. A 20. század rendkívül szerteágazó, a főbb tudományágakból (társadalom- és természettudomány) kinövő újabb irányzatai folyamatosan jelennek meg a sporttudományban is, majd az élet és a gyakorlat dönti el, mi ebből az, ami valójában a sportot, legyen élsport, vagy rekreációs tevékenység, szolgálja.

Az egyik legjelentősebb, kölni székhelyű sporttudományi szervezet, a European College of Sport Sciences kongresszusán résztvevők, előadók számának növekedése, jól reprezentálja, miként növekedett az utóbbi évtizedben a terület (ld. 1. ábra)



1. ábra Az ECSS kongresszusán résztvevők számának alakulás 1996-2015.

Forrás: http://sport-science.org/index.php?option=com_content&view=article&id=74&Itemid=105



Sporttudomány területei²

Az ECSS kongresszusain az alábbi főbb sporttudományi területeken lehet előadni:

1. physiology & sports medicine
2. social sciences & humanities
3. biomechanics & neuromuscular

Részletezve az alábbi témakörök jelennek meg:

- *Biomechanics*
- *Coaching*
- *Motor Learning,*
- *Adapted Physical Activity*
- *Biochemistry*
- *Health and Fitness*
- *Molecular Biology*
- *Neuromuscular Physiology*
- *Nutrition, Physiology*
- *Physiotherapy*
- *Rehabilitation*
- *Sports Medicine*
- *Training and Testing*
- *Economics*
- *History*
- *Philosophy and Ethics*
- *Physical Education and Pedagogics*
- *Psychology*
- *Sociology*

² Számos kiváló hazai felosztása is ismert a sporttudománynak (Nádori, 1991, Frenkl, 2003, Bognár, 2009, Rétsági, 2011). A nemzetközi terminológia alapján javaslom az alábbi áttekintést, mely itt olvasható: <http://ecss-congress.eu/2016/16/index.php/abstract-abstract-submission/abstract-submission>)



- *Sport Management*
- *Sport Statistics and Analyses*

Megítélésem szerint a fenti felosztás igen szemléletesen mutatja a mai, modern sporttudomány széleskörű, izgalmas és innovatív területeit. A magyar szervezet, a Magyar Sporttudomány Társaság, számos működő szakbizottsággal, kiadvánnyal, évenként, 2016-tól kétevenkénti kongresszussal. A Testnevelési Egyetem mellett a sportszakember képzést folytató felsőoktatási intézmények rendelkeznek magas színvonalú, oktató és kutató tevékenységgel bíró sporttudományi intézettel.

Egy szintén német székhelyű, nemzetközi szervezet, az International Council of Sport Science and Physical Education szerint a sporttudomány felosztása: Alkalmazott adaptált testnevelés (gyógytestnevelés), Sportélettan, Biomechanika, Sportpszichológia, Edzéstudomány, Sportlétesítmények, Összehasonlító testnevelés és sport, Sporttörténelem, Kinantropometria, Sportinformatika, Motoros tanulás és kontroll, Sportjog, Sportfilozófia Sportmenedzsment, Sportpolitológia, Sportorvoslás, Sportpszichológia, Sportpedagógia (testnevelés elmélet és módszertan), Sportfejlesztés.³

A sporttudomány helye a tudományok között

Érdekes áttekinteni, hogy Magyarországon a különböző tudományos és felsőoktatási szervezetekben hol találjuk a sporttudományt. A sporttudomány jelenleg még nem szerepel önállóan a Magyar Tudományos Akadémia Tudományos Osztályai között. Ellenben a regionális akadémiai bizottságokban (SZAB, PAB, DAB) a különböző tudományos bizottságokban, Szegeden például az orvostudományi, Debrecenben pedig a gazdaságtudományi bizottságban, igen aktívan működik a sporttudományi osztály is!

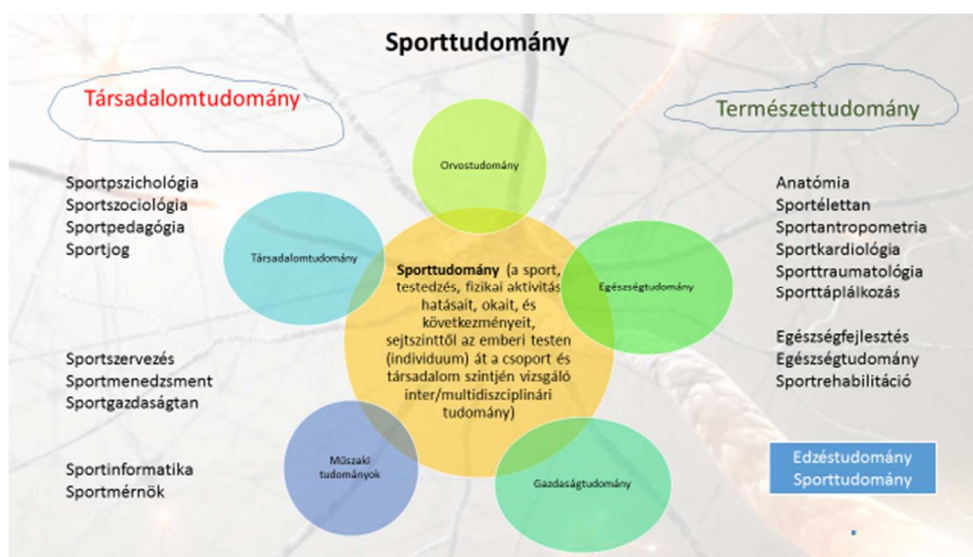
A 157/2004-es kormányrendelet a 8 tudományterület közül a társadalomtudományok alá sorolta a sporttudományt. A Magyar Felsőoktatási Akkreditációs Bizottságban együtt szerepel az orvos-, egészség-, és sporttudomány. A Magyar Rektori Konferencia szakbizottságai közé 2013-ban került fel önállóan a Sporttudományi Szakbizottság, a 2015. novemberi szervezetet lásd: <http://www.mrk.hu/bizottsagok/sporttudomanyi-bizottsag/>

³ Ld.: <http://www.icsspe.org/>

Jelentős előrelépés lenne egyrészt az MTA-n belül, másrészt a MAB-on belül önálló sporttudományi bizottság létrehozása. A hazai oktatói és kutatói tábor eredményei ehhez igen jó alapot adnak!

A sporttudomány fogalma

Összefoglalásképpen megállapíthatjuk, hogy a sporttudomány olyan multidiszciplináris tudomány, mely a sport, a testedzés, a fizikai aktivitás okait, folyamatát és következményeit, hatásait vizsgálja, a sejtszinttől az emberi testen át, az individuum, a csoport és az egész társadalom szintjén (ld. 2. ábra).



2. ábra A sporttudomány helye, területei

Forrás: saját szerkesztés

Célja (Bognár, 2009) a testkulturális értékeink gyarapítása, és a fizikai aktivitást végző embernek, mint bio-pszicho-szociális egységnek a vizsgálata.

1.1. A teljesítmény összetevői a sportban

Érdekes röviden áttekinteni, hogy a sporttudomány miit gondol, miként tekint a sportoló szervezetére, mint a sportteljesítményt befolyásoló tényezőre. Sportban a **teljesítmény** összetevőikön Nádori (1991, 39. o.) a következőket érti: „Teljesítmény összetevőn a sportoló



személyéhez kapcsolódó, edzéssel befolyásolható tulajdonságait, illetve tulajdonságok együttesét értjük, amely meghatározó szerepet játszik az adott sportteljesítményben. Számon kell tartanunk azokat a tevékenységeket, cselekvéssorokat is, amelyek révén az eredmény közvetlenül vagy közvetve létrejön.”

A sportban is alapvetően a teljesítménynek két összetevőjét lehet megkülönböztetni. Az egyik *a sportoló teljesítőképesége*, mely egyrészt az adott mozgásos tevékenység végrehajtásához szükséges fizikai képességeket foglalja magába, mint a kondicionális (erő, gyorsaság, állóképesség, hajlékonyság-lazaság) és koordinációs (egyensúly-, tér-, időérzékelés, „ügyesség”, stb.) képességek, másrészt a technikai és taktikai ismereteket, valamint az értelmi képességek színvonalát is. A *másik összetevő a teljesítőkézség*, mely „tükrözi a sportoló edzőjéhez, továbbá sportágához, környezetéhez, valamint életrendjéhez való viszonyát” (Nádori, 1991, 39. o.). Ez alapján a teljesítőkézség mindazt a motivációs bázist is jelenti, amely segítségével a sportoló kész mozgósítani energiáit a kitűzött cél elérése érdekében. Nádori (1991) megemlíti, hogy különösen fontos szerepe van a teljesítményben a sportoló klubbal, egyesülettel kapcsolatos beállítódásának, állásfoglalásának. Ha akár a teljesítőképeség, akár a teljesítőkézség hiányzik, vagy nulla, akkor a teljesítmény is gyengébb lesz, vagy nulla (ez tulajdonképpen egy szorzatként írható fel)⁴. Ez azt jelenti, hogy ezek kölcsönkapcsolatban vannak egymással, ahogy Nádori (1991) említi, a teljesítőképeség fejlesztése a képzési folyamatba, míg a teljesítőkézség kialakítása a nevelés körébe sorolható (Balogh és mtsai, 2015). Azért, hogy a sokszor ember próbáló edzéseket el tudja viselni a sportoló (képeségfejlesztés), feltétlenül szükség van arra, hogy a megfelelő erkölcsi-akaratai tulajdonságokkal, valamint az erőfeszítések mobilizációjára vonatkozó késztetéssel, vagyis a teljesítőkézség magas szintjével rendelkezzen. Nádorit (1991. 40. o.) idézve: a tudományos kutatás egyik időszerű feladata, hogy az említett kölcsönhatásokat felfedje”.

A Nádori féle megközelítés kiváló alap és megfelelően tág, komplex értelemben közelíti meg a sportteljesítményt, ld. 3. ábra. Alapvetően az elmélet azt mondja, hogy az egyénnek

⁴ Teljesítmény = teljesítőképeség X teljesítőkézség. Ha valamelyik összetevője nulla, akkor a teljesítmény is az lesz, vagyis nem elég egyik vagy másik összetevő, a kettő együttesen alakítja ki a maximálisan elérhető teljesítményt.

(csapatnak, szervezetnek) rendelkeznie kell egyrészt a megfelelő képességekkel, másrészt kellő motivációval kell bírnia, hogy a képességeit megmutassa.

A teljesítmény összetevői a sportban

A sportoló személyéhez kapcsolódó, edzéssel befolyásolható tulajdonság együttese, mely meghatározó szerepet játszik az adott teljesítményben (Nádori, 1991).



1. Táblázat A sportteljesítményt befolyásoló lehetséges tényezők az egyén és a csapat szintjén

	Sportszakmai	Pszichológiai
Egyén	Motorikus, testi képességek, technikai, egyéni taktikai képzettség, egészségi állapot, sérülés, betegség	Motiváltság, igénysszint, személyiség típus, bizalom, kötődés, megelégedettség
Csapat	Jellemzők: csapatszelleme, csapattaktika minősége, edzésmódszertani felkészültség Dr. Balogh László PhD.	Környezet, klíma, interakciók, interperszonális kapcsolatok minősége, szerepek, bizalom

3. ábra A sportteljesítmény összetevői Nádori (1991) alapján, Balogh (saját szerkesztés, 2008, 2015)

A következőkben érdemes részletesen áttekinteni, melyek azok a tényezők, amelyek hozzájárulnak, a minél magasabb sportteljesítmény eléréséhez.⁵ Ehhez az edzettség oldalról közelítünk, ugyanis a sportteljesítmény összetevői gyakorlatilag az edzettségi állapotot jellemző faktorok.

„Az edzettség – rövid megfogalmazásban – edzés- és versenyterhelések hatására kialakuló állapot, speciális, sportbeli teljesítőképeség.” (Nádori, 1991., 27.o.)

A meghatározásból kiindulva meg kell állapítani, hogy mindenki abban lesz edzett, amire az edzés maga irányul. A szervezet ahhoz az ingerhez, ingerekhez alkalmazkodik, természetesen, betartva az edzés alapelveit, és az edzésterhelés összetevői jól szabályozva, amelyek érik, ezt a folyamatot hívjuk adaptációnak.

⁵ Javasolom az alábbi irodalmat: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0025_Nadori-Dancs-Retsagi-Ekler-Gaspar-Sportelmeleti_ismeretek/ch02.html

Végső soron, maga a sportteljesítmény sportág specifikus! Meghatározzák:

1. Motorikus tényezők (kondicionális és koordinációs képességek),
2. Fiziológiai összetevők (különböző funkciók szintje, összefüggései),
3. Pszichés változások (személyiségjellemzők, társas kapcsolatok),
4. Alkati összetevők (hosszúság, szélesség, körméretek, testzsír, fajsúly).

Nem szabad a sportteljesítményt egy vagy két összetevő mérésére redukálni! Példának okáért a jó testalkati, élettani (kardio-respiratorikus) mutatókkal rendelkező labdarúgó teljesítményét alapvetően határozza meg a labdás koordináció, az egyéni technikai és taktikai képzettsége, sőt a pszichológiai felkészültsége is.

Éppen ezért, csak a komplex, a teljesítmény minden lehetséges, sportágspecifikus összetevőit mérni és az eredményeket a sportszakemberek számára átadni képes, sportdiagnosztikáról beszélhetünk, amikor annak hatékonyságát elemezzük. (ld. 4. ábra).

Önmagában a VO2Max vagy a pulzuskontrollált terhelések elemzése – sportágtól függően – vajmi keveset fognak mutatni a sportteljesítmény valódi okairól!





4. ábra A sportdiagnosztika főbb összetevői, melyekkel a teljesítményt komplex vizsgálni tudjuk

2. A motorikus képességek mérésének lehetőségei – pályatesztek⁶ (Dr. Balogh László)

A kondicionális és koordinációk képességek szintje alapvetően meghatározza a sportteljesítményt. Mérésére nem csak és kizárólagosan laborban van lehetőségünk. Számos megbízható, és viszonylag könnyen alkalmazható tesztrendszer ismerünk, melyek testnevelés órán elterjedtek, és a sportági edzés és diagnosztika számára is rendelkezésre állnak. A motorikus tesztrendszerek pályatesztjei nem csak egyszerűségük és a költséghatékonyság miatt előnyösek, hanem azért is, mert validálásuk során, különböző algoritmusokkal olyan terhelés élettani mutatókat is meg lehet adni, mint a laborban végzett terheléses vizsgálatokkal (ld. pl. anaerob küszöb és ingafutás).

Hazánkban az 1970-es években kezdték meg a motorikus képességek mérésének új, megbízható rendszerét kidolgozni. Ezek a tesztek az aerob fittséget, a statikus- és dinamikus izomerőt, az izomerő állóképességet, valamint a futási gyorsaságot és fűrgeséget, a végtagmozgás gyorsaságát, illetve a hajlékonyságot és az egyensúlyozó képességet mérték. Ezzel egy időben ezeket a teszteket bevezették a testnevelés órákon is, de például számos sportági edzés, teljesítmény mérésére is alkalmasnak bizonyultak.

1996-tól, a Művelődési és Közoktatási Minisztérium határozata szerint „a nevelési oktatási intézményeknek gondoskodnia kell, (...) az általános iskolában, középiskolában és szakiskolában évente két alkalommal a tanulók fizikai állapotának méréséről.” A tesztek legfontosabb kritériuma volt, hogy egységes és hiteles adatokat szolgáltatassanak.

2001-ben az Oktatási Minisztérium a Hungarofit és az Eurofit használatát támogatva elküldte minden iskolának azok leírását, alkalmazásukat és az eredmények feldolgozását segítő útmutatót. A felhasználók véleményei alapján a Hungarofit terjedt el a testnevelők körében.

⁶ A fejezethez javaslom az alábbi oldalak áttekintését: <https://hungarofit.hu/> , <http://www.mdsz.hu/netfit/>



A Netfit országos, egységes mérési rendszer 2014 őszén indult, a tesztek a gyerekek számára érdekesek, illetve mozgásra, fittségi állapotuk javítására ösztönzi őket. A vizsgálatban résztvevők számára korszerű informatikai eszközökkel támogatott mérő- és kiértékelő rendszert dolgoztak ki, gyakorlatilag a Hungarofit-hez hasonló rendszert. A rendszer kidolgozásában hazánk összes testnevelő tanárképzést és sporttudományi képzést folytató intézménye részt vett.

A három motorikus próbarendszer összehasonlítása⁷

Motorikus próbarendszerek megnevezése	EUROFIT (***)	HUNGAROFIT (***)	NETFIT (***)
Aerob fittség mérése			
12 perc futás/gyaloglás (*)	NEM	IGEN	NEM
6 perc futás vagy gyaloglás (*)	NEM	IGEN	NEM
2000 m síkfutás (*)	NEM	IGEN	NEM
2 mérföld (2418 m) síkfutás (*)	NEM	IGEN	NEM
20 m-es ingafutás (**)	IGEN	NEM	IGEN

(*) a tesztek közül egyet kell kiválasztani, mely az iskola lehetőségeinek legjobban megfelel

(**) szakértői anyagok szerint az aerob fittség mérésre nem a legmegbízhatóbb motorikus próba!

5. ábra Motorikus próbarendszerek összehasonlítása

Forrás: http://sportorvos.hu/data/cikk/13/8/cikk_1308/3.jpg

⁷ Az összehasonlítás az alábbi oldal alapján történt, minőségbeli különbséget nem kíván tenni a szerző.
http://sportorvos.hu/aktiv_gyerekek/20140522/magyarorszagon_hasznalt_egyes_motorikus_probarendszerek_osszehasonlitasi/



Motorikus próbarendszerek megnevezése	EUROFIT ^(***)	HUNGAROFIT ^(****)	NETFIT ^(****)
---------------------------------------	--------------------------	------------------------------	--------------------------

Vázizomzat fittségének a mérése (izomerő, erő-állóképesség)

Elsődleges fontosságú tesztek			
Helyből távolugrás, páros lábbal (láb dinamikus erejének mérése)	IGEN	IGEN	IGEN
Mellső fekvőtámaszban karhajlítás, és nyújtás (a vállöv és a karok dinamikus erő-állóképességének mérése)	NEM	IGEN	IGEN
Hason-fekvésből törzsemelés (a hátizmok erő-állóképességének mérése)	NEM	IGEN	igen, de eltérő módszerrel
Hanyattfekvésből felülés (a hasizmok erő-állóképességének mérése)	IGEN de csak 30 mp-ig	IGEN	IGEN de has-préssel
Labdalökés előre, tömött labdával, az ügyesebb kézzel (a vállöv- és a kar dinamikus erejének mérése)	NEM	IGEN	NEM
Labdadobás hátra, tömött labdával (a törzs és karizmok dinamikus erejének mérése)	NEM	IGEN	NEM
Másodlagos fontosságú tesztek			
Függés hajlított karral	IGEN	NEM	NEM
10x5 méteres ingafutás	IGEN	NEM	NEM
Harmadlagos fontosságú tesztek			
Lapérintés	IGEN	NEM	NEM
Egyensúly-teszt	IGEN	NEM	NEM
Kézi szorítóerő (az alkar izmainak maximális erő kifejtését méri)	IGEN	NEM	IGEN
Ülésbe előrenyúlás (térhajlító izmok nyújthatóságának mérése)	IGEN	NEM	IGEN

6. ábra Motorikus tesztrendszerek, vázizomzat fittségének összehasonlítása

Forrás: http://sportorvos.hu/aktiv_gyerekek/20140522/magyarorszagon_hasznalt_egyes_motorikus_probarendszerek_osszehasonlitas/

Motorikus próbarendszerek megnevezése	EUROFIT ^(***)	HUNGAROFIT ^(****)	NETFIT ^(****)
Antropometriai adatok			
Testmagasság	IGEN	IGEN	IGEN
Testtömeg	IGEN	IGEN	IGEN
BMI (Body Mass Index)	IGEN	IGEN	IGEN
Testzsír %	IGEN	NEM	IGEN
Sport-életmód kérdőív			
Kérdőív	NEM	NEM	NEM

(***) Sem az Eurofit mérési módszerhez, sem a NETFIT (MDSZ) készségközpontú motorikus próbarendszerhez nincs számszerűen is kifejezhető, objektív, megbízható értékelési és minősítési rendszer.

(****) A Hungarofit motorikus- és a Mini Hungarofit motorikus próbarendszereket a hazai és nemzetközi szakirodalom ismeretében az Országos Sportegészségügyi Intézet (Sportkórház) Tudományos Kutató Osztályán végzett terhelési laboratóriumi vizsgálatokkal alátámasztva három év alatt – évente két alkalommal történő méréssel – a világon egyedülálló mérési módszerként az egészségközpontú fittség összetevőit mérő elsőrendű faktorként megbízható mérésére fejlesztettük ki!

7. ábra Motorikus próbarendszerek összehasonlítása

Forrás: http://sportorvos.hu/aktiv_gyerekek/20140522/magyarorszagon_hasznalt_egyes_motorikus_probarendszerek_osszehasonlitas/ A szerző megjegyzése: a Netfit rendszer is rendelkezik objektív és megbízható mérő és kiértékelési rendszerrel!



Összehasonlítás bővebben: http://sportorvos.hu/aktiv_gyerekek/20140522/magyarorszagon_hasznalt_egyes_motorikus_probarendszerek_osszehasonlitasa/

2.1. Hungarofit

A Hungarofit (és egyszerűsített változata a Mini Hungarofit) aerob fittséget és izomerő fittséget felmérő, objektív minősítő rendszer. Természetes mozgásokra épülnek, nem igényelnek különleges eszközigényt, viszonylag egyszerűen kivitelezhetők és értékelhetők a feladatok. Gyakorlatok: helyből távolugrás, páros lábbal; mellsőfekvőtámaszban karhajlítás és nyújtás; hason-fekvésből felülés; hanyattfekvésből törzsemelés; tömött labda-dobás hátra, két kézzel, a fej fölött; lökés előre, az ügyesebb kézzel, tömött labdával.

A pontértékelési rendszert korosztályonként és nemenként alakították ki. A teljesítményekre adott pontok 140 pontos skálán összesíthetők, az így kapott fizikai/edzetségi szint hét minősítő kategóriába sorolható. Ezek, némileg sajátos megfogalmazás alapján, a test harmonikus fejlettségére utalnak:

1. Igen gyenge: Gyakran rossz a közérzete, a mindennapi tevékenységétől rendszeresen fáradtnak, kimerültnek érzi magát. Hajlamos a gyakori megbetegedésre.
2. Gyenge: Igen gyakori, hogy nem tudja kipihenni magát egyik napról a másikra.
3. Kifogásolható: A rendszeres mindennapi tevékenységétől, estére ugyan még elfárad, de reggel általában kipihenten ébred. A megszokottnál több fizikai-szellemi munka erősen igénybe veszi.
4. Közepes: Az egészség szempontjából leglényegesebb kondicionális képességek területén elérte azt a szintet, amely (az eddigi tapasztalataink szerint) a könnyű fizikai és a hatékony szellemi munkavégzéshez szükséges. Vannak olyan egyének, akiknek rendszeres testedzés nélkül is sikerül ezt a szintet elérni és tartósan megtartani, mert kiváló testi, biológiai, fiziológiai adottságokat örököltek és életmódjuk nem tartalmaz, egészséget romboló életviteli szokást/szokásokat.



5. Jó: Ezt a szintet általában azok érik el, akik több éven át, valamilyen sportágban versenyszerűen sportoltak, vagy jelenleg amatőr szinten versenyeznek, és heti két-három alkalommal rendszeresen edzenek.
6. Kiváló: Versenyszerűen sportolók szintje. A „Kiváló” fittségi kategóriát, rendszeres tudatos egyénre szabott terheléssel, valamennyi egészséges ember elérheti, és megtarthatja.
7. Extra: A hazai és nemzetközi szinten jegyzett, sportág speciálisan is kiválóan terhelhető élsportolók szintje, sportpályafutása zökkenőmentes, a fáradtság okozta sérülései ritkábbak, formaingadozása minimális.

Minősítő rendszer kategóriáinak értékelése, egészségi kockázat, veszélyeztetettség foka, illetve a kitűzött feladatok, bővebb értelmezés: <https://hungarofit.hu/pontertekelesi-es-minositesi-rendszer/>

2.2. Eurofit

A tudományos kritériumoknak megfelelő tesztek („Eurofit Fitness Testing Battery”) a kardiorespiratorikus állóképességet, az erőt, az izomerő állóképességet, illetve a testösszetételt mérik. Ezt a motorikus próbarendszert az Európa Tanács dolgozta ki az 1980-as években.

Elvégzésük minimális eszközigényű, nem vált ki egészségkárosító hatást. Az 5-18 éves tanulók körében, évente kétszer; a tanév elején és végén kell elvégeztetni. A teszteket a kézikönyvben szereplő sorrendben kell végrehajtatni, a körülményeknek hasonlóknak kell lenniük minden diáknál, minden részletben (helyszín, eszköz, hőmérséklet, stb.). Az Eurofit próbarendszere az alábbi kötelező és ajánlott teszteket tartalmazza:

1. Egyensúlyi teszt: gerendán egyensúlyozás egy lábon (nem kötelező).
2. Végtagmozgás gyorsasága: lapérintés (nem kötelező).
3. Hajlékonysági teszt: ülésben előrenyúlás (kötelező).
4. Dinamikus láberő teszt: helyből távolugrás (kötelező).



5. Statikus erő teszt: kézi szorítóerő (nem kötelező).
6. Törzserő teszt: „sit-up” teszt, felülések (kötelező).
7. Funkcionális karerő teszt: függés hajlított karral (kötelező).
8. Futási sebesség, fürgeségi teszt: 10×5m ingafutás
9. Kardio-respiratorikus állóképességi teszt: 20m-es ingafutás

Bővebben lásd: http://www.jgypk.u-szeged.hu/tamop13e/tananyag_html/tananyag_motoros/viii41_eurofit.html,

Az elkészült értékelő lapot 3 példányban kell elkészíteni; a gyermek, a szülők, illetve a központi adatfeldolgozó részére kell megküldeni.

2.3. Netfit⁸

„A Magyar Diáksport Szövetség 2013. május 24-én indította az „A testnevelés új stratégiájának és a fizikai állapot új mérési rendszerének kialakítása és az önkéntes részvétel ösztönzése a komplex iskolai testmozgásprogramok szervezésében” –T.E.S.I. elnevezésű kiemelt projektjét. A projekt egyik kutatás-fejlesztési feladata az volt, hogy létrehozza a magyar iskolarendszerben egységesen működtethető, egészségközpontú fittség mérési-értékelési rendszert. A 2014 őszén indult rendszer a NETFIT (Nemzeti Egységes Tanulói Fitsségi Teszt) elnevezést kapta.” (<http://www.mdsz.hu/netfit/>)

Ahogy korábban említettem, a rendszer újszerűsége főképpen pedagógiai alkalmazhatóságában, online adatkezelő rendszerében rejlik. A *tesztek kialakításában és validálásában Magyarország összes sporttudományi, testnevelő tanárképzéssel foglalkozó felsőoktatási intézménye részt vett. Ezzel biztosított a teljes hazai populáció – reprezentatív minta – felmérése alapján összeállított egységes tesztrendszer.*

Négy különböző fitsségi profilban, az alábbi fitsségi tesztekkel határozható meg egy tanuló egészségközpontú fitsségi állapota:

⁸ Javasolom az alábbi oldal áttekintését: <http://www.mdsz.hu/netfit/>



1. Testösszetétel és tápláltsági profil: Testtömeg mérése – testtömeg-index (BMI), Testmagasság mérése, Testzsírszázalék-mérése – testzsírszázalék.
2. Aerob fittségi (állóképességi) profil: Állóképességi ingafutás teszt (20 méter vagy 15 méter) – aerob kapacitás.
3. Vázizomzat fittségi profil: Ütemezett hasizom teszt – hasizomzat ereje és erő-állóképessége, Törzsemelés teszt – törzsfeszítő izmok ereje és nyújthatósága, Ütemezett fekvőtámasz teszt – felsőtest izomereje, Kézi szorítóerő mérése – kéz maximális szorító ereje, Helyből távolugrás teszt – alsó végtag robbanékony ereje.
4. Hajlékonysági profil: Hajlékonysági teszt – térdhajlítóizmok nyújthatósága, csípőízületi mozgásterjedelem.

A mérések eredményei tesztől függően két illetve három zónába kerülhetnek: egészségzónába, fejlesztési zónába, fokozott fejlesztési zónába. Az értékelés nem egy szabványos standard alapján történik, hanem a fizikai fittségi állapot nemhez és életkorhoz igazodó külső kritériumértékekhez, úgynevezett egészségsztenderdekhez viszonyítható. Az egészségsztenderdek minimum értékét (az egészséghez szükséges minimális fittségi teljesítményérték) túlteljesítve a tanuló hosszú távon valószínűbben lesz védett az ülő életmóddal, fizikai inaktivitással összefüggő megbetegedések rizikófaktoraival szemben.

Bővebb tesztleírásokhoz javasolom az alábbi oldal áttekintését: http://www.jgypk.u-szeged.hu/tamop13e/tananyag_html/tananyag_motoros/viii5_tesztlersok.html

FELHASZNÁLT IRODALOM

Balogh és mtsai. (2015): Sporttudomány a mindennapos testnevelés szolgálatában, SZTE JGYPK TDTI, 2015. 172 p. (ISBN:978-963-306-377-4)

Bognár (2009): Sporttudomány és tudományelmélet, in Sport, életmód, egészség (szerk.: Szatmári), Akadémiai Kiadó, Budapest

Nádori László (1991): Az edzés elmélete és módszertana, MTE, Budapest

Rétsági és mtsai (2011): Sportelméleti ismeretek, Dialóg Campus Kiadó, Pécs.

Motorikus teszttrendszerek összehasonlítása:
[http://sportorvos.hu/aktiv_gyerekek/20140522/magyarorszagon_hasznalt_egyes_motorikus_p
 robarendszerek_osszehasonlitasa/](http://sportorvos.hu/aktiv_gyerekek/20140522/magyarorszagon_hasznalt_egyes_motorikus_probarendszerek_osszehasonlitasa/)

Motorikus tesztrendszerek leírása: http://www.jgypk.u-szeged.hu/tamop13e/tananyag_html/tananyag_motoros/viii5_tesztlersok.html

Továbbá, az egyes tesztrendszerek ajánlott oldalai: hungarofit.hu, mdsz.hu



3. Pulzuskontroll (dr. Balogh lászló)

3.1. Bevezetés

Az egyik legkönnyebben és legolcsóbban használható sportdiagnosztikai eljárás a pulzuskontroll. Nem csak az egészséges szív működésének – egyik – ellenőrzésére használhatjuk, hanem az edzésterhelés kontrolljára is. Azzal együtt, hogy tudjuk azt, a megemelkedett pulzusszám nem csak és kizárólag a fizikai aktivitás illetve az edzettség magasabb szintjét mutathatja, hanem adott esetben a megnövekedett pszichés stresszt, vagy éppen a túledzettséget is, ezen keretek között igen hasznos kiegészítője a mindennapi felkészülésnek, és teljesítménydiagnosztikának, legyen szó élsportról, vagy éppen a rekreációs sportról.

Egyre inkább elterjedtek a manapság már megfizethető árkategóriába tartozó, multifunkcionális (pulzus, lépésszám, aktivitás figyelő, kalória, zsírégetés, sebesség, GPS/GLONASS, kompasz, barométer, magasságmérő, stb.) órák illetve ezekhez tartozó okos alkalmazások. A fitness ágazat egyre nagyobb szeletét hasítják ki a tortából, nem véletlenül: tulajdonképpen megbízhatóan, mellkas övvel vagy anélkül is, azonnali visszajelzést adnak a viselőjének, eredményeit számítógépen kiértékelheti, valós időben mobiltelefonján követheti, előre programozott edzéstervét ellenőrizheti, és ami a legfontosabb, motiválhatja önmagát! A következőkben a teljesség igénye nélkül, néhány alapfogalommal ismerkedhet meg az olvasó.

3.2. Röviden a pulzusról

„A pulzus a szívtől az arterioláig az artériákon hullám formájában végigfutó nyomás és térfogatváltozás, amelyet az aortába kilökött verőtérfogat hoz létre” (Ángyán, 1993., 81. o.)

A szív, nagyobb ereken nyomon követhető ritmikus összehúzódása (systole) és elernyedése (diastole) tartja mozgásban a vért. A pulzusszám az egy perc alatti összehúzódások száma, Heart Rate/Szívfrekvencia. Mértékegysége az ütés/perc, vagyis a Beat Per Minute.

A pulzust (Ángyán, 1993. alapján) három tényező befolyásolja:



1. a szív munkája (verőtérfogat, nyomás)
2. az artériák falának rugalmassága
3. az arteriolák állapota

A pulzus normálisan ritmusos és szabályos. Általánosan elfogadott értéke 70 ± 10 (Ángyán, 1993), de ismert a 68-72 közötti normáltartomány is. A fenti értéknél magasabb esetén szapora szívverésről (tachycardia), alacsonyabb esetén lassú szív működésről (bradycardia) beszélünk. Fiatal sportolókon gyakori lehet a légzéssel kapcsolatos ingadozás, a légzési (respirációs) arhythmia. A jól edzett sportoló pulzusa akár 20-szal is kevesebb lehet, mint a normál tartomány alsó értéke, ez az ún. sportszívvel van összefüggésbe (hipertrófizált bal kamra). Számos országúti kerékpárversenyzőnek extrém alacsony, 35-40 közötti pulzusáról tudunk.

A tapintással végzett pulzusvizsgálat során az alábbi alapvető tulajdonságokat ellenőrizhetjük (Ángyán, 1993.):

- A pulzus frekvenciája lehet normális, szapora vagy ritka.
- A pulzus ritmusos, ha a pulzuslökések egyenlő időközökben jelentkeznek, ha nem, akkor aritmiás.
- Ha az egymást követő pulzuslökések tulajdonságai azonosak, akkor szabályos, ha nem akkor szabálytalan pulzusról beszélünk.
- A pulzus nagysága lehet normális, nagy vagy kicsi.
- A pulzus emelkedése lehet normális, hirtelen emelkedő, vagy lassan emelkedő.
- A pulzus elnyomhatósága lehet normális, könnyen elnyomható, lágy, vagy nehezen elnyomható, feszes.

A pulzus:

- változik a korral, a fizikai kondíciónk és állóképességünk függvényében, egyéb esetekben, pl. betegség, szívrendellenesség, magas vérnyomás (hipertónia), gyógyszer,
- továbbá befolyásolja a napszak, az emóciók, az általános közérzetünk, a stressz, a hőmérséklet, az aktivitás szintje, folyadékhiány, testhelyzet, tengerszint feletti magasság és még lehetne sorolni



3.3. A pulzus mérése

A testünkön több olyan pont is van, ahol megbízhatóan és folyamatosan tudjuk mérni a pulzust. A legelterjedtebb – egyébként egyszerűsége miatt a fiatal sportolóknak is ezt javasoljuk, ha nincs pulzusmérő eszköz – a csuklón történő pulzusmérés.

Tapintással

Mutató-, középső- és gyűrűs ujjunkat az arteria radialisra helyezzük közvetlenül a csukló felett. Amikor jól érezzük az ér lüktetését (kissé rá is nyomhatjuk az ujjainkat a célterületre), akkor 10 secundomon át számoljuk, majd a kapott értéket megszorozzuk hattal.

EKG segítségével (nem a lüktetések számát, hanem a szívizom-összehúzódást előidéző elektromos ingereket számoljuk)

Hallgatózással (a szívcsúcslökés helye felett)

Vérnyomásmérővel

Pulzusmérő órával

3.4. Pulzusértékek

Az alábbiakban néhány alapvető pulzusértéket tekintünk át.

Ébredési pulzus

Az ébredési pulzus három egymást követő reggelen mért pulzus átlaga. Alapvetően azt tudjuk vizsgálni, hogy az egyén ki tudta-e pihenni magát. Amennyiben a pulzusszám szapora, magasabb a normálisnál (felnőtteknél alvás alatt 60-65, míg sportolóknál 40 - 60 közötti érték is lehet), akkor vélelmezhető, hogy a szervezet nem tudta kipihenni magát. Ez utalhat túledzettségre is, mely alapján az aznapi terhelést (intenzitás, terjedelem) csökkenteni célszerű.

Nyugalmi pulzus (HRrest)



Átlagosan nyugalomban, ébren, napközben 70-75 szívösszehúzódnak történik percenként, de 60 és 100 között minden szám normálisnak tekinthető (Dömötör, 2005). Az egy éves kor alatti babáknál 100-160 közötti szívverés a normális, a gyermekeknél 1-12 év között percenként 60-140 közötti, az idősebb gyermekeknél a növekedés következményeként a nyugalmi pulzusszám csökken, csaknem eléri a felnőttekét, ami 60-100 bpm. Az edzésben levő atlétáknál a 40-60 bpm közötti pulzus jellemző (edzési bradycardia). Ahogyan ugyanis a fittség szintje emelkedik, úgy nő a szív hatékonysága is a vér pumpálásában. Ahogyan a gyerekek nőnek, nyugalmi pulzusszámuk csökken. 12-15 éves korukra csaknem eléri a felnőttek nyugalmi pulzusszámát. Ha a nyugalmi pulzusszám a normál tartományon belül csökken, az rendben van - de ne essen a magasabb tartományba. Ha ugyanis közelebb esik a skála magasabb végéhez, az szív- és érrendszeri problémákat jelez előre. (forrás: <http://napidoktor.hu/blog/korkep/sziv-es-errendszer/a-te-szivveresed-normalis/>)

Munkapulzus/Terheléssel pulzus (THR – Training Heart Rate)

Fizikai aktivitás hatására, a szimpatoadrenális aktiváció következtében gyorsul a szív működés. Izommunkában fokozódik az adrenalin szekréció is (Ángyán, 1993), és az adrenalin is növeli a pulzusszámot.

Az edzés intenzitása és a szívfrekvencia között közvetlen, lineáris összefüggés van. Azonban egyéni eltéréseket okozhat a szív-keringési rendszer, az izmok állapota, az idegrendszer, a végzett munka jellege, a szervezet edzettségi állapota, a betegség, a jónéhány környezeti hatás.

Általános alapelvként megállapíthatjuk, hogy a pulzusszám gyorsan emelkedik a terhelés megkezdése után (biztosítani kell a szervezet számára a megfelelő élettani működési háttérrel). Majd állandósul egy ún. steady state értéken. Különböző terhelési fokok különböző steady state (a terheléshez alkalmazkodó test energia és oxigén igényét a keringés ki tudja elégíteni) állapotot okoznak. Intenzív (szubmaximális, és maximális) terhelés hatására a pulzusszám eléri a maximális értéket.

Értéke igen változó a nyugalmi pulzus és a maximális pulzus között.

Maximális pulzus (HRmax)



Az egy perc alatti maximális szívösszehúzódások számát jelenti maximális terhelés alatt. A maximális pulzus elérése igen magas fizikai terheléssel jár. A maximális pulzus meghatározására számolósos, becselő vagy méréses módszert javasolnak (Benson, Connolly, 2011)

Számolósos módszer

220 - életkor („Ököl-szabály”)(Cooper, 1990)

205 - életkor fele +5 ha nő és +5 ha elit atléta (Parker, 1998)

210 - életkor fele - a testsúly 10%-a kg-ban +4 ha férfi (Életkort, nemet, testsúlyt veszi alapul)

217 - (0,85xéletkor), mínusz 3, ha élversenyző, plusz 2, ha 50 év körüli rendszeresen sportoló, plusz 4, ha 55 év feletti rendszeresen sportoló (Miller formula)

Méréses módszer⁹

A számolósos módszerek általában nem adnak teljesen pontos eredményt, mivel nem veszik figyelembe a sportolók egyéni sajátosságait, jellemzőit. A maximális pulzust maximális terheléssel járó mozgásprogrammal mérhetjük pontosabban. Általánosságban megállapíthatjuk, hogy önmagában a maximális pulzusszám meghatározása nem lehet elegendő a célzóba beállítására. Ugyanis ez nem veszi figyelembe a nyugalmi pulzust. A tartalék pulzus és a Karvonen formula ebből a szempontból pontosabb meghatározást tesz lehetővé.

Tartalék pulzus - Heart Rate reserve

Karvonen formula

A pulzustartalék a nyugalmi pulzus és a maximális pulzus közötti különbség. Ez rendszeres terhelés hatására nő (csökken a nyugalmi pulzus). Az öregedéssel mindkét érték csökken, csak a maximális pulzus nagyobb mértékben, ezáltal a pulzustartalék is alacsonyabb értéket mutat.

⁹ Ld. bővebben: 1.

http://edzesonline.hu/edzesterv/3/pulzusmeres_1_maximalis_pulzus_meghatarozasa



A Karvonen-formula figyelembe veszi ezt a változót. A számítás szerint a szívfrekvenciás tartalékot (Heart Rate Reserve - HRR) szükséges megszoroznunk a kívánt edzésintenzitással (pl. 60-70%), majd ehhez hozzáadnunk a nyugalmi pulzust.¹⁰

Edzéspulzus = (max. pulzus - nyugalmi pulzus) x erő kifejtés% - a + nyugalmi pulzus

Az interneten számos online kalkulátor elérhető a célzóna kiszámításához, pl. <http://www.briancalkins.com/HeartRate.htm>

Megnyugvási pulzus (HR recovery)¹¹

Megnyugvási pulzusszámnak nevezzük a terhelés befejeződése után bizonyos idő elteltével (1,2,3,5...perc) mért pulzusszám értéket, pulzusmegnyugvásnak pedig az ugyanezen idő alatt bekövetkezett pulzusszám esést (terhelési pulzusszám - megnyugvási pulzusszám). Ha a terhelés alatt a sportoló nem jut el a maximális pulzusértékhez a terhelés maximumában sem, ill. ha a terhelést követő első perc végén kevesebb, mint 25 ütéssel csökken csak a pulzusszám, akkor majdnem biztos, hogy túledzettséggel, lappangó betegséggel vagy rejtett szívbetegséggel állunk szemben.

A pihenés hatására (10. perc) a terhelési pulzusértéknek csökkennie kell kb. a nyugalmi pulzus +20 értékre. Mérhető a futás után 2-3 perccel is, ekkor 30%-kal legyen kevesebb, mint a terhelési pulzus. (Dömötör, 2005)

Célpulzus tartomány

Az edzés céljának megfelelő pulzustartományok az edzésintenzitásnak megfelelően jól mutatják azt a célzónát, melyben a kívánt cél eléréséhez dolgoznia kell a sportolónak (ld. 1. táblázat, Dömötör, 2005. alapján)

A szakértők általában 5 intenzitási zónát és hozzátartozó pulzusértéket különítenek el, de találni 4 zónából álló rendszert is (Benson, Connolly, 2011). Ezzel együtt a terhelés élettani hátterében különbség nincs.

¹⁰ forrás: <http://orvosilexikon.hu/module-News-display-sid-431.html>

¹¹ forrás: Balogh és tsai (2015): Sporttudomány a mindennapos testnevelés szolgálatában, SZTE, JGYPK, TSTI, Szeged, http://www.jgypk.u-szeged.hu/tamop13e/tananyag_html/sporttudomany/



1. táblázat Pulzus célzóna Dömötör (2005) alapján

PULZUS - CÉLZÓNA TÁBLÁZAT				
Célzóna	Edzés intenzitása	Max. pulzus %-a	Edzések célja	Jellemzők
Kondicionális fejlődés szempontjából hatástalan terhelési zóna	Túlságosan alacsony - egészséges embereken edzés hatást nem vált ki	50% alatt	Orvosi kezelés alatt álló, legyengült egészségi állapotú betegek kezelése, szív-és érrendszeri, légzőszervi megbetegedések rehabilitációja	normális légzés
Regeneráló zóna	Nagyon könnyű - könnyű	50-60%	Prevenció: teljesen kezdők "alapozó" edzései, stresszlevezetés, nehéz edzések utáni aktív pihenés	normális légzés, enyhe izomterhelés
Zsírégető zóna	Könnyű - közepes	60-70/75%	Testsúlykarbantartás, zsírégetés, kezdőknek vagy alapozó edzésekhez ajánlott terhelési szint	könnyed mozgás, légzés, alacsony izomterhelés, enyhe izzadás
Aerob kapacitást fejlesztő zóna	Közepes - enyhén magas	70-80/85%	Szív-és keringési rendszer kapacitásának növelése, rendszeresen sportolók számára optimális edzési szint	közepes mértékű izomterhelés, megemelkedett légzésszám, fokozott izzadás
Anaerob állóképességet fejlesztő zóna	Magas - nagyon magas	85-92/95%	Versenyteljesítmény (anaerob kapacitás, savasodási képesség) fejlesztése	izmok gyors fáradása, tejsav konc. gyors emelkedése, nehézlégzés
Maximálterhelés zóna	Nagyon magas - maximális	95-100%	Speciális versenyképességek (pl: gyorsaság, robbanékonyság) fejlesztése	gyors izomfáradás, oxigénadósság, légszomj



3.5. Teszt, az elhajlás a pulzusgörbén - alapok

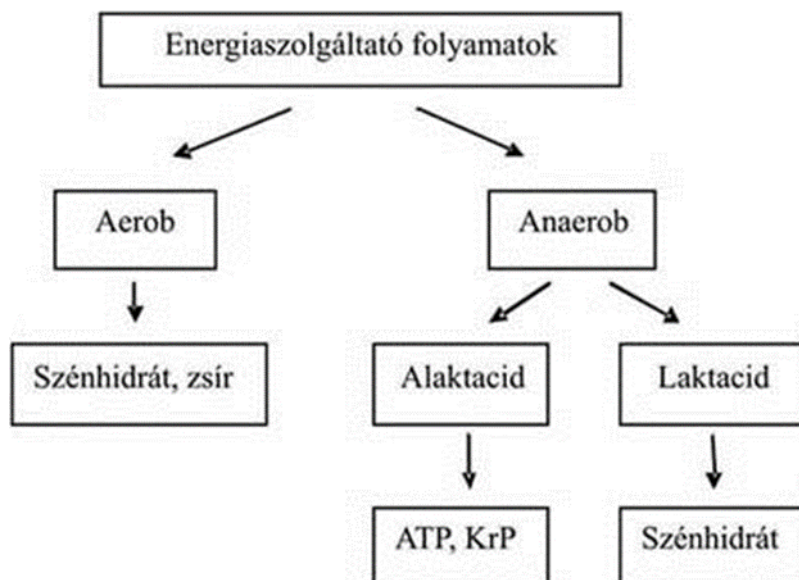
A szívfrekvencia terhelés alatti változását a szimpatikus tónus fokozódása és a paraszimpatikus tónus egyidejű csökkenése határozza meg.

Aerob kapacitásnak nevezzük a szervezetnek azt a maximális munkavégző képességét, amelyet megfelelő oxigénellátás mellett tud kifejteni. Anaerob energianyeréshez akkor folyamodik a szervezet, ha az anaerob küszöböt átlépve, a szervezet energiaigénye meghaladja az oxigén jelenlétében előállítható energia mennyiségét, vagyis az oxigén felhasználás mértékét (Gyetvai és Kecskemétiné, 2008).

„Az anaerob munkavégzés jellemezhető az anaerob kapacitással és az anaerob küszöbérték meghatározásával is.

Anaerob kapacitás: az oxigén felhasználás nélkül rendelkezésre álló energiaforrások mennyisége, illetve a szervezetnek az a maximális munkavégző képessége, amelyet oxigén hiányában ki tud fejteni.

Anaerob küszöb: Az a határ, amelynél az aerob energiatermelést anaerob energiatermelés váltja fel. Minél edzettebb valaki, annál később - azaz magasabb intenzitásnál- következik be az átmenet.



8. ábra Energiaszolgáltató folyamatok alapjai,

Forrás: Balogh és mtsai (2015): Sporttudomány a mindennapos testnevelés szolgálatában

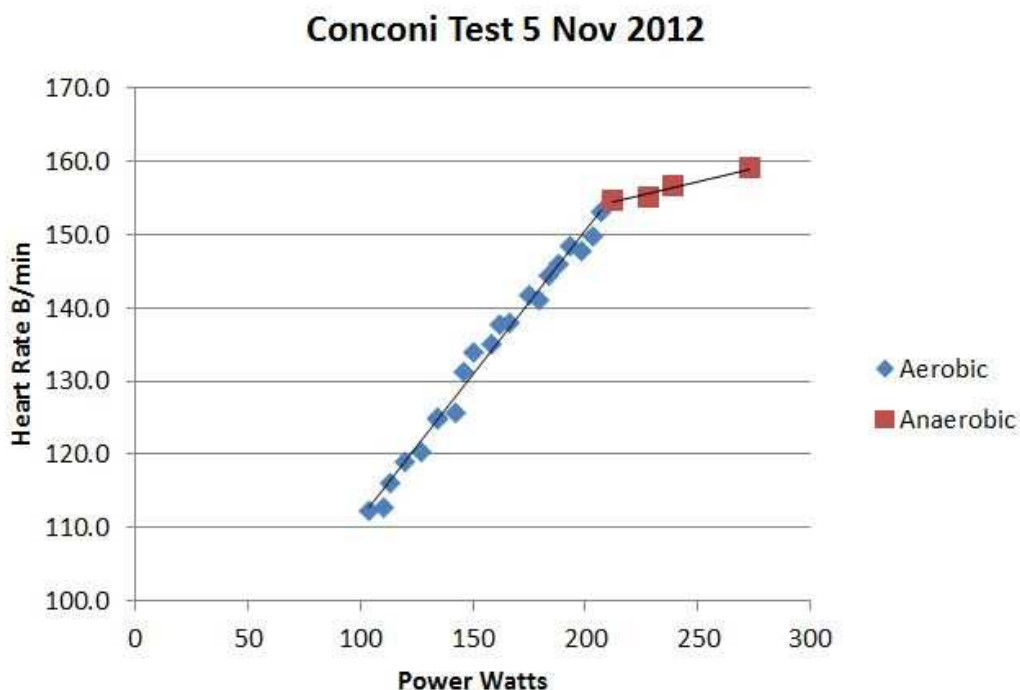
A fokozódó intenzitású terhelés energiaszükségletét a szervezet egyre nagyobb oxigénfogyasztással fedezi, egy bizonyos intenzitás felett nem elegendő a szöveti oxigén kínálat, a piroszölősav nem tud belépni a citrátkörbe és tejsavvá alakul. Az átmenet meghatározásához vérmintavétel szükséges, amelyből kiértékelhetjük a tejsav vagy a belőle képződött laktát koncentrációját. A laktát értékeket (terhelés növekedésével párhuzamosan legalább 8 mintavétel ajánlott) grafikonon ábrázolva a terhelés függvényében leolvashatóvá válik mind az aerob, mind pedig az anaerob küszöbérték a görbe töréspontjainál.

Aerob küszöbérték az első töréspontot jelenti, ameddig a laktát termelés és elimináció még egyensúlyban van, kb.: 2mmol/l laktátkoncentrációig. Jól edzett sportoló ezen a szinten hosszú ideig, akár 1-1,5 óráig is tud sportolni.

Anaerob küszöbérték a második töréspont, a laktátkoncentráció meredek emelkedésének kezdete, átlagosan kb. 4 mmol/l tejsavértéknél tapasztalható. Edzett sportolóknál ezen a szinten végzett terhelés csak kb. 30-40 percig folytatható (Pavlik 2013).” (Balogh és mtsai (2015))

„Főleg korábban elterjedt volt a *PWC170-es (Physical Working Capacity 170)* eljárás, azaz a 170-es percenkénti szívfrekvenciához tartozó teljesítménynek a meghatározása fokozatosan növekvő intenzitású terhelés során.

Újabb és az előzőnél korszerűbb a *Conconi-féle eljárás*: fokozatosan növekvő intenzitású terhelés során (pl. 12-14-szer 200 méteres futások során) azt tapasztalták, hogy kezdetben, a főleg aerob energiaszolgáltatást igénylő erő kifejtés alatt, a szívfrekvencia szaporasága lineárisan emelkedik a teljesítménnyel. Miután a teljesítmény eléri azt a szintet, ahol az anaerob energiaszolgáltatás döntővé válik, azaz a tejsav termelődése meghaladja az elimináció ütemét, a szívfrekvencia emelkedésének linearitása megszűnik, töréspont figyelhető meg. Ez a pont jól megközelíti az ún. "anaerob átmenetet", amit a vértejsav szinttel határozhatunk meg. A Conconi-féle eljárás előnye, hogy vértelen úton a szívfrekvencia mérésével az anaerob átmenet jó becslését teszi lehetővé.”
http://sportorvos.hu/sportolok/20121101/a_szivfrekvencia_valtozasa_erokifejtes_soran_-_a_terheleses_vizsgalat_soran_mert_mutatok_iv/



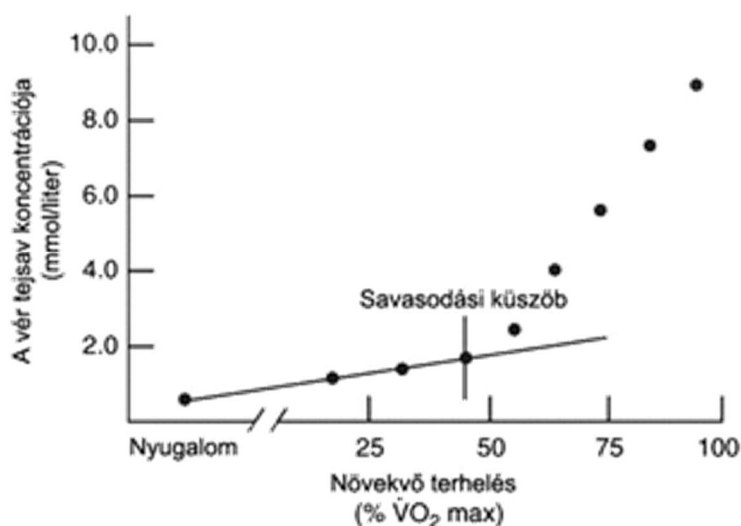
9. ábra Az elhajlási pont a pulzuszögben, Conconi teszttel

Forrás: <https://oldmanrowing.files.wordpress.com/2012/11/conconi-test-5-nov-20122.jpg>

A 2. ábra azt mutatja, hogy a sportoló nagyjából 155 bpm-nél „váltott ét” aerob terhelésről anaerobra, ami az emelkedő terhelés hatására történt meg (200 Wattos ellenállásnál). A pulzusgörbén jól kivehető a terhelés kezdetén az alkalmazkodás, majd az anaerob küszöb elérésekor az elhajlás.

Másik módja:

„Az anaerob küszöb meghatározásának nem invazív módja a Conconi-teszt, amely számítógép kompatibilis pulzusmérő óra segítségével, terhelés alatt a pulzusvonal alapján értékel és ezzel az edzési programhoz szükséges adatokat szolgáltat. Elve, hogy az erő kifejtés intenzitása és a pulzusszám emelkedése között mind az aerob, mind az anaerob tartományban lineáris összefüggés van, de nem azonos mértékben (Pavlik 2013). A pulzus kezdetben a terhelés növelésével lineárisan, egyenletesen növekszik, majd lesz egy pont, ami felett a pulzus kevésbé növekszik, azaz a görbe ellaposodik ez az úgynevezett "elhajlási pont", az anaerob küszöb.” (Balogh és mtsai (2015))



10. ábra Az anaerob küszöb

Forrás: Pósa (2015)



Összegzőképpen megállapítható, hogy a jól edzett egyén hamarabb éri el a magasabb maximális pulzusát, hosszabb ideig képes ebben a zónában teljesíteni, később éri el az „elhajlást”, tehát az aerob és anaerob küszöbértéke magasabb, valamint terhelés után hamarabb áll vissza a nyugalmi pulzusa, tehát a pulzusmegnyugvása gyorsabb.

3.6. Pulzusmérő órák

Rendkívül népszerűek és valójában kiválóan használhatók a multifunkcionális sportórák, sőt az egyre nagyobb piaci részt betöltő ún. okos órák. Ezek mellkas övvel, vagy anélkül (azonban a pulzus csuklón történő mérése a mozgás miatt nem lesz olyan megbízható, mint a mellkasi mérés). Az órákhoz látványos szoftver is tartozik, illetve néhányan felhőszolgáltatást és/vagy online elérhető edzésnaplót, sőt közösségi oldalt is kínálnak, pl. polarflow.com.

Több gyártó is hasonló minőségben és árfekvésben készít pulzus (és aktivitás) mérésére alkalmas órákat. Kiemelni egyiket sem szeretnénk, az olvasóra bízunk a választást, ebben talán segítséget nyújt a Polar, Suunto, Sigma, Timex, stb. gyár hivatalos oldala is.



FELHASZNÁLT IRODALOM:

Balogh, Győri, Mikulán, Molnár, Szász, Szablics, Vári, Petrovszki (2015): Sporttudomány a mindennapos testnevelés szolgálatában, SZTE, JGYPK, TSTI, Szeged, ISBN 978-963-306-377-4

Benson, Connolly (2011): Heart Rate Training Paperback, Human Kinetics, Leeds

Dömötör Edit (2005): Pulzuskontroll, testsúlykontroll. Carita Bt, Budapest.

Gyetvai Gy. Kecskeméti P. A. (2008): Testkultúra elméleti és kutatás-módszertani alapismeretek Szegedi Egyetemi Kiadó JGYF Kiadó, Szeged

Monspart Sarolta: Gyaloglás és futás. Nemzeti Egészségfejlesztési Intézet, Budapest

Parker (1998): Heart Monitor Training for the Compleat Idiot, Cedarwinds Publishing, Tallahassee, Florida

Pósa (2015): Fejezetek a sportélettan tárgyköréből, SZTE, Szeged, ISBN 978-963-306-336-1

Javasolt internetes cikkek:

1. http://sportorvos.hu/regeneracio/20130824/szivmukodes__pulzusszam_vernyomas/
2. <http://napidoktor.hu/blog/korkep/sziv-es-errendszer/a-te-szivveresed-normalis/>
3. http://edzesonline.hu/edzesterv/3/pulzusmeres_1_maximalis_pulzus_meghatározasa
4. <http://erettsegizz.com/testneveles/a-pulzus-nyugalmi-es-terhelesi-ertekei/>
5. <http://www.mdsz.hu/netfit/netfit-attekintes/>
6. http://sportorvos.hu/sportolok/20121101/a_szivfrekvencia_valtozasa_erokifejtes_soran_-_a_terheleses_vizsgalat_soran_mert_mutatok_iv/



4. Sportantropometria mérések (Dr. Molnár Andor H.)

Az *antropometria* az emberi test mérésének és a méretekből történő következtetéseknek a tudománya. A *sportantropometria* az emberi test adottságainak, alkati tulajdonságainak, méreteinek és az egyes sportágakkal összefüggő testi tulajdonságoknak az elemzésével foglalkozik. Eredményeit elsősorban a gyermekek sportágválasztásánál, csapatsportokban pedig a posztválasztásnál alkalmazzák, valamint fontos szerepe van a sportiskolások és élsportolók edzési tervének, módszereinek kidolgozásában.

A sportantropometria tudományterületéhez szorosan kapcsolódik az *auxológia*, amely a fiatakorúak növekedésének törvényszerűségeit vizsgáló szakterület. Eredményeit főként a beiskolázásnál, a gyermekek testi fejlettségének megítélésénél, illetve bizonyos szakmai alkalmassági vizsgálatoknál, például katonai sorozásoknál használják fel.

Az antropometriában, auxológiában, sportantropometriában leggyakrabban használt testmérések:

Magasságmérések: testmagasság, vállmagasság, könyökmagasság, csuklómagasság, ujjmagasság, csípőtővis magasság, térdmagasság, bokamagasság, ülőmagasság.

Szélességi méretek: vállszélesség, deltaszélesség, mellkas szélesség, medenceszélesség, könyökszélesség, csuklószélesség, térdszélesség, bokaszélesség.

Mélyégi méretek: mellkas mélység.

Kerületmérések: mellkas kerület, felkarkerület, felkarkerület, alkarkerület, csuklókerület, kézkerület, combkerület, lábszárkerület, bokakerület.

Bőrredő vastagság méretek: a felkar első és hátsó oldalán, lapocka alatt, hason, csípőn, a comb elülső felszínén, lábszáron.

A testnövekedési és sportantropológiai vizsgálatoknál, ha elfogadható eredményeket akarunk kapni, csakis az előírásoknak megfelelő, kalibrált (beállított) és hitelesített eszközöket használhatunk. Ez utóbbi azt jelenti, hogy a gyártó cég szavatolja az eszközzel mért adatok valódiságát. Forgalomban vannak cm-es és col-os (inch –hüvelyk) beosztású antropometriai



eszközök is (1 col = 2.54 cm). Az antropometriában, auxológiában, sportantropometriában leggyakrabban használt eszközök: antropométer, ülőmagasságmérő asztal, rúdkörző, mérőszalag, tolómérce, condylusszélesség (ízületi szélesség) mérő, tapintó körző, bőrredő vastagság mérő (caliper), személymérleg, dinamométer.

Az említett eszközökön kívül számos további mérőműszert alkalmaznak a gyakorlatban.

Az antropometria mérésekhez szükséges alapvető eszközök, a mérési módszerek bemutatása számos szakmai kötetben megtalálhatók (lásd: Irodalomjegyzék).

Az antropometriai-auxológiai mérések eredményeiből összeállított, számos testmérethez vonatkoztatott *növekedési, fejlődési táblázatok*, illetve az azokat szemléltető növekedési görbék egy adott populációban nemekre és korcsoportokra bontva mutatják meg az adott testméretek percentilis értékeit. A *percentilis* egy százalékos érték, ami azt fejezi ki, hogy az adott populáció mekkora hányadára jellemző legfeljebb az adott méret (pl.: a brit nők 5%-os percentilis magassága (P5) 1585 mm, tehát a brit nők 95 %-a magasabb ennél az értéknél). A növekedés és a tápláltsági állapot megítélése, a csecsemők, a gyermekek és a serdülők fejlődését követő orvosok és védőnők alapvető feladata. Sportág- vagy posztválasztás céljából egy sportantropometriai vizsgálatokat végző szakember is ezekhez a percentilis értékekhez viszonyítva állapítja meg egy vizsgált személy növekedési, fejlődési státuszát. Meghatározható, hogy egy gyermek a korának megfelelő ütemben, illetve annál gyorsabban vagy lassabban növekedik, fejlődik.

Az *akceleráció* a növekedés ritmusában megfigyelhető gyorsulás. Komplex jelenség, amely a testméretek többségénél jelentkezik és a korai érés is fontos jellemzője. Az akcelerált újszülöttek nagyobb testsúllyal és testhosszal születhetnek, a csecsemőkorban nagyobbak lehetnek a testsúly- és testhosszátlagok, a csontrendszer korábban csontosodhat, az első fogzás korábban jelentkezhet. A kisgyermekeknél, illetve iskoláskorú gyermekeknél gyorsabban növekedhetnek a testsúly, testhossz és egyéb testméretek, a maradandó fogak korábban törnek át, a nemi érés és a másodlagos nemi jellegek korábban jelentkezhetnek, nőknél a *menopausa* későbbre tolódhat. Az akcelerációt kiváltó okok között szerepelnek táplálkozás megváltozása, a fehérjerészesedés és vitaminok mennyiségének növekedése, a



húsfogyasztás emelkedése, a hústáplálékban az állatok növekedését serkentő növekedési hormonok hatása, az idegrendszerre ható urbanizációs trauma (zajártalom), a korábbi szexuális felvilágosulás és szexuális élet, a heliogén hatás, azaz a napsugárzás erősebb érvényesülése a könnyebb öltözködés miatt, és a mesterséges fényhatás (fényforrások) növekedése, a D vitamin képződés, az UV fény hatása. A felsorolt ingerek összegződése is jellemző. Összességében az életszínvonal emelkedését lehet a legfőbb akcelerációs hatásként említeni.

Egy akcelerált, kortársainál magasabb, erősebb gyermek a korosztályos versenyeken kiemelkedő eredményeket érhet el a testi adottságai miatt. Viszont az esetek többségében csak a növekedése, fejlődése gyorsabb, hamarabb éri el a felnőttkori testméreteit. Felnőttkorára sok kortársa utoléri, és ekkor már nem élvezheti a testi adottságainak előnyét. Ezért fordul elő, hogy számos sportágban a szakemberek, akik hosszú távon, - nem csak korosztályos versenyekben - gondolkodnak, nem az akcelerált gyermekeket keresik. Emellett az akcelerációnak káros hatásai is lehetnek. Számos egészségügyi probléma (pl. rheuma, cukorbetegség) egyre korábbi életkorban jelentkezhet.

Az akcelerációval szemben a *retardáció* a növekedés ritmusában megfigyelhető lelassulást jelenti. Az akceleráció megnyilvánulásaival ellentétes jelenségek figyelhetők meg a növekedési, fejlődési, érési életszakaszban. A lelassult növekedésű, fejlődésű gyermek az élsportban nem igazán számíthat kimagasló eredményekre, viszont a rendszeres fizikai aktivitás számukra is erősen javasolt, mert jó eséllyel gyorsíthatja a lelassult fejlődést.

Az akceleráció, vagy retardáció kimutatása a vizsgált gyermek biológiai életkorainak ismeretében történik. Az is meghatározható, hogy milyen naptári életkornak megfelelő fejlettségű a vizsgálat alanya. Ilyenkor bizonyos biológia jellegek fejlettségét a korosztályos átlagokhoz hasonlítjuk. Ezek a biológia jellegek a fogzás, a csontosodás, a nemi érés, a másodlagos nemi jellegek és a testméretek alapján kiszámítható *morfológiai életkor*. Az első négy biológiai életkor meghatározásának menetét remekül foglalja össze Bodzsár Éva és Zsákai Annamária Humánbiológia gyakorlati kézikönyve.



A *morfológiai életkor* megállapítása testméretek alapján történik, ezeket hasonlítjuk a korábban említett auxológia testfejlettségi táblázatokhoz. Leggyakrabban a testmagasságot és a testtömeget alkalmazzuk. Nagyon lényeges, hogy az auxológiai táblázatoknak azt a népszerűséget kell reprezentálniuk, amelyikhez a vizsgált személy tartozik, tehát ilyen célra más országok adatai nem alkalmazhatók. Ezeket a referencia értékeket időnként (általában tíz-tizenöt évenként) ismételtén meg kell állapítani, tehát régebbi adatok szintén nem alkalmasak a morfológiai életkor meghatározásához. Ilyen táblázat található Mészáros János és munkatársai A gyermeksport biológiai alapjai című könyvében, de a KSH felmérései alapján a legfrissebb adatokkal is dolgozhatunk

A morfológiai életkor (MK) meghatározásához - melyet Mészáros János alapján (1990) ismertetünk - a következő változók ismerete szükséges: a személy naptári életkora decimális értékben (DCK), a testmagasság (TTM), a testtömeg (TTS) és a plasztikus index (PLX). A PLX a csontozatra és az izomzatra jellemző három mérőszám összege, azaz $PLX = VAS + AKK + KZK$, ahol a VAS = vállszélesség, AKK = alkarkerület, KZK = kézkerület (mindhárom cm-ben kifejezve). A morfológiai életkor meghatározása a PLX használata nélkül is történhet, ám ez a végső eredmény pontosságát befolyásolhatja.

A *morfológiai életkor* meghatározásakor első lépésben a vizsgált gyermek naptári életkorát kell megismernünk. Ezt a születési idő és a vizsgálat időpontjának különbsége alapján határozhatjuk meg. Ez az egyén *kronológiai, vagy naptári életkora*. A tudományos értékű vizsgálatoknál ez a módszer azonban nem elegendő. Ilyen esetben az ún. *decimális életkort*, azaz a tizedes tört alakban megadott életkort kell használnunk. Ez könnyen kiszámítható, ha a vizsgálati és a születési dátumot is tizedes tört alakban adjuk meg és kivonjuk őket egymásból. Az évszámok után következő tizedes jegyeket megkaphatjuk, ha kiszámoljuk, hogy adott nap hányadik napja az évnek és elosztjuk 365-tel. A szökőévektől eltekinthetünk. A decimális életkor meghatározását táblázat is segítheti. Ebben a táblázatban az év napjaihoz három számjegyből álló növekvő tizedes értékek vannak rendelve. Január elsejénél a ,000, december 31-nél a ,997 számcsoporthoz találjuk.

Ezek után a morfológiai életkor meghatározása a következő módon történik:



1. 0,25 év pontossággal meghatározzuk, hogy a vizsgált gyermek termete, testtömege és plasztikus indexe a táblázatban külön-külön hány éves kornak felel meg. így a testméretek alapján három korbecslési adatot kapunk.
2. első megközelítésben a morfológiai életkort a naptári életkor (DCK), a testmagasság, a testtömeg és a plasztikus index alapján kijelölt életkorok átlaga alapján kapjuk meg.
3. az így kapott és tizedes években kifejezett morfológiai életkort korrigálni kell abban az esetben, ha a gyermek testmagassága a naptári életkorának megfelelő táblázati értéktől lényegesen eltér, vagyis amikor a mért testmagasság az egy vagy több évvel idősebbek/ fiatalabbak táblázati értékéhez áll közelebb. A korrekció a 2. pont szerint kiszámolt morfológiai életkor 5 %-os csökkentését jelenti abban az esetben, ha a gyermek termete meghaladja a nála egy évvel idősebbek testmagasságát, de még nem éri el a két évvel idősebbek standardját. A korrekció ugyanilyen mértékű növelést jelent, ha a gyermek a korábban leírt mértékben alacsonyabb, mint a korosztályos standard.
4. ha a vizsgált személy testmagassága a két évnél több évvel idősebbek vagy fiatalabbak táblaértékéhez áll közelebb, akkor a korrekció $\pm 8\%$.

A morfológiai életkor számítása tehát a következő összefüggéssel foglalható össze:

$$MK = 0,25 \times (TTM \text{ kor} + TTS \text{ kor} + PLX \text{ kor} + DCK) \pm \text{Korrekció}$$

A sportág- vagy posztválasztást befolyásoló antropometriai jellemző például a testmagasság. A nagyobb testmagasság előnyt jelent a magasugrásban, a kosár- kézi- és röplabdában, ellenben például a lovassportokban, a kerékpársportban, súlyemelésben akadályozó tényező lehet. A posztokat illetően például kézilabdában vagy labdarúgásban a sikeres védőjátékosok (és a támadók közül is jó páran) általában magasabbak. Az irányítójátékosok viszont inkább náluk alacsonyabb, jól cselező, fordulékony játékosok, akiknek a testtömeg-középpontja is alacsonyabban van. Kosárlabda-játékosok között is megfigyelhető, hogy az irányítók gyakran alacsonyabbak a csapattársaiknál.



Azok a módszerek, amelyekkel viszonylag nagy pontossággal becsülhető a gyerekek felnőttkori testmagassága, megkönnyíthetik a gyerekek sportágválasztását. Az előrejelzés igénye elsősorban orvosi, ergonómiai és pályaválasztási kérdések kapcsán merült fel. De az utánpótlás nevelésénél is jó lenne tudni, hogy a fiatal felnőttkori testmagassága mekkora lesz.

A *felnőttkori termet becslése* több módszerrel is megvalósítható. Walker (1974) és Prokopec (1979) módszerét Mészáros kötete mutatja be.

Mészáros és Mohácsi termetbecslő eljárása a magyar gyermekek testi fejlődésének ismerete alapján jelzi előre a felnőttkori testmagasságot. 385 vizsgált gyermek 90 %-ánál a felnőttkori termetet ± 3 cm-nél kisebb eltéréssel lehetett becsülni. Az eltérés nem csupán módszerbeli hibára vezethető vissza, hanem arra is, hogy az egyének növekedési sebességében nagy különbségek lehetnek.

A korábban tárgyalt morfológiai életkor meghatározására alkalmas táblázatban megtalálható a testmagasság mért és 0,25 évenként interpolált értéke a 18 éves életkori adat %-ában is. Hasonló, ám frissebb százalékos adatokat a KSH adatbázisa alapján készíthetünk.

A számítás menete a következő:

1. megállapítjuk a vizsgált fiatal morfológiai életkorát a korábban ismertetett módon,
2. a táblázatban megkeressük, hogy a vizsgált fiatal morfológiai életkorának a felnőttkori testmagasság hány százaléka felel meg,
3. a mért testmagasságot elosztjuk a talált százalékkal és ezt 100-zal megszorozva megkapjuk a ± 3 cm pontossággal becsült felnőttkori testmagasságot.

A sportág- vagy posztválasztást a sportoló, vagy sportolni vágyó személy *testösszetétele*, azaz a különböző szövetek mennyisége, illetve azok teljes testtömeghez viszonyított aránya is befolyásolja. Antropometriai szempontból az egyik megközelítésben, a kétkomponensű rendszer szerint a testet sovány testtömegre és raktározott zsírra lehet felosztani. A *sovány testtömeg* nem zsírmentes, megtalálható benne az ún. *esszenciális zsír*, ami a szervezet állandó komponense, mennyisége kevésbé változó, elsősorban a sejtekben, sejt közötti állományban található. Ezek alapján a *sovány testtömeg* és a zsírmentes testtömeg nem rokon



értelmű kifejezések. Ha a sovány testtömegből levonjuk az esszenciális zsír mennyiségét, megkapjuk a zsírmentes testtömeget.

A *raktározott zsír* (depózsír) a bőr alatt (subcutan) és zsigerek körül halmozódik fel. Mennyisége függ a tápláltságtól, a táplálkozási szokásoktól, az életmódtól, a fizikai aktivitástól, az egészségi állapottól, életünk során nagymértékben változhat a mennyisége.

A többkomponensű megközelítés a sovány testtömeget bontja tovább izomtömegre, csonttömegre, illetve az egyéb szövetek (reziduális) tömegére.

Ezen szövetek mennyisége megadható abszolút értelemben, tömegmértékben kifejezve. Ennél informatívabb, ha relatív értelemben, a teljes testtömeg százalékában adjuk meg az egyes komponensek mennyiségét. Az abszolút mennyiség növekedése nem feltétlenül jelenti a relatív mennyiség növekedését is.

Általános megközelítésben a test magas zsír- és alacsony izomtartalma rosszabb fittségi állapotra, ezzel ellentétben a zsír alacsony és az izomtömeg magas aránya sportoláshoz ideális fittségi állapotra enged következtetni. A közhiedelem szerint tehát a sportolók rendkívül izmosak, és kevés rajtuk a zsír. Ez igaz például a testépítőkre. A sprinterekre és az alacsonyabb súlycsoportokban versenyző súlyemelőkre, küzdősportolókra vonatkozóan is igaz, de náluk nem annyira feltűnő a nagy izomtömeg. Hosszútávfutók, országúti kerékpárosok, magasugrók esetében a testsúlyukhoz képest magas a test relatív izomtömege, az ő izomzatukra szokás mondani, hogy „szálkás.”

Ezzel szemben bizonyos sportágakban, a magasabb súlycsoport-kategóriákba tartozó súlyemelők, küzdősportolók körében, vagy a nehézatléták, a súlylökők, a diszkosz- és kalapácsvetők között – a nagy izomtömeg mellett – még előnyös is a nagyobb testzsír-százalék.

A vízilabdások között is többen élvezik és hasznosítják annak előnyét, hogy a nagyobb zsírtömeg miatt kisebb a testük sűrűsége, így jobban hat rájuk a víz felhajtóereje, könnyebb magukat a felszínen tartani.



A kisebb testsűrűség az úszóknál is előnyt jelent. Ám náluk nem a nagyobb testzsír tartalom, hanem a könnyebb csontozat miatt lehet kisebb a testsűrűség. A nagy testzsír tartalom befolyásolná a testük áramvonalaasságát.

Az életkor növekedésével változik a test összetétele. A serdülőkortól kezdve a lányoknál a zsírraktározás fokozódik, a fiúk inkább nagyobb izomtömeget „építenek” a nemi hormonok emelkedő szintjének hatására. Számos sportág versenyzőinek jellemző testzsír-százalékát, testsűrűségét, a testösszetevők relatív mennyiségének alakulását életkoronként és nemenként, valamint a testösszetétel vizsgálatához és az egyes komponensek mennyiségének becsléséhez használatos hagyományos módszereket részletesen foglalják össze Mészáros János, illetve Bodzsár Éva szakkönyvei. Kiemelendő közülük a Drinkwater – Ross-módszer, amely segítségével a lemért testméretekből egy eljárással négy testösszetevő frakció (zsír, izom, csont, egyéb) tömegét, illetve relatív arányát is meg lehet becsülni. Hangsúlyozzuk, hogy ezek a becselő eljárások könnyen, gyorsan és viszonylag kisebb eszközíggénnyel kivitelezhetők, ám a becslés csak a valóságos értéket közelítő adatot szolgáltat. A pontos adatokhoz mérőműszerekre van szükség.

A testösszetétel mérésére többféle műszeres eljárás is alkalmas, az izotóphígításos technikától, a DEXA-n (Dual-energy X-ray absorptiometry) és az MRI-n (magnetic resonance imaging) át az CT-ig (computer tomography). Ezek az eszközöket viszont inkább az orvosdiagnosztikában használják.

Napjainkban a legszélesebb körben felhasználhatóvá a testösszetételt a *bioimpedancia* elvén mérő műszerek, a testösszetétel analízátorok, az úgynevezett *InBody* gépek váltak. Az impedancia kifejezés elektromos ellenállást jelent. A bioelektromos impedancia analízis, azaz BIA módszer a testszövetek elektromos vezetőképességének különbözősége alapján vizsgálja a test összetételét. A vezetőképesség szempontjából fontos tényező az adott szövetet alkotó sejtek alakja, formája: minél kerekebb a sejtforma, annál rosszabb a vezetőképesség. A szövetek elektromos vezetőképessége a bennük tárolt víz, illetve elektrolit mennyiségével is arányos. Mivel a zsírszövet más szövetekkel összehasonlítva kevés vizet tartalmaz, továbbá sejtjeire leginkább a kerek forma jellemző, ezért elektromos ellenállása nagy, vezetőképessége a többi testszövetnél rosszabb. Ezzel szemben például viszonylag



magas víztartalma és hosszanti, rostos elemekből felépülő szerkezete miatt az izomszövet kis ellenállású, nagyon jó elektromos vezető. Általában elmondható, hogy a zsírszövet kivételével a többi testszövet jól vezeti az elektromosságot.

A testösszetétel elemző gépek nemcsak a testösszetétel mérését végzik el, hanem azt is kimutatják, hogy a vizsgált személy testösszetétele korának, nemének, testsúlyának és testmagasságának megfelelő-e. A gép szoftvere felnőttek esetében a nemzetközi standard eredményekhez, 18 év alatti növekedésben levő fiataloknál korosztályos percentilis görbék értékeihez hasonlítja a mért adatokat. Az egyszerűbb, ún. két elektródás *testzsírszázalék-mérő eszközök* csak a relatív zsír mennyiségét mérik. A komolyabb, négy elektródás InBody gépek a testösszetétel meghatározása mellett alkalmasak túlsúly diagnózisra (*testtömeg index, derék-csípő arány*) is. Megmutatják az alapanyagcsere energiaigényét (*BMR - Basal Metabolic Rate*), a test teljes víz- és ásványi anyag tartalmát, a zsírmentes testtömeget. A modernebb InBody változatok nemcsak az egész testre, hanem külön-külön a négy végtagra, valamint a törzsre vonatkoztatva is megadják a testösszetételi adatokat. A szoftver bemutatja az adott nemre, életkorra és testmagasságra vonatkozó, szakirodalmi adatok alapján tárolt ideális testsúlyt és testösszetételt, akár mozgásprogramot is javasolhat az ideál eléréséhez.

Különböző sportágak versenyzőinek testi adottságait megfigyelve az is feltűnő, hogy sportáganként vagy súlycsoportonként más és más testalkatú sportolók a legeredményesebbek.

A *testalkat* az egyén öröklött és szerzett szomatikus tulajdonságainak összessége, genetikailag részben kódolt, alapvetően meghatározza a vázrendszer felépítése, illetve az izom- és zsírszövetek mennyisége és eloszlása. A testalkat sokat elárulhat az egyén fittségéről és ezáltal a várható sportteljesítményéről: az izmos, sportos, jó kiállású emberek általában fittebbek, mint az alul-vagy túltápláltak.

A testalkat meghatározását *szomatotipizálásnak* nevezzük. A *Heath – Carter módszer* a legelterjedtebb. Ez a metódus a különböző szövettípusok (zsír, izom, csont) és szervrendszerek dominanciaviszonyai alapján *endomorf, mezomorf és ektomorf* testalkat-komponenseket írt le. Az egyes komponensek kifejeződését 1-től 7-ig terjedő számok



jellemzik. Ennek megfelelően az endomorf típust 711, a mezomorf típust 171, az ektomorf típust 117 számcsoporthal jellemezhető. A 444 számcsoporthat az átlagos testalkattípust jelöli.

Az említett változatok egy háromszög (*szomatokart*) csúcsain helyezhetők el. Mivel a három szám variációival a legkülönbözőbb alkattípusok jellemezhetők és azok a háromszögben elhelyezhetők (6. ábra), lehetőség nyílik arra, hogy nem csupán három testalkattípust különítsünk el, hanem mindenkit kategorizálni lehessen.

A szomatotipizálás során a következő testméreteket állapítjuk meg: testsúly, testmagasság, több bőralatti zsírrétegek vastagsága, könyök- és térdszélesség, felkar és alkarkerület. Ezek, valamint egy táblázat segítségével számításokat végzünk s megállapítjuk, hogy az egyes komponenseknek milyen értékek felelnek meg (1-7 között) és a három számjegy által kijelölt pont elhelyezhető a szomatokarton. A számítások menete, illetve a szomatotipizálás során használandó táblázat megtalálható Heath és Carter instrukcióiban, valamint Bodzsár és Mészáros könyveiben.

Számos olimpikon szomatotipizálása során az is kiderült, hogy egy adott típusú sporttevékenységhez milyen testalkat az ideális, hol helyezkednek el egy adott sportág képviselőinek pontjai a szomatokarton. Ebből arra is következtethetünk, hogy egy adott testalkatú gyermek milyen sportágban érhet el jelentősebb eredményeket.

Sportantropometriai mérésnek tekinthetők azok a módszerek is, amelyek a vizsgált személy egyes szerveinek, szervrendszerének állapotát térképezik fel, és belőlük a fittségi állapotra is következtetni lehet. Ilyen technikák például a légzési térfogatok vizsgálata spirométerrel, a különböző izomcsoportok erejének vizsgálata dinamométerrel, vagy a hajlékonyság vizsgálata az egyes ízületek elmozdulási szögének mérése.

Az antropometriai jellemzők mellett tehát a sportágválasztást befolyásolhatja a fittségi állapotunk, illetve hogy milyen mozgásformák elsajátításában, milyen mozgások koordinációjában vagyunk jobbak az átlagnál. Egy sportolni vágyó személy fittségi állapotából nem csak a terhelhetőségére lehet következtetni. Többféle fittségi teszt, sőt tesztrendszer létezik (Harvard Step Test, Cooper-teszt, Eurofit, Hungarofit, stb.). Egy vizsgált személy fittségi teszteken elért eredményei megmutatják, hogy melyik tesztben, melyik



vizsgált mozgásformában teljesített kimagaslóan, átlagosan, vagy az átlagnál gyengébben. Egy kiváló Cooper-teszt (12 perces futás) eredmény jó állóképességre utal, érdemes tehát olyan sportágat választani, ahol hosszabb ideig tartó, monoton mozgásformák érvényesülnek, például hosszútávfutást, kerékpározást, úszást. Aki jól teljesít egy egyszerű felugrás teszten, azaz átlagon felüli a függőleges súlypontemelkedése, az eredményes lehet azokban a sportágakban, amelyek robbanékonyságot, rövidtávon hirtelen, gyors erő kifejtést igényelnek. Gondoljunk az atlétikai sprint-, vagy ugrószámokra, a rövidtávú gyorskorcsolyára, illetve például labdarúgásban a támadójátékosokra! A fittségi teszteket, illetve az egyéb sportképességek mérésére szolgáló vizsgálati módszereket remekül foglalja össze a „Sportképességek mérése” című kötet Dr. Nádori László szerkesztésében. Ezek a tesztek tehát alkalmasak arra is, hogy elősegítsék az adott személy sportágválasztását, vagy csapatjátékok esetében akár a posztválasztást is. A fittségi tesztek rendszeres ismételtesével nyomon követhetjük egy gyermek fizikai fejlődését, vagy egy sportoló edzéseinek hatékonyságát. Eredményeikből következtethetünk azokra a fittségi jellemzőkre, amelyek esetleg további fejlesztést igényelnek.

Az eddig említett humánbiológiai, antropometriai karakterek fittségi mutatóként való alkalmazásánál azonban feltétlenül figyelembe kell venni, hogy ez csak egy lehetőség a sportágakra vagy posztokra való kiválasztásnál, illetve adott sportágra való felkészítésnél. Ehhez járulnak még hozzá azok a tényezők, melyek rendkívül fontosak ahhoz, hogy a sportoló valóban kimagasló eredményeket érhesse el. Ezek például a ruganyosság, az állóképesség, a gyorsaság, a megfelelő reakcióidő és a tökéletes egészségi állapot. Csupán a megfelelő testalkat, vagy az ideális testösszetétel nem elegendő a kimagasló eredmények eléréséhez, viszont egy olyan lehetőség, amely megfelelő kiindulópontot jelent az edző számára.

A sportsikerek eléréséhez mindez azonban nem elég. Továbbá nem elég az adott sportág technikájának magas szintű ismerete sem. A versenyeket tudatos felkészülés előzi meg, odafigyelve a sportolói életmódra, a formaidőzítésre, jól meghatározva az edzések típusát, mennyiségét és intenzitását, az edzések közötti pihenés és regeneráció időtartamát és minőségét, valamint a sportoló táplálkozását, jól megválasztott étrendjét. Versenyhelyzetben



megfelelő pszichés felkészültség, motiváltság, sikeréhség és taktikai fegyelem, esetleg improvizáló készség szükséges. Lényeges a kiváló egészségi és fittségi állapot, a koncentráció.

... és természetesen a felsoroltakon kívül a szerencse is nagyon fontos faktor!



FELHASZNÁLT IRODALOM

Bodzsár É., Zsákai A. (2004): Humánbiológia (Gyakorlati kézikönyv). ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, ISBN: 9634636535.

Drinkwater D.T., Ross W. (1980): Anthropometric fractionation of body mass. In Ostry M, Beunen G, Simons J (Eds): Kinanthropometry II., University Park Press, Baltimore. pp.178-189.

Kyle U. G. et al. (2004): Bioelectrical impedance analysis-part I: review of principles and methods. Composition of the ESPEN Working Group, Clinical Nutrition, 23, 1226–1243.

Mészáros J., Farnosi I., Frenkl R., Mohácsi J. (1990) : A gyermeksport biológiai alapjai. Sport, Budapest. ISBN: 9632530446

Nádori L. (1984): Sportképességek mérése. Sport, Budapest. ISBN: 9632534247



5. Sportélettan, terhelés-diagnosztika (Dr. Jenei Zoltán)

5.1. Bevezetés

Valamennyi sporttal, sportegészségüggyel, testneveléssel, vagy rekreációs tevékenységgel foglalkozó szakember, edző, tréner, testnevelő feladata az egészség megőrzése a mozgásszegény életmódból fakadó betegségek prevenciója és az eredményes amatőr vagy versenysport. Ennek során a szakszerű, élettani, sportélettani ismerten nyugvó állóképesség növelés, szív-, érrendszeri- és légzésfunkció javítás, továbbá az izomműködés fejlesztése kívánatos és elengedhetetlen.

A jegyzet összeállítása során elsődleges szempont volt, hogy a sejtek szintjétől a nagy szervrendszerek összehangolt működéséig didaktikus módon áttekintsük a mozgás és fizikai terhelés kapcsán az emberi szervezetben működő élettani folyamatokat, adaptációs mechanizmusokat a biokémiai, energetikai folyamatoktól a tényleges mozgásteljesítményt biztosító élettani eseményekig.

A fiziológiai folyamatok tárgyalását követően, a terhelhetőség, edzettség felmérésének lehetséges diagnosztikus módjaiba kap az olvasó betekintést, mely átvezet a terhelés-élettani paraméterek bemutatásához, azok értelmezéséhez.

A jegyzet funkcionális ismeretek tárgyalása után konkrét példákat ad a terhelhetőség mérésére alkalmas tesztekéről is, de legfőképpen ismerteti a modern edzésdiagnosztikai módszereket, így az ergospirometriás vizsgálat alapjait és a különböző terhelési protokollokat.

A könyvet ajánljuk mindazoknak, akik korábban már tanulták ezen ismereteket, de szeretnék tudásukat a modern sporttudományos szemlélettel kiegészíteni. Nem utolsósorban ajánlott sportegészségüggyel, sporttal foglalkozó leendő szakembereknek ismereteiknek bővítésére és természetesen felkészült edzőknek, testnevelőknek is, akik a sikeres sporteredmények elérésében a modern edzésvezetést és a modern terhelés-diagnosztikát fontosnak és nélkülözhetetlennek tartják.



5.2. Az emberi sejt felépítése és funkciói

A sejt Az élő szervezet legkisebb egysége, mely még önálló életjelenségekkel rendelkezik, tehát mozog, ingerelhető, anyagcseréje van, növekszik, szaporodik.

5.2.1 A sejt anyagai

A sejtek legkisebb alkotóelemei a biogén elemek (szén, oxigén, hidrogén, nitrogén, foszfor, kén, nátrium, kálium, kalcium, magnézium, klór, vas, réz, jód). A biogén elemekből épülnek fel a sejt anyagai. A sejt anyagai két nagy csoportra bonthatók: - szervetlen anyagok: víz - szerves anyagok: szénhidrátok, fehérjék, zsírszerű anyagok, nukleinsavak. négy leggyakoribb elem, amely az emberi test nagy részét (több, mint 95%-át) alkotják a következők:

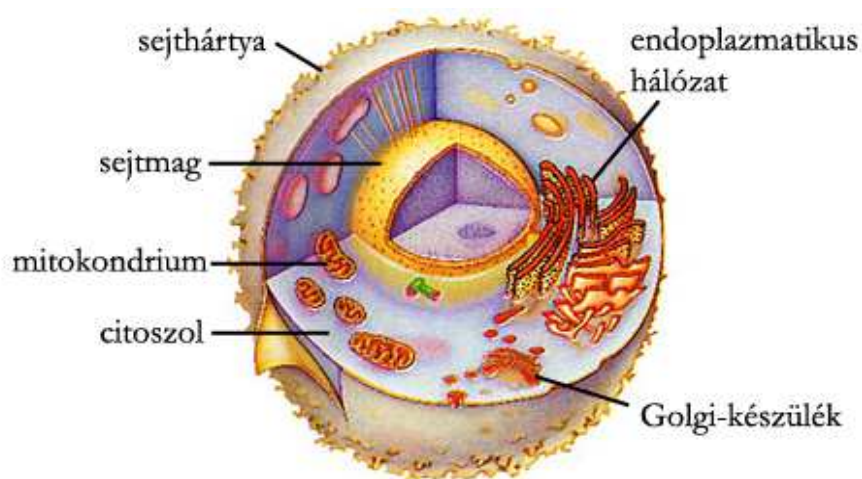
- a hidrogén (H) (10%),
- a szén (C) (18%),
- a nitrogén (N) (3%)
- és az oxigén (O) (65%).

További alkotóelemek a nátrium (Na^+), a vas (Fe^{2+}), a cink (Zn^{2+}), a magnézium (Mg^{2+}), a klorid (Cl^-), a kálium (K^+) és a kalcium (Ca^{2+}). Ezek a nyomelemeknek nevezett anyagok (későbbi fejezetben tárgyalásra kerülnek) többnyire ionos formában játszanak rendkívül fontos szerepet, például enzimek aktív helyének fontos szereplőiként. Azon összetevők, amelyek szén-tartalmazznak, az **organikus** összetevők, amelyek nem, azokat **anorganikus** összetevőknek nevezzük. Például a víz molekulában hiányzik a szén ezért ez egy anorganikus összetevő (H_2O).

5.2.2 Az élő sejtek felépítése, transzportfolyamatok (sejthártya, sejtmag és citoplazma, izomsejt esetében szarkoplazma)

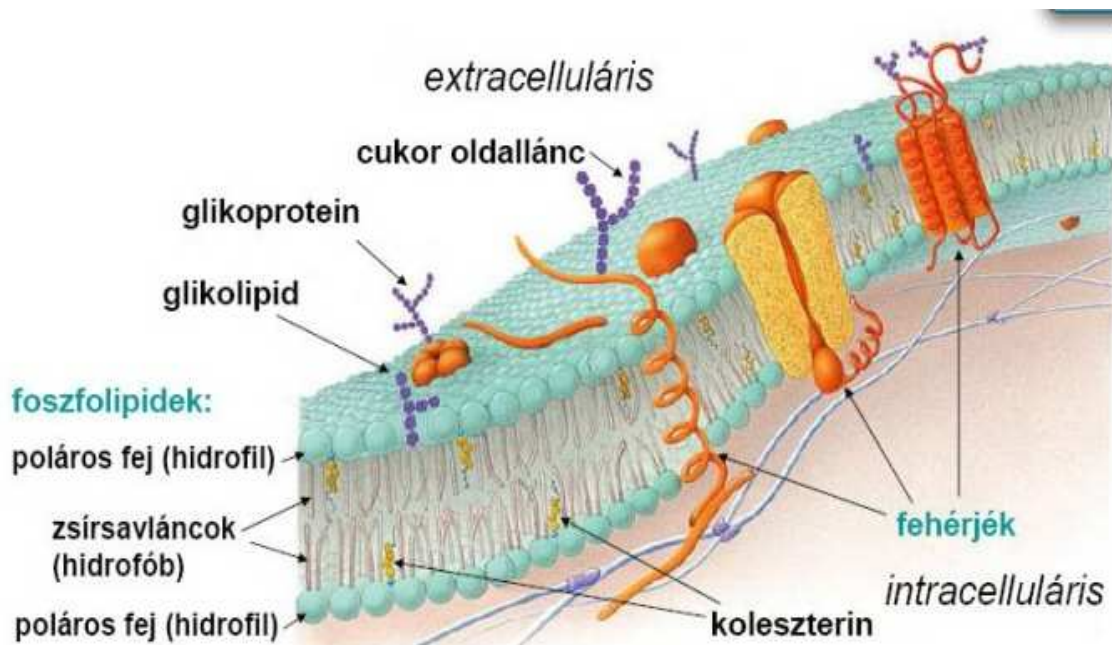
A sejthártya, mint féláteresztő hártya feladata a védelem, a megfelelő intra és extracelluláris potenciálkülönbség, valamint ingerelhetőség biztosítása és az anyagforgalom (transzport). Ez biztosítja a sejt **1. ábra** számára a folyamatos anyagáramlást a belső és a külső tér között. A

membránok alapszerkezetét kettős foszfolipid réteg alkotja. A külső réteg hidrofób, apoláros tulajdonságú, a belső pedig hidrofil poláros. Amikor egy molekula, mint jelen esetben a foszfolipid poláros és apoláros résszel is rendelkezik, ebben az esetben idegen szóval **amfipatikus** molekulának nevezzük. **2.ábra** A lipid kettősrétegbe beépülő, a membránt átívelő, integráns (transzmembrán) fehérjék a víz és ionok számára transzport utat jelentenek, szállítómolekulák, sejtek közötti információátvitelt biztosítanak. A perifériás fehérjékkel kapcsolódó proteinek a citoszkeleton és az extracelluláris matrix között létesítenek kapcsolatot.



11. ábra: Az élő humán sejt felépítése

Forrás: <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszetudomanyok/biologia/biologia-11-evfolyam/a-sejtes-szervezodes/allati-sejt-modellje-elektronmikroszkopos-vizsgalat-alapjan>



12. ábra: A sejt membrán felépítése

Forrás: <http://www.papimi.sk/hu/sejt-membran-szerkezete>

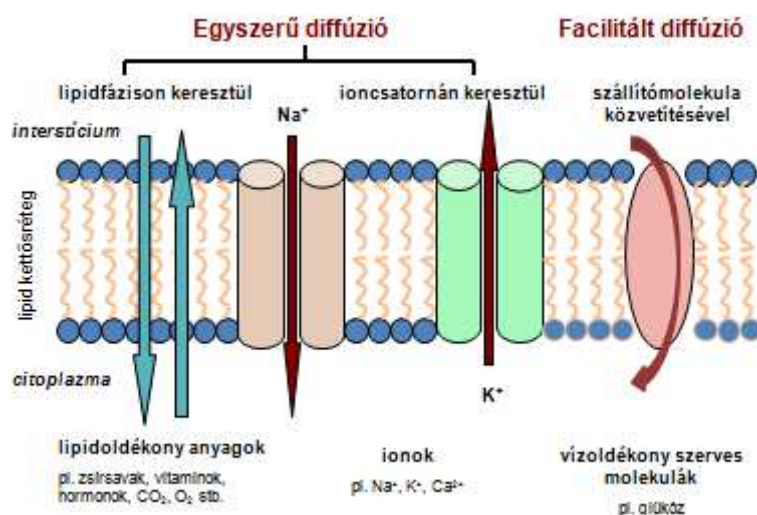
A membránon keresztül lezajló anyagmozgás minden esetben energia befektetést igényel. A biológiai rendszerekben a transzport energiaforrása lehet pusztán fiziko-kémiai természetű, pl. ionvándorlást okoz a membrán két oldala között fennálló potenciál- vagy koncentráció különbség, vagy lehet a sejttanyagcsere során felszabadított, az ATP makroerg kötéseiben raktározott kémiai energia. A szokásos nomenklatura szerint passzív transzportról akkor beszélünk, ha az energiaforrás (az anyagmozgás hajtóereje) fiziko-kémiai természetű és nem igényel ATP-bontást. Az aktív transzport azt jelenti, hogy az anyagmozgás fiziko-kémiai energiagradiens ellen történik, amihez az ATP bontásából származó energiát kell a sejtnak befektetnie.

A transzportfolyamatok a szerint is csoportosíthatók, hogy igénylik-e szállítómolekula (karrier) közreműködését vagy sem. Amennyiben az anyagtranszporthoz szállítómolekula szükséges, karrier-mediált transzportról beszélünk. A karrier-mediált transzport egyaránt lehet passzív és aktív folyamat.

5.2.2.1 A passzív transzport formái és sajátosságai

Egyszerű diffúzió

Fiziko-kémiai gradiens által előidézett, a gradiens irányának megfelelő anyagtranszport. Diffúzióval jutnak át a lipidoldékony anyagok a membrán lipid fázisán, ill. az ionok a transzmembrán fehérjék által képzett csatornák pórusain.



13. ábra: A passzív transzport formái

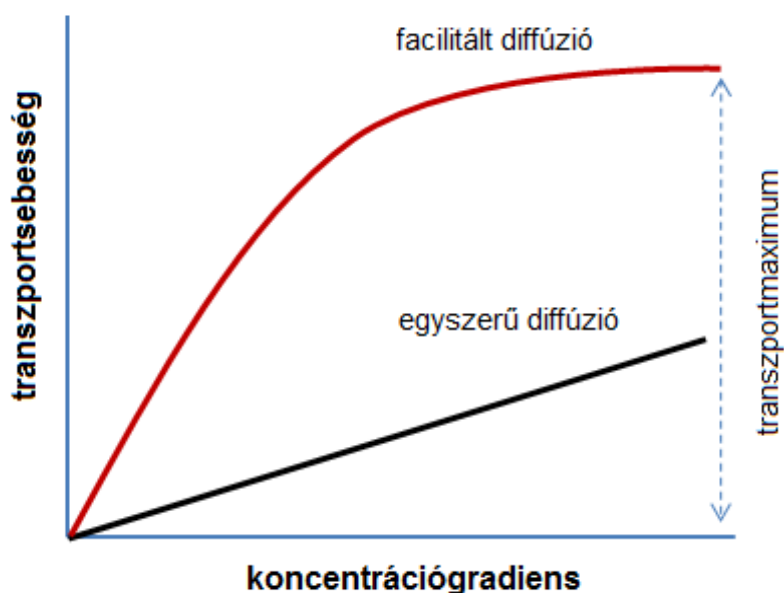
Forrás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0019_1A_Elettani_alapismeretek/adatok.html

A diffúzió sebessége a fluxussal jellemezhető. A fluxus az időegység alatt egységnyi felületen átáramlott anyagmennyiséget jelenti. A fluxus az energiagradiens irányában megy végbe, mértékét az energia gradiens (pl. koncentrációkülönbség) határozza meg.

A fluxust a hőmérséklet is befolyásolja. A hőmérséklet 10 fokkal történő emelése a fluxust kb. másfélszeresére-duplájára növeli.

Facilitált diffúzió

Fiziko-kémiai gradiens által előidézett, szállítómolekula részvételével megvalósuló, a gradiens irányának megfelelő anyagtranszport. Ezzel a mechanizmussal jut keresztül az izommembránon pl. a glükóz. A szállítandó anyag a szállítómolekula specifikus kötőhelyéhez kapcsolódik, melynek konformáció-változása átjuttatja a szubsztrátot a másik kompartmentbe. Egyszerű és facilitált diffúzió kinetikájának összehasonlítása 14. ábra.



14. ábra: Egyszerű és facilitált diffúzió kinetikája

Forrás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0019_1A_Elettani_alapismeretek/adatok.html

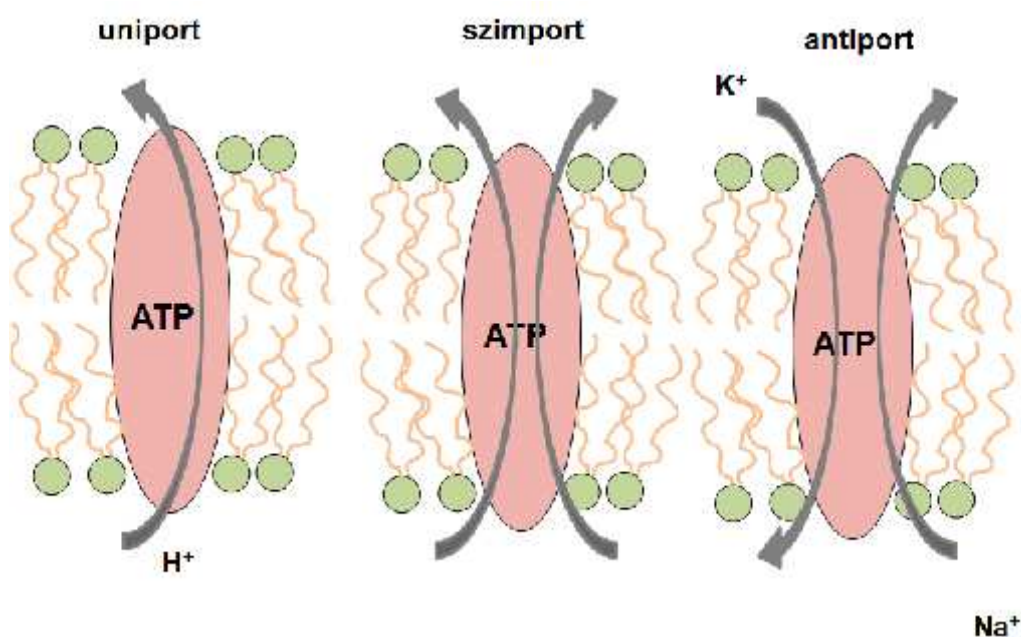
Mivel az egységnyi membránszínen rendelkezésre álló kötőhelyek száma véges, a transzport telíthető, szaturációs kinetikát mutat.

A kötőhelyek a szubsztráthoz hasonló térszerkezetű molekulák iránt is rendelkeznek bizonyos affinitással, így az igazi szubsztrát (agonista) és a hasonló molekula (antagonista) között kompetíció (vetélkedés) alakul ki a kötőhelyért, egymás transzportját gátolják, az agonista és

az antagonista között kompetitív gátlás alakul ki. A telítési kinetika és a kompetitív gátlás jelensége minden karrier-mediált transzportfolyamatra jellemző.

5.2.2.2 Az aktív transzport formái és sajátosságai

Az aktív transzport minden esetben ATP-bontásból származó kémiai energiát hasznosít a fiziko-kémiai gradiens ellenében zajló anyagmozgás során. 15. ábra Karrier-mediált folyamat, tehát telíthető és kompetitíven gátolható. A karriernek rendelkeznie kell enzimaktivitással is, nevezetesen ATP-áznak kell lennie. A makroerg kötésből származó energia szükséges a szállítómolekula konformációs változásához, aminek következtében a szubsztrát átjut a membrán túloldalára. Az enzimaktivitás erősen hőmérsékletfüggő, tehát a transzport sebességét a hőmérséklet erőteljesen befolyásolja (10 Co hőmérsékletnövelés a transzport sebességét 5-6-szorosára növeli).

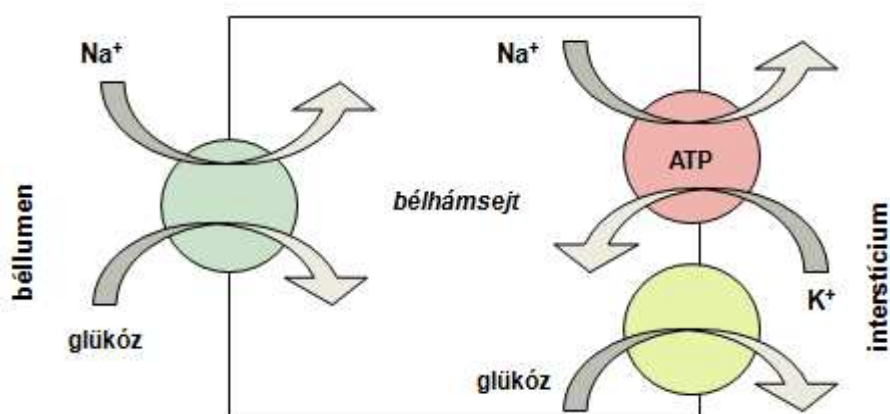


15. ábra: Aktív transzport

Forrás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0019_1A_Elettani_alapismeretek/adatok.html

Az előzőekben ismertetett transzportfolyamat során a szállítómolekula bontja az ATP-t, ilyenkor a folyamatot elsődlegesen aktív transzportnak nevezzük. Másodlagosan aktívnak nevezzük azt az anyagtranszportot, amikor a szubsztrát átjutását biztosító szállítómolekula nem használ ATP-t, hanem konformáció-változását egy kapcsoltan szállított ion elektrokémiai gradiense biztosítja, de ezen elektrokémiai gradiens fenntartására aktív (ATP-függő) pumpa mechanizmusra van szükség. Jellemző példa a glükóz nátriummal kapcsolt felszívódása a bélhámsejtekbe.

Másodlagosan aktív transzport



16. ábra Glükóz nátriummal kapcsolt felszívódása a bélhámsejtekben

Forrás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0019_1A_Elettani_alapismeretek/adatok.html

5.2.2.3 Vezikuláris transzport

Az anyagtranszport speciális formája, amely során olyan molekulák jutnak át a membránon, amelyek a sejtben képződnek, membránba csomagolódnak, és az így kialakuló vezikulában transzportálódnak. A transzport iránya alapján lehet **endocitózis** vagy **exocitózis**, a felvett anyag halmazállapota alapján pedig **fagocitózis** (szilárd részecske bekebelezése) illetve **pinocitózis** (oldott állapotban lévő anyag felvétele vagy leadása).

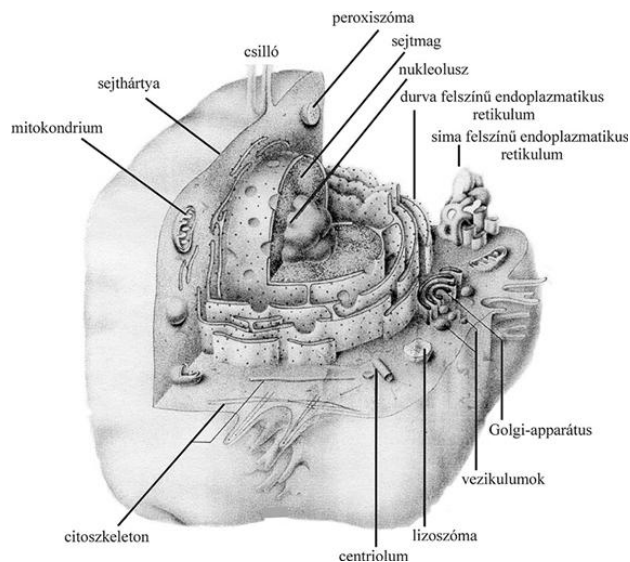


5.2.2.4 Sejtplazma

A sejt alapállománya. Bonyolult szerkezeti-működési egység, amely két részből áll a citoszolból és citogélből. Anyagösszetételénél fogva sokrétű feladatot lát el a sejtben. Befolyásolja víz- és fehérjetartalmával a sejtek alakját, mint alapállomány, beágyazza magába és a sejtváza segítségével mozgatja a sejt szervecskéket, szabad riboszómái nélkülözhetetlen fehérjéket szintetizálnak, tartalék tápanyagokat raktároz és fontos biokémiai anyag-átalakításokat végez.

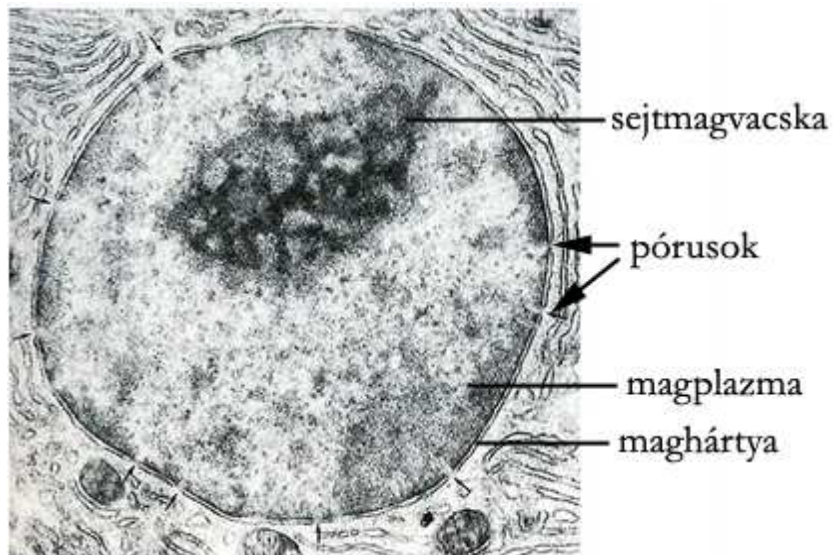
5.2.2.5 Sejtmag

A sejtmag a sejt információtároló és a sejtműködést irányító rendszere. Kettős membránnal rendelkezik, amelyet magpórusok törnek át. Az anyagáramlás szabályozott, csak meghatározott anyagok léphetnek be illetve ki a sejtmagból. Erről a szelektív szűrést végző magpórusok gondoskodnak. A maghártyán belül található mágnesben a DNS és RNS szintézishez szükséges enzimek, nukleoidok, ATP stb. találhatóak. A magban mindig van egy vagy több magvacska (nukleolus). Itt szintetizálódnak a riboszomális RNS-ek, s itt kezdődik el a riboszómák összeszerelése is. Az eukarióta sejtek sejtmagja a sejtplazmától pórusokkal teli sejt maghártyával különül el. A pórusokon keresztül a nagyméretű RNS-molekulák átjutására is lehetőség van. A sejtmag alapállománya sokban hasonló a sejtplazmához, és itt található az öröklődés információját hordozó DNS- és az RNS-molekulák nagy része. A sejtmag a sejt információtároló és a sejtműködést irányító rendszere. Kettős membránnal rendelkezik, amelyet magpórusok törnek át. Az anyagáramlás szabályozott, csak meghatározott anyagok léphetnek be illetve ki a sejtmagból. Erről a szelektív szűrést végző magpórusok gondoskodnak. A maghártyán belül található mágnesben a DNS és RNS szintézishez szükséges enzimek, nukleoidok, ATP stb. találhatóak (17. és 18. ábra)



17. ábra: Az eukariota sejt és sejtmag szerkezete

Forrás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_528_Szeberenyi_Molekularis_sejtbiologia/ch01s03.html

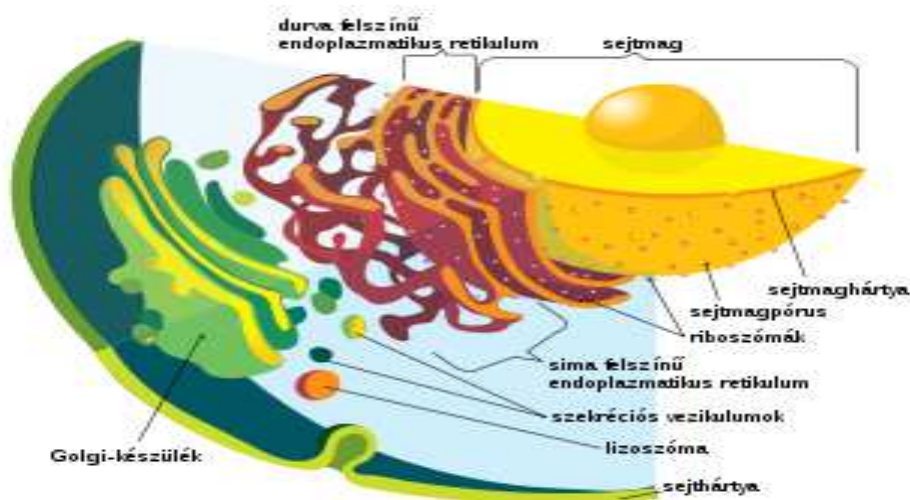


18. ábra: A sejtmag elektronmikroszkópos képe

Forrás: <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/biologia/biologia-11-evfolyam/az-eukariota-sejtek-felepitesi-ii/a-sejtmag>

5.2.2.6 Endoplazmatikus reticulum (ER)

Az egyik legfontosabb sejtalkotó az endoplazmatikus reticulum, mely főleg a sejtmag közelében található. Egyes helyeken csöves máshol inkább lemezesnek tűnő, laposra összenyomott, egymással közlekedő üregeket alkotó rendszer. Két formája ismert a sima felszínű endoplazmatikus reticulum (SER), amely elsősorban a szénhidrát- és a lipidszintézisben játszik szerepet valamint a durva felszínű endoplazmatikus reticulum (DER), amely az intenzív fehérjeszintézis helye. Az endoplazmatikus reticulum felépítéséhez hasonló, a körülötte lévő Golgi-készülék: lapos, szorosan egymás mellé rendezett ciszternák csoportjából áll. A sejtek nagyszámú makromolekulát állítanak elő, melyek szükségesek az élethez. A Golgi elengedhetetlen szerepet játszik a sejtek által termelt makromolekulák módosításában, osztályozásában és a csomagolásában. Elsődleges feladata, hogy módosítsa azokat a proteineket, amelyek a DER-ből érkeztek, de ezen kívül részt vesz a lipidek szállításában a sejten belül

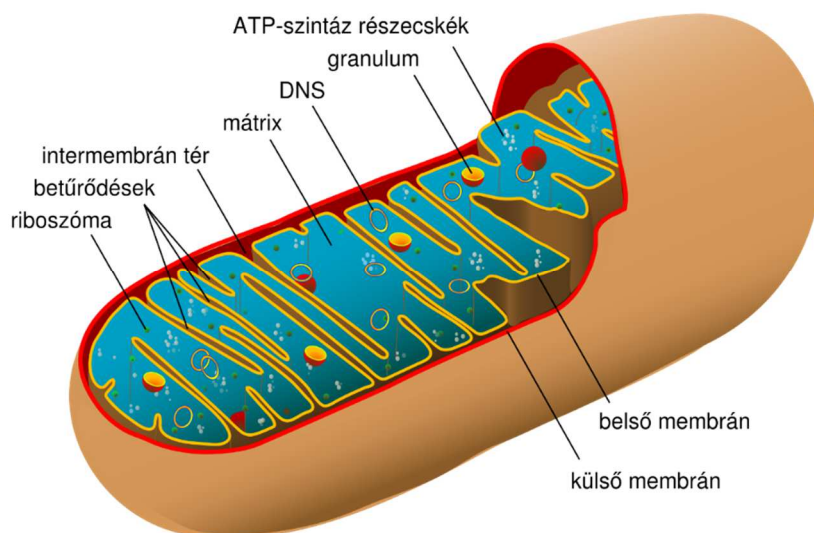


19. ábra: Az endoplazmatikus reticulum szerkezete

Forrás: <http://sejtmag.blogspot.hu/>

5.2.2.7 Mitokondrium:

Mitokondrium kettős membránnal határolt, melyből a külső membrán sima, a belső a felszín növelése végett mély redőket képez. A sejtek energiatermelő központjai, a szénhidrát- és lipidoxidáció helye. Az endoszimbionta elmélet szerint a mitokondrium őse egykor heterotróf, aerob baktérium lehetett, amit az őseukarióta sejt bekebelezett, de nem emésztett meg. Így szimbiózis alakult ki közöttük. 20. ábra



20. ábra: A mitokondrium szerkezete

Forrás: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Mitokondrium>

5.3. Izomsejtek energetikai folyamatai

Az izomösszehúzódás közvetlen energiaszükségletét az ATP hidrolízise biztosítja. Testünk csak kis mennyiségű ATP-t raktároz. Edzés következtében energiaszükségletünk hirtelen megnövekszik és az ATP készlet néhány másodperc alatt elhasználódik. Az izomsejtek energia nyerési lehetőségei:

Foszfagén rendszer



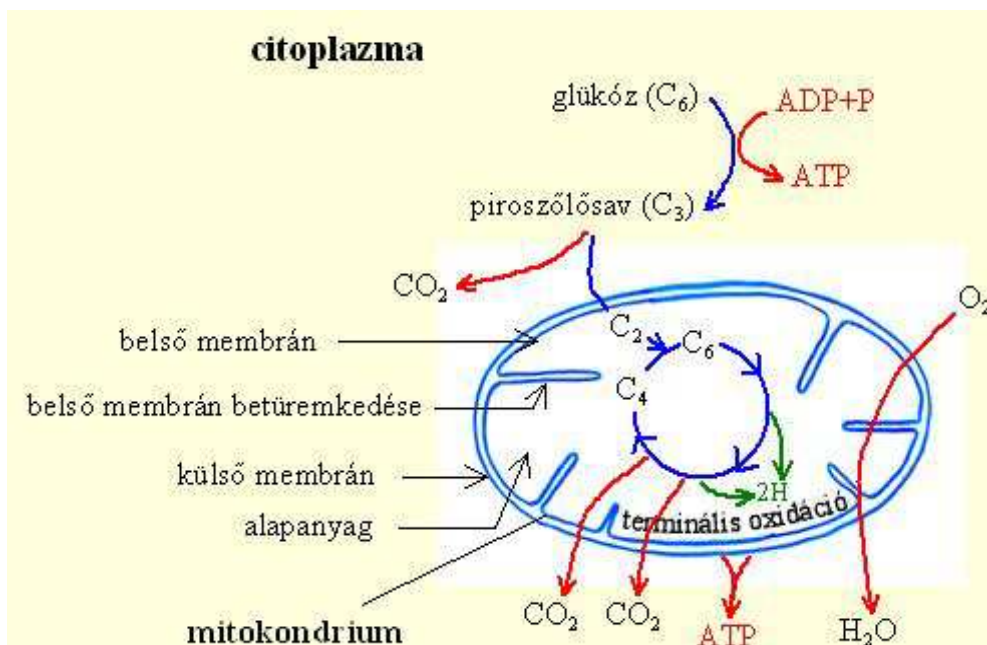
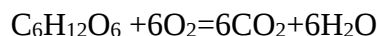
A kreatin foszfát izomsejten belül raktározódik. A rendszer gyorsan fel tudja szabadítani az energiát de korlátozott mértékben. A **kreatin** elsősorban a májban termelődik, a vérén keresztül az izomba jut, ahol a foszfáttal összekapcsolódva kreatin-foszfátot képez (PC). Amikor a kreatin foszfát ATP-vé bomlik le (energiává válik), visszaalakítható kreatin-foszfáttá (PC), vagy átalakítható egy másik anyaggá, kreatininné, amely a veséken keresztül vizelettel távozik. Kreatint az ételekből nyerhetünk, pl.halból, csirkéből, marhából.

Biológiai oxidáció (AEROB ÚT)

Biológiai oxidáció: Sok lépésből álló, bonyolult, enzimek katalizálta folyamat mely során szőlőcukorból (glükózból) szén-dioxid és víz keletkezik, miközben energia szabadul fel.

21.ábra

Sejtlégzés kémiai egyenlete:



21. ábra: A glikolízis folyamata és helyszíne

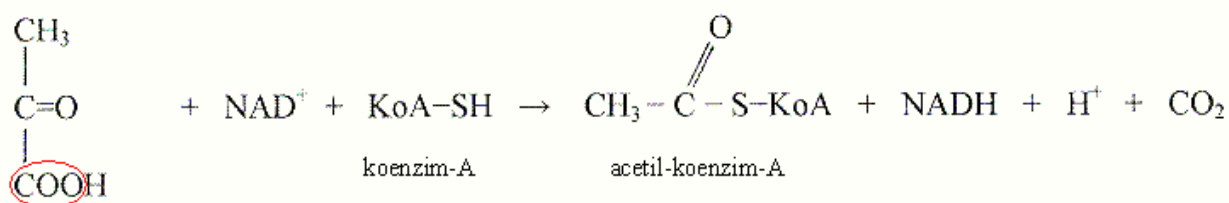
Forrás: <https://vmarianna.wikispaces.com/Biológiai+oxidáció>



A folyamat részei:

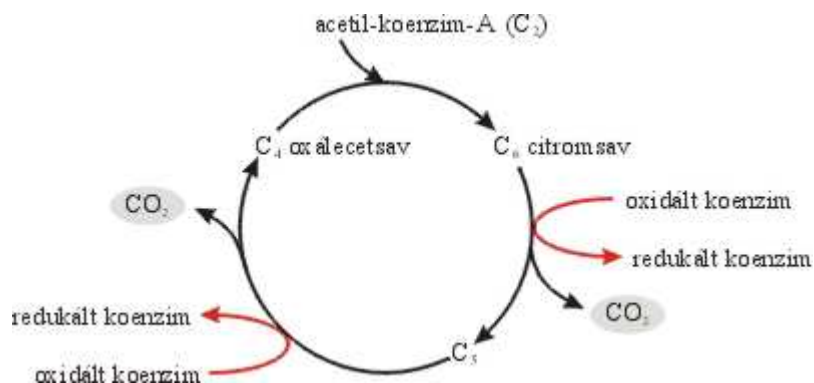
Glikolízis (citoplazma)

Hat szénatomos szőlőcukorból több egymást követő reakció során két, három szénatomos molekula (piroszőlősav) lesz. A glikolízis során a 1 mól szőlőcukorból: 2 mól piroszőlősav, 2 mól ATP, 2 mól redukált koenzim ($\text{NADH} + \text{H}^+$) keletkezik. A keletkezett piroszőlősav a mitokondriumba kerül, és szén-dioxid leadásával acetilcsoporttá alakul. Az acetilcsoport egy koenzim-A molekulához kötődik, és közben 2 hidrogén kerül a NAD^+ -ra. Az acetilcsoportot a Ko-A a citromsav ciklusba szállítja.



Citromsavciklus (Szent-Györgyi- Krebs ciklus)

Lényege: ebben a folyamatban szabadul fel sejtszinten a CO_2 . A folyamat végén megmaradó hidrogént a NAD^+ molekula szállítja el a terminális oxidáció folyamat helyére. Körfolyamat 4 szénatomos szerves sav (oxálecetsav) megköti az acetilcsoportot és hat szénatomos citromsavvá alakul. Az ezt követő oxidációs lépések során 2 mól szén-dioxid és redukált koenzimek ($\text{NADH} + \text{H}^+$) keletkezése mellett újraképződik a négy szénatomos szerves sav. A két acetilcsoport kétszer fut végig a körfolyamaton, így 4 mól szén-dioxid és 2 mól ATP keletkezik.



22. ábra: A citromsavciklus

Forrás: <https://vmarianna.wikispaces.com/Biológiai+oxidáció>

Terminális oxidáció (mitokondrium) 36 ATP

A glükóz hidrogéntartalma oxidálódik vízzé. A mitokondrium belső membránjában játszódik le. Ide szállítja az előző két szakaszban képződött hidrogéneket a NAD^+ . Az idekerült hidrogének protonra és elektronokra bomlanak és egy elektronszállító rendszerbe kerülnek (citokróm) az elektronok. A H^+ proton kilép a membránon kívülre a mitokondrium két membránja közé, majd, mivel ott megnő a potenciál, ioncsatornán keresztül visszatér eredeti helyére (mitokondrium plazmája). Ez a kemiozmotikus elmélet. E folyamat során 36 ATP keletkezik. A folyamat végén víz keletkezik.

Összegzés:

A biológiai oxidáció energiamérlege 38 ATP molekula, 2 a glikolízisből és 36 a terminális oxidációból származik.



A biológiai oxidáció szinterei:

1. Glikolízis: sejtplazma
2. Citromsav ciklus: a mitokondrium alapállománya
3. Terminális oxidáció: a mitokondrium belső hártájában

Laktát szintézis (ANAEROB ÚT) 2 ATP

Glikolízis során a glükóz piruváttá oxidálódik. Ebből anaerob (oxigén jelenlétét nem igénylő) körülmények között laktát keletkezik. Az anaerob úton keletkező tejsav értékes üzemanyag. Amikor egy gyakorlat intenzitása lecsökken, a tejsavnak két útja van. Egy részük átalakul egy másik anyaggá, piruváttá, ami oxigén jelenlétében ATP-vé bomlik le. Vagyis a tejsav ATP-t képez, és az aerob gyakorlatokhoz szükséges hasznos energiát adja. A másik lehetőség, hogy a tejsav elkerülhet az izmokból a vérereken keresztül a májba, ahol visszaalakulhat glükózzá, onnan visszakerülhet az erekbe. A májban a glükoneogenezis folyamatában belőle glükóz képződik, ami glikogénné szintetizálódik (Cori kör). Minden glükózmolekula csak két ATP molekulát termel anaerob feltételek mellett, így ez a rendszer nem hatékony.

Anaerob, azaz oxigén hiányos környezetben zajló lebontás. Ez a folyamat is a glükózból indul, ám a végtermék szerves anyag a laktát (tejsav). A folyamat során 2 ATP molekula keletkezik, valamint CO_2 . A végtermék még nagy mennyiségű energiát tartalmaz.

Az aerob rendszer (oxigén jelenlétében) ATP-t tud építeni a szénhidrát lebontásából (glikolízis) és a zsírok lebontásából (lipolízis, béta oxidáció). Ebben a körfolyamatban 1 molekula glükóz 38 molekula ATP-t tud képezni, így az aerob energiatermelés sokkal hatékonyabb, mint az anaerob energianyerés.

A zsírokból oxigén jelenlétében a béta oxidáció során szintén nagy mennyiségű acetyl CoA léphet be a citromsav ciklusba. A folyamat a hosszú szénlácu zsírsavak miatt sok oxigént igényel, így az energia nyelésnek az oxigén igénye magasabb, mint a szénhidrátok oxidációjának. A zsírsav 80-200 molekula ATP-t tud termelni. A zsír a szénhidrátoknál még hatékonyabb energiakészlet. Aerob edzés során energiaként az izomban lévő glikogént és zsírt használjuk. Az alacsony intenzitású gyakorlatoknál (amikor az oxigén felvétel, a terhelés



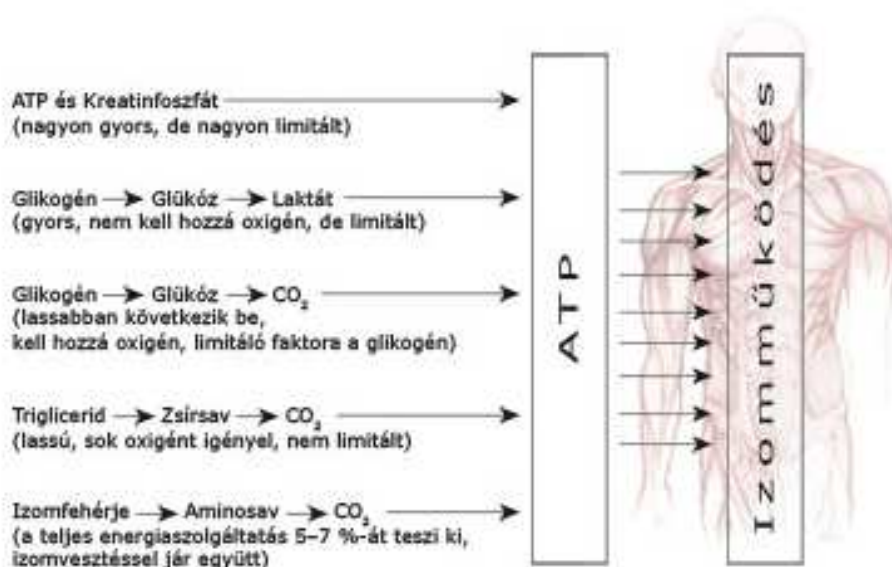
során elérhető maximális oxigén felvétel (VO_{2max} / kevesebb mint 50%-a) az energiaszolgáltató főleg a zsír. Amikor növeljük a gyakorlat intenzitását, az oxigén igény fokozódása és a relatív oxigén hiányos állapot miatt mind nagyobb arányban használunk glikogént, mint zsírt. Közepes intenzitású edzésnél a maximális oxigén fogyasztás (VO_{2max} 50-70%) a glikogén felhasználás a szükséges energiának kb. a felét teszi ki, a többi zsírból származik. Amikor az edzés intenzitása nagyobb, mint a VO_{2max} 70%-a, a zsír nem tud lebomlani, így az izomban lévő glikogén biztosítja az energia legkevesebb 75%-át. Az anaerob edzés során viszont a glikogénraktár 30-45 percen belül ürül ki. Ha az izomglikogénraktárak egyszer kiürülnek, a fehérje fog növekvő mértékben hozzájárulni az energiaszükséglethez. **2. táblázat, 23-26.ábra**

A vázizomrostok anyagcseréjük, elektrofiziológiai és mechanikai tulajdonságaik alapján tipizálhatók. A gyors izmok nagy anaerob kapacitásúak, gyors, de viszonylag rövid ideig tartó erő kifejtésre képesek. A nagy oxidatív kapacitású izmok teljesítménye nagymértékben függ az oxigénkínálattól (azaz a jó vérellátástól), emellett saját oxigénraktárral is rendelkeznek mioglobinnel tartalmuk révén. Kevésbé fáradékonyak, tartós munkavégzésre képesek. Az izommunka „bruttó” hatásfokán értjük a hasznos munka és az összenergia-felszabadulás hányadosát. A „nettó” hatásfok a hasznos munka és az azzal kapcsolatos teljes energiaszabadulás hányadosa. Ez utóbbi érték kb. 20 %.

2. táblázat: ATP termelődés különböző anyagcsere folyamatokban

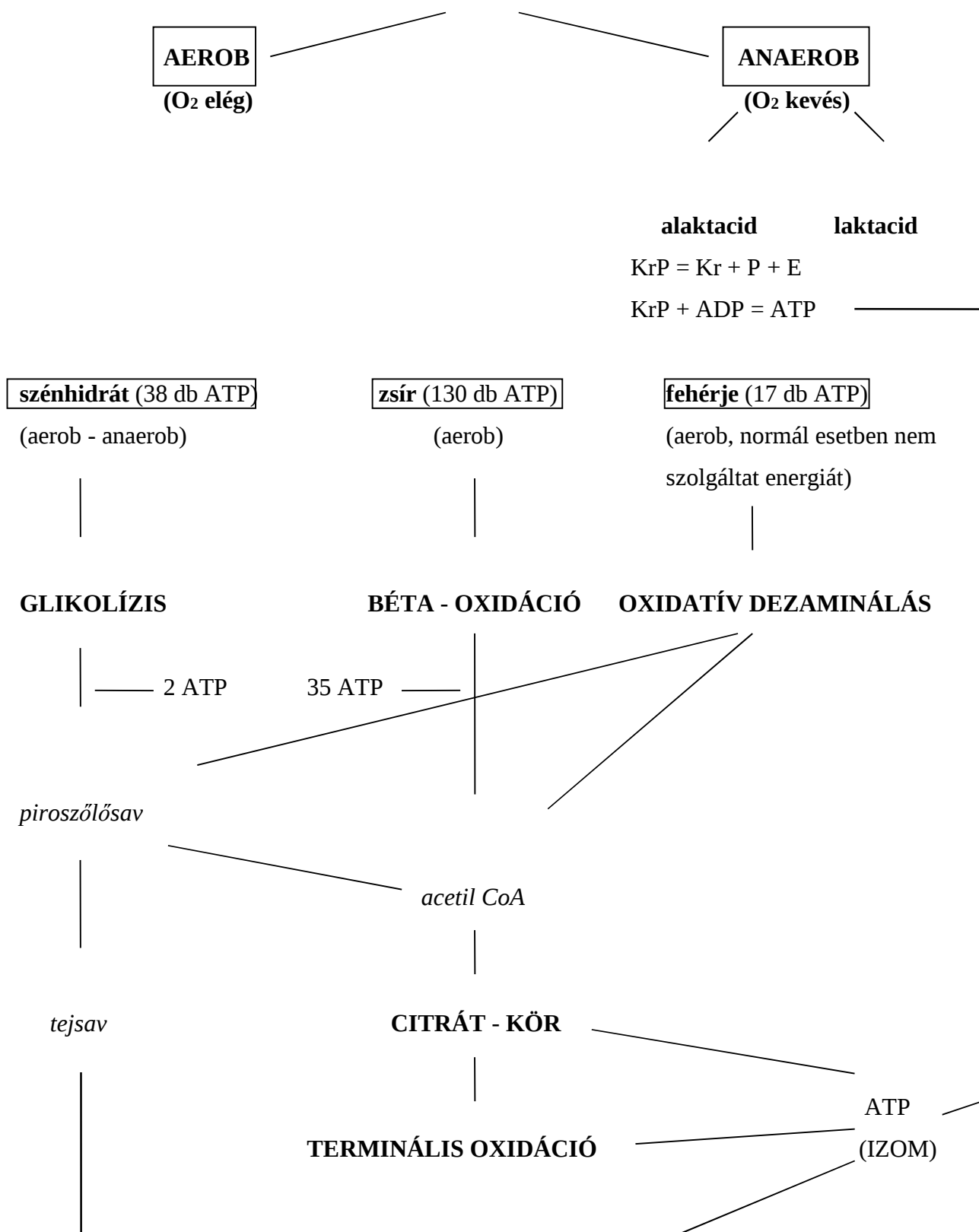
Jelleg	Folyamat	Termelődött ATP
Anaerob alaktacid	$\text{ATP} = \text{ADP} + \text{P} + \text{E}$	-
Anaerob alaktacid (ATP reszintézis)	$\text{Kreatin-P} + \text{ADP} = \text{ATP} + \text{C}$	1 mol
Anaerob laktacid	szénhidrát = tejsav + ATP	2 mol
Aerob	szénhidrát = $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{ATP}$	38 mol
Aerob	zsír = $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{ATP}$	131 mol

Forrás: http://www.jgypk.u-szeged.hu/tamop13e/tananyag_html/tananyag_teljesitmeny_fokozas/20_az_izommkds_energiaforrsai_9_10_brk_6_tblzat.html



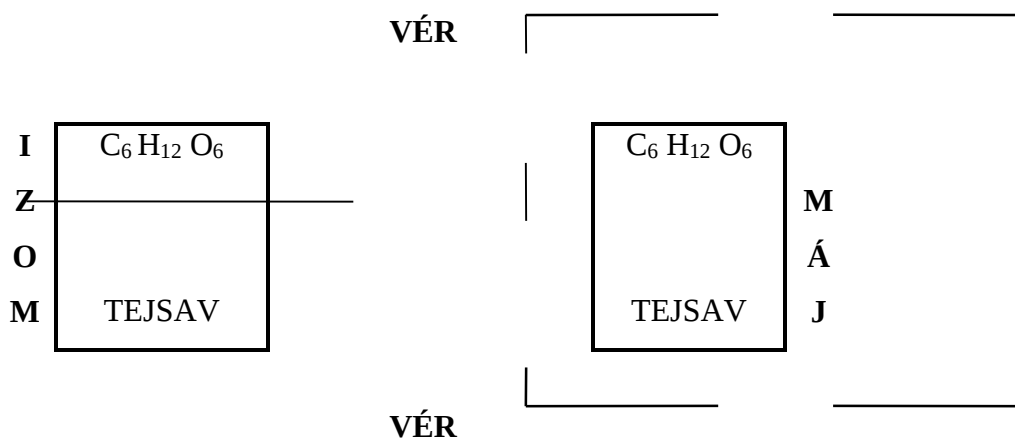
23. ábra ATP szintézis lehetőségei az izomsejtben

Forrás: <http://www.sportorvos.hu/sportaplalkozas/20081229/energiaszolgalattas>

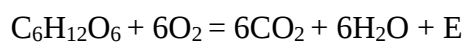


OXIDATÍV FOSZFORILÁLÁS

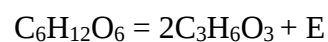
CORI- KÖR (helyreállítás)



Aerob



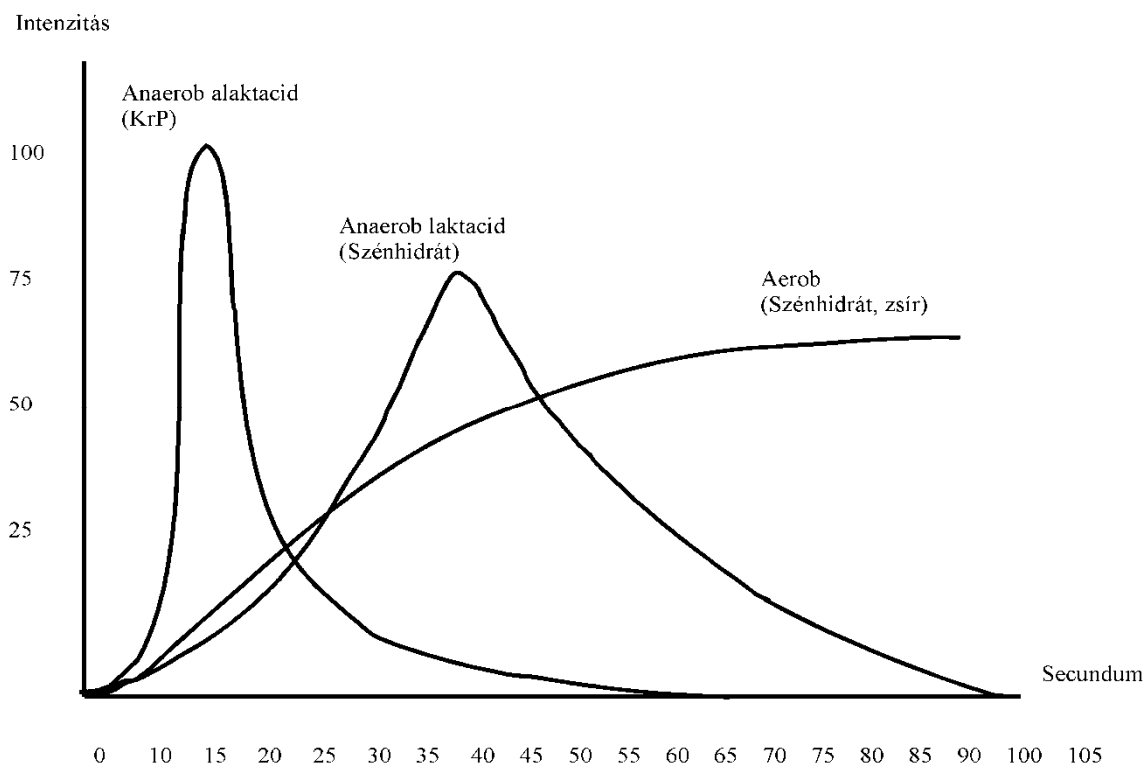
Anaerob laktacid



24. ábra: Energia szolgáltató folyamatok az izomban

Forrás: http://www.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/atfk/tematikak/TESTNEVELES_TANSZEK/szakaly_zsolt_csatolható_dok/izommukodes_elettana.doc.

Az, hogy a szervezet az energiát miből nyeri függ az edzés intenzitásától és terjedelmétől!



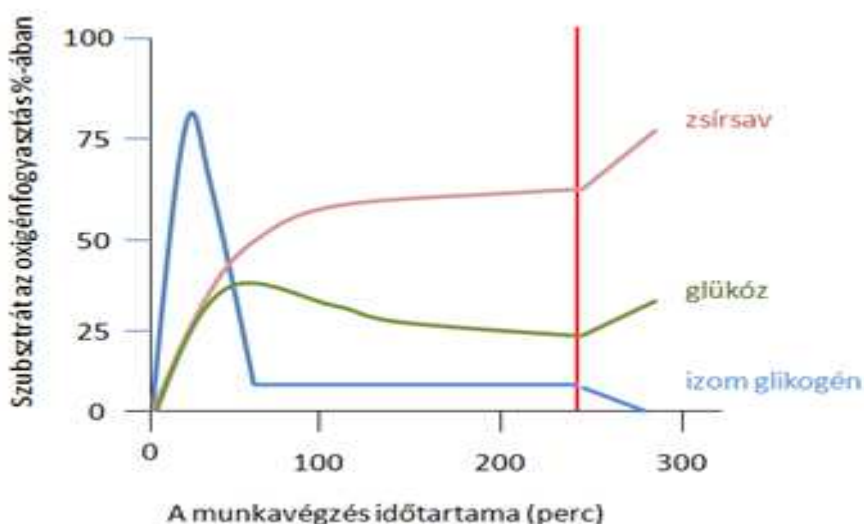
25. ábra: Az intenzitás a terjedelem és a felhasznált energia

Forrás: http://www.jgypk.u-szeged.hu/tamop13e/tananyag_html/tananyag_teljesitmeny_fokozas/21_az_izommkds_s_htermelds.html

Izomműködés energia forrásai:

- Első lépcső: $ATP = ADP + P + E$
- Második lépcső: $KrP + ADP = ATP + Kr$ (ATP reszintézis).
- Harmadik lépcső (az intenzitástól függően):
 - az izomglikogén $\rightarrow$ aerob és anaerob lebontása,
 - zsírok $\rightarrow \beta$ oxidáció.

fehérjék $\rightarrow$ oxidatív dezaminálás.



26. ábra: A lebontó anyagcsere szubsztrátjai a munkavégzés során

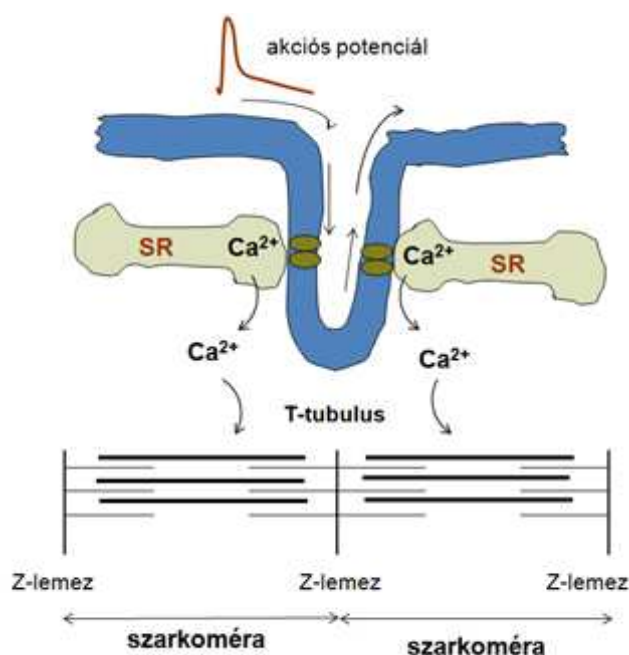
Forrás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0019_1A_Elettani_alapismeretek/ch02s04.html

5.4. Izomműködés élettana

A szervezetben megkülönböztetünk harántcsíkolt vázizmot, simaizmot és szívizmot. Az emberi mozgás alapját az izomműködés képezi.

Az izmok a mozgás aktív szervei, a mozgatórendszer passzív alkotóelemeit, a csontokat és ízületeket az izmok mozgatják. Kémiai energiát alakítanak át mechanikai energiává. A vázizomsejtek spontán elektromos aktivitást nem mutatnak, ingerületi folyamatuk a velük szinapszist (**neuromuszkuláris junkciót**) alkotó szomatikus motoros ideg aktivitásának a következtében alakul ki. A motoneuron és az általa ellátott izomrostok képezik az ún. **motoros egységet**. Az izom endoplazmatikus reticuluma (**szarkoplazmatikus reticulum, SR**) kalciumot raktároz, ami ingerület hatására felszabadul és mikromolos nagyságrendűvé növeli a Ca^{2+} koncentrációt. Ez a lépés vezet majd a kontraktilis fehérjék által kialakított mechanikai válaszhoz. A hosszú, henger alakú izomsejtek felszíni membránja a sejt belseje

felé betüremkedéseket, ún. T- (transzverzális) tubulusokat hoz létre. A T-tubulusok a szarkoplazmatikus reticulummal triád struktúrát alkotnak. A T-tubulus membránján végighaladó akciós potenciál a membránban elhelyezkedő fehérjék konformációváltozása révén Ca^{2+} felszabadulást vált ki az SR-ből. 27.ábra



27. ábra: A vázizomsejtek elektromechanikai kapcsolata

Forrás: http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0019_1A_Elettani_alapismeretek/0019_1A_Elettani_alapismeretek.pdf.

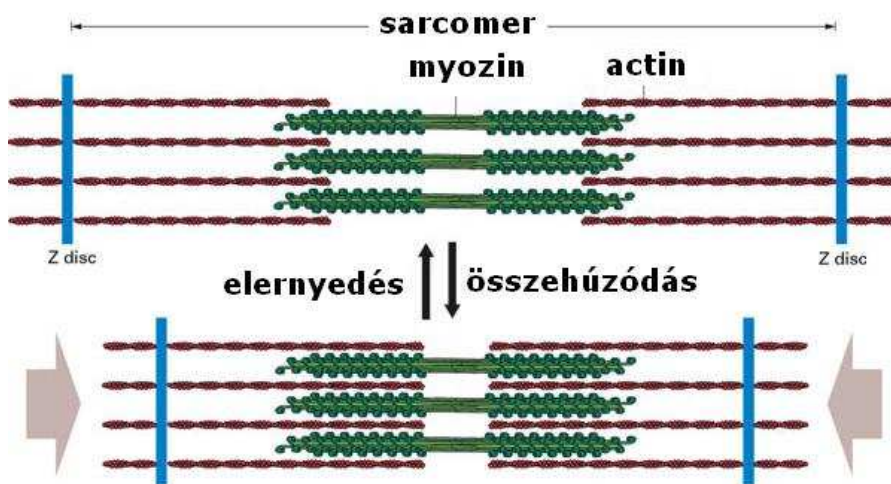
A hosszú, henger alakú izomsejtek felszíni membránja a sejt belseje felé betüremkedéseket, ún. T- (transzverzális) tubulusokat hoz létre. A T-tubulusok a szarkoplazmatikus reticulummal triád struktúrát alkotnak. A T-tubulus membránján végighaladó akciós potenciál a membránban elhelyezkedő fehérjék konformációváltozása révén Ca^{2+} felszabadulást vált ki az SR-ből.



5.4.1 A mechanikai válasz

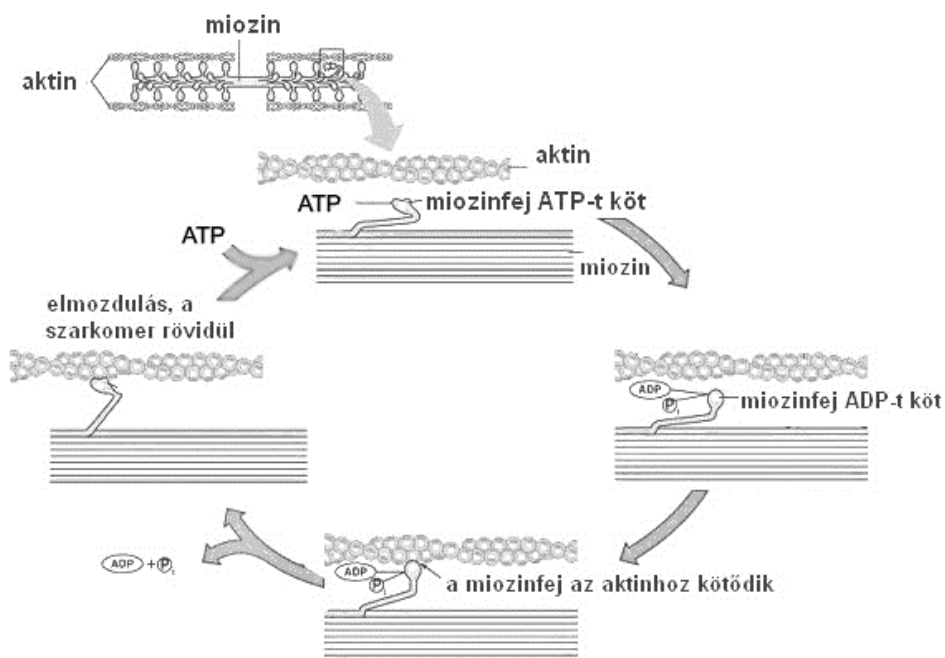
Az izomsejtek kontraktilis fehérjéi az aktin és a miozin. Nyugalomban (az izom elernyedett állapotában) a két fehérje közötti kapcsolat kialakulását egy szabályozó fehérje, a troponin akadályozza. Amikor megemelkedik a Ca^{2+} koncentráció, a troponin egyik alegységéhez Ca^{2+} kötődik, ami konformáció-változást okoz. Ennek eredményeként az aktin miozinkötő helye szabaddá válik és létrejöhet a két fehérje kapcsolata. A folyamat ATP-ben raktározott energiát igényel, az ATP-t a miozin bontja enzimatikusan. Az aktin és a miozin közötti kapcsolat egy-egy összehúzódás során többször kialakul és megszűnik, közben az aktin elcsúszik a miozin mentén (sliding mechanizmus). Minden izomsejtnek van optimális hossza, amikor a legnagyobb erő kifejtésére képes. Ez a csúszó-filamentum elmélet szerint jól értelmezhető, hiszen az összehúzódás ereje az izom működési egységében a sarcomerben kialakuló keresztkötések számával arányos. **28-29. ábra** Ha túlnyújtjuk az izomrostot kevés keresztkötés alakul ki az aktin és miozin filamentumok között. Ha túlságosan összehúzzuk az izmot, két aktin filamentum egymásra csúszhat, a keresztkötések száma csökken, így az izomerő is. Az optimális tartomány tehát relatíve kicsi. Ez a kar esetében azt jelenti, hogy a maximális erő kifejtésére a m. biceps brachii úgy képes, ha az alkar és a felkar derékszöget zárnak be egymással. Nyújtott kar esetén a biceps túlnyújtott, a kézben lévő tárgy megemelése nehezebb. Egyszerűsítve azt mondhatjuk, hogy az izmot nyugalmi hosszához képest kb. 40%-kal lehet rövidíteni, és kb. 60%-kal nyújtani. **30. ábra**

A relaxáció (elernyedés) feltétele az, hogy ismét alacsony legyen a citoplazmatikus Ca^{2+} koncentráció. Ezt az SR hosszanti elemének membránjában lévő Ca^{2+} pumpa biztosítja, ami ATP felhasználása mellett visszavételezi a Ca^{2+} ionokat a raktárakba. Izommunka kapcsán az ATP-szint nem változik, mivel a felhasznált ATP a kreatinfoszfát raktárból pótlódik. A sejtanyagcsere által termelt energia nagyenergiájú kötések formájában kreatinfoszfátba épül be, a kreatinfoszfát pedig átadja foszfátcsoportját az ADP-nek, ami így ATP-vé alakul. Az izomműködés során a felszabaduló energia egy része hővé alakul. Ennek nagy jelentősége van a hőszabályozásban, a hideg ellen védő mechanizmusok között kitüntetett jelentősége van az izomzat hőtermelésének.



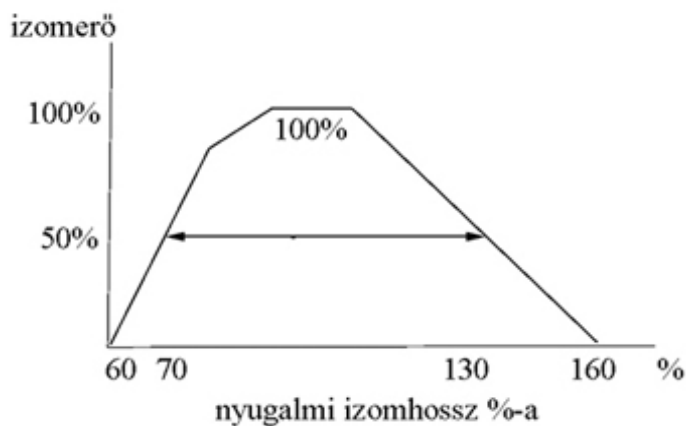
28. ábra: Az izomsejtek kontraktilis fehérjéi

Forrás: <http://anatomia.uw.hu/ora-024/ora-024.htm>



29. ábra: Sliding mechanizmus a kontraktilis fehérjék elcsúszása

Forrás: <http://tamop-sport.ttk.pte.hu/tananyagfejlesztés/mozgásszabályozás/01>



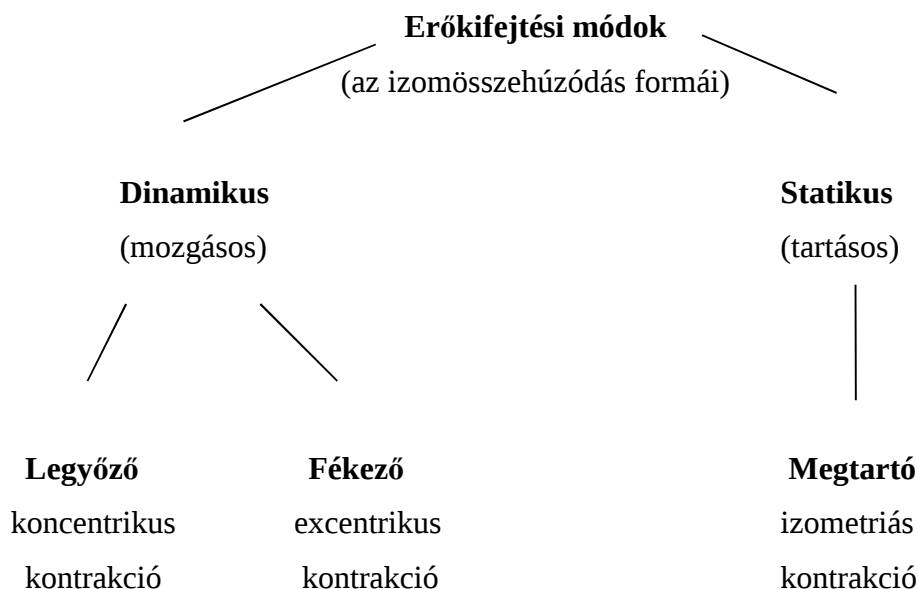
30. ábra: Az izom mozgásterjedelme nyugalmi hosszához képest

Forrás: http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0025_Csoknya_Maria-Wilhelm_Marta-A_sportmozgasok_biolgiai_alapjai_I/ch05s02.html

Funkcionális szempontból az izom soros és párhuzamos egységekre bontható. A párhuzamos egységeket könnyű belátni, hiszen az izomrostok lefutása valóban párhuzamos, és mint korábban említettük összehúzódásuk nem feltétlenül összehangolt. Az izom sorosan kapcsolt egységei egyrészt az ín-izom-ín szerkezet, másrészt az ín-kötőszövet-ín működési egység, amelyek elasztikusak.

5.4.2 Az izomösszehúzódás formái

Az akciós potenciál által kiváltott izomösszehúzódást rángásnak, vagy kontrakciónak nevezzük. A nem akciós potenciál által kiváltott, tartós feszülési állapot a kontraktúra. Az izom mechanikai válasza izotóniás vagy izometriás formában nyilvánulhat meg. Izotóniás összehúzódás során az izom megrövidül, miközben feszülési állapota, tónusa nem változik. Izometriás összehúzódás jön létre, ha az izom két végpontját rögzítjük, így az izom hossza nem változik, de a feszülése fokozódik. **31. ábra**



31. ábra: Az izomműködés mechanikai szempontjai

Forrás: http://www.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/atfk/tematikak/TESTNEVELES_TAN_SZ_EK/_szakaly_zsolt_csatlolható_dok/izommukodes_elettana.doc.

Az edzésmélet más módon is csoportosítja az erőedzéseket. Az izotóniás munkát *dinamikus*, az izometriást pedig *statikus munkaként* is emlegeti. A dinamikus edzést további két csoportra bontják.

A **koncentrikus edzés** az izom megrövidülésekor (izom rövidülés közben az ín is megfeszül kissé) zajlik. Ilyen pl. egy kézi súlyzó megemelése.

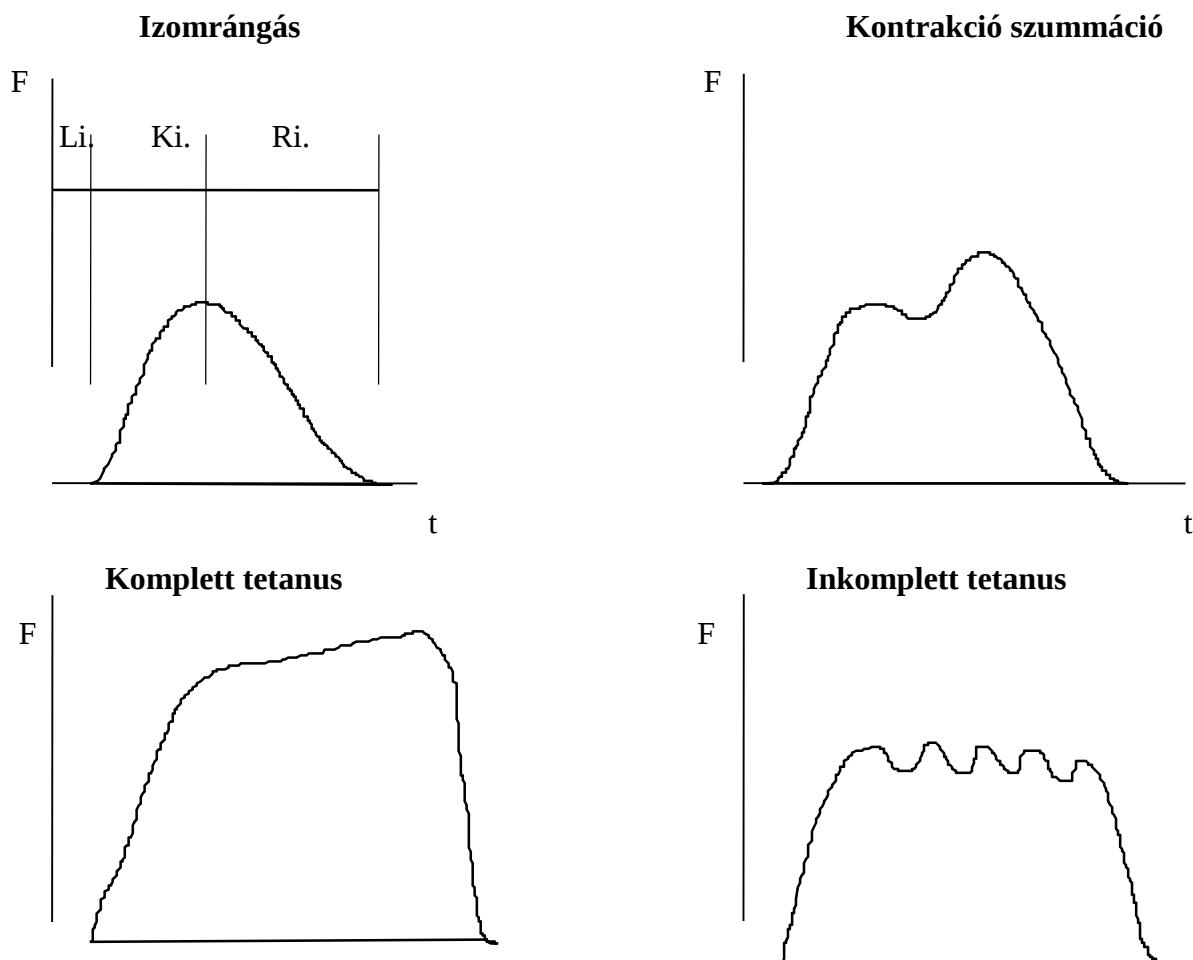
Az **excentrikus erőedzés** az izom megnyúlásakor történik. Ez történik pl. a kézi súlyzó lassú leengedésekor. Az ellenő nagysága miatt nemcsak megnyúlik az izom, hanem az ín további feszülése tapasztalható. A koncentrikus és excentrikus erőedzés együttese sokkal hatékonyabb az izomerő fejlesztése szempontjából, mint az egyszerű koncentrikus edzésmódszerek.

A robbanékonyság fejlesztésére használatos az ún. **pliometriás edzés**. Azokban a sportágakban használják, ahol a hirtelen ugrások, megállások befolyásolják a teljesítményt. Edzésmódszerként az állóhelyből végrehajtott ugrások, „mélybeugrások” stb. használatosak.



5.4.3 Izomműködés alapjelenségei

- **Izomrángás:** egyszeri inger hatására történő összehúzódás (ingerküszöb → inger szummáció).
- **Kontrakció- szummáció:** szupramaximális erősségű inger az előző inger által okozott kontrakciós hullám felszálló ágának megfelelő periódusban megismétljük, a kapott kontrakció amplitúdója nagyobb lesz, mint az egyetlen ingert követő kontrakcióé.
- **Komplett tetanus:** megfelelő intervallumokban alkalmazott szupramaximális inger (ingersorozat) fenntartott kontrakció szummációt eredményez → **tetanus**. A kontrakciós görbe teljesen összeolvadt vonalat képez.
- **Inkomplett tetanus:** kisebb frekvencia mellett a kontrakciós görbén kisebb nagyobb hullámok jelzik a nem teljesen fuzionált kontrakciót. **32.ábra**



32. ábra: Izomműködés alapjelenségei

Li.: a látencia idő.

Ki.: a kontrakció ideje.

Ri.: a relaxáció ideje.

Forrás: http://www.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/atfk/tematikak/TESTNEVELES_TANSZEK/szakaly_zsolt_csatolhato_dok/izommukodes_elettana.doc.

Izomteljesítmény:

- **Quantalis szummáció** (mennyiségi összegzés): az izomműködés intenzitásának növelésével egyre több motoros egység kapcsolódik be a mozgásba.



- **Kontrakció szummáció** (hullámösszegzés): a mozgatóegységben végigfutó ingerületek számának növelése.
- Ezt a két lehetőséget a szervezet nem egymás után, hanem egyszerre veszi igénybe.

5.4.4 Az izom- erő kifejtést befolyásoló tényezők:

- Az életkortól és a nemtől.
- A rostok vastagságától és vérellátásától.
- A működő izmok hosszától.
- A résztvevő ME. számától (ME.: motorikus egység).
- Az impulzusok sűrűségétől, szinkronizációjától.
- Az erő kifejtés idejétől.
- A mozgósítható energia mennyiségétől.
- A megmozgatott súly nagyságától és az ellenállás nagyságától.
- A rostok összetételétől.
- Az impulzusok nagyságától és erejétől.

5.4.5 Motoros egység: az izomrost és a hozzá kapcsolódó mozgató neuron.

Az izomműködést közvetlenül a központi idegrendszer irányítja. (gerincvelő mellső sarvi mozgató neuron → neuromuscularis synapsys → izomrost).

Az emberi szervezetben nem az egyes izmok, hanem különböző izomcsoportok együttműködve hajtják végre a mozgásokat:

- **Agonista izmok:** közvetlenül a mozgást végzik.
- **Szinergista izmok:** a mozgás létrejöttét teszik lehetővé.
- **Antagonista izmok:** a mozgást végző izmokkal ellentétesen működnek.



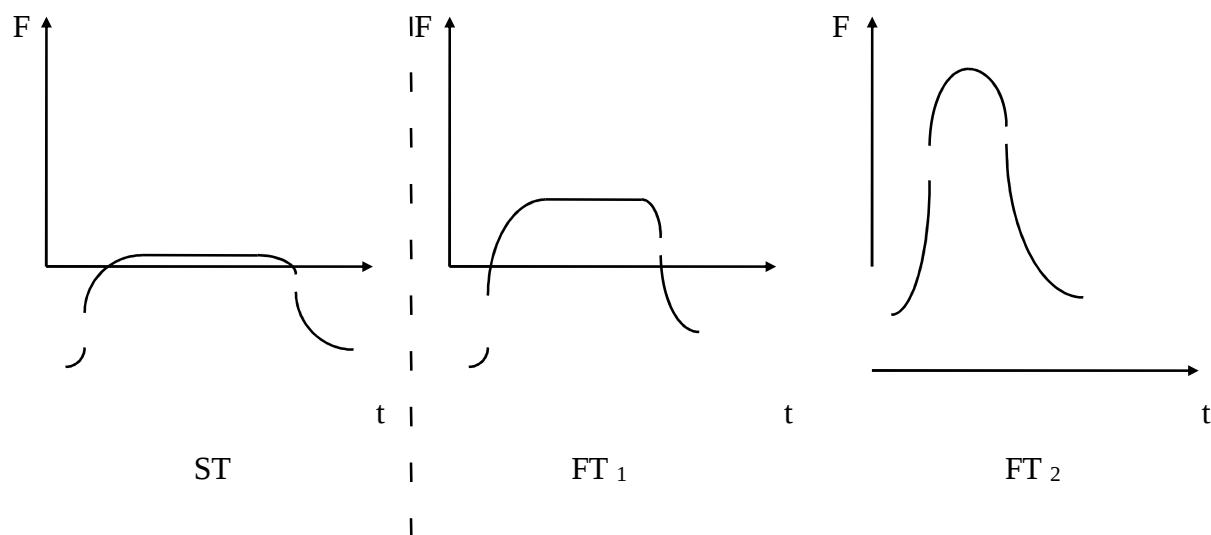
5.4.6 Az izomrosttípusok jellemzői

Háromféle izomrosttípus ismert: **lassú rost** (I-típus) és **kétféle gyors rost** (IIa és IIb). Hogy kinek milyen arányban és mennyiségben tartalmazza szervezete az egyes rostfajtákat, az a genetikától függ, azaz attól, hogy mit örökölt szüleitől, nagyszüleitől. Az edzésekkel izomrostjaink számát nem (vagy csupán elenyésző mértékben) lehet gyarapítani, csak az izomrostok térfogatát lehet növelni. Megfigyelések bizonyítják, hogy azokból lesznek a jó hosszútávfutók, akik legalább 90 %-ban lassú izomrostot örököltek. Erre az izomfajtára ugyanis jellemző, hogy rendkívül ellenálló, viszont gyors és nagy erejű összehúzódásra képtelen, emellett térfogata nagyon nehezen növelhető, kevés szénhidrátot tud csak raktározni. Ezzel ellentétben a sprinterek rostösszetétele legalább 90 %-ban gyors rostból áll. Ez az a típus, amelynek térfogata a megfelelő edzés módszerrel látványosan növelhető, nagyon gyorsan és nagy erővel képes összehúzódni, viszont hamar elfárad. A rosttípusok abban is eltérnek egymástól, hogy az összehúzódáshoz szükséges energiát más forrásból nyerik. Az alábbi táblázat összefoglalja az izomrostok legfőbb biokémiai és működési tulajdonságait. **3-4. táblázat, 33. ábra**

3. táblázat: Izomrosttípusok összehasonlítása I.

	ST (lassú, oxidatív)	FT ₁ (gyors, oxidatív, glikolitikus)	FT ₂ (gyors, glikolitikus)
Mitokondrium tartalom	nagy	kicsi	kicsi
Protoplaszma mennyiség	nagy	kicsi	kicsi
Vastagság	kicsi	nagy	nagy
Szarkoplazmatikus reticulum Ca ²⁺ felvevő és leadó képesség	kicsi	közepes	nagy
Mitokondriális oxidatív anyagcsere	nagy	közepes	kicsi
Mitokondriális glikolitikus anyagcsere	kicsi	közepes	nagy
Kontrakció sebesség	kicsi	nagy	nagy
Fáradékonyság	kicsi	közepes	nagy

Forrás: http://www.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/atfk/tematikak/TESTNEVELES_TAN_SZEK/szakaly_zsolt_csitolható_dok/izommukodes_elettana.doc.


33. ábra: Az izomrostok fajtái és működésük inger hatására

Forrás: http://www.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/atfk/tematikak/TESTNEVELES_TAN_SZEK/szakaly_zsolt_csitolható_dok/izommukodes_elettana.doc.

4. táblázat: Izomrosttípusok összehasonlítása II.

Rosttípus	Gyors (Ia)	Gyors (Iib)	Lassú (I)
Primer energiaforrás	Glikogén Glükóz	ATP Kreatin-foszfát	Glikogén Glükóz Zsír Fehérje
Energia-szolgáltatás	Laktacid	Alaktacid	Oxidatív
Aktivitás	Rövid, (max 2–4 percre tartó), magas intenzitású mozgásformák	Minden mozgás elindítása (30 sec)	Hosszú ideig tartó mozgásformák
Edzettségi komponens	Izom-állóképesség	Izomerő	Szív- és érrendszeri állóképesség
Izommunkát limitáló faktorok	Tejsav-felhaldoklás Izom-savasodás	ATP-hiány Kreatin-foszfát-hiány	Glikogén-hiány
Lehetséges edzettségi mutató	Nő az izomglikogénraktározó-képesség Nő a vér-tejsavkapacitás	Izomtömeg növekedés Nő az izom ATP és kreatin-foszfát ellátottsága	Javul az oxigén-transzport Gyorsul a zsír-mobilizáció

Forrás: http://www.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/atfk/tematikak/TESTNEVELES_TAN_SZEK/szakaly_zsolt_csatolható_dok/izommukodes_elettana.doc.

Izomtípusok

Vázizmaink általában kevert rostspektrummal jellemezhetők, de vannak zömmel tetanikus rostokat tartalmazó izmaink (pl. a m. sartorius), ill. dominálónan „vörös” izmok (pl. hasizmok, hátizmok). A vázizomzat megfelelő energetikai állapota csak kielégítő vérellátás és légzés mellett valósulhat meg, a megfelelő fizikai teljesítmény pedig az idegi és a hormonális szabályozás adekvát működését is igényli.

5.4.7 Az izmokat hatásuk és funkcióik irányára szerint csoportosítás:

1. hajlító (flexor),
2. feszítő (extenzor),
3. közelítő (adduktor),

4. távolító (abduktor),
5. forgató (rotátor) izmokról.

5.4.8 Az izom működésének lehetőségei:

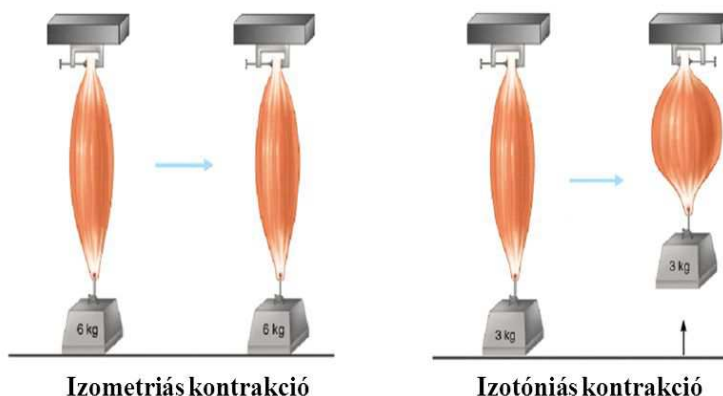
Az izom kis ellenerővel szemben működik. Az izom megrövidül (sarcomer rövidül az aktin és a miozin filamentumok egymásba csúszásának következményeként). Ebben az esetben az izom párhuzamosan kapcsolt egységei (kontraktilis rész) működnek a többi passzívan követi azokat. Ezt nevezzük **izotóniás összehúzódásnak**. Az izom tónusa nem változik, csak a hossza (ellenerő < izomerő).

Az izom nagy ellenerővel szemben működik. Fiziológias körülmények között ez az ellenerő nagyobb, mint az izom saját ereje (izomerő < ellenerő). Bár az izomrostok itt is rövidülnek, az izom nem lesz rövidebb a soros (elasztikus) elemek miatt. Az inak és a kötőszövet megfeszül, emiatt rövidülés nem látszik. Ezt **izometriás működésnek** nevezzük, amely lehet pl. egy zongora megemelésének kísérlete. **34.ábra**

Izometriás kontrakció: az izom hossza nem változik, csak a feszülése.

Izotóniás kontrakció: az izom feszülése nem változik, csak a hossza.

Auxotóniás kontrakció: az izom hossza és feszülése is változik.



34. ábra: Izom működésének lehetőségei

Forrás: <http://docplayer.hu/4212290-Gimnasztika-dr-konczos-csaba-nyme-gyor.html>



Az *élettani és edzéseméleti fogalmak* nem teljesen egyeznek meg az izotóniás, ill. izometriás edzés esetében. Erőfejlesztésről csak akkor beszélhetünk, ha az izomerő a mozgás hatására nő. Így a saját alkar ellenállásával szembeni izommunkát, ami valódi izotóniás erő kifejtés, csak rehabilitációban használják. Más esetekben a kis ellenerővel szemben nagy ismétlésszámban végzett izommunkát tekintik az edzésemélet izotóniásnak.

Az **izometriás erőfejlesztés** során pedig az általunk nem mozgatható tárgyakkal (ellenerő nagyobb, mint az izomerő) végzett munkát nem tekintik erőfejlesztésnek.

Izometriás izommunkáról akkor beszélünk, ha a nagy ellenerőt kis ismétlésszámmal mozgatjuk. Újabban az erő edzéseknél izometriás edzésmódszer az is, ha az egyén kezébe olyan súlyokat adunk, melyek megemelésére nem volt képes, megtartására esetleg igen. Ebben az esetben az izom elasztikus rendszere extrém nagy munkának van kitéve. Gyakran előfordul azonban, hogy az egyén nem tudja megtartani az adott súlyt. Ebben nagy szerepe van az ínorsónak. Ilyen esetekben ugyanis az ínorsó feladata az izom védelme a sérüléstől.

5.4.9 A szívizomsejtek jellemzői

Kamrai munkaizomrostok akciós potenciáljára a gyorsan kialakuló és hosszú ideig fennálló depolarizáció jellemző. A kamrai munkaizomrostok akciós potenciáljának felszálló szárát a feszültségfüggő nátrium csatornák aktiválódása hozza létre. A nátrium csatornák inaktiválódása a tranziens kálium és klorid csatornák aktiválódásával együtt gyors repolarizációhoz vezet, majd az akciós potenciálnak ún. plató fázisa alakul ki. Ennek létrejöttéért a feszültségfüggő kalcium csatornák aktiválódása a felelős. Nyugalomban a sejt intracelluláris kalciumkoncentrációja alacsony, a troponin megakadályozza az aktin és a miozin kapcsolódását. A szívizomsejt felszíni membránján végigfutó akciós potenciál alatt feszültségfüggő kalciumcsatornák aktiválódnak és Ca^{2+} ionok lépnek be az intracelluláris térbe. A szívizomsejt belső kalciumraktárának, a szarkoplazmatikus reticulumnak (SR) a membránjában kalciumfüggő kalciumcsatornák (rianodin receptorok) vannak, melyek az akciós potenciál alatt belépő Ca^{2+} ionok hatására megnyílnak. A kalcium ionok kötődve a troponin nevű regulatórikus fehérjéhez, lehetővé teszik az aktin és a miozin kapcsolat



kialakulását. A relaxációt az intracelluláris kalciumkoncentráció csökkenése hozza létre. A kontrakció molekuláris mechanizmusa megegyezik a vázizomnál leírtakkal. Az aktin-miozin kapcsolatot itt is a troponin szabályozza. Az akciós potenciál időtartama nagyságrendekkel haladja meg a neuronális spike időtartamát. A mechanikai válasz időtartama viszont alig lépi túl a relatív refrakter periódus időtartamát, emiatt a rángások nem szuperponálhatók, a szívizom nem tetanizálható.

5.4.10 A simaizom és a szívizom működése

Simaizom jellemzői:

- Lassú, minimális energiafogyasztással járó fenntartott kontrakcióra képes. Nem fáradékony. Tetanizálható.
- Vegetatív beidegzésű.
- Orsó alakú sejtek, egyetlen sejtmaggal.
- Működés szempontjából két csoportra oszthatók:
 - Viscerális vagy unitárius: az izomsejt intrinsic (nyújtás hatására) ingerületi folyamata váltja ki → az ingerület végigterjed a simaizom egész kötegén, a teljes izom úgy viselkedik, mintha egyetlen sejtből állna.
 - Pl.: gyomor- bélcsatorna, ureter, húgyhólyag, uterus, arteriolák és venulák simaizomzata.
- Multi- unit simaizom: ezek a harántcsíkolt izmokhoz hasonlóan motoros egységekbe tömörülnek.
 - Pl.: a nagyartériák simaizmai, pilomotor apparátus.
- **Szabályozás:** vegetatív idegrostok beidegzése alatt állnak.
 - Az izom nyújtásának a hatása: az üregek falában elhelyezkedő simaizmok nyújtása a sejtmembrán depolarizációját váltja ki → tónusos / fenntartott / kontrakció jön létre).



- Vegetatív mediátorok hatása: cholinerg (parasympathicus → acetylcholin → serkentés) és adrenerg (sympathicus → noradrenalin (adrenalin) → gátlás vagy serkentés) ingerület átvivő anyagok.
- Az ingerület az ún. neuromuscularis synapsison keresztül tevődik át az izomzatra.

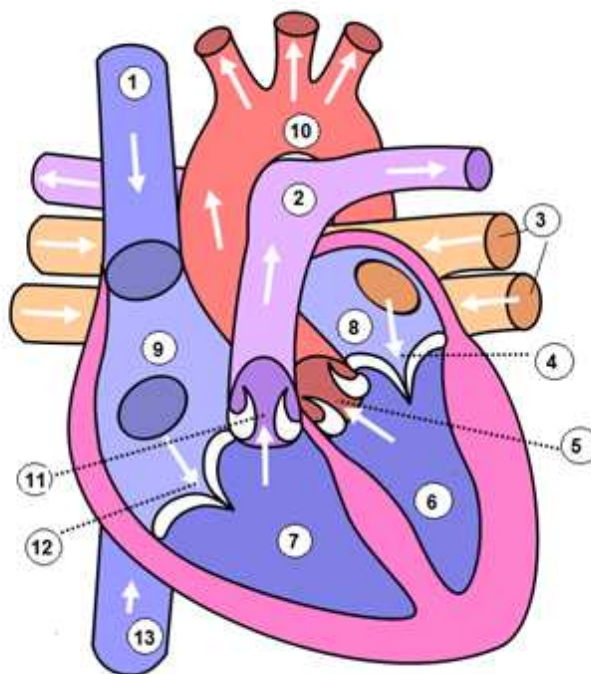
Szívizom jellemzői:

- Harántcsíkolt izomrostokból áll. Nem fárad el. Nem tetanizálható.
- Automácia → a teljesen denervált (idegétől megfosztott) szív megfelelő körülmények között ritmusosan húzódik össze.
- Vegetatív rostok beidegzése módosíthatja az automáciát (n. vagus → tachycardia és bradycardia).

A kontrakció aktiválásában itt is szerepet játszanak a kalciumionok. A Ca^{2+} kalmodulinhoz (egy kalciumkötő fehérjéhez) kapcsolódva aktiválja a miozinkináz nevű enzimet, amely foszforilálja a miozint. A miozin foszforilált állapotban képes ATP-bontásra, ez indítja be a sliding mechanizmust. A simaizomban nincs troponin, a szabályozás a miozin szintjén valósul meg. Az aktin és a miozin szintjén zajló biokémiai események megegyeznek a vázizomnál leírtakkal. A különbség az, hogy az aktin és a miozin nem mutat olyan periodikusan ismétlődő térbeli elrendeződést, mint a harántcsíkolt izmoknál.

5.5. A szív működés élettana

A szív 4 üregre tagolódik: bal pitvar (8), jobb pitvar (9), bal kamra (6), jobb kamra (7). A bal kamrából indul ki a nagy vérkör legnagyobb verőere, az aorta (10). A jobb kamrából ered a truncus pulmonalis (2), amely rövid lefutás után arteria pulmonalisokra oszlik. A jobb pitvarba szájadzanak a nagy vérkör fő gyűjtő erei, a vena cava superior (1) és a vena cava inferior (13). A kis vérkör 4 vénája (3) a bal pitvarba ömlik. (35.ábra)



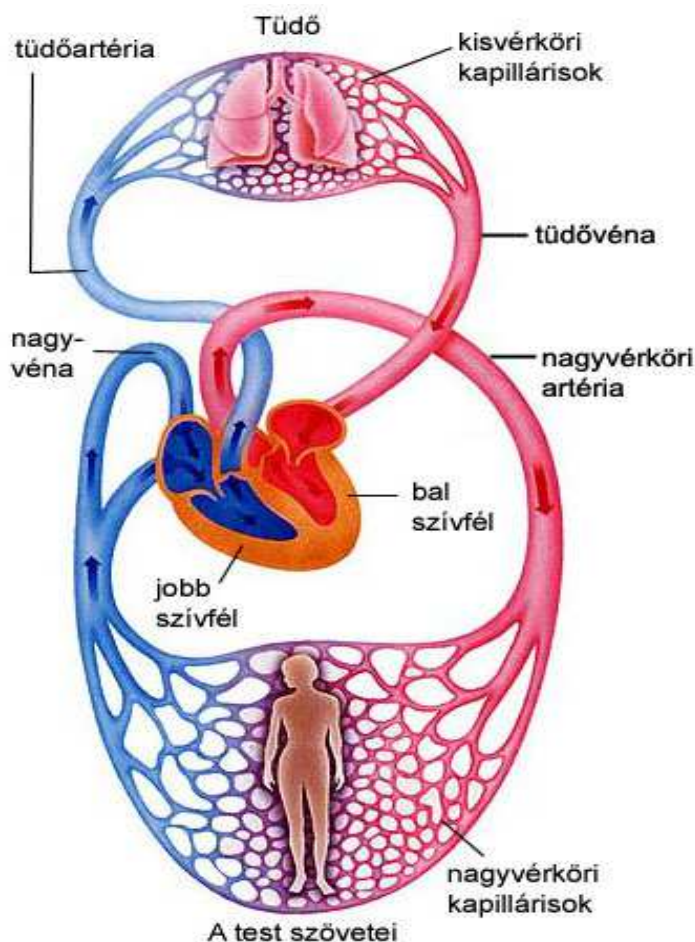
35. ábra: A szív üregei és a hozzájuk kapcsolódó nagyerek

Forrás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0019_1A_Elettani_alapismertek/ch03s02.html

- bal pitvar
- jobb pitvar
- bal kamra
- jobb kamra

A **kisvérkör** a szívet és a tüdőt köti össze egymással. A szív jobb kamrájából indul a tüdőverőérrel, ahonnan a szén-dioxidban gazdag vért szállítja a tüdők felé, a tüdőben az ágak a hörgőket kísérik, majd a légelhólyagocskák felszínén megtörténik a gázcsere, és a négy tüdővénán keresztül visszajut a szív bal pitvarába, ahol már az oxigénben gazdag vér folytathatja az útját a bal kamra felé, ahonnan a **nagyvérkör** indul.

A bal kamrából indul ki az aorta. A jobb kamrából ered a truncus pulmonalis, amely rövid lefutás után arteria pulmonalisokra oszlik. A jobb pitvarba szájadzanak a vena cava superior és a vena cava inferior. A kis vérkör 4 vénája a bal pitvarba ömlik. **36. ábra**

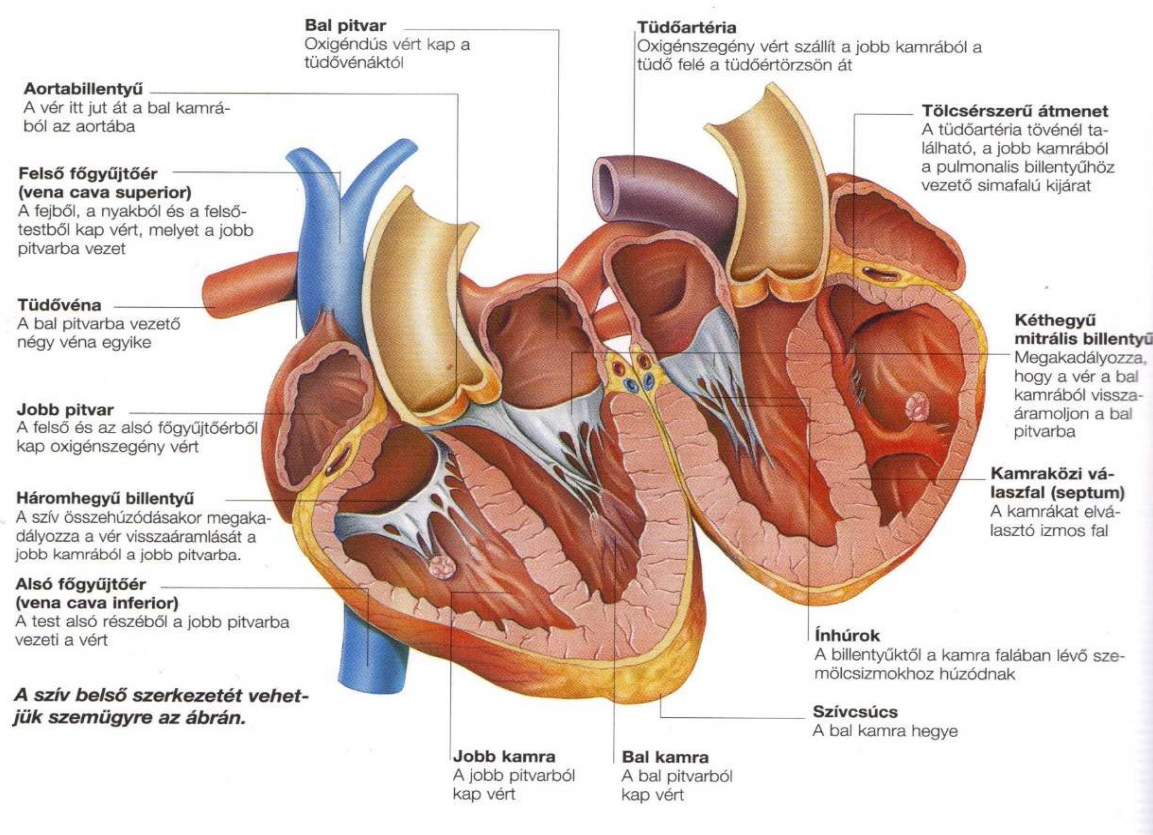


36. ábra: szív és a vérkörök

Forrás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0019_1A_Elettani_alapis_meretek/ch0_3s02.html

A szív falát a **szívizomzat (myocardium)** alkotja. Az izomsejtek egymással az Ebert vonalakon keresztül működési egységet (funkcionális szincíciumot) alkotnak, ami azt jelenti, hogy a sejtek közötti alacsony elektromos ellenállású kapcsolatokon keresztül az ingerület sejtről-sejtre terjedhet. A belső réteg a **szívbelhártya (endocardium)**. A pitvarok és a kamrák

között vitorlás billentyűk vannak, a baloldalon **kéthegyű (bicuspidalis)**, a jobb oldalon **háromhegyű (tricuspidalis)** billentyűk találhatók. Fiziológiás körülmények között a vér csak a pitvarok felől áramolhat a kamrák irányába. A kamrák és a nagy erek között **félhold alakú (semilunaris)** billentyűk találhatók, melyek zsebként zárják el a visszafolyás lehetőségét. A szívet kívülről a szívburok (pericardium) fedi. **37. ábra**



37. ábra: Az emberi szív felépítése

Forrás: <http://bioszkemia8a.webnode.hu/biologia/biologia-letoltesek/>

A szív működése ciklikusan ismétlődik. A szív ciklus során a két pitvar, ill. a két kamra alternálva elernyed és összehúzódik. A kamrák egy-egy összehúzódás során meghatározott térfogatot, ún. verő- vagy pulzustérfogatot továbbítanak a periféria felé. Az összehúzódást **szisztolénak**, az elernyedést **diasztolénak** nevezzük.



A kamrák által percenként kilökött vérmennyiség a **perctérfogat**, amely a pulzustérfogatnak és a szívfrekvenciának a szorzata.

Nodális szövetnek nevezett struktúra található a **szinusz csomóban** illetve az **atrioventrikuláris (AV) csomóban**. Közös jellemzőjük, hogy spontán ingerképzésre képesek (pacemaker sajátság). A pacemaker sejtek ingerképzése biztosítja a szív **automáciáját**, vagyis azt a képességét, hogy idegi behatásoktól függetlenül is működőképes. Az emberi szív elsődleges ingerképző központja a jobb pitvar falában található szinusz csomó (SA csomó). Intrinsic aktivitása kb. 100 ingerület/perc, de a folyamatosan érvényesülő paraszimpatikus hatás a nyugalmi frekvenciát 70 ingerület/perc körüli értéken tartja. A szinusz csomóban keletkezett akciós potenciál a pitvarokban sejtről-sejtre terjed, így jut el az atrioventricularis (AV) csomóba, melynek az intrinsic frekvenciája kisebb (50-60 ingerület/perc). Az AV csomó feladata az ingerület továbbítása a kamrai ingerületvezető rendszerre, melynek részei a His köteg, a Tawara szárok és a Purkinje rostok. A kamrai ingerületvezető nyaláb is rendelkezik pacemaker aktivitással, de a frekvencia (30-40 akciós potenciál/perc) nem elegendő a minimálisan szükséges perctérfogat biztosításához. A Purkinje rostokról az ingerület a kamrai munkaizomrostokra tevődik át.

- **A szív működés szabályozása**
- **Vegetatív szabályozás**

A szívfrekvencia szabályozása (chronotrop hatások)

A szinuszcsomó intrinsic frekvenciája magasabb (kb. 100/perc), mint az in vivo megfigyelhető érték. Ez azt mutatja, hogy a szíven folyamatosan észlelhető egy vagus tónus, azaz a szívet beidegző paraszimpatikus idegek aktivitása folyamatos gátló hatást fejt ki az ingerképző központra. A jobb n. vagus a szinuszcsomót, a bal az atrioventricularis csomót innerválja. A vagus tónus a nyúltvelői szívgyátló area (depresszor központ része) aktivitásából származik, amely folyamatos stimulációt kap a keringési szervrendszer magasnyomású részein található baroreceptorokból (sinus caroticus és sinus aorticus).

A szimpatikus aktivitás frekvencianövelő hatása β_1 receptorok aktiválásán keresztül valósul meg, nő a szívfrekvencia (egységnyi idő alatt több akciós potenciál keletkezik).



Az ingerlékenységre kifejtett (bathmotrop) hatások

A paraszimpatikus idegek aktivitásának növekedése a nodális szövetek ingerlékenységét csökkenti (hiperpolarizáló hatás miatt). A szimpatikus hatások pozitív bathmotrop hatást fejtenek ki a depolarizációs tendencia erősítésével, a diasztolés depolarizációt kiváltó, befelé irányuló áramok nagyságának növelésével.

Az ingerületvezetés sebességére kifejtett (dromotrop) hatások

Az ingerületvezetés sebessége szíven belül paraszimpatikus túlsúlyban jelentősen lecsökkenhet. Ennek egyik oka a n. vagus AV csomón érvényesülő hatása. Extrém esetben a megnövekedett vagus tónus szívblokkot eredményezhet.

A szimpatikus aktivitás általánosan fokozza a vezetési sebességet, mivel nő az akciós potenciálok felszálló szárának meredeksége. A n.vagus emberi szíven nem idegzi be a kamrákat, azok csak szimpatikus beidegzést kapnak.

A szimpatikus neurotranszmitterek fokozzák a feszültségfüggő kalciumcsatornák vezetőképességét β_1 receptorok aktiválásán keresztül, nő a kalciumbelépés, hatékonyabbá válik az elektromechanikai kapcsolat.

- **Humorális szabályozás**

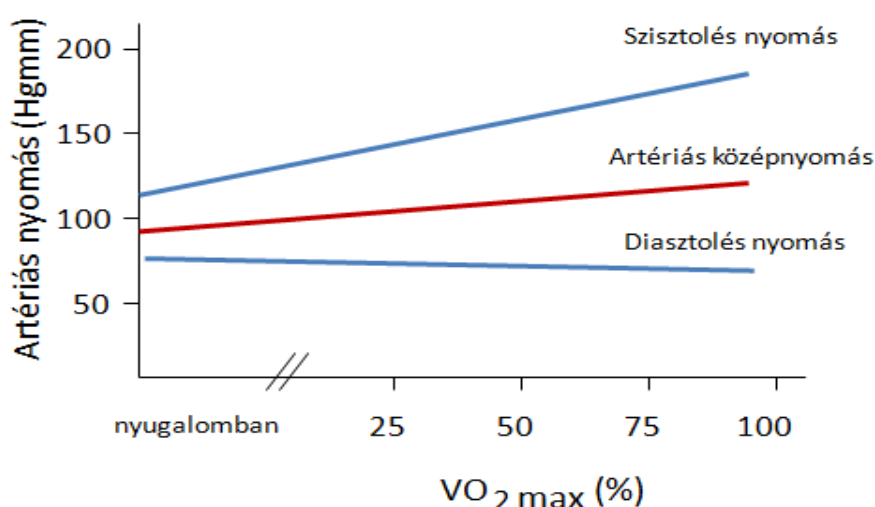
A vérben keringő adrenalin a szívből található β_1 receptorokhoz kötődve pozitív trophatásokat vált ki. Nyugalmi körülmények között a vér adrenalin tartalma elhanyagolható, de szimpatikus izgalmi állapotokban a mellékvese velőállományából felszabaduló adrenalin koncentrációja elegendő a pozitív trophatások kialakításához.

A pajzsmirigy T_3 és T_4 hormonja permisszív hatás révén fokozza a katecholaminok (pl. adrenalin) hatását. A permisszív hatás alapja az, hogy a pajzsmirigy hormonok hatására fokozódik a β_1 receptorok expressziója a szívízomban.

A mellékvesekéreg glükokortikoid hormonjai ugyancsak permisszív hatás révén, ill. a szívízom anyagcseréjén keresztül hozzájárulnak a perctérfogathatóság fokozódásához.

5.5.1 V.1. A keringési szervrendszer alkalmazkodása a fizikai munkavégzéshez

Fizikai munkavégzés során a terheléssel arányosan nő az artériás középnyomás. Az artériás középnyomás növekedéséért a szisztolés nyomás növekedése a felelős, miközben a diasztolés nyomás még csökkenhet is. **38. ábra** Az oxigénfogyasztás mértéke a terhelés mértékével arányos.



38. ábra: Az artériás vérnyomásértékek változása a fizikai munkavégzés intenzitásának függvényében

Forrás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0019_1A_Elettani_alapismeretek/ch05s02.html

Az artériás vérnyomást a perctérfogat és a perifériás ellenállás határozza meg. A keringési perctérfogat a munkavégzés intenzitásával arányos mértékben nő: a nyugalmi kb. 5 l/perces értékről 25-35 l/percre is nőhet.

A fizikai munka szimpatikus izgalmat vált ki, nő a vérben keringő adrenalin mennyisége. Az adrenalin a szíven pozitív kronotróp hatást vált ki, azaz nő a szívfrekvencia. A szívfrekvencia növekedése csak bizonyos határig (kb. 180/perces értékig) növeli a perctérfogatot. 180/perc feletti szívfrekvencia mellett annyira lecsökken a kamratelődés ideje, hogy a frekvencia



növekedése pulzustérfogat csökkenést okoz, így további frekvencianövekedés már nem fokozza a perctérfogatot.

Edzetlen egyénen azonos intenzitású fizikai munka nagyobb frekvencia-növekedést okoz, mint edzett egyénen. Edzetlen egyén a fizikai munkához elsősorban frekvencia-növekedéssel alkalmazkodik.

A fizikai munkavégzéshez való alkalmazkodásban a pulzustérfogat növekedésének is szerepe van. A szimpatikus aktivitás fokozódásának részeként venokonstriktó is fellép a szisztémás keringésben, ami fokozza a vénás beáramlást, ezt pedig a Starling mechanizmus aktiválódása (az összehúzódás ereje függ az izomrostok egységeinek, a szarkoméráknak a kezdeti hosszától, az izom passzív feszülésétől) kíséri. A végdiasztolés térfogat növekedése fokozza kontrakciós erőt, amihez hozzájárul a szimpatikus idegrendszer pozitív inotróp hatása is, tehát nő a pulzustérfogat.

Edzett egyén a fizikai munkához elsősorban a pulzustérfogat növekedésével alkalmazkodik, kisebb mértékben nő a szívfrekvencia, mint edzetlen egyén esetében. A fizikai aktivitás a működő vázizomzatban jelentős mértékű vazodilatációt okoz, csökken a perifériás ellenállás, ami a diasztolés nyomás csökkenésében nyilvánul meg. A pulzusnyomás tehát nő, ennek ellenére az artériás középnyomás emelkedik, mert a szisztolés nyomás nagyobb mértékben fokozódik, mint amilyen mértékben csökken a diasztolés nyomás. A keringési paraméterek változását a környezeti hőmérséklet is befolyásolja.

.

A perctérfogat redisztribúciója

A perctérfogat fokozódása mellett annak újra elosztódása (redisztribúciója) is bekövetkezik a fizikai munkavégzés során. A koronáriákon átáramló vérmennyiség a mindenkori perctérfogat 5%-át teszi ki, azaz a megnövekedett perctérfogat megnövekedett koronária átáramlást eredményez. **39. ábra** Az áramlásfokozódásban a koronáriákban bekövetkező vazodilatációnak van jelentősége, melynek hátterében a szimpatikus idegrendszer aktivitásának fokozódása és az anyagcsere rátájának emelkedése áll.



39. ábra: A koronária átfolyás változása munkavégzés alatt

Forrás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0019_1A_Elettani_alapis_meretek/ch03s02.html

A munkavégzést kísérő frekvenciafokozódás olyan mértékű lehet, ami már rontja a szív vérellátását, mivel a diasztole időtartamának lerövidülése csökkenti a vénás telődést, ezáltal a pulzustérfogatot, emiatt romlik a koszorúér átfolyás. Rugalmatlanná vált erek esetében a szívizom vérellátása elégtelenné válhat, ischaemiás fájdalom, ún. effort angina jelentkezhet.

Az **agyi erekben** átfolyó vérmennyiség a munkavégzés során is a perctérfogatnak kb. 15 %-a. Az agyi erekben a lokális hypercapnia játszik legnagyobb szerepet a vazodilatáció kialakulásában. Ezen kívül a hipoxia és az acidózis is dilatáló hatású. Az agyi erek kapnak szimpatikus beidegézést, ezen idegek ingerülete vazokonstriktort vált ki, aminek viszont a fizioiógias szabályozásban nincs jelentősége. A vazodilatáció kiváltásában nem-adrenerg-nem-kolinerg (NANC) idegek vesznek részt, melyek neurotranszmitterként peptideket, ill. nitrogén-monoxidot (NO) szabadítanak fel. Az agyi vérátáramlás szabályozásában nagy



jelentőségű a **Cushing reflex**, melynek lényege, hogy az agyi perfúziós nyomás csökkenése a szisztémás keringésben vérnyomás növekedést vált ki.

A **splanchnicus területen** csökken az átáramlás (a szimpatikus vazokonstriktor tónus fokozódása miatt).

A **veseerekben** csökken az átáramlás, de az autoreguláció biztosítja a konstans glomerulus filtrációs rátát (GFR-t).

A **vázizomzat** ereiben nagyfokú áramlásfokozódás jön létre, ezek a területek intenzív fizikai munka során a perctérfogat 80%-át is kaphatják. A működő vázizmok ereiben bekövetkező vazodilatációban a metabolitok felszabadulása, a lokális hypoxia és hypercapnia, valamint a lokális acidózis játszik szerepet. A vérben keringő adrenalin β_2 receptorokon keresztül szintén hozzájárul a vazodilatációhoz. Az adrenalin az α_1 -receptorok izgatása révén legerősebben a bél-, a lép-, a vese- és a bőrereket szűkíti. A mellékveséből nyugalmi állapotban felszabaduló adrenalin a β_2 -receptorok izgatásával – főleg a működő izmokban – értágító hatást fejt ki, de tágítja a szív, a máj és az agy ereit is, és így a perifériás érellenállást csökkenti.

A ritmikus vázizom-tevékenység javítja az izom vérellátását, elősegíti a vénás visszaáramlást és serkenti a nyirokkeringést.

A bőr keringése

A bőrereken nyugalomban a perctérfogat 10 %-a áramlik át. A hőszabályozással kapcsolatban az átáramló vérmennyiség jelentős mértékben változhat. A külső környezeti hőmérséklet csökkenésekor a bőrereket innerváló szimpatikus vazokonstriktor idegek aktivitása fokozódik, az erek kontrahálódnak, következményesen csökken az átáramló vérmennyiség. A vazokonstrikció a bőr alatti vénás plexusokra is kiterjed, ennek következtében a vénás elfolyás az artériákat kísérő vénák közvetítésével valósul meg. Az artériák és vénák között egy ellenáramlásos kicserélődési mechanizmus révén hőkicserélődés jön létre. Az artériás vért a vénás vér előhúti, emiatt csökken a vér és a környezet közötti hőmérsékleti gradiens, csökken a hőleadás. Magas külső környezeti hőmérséklet mellett a nyugalmi vazokonstriktor tónus csökken, az átáramlás fokozódik, a hőleadás lehetősége nő.



5.6. Perifériás keringés

A nagyartériák sorozatos oszlások után egyre kisebb átmérőjű artériákban folytatódnak, majd arteriolák osztják szét a vért a kapilláris hálózatba. A prekapilláris arteriolák, a kapillárisok és a posztkapilláris venulák alkotják a mikrocirkulációs rendszert, amelyből a vért az egyre nagyobb átmérőjű vénák (gyűjtőerek) szállítják vissza a pitvarokba.

Az erek keresztmetszete:

Aorta>nagy artéria>kisartéria> arteriola>kapillárisok<venulák<kisvénák<nagy vénák<vena cava

Az artériákat elasztikus, ill. muszkuláris típusú artériákra osztjuk. Az érfal belső rétegét endothelium borítja. Az endothelsejtek egymással szorosan kapcsolódnak, rajtuk keresztül anyagkicserélődés nem történik. A kapillárisok falát egyetlen sejtréteg, az endothelium alkotja, alatta találjuk a membrana basalist. A mikrocirkulációs rendszer kapillárisai fontos szerepet töltenek be a vér és a szövetek közötti anyagtranszportban. Itt történik a nyiroknak nevezett ultrafiltrátum képződése és visszaszívódása. A nyirok extravazális része az intersticiális folyadék, a nyirokerek által elszállított része pedig olyan testfolyadék, amely a szervezet védekező mechanizmusaiban is szerepet játszó sejtes elemeket is tartalmaz..

A vénák fala sok rugalmas elemet tartalmaz, emiatt a vénák rendkívül tágulékonyak. A vénák fala is tartalmaz simaizomsejteket, ami az aktív lumenváltoztatás lehetőségét biztosítja. A közepes méretű vénákban, főleg az alsó végtagokon, vénabillentyűket találunk, melyek elősegítik a vér szív felé történő áramlását a gravitáció ellenében azáltal, hogy gátolják a visszafolyást.

A jobb pitvarban mérhető vénás nyomás értékét tekintjük **centrális vénás nyomásnak**. Fiziológias körülmények között a centrális vénás nyomás megegyezik az atmoszférás nyomással, relatív skálán 0.

Álló testhelyzetben (a jobb pitvar szintjét tekintve viszonyítási alapnak) a szívtől disztálisabban fekvő területeken a vénás nyomás lefelé haladva egyre nagyobb, proximális irányba haladva viszont a relatív skálán negatív értéket vesz fel (vagyis a légköri nyomásnál



kisebb). Ezzel magyarázható a nyakon futó v. jugularis sérülésekor bekövetkező légembólia. Az alsó végtagi vénás nyomás értékei magyarázzák a boka körül kialakuló ödémát tartós egy helyben álldogálás során.

A vénás visszaáramlás másik segítője az izompumpa. Ez azt jelenti, hogy a végtagok vázizomzatával párhuzamosan futó vénákra a vázizmok ritmikus kontrakciója-elernyedése pumpáló hatású, elősegíti a vér szív felé történő visszaáramlását, ezáltal csökkenti az adott vénákban a nyomást.

Az artériás középnyomás biztosítja a szervek, szövetek megfelelő vérellátását. Kialakításában a kamrák által továbbított vértérfogatnak és a keringési ellenállásnak van alapvető funkciója.

A perifériás ellenállás meghatározó és változtatható komponense az érellenállás. A teljes perifériás ellenállás kialakításában valamennyi érszakasz részt vesz, de kitüntetett szerepe van rezisztencia ereknek (arteriolák melyek funkciója a perifériás ellenállás biztosítása).

Az artériás középnyomást (Pa) a szisztolés és a diasztolés nyomásértékek ismeretében az alábbi képlettel számolhatjuk ki: $Pa = Pd + ((Ps - Pd)/3)$, ahol Pa - artériás középnyomás, Ps - szisztolés nyomás, Pd - diasztolés nyomás.

Az agytörzsi hálózatos állomány nyúltvelői formatio reticularis neuroncsoportjaiban elhelyezkedő neuronok funkcionálisan két vérnyomás-szabályozó (vazomotor) központot alkotnak. A vérnyomásemelő, presszor központ neuronjai rostrális és ventrolaterális elhelyezkedésűek. A neuronok a perifériás receptorokból, valamint a felsőbb központokból (hypothalamus, limbikus rendszer, agykéreg) eredő ingerületet összegezve aktiválják a preganglionáris szimpatikus sejteket.

A vérnyomáscsökkentő, depresszor központ neuronjai a nyúltvelői hálózatos állomány mediális részén, kaudálisan helyezkednek el. Ingerületük idegi afferentáció hatására alakul ki. Ezeknek a sejteknek spontán aktivitásuk nincsen, vagy a perifériáról vagy a központ felől aktiválódik és gátolják a fentebb említett rostro-ventrolateralis nyúltvelőt.

A depresszor központ legfontosabb idegi afferentációját a sinus caroticusban és az aortaív (arcus aortae) falában lévő baroreceptorokból jövő ingerületek szolgáltatják. A



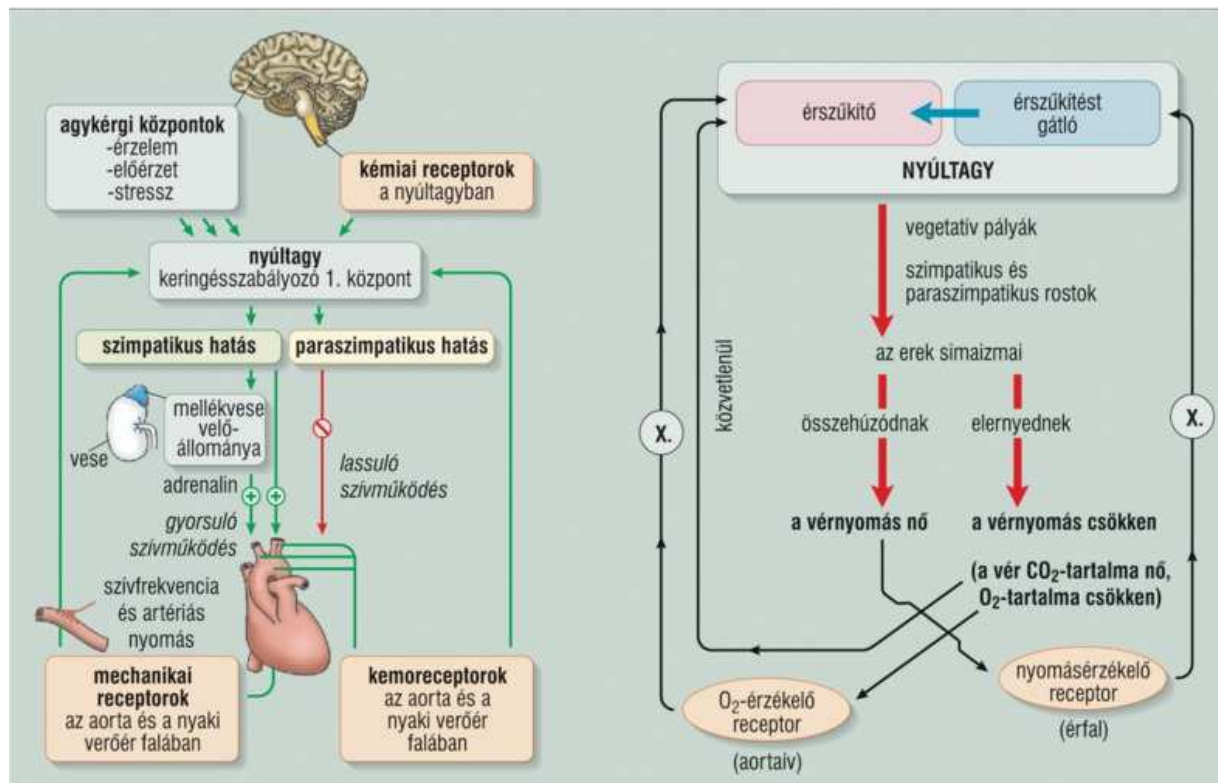
baroreceptorok az artériai falának nyúlását érzékelik, és a nyomás emelkedése okozza a fizioiogiás ingert. Megjegyzendő, hogy 60 Hgmm alatt, nincs akciós potenciál elvezetés.

A vazomotor központok működését magasabb központok hierarchikusan kapcsolódó rendszere szabályozza.

Ezen magasabb központok a mesencephalon (középagy), a hypothalamus (diencephalon, köztiagy). A limbikus kéreg (a "vegetatív agy") ugyancsak fontos integratív működést fejt ki a vérnyomás szabályozásban. A legfőbb szabályozó, integráló funkció az agykéreghez kapcsolódik. A kérgi területek szabályozó szerepét bizonyítják az emocionális (érzelmi) kardiovaszkuláris reakciók, az izommunkára való felkészülés során létrejövő kardiovaszkuláris reakciók stb.

A presszor központ idegi afferentációja a glomus caroticumból és a glomus aorticumból, az ún. perifériás kemoreceptorokból is származik. Fontos tudni, hogy a magas nyomású baroreceptorokon kívül még szerepük van az alacsony nyomású rendszerben elhelyezkedő receptoroknak ún. volumenreceptoroknak, amelyek a vena cava inferior és superiorban, vena pulmonalisban és a vénák beszájadzásánál találhatóak, és a vérnyomás hosszabb távú szabályozásban játszanak fontosabb szerepet szemben a magas nyomású receptorok pillanatról pillanatra történő szabályozásától.

A glomus caroticumban és aorticumban található kemoreceptoroknak szerepe a légzésszabályozásban van, amelynek adekvát ingere a hipoxia (oxigénhiány). Normoxiában ezen receptorok nagyon kis frekvenciával adnak le ingerületet, ezért nem játszanak szerepet a szimpatikus és paraszimpatikus beidegzés szabályozásában. A glomusokban lévő epitelsejtek hiperkapniára (széndioxid többletre) és acidózisra (a hidrogénion koncentráció növekedésére) is a teljes perifériás ellenállás emelkedésével és az artériás középnyomás emelésével reagálnak, de ezen ingerekkel szemben jóval magasabb az ingerküszöbük, mint a hipoxiával szemben. **40.ábra**



40. ábra: A nyúltvelői központok afferentációi és efferens kapcsolatai

Forrás: https://www.mozaweb.hu/Lecke-BIO-Biologia_11-A_kis_es_a_nagy_verkor_funkcija -102 547



A presszor központ aktivitása által kiváltott válaszreakciók:

- A szívfrekvencia és a pulzustérfogat fokozódása, perctérfogat fokozódás
- A rezisztenciaerek konstriktója, perifériás ellenállás növekedése
- A vénás vérraktárak csökkenése, a vénás telődés fokozódása, a perctérfogat fokozódása

A különböző érterületek eltérő mértékben vesznek részt a presszor válaszokban. A presszor reflexek aktiválódása során jelentős mértékű reflexes konstriktor tónus alakul ki a splanchnicus terület (gyomor-bélrendszer) ereiben, a veseerekben és a vázizomzat ereiben. A koronáriák és az agyi erek nem vesznek részt a presszor válaszokban.

A depresszor központ aktiválódása által kiváltott válaszreakciók:

- Szívfrekvencia csökkenés, perctérfogat csökkenés
- A nyugalmi vazokonstriktor tónus csökkenése, perifériás ellenállás csökkenése
- A kapacitás erek vértároló kapacitásának fokozódása, vénás telődés csökkenése, perctérfogat csökkenése. Ezek a vénák így, a keringő vér térfogatának szabályozást is végzik.

A különböző érterületek eltérő mértékben vesznek részt a depresszor válasz kialakulásában. Legnagyobb jelentősége a vázizomzat ereiben bekövetkező nyugalmi konstriktor tónus csökkenésnek van.

Vérnyomásemelő (presszor) reflexek

- Kemoreceptorokból kiinduló presszor reflexek
- A nyúltvelőben található centrális kemoreceptoroknak az adekvát ingere a széndioxid tenzió növekedése (hiperkapnia). A respiratórikus (széndioxid eredetű) acidózis ugyancsak centrális támadásponttal vált ki presszor választ. A hiperkapnia hatása is a H^+ -ion koncentráció növekedése miatt alakul ki. A H^+ -ion koncentráció növekedése fokozza a kemoreceptorok aktivitását. Az agyat ellátó artériás vér és a liquor



széndioxid tenziójának fokozódása a presszor központ neuronjainak aktivitását fokozza, ami a perctérfogat növekedését és a perifériás ellenállás fokozódását váltja ki.

Az oxigénhiány (hipoxia) a perifériás kemoreceptorok aktiválása révén, reflexes mechanizmussal a fentiekben részletezettekkel azonos választ vált ki. A perifériás kemoreceptorok a hiperkapniára is érzékenyek, de ingerküszöbük ezzel szemben jóval magasabb, mint a hipoxiával szemben. A metabolikus eredetű acidózis vérnyomásemelő hatása főleg 60 Hgmm felett a perifériás kemoreceptorok aktiválásán keresztül érvényesül, hisz a centrális kemoreceptorok a vér-agy gát jelenléte miatt nem érzékelhetik a metabolikus eredetű H^+ ion koncentráció növekedését. Azonban a CO_2 átjutva vér-agy gáton, vízzel egyesülve szénsavvá alakul, mely disszociációjából bikarbonát és H^+ -ion keletkezik.

Ennek a rendszernek 60 Hgmm nyomás alatt van jelentősebb szerepe.

Centralis kemoreceptorok

A nyúltvelő ventralis felszíne mellett a VII. és a XII. agyidegek kilépése között foglal helyet. A CO_2 könnyen átdiffundál a vér-agy gáton, és hidrálásával H_2CO_3 keletkezik amely H^+ ra és HCO_3^- ra diffundál. A HCO_3^- változása a H^+ -hoz képest elhanyagolható. A keletkezett H^+ változás továbbtódik az agytörzs respirációs neuronjaihoz kiváltva a légzésszám emelkedését.

Perifériás kemoreceptorok

Az előzőekben említett glomus caroticum és glomus aorticum szenzorai érzékelik az artériás vér O_2 tenziójának csökkenését, CO_2 tenziójának növekedését, H^+ koncentrációjának emelkedését, valamint a K^+ -ion koncentráció növekedése, amely mechanizmusok fokozzák a ventillációt. A glomusok szenzorai a glomussejtek, amelyben hipoxia, hiperkapnia, és az acidózis zárja a bal kamra (BK)-típusú K^+ csatornákat, ezzel a sejt depolarizálódik, Ca^{2+} csatorna nyílást provokál, az emelkedett intracelluláris Ca^{2+} a sejtől ACh, noradrenalin, dopamine, Substance-P felszabadulást okoz, melyek ingerlik a glomussejtekhez futó afferens végződéseket. A glomusok vérellátása az agyszövethez viszonyítva kb. 40 szoros, ez is okozza érzékeny működésüket. Érdeemes megjegyezni, hogy az erőteljes szimpatikus aktivitás



során (pl. vérzés), a glomus ereinek összehúzódásával a glomusba artériás hipoxia következik be, amelynek fontos szerepe van a vérvesztést követő vasculáris reakcióban.



- **Lovén - reflex**

Lényege, hogy a bőrt érő, jellegüknél vagy intenzitásuknál fogva károsító, fájdalmas ingerek vérnyomás emelkedést, ugyanakkor lokális vazodilatációt hoznak létre.

- **Bainbridge reflex**

Receptorai a nagy vénák falában és a jobb pitvarban található feszülés érzékeny receptorok, melyek fokozott vénás telődés esetén jönnek ingerületbe. Alacsony szívfrekvencia mellett a reflexválasz a vágusztónus gátlása miatt bekövetkező szívfrekvencia növekedés, amely a perctérfogat növelésén keresztül a vérnyomás emelkedését váltja ki. A belégzés alatt megfigyelhető szívfrekvencia növekedésben tulajdonítanak szerepet a reflexnek.

- **Vérnyomáscsökkentő (depresszor) reflexek**

A sinus caroticus ill. az aortaív baroreceptoraiból kiinduló depresszor reflex.

A sinus caroticus és az aortaív falában feszülésérzékeny receptorok vannak. Egy részük a gyors nyomásnövekedésre reagál, másik csoportjuk aktivitása az artériás középnyomás függvénye.

A sinus caroticusban és aorticusban található baroreceptorok adekvát ingere a nyomásfokozódás által kiváltott falfeszülés.

A baroreceptorok 100 Hgmm-es artériás középnyomás érték mellett közepes mértékű aktivitást mutatnak. A középnyomás fokozódása az aktivitás növekedését, annak csökkenése pedig az aktivitás csökkenését okozza.

A baroreceptorok ingerületének hatására fokozódik a depresszor központ aktivitása, emiatt fokozódik a depresszor központra kifejtett gátlás. A spinális vazomotor központhoz ugyancsak gátló impulzusok továbbítódnak. A n. vaguson keresztül negatív trophatást kiváltó ingerületek jutnak a szívhez. A következmény perctérfogat és perifériás ellenállás csökkenés, ami vérnyomás csökkenést eredményez.



- **A keringés alacsony nyomású részeiből kiinduló depresszor reflexek**

A kisvérköri erekben és a nagyvérköri vénás rendszerben olyan feszülésérzékeny receptorok vannak, melyeknek ingerülete a depresszor központon keresztül általános vérnyomáscsökkenést vált ki. A reflexeket a kisvérköri ill. a nagyvérköri vénás nyomás fokozódása aktiválja.

- **Goltz -reflex**

A reflexívhez tartozó receptorok a hasfalban, ill. a hasüregben található extero- és interoceptorok. A hasra mért erős ütés vagy hasüregi kórfolyamatok a nyúltvelőn keresztül fokozott vágusztónust váltanak ki, csökken a szívfrekvencia, extrém esetben szívmegállás következik be.

5.7. Lokális keringés, a mikrocirkuláció szabályozása

Az egyes szervek rezisztenciaerei idegi és humorális hatásokra reagálnak. A perctérfogatot és a perifériás ellenállást a vérben keringő, vazóaktív kémiai anyagok, ill. egy-egy szervben a fokozott működés következtében megváltozó kémiai környezet is befolyásolja. A lokális vérátáramlás szabályozásában kiemelkedően fontos szerepe van a kémiai (humorális) szabályozásnak. Az alábbi felsorolás a vazokonstriktor ill. vazodilatátor anyagokat mutatja be, melyek fontos szerepet töltenek be mind fiziológiás, mind patológiai körülmények között.

A **szeroitoninnak** fontos szerepe van a vérzéscsillapításban, mivel az érfal sérülésekor az első védelmi reakció a lokális érösszehúzódás, ami csökkenti a vérzést. Ez a reakció akkor jelentkezik, ha az ér endotéliuma is megsérül. Ép endotél bélés esetén a szerotonin vazodilatációt vált ki.

Az **angiotenzin II** inkább kóros esetekben (pl. hipertónia) szaporodik fel olyan mértékben, hogy általános konstriktor hatásával számolni kelljen.

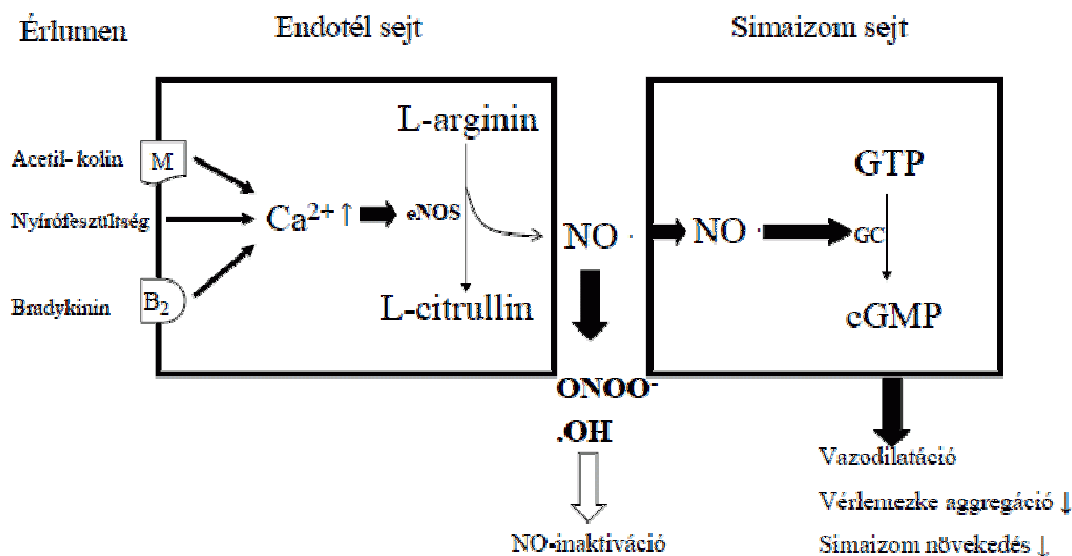
Az **adrenalin** vészreakció, vagy fizikai terhelés során megnövekedett mennyiségben kerül a keringésbe a mellékvesevelőből, fontos szerepet játszik a koszorúserek, ill. a vázizomzat ereinek dilatációjában, következményesen az adott érterületek fokozott perfúziójában. A



fiziológiás adrenalinmennyiség csak a véreloszlást változtatja meg és nem eredményez vérnyomásemelkedést.

A **noradrenalin** vagy **norepinefrin** egy katekolamin-hormon és neurotranszmitter. Pozitív izgalmi állapotért felelős, és függőséget válthat ki. A *nor-* előtag azt jelenti, hogy a nitrogénatomon nincs metilcsoport, ellentétben az adrenalinnal, ahol van. Hormonként a mellékvesevelőben termelődik és onnan választódik ki a vérbe, neurotranszmitterként a központi és a szimpatikus idegrendszerben is jelen van, ahol a noradrenerg neuronok bocsátják ki a szinaptikus ingerületátvitel során. Stresszhormonként az agynak azt a részét érinti, amely a figyelmet és a válaszreakciókat ellenőrzi. Az adrenalinnál sokkal erősebben szűkíti az ereket, közvetlenül emeli a szívfrekvenciát, glükózt szabadít fel az energiaraktárakból, és növeli az izomtónust.

A **hisztamin** kórfolyamatokban szabadul fel nagy mennyiségben, ép endotélium mellett vazodilatátor. A mechanikai hatásokra az endothelsejtek **nitrogén monoxid (NO)**, **prosztaciklin** vagy endothelin elválasztásával reagálnak. A NO és a prosztaciklinek vazodilatációt, az endothelinek vazokonstriktációt váltanak ki. A NO a nitrogénmonoxid-szintáz enzim által katalizált reakciókból szabadul fel. Az enzimrendszer tagjai közül említve az eNOS-t (endotheliális NOS) által kifejtett kardiovaszkuláris védőhatás igen jellemző. Egyrészt az általa előállított NO az ér simaizomsejtjeinek elernyedését okozza, másrészt gátolja a trombocytaaktivációt, valamint a trombocyta- és leukocyta kitapadást (adhéziót), valamint -összekapcsolódást (aggregációt) a vaszkuláris endotélhez. **41. ábra**



41. ábra: Az endotéliumfüggő relxáció folyamatábrája

Forrás: http://www.jgypk.u-szeged.hu/tamop13e/tananyag_html/tananyag_sportelettan/iv10_loklis_kerings_a_mikrocirkulci_szablyozsa.html

Az endothel membránon levő receptorok hatására növekszik a Ca^{2+} - beáramlás. A megnőtt Ca^{2+} -szint a kalmodulinnal együtt aktiválja a NOS-t. A keletkezett NO átdiffundál a simaizomsejtekbe, és aktiválja a guanilát ciklázt (GC-t), s ennek eredményeképpen megnő a ciklikus guanozin monofoszfát(cGMP) szint, ami relaxációt vált ki.

5.8. A légzőrendszer élettana

Orr

Részei az orrgyök (radix nasi), orrhát (dorsum nasi), orrcsúcs (apex nasi) és az orrszárnnyak (alae nasi), melyek az ornyílásokat (nares) fogják közre. Az orr vázát csont, porc és tömött rostos kötőszövet alkotja. Az orr üregrendszere fő- és melléküregekből áll. Az orrüreg az orrsövény osztja ketté.



Az orrmelléküregek (sinus paranasalis):

- homloküreg (sinus frontalis)
- arcüreg (sinus maxillaris)
- ékcsoni üreg (sinus sphenoidalis)
- rostacsonti üregek (sinus ethmoidales)

Garat (pharynx)

A garat a légutak és a tápcsatorna kereszteződési pontja. A koponyaalap alatti rövid szakaszon kötőszövetes hártya, lentebb harántcsíkolt izmok alkotják, belülről nyálkahártya béleli.

Részei:

orrgarat (nasopharynx)

szájgarat (oropharynx)

gégei garat (laryngopharynx)

Gége (larynx)

A gége hangképző szervünk, amely vázát öt porcalkotja:

1. pajzsporc (cartilago thyroidea) - ádámcsutka
2. gyűrűporc (cartilago cricoidea)
3. 2 db kannaporc (cartilago arytenoidea)
4. gégefedő (epiglottis) - nyeléskor a gégebemenetet zárja el

Légcső (trachea)

A gyűrűporchoz szalagosan kapcsolódó, C-alakú porcokból felépített, rugalmas falú cső. A légcső villa alakban ketté ágazik, a jobb és bal oldali főhörgőben (bronchus dexter et sinister) folytatódik. A főhörgők további elágazásai a hörgők (bronchi), melyek számos hörgőcskére (bronchiolus) oszlanak. A hörgőcske ágak végén szőlőfürtszerűen ülnek a



tüdőléghólyagocskák (alveolusok). Ezek falát egyrétegű laphám fedi, ezeken keresztül történik a gázcsere (külső légzés). Az alveolusok összfelszíne kb. 100-120 m².

Tüdő (pulmo)

A jobb és bal tüdőfél a szív és a nagyerek két oldalán a mellüreg (cavum thoracis) jobb és bal felét foglalja el. A tüdőfelek tagolódása:

- csúcsi rész (apex pulmonis)
- alapi rész (basis pulmonis)
- felszíni rész (facies pulmones)

A felszíni rész további három részre tagolódik:

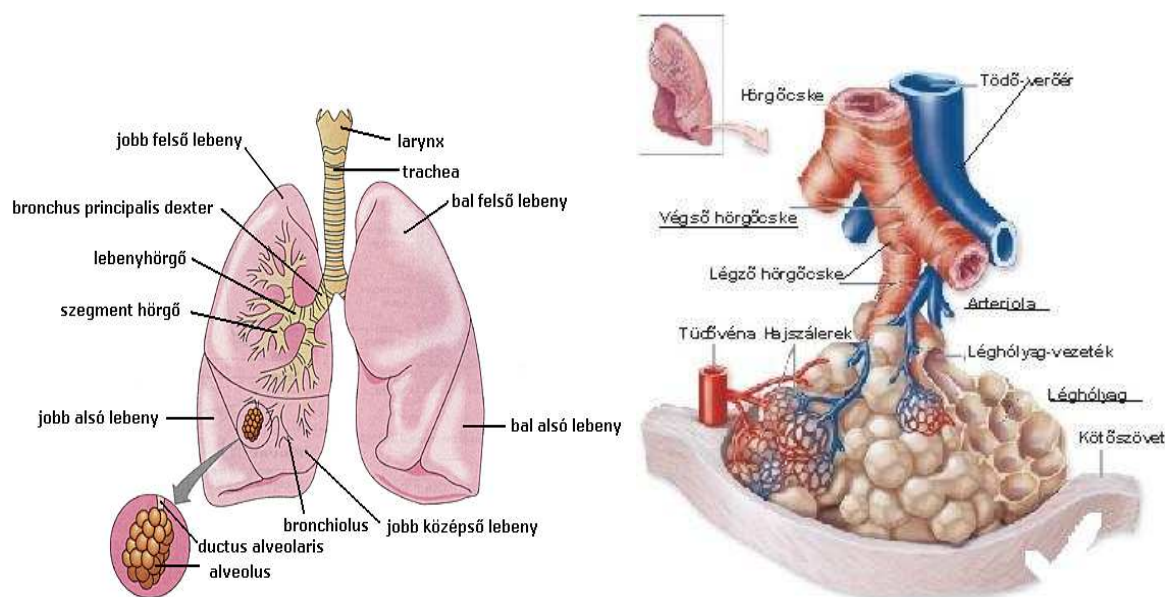
- bordai felszín (facies costalis)
- rekeszi felszín (facies diaphragmatica)
- medialis felszín (facies mediastinalis)

A medialis felszínen van a tüdőkapu (hilus pulmonis), amin a főhörgő, a tüdő artéria és véna, vegetatív idegek és nyirokerek haladnak át. Említett szervek együtt a tüdőgyökeret (radix pulmonis) alkotják. A tüdők egy ferde irányú hasadékkal egy alsó és egy felső lebenyre (lobus inferior et superior) tagolódnak, a jobb tüdön egy harántirányú hasadék is megfigyelhető, amely kialakítja középső lebenyt (lobus medius). Így a bal tüdőfél kettő, a jobb tüdőfél három lebenyre oszlik.

A légzés folyamata a külső gáztér és a léghólyagocskák gáztere (alveoláris tér) közötti légcserét (ventilláció), az alveoláris tér és a kisvérköri kapillárisokban áramló vér közötti gázcserét (külső légzés), valamint a nagyvérköri kapillárisok vére és a szövetek közötti gázcserét (belső légzés) foglalja magába. A mitokondriumban zajló folyamatot sejtlégzésnek nevezzük.

Belégzéskor összehúzódnak a külső bordaközi izmok, melynek hatására a bordák felemelkednek.

Nyugalmi körülmények között kb. 500 ml levegőt lélegzünk be. A nyugodt légzés során egy légzési ciklusban kicserélt levegőtérfogatot respirációs térfogatnak nevezzük. **42. ábra**



42. ábra: A tüdő anatómiája és a hörgőrendszer

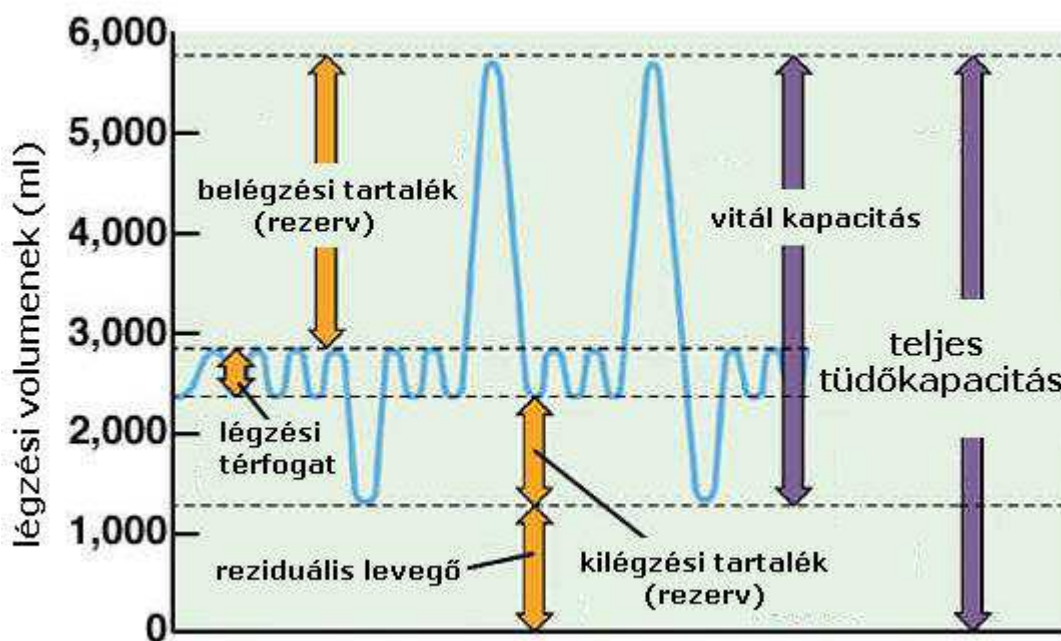
Forrás: <http://www.tudokozpont.hu/anatomia-elettan>

Légzési paraméterek

Erőltetett belégzéssel még további levegőmennyiség lélegezhető be (belégzési rezerv; 2-2,5 l), ill. erőltetett kilégzéssel a respirációs térfogaton túl további 1,5 l levegő lélegezhető ki (kilégzési rezerv). A respirációs térfogat, a belégzési és a kilégzési rezerv együtt adja a vitálkapacitást. A felsorolt ún. statikus légzési paramétereket az orvosi gyakorlatban **spirométerrel** határozzák meg.

A gyakorlatban meg kell említeni még néhány fontos paramétert. Ezek közül kiemelkedő fontosságú az ún. FEV1 érték, amely megmutatja a kilégzés első másodperce alatt távozott levegőmennyiséget. Leggyakrabban a vitálkapacitás százalékában fejezik ki (Tiffeneau-

index), melynek értéke normálállapotban 80% felett van. Ennek az értéknek a csökkenése különböző tüdőbetegségek indikátora lehet. **43.ábra**



43. ábra: Légzési paraméterek

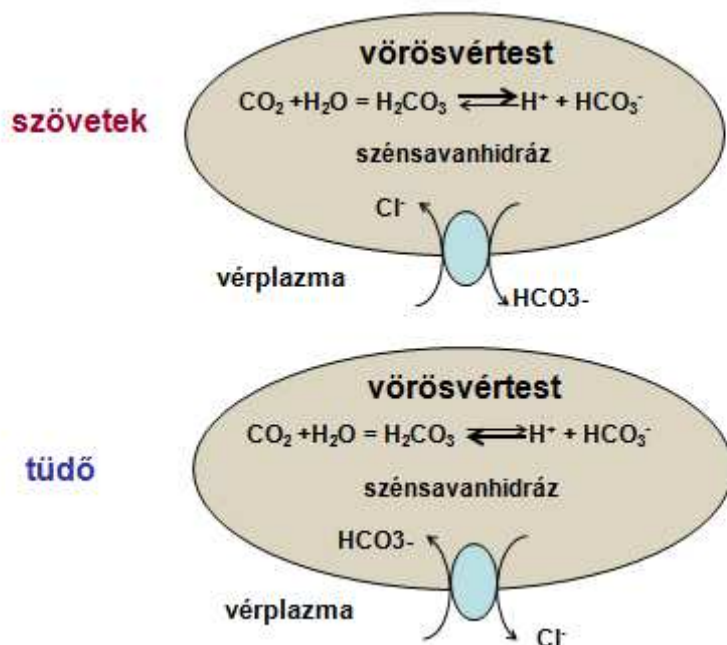
Forrás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0019_1A_Elettani_alapis_meretek/ch04.htm

5.8.1 A gázcsere, oxigénszállítás, szén-dioxid szállítás.

Normál belégzéskor - a légzőrendszer anatómiai felépítéséből adódóan – a respirációs levegő egy része nem jut el a tüdő alveolus rendszeréig, hanem a légutak felső szakaszában marad, és nem vesz részt a gázcsereben. Ezt a szakaszt anatómiai holttérnek nevezzük, melynek értéke kb. 150 ml. A maradék rész, mintegy 350ml jut csak el a tüdő alveoláris rendszeréig, ahol aktívan vesz részt a gázcsereben. Ennek a percenkénti értéke 14-16 x 350ml, azaz kb. 5000ml, amelyet alveoláris ventilációnak nevezünk. A tüdőben a gázcsere az alveolusok és a kapillárisok közötti passzív transzport (diffúzió) folyamat, melynek oka az O_2 és CO_2 alveoláris, illetve kapilláris nyomása közötti különbség. A parciális nyomások egyes helyeken



található értékét a **5. táblázat** szemlélteti. Felnőtt emberben nyugalmi körülmények között a szervezetben található 5 liter vér kb. 250ml oxigént szállít percenként. Az oxigén, a korábban említett parciális nyomásoknak megfelelően, reverzibilis módon kötődik a vörösvérsejtekben található hemoglobinhoz. A hemoglobinmolekula egy összetett fehérje, mely 4 alegységből épül fel. Minden egyes alegység polipeptidláncból és hemből áll. A vasatom (két vegyértékű Fe^{2+}) funkciója az O_2 oxigén megkötése, melyet szaturációnak nevezünk. Az oxigénnel kötött hemoglobint, oxihemoglobinnak, míg az oxigént nem kötött hemoglobint, deoxigenált hemoglobinnak nevezzük. A szaturáció mértékét az O_2 -tenzió, a CO_2 -tenzió, a pH, valamint a hőmérséklet befolyásolja. A hemoglobin teljes telítettsége kb. 150 Hgmm-es oxigén tenzió mellett tud létrejönni. A vérben a CO_2 három formában van jelen: fizikailag oldott (5%), bikarbonátió (90%), illetve karbaminovegyület formájában. A CO_2 felvételt követően a három forma között új egyensúly tud létrejönni. Vizes közegben, a szövetekben keletkezett CO_2 kétirányú folyamatban, egy speciális enzim (szénsavanhidráz, CA) segítségével szénsavvá (H_2CO_3) alakul. A keletkezett szénsav hidrogénkarbonát (HCO_3^-), illetve hidrogén (H^+) ionra disszociál. A HCO_3^- ionokat a plazmamembrán anionkicserélő antiportere kloridanionra (Cl^-) cseréli. **44.ábra** A hidrogénion a vörösvértestekben szállított, időközben deoxigenálódott oxihemoglobinhoz (deoxihemoglobinhoz) kötődik. A tüdőkapillárisokban a leírt folyamatok ellentétes irányban játszódnak le. A deoxigenált hemoglobin oxigenálódik, róla a hidrogénionok leválnak, majd a vvt-be bejutó HCO_3^- ionnal szénsavat képeznek. A keletkezett szénsav a szénsavanhidráz enzim katalizálásával szén-dioxidra és vízre bomlik. A CO_2 a tüdő alveoláris rendszerén keresztül a külvilágba áramlik.



44. ábra: Gázcsere

Forrás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0019_1A_Elettani_alapis_meretek/ch03s02.html

Alveoláris gázcsere

Az alveoláris gáztér összetétele az alkotórészek parciális nyomásának viszonylatában eltér a levegő összetételétől. Parciális nyomás: az a nyomás, amit az adott gáz akkor képviselne, ha egyedül töltene ki a teret.

5. táblázat: Parciális nyomásviszonyok (Hgmm)

	Légköri levegő	Alveoláris tér	Vénás vér	Artériás vér
pO ₂	158	100	40	100
pCO ₂	0,2	40	46	40

Forrás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0019_1A_Elettani_alapismeretek/ch04.htm

Az alveolusokat gazdag kapilláris-hálózat veszi körül, amibe a jobb kamra felől vénás vér érkezik, melyben a PO₂ 40 Hgmm, a PCO₂ 46 Hgmm. Az oxigén és a széndioxid vonatkozásában fennálló parciális nyomáskülönbség hatására a vér oxigént vesz fel és széndioxidot ad le. A gázcsere az egyensúly eléréséig zajlik, vagyis a távozó artériás vér gáztenziói megegyeznek az alveoláris tér gáztenzióival.

- **A légzési szervrendszer alkalmazkodása a fizikai munkavégzéshez**
- **Légzési perctérfogat**

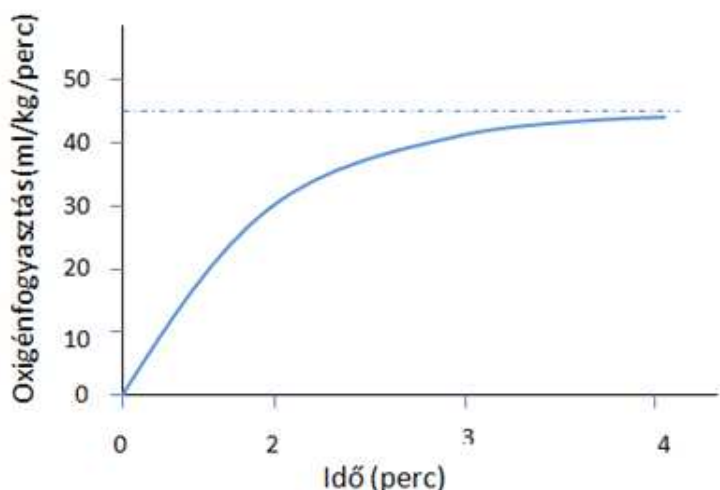
A megnövekedett energiaforgalom (fokozott metabolizmus) PO₂ növekedést (hypercapnia) eredményez. A hypercapnia ebben az esetben is kettős támadásponton keresztül fejti ki hatását: a centrális kemoreceptorokon keresztül fokozódik a nyúltvelői belégző központ aktivitása, a perifériás kemoreceptorok ingerküszöbét meghaladó hypercapnia reflexesen is fokozza a belégző központ aktivitását.

Eredmény: a légzési perctérfogat fokozódása, amely a légzési térfogat és/vagy a légzési frekvencia növekedéséből származhat. Edzés hatására az arány a légzési térfogat javára tolódik el.

- **Oxigénfogyasztás**

Munkavégzés során az anyagcsere megnövekedett követelményeinek megfelelően fokozódik az oxigénfogyasztás. A munkavégzés kezdetekor azonnal jelentkezik az anyagcsere

intenzitásának fokozódása, de az O_2 fogyasztás fokozódása csak bizonyos időbeli késéssel jelentkezik, majd eléri maximumát és konstans szinten marad. A konstans szint elérése egyenletes terhelés esetén kb. 2-3 percet vesz igénybe. **45.ábra**



45. ábra: Oxigénfogyasztás növekedése az idő függvényében

Forrás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0019_1A_Elettani_alapismeretek/ch04.htm

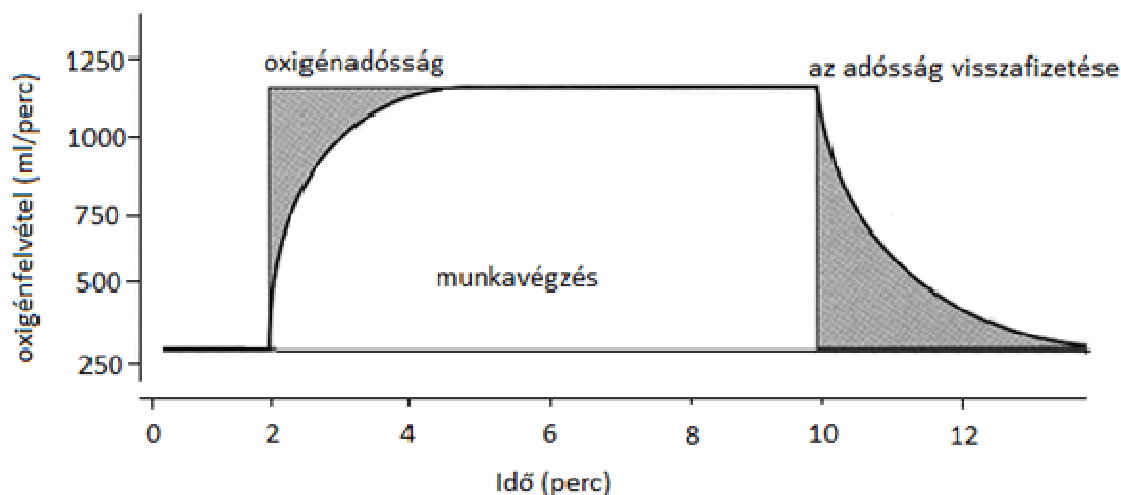
A konstans érték a munkavégzés intenzitásának függvénye, de egy felső határt nem léphet túl. A maximálisan elérhető O_2 fogyasztást VO_{2max} rövidítéssel jelölik. Értéke sok tényezőtől függ (pl. nem, kor, izomtömeg, testsúly, edzettségi és általános egészségi állapot, stb.). A nők alacsonyabb VO_{2max} elérésére képesek, mint az azonos korcsoportba tartozó férfiak, ill. az idősebb személyek kisebb VO_{2max} -ot produkálnak, mint a fiatalabbak. Edzéssel a VO_{2max} jelentős mértékben fokozható. Az értékek összehasonlíthatóságának érdekében az oxigénfogyasztást célszerű testsúlyra és időegységre vonatkoztatva megadni. A nyugalmi oxigénfogyasztás kb. 3,5 ml/kg/perc. Munkavégzés kapcsán egészséges fiatal felnőttek esetében a VO_{2max} kb. 45 ml/kg/perc, olimpiai atléták 84 ml/kg/perc értéket is produkálhatnak. A VO_{2max} -ot az 1 perc alatt kilégzett levegő térfogata és az O_2 fogyasztás ismeretében határozhatjuk meg.

A megnövekedett oxigénfelvétel három folyamat kombinációjából adódhat:

1. megnövekedett légzésszám
2. megnövekedett respirációs térfogat
3. a kisvérköri alveolusokban megnövekedett oxigéndiffúzió

Egészséges egyének 40/perces légzési frekvenciát is tolerálhatnak és a respirációs volumen megközelítheti a vitálkapacitás egy másodpercre eső értékét. Edzetlen egyéneknél nagyobb mértékben nő a légzésszám, mint a respirációs térfogat. Edzés hatására az arány megváltozik, sőt a vitálkapacitásban is eltérést észlelünk a két populáció között. Az edzés növeli a jól ventillált alveolusok számát.

A munkavégzés intenzitásának megfelelő mértékű O_2 fogyasztás nem azonnal alakul ki, így a munkavégzés kezdetén (főleg a mioglobinnal nem rendelkező, tetanikus izmokban) oxigénadósság keletkezik, melynek visszafizetésére a munkavégzést követően kerül sor. **46.ábra**



46. ábra - Az oxigénadósság keletkezése és "visszafizetése"

Forrás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0019_1A_Elettani_alapismeretek/ch05s03.html



A munkavégzést követően felvett többlet O_2 az O_2 raktárak feltöltésére, az ATP reszintézisére és a tejsav eliminálására fordítódik.

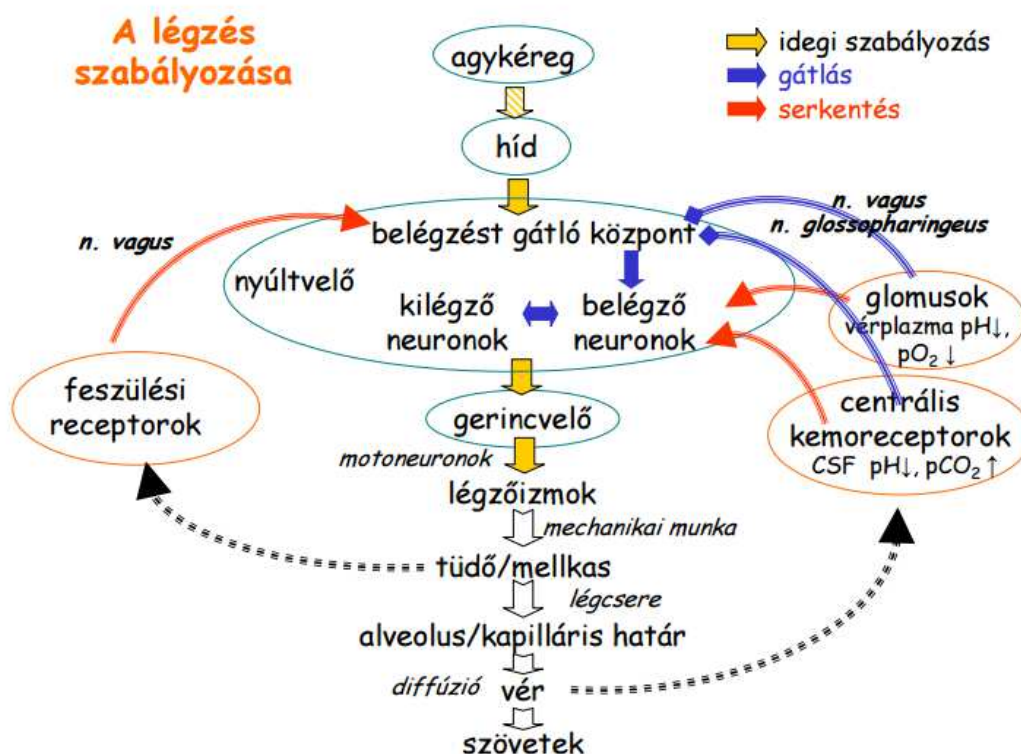
Légzésszabályzás

A nyúltvelő és a híd hálózatos állományában (formatio reticularis) található a légzés automatikus szabályozásáért felelős neuron csoportok. A nyúltvelőben funkcionális szempontból belégző és kilégző központot különböztetünk meg. A belégző neuronok ingerületét a vér megfelelő széndioxid tenziója tartja fenn. Ezen neuronok aktivitása serkentőleg hat a kilégző neuronokra, melyek gátolják a belégző neuronok további aktivitását. A két „központ” egymásra hatásából magasabb központok szabályozó befolyása nélkül is kialakul be- és kilégzés, de a légzésmintázat szabálytalan.

A vér széndioxid szintjének emelkedése (hiperkapnia) centrális és perifériás támadásponttal növeli a légzési perctérfogatot, hiperventilációt vált ki.

Az artériás vér oxigénszintjének csökkenése (hipoxia) a perifériás kemoreceptorok aktiválásán keresztül reflexes légzésfokozódást vált ki.

A légzésszabályozást a **Hering-Breuer reflex** teszi teljessé. Ennek lényege, hogy a tüdőszövet feszülése (belégzés kapcsán) gátolja a további belégzést. A receptorok a tüdőszövetben lévő feszülésérzékeny receptorok. Hering-Breuer reflex nélkül ritmikus, de nagy amplitúdójú és kis frekvenciájú lenne a légzés, ami gazdaságtalan, a belégzőizmok nagyobb munkát végeznének, mint ép viszonyok mellett. **37.ábra**



47. ábra: A légzés szabályozása

Forrás: http://www.elettanbsc.pminfonet.com/ELTE%20legzes_2009.pdf

5.9. Neuroendokrin szabályozás

Az endokrin szekrécióval keletkező mediátor molekulák a hormonok, melyek a vérkeringésbe jutva eljutnak a szabályozandó szövetekhez. Az adott szövet specifikus receptorjához kapcsolódva fejtik ki hatásukat. Hormonokat nem csak belső elválasztású mirigyek, hanem az idegrendszer elemei is termelhetnek (pl AVP, oxitocin)

A plazma hormon koncentrációját többféle tényező befolyásolhatja:

- A szekréció foka
- A kiválasztás metabolizmusa
- A transzport-proteinek mennyisége



- Változás a plazma térfogatban (sportolás hatására)
- Visszacsatolási és szabályozási mechanizmusok

A fejezetben továbbiakban a sportolás során szerepet játszó legfontosabb belső elválasztású mirigyekre fektetünk hangsúlyt. **6. táblázat**

Az agyalapi mirigy (hipofízis) az agy alapján összekapcsoltan a hipotalamusszal helyezkedik el. Két lebenyből áll. Az egyik lebeny az anterior lebeny (**adenohipofízis, AHF**), amely mirigyes szerkezetű a másik lebeny a poszterior részen elhelyezkedő **neurohipofízisnek (NHF)** nevezett rész. Mindkét lebeny közvetlenül a hipotalamusz direkt szabályozása alatt áll. Ezen az agyi területen nincs vér-agy gát és a hipotalamusz hormonok a kapillárisokba jutnak.

ADENOHIPOFIZIS (AHF) hormonjai:

ACTH (Adrenocortikotróp hormon), mellékvesekéreg serkentő hormon

FSH (Follikululus stimuláló hormon)

LH (Lutrinizáló hormon)

MSH (Melanocita stimuláló hormon)

TSH (Pajzsmirigy serkentő hormon)

GH (Növekedési hormon)

PRL (Prolaktin)

NEUROHIPOFIZIS (NHF) hormonjai:

ADH (antidiuretikus hormon, vazopresszin)

OT (Oxitocin)



6. táblázat: A sportolás során szerepet játszó legfontosabb belső elválasztású mirigyek

Termelő szerv	Hormon	Feladat	ellenőrző tényezők	ingerek	Tréning hatás
AHF	GH	serkenti a növekedést, szabad zsírsav mobilizálás, glükoneogenesis, csökkenti a glükóz felvételét izomtónust fokozza	hipotalamusz GH felszabadító hormon (GHRH) +, szomatosztatin -	sport;"stressz" alacsony vércukorszint	
	TSH	fokozza a T ₃ és T ₄ előállítását és kiválasztást,	TRH +	alacsony T ₃ és T ₄	
	ACTH	megnövekedett kortizol és aldosteron szintézis és szekréció	CRH + AVP +	stressz, csonttörés, sport, égési sérülések stb.	?
	FSH, LH	nők:ösztrogén és progeszteron előállítás és petesejt kialakulás, tüszőérés, ovuláció férfi:tesztoszteron előállítás és spermium fejlődés	GnRH + nő: vérplazma ösztrogén (kis koncentrációban gátol, nagy koncentrációban serkent és progeszteron férfi: vérplazma tesztoszteron		kicsi vagy nincs változás
	endorfinok	blokkolja a fájdalomérzetet az agyban	CRH +	"stressz"	↑ tréning>70 %



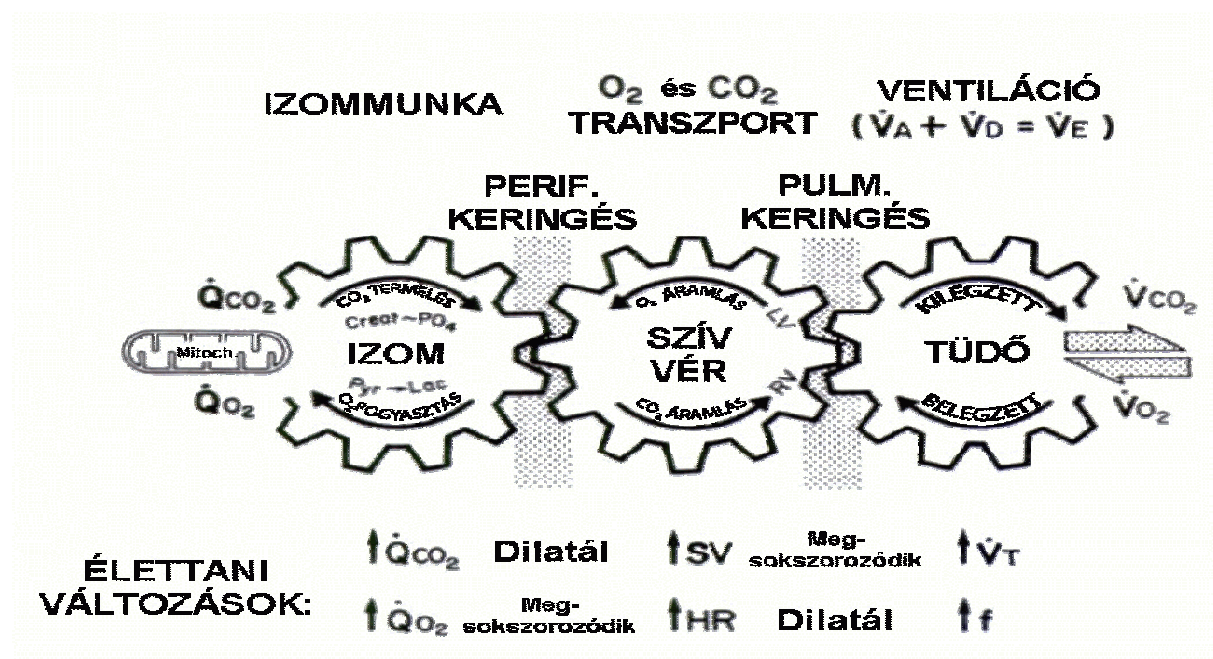
					VO ₂ max
hipotalamusz	ADH	Vesében fokozza a vízvisszatartást, segít a szervezetnek a megfelelő mennyiségű víz megtartásában, vérnyomást fokoz	Hipotalamusz neuronok	plazma térfogat csökkenése + ozmolítás emelkedés +	
pajzsmirigy	T ₃ T ₄	fokozott anyagcsere, energia mozgósítása a raktárból, növekedésben permisszív szerep	TSH; vérplazma T ₃ T ₄	Alacsony T ₃ T ₄	↑ „szabad” T ₃ és T ₄
	kalcitonin	fokozza a Ca ²⁺ ionok beépülését a csontokba	Vérplazma kalcium szintje	Emelkedett vérplazma kalcium szint +	?
Mellékpajzsmirigy	parathormon	vér kalciumszintjét növeli	Vérplazma kalcium szintje	alacsony vérplazma kalcium szint +	↑
mellékvesekéreg	kortizol	glükózképzést serkenti, szabad zsírsav mobilizáció és fehérjeszintézis, csökkenti a glükóz felhasználását	ACTH +	alacsony vérnyomás +,	↑ nehéz
	aldoszteron	fokozott kálium kiválasztás és nátrium visszaszívás a vesében		emelkedett szérum kálium + és a szimpatikus aktivitás a vesében +	↓ könnyű
	nemi hormonok	tesztoszteron és ösztrogén szintézis			
mellékvesevelő	adrenalin (80 %), noradrenalin (20%)	Növeli a glikogénolízist, szabad zsírsav mobilizációt, pulzust	szérum kálium koncentráció és a renin-angiotenzin rendszer	alacsony vérnyomás és túl sok „stressz” érzet	



hasnyálmirigy	Inzulin	A glükóz, aminosav és szabad zsírsav felvétele a vérből a az izom és zsírszövetekbe	vérplazma glükóz és aminosav (Arg,Leu,Liz) koncentráció, autonom idegrendszer (paraszimpatikus)	emelkedett vérplazma glükózszint + és aminosav konc. + ; csökkent adrenalin és noradrenalin, szomatostatín -	↓
	glukagon	megnövekedett glükóz és szabad zsírsav felvétel, glükoneogenezis, vér glükóz szintjének növelése	vérplazma glükóz és aminosav (Arg,Leu,Liz,konc) ;autonom idegrendszer	lecsökkent vérplazma glükózszint + és aminosav konc. + ; fokozott adrenalin és noradrenalin +	
herék	tesztoszteron	fokozza a fehérjeszintézist, másodlagos nemi jellegek kialakulása, nemi vágy, spermium képződés	FSH és LH	fokozott FSH és LH +	kis
petefészek	ösztrogén	zsír lerakódás, másodlagos nemi jellegek, petesejt érés	FSH és LH	fokozott FSH és LH +	kis ↑

Forrás: http://www.jgypk.u-szeged.hu/tamop13e/tananyag_html/tananyag_sportelettan/index.html

5.10. Terhelés-élettani vizsgálatok leírása, kardiovaszkuláris jellemzők bemutatása, ezek értelmezése, alkalmazásuk a fizikai aktivitási programok tervezése során



48. ábra: Wasserman féle „fogaskerek”

Forrás: http://www.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/atfk/tematikak/TESTNEVELES_TANSZEK/dr_ihasz_ferenc_csatolható_dok/terheles_laborgyakorlat.doc.

A **48.ábra** bemutatja a hármas struktúra működési elvét, amely az izmot (az abban történő anyagcserét, amely a mitokondriumban játszódik), a keringés-és légzés központját, a szívet és a tüdőt jelenti. A keringés szempontjából a nagyvérkör szerepét, amely az sejtlégzés színtere, illetve a kisvérkört (a külső légzés történik), ahol a tüdő szerepe a legfontosabb (a CO₂ leadása és az O₂ felvétele). A keringés szempontjából a szívfrekvencia (HR) mértéke, illetve az egy összehúzódásra kipréselt vér mennyisége (SV) a legjellemzőbb. A tüdő esetében a ventiláció (VE), amely a légzési térfogat (V_T) és a légzésszám (RR) szorzatával minősíthető. Fizikai terhelés során a kardiovaszkuláris és respiratórikus rendszer összehangolt működése teszi lehetővé a működő izomzat megnövekedett energiaigényének támogatását. Mindkét rendszer megfelelő adaptációja biztosítja a sejtlégzés folyamatosságát, a homeostatis



fenntartását a megnövekedett metabolikus igény mellett is. A Wasserman-fogaskerekek a rendszer fiziológiás komponenseinek összefüggéseit jelzik. A végtagizmok megnövekedett oxigén hasznosítását (QO_2) az izmokat perfundáló vérből történő nagyobb oxigén extractio, a perifériás vaszkulátúra dilatációja, a megnövekedett keringési perctérfogat (pulzustérfogat x szívfrekvencia), a pulmonáris érrendszer rekrutációja és dilatációja miatt megnövelt pulmonális véráramlás, továbbá a nagyobb percventiláció (légzési térfogat x légzési frekvencia) biztosítják. Az alveolusokból történő oxigénfelvétel (VO_2) arányos a pulmonáris véráramlással és a pulmonáris capilláris vérben a haemoglobin oxigén deszaturációjának mértékével. Egyensúlyi állapotban $QO_2 = VO_2$.

5.10.1 Ergospirometria

A laboratóriumban végzett terheléses (ergospirometriás) vizsgálatok olyan vizsgálati eljárások, amelyek a szív-, keringési- és a légzőrendszer, (kardiorespiratórikus rendszer) valamint az anyagcsere-működések színvonalának meghatározására szolgálnak. A vizsgálat közvetve alkalmas az aktuális egészség- és a teljesítőképesség megítélésre. A terhelés-élettani vizsgálatok a mindenkori teljesítményt jellemző élettani mutatók vizsgálata és értékelése. A különböző sportági mozgások, illetve munkakörök sajátos terhelésprofillal bírnak, amelynek figyelembevétele a célirányos vizsgálatok során elengedhetetlen. A fizikai teljesítmény elemzése során figyelembe kell vennünk, hogy az ember szervrendszerei különböző arányban, részesülnek a feladat elvégzése tekintetében, de egészében a teljesítmény minősége a legfontosabb szempont. A fejlesztés szempontjából mégis fontos, hogy az egyes szervrendszerek funkcionális jellemzői milyenek és hogy szükséges-e kiemelt fejlesztésük.

A vizsgálatokat kerékpár ergométeren az ellenállás növelésével, futószalag ergométeren a szalagsebesség és dőlési szög növelésével, végezzük, ahol a belélegzett oxigén mérésére száraz gázmétert, turbinás vagy pneumatikus eszközöket használunk. Az arcra rögzített maszk, amely szenzorral kapcsolódik a gázanalizátorhoz, a gáz frakciók ezek után szétválasztásra kerülnek, amelynek célja, hogy O_2 - CO_2 szintjét mérhetővé tétel. Pontosabban a légzési és keringési rendszer teljesítő képességét kalkuláljuk (VO_2) aerob kapacitás megnevezéssel. A mikrokomputer a Haldane transzformációt és a Fick-egyenletet



használja a számításhoz. A Fick törvénye a szervezet oxigén fogyasztása (VO_2), az arteriovenózus oxigén koncentráció különbség ($a-v O_2 \text{ diff}$) és a perctérfogat (Q) viszonyát adja meg: $VO_2 = Q \cdot a-vO_2 \text{ diff}$. Ezzel egy időben 12 elvezetéses EKG-val követjük a szív tevékenységét a terhelés különböző szakaszaiban. Az EKG görbe segítségével nemcsak a szív működés zavarait (extraszisztolék, hipoxiás jelek), hanem a pulzusszámot is folyamatosan megkapjuk. Az oxigénfogyasztás és a szívfrekvencia segítségével számolható az oxigénpulzus, ami a kettő hányadosát jelenti. A spiroergometria gyakran kapcsolódik vér vizsgálattal, ahol a pH-t, laktát szintet és anaerob küszöböt határozhatunk meg.

Egy spirometriás vizsgálat során mért értékek:

a légzésmechanika adatai:

- percenkénti légzésszám
- légzési térfogat
- a kettő szorzata a légzési perctérfogat

a gázcsere adatai:

- a kilégtett levegő O_2 koncentrációja
- a kilégtett levegő CO_2 koncentrációja
- percenkénti O_2 felvétel
- percenkénti CO_2 leadás
- a kettő hányadosa légzési kvóciens (RQ)

számolt értékek:

- relatív O_2 fogyasztás (Testsúly Kg-ra számolt)
- oxigénpulzus: percenkénti O_2 felvétel (ml)/pulzusszám
- légzési ekvivalens: légzési perctérfogat (l) $\times 100$ / percenkénti O_2 felvétel (ml)



Leggyakrabban a maximális munkavégző képességre és ezen belül a maximális oxigénfelvevő képességre vagyunk kíváncsiak. Ez úgy történi, hogy 2-3 percenként emeljük a terhelés teljesítményét, mindaddig, amíg a vizsgált személy azt bírja. Ezt hívjuk „vita maxima” értéknek, mely azt a legmagasabb oxigén fogyasztást jelenti, melyet a fokozódó terhelés utolsó percében mérünk. A vizsgálatot maga a terhelést végző fejezi be, szubjektív kifáradás miatt (ritkán EKG rendellenesség esetén a vizsgáló). A szubjektív tényezők (motiváltság, kitartás) miatt szükséges a vita maxima kritériumait:

- a terhelés maximumán életkortól függően a pulzus legyen 160-180/min
- a fokozódó terhelés időtartama legalább 5-6 perc legyen
- az artériás vér pH-ja legyen 7,25, vagy kisebb
- RQ érték ($RQ = CO_2/O_2$) legyen 1, vagy ennél több
- a terhelés emelésekor az oxigén fogyasztás érje el a maximumot.

A spiroergometriai terheléses élettani vizsgálat alapvetően több részből áll:

A vizsgálat előkészítése: úgynevezett nyugalmi vizsgálatokból áll. (vérnyomás, általános anamnézis felvétel)

Maga a terheléses vizsgálat alapvetően háromféle protokoll alapján történhet:

- Huzamos ideig állandó (steady state)
- Fokozatosan növekvő terhelés, amely az anaerob küszöb-szint meghatározására szolgál (nem max. terhelés)
- Fokozatosan növekvő terhelés, amely a kimerülésig tart (vita maxima)



49. ábra: Ergospirometria

5.10.2 A terhelés során megfigyelt légzési és keringési változások jellemzői, oxigénfelvevő és szállító kapacitás

Pulzus

Dinamikus mozgás során a pulzus egyenes arányban nő a munka nehézségével, és az oxigén felhasználással. A mozgás során a pulzusnövekedés elsősorban a diasztolé, nem pedig a szisztolé során jelentkezik. A pulzus válasz nagysága függ a kortól, a testhelyzettől, kondíciótól, a mozgás fajtájától, esetleges szívbetegségtől, gyógyszerektől, vér térfogattól és környezeti tényezőktől, mint hőmérséklet és páratartalom. A szisztolés vérnyomással szemben – ahol a vérnyomás nő a korrallal – a maximális elérhető pulzus csökken a korrallal. Az egyenlet $220 - \text{kor}$, hozzávetőlegesen megad egy maximum pulzust egészséges embereknél.

Percventilláció (MVE), minute ventilation

Légzési perctérfogat, vagyis az egy perc alatt belélegzett levegő mennyisége. Az érték egyszerűen számítható, a légzésszám és a légzési térfogat szorzatával. A terhelés hatására folyamatosan növekszik, majd Relatív percventilláció: a percenkénti levegőfelvétel és a testtömeg hányadosa. Megfogalmazása szerint a relatív percventilláció nyugalomban is, és terhelés alatt is a légzés intenzitását jellemzi



Mértékegysége: $L \cdot \text{min}^{-1}$

Verőtérfogat (pulzustérfogat)

A verőtérfogat (a vér térfogata, amit kilök a szívdobbanásokként) egyenlő a végső diastolés térfogat (EDV), és a végső sistolés térfogat (ESV) különbségével. Az EDV-t a pulzus, a feltöltő nyomás, ventrikuláris teljesítmény határozza meg, amíg az SDV két tényezőn múlik: az összehúzódáson és az utántöltésen. Nagyobb diastolés töltés növeli a verő térfogatot. Ezzel szemben azok a tényezők, amelyek a kamrai kiáramlást gátolják alacsonyabb verőtérfogatot eredményeznek. A verő térfogat nyugalmi pozícióban általában 60 és 100 ml/ütés között van egészséges felnőttek esetében, a maximum verőtérfogat pedig 100 és 120ml/ütés. Mozgás során a verőtérfogat nő a munka mértékével, amíg el nem éri azt a szintet, amely körülbelül egyenlő egy 50%-os aerob kapacitással. Fiziológiai kereteken belül a fokozott vénás visszatérés növeli az EDV-t, nyújtja a szívizom rostokat és növeli az összehúzódás erejét.

Perctérfogat

A szív-perctérfogat nagysága megegyezik normálisan a test összes szövete véráramlásának összegével, azaz lényegében ugyanaz a vértérfogat áramlik vissza a jobb szívfélhez, amelyet a bal szívfél kipumpál a szisztémás keringésbe, s ugyanez a mennyiség áramlik át megfelelő időegység alatt a kisvérkörön. A kardiovaszkuláris rendszer *funkcionális kapacitása* igen nagy (a gyakorlati szempontból is fontos adatok aláhúзва szerepelnek). A szív-perctérfogat nyugalmi értéke 4,5–5,5 liter/perc, amely intenzív fizikai munkában, a trenírozottságtól függően, átmenetileg akár 5–7-szeresére is fokozódhat. Érdekességgként megemlítjük, hogy egy átlagos 60 éves felnőtt élettartam során a szív mintegy 200.000 m³ vért pumpál a keringésbe, 5–6.000 m³ folyadék filtrálódik át a kapillárisok falán, és kb. 80.000 hektoliter oxigén kerül felhasználásra a szövetek sejtjeiben a metabolizmus céljaira. **Mértékegysége:** $\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$

Maximális oxigénfelvevő képesség (VO₂max)

A teljes kifáradásig tartó ún. „*vita maxima*” terhelés során mért egyik legfontosabb paraméter, amely az aerob állóképességnek lényeges indikátora. Minél nagyobb a maximális oxigénfelvevő képesség, annál jobb az aerob állóképesség. Értéke függ az életkortól, nemtől,



edzettségtől, testalkattól. Limitáló faktorai közé tartozik a légzőrendszer és keringés oxigénfelvevő és szállító kapacitása, valamint az izmok oxigénfelvevő képessége is. A terhelés maximumán mérhető abszolút vagy relatív aerob teljesítmény humánbiológiai és értelmezési szempontból egyaránt érdekes mutató. Általában igaz az a megállapítás, hogy jó, vagy a kiemelkedő fizikai teljesítményhez átlagon felüli oxigénfelvétel társul, de az már közel sem biztos, hogy kiváló oxigénfelvétel esetén a fizikai teljesítmény is kiemelkedő vagy éppen csak jó.

Relatív oxigénfelvevő képesség (RVO_2)

A testtömeg kilogrammra vonatkoztatott oxigénfelvevő képesség, amely nem más, mint a **relatív aerob kapacitás**. Mértékegysége:

Mértékegysége: $kg^{-1} \cdot ml \cdot min^{-1}$

Szén-dioxid-oxigén arány (RQ)

A szervezet energiaforgalmára jellemző adat az ún. respirációs kvóciens (RQ), amely a belső légzés során a szövetekben termelődő szén-dioxid és a felhasznált oxigén arányát mutatja. Mérése a be- és kilélegzett levegő oxigén, illetve szén-dioxid tartalmának meghatározásán alapul. Jelentősége abban áll, hogy a terhelés minden percében nyomon követhetők az anyagcsere-folyamatok. A nyugalmi - terhelés előtti - RQ akkor megfelelő, ha értéke 0,8 körüli értéket mutat (vegetatív idegrendszeri labilitás esetén értéke 1 fölötti is lehet). Hogyan változik az RQ terhelés alatt? Csökkenése arra utal, hogy az energiát a szervezet zsírokból ($RQ=0,71$) nyeri. Növekedése arra utal, hogy az energiát szénhidrátból nyerjük, ekkor az $RQ \sim 1$. A terhelés elkezdése utáni második-harmadik percben az RQ értéke csökken, majd fokozatosan, végül meredeken emelkedik. A terhelés abbahagyását követően a restitúció első szakaszában az RQ tovább emelkedik. Ennek magyarázata az, hogy az izomban felszaporodott tejsav tovább bomlik vízre és széndioxidra. Ez utóbbi a légzéssel távozik, és RQ-emelkedést eredményez.

- **Terhelés hatására létrejött vérnyomásváltozások**

A vérnyomás definíció szerint az a nyomás, amelyet a szív összehúzódásának következtében a vér az ér falára kifejt. Az erek falán mérhető nyomás a vérkör különböző részein a szívtől való



távolság és az erek vastagságának függvényében változik. Az általános orvosi gyakorlatban - és az otthoni mérés esetén is - vérnyomás alatt a bal felkar artériájában a szív magasságában mért nyomást értjük. A vér nyomása a szív ritmikus összehúzódásának következtében periodikusan is változik. Az összehúzódtott bal kamra által létrehozott csúcsnyomás a méréskor a „felső” értéket adó, szisztolés érték. A balkamra elernyedési fázisában a vérnyomás meredeken esik, eléri a minimális értéket, az ún. diasztolés vérnyomást, azaz az „alsó értéket”, majd ismét meredeken emelkedni kezd. Az alsó érték főként attól függ, hogy a vér milyen sebességgel tud továbbfolyni az artériákból a kapillárisokba.

- **Szisztolés vérnyomás**

Terhelésre adott válasz gyanánt létrejött normál szisztolés vérnyomás növekedés fokozatosan emelkedik, ez tipikusan 10 plusz-mínusz 2 Hgmm/metabolikus egység (MET), amely a terhelés csúcsán egyenletes értékeket mutat. A terhelés során az alacsony vérnyomás azt jelenti, hogy a szisztolés vérnyomás képtelen megemelkedni, és alacsonyabb értéket mutat, mint a terhelés előtti nyugalmi állapotban, vagy egy rövid emelkedő szakasz után plusz-mínusz 20Hgmm csökkenést mutat testmozgás közben. A természetellenes válaszreakció oka lehet a krónikus szívkamrai zavar, a terhelésre jelentkező szívizom-isémia, amely bal oldali szívkamra-elégtelenséget okoz, vagy esetleg szívizomgyengeség (papilláris funkció zavar), vagy szívbillentyű-elégtelenség, amely a kontroll-időszak során növeli a hirtelen kialakuló szívbetegségek kockázatát.

- **Diasztolés vérnyomás**

A diasztolés vérnyomás általában változatlan marad vagy csak kis mértékben csökken a terhelés hatására. Számos esetben találkozunk extrém vérnyomás növekedéssel, már alacsony terhelési szinten is, ennek számos egyéb oka lehet, alapvetően befolyásolja a terhelési protokoll (a dőlésszög emelkedése, stb.) minősége is.



5.10.3 Szívműködés sportélettani jellemzői

A szervek, így az izomzat ellátása tápanyaggal és az anyagcseretermékek elszállítása onnan nyugalomban is a szív és vérkeringés feladata, még inkább érvényes ez fizikai aktivitás közben, amikor megnövekszik az oxigén és tápanyag iránti igény, elsősorban az izomzat részéről. Ennek kielégítésére megváltozik a keringő vérmennyiség eloszlása is, az egyéb szervek kevesebb vért kapnak, hogy a többletet a dolgozó izmok kapják meg. A kisvérkör, amelynek feladata a szívből a tüdőbe eljuttatni az oxigénben szegény és széndioxidban dús vért és a tüdőből a szívbe szállítani az oxigénben dús vért, valamint a nagyvérkör, amely a szívből a szervekhez juttatja az oxigénben dús és onnan szállítja el az „elhasznált” vért együttesen alkotja a vérkeringést. Az oxigén mennyiség, amelyik a tüdőből eljut az izmokhoz, függ a szív teljesítményétől. A szív működése közben összehúzódik (szisztolé) és elernyed (diasztolé). Az egy összehúzódás által kilökött vérmennyiséget nevezzük verőtérfogatnak. Ha a verőtérfogatot szorozzuk az egy perc alatti szívösszehúzódások számával (ezt nevezzük szívfrekvenciának) - ez egészséges emberben megegyezik a pulzusszámmal - akkor kapjuk meg az u.n. perctérfogatot (ez nyugalomban 4,5-6,5 l). A perctérfogat mellett a másik tényező, amelyik az oxigén felhasználást meghatározza, hogy mennyi oxigént képes a vérből kivonni a működő izom, vagy egyéb szerv. Ez az arterio- venosus különbség. A növekedő intenzitású fizikai aktivitás fokozott O_2 fogyasztással jár. Ekkor az artériás vér O_2 tartalma alig változik, a vénásé pedig jelentősen csökken, ezért az arteriovenózus O_2 koncentráció (a-vO₂ diff.) különbség nő.

A szív teljesítményét a perctérfogat határolja be, az állóképességi teljesítőképesség pedig egy adott időegység alatt felvett oxigén mennyiségének a függvénye. Fokozatosan emelkedő intenzitású dinamikus terheléssel párhuzamosan nő a verőtérfogat, amíg a szív el nem éri a 130-150/perces szívfrekvenciát. Ezt követően a szívfrekvencia tovább nőhet a terhelés folytatása esetén, serdülőkorban elérheti 205-220/perc értéket is, azonban a verőtérfogat a frekvencia növekedésével már nem nő párhuzamosan. Edzés hatására a szív alkalmazkodik a fokozott igényekhez, nő a szívizom összehúzódó képessége, a szív bal kamrája több vért képes befogadni, mindennek következményeként megnő a verőtérfogat. A sportolás közbeni magas pulzusszám és a megnőtt verőtérfogat eredményezi, hogy ilyenkor a perctérfogat is



jelentősen megnő, a nyugalmi átlagos 6,5 l-ről akár 21 l/perc fölé is. Rendszeres edzés hatása abban is megmutatkozik, hogy fokozatosan megnő a szív tömege, ami a szívizom megnövekedésében nyilvánul meg. Ezt nevezik hipertrófiának, ami egészséges alkalmazkodási jelenség, szemben a beteg szívizom esetében is létező hipertrófiával, ami azonban ettől szerkezetileg eltérő. Élettani szempontból megkülönböztetünk szimpatikus és paraszimpatikus idegrendszert, illetve ezek hatását. A szimpatikus idegrendszer azokat a funkciókat serkenti, amelyek valamilyen „készenléti”, vagy „vész” helyzet esetén szükségesek, ezzel szemben a paraszimpatikus idegrendszer inkább fékezi ezt a „mozgósítást”, serkenti a regenerációs folyamatokat. Az edzett szív működésének lényege, hogy nyugalomban fokozottabban érvényesül a paraszimpatikus hatás, viszont terheléskor az edzetlenekhez képest fokozottabban hatnak a szimpatikus tényezők. Ennek eredménye a sportolók lassabb nyugalmi pulzusa - ez az edzéshatás már fiatal korban is érvényesül -, a jobb oxigén kihasználás. Terheléskor az edzett szív magas szívfrekvencia mellett is tudja növelni a verőtérfogatot - szemben az edzetlenekkel - s ezáltal a perctérfogatot is. **6. táblázat**

6. táblázat: Az edzett és edzetlen szív teljesítménye közötti különbséget terheléssel viszonyok között szemléltetik az alábbi adatok:

	Pulzusszám	Verőtérfogat	Perctérfogat
Edzett	180/perc	20-60 ml	32-34 l
Edzetlen	180/perc	20 ml	20-22 l

Forrás: http://www.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/atfk/tematikak/TESTNEVELES_TANSZEK/dr_ihasz_ferenc_csatlolható_dok/terheles_laborgyakorlat.doc.

Edzett szív működése

Fizikai aktivitás közben megnövekszik az oxigén és tápanyag iránti igény, elsősorban az izomzat részéről. Ennek kielégítésére megváltozik a keringő vérmennyiség eloszlása is, az egyéb szervek kevesebb vért kapnak, hogy a többletet a dolgozó izmok kapják meg. Fokozatosan emelkedő intenzitású dinamikus terheléssel párhuzamosan nő a verőtérfogat, amíg a szív el nem éri a 130-150/perces szívfrekvenciát. Ezt követően a szívfrekvencia tovább



nőhet a terhelés folytatása esetén, serdülőkorban elérheti 205-220/perc értéket is, azonban a verőtérfogat a frekvencia növekedésével már nem nő párhuzamosan. Edzés hatására a szív alkalmazkodik a fokozott igényekhez, nő a szívizom összehúzódó képessége, a szív bal kamrája több vért képes befogadni, mindennek következményeként megnő a verőtérfogat. A sportolás közbeni magas pulzusszám és a megnőtt verőtérfogat eredményezi, hogy ilyenkor a perctérfogat is jelentősen megnő, a nyugalmi átlagos 6,5 l-ről akár 21 l/perc fölé is. Terheléskor az edzetlenekhez képest fokozottabban hatnak a szimpatikus tényezők. Ennek eredménye a sportolók lassabb nyugalmi pulzusa - ez az edzéshatás már fiatal korban is érvényesül -, a jobb oxigén kihasználás. Terheléskor az edzett szív magas szívfrekvencia mellett is tudja növelni a verőtérfogatot - szemben az edzetlenekkel - s ezáltal a perctérfogatot is. **(7.táblázat)**

A vérkeringést befolyásoló, illetve hatékonyabbá tevő adaptációs folyamatokat kiegészítik a perifériás alkalmazkodással kapcsolatos jelenségek:

- javul a szervek, így az izomzat hajszálerekkel való ellátása állóképességi edzés hatására, ami szintén az oxigén ellátás javítását célozza;
- az izmokon belül is hatékonyabbá válik a vér eloszlása;
- növekszik az aerob és anaerob anyagcserében részt vevő enzimek aktivitása.

7. táblázat: Kardiiovaszkuláris mérőmutatók összefoglalása

	Pulzusszám	Diasztolés térfogat	Pulzustérfogat	Szisztolés térfogat	Perctérfogat
Edzett nyugalmi	40-60 ü/p	180-240 ml	70-80 ml	120-160 ml	3,5-4,5 l
Edzett terheléses	180 ü/p	180-240 ml	160-180 ml	20-60 ml	32-34 l
Nem edzett nyugalmi	65-70 ü/p.	120-140 ml	70-80 ml	60 ml	4,5-5,5 l



Nem edzett	180 ü/p.	120-140 ml	100-120 ml	20 ml	20-22 l
Terheléses					

Forrás: http://www.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/atfk/tematikak/TESTNEVELES_TANSZEK/dr_ihasz_ferenc_csatolhato_dok/terheles_laborgyakorlat.doc.

5.10.4 A fizikai aktivitás erőteljességi övezetei

A mérsékelt, nagy, szubmaximális és maximális erőteljességi övezeteket az oxigénszükségletből és oxigénfelvételtől mért oxigénadósság alapján differenciáljuk. Ennek megfelelően a mérsékelt erőteljességi övezetet jellemzője a valódi egyensúlyi állapot (steady state). Az oxigén felvétel és terhelés által igényelt oxigén igény megegyezik. A nagy és szubmaximális erőteljességi övezeteket látszólagos egyensúlyi állapotként, míg a maximális erőteljességi övezetet anaerob szakaszként jellemzi. A szubmaximális terhelési szintnél a terhelés második felétől az oxigén igény és felvétel megegyezik, ugyanakkor az első felében keletkezett oxigénadósságot végig magunkban hordozzuk. Ebben a zónában már jelentős tejsav felszaporodás észlelhető. A nagy erőteljességi övezetben a terhelés nagyobb részében egyezik meg az oxigén igény és a kínálat. Az oxigén adósság itt is megmarad, de az sokkal kisebb mértékű, mint a submaximális terhelésnél. Maximális terhelési övezetben az energia anaerob módon áll az izomzat rendelkezésére. Az emberi szervezet kb. 40 másodpercig képes anaerob módon energiához jutni. Az ilyen intenzitású mozgáshoz a lehető leggyorsabban kell energiához jutni, ez pedig anaerob úton lehetséges, az ATP raktárakból, kreatin-foszfátból és anaerob glükolízis révén.

Az aerob kapacitás a kardiorespiratórikus rendszer teljesítőképességének legjobb mutatója. Munkavégzéskor a maximális oxigénfelvételt a testtömeghez viszonyítva megkapjuk a relatív aerob kapacitást, amely a testtömeg kilogrammonként felvett oxigén mennyiségét jelöli percenként. Nyugalmi értéke 3,5 ml/kg/perc O_2 felvételnek, illetve 1,2 kcal/perc energiafelhasználásnak felel meg, amit a szakirodalom egy metabolikus egységnek (MET nek) nevez. A szervezet energiafelhasználásának megítélésére használt mértékegység lehetővé teszi a különböző mozgásformák intenzitásának egyszerű összehasonlítását.



5.10.5 Az egészséges szervezet alkalmazkodása a növekvő intenzitású fizikai terheléshez

A fizikai terhelés az emberi szervezet teljes egészének alkalmazkodását váltja ki a növekvő intenzitásnak megfelelően. Az erő kifejtéséhez szükséges energiát a légzési, keringési anyagcsere rendszer működése biztosítja. Az állóképesség vizsgálata során a rendszer, a wattban, vagy egyéb teljesítménymutatókban kifejezett teljesítménye mellett, a keringés, a légzés és az anyagcsere mutatóinak változásain keresztül mérhető. Korrekt terheléses vizsgálat ergospirometriás teszttel történik. A vizsgálat során az egyén folyamatosan, vagy lépcsőzetesen növekvő ellenállással szemben végez munkát (pl. kerékpár ergométeren, futópadon, evezőpadon) a keringés és a légzés folyamatos monitorozása mellett. A teszt közben pontosan mérhető többek között az egyén oxigén fogyasztása (VO_2), széndioxid leadása (VCO_2), ventilációja (VE), teljesítménye (WC), szívfrekvenciája (Fr). A kapott értékek az antropometriai adatok, a nem, és az életkor szerint kiszámított referenciához viszonyítva minősíthetők. Ha a vizsgált személy nem esik egyéb korlátozás alá, a tréning intenzitása az anaerob küszöbnek (anaerobic threshold - AT) megfelelő paraméterekben határozható meg. Ez az a határ, ahol az oxigénfelvétel még elegendő az aerob energiatermeléshez, de magasabb intenzitásnál már az anaerob folyamatok kerülnek túlsúlyba. Az ergospirometriás vizsgálat pontos AT meghatározásra ad módot. A folyamatosan növekvő terhelés során a készülék méri az egyén oxigén fogyasztását és széndioxid leadását. A terhelés növekedésével párhuzamosan, körülbelül azonos ütemben nő a VO_2 és a VCO_2 . Amíg a felvett oxigén elegendő az aerob anyagcsere folyamatok fenntartására, addig az artériás vérben a széndioxid parciális nyomása ($PaCO_2$) nem változik, és a vér pH-ja normális marad. Az AT elérése után az anaerob anyagcsere következtében a szérumsav koncentrációja megemelkedik, és a vér pH-ja csökken. A tejsavacidózis kialakulásának elkerülésére és a pH helyreállítására a bikarbonát puffer rendszer gyorsan aktivizálódik és a 8 tejsav pufferolásából származó széndioxid, hozzáadódik az aerob anyagcsere során keletkező széndioxidhoz. Ennek következtében a ventiláció fokozódik és a kilégzett levegőben a VCO_2 ugrásszerűen megnő. A bikarbonát puffer aktivitását mutatja a szérumban megjelenő bázishiány is. Az AT meghatározásának jelentősége kiemelten fontos a keringési-légzési anyagcsere rendszert érintő betegek mozgásterápiájában, de az egészséges



emberek tréningezésében is célszerű megállapítani. Az AT-nél maximált tréningintenzitással, a mozgás hosszú ideig biztonságosan fenntartható, ami alapvető követelmény a tréninghatás elérésében. Másrészt, az AT közelében végzett mozgás nem vált ki metabolikus acidózist, ami különösen fontos a betegeknek.

Az anaerob küszöb meghatározásának módjai

Az AT meghatározásának célja a páciens állapotának felmérése, a tréning intenzitásának megállapítása, illetve a fejlődés, vagy állapotromlás követése. Bármelyik módszert használjuk az AT meghatározására, az ergospirometriás vizsgálat segítségével pontosan meghatározható az AT-hez tartozó intenzitás (pl. watt-ban, vagy sebességben) és szívfrekvencia. Ez a pont a maximális szívfrekvencia 60-80%-nál, és a maximális oxigénfogyasztás 50-70 %-ánál következik be, az egyén fizikai és egészségi állapotától függően.

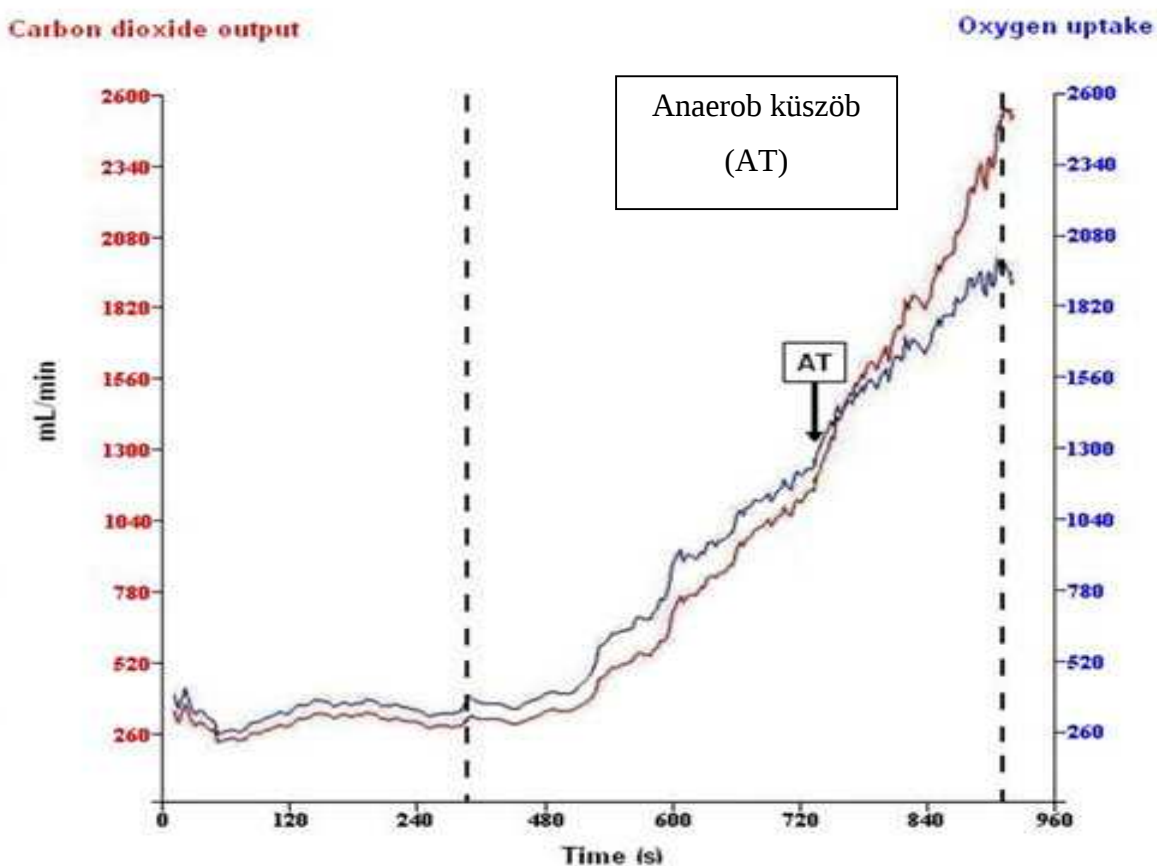
Tejsav küszöb

A szérum tejsav koncentráció változásának mérése az egyik lehetőség az AT meghatározására (tejsav küszöb, laktátküszöb, lactate threshold). A normálisan 1 mmol/l alatti tejsav koncentráció a fizikai aktivitás során eleinte közel állandó marad, lassan emelkedik, majd bizonyos intenzitás után meredeken emelkedni kezd. A görbe meredekségének emelkedése jelenti az aerob-anaerob átmenetet (≈ 2 mmol/l). Az un. individuális laktátküszöbnek az ennél 1,5 mmol/l-el magasabb értéket tekintjük. A 4 mmol/l a legáltalánosabban használt fix laktátküszöb. Ennél az értéknél azonban a terhelés intenzitása nem tartható fenn sokáig, így ezt a meghatározást alkalmazva, alacsonyabb intenzitással kell a tréninget végezni. A szérum tejsav koncentráció

Gázcsere hányados

A gázcsere hányados (Respiration Exchange Rate – RER, vagy Respiration Quotients – RQ) a VCO_2/VO_2 aránya, nyugalomban 0,85 körül mozog. Értéke azonban függ az energiaszolgáltatás forrásától, azaz, az oxidált tápanyagtól. A szénhidrátok oxidációja során az $RQ=1$, zsírok esetében az $RQ=0,7$ és a fehérjék oxidációjakor az $RQ=0,8$. A terhelés elején az azonos mértékben növekvő VO_2 és a VCO_2 mellett, az RQ nagyjából változatlan marad. Az anaerob anyagcsere folyamatok dominánssá válásával a tejsav pufferolásából keletkező

többször széndioxid a kilélegezett levegőben megjelenik, a VCO_2 görbe meredekebben emelkedik, mint a VO_2 . Az $RQ=1$ érték elérésekor a két görbe keresztezi egymást, ez után a VCO_2 növekedésének üteme felgyorsul, a két görbe egyre jobban eltér egymástól. Ebben az esetben tehát a $RER=1$ tekinthető anaerob küszöbnek. **50.ábra**



50. ábra: Anaerob küszöb meghatározása VCO_2/VO_2 (RER) alapján ergospirometriával

Forrás: <http://bmsi.ru/doc/4fe3cc87-9eba-4251-9f67-c92f1e0522df>

Gázcsere küszöb

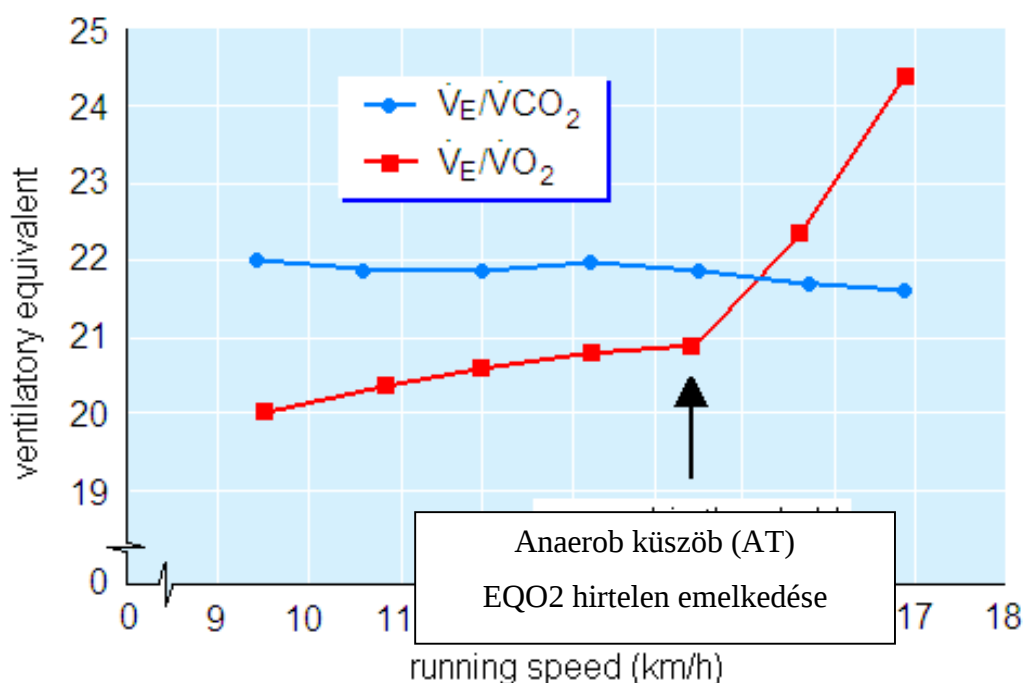
A V-slope módszer a gázcsere küszöböt (gas exchange threshold GET) ahhoz a ponthoz köti, ahol a széndioxid leadás emelkedésének üteme felgyorsul és meghaladja az oxigén felvétel emelkedésének ütemét, vagyis a VCO_2/VO_2 görbe meredeksége >1 . A GET általában



hamarabb és alacsonyabb VO_2 mellett következik be, mint az $RQ=1$, de ez nem törvényszerű. Ezzel a módszerrel azoknál a személyeknél is meghatározható az AT, akik nem képesek a ventilációjukat jelentősen növelni (pl. obstruktív tüdőbetegek) és ezért a ventilációs küszöb meghatározása nem mindig lehetséges.

Ventilációs küszöb

Az AT meghatározásának másik, non-invazív módja a ventilációs küszöb (Ventilation Threshold – TVE) vizsgálata. Az AT-t a metabolikus acidózis hatására bekövetkező légzési ekvivalens (EQ) változás jelzi. Az EQ az oxigén vagy a széndioxid és a ventiláció arányát mutatja, vagyis azt fejezi ki, hogy egységnyi O_2 felvétele, vagy CO_2 kilégzése hány liter levegőből lehetséges (VE/VO_2 , VE/VCO_2). Az alveoláris ventiláció normálisan, a vér CO_2 koncentrációjának emelkedésével egyenes arányban nő. A vérben a tejsav pufferolásából származó széndioxid többlet hiperventilációt vált ki és a légzési ekvivalens megváltozik. A hiperventiláció ezen a szinten elsősorban a légzésszám növekedésének és nem térfogatának emelkedéséből adódik. Ilyen körülmények között a holtter légzés aránya megnő, ezért az oxigénre vonatkoztatott légzési ekvivalens (EQO_2) gyorsan emelkedik, míg a széndioxidra vonatkoztatott légzési ekvivalens ($EQCO_2$) egy ideig még változatlan marad, és az emelkedés csak később következik be. Az AT az EQO_2 hirtelen emelkedéséhez, az EQO_2 görbe töréspontjához köthető. **51.ábra**



51. ábra Anaerob küszöb meghatározása ventilációs küszöb alapján

Forrás: <https://publi.cz/books/50/15.html>

Az AT meghatározására legáltalánosabban használt módszer a gázcsere küszöb mérése. Meghatározására a módosított V-slope módszert alkalmazzák azon a ponton, ahol a $\dot{V}_{CO_2}$ emelkedésének üteme éppen meghaladja a $\dot{V}_{O_2}$ növekedésének ütemét, és így a $\dot{V}_{CO_2}/\dot{V}_{O_2}$ görbe meredeksége >1 . Nyugalomban a $\dot{V}_{O_2}$ értéke magasabb, mint a $\dot{V}_{CO_2}$, és az RQ értéke 1 alatt van. Fizikai terhelés során a $\dot{V}_{O_2}$ és a $\dot{V}_{CO_2}$ párhuzamosan növekszik a fokozódó energia produkciónak megfelelően. Amíg az anyagcsere folyamatok elsősorban aerob úton biztosítják az energiát, az RQ értéke a növekvő gáztérfogatok mellett alig változik. Terhelés közben a $\dot{V}_{CO_2}$ növekedésének felgyorsulását, a kilégzett levegőben megjelenő széndioxid többlet jelzi, ami mutatja, hogy a tejsav felhalmozódására a bikarbonát puffer működésbe lépett.

Az aerob tréning intenzitásának meghatározása



Egészséges felnőtt embereknél számos olyan vizsgálat történt, aminek célja az aerob állóképességi tréning intenzitásának megközelítően pontos kiszámítása, invazív beavatkozások nélkül. Közös ezekben a vizsgálatokban, hogy valamilyen egyszerűen megmérhető, vagy kiszámítható paraméterből határozza meg a maximális értéket (pl. a szívfrekvenciát), és ennek százalékában adja meg a tréning kívánt intenzitását. Ezek a számítások az AT-t célozzák meg, és abban maximálják a tréning intenzitását.

Az aerob tréning intenzitása a $VO_2\text{max}$ százalékában is meghatározható. Ehhez vagy meg kell mérni, vagy ki kell számolni az egyén $VO_2\text{max}$ -át. Az egyén körülbelüli maximális oxigén fogyasztása a szívfrekvencia, a verőtérfogat és az arteriovenozus oxigéndifferencia ismeretében kiszámítható: $VO_2\text{max} = p \times SV \times AVDO_2$ (p =pulzus, SV =verőtérfogat, $AVDO_2$ =arteriovenozus oxigéndifferencia). A tréning intenzitása a $VO_2\text{max}$ 50-70 % - ával történik.

A legegyszerűbb eljárás, az életkor szerinti maximális szívfrekvencia (Fr_{max}) meghatározása (220-életkor). Az így kapott érték kb. 70%-a egészséges egyéneknél, nagyjából megfelel az AT-nek. A módszer hátránya, hogy az életkoron kívül semmit nem vesz számításba, és így nem tükrözi az egészség, vagy a kondíció romlását. Emellett az életkor növekedésével, jó általános kondíció mellett is nagyon alacsony tréningpulzust eredményez.

A legelterjedtebb és hozzáférhetőbb a terhelés során elért maximális szívfrekvencia (HR_{max}) alapján számított érték, mely a HR_{max} 60-80%. Szintén meghatározhatjuk a szívfrekvencia rezerv felhasználásával. Itt a Karvonen formulát használjuk. E szerint a tréning pulzus alsó határa a terhelés során észlelt frekvencia (Fr) növekmény (HR_{max} -Nyugalmi Fr) 50%-a+nyugalmi pulzus, míg a felső határa a növekmény 75%-a+nyugalmi pulzus. A munkavégzést kifejezhetjük wattban (ergométer) lejtő meredekségben és sebességben (járószalag). A teljesítőképesség kifejezhető még testsúlyra korrigált oxigénfogyasztásban (VO_2 , ml/min/Kg). Ennek származtatott értéke a metabolikus ekvivalens a MET, mely a nyugalmi oxigén fogyasztás (kb:3,5 ml/min/Kg) többszöröseként fejezi ki a teljesítményt. 35 ml/min/Kg tehát 10 MET-nek felel meg. Leggyakrabban nincs lehetőség a $VO_2\text{max}$ mérésére, így az elért watt, illetve a lejtő meredekség, sebességből számítjuk ki a MET értéket: kerékpár ergométer esetén $MET = (12 \times \text{watt} + 300) / 3,5 / \text{tkg}$.



A tréning intenzitás szubjektív meghatározása Borg szerint (1982), egy 0-10 vagy, 0- 20 pontos vizuális analóg skála segítségével történik. A skála egyes értékeihez a fizikai munka szöveges minősítése tartozik, és az egyén ennek segítségével értékeli a terhelés mértékét. A Borg skálát a mozgásterápiában, pl. a kardiológiai rehabilitációban is alkalmazzák, ahol az intézeti rehabilitáció során a beteg a számára előírt tréningprogram teljesítése közben rögzíti a számára optimális terhelés minőségét (pl. nehéz) és a hozzátartozó számértéket, pl. 14 a 20-as skálán. A továbbiakban, az élethosszig tartó rehabilitáció jegyében, ezt a minősítést és számértéket bármilyen fizikai aktivitás közben szem előtt tartva, optimális testedzést tud végezni.

Az energiaszolgáltató rendszerek jellemzőinek leírása, az energianyerés fajtái

Az emberi szervezet munkavégzéséhez energia szükséges. A különböző szervrendszerek adaptációs sajátosságai mellett elengedhetetlen az anyag és energiaforgalom vizsgálata. A munkavégzést az elegendő oxigén rendelkezésre állása esetén az aerob, míg annak hiányában az anaerob energianyerési utak teszik lehetővé. A különböző intenzitású erő kifejtéseket vizsgáló eljárások megfelelő értelmezésére csak az energiaszolgáltató folyamatok megfelelő ismeretében lehetséges.

A fizikai aktivitás megkezdésekor az izomsejtben tartalékkolt nagyenergiájú foszforvegyületek (ATP és kreatinfoszfát) csak rövid ideig biztosítják, az „üzemanyagot” így a tevékenység terjedelme és intenzitása limitált. A további energiát elsősorban a szénhidrát és a zsír lebontása biztosítja, a jól ismert „Szent-Györgyi-Krebs” ciklusban végbemenő folyamatok alapján. A szénhidrát lebontását vizsgálva azt látjuk, hogy a hat szénatomos glükózból (illetve polimerjéből a glikogénből) 2 ATP molekula energiájának segítségével 2 molekula 3 szénatomos piroszőlősav keletkezik. Ezután a folyamat a rendelkezésre álló oxigén mennyiségétől függően kétfelé válik. Elegendő oxigén jelenlétében a piroszőlősavból és a koenzim-A-ból acetil koenzim-A képződik. Mivel acetil koenzim-A képződik a zsírsav béta oxidációja során is, a szénhidrát és a zsír anyagcseréje az acetil-koenzim-A-ban találkozik. Ezután a citrát-körben 2 molekula széndioxid és 8 atom hidrogén szabadul fel. A képződött széndioxid a tüdön keresztül távozik a szervezetből, míg a hidrogén a citokróm rendszeren keresztül a terminális oxidációba kerül, ahol a további energiefelszabadulás végbemegy. Ez az



aerob-energianyerés útja. Amennyiben elegendő oxigén nem áll rendelkezésre (anaerob út) a szénhidrát lebontása során keletkezett piroszölősav tejsavvá alakul. A tejsav még aránylag nagy energiatartalmú vegyület. Képződése során a felszabaduló energia mennyisége az aerob úton felszabaduló energiához képest kevés. Míg aerob úton 1 molekula glükózból 38 ATP molekula képződik, addig 1 molekula glükóz tejsavvá alakulása során csak 2 ATP molekula keletkezik. Az erő kifejtés megkezdésekor főleg az anaerob mód uralkodik. A szükséges energiát az izomsejtben lévő tartalék ATP és kreatinfoszfát, valamint a glükóz tejsavvá alakulása biztosítja. Ilyenkor – amíg a légzés az aerob energianyeréshez szükséges fokozott oxigénfelvételt nem tudja biztosítani – a keletkezett tejsavval és piroszölősavval, valamint a felhasznált tartalékokkal egyenértékű oxigénhiány keletkezik. Az oxigénhiányt, azaz az ilyen módon nyert energiát, a munka befejezése után a szervezetnek aerob úton kell „visszafizetnie”. A keletkezett oxigénhiánynak egy része tehát laktacid jellegű (tejsav képződéséhez vezető), másik része viszont – amely ATP-ből és kreatinfoszfátból keletkezett – alaktacid, nem jár tejsavképződéssel. A folyamat gyakorlatilag megismétlődik a terhelés során is, valahányszor a terhelés intenzitását jelentősen emeljük.

A továbbiakban – a munkavégzés megkezdése után – amennyiben az erő kifejtés mérsékelt marad, a teljesítéséhez szükséges energiát a szénhidrátból és a zsírból keletkezett acetyl-coenzim-A aerob lebomlása huzamosabb ideig is képes biztosítani. Ha azonban az erő kifejtés intenzitása miatt az aerob úton nyert energia a folyamatos izom-összehúzódáshoz nem elegendő, akkor a tejsav felszaporodása és a vér-pH savas irányú eltolódása ismét az anaerob energianyerés előtérbe kerülését bizonyítja.

A felnőtt egészséges ember átlagos nyugalmi energiatermelésének, azaz oxigénfogyasztásának maximum kétszeres értéke a könnyű munka, a kettő – négyszerese a közepes munka, míg a négy-nyolcszorosa a nehéz fizikai munka kategóriába sorolható.

5.10.6 Terhelési módszerek protokollok

A technikai fejlődés és a tudományos érdeklődés következtében egyre több, korábban csak orvos-diagnosztikában, vagy az iparban használatos módszer, eszköz, műszer került az edzéstudománnyal foglalkozó szakemberek látókörébe. A pontosabb, gyorsabb mintavételnek

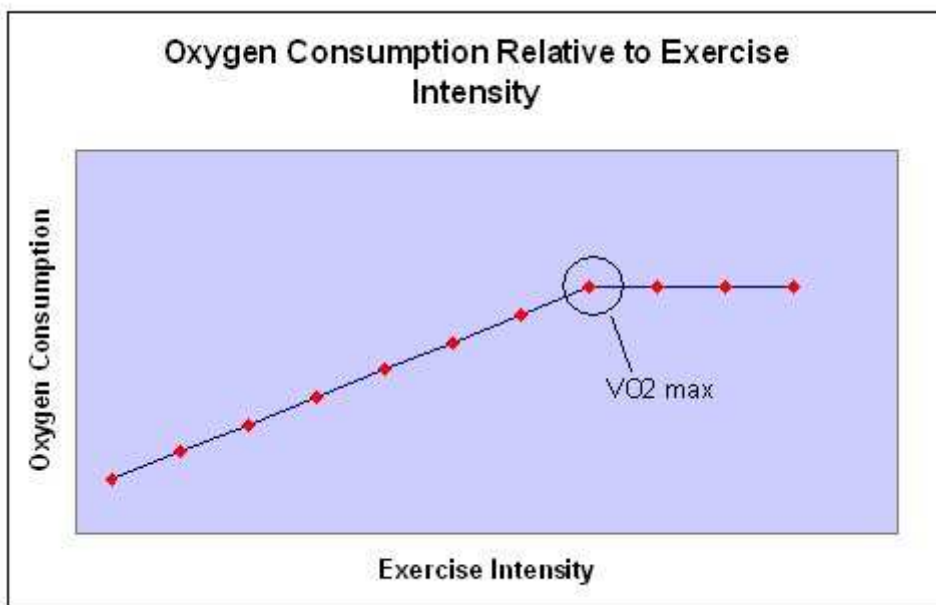


köszönhetően már nemcsak a statikus mérések, hanem a dinamikus monitorozás, a mozgás, teljesítés folyamán történő adatgyűjtés is egyre fontosabbá vált. Ezek a vizsgálatok nagy megterhelést jelentenek a vizsgált személy szervezetének, ezért több feltételnek kell teljesülnie ahhoz, hogy egy ilyen vizsgálatot valóban elvégezhesse egy laboratóriumban. Fontos, hogy a vizsgált személy saját akaratából vegyen részt a vizsgálaton, lehetőleg egészséges legyen, könnyű sportruházatot viseljen. A valódi terheléses vizsgálatokon a hölgyek a menstruáció első három napjában nem vehetnek részt. A vércukorszint vizsgálatához 12 órás éhezés után, éhgyomorra kell érkezni. A terheléses vizsgálatok lebonyolítása, csak megfelelő szakszemélyzet jelenlétében lehetséges. Ez sportorvos, kardiológus, vagy más szakorvos aktív jelenlétét feltételezi, valamint az újraélesztésben jártas segédszemélyzet jelenlétét, közreműködését is.

A valódi terheléses vizsgálatok adják a legpontosabb adatokat egy személy aktuális állapotáról (kondíciójáról). **52.ábra** Ezek a vizsgálatok alkalmasak arra, hogy pontosan megmutassák a vizsgált személy élettani paramétereit (pulzus, vérnyomás, EKG stb.), közben mérjék az illető aerob, illetve relatív aerob kapacitását, fizikai teljesítményét is. Képet kaphatunk az illető izomteljesítményéről is, hiszen a teljesítés során mérik az egyes szintekhez tartozó teljesítési időt és sebességet, vagy Wattban mért teljesítményt is. Az eredményeket megfelelően ábrázolva (pl. sebesség és relatív aerob-kapacitás értékek,) megállapítható, hogy milyen paraméterek mellett érte el a vizsgált személy a relatív VO₂max értékét. **53.ábra** Mivel a szervezet oxigén felvétele szoros összefüggésben áll (egyenes arányosság) az energiaforgalommal, valóban meg tudjuk mérni a vizsgált személy aerob munkavégző képességét. Ennek ismeretében meghatározható milyen körülmények között kell edzeni a további fejlődés érdekében. Mivel lehetőség szerint a valódi maximális teljesítmény meghatározása a cél (vita maxima), a vizsgálatok végrehajtása nagy körültekintést igényel, számos fontos orvos-egészségügyi szabály betartása mellett.



52. ábra: Valódi terheléses vizsgálat (ergosiprometria)



53. ábra: Oxigén felvétel és maximális oxigén felvétel elérése a terhelés függvényében

Forrás: <http://www.sport-fitness-advisor.com/VO2max.html>

5.10.6.1 A terheléses vizsgálatok

Ismerünk tehát valódi terheléses vizsgálatokat, valamint megnyugvási próbákat. A valódi terheléses vizsgálatok során meghatározott protokoll szerint terhelik a vizsgált egyént, s közben monitorozzák a szervezetében kialakuló változásokat. A megnyugvási próbák lényege, hogy egy jól definiált terhelés után a szervezet megnyugvási ütemét, a megnyugvás során tapasztalható változásokat vizsgálják. A legmegfelelőbb protokollok és eszközök alkalmazásával mind a terhelés közbeni, mind a terhelés után tapasztalható változásokat követhetjük.

A protokollok típusait tekintve ismerünk lépcsős protokollokat, valamint ramp protokollokat. A lépcsős protokollok esetében 2-3 percenként változtatunk a terhelés mértékén sebesség, dőlésszög, ellenállás növelésével, esetenként egyszerre több tényezőnél is. A ramp (rámpa) típusú protokollok során minden percben változik egy, vagy két paraméter (pl. sebesség és dőlésszög). Lehetőség szerint vita maximaterheléseket végeznek. Ez különösen az élsportban



fontos, de orvos-diagnosztikai szempontból is fontosak lehetnek. A vita maxima azt jelenti, hogy az egyén maximális terhelhetőségét, teljesítőképességét vizsgáljuk, ezért határterhelésnek is szokták nevezni. Ha valaki vita maxima terhelésen vesz részt, a protokollt úgy kell megválasztani, hogy a vizsgált személy valóban képes legyen elérni teljesítményének maximumát, nehogy ebben megakadályozza valamilyen technikai akadály, fáradtság. Tekintetbe kell venni a testméretet, sportágat, edzettségi állapotot. A terhelés valóban nagy teljesítményt igényel a vizsgált személytől. Ez úgy érhető el, hogy a teljes izomtömegnek legalább 50%-t mozgatni kell a terhelés közben. Ilyen mozgás a futás, a kerékpározás és az evezés. Ezért futószalag-ergométereket, kerékpár-ergométereket és evezőpad-ergométereket szokás használni.

5.10.6.2 Ergometriás vizsgálatok az ergospirometrián kívül

Az ergometria azt jelenti, hogy pontosan meghatározzuk a munka mennyiségét (ergo=munka, metria=mérés). A mérésre speciális eszközöket, ergométereket használunk, melyek megméri a vizsgált személy munkáját, teljesítményét. Az eredményeket kifejezhetjük, a munka mennyiségének (joule, kalória), vagy a teljesítményének (watt, joule/sec), illetve mint a szervezet energia felhasználásának (kcal/min, oxigén felvétel ml/min, vagy relatív oxigén felvétel ml/kg/min) megadásával. A terhelésre adott élettani válasz alapján hozták létre a MET-et (metabolikus egység): 1 MET a nyugalmi, ülőhelyzetben lévő ember energia felhasználását jelenti: 3,5 ml/kg/min oxigénfelvétel, 1,2 kcal/min. **54.ábra**



54. ábra: Kerékpár- és futószalag-ergométeres terheléses vizsgálatokhoz alkalmas computer-asszisztált mérőrendszer

A két leggyakoribb ergometriás eszköz a kerékpár-ergométer és a futószőnyeg (futószalag, treadmill)-ergométer.

Kerékpár-ergométer

- A vizsgált személy a megszokott módon ül a kerékpáron, vagy egyes eszközöknél használható fekvő helyzetben is. A kerékpározás meghatározott ellenállás ellenében történik.
- Előnyei a következők:
 - legegyszerűbb, kis helyet foglalnak el
 - felső végtagon mérések végezhetőek (EKG, vérnyomás, vérvétel)
 - a végzett munka nem függ a testsúlytól



- Hátrányai a következők:
 - kerékpározáshoz nem szokott személynél korai lokális fáradtság
 - maximális érték kevésbé érhető el, mint pl. futószőnyeggel
 - lokális lábfáradás, csökken a szívhez történő vénás visszaáramlás, kisebb izomtömeg vesz részt a munkában.

Futószőnyeg (treadmill).ergométer

Az eszköz egy motorral hajtott, változtatható sebességű és meredekségű szalag, szőnyeg. A meredekséget százalékban, míg a sebességet km/h-ban adják meg.

A legfőbb előnyei:

- egyértelműen mutatja, hogy a vizsgált személy tudja-e tartani a sebességet.
- a járás, futás a legegyszerűbb mozgás
- a legnagyobb teljesítmény itt érhető el

Legfőbb hátrányai:

- többnyire drágább mint a kerékpár ergométer
- nehezebben hordozható, nagy térigény
- bizonyos funkciók (vérnyomás, vérvétel) nehezebben nézhetőek

Egyéb ergométerek

Karergométer a karok ritmikus mozgásán alapul. A mozgás leginkább a kajakozás mozgásához hasonlít. A felső végtagot nagymértékben használt sportolók (úszók, kajakozók) vizsgálatára alkalmas.

Evezős ergométer jól modellezi az evezős mozdulatokat a karok és a törzs mozgásával együtt. Fő célja az evezősök felmérése, de utánozza az úszók mozgását is pl. a páros karú hátúszás esetén. **55.ábra**



55. ábra: evezős és karergometriás vizsgálat

5.10.6.3 A terheléses prokollok

Vannak meghatározott terhelési protokoll javaslatok: futószőnyeg- terheléskor pl. a Bruce-protokoll a sebesség és a meredekség fokozott növekedését, a Balke-protokoll csak a meredekség növekedését javasolja.

A legkorábban leírt és standardizált protokoll Robert A. Bruce nevéhez köthető. Azt a terheléses protokollt, amelyet ma is ismerünk, s amelyben a futószalag sebessége és dőlésszöge is 3 percenként változik, 1963-ban tette közzé. A terhelés vita maxima, amelyet azóta annyiban változtattak, hogy a futószalag kezdő sebességét és dőlésszögét alacsonyabb szintről indítják, hogy betegek, átlagemberek, beleértve az időseket is, valamint sportolók vizsgálatára is alkalmas legyen. Ezt módosított Bruce protokollként ismerjük, s az egyik leggyakrabban használt terheléses vizsgálat ma is. **8.táblázat**

8. táblázat: A Bruce protokoll paraméterei

Szintek	Dőlésszög	Sebesség	MET
1	10	2.7	5
2	12	4.0	7
3	14	5.4	10
4	16	6.7	13
5	18	8.0	15
6	20	8.8	18
7	22	9.6	20

Forrás: <http://tamop-sport.ttk.pte.hu/tananyagfejlesztes/a-terheleselettan-alapjai>

Közzétettek képleteket is a VO_{2max} becslésére, ha a terhelés közben nem tudjuk mérni a gázcserét. Ebben az esetben a futószalagon eltöltött idő ismeretére van szükség. Az egyik legismertebb formula:

$$VO_{2max} \text{ (ml/kg/min)} = 14.76 - (1.379 \times T) + (0.451 \times T^2) - (0.012 \times T^3)$$

T: terhelési idő.

A Cooper Intézet standardjai a Balke teszt alapján készültek **9. táblázat**, amely valódi vita maxima terhelés. Hátránya, hogy sokkal hosszabb ideig tart, mint a többi terheléses teszt. A férfiak és nők eltérő protokoll szerint végzik a felmérést. A futószalag sebessége nem változik, csak a dőlésszöget változtatják. A szívfrekvencia vizsgálata és az EKG követése a protokollok része.



9. táblázat: A Balke-teszt protokollja

Nem	Sebesség (km/h)	Dőlésszög (%)	Időintervallum (min)
Férfi	5,6	0	1
	5,6	2	1
	5,6	3	1
	5,6	4	1 *
Nő	3,0 mph	0	1
	3,0	2,5	3
	3,0	5	3 *

Forrás: <http://tamop-sport.ttk.pte.hu/tananyagfejlesztes/a-terheleselettan-alapjai>

A Balke-féle protokoll férfiak esetén minden további percben 1%-os dőlésszög változás, nők esetében 2,5%-os változás 3 percenként teljes kimerülésig.

A terheléshez nem használnak spirométert a $VO_2\text{max}$ becslésére a következő képleteket használják:

Férfiak: $VO_2 \text{ max} = 1.444 (\text{Idő}) + 14.99$ [Pollock et al., 1976]

Nők: $VO_2 \text{ max} = 1.38 (\text{Idő}) + 5.22$ [Pollock et al., 1982]

Idő: terhelés ideje percben, tizedessel megadott másodperccel

A vita maxima terheléseknél fontos, hogy a teljesítés független legyen az illető testméretétől, izomerejétől, valamint sportági képességeitől. Fontos, hogy a terhelés ideje se túl rövid, se túl hosszú ne legyen. Ideális esetben egy vita maxima terhelés 6-12 percig tart. Szintén alapvető feltétel, hogy a vizsgált személy megfelelően motivált legyen, mivel a terhelés valóban nagy erő kifejtést igényel.



A korábban leírt és alkalmazott protokollok közül a futószalag ergométerekre leírtak esetében bizonyos idejű gyaloglás után a vizsgálati személyeknek futniuk kell. A nagyobb testű egyének, betegek esetében, illetve a kerékpár sportok esetében a teszteket kerékpár-ergométerrel célszerű végezni. Nagyon gyakran azonban főleg edzetlenek esetében az alanyok izomzata jóval előbb elfáradt, mint keringési és légzőrendszerük eljutott volna maximális teljesítőképességéhez. Ezért az utóbbi években több steady state gyalogló protokollt vezettek be a sporttudományi kutatásokban. Ezek lényege, hogy nagyjából közepes terhelést kapnak a vizsgálati alanyok, s az adott intenzitáson terhelik őket teljesítőképességük határáig, így elérve a vita maxima állapotot. A rekreációs sportokat űzők, valamint gyermekek teljesítőképességének vizsgálatára vezették be a gyalogló protokollokat, melyek lényege, hogy az intenzitás, a dőlésszög, ellenállás változik, de a vizsgálati alanyok úgy jutnak el a határterhelésig, hogy a terhelés során nem kell futniuk, vagy csak az extrém nagy terhelést elérve.

5.10.6.4 Az oxigén felvevő képesség élettani változásai edzés során

A maximális oxigénfelvevő képesség jelentése, mérése A maximális oxigénfelvevő képesség a szervezet azon munkavégző képessége, amelyet a vizsgált személy megfelelő oxigénellátás mellett képes elvégezni. Számos szinonimáját ismerjük, pl. aerob kapacitás, VO_{2max} . Az oxigénfelvevő képességet alapvetően az edzettség befolyásolja. A megfelelő oxigénfelvételhez nem nagy tüdő (vitálkapacitás), hanem a vér megfelelő oxigénszállító-, valamint az izomsejtek oxigén-felhasználó képessége szükséges. A megfelelő szállító funkció függ a vörösvértest oxigénfelvevő képességétől (hemoglobin mennyisége, az alveolusokból a vérbe kerülő oxigén 98%-a hemoglobinhoz kötve szállítódik), az izmok kapillarizáltságától, a mitokondriumok számától (a felvett oxigén szállítása mellett annak hasznosítási képessége is meghatározza az aerob kapacitást, ebben a mitokondriumok száma meghatározó). A tápanyagok raktározási- és hasznosítási képessége (glikogén, glükóz, zsírsavak) befolyásolja a mitokondriumokban nyerhető energia mennyiségét. Ehhez a különböző enzimrendszerek adaptálódása is szükséges (ATP és CP, mobilizálás, termelés). Az edzettebb egyének több oxigén hasznosítására képesek egyetlen légvétellel is. Erre utal pl. az arterio-venosus



oxigénkülönbség (a-v O_2 diff), amely azt méri, hogy két légvétel között mennyi oxigént adott le a vér a környező szövetekbe.

A nyugalomban és terhelés hatására mérhető arterio-venosus oxigén különbség, az aerob kapacitás az életkor előrehaladtával nő (a keringés és a tüdő növekedése is befolyásolja), de a legfontosabb tényezőnek a kapillarizáltság tűnik. Ahogy a gyermekek izomzatának és kapillárisainak arányai csökkennek, úgy az oxigénfelvevő képesség csökken, a görbe ellaposodik. A percenkénti oxigénfelvétel különböző életkorokban terhelés hatására, a relatív aerob kapacitás (a testtömeg kg-ra jutó oxigénfelvétel ml-ben percenként, ml/kg/min) valójában tehát a szövetek (elsősorban az izomszövet) oxigénfelvevő képességét mutatja. A szállított oxigént el kell juttatni a működő izomsejtekhez. Ez a képesség az izomszövet kapillarizáltságán múlik. A kapillárisok az izmok rendszeres használatával maradnak életképesek. Ha az adott izmot mindig csak kis intenzitású izommunkában használja a szervezet, a kapillárisok elsorvadnak. Ha azonban gyakran viszonylag nagy intenzitású munkának vannak kitéve, akkor új kapillárisok fejlődnek az izomban. Ezt a folyamatot angiogenezisnek nevezzük. A kapillárisok fejlődésének ingerét a rendszeres és viszonylag nagy vérátáramlás indukálja. A vérátáramlás sebességének fokozódása először a már meglévő vérerek keresztmetszetének növekedését és az erek falának átrendeződését (vastagodás) eredményezi (arteriogenezis).

Edzett emberekben az aerob teljesítőképességet először a keringés limitálja. A megfelelő mitokondriumokkal rendelkező izomszövet oxigén-hasznosítási képessége lényegesen nagyobb, mint a szív és keringési rendszer vérszállító képessége az izmokhoz. A rendszeres aerob edzés hatására az izmok O_2 -hasznosítási képessége 200-300%-t is javulhat, ugyanakkor a VO_{2max} csak 20-25%-al nő. Ezzel ellentétben a VO_{2max} az edzetlen emberekben viszonylag gyorsan nő edzés hatására, míg a mitokondriumok száma, azok enzimrendszereinek hatékonysága később fog csak változni. Mindezek alapján az aerob kapacitás független a harántcsíktól. Az élsportolók teljesítményének határait tehát keringési és légzési paramétereik fogják meghatározni. Emiatt nagy előny a szív méretének növekedése, a sportszív kialakulása. A nyugalmi légzés során percenként kb. 250 ml oxigén jut a vérbe és kb. 200 ml CO_2 jut a vérből a tüdőbe. Nehéz aerob munka hatására



ennek akár 25-szörösére is emelkedhet az O_2 -felvétel. A légzés alapvető feladata nagyjából állandó szinten tartani az oxigén és a széndioxid koncentrációt a vérben. Ha a fizikai aktivitás intenzitása nő, a szervezet oxigén-igénye is fokozódik. Az oxigén-igény kielégítése érdekében fokozódik a légzési frekvencia, a felvett levegő mennyisége (respirációs volumen), így a felvett oxigén mennyisége is. Ezek a paraméterek azonban nem változtathatók vég nélkül, a terhelés növelésével eljut a szervezet a maximális O_2 felvevő képességéig.

Az aerob teljesítőképesség szorosan összefügg a VO_{2max} -al, de önmagában ez az érték nem mutatja meg, hogy kinek milyen nyerési esélyei vannak egy versenyen. A VO_{2max} ismerete azonban megmutatja a szervezet aerob-kapacitását, illetve azt, hogy tartósan nagy fizikai terhelés esetén milyen teljesítményre lehet képes a vizsgált személy. Az átlagos külföldi adatsorok szerint a felsőoktatásban jelen lévő hallgatók VO_{2max} értéke kb. 38-42 ml/kg/min nők és kb. 44-50 ml/kg/min férfiak esetében. Élsportolóknál ugyanez kb. 80- 90 ml/kg/min a nagy aerob kapacitást igénylő sportok esetében. A teljesítőképességet az állóképességi sportokban alapvetően két tényező határozza meg. Az általános aerob kapacitás (general aerobic capacity, GAC) és a lokális aerob kapacitás (local aerobic capacity, LAC).

Az általános aerob kapacitást elsősorban az oxigénszállító képesség, a keringési rendszer aktuális állapota, a szív munkavégző képessége határozza meg, míg a LAC a mioglobintartalom, az izom kapillarizáltsága, valamint a mitokondrium enzimrendszerének függvénye.

A fizikai teljesítményt és az anyagcsere szintjének változását a terheléses vizsgálatok során a MET értékekkel is monitorozzák. A MET megmutatja, hogy hányszorosára változott az anyagcsere szintje a nyugalmi anyagcseréhez képest. Mivel az anyagcsere változását méri, ezért szoros összefüggésben van a szervezet O_2 -felvételével. Mivel a relatív aerob kapacitás összehasonlíthatóbbá teszi a különböző testfelépítésű egyének adatait, abban kifejezve 1 MET = 3,6 ml/kg/min oxigén felvételnek felel meg, tehát 1 kg testtömeg percenkénti oxigénfelhasználása 3,6 ml. Ezen adatok ismeretében lehet a különböző edzőtermek eszközein is O_2 -felhasználási értékeket olvasni spirometriai készülékek nélkül is.



5.10.6.5 A terheléses vizsgálatok során nyert adatok értelmezése, edzéselméleti jelentősége

A fentiekben láttuk, hogy az aerob kapacitást a GAC és a LAC rendszer működése fogja meghatározni, ami a teljesítmény egyik legfontosabb meghatározója az állóképességi sportoknál, ezért nem mellékes, hogy a fiatal sportolók aerob kapacitása meddig fejleszthető, vannak-e még tartalékok az aerob rendszerben. Ennek kiderítésére is alkalmazzák a terheléses vizsgálatokat. A sportolókat az utóbbi időben tapasztalt teljesítményük, valamint a terheléses vizsgálat során mért értékek alapján csoportokba sorolták, amelyek a következők:

- nagy teljesítmény, alacsony energia-befektetés
- alacsony teljesítmény, alacsony energia-befektetés
- nagy teljesítmény, nagy energia-befektetés
- alacsony teljesítmény, nagy energia-befektetés

A négy csoport különböző szintű teljesítmény tartalékokkal rendelkezik. Az első esetben még nagy tartalékokkal rendelkezik a sportoló, a másodikban még lehetséges a tartalékok mozgósítása, a harmadik esetben már szinte teljesen kihasználtuk az élettani lehetőségeket, az utolsó esetben nagyon alacsony élettani tartalékokkal rendelkezik a sportoló.

A GAC a maximális oxigén pulzus alapján becsült érték általában. Az *egy szívösszehúzódnál alatt továbbított és felvett oxigén mennyiségét* nevezzük oxigénpulzusnak. Kiszámítása a következő: VO_2 /percenkénti pulzusszám, tehát az egy balkamrai összehúzódnál során továbbított vér oxigén tartalmát jelenti. A balkamrai végdiasztolés térfogatról, szív működés gazdaságosságáról, valamint a teljesítőképességről ad felvilágosítást. Nyugalmi értéke férfiaknál 4-4,5, míg a terhelés maximumában 13-15 között van. Értéke (mind nyugalomban, mind a maximális terhelésnél) annál nagyobb, minél edzettebb az egyén. Nagy aerob állóképességet igénylő sportágak versenyzőinél értéke elérheti a 25-öt is.

Az **10. táblázatban** jól látható, hogy gyermekkorban az életkor előrehaladtával nő a szív mérete, ezzel nő az O_2 -pulzus is,



SZÉCHENYI  2020

**10. táblázat: Néhány élettani paraméter változása az életkor függvényében.**

Életkor	RMax	relVO _{2max}	O ₂ Pulzus	Laktátszint
4	200-210	47,3±3,1	4,04±0,5	4,64±0,34
5	200-210	48,3±3,1	4,27±0,5	5,3±0,42
6	200-210	49,36±3,91	5,0±0,61	6,15±0,44
7	195-205	48,7±2,88	5,45±0,59	6,48±0,53
8	190-205	50,36±3,38	5,45±0,59	8,00±0,5
9	190-200	50,27±3,69	6,03±0,66	8,58±0,59
10	190-200	50,87±3,89	8,59±0,88	9,33±0,8
11	190-200	50,67±3,55	9,64±0,9	9,76±0,97

Forrás: <http://tamop-sport.ttk.pte.hu/tananyagfejlesztes/a-terheleselettan-alapjai>

A LAC becslésére a VO_{2max}, a maximális oxigénfelvevő képesség, használatos. Ezt egészítik ki a 4 mmol/l-es vérsav-szint mérésekor tapasztalható pulzusértékkel. Ennek alapján elmondható, hogy a sportoló jövőbeni teljesítménye a LAC függvénye. A teljesítőképesség alapvetően a kapillarizáltság fokozásával, a mioglobín/hemoglobín mennyiségével, valamint az enzimszisztéma fejlesztésével érhető el. A GAC-t befolyásolja a genetikai háttér, így a szív mérete, a maximális pulzusszám stb. Nagyon pontos információk nyerhetők a vizsgált személy anaerob kapacitását illetően is. Az RQ ismeretében időben is vizsgálható az anaerob kapacitás, az RQ maximális értéke pedig az egyén hipoxia-tűrő képességéről is ad információt. Mivel a modern spiroergometriai rendszerek a folyamatos HR monitorozás mellett az EKG változásait is azonnal mutatják, nagyon pontos információk nyerhetők a szív morfológiai és működési paramétereit illetően. Ha megfelelő ergométert választunk a vizsgált személy számára, akkor az izom teljesítménye is mérhető. Mivel vita maxima vizsgálatokat végzünk, amelyek nagyon nagy terhelést jelentenek a szervezet számára, csak megfelelő feladatorientáltság és esetleges diszkomfort tűrés mellett lehetséges a maximális teljesítőképesség mérése. Így a vizsgált személy tűrőképessége, pszichés állapota is megfigyelhető. Előfordul, hogy a spiro-ergometriás vizsgálattal párhuzamosan reakció-idő vizsgálatokat is végeztenek sportolókkal. Ebben az esetben az idegrendszer aktuális állapota,



fáradékonysága is vizsgálható. Összességében tehát nagyon fontos adatok nyerhetők a keringés, a légzés aktuális állapotáról, az izom teljesítőképességéről, enzimszisztemeiről, az idegszisztem aktuális állapotáról, tehát a kondíciót meghatározó tényezők többségéről. Ennek köszönhető, hogy a gyógyászatban is (pulmonológia, kardiológia), s a gyakorlatban a sport különböző szintjein is az egyik legkedveltebb diagnosztikai módszer.



FELHASZNÁLT IRODALOM

Ádám, Gy., Fehér, O. (1988) Élettan biológusoknak I-II. Tankönyvkiadó, Budapest

Ángyán L. Az emberi test mozgástana, Motio Pécs, 2005.

Cseri Julianna Élettani alapismeretek 2011

http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0019_1A_Elettani_alapismeretek/adatok.html

Csoknyai M, Wilhelm M. A sportmozgások biológiai alapjai

http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0025_Csoknya_Maria-Wilhelm_Marta-A_sportmozgások_biologiai_alapjai_I/ch02.html

Dickhuth, H.H (2005) Sportélettan, sportorvostan, Dialog Campus Kiadó

Fischer E. (2004) A funkcionális sejttan alapjai. Dialóg Campus Kiadó

Fonyó A. Ligeti E. Az orvosi élettan tankönyve, Medicina, 2008.

Fonyó A. Az orvosi élettan tankönyve, Medicina, 1999.

Frenkl R. Sportélettan, Budapest, TF, 2000.

Ganong WF. Az orvosi élettan alapjai, Medicina, 1990.

Jack H. Wilmore DLC. Physiology of Sport and Exercise. 2004. ISBN:0-7360-4489-2

Józsa R, Atlasz T, Tékus É Wilhelm M. A TERHELÉSÉLETTAN ALAPJA II.

<http://tamop-sport.ttk.pte.hu/tananyagfejlesztes/a-terheleselettan-alapjai>

Nyitrai L, Pál G. (2013) A biokémia és a molekuláris biológia alapjai. e-tankönyv

Pavlik G. Élettan-sportélettan, Medicina, 2011

Pósa A. Fejezetek a sportélettan tárgyköreiből,

http://www.jgypk.u-szeged.hu/tamop13e/tananyag_html/tananyag_sportelettan/index.html

Somfay A. Klinikai terheléses vizsgálatok. Medicina Thoracalis 2008; 61:120-134.



Szentágothai J, Réthelyi M. Funkcionális anatómia, Medicina, 1989.

http://sportorvos.hu/sportolok/20121031/az_oxigenfelvevo_kepesseg_relativ_aerob-_kapacitas__a_terheleses_vizsgalat_soran_mert_mutatok_i/

http://www.sportorvos.hu/sportorvos/20130112/sportorvos_lexikon_maximalis_oxigenfelvevo_kepesseg_vo2max/

<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszet tudomanyok/biologia/emberi-test/a-vazrendszer-es-a-mozgato-rendszer/a-vazizmok>

http://sportorvos.hu/sportorvos/20141113/a_teljesitmenydiagnostikai_vizsgalatok_celja_eredmenyek_felhasznalasa_az_edzoi_munkaban/

http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_528_Szeberenyi_Molekularis_sejtbiologia/pr01.html

http://www.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/atfk/tematikak/TESTNEVELES_TANSZEK/dr_ihasz_ferenc_csatolhato_dok/terheles_laborgyakorlat.doc



6. A sport és testedzés pszichológiája

6.1. Mentális felkészültség szerepe a sportteljesítményben és a sportpszichológiai segítségnyújtásról általánosságban

A személyiségbeli és kognitív tényezők számos szituációban befolyásolják a sportoló teljesítményét, elért eredményeit, sportkarrierének alakulását. Az élsportban gyakorlatilag nincs különbség a versenyzők fizikális felkészültsége között, tétversenyeken a mentális tényezők játsszák a legfontosabb szerepet. Mitől függ, hogy ki bírja jobban a mérkőzés, egy-egy küzdés utolsó perceit? „Sok esetben a lelkileg, akaratilag, szellemben, elszántságban erősebb fél győz, még ha fizikumban gyengébb is.” (Dr. Gulyás, 1983.) Így pl. nem elég az ellenfél mozgásának lekövetése, fontos annak a megfelelő idejű lereagálása. A részleteknél való megtapadás gátolja az adott mozdulat helyes értékelését, a szándékok kiismerését (taktika), s e hiba nem ad lehetőséget a technikák alkalmazására.

Shaw és mtsai (2005) (Williams, 2010) a sportpszichológiát elméleti és gyakorlati, azaz alkalmazott területekre osztja. Az elméleti területtel foglalkozó szakemberek a sportpszichológia háttérét adó tudományos kutatásban vesznek részt, elméleteket alakítanak ki, valamint más tudományterületek elméleteit illesztik be a sport speciális körülményei közé, adaptálják azokat. Ilyen például a szorongás, mely a sport területén versenyszorongásként jelentkezik és teljesen más megközelítést igényel, mint a hétköznapi életben előforduló szorongásos problémák. Az elméleti szakember ilyen módon indirekt formában segíti a sportpszichológiai munkát. Az alkalmazott (vagyis gyakorlati munkát végző) sportpszichológus a közvetlenül a versenyzőkkel dolgozik. Munkájának hatása a sportoló teljesítményében jelenik meg. A sport már gyermekkortól kezdve a megmérettetésekről szól, a versenyeztetés kapcsán pedig az elsődleges cél a győzelem. Így, bár a sport számos sikerélményt nyújt, ez a fajta teljesítményorientáció a sikertelenség, kudarc érzését is magában hordozza. Amennyiben az elvárások következetesen túl magasak, s nem illeszkednek az adott sportoló tulajdonságaihoz, készségeihez, képességeihez, ez hosszú távon szorongáshoz, motivációvesztéshez, kiegészéshez vezet. Rosszabb esetben sérülések következnek be, illetve a sport abbahagyásának lehetősége is fenn áll. Így, bár a sportpszichológia is első sorban a teljesítményen kíván növelni, s az adott versenyzőből/csapatból a maximumot, csúcsteljesítményt kihozni, preventív feladatokat is ellát. A szakemberek segítségével megelőzhetők a fent sorolt problémák, ez mentális egészségvédelmet nyújthat a sportolók számára. A tanácsadói munka során a sportpszichológus próbálja megértetni a



sportolóval a lelki működésének dinamikáját, pl. ha már csak a teljesítményt vesszük alapul, milyen egyéb tényezők befolyásolhatják a fizikális felkészülésen túl. Sok esetben a sportolók nem is gondolják, hogy kapcsolataik, környezetük hozzáállása, egyéb életterületi kihívások, milyen mértékben képesek hatni hozzáállásukra, motivációjukra, elkötelezettségükre. A kapcsolatok halmaza számos elemet magában hordoz: az edzők, kortársak, párkapcsolat, edző- és csapattársak, versenytársak, családi kapcsolatok egyaránt hatnak a sportoló teljesítményére. A folyamatos konfliktusok eredményezhetnek tartósan magas arousal szintet, ami kihat a vegetatív idegrendszer működésére. Ez megnyilvánulhat alvási, táplálkozási problémákban, továbbá a viselkedésre is jelentős befolyással van. Látható hát, hogy a teljesítmény (és itt csak a pszichés összetevők egy részéről beszélünk) stabilitásához, fenntartásához, növeléséhez nem elegendő a fizikális felkészülés. Bizonyos sportolók ösztönösen alkalmaznak módszereket (relaxáció, imagináció, pozitív belső beszéd, célformulák, stb.), melyek segíti őket egy-egy tétverseny alkalmával, vagy a holtponatok legyőzésében. Érdemes ezt tovább fejleszteni, kidolgozottabbá tenni. A sportpszichológia szépsége leginkább összetettségében, rugalmasságában nyilvánul meg. Szemlélete integratív, hisz több pszichológiai iskola tanait, módszereit alkalmazza. Rugalmassága pedig abban rejlik, hogy számos más tudományterületből is merít. Az alábbiakban nézzük meg, milyen esetekben nyújthat segítséget a sportpszichológus a sportolók számára:

- csúcsteljesítmény elérése
- kudarckezelés
- szorongás, félelmek, motivációs problémák
- csapatépítés
- csapategység növelése
- konfliktuskezelés
- tétversenyre való felkészülés
- kiválasztás, sportágválasztás
- világversenyekre való felkészülés
- koncentráció és figyelem fejlesztése

- zavaró tényezők kizárása
- evés és testképzavar
- váratlan balesetek
- elhúzódó sérülések
- sportkarrier lezárása

Az alkalmazott sportpszichológia keretei közé tartozik, hogy hol, kivel, mikor és hogyan dolgozik a pszichológus. Ez alapján a munka lehet megelőző, illetve felkészítő jellegű. Ha felkészítő jellegű munkáról van szó, akkor megkülönböztetünk általános vagy célzott munkamódot. A munka kereteit meghatározzák továbbá a sport sajátosságai: egyéni vagy csapat sport, élsport vagy szabadidősport, milyen korosztály, ki a megbízó (a sportoló magától jön, szülő, edző/szövetség). A sportpszichológus által választott technikák, illetve munkamódja, képzettsége is befolyásolja a kereteket. A sportpszichológiai tanácsadó munka ciklikusságát a következő ábra szemlélteti:



56. ábra: A sportpszichológiai munka ciklusai



Forrás: Nábrádi, 2015, előadására

A tanácsadói munka előfázisa az első találkozástól a szerződés megkötéséig tart. Az alábbi kérdésköröket érdemes tisztázni a legelső alkalommal:

- Mire van szükség: tanácsadásra, krízisintervencióra, pszichoterápiás kezelésre, relaxációs módszert elsajátítására stb.
- Motivációs diagnózis: van-e szenvedésnyomás (küldte-e valaki, mekkora szükségét érzi a változtatásnak) és miben kíván változást elérni.
- A környezet hozzáállása: edző/vezetőség küldte, csapatnyomásra, szülői nyomásra, vagy saját magától keres fel pszichológust.
- Van-e a sportolónak előzetes tapasztalata pszichológussal, illetve van-e határozott elképzelése a sportpszichológiai munkáról.
- Illeszkedik-e a sortoló és a sportpszichológus személyisége → bizalom kérdésköre.

Az előfázisnak fontos eleme a diagnosztizálás, melynek első és talán legfontosabb része a sportpszichológiai anamnézis. A sportpszichológiában használatos anamnézis némiképp különbözik a klinikai pszichológiában alkalmazottól. Az anamnézisre a sportolóval / edzővel / szülővel történő első találkozáskor kerül sor. Az anamnézis specifikus kérdéseket foglal magában, melyek a sportolóval kapcsolatos adatokat szolgáltatják a vizsgálatot végző szakember számára. Az anamnézis kérdései csoportokba oszthatók, melyek tisztázása után adható egy előzetes diagnózis, mely alapján eldönthető, milyen tesztvizsgálatokra kerüljön sor. A sportpszichológiai tanácsadói munkában, első sorban papír-ceruza teszteket használnak a szakemberek a gyakorlatban, azonban egyre népszerűbbek a műszeres, számítógépes eljárások. Titkuk a precizitásban (milliszekundumos pontossággal mérnek), a gyors kivitelezésben és széles körű területen való használhatóságukban rejlik. A diagnosztikai, mérési eljárásokat a következő fejezet tárgyalja.

A tesztek elvégzése után kerül sor a konkrét módszer/módszerek kiválasztására. A sportolóknál leggyakrabban valamilyen típusú szorongáshoz kötött probléma jelenik meg. E



szerint a módszereket több kategóriába is csoportosíthatjuk. Az alábbiakban, konkrétan szorongásos problémák esetén alkalmazott módszerek kerülnek rövid bemutatásra, a teljesség igénye nélkül.

1.Arousal szabályozó módszerek

Autogén tréning

Az autogén tréning saját aktivitást felhasználó, rendszeresen végzett gyakorlat, mely önmagunkra irányuló passzív figyelemmel és koncentrációval érhető el. Az autogén szó görög eredetű, jelentése önmagunkból származik. A klasszikus értelemben vett AT különböző változatai elsődlegesen az agykéregi indíttatásúak, mivel szóingereket, formulákat használnak. Azonban a gyógyító mechanizmusában a perifériás visszahatás (izomzat, érrendszer, belső szervek) a legfontosabb tényező. A jól elsajátított gyakorlás eredménye az organizmikus átkapcsolás a nyugalmi tónusra, vagyis szomatikus és pszichés működéseinket szabályozni és befolyásolni tudjuk az aktuális céloknak megfelelően. A test passzivitása mellett a tudat éber. Az AT alapfokát hat alapgyakorlat képezi:

1. a nehézségérzés gyakorlata
2. a melegségérzés gyakorlata
3. a szív gyakorlata
4. a légzés gyakorlata
5. a napfonat (plexus solaris)
6. a homlok hűvösségének gyakorlata

Szomatikus hatásai: izomtónus-szabályozás, izomfeszültség megszüntetése, testi ellazulás, a légzés lelassulása, vérnyomás csökkenése, testhőmérséklet emelkedése, szívritmus csökkenése, koncentratív átkapcsolás a nyugalmi tónusra. Pszichésen egy kellemes emocionális állapotot, nyugalmat, „egységélményt”, koncentrációnövekedést, valamint néhány órás alvásnak megfelelő pihentégi szintet eredményez. Ez a pszichés nyugalmi szint lehetőséget ad a koncentrációs képesség fejlődésére, mentális tréning elsajátítására, valamint az imaginációs technika megtanulására. (Acsai in Lénárt 2002)



Az autogén tréning első három gyakorlatának elsajátítása után, amennyiben a sportoló már képes az „aktív ellazulásra”, érdemes beépíteni a mentális tréninget is a gyakorlásba.

A mentális tréning a jó mozgássor begyakorlása, a hibás mozzanatok kijavítása, a sérülés utáni rehabilitáció meggyorsítása érdekében alkalmazott eljárás. A mozgások, mozgássorok gondolatban való, értelmi gyakorlását jelenti. Lényege az elvégzett, illetve elvégzendő mozgásnak időbeli, térbeli és dinamikai paraméterek szerint történő minél pontosabb és részletesebb elképzelése, koncentrált gondolati átélése. A mentáltréningben fokozatosan kell felépíteni a gondolatban lejátszott mozgássort, az legegyszerűbb elemektől a bonyolult mozgássor kivitelezéséig.

Progresszív relaxáció

Az aktív ellazulás kimunkált módszere, mely az AT-módszerektől függetlenül alakult ki, s a relaxációs lehetőségek egy sajátos csoportját képviseli. A PR olyan gyakorlatok sorozata, mely során a sportolók egyes izomcsoportokat megfeszítenek, bizonyos ideig ebben a feszítésben tartják, végül ellazítják azokat. Kidolgozása E. Jacobson nevéhez fűződik, aki EMG-vel igazolta azt a neurofiziológiai összefüggést, miszerint az aktív izommozgás és a gondolati síkon végzett mozgáselképzelés reakciómintái azonosak. Kimutatta, hogy az izomműködés-aktivitás perifériás csökkentésének bármilyen módja a központi idegrendszer izgalmi szintjét a nyugalmi tónus irányába korrigálja, ami az izomzat újratonizálását és rendezését jelenti. Sportolók esetében a PR célja az automatikusság kialakítása, azaz, hogy tudattalanul és erőfeszítések nélkül ismerjék fel és engedjék el azt a feszültséget, mely gátolja mozgási készségeik megfelelő kivitelezését. (Acsai in Lénárt 2002, Gyömbér-Kovács 2012)

2.Kognitív gyakorlatok

Átkeretezés

A pozitív átkeretezés, avagy reframing a negatív gondolatok, a helyzetértelmezések átfogalmazását jelenti. A kudarckerülő vagy –kereső sportolók hajlamosak az eseményeket negatívan értékelni, így viselkedésük értékelésében hibáikat felnagyítják, sikereiket jelentéktelennek tartják, lekicsinylik. (Lénárt, 2002) További hibaként jelenhet meg a



dichotóm gondolkodás („ha nem vagyok nyertes, akkor vesztes vagyok”). Az átkeretezés során a gondolkodásban megjelenő torzításokat a valósággal összhangban lévő formába illesztjük, a negatív automatikus gondolatok ellenében pozitív alternatívákat keresünk. A program része, hogy az önbüntető belső beszédet pozitív öninstrukciókkal helyettesítsük.

Önértékelési lap → SWOT analízis

A SWOT - elemzést a közgazdaságtanban egy adott vállalat erősségeinek, gyengeségeinek, lehetőségeinek és veszélyeinek átfogó elemzésére használják, a vállalat külső és belső marketingkörnyezetét vizsgálva stratégiaalkotás céljából. (Kotler&Keller, 2009) Míg a diszciplína a lehetőségek és veszélyek csoportját a külső környezet elemzése keretében tárgyalja, a sport pszichés aspektusait vizsgálva érdemes a klienst ezen irányban is belső tényezők feltárására, továbbá azok elemzésére sarkallni. A sportágra vonatkozó egyes készségek és tulajdonságok vizsgálata során a lehetőségmátrix elemzésére érdemes a legnagyobb hangsúlyt fektetni.

3.Integratív eszközök

NLP gyakorlatok

Az NLP egy jövőorientált, megoldás-központú módszer. Azokat az összefüggéseket írja le, amelyek az emberi kommunikáció fiziológiai folyamatai, nyelvi struktúrái, kifejezőmódjai és szubjektív gondolkodásmódok és szocializációtól függő tapasztalásminták között állnak fent. A „neuro” alapgondolata, hogy minden magatartás az érzékelés (látás, hallás, szaglás, ízlelés, tapintás és érzés) neurológiai folyamataiban gyökerezik. A „lingvisztikus” azt jelzi, hogy a nyelvet használjuk gondolataink és viselkedésünk strukturálására, és a másokkal való kommunikációra. A „programozás” azokra a módszerekre utal, melyeket célunk elérése érdekében, gondolataink és tetteink szervezésére alkalmazunk. Pozitív megközelítést kínál, így a problémaorientáció helyett a célorientáció kerül előtérbe, azaz hogy mit (mely viselkedést), mikor és hol (mely időben és milyen szituációban kell használni) és hogyan (vagyis hogyan kell azt a kommunikációt hatékonyan kivitelezni). (O'Connor & Seymour, 2010)



Az NLP technikái többek közt az alábbi területekre irányulnak:

- hozzáférés a belső, személyes erőforrásokhoz
- hatékony célállítás
- kitartás és motivációkeltés
- kreatív gondolkodási és cselekvési stratégiák kialakítása
- belső gátak oldása
- kudarcok kezelése
- szorongásoldás
- konfliktuskezelés
- szégyen és büntudatélmény kezelése
- veszteségek feldolgozása
- kommunikációs készségek fejlesztése
- kapcsolatépítés (Lénárt, 2002)

KIP alapképei

A KIP, korábbi nevén katatim képélmény, egy mélylélektani pszichodinamikai alapokon nyugvó imaginatív pszichoterápiás eljárás. Az imagináció képek elképzelését jelenti. Az ember gondolati úton képes szituációkat, folyamatokat, cselekvéseket, tárgyakat és személyeket megjeleníteni, érzelmeket átélni és megváltoztatni, miközben az elképzelésből belső képek, illetve szimbólumok keletkezhetnek. A sportban alkalmazott imagináció a sportmozgások és a versenyhelyzetek elképzelését jelenti. A KIP alkalmazása során un. alapképeket kell elképzelniük a sportolóknak. A KIP alapfokának standard motívumai: virág, rét, patak, hegy, ház, erdőszél. A terápiás munka közvetlenül a szimbólumon és a szimbólummal zajlik az imagináció során, majd a tudatos síkon dolgozza tovább élményeit a sportoló. Képi síkon a KIP-nek három terápiás dimenzióját különböztetjük meg:

1. Közvetlen probléma feldolgozás a szimbólumon.
2. Emocionális deficitek feltöltése (így pl. szorongásoldás, önbizalom növelés)
3. Az erőforrások aktiválása, a szimbólumok síkján való kreatív problémamegoldás és a szimbolikus próbacselekvés.

Az egyes módszerek alkalmazása során folyamatosan monitorozzuk a bekövetkezett változásokat, visszajelzést adunk a sportoló számára. Csak és kizárólag megfelelő kommunikáció segítségével lehet hatékony a tanácsadói munka, mely a sportolón kívül másokat is érint:



57. ábra: A hatékony tanácsadás lényege: a kommunikáció

Forrás: Nábrádi, 2015, előadására

A tanácsadói munka klasszikus értelemben nem bontható idői egységekre, leginkább a keretek betartása a fontos. Természetesen, adott módszer adott ülésszámmal rendelkezik, így pl. az autogén tréning elsajátítását 8-12 alkalomra tehetjük. Ennél a példánál maradva fontos megemlíteni, hogy amennyiben módszert tanítunk, csak úgy, mint a sportmozgások elsajátítása esetén, itt is idő kell az automatizáltság kialakulására. Fontos tehát, hogy a sportolót a mentális munkában is következetességre sarkalljuk. Egy folyamat végére érve, a



lezárás előtt, érdemes újratesztelést végezni a sportolóval azokon a területeken, melyeken eredetileg a probléma fennállt. Ez számára is objektív visszajelzést ad a bekövetkezett változásokról. Amennyiben szükséges (pl.: a terápiás munka ideje alatt váratlan esemény, krízis éri a sportolót) egy új célstruktúra összeállításával folytatni lehet a közös munkát.

6.1.1 A pszichés csúcsteljesítmény elérése

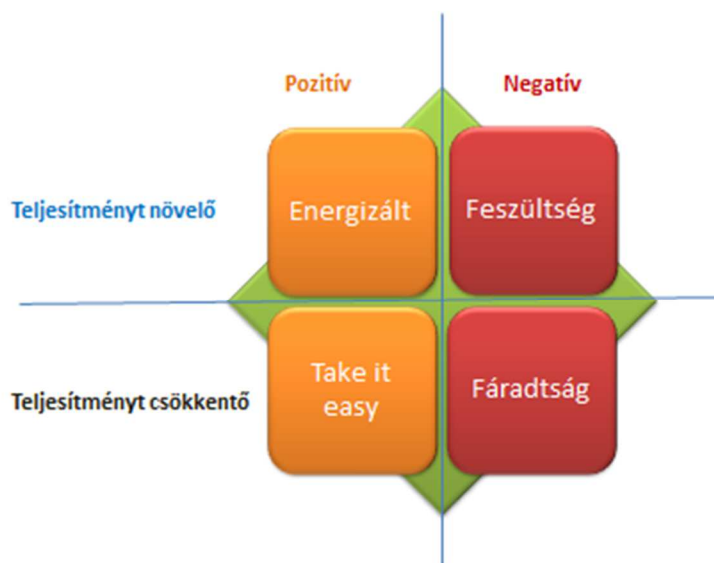
A csúcsteljesítmény egyfajta felsőbbrendű működés egy adott teljesítményhelyzetben. Elérése során a sportoló ideális belső pszichés állapotot él meg, melynek alapja a megfelelő fizikális kondíció mellett a mentális felkészültség.

Pszichológiai összetevői a következőkből állnak:

- Teljes elmélyülés a cselekvésben
- A jelenre történő szűk fókuszálás
- Én-tudatosság
- Nincs jelen a kudarctól való félelem
- Koncentráció
- Kontrollkészség érzése (érzelmek, gondolatok, aorusal)
- Időí/téri felgyorsulás vagy lelassulás érzése (megváltozik az érzékelés)
- A teljesítmény automatikus és erőfeszítés nélküli
- Magas önbizalom érzése
- Magas energizáltság
- Örömteli lelkesedés a tevékenység iránt (Williams, 2010)

A csúcsteljesítménnyel gyakran hozzák kapcsolatba a flow-állapotot. Csíkszentmihályi (1990) szerint a flow az alapja a belsőleg motivált tapasztalatoknak, az önjutalmazó tevékenységeknek. Jackobson (1995) szerint ez az állapot lehet egyfajta előjele, vagy megalapozó élménye a csúcsteljesítménynek. Tehát a flow nem analóg a csúcsteljesítménnyel, viszont ha egy sportoló a legjobban teljesít, akkor flow-állapotban van. (Tóth, 2010)

Érdemes néhány szót említeni az egyéni optimális funkcionalitásról. Hanin (2000) IZOF (Individualized Zone of Optimal Functioning) modellje az egyénileg változó emocionális állapotok és a teljesítmény összefüggését vizsgálva az alábbi érzelmi állapotokat azonosította:



Láthatjuk, hogy pl. a feszültség egy negatív érzelmi állapot, mégis növelheti a teljesítményt. Az IZOF modell szerint minden egyes sportolónak van egy sajátos, csak őrá jellemző optimális működési zónája. A zóna az állapotszorongás mértékén keresztül, egyénileg vizsgálja a sportoló teljesítményét. Tehát míg az egyik típusú sportoló alacsony szorongási zónában nyújtja a legjobb teljesítményt, addig a másik közepes, vagy magas szorongás esetén hozza ki magából a maximumot.

Érdekesség

A pszichés csúcsteljesítmény és a mentális tudatosság összefüggéseiről Chris Dorris sportpszichológus gondolatai hangzanak el az alábbi videóban:

<https://www.youtube.com/watch?v=SfcSpX7rj-w>



6.1.2 Motiváció

A sportteljesítmény fogalma szorosan együtt jár a motiváció kérdéskörével. Egy adott kihívás esetén mi mozgathatja, mi energizálja, vagy épp gátolja a sportolót? Mi az, amit képes és hajlandó megtenni az adott cél elérése érdekében? Egyáltalán milyen befolyásoló tényezők hatnak rá (pénzjutalom, siker, önmaga legyőzése, edzői ráhatás, megfelelés másoknak, stb.)? A következőkben röviden ezekre a kérdésekre keressük meg a választ.

A motiváció fogalma a latin „movere” (mozgatni) kifejezésből származik. Miért cselekszünk úgy, ahogy cselekszünk, mi váltja ki az adott cselekvést, mi hajtja, mi irányítja, mi tartja fenn és mi állítja le, azaz: mi *mozgat* minket? Az úgynevezett okozati megközelítés arra kíváncsi, hogy milyen múltbeli tapasztalatok következtében jött létre az adott cselekvés. A célra irányuló megközelítés arra fókuszál, hogy az adott cselekvésnek milyen jövőbeni következményei várhatók, ami miatt megteszünk valamit. A motiváció tehát a szervezeten belül (pl. szükséglet, kívánság, vágy, akarat), vagy a szervezetre kívülről hat (pl. elvárás, kényszerítés), s ez az erő az, ami a cselekvést aktiválja, irányítja és fenntartja. (Oláh, 2006)

A sportban a teljesítmény és eredmény alapja a motiváció. Néhányan azt gondolják, hogy a sportoló motivációja akár magas, akár alacsony, ez egy adottság, egy viszonylag megváltoztathatatlan személyiségjellemző. Mások úgy vélik, hogy az edző „motiválja” a sportolót a mérkőzés előtti buzdító beszéddel, vagy olyan technikákkal, melyeket a sportolók fókuszának, figyelmének és aktivációjának elősegítéséhez használnak.

A sportmotivációnak megkülönböztetjük mennyiségi és minőségi szintjét. A motiváció mennyisége azt tükrözi, hogy az egyén mennyire „van benne” a sportjában jelenleg és hogy mostanában hogyan teljesít. A motiváció minősége a sportoló kitartására vonatkozik. Ez magába foglalja a sportoló eredményeit, továbbá a pszichológiai és fizikai előnyöket, amelyek a sportban való részvétellel kapcsolatosak. A sportmotiváció mennyiségének és minőségének változékonysága a sportban való részvétellel szorosan kapcsolódik. Milyen gondolatok megjelenése okoz döntő változást a motivációban? Kutatások kimutatták, hogy az egyének motiváltabbnak érzik magukat és motiváltabban viselkednek, amikor azt gondolják, hogy kompetenciájuk megfelel a feladat követelményeinek és azt hiszik, hogy rendelkeznek



valamennyi kontrollal vagy autonómiával, a részvétel kapcsán. Az a feltételezés, hogy a képesség és autonómia észlelése döntő a motivációs mintákban, alapelemként tekinthető a motivált viselkedéssel kapcsolatban. A kompetencia érzésének egyik eleme az énhatékonyság érzése. Ez a sportra lefordítva azt jelenti: *hiszek abban, hogy meg tudom csinálni*. Azonban a történet nem ilyen egyszerű! Fontos az is, hogy a sportoló mi alapján dönt, hogy képes-e az adott tevékenységre, feladatra. Én-vezérelt módon, vagy az adott feladat határozza meg orientációját. A kutatók azt találták, hogy a feladatorientáció pozitív motivációs mintákkal áll kapcsolatban, mint pl. a hit abban, hogy a siker oka az erőfeszítés. Az én-vezérelt célok az észlelt képességektől függően eredményezik a döntést. Ez pozitív, amennyiben az észlelt képesség magas szintjével társul, azonban ha az adott sportoló készségeihez képest a feladat túl könnyű, vagy túl nehéz, az negatív következményekhez vezethet. A sportoló motivációjának meghatározásakor kulcstényező a szituáció, amely feladat- vagy én-vezérelt jelzéseket tartalmazhat. Fontos, hogy milyen a környezet észlelt struktúrája, vagyis a motivációs klímája, mert ez sajátos célállapotot eredményez az edzés vagy verseny során. A motivációs klíma hatással van az egyén viselkedésmintáira azon keresztül, hogy mit erősít meg benne a környezet, s mit nem. A sportkutatások kimutatták, hogy az ún. feladat-involváltság környezet pozitív hatással van a sportolók motivációjának növelésére. Ez azt jelenti pl., hogy az edző a magas erőfeszítést értékeli, elismeréssel van a kooperáció iránt a csapat tagjai között, a tanulást és fejlődést hangsúlyozza. Fontos annak észlelése is, hogy tekintet nélkül a képességek szintjére, mindenki a csapat tagja, és mindenki részt vesz a csapat teljesítményében. Az ún. én-involváltság környezet fennállása esetén az edző a hibákat bünteti, támogatja a rivalizálást a csapattagok között, és látványosan több figyelmet szentel a legtehetségesebb sportolónak a csapatban. Ez a típusú környezet nagyobb szorongáshoz, a teljesítménnyel kapcsolatos aggodalmakhoz vezet, gyakoriak a csapatban a konfliktusok, mit több, eredményezheti akár a sport elhagyását is.

Érdekesség

Az elmúlt években egyre nagyobb érdeklődés alakult ki a sportmotiváció irányában, számos motivációs buzdító beszédet, inspiráló videókat találhatunk a különböző videó megosztó oldalakon. A sportiparon belül talán a Nike cége foglalkozik leginkább azzal, hogy



megszólítsa, s belső hajtóerőt alakítson ki célcsoportjaiban –ami jóval túlmutat a termékeik népszerűsítésén, vagy az eladás növelésén. Az alábbi linkeken a Nike 2008-as olimpia, és a 2015-ös Snow Day reklámja szerepel:

<https://www.youtube.com/watch?v=IPDKMmmIuqY>

<https://www.youtube.com/watch?v=o2P5E7cFt9s>

6.1.3 Figyelemfókuszálás és célállítás

6.1.3.1 A figyelem-koncentráció jelentősége a sportteljesítményben

Nideffer (1976, 1981 in Nagykáldi 1996) a figyelem-összpontosítást két dimenzió mentén mutatta ki, a figyelem terjedelme és irányulása mentén. A terjedelem a szélestől a szűk koncentrációig terjed, az irányulás pedig a belsőtől a külsőig. A széles terjedelem több esemény egyidejű észrevételezését teszi lehetővé. Ez olyan sportágakban követelmény, ahol gyorsan változó környezetben kell a változó ingerekre válaszolni (pl. labdarúgásnál a cselezés). Ezzel szemben a szűk figyelemkoncentráció akkor fordul elő, amikor csak egy-két jelre kell válaszolni (pl. az atlétikában a dobószámoknál). Külső irányulású a figyelem, ha tárgya a sporteszköz, vagy az ellenfél mozgása, míg a belső figyelem-összpontosítás irányulhat gondolatokra, érzésekre, de ugyancsak belső összpontosítást igényel a testi funkciók ellenőrzése és minden mentális gyakorlás is. A kombinált típusok a mozgásfeladatok és a sportágak szerint változnak. Azonban a helyzetek változása miatt egyetlen sportágon belül is – a feladatoktól függően – más és más figyelmi típusra van szükség. Figyelmi problémát okozhat, ha a sportoló nem tud elszakadni egy múltbeli hibától (pl.: tétversenyen hibás mozgáselem kivitelezése), vagy kudarctól (pl.: fontos meccs elvesztése), de ugyanígy a jövőbeni események („Mi lesz, ha...”- típusú kérdések) előrevetítése is okozhat koncentrációs hibákat. A túl sok jelzésre történő koncentráció is okozhat nehézségeket. A hosszan tartó gyakorlatok vagy versenyek során a sportolók széles és külső irányultságú koncentrációjába olyan információk is bekerülhetnek, melyeknek semmi közük a közvetlen cselekvéshez. A nézők is hatnak a sportolók koncentrációjára, s különböző interakciós folyamatok döntenek el, hogy ez a hatás serkentő vagy gátló tényezőként minősül. A testi működésekre irányuló



túlzott koncentráció is jelenthet problémát, amennyiben pl. a mozgás már automatizálódott, s nem szükséges egy adott mozgáselemre összpontosítania a sportolónak. A részletekre történő koncentrálás így megtöri a mozgásteljesítmény magas szintjének jellemzőit, főként mikor gyors elhatározások és válaszok szükségesek.

6.1.4 Célstruktúra jelentősége a sportban

A céltípusok között megkülönböztetünk folyamat és eredménycélokat. A folyamatcélok segítenek egy-egy lépést minél precízebben meghatározni (pl. mindig pontos képem van arról, hova ütöm a korongot). Ezeket első sorban az erőforrások fejlesztésére használjuk. Az eredménycélok arányokra vonatkoznak, azaz, hogy a sportoló mennyit tud elérni. Így pl.: 10 rúgásból legalább 8-at belövök. Ez reális képet az a sportoló eredményeinek stabilitásáról.

Tervezzünk okosan!

A megfelelő célstrukturálással és célállítással, un. SMART célok kialakításával az edző és a sportoló számára is világossá válik, pontosan mi kell a kívánt eredmény / szint eléréséhez. Az alábbi kérdésköröket érdemes feldolgozni az egyes részcélok esetén:

- Ki érintett az adott célban, az ahhoz kapcsolódó feladatokban; → saját céljaink tudatosítása
- Mit / hol / mikor / hogyan és miért akarok elérni; → saját céljaink tudatosítása
- Mennyire illeszkedik az adott cél a jelenlegi élethelyzetre, állapotra; → aktuális állapot megvitatása, illetve hová vezethet még a pályafutás?
- Miben mérem az adott célt, honnan tudom, hogy elértem; → magabiztosság növekedése
- Mennyire jelent kihívást (pl. 10-es skálán) az adott rész cél; → motiváció emelkedése
- Mennyire reális és releváns az adott rész cél; → reális önértékelés
- A rész cél ütemezése: mikor kezdek hozzá; mikorra szeretném elérni. → a cél irányába történő haladás kontrollja

A célállításnál fontos, hogy az alábbi csapdákat kiküszöböljük:

- túl sok célt akar a sportoló elérni, túl hamar



- az edző szemszögéből: egyéni különbségek figyelmen kívül hagyása
- túl általános célokat fogalmazunk meg
- rugalmatlanság, egy nem reális cél módosításának képtelensége
- a folyamat és teljesítmény célok együttes felállításának hiánya
- csak technikai célokat állítunk fel
- nem sikerül támogató légkört létrehozni
- az idő és energiaráfordítás nem megfelelő (Williams, 2010)

Érdekesség

Az alábbi linken a célállítással és a SMART célokkal foglalkozó rövid videót tekinthetnek meg a téma iránt érdeklődők:

https://www.youtube.com/watch?v=DO0OnX_GCa8

A célállítással, figyelem-fókusszal (továbbá a motivációval, vizualizációval és relaxációval) kapcsolatban az interneten elérhető egy gyakorlatorientált kézikönyv, mely eredetileg íjászok számára készült, azonban bármilyen sportágban hasznosítható. Praktikus tanácsaival mindenképp hozzájárulhat a sportolók segítségéhez:

<http://www.ktie.hu/a-mentalis-edzes-kezikonyve.html>

6.1.5 Szorongás a sportban

A szorongás egy kellemetlen, feszült érzelmi állapot, mely negatív érzésekkel, gondolatokkal és a vegetatív idegrendszer magas aktivációjával jár együtt. A szorongást bizonyos szerzők egyfajta pszichés stresszválasznak tartják (Atkinson, 2005). A szorongás és a félelem közti alapvető különbség, hogy míg a félelemnek konkrét és azonosítható tárgya van, addig a szorongás tárgy nélküli, irracionális félelem, feszültség. (Tringer, 1996).

Spielberger szerint a szorongásra jellemző, hogy váltakozó intenzitású, különböző időtartammal bír, kellemetlen érzetekkel, továbbá a vegetatív idegrendszer jellegzetes aktivációjával jár együtt. A szorongásnak, időtartama alapján elkülöníthetünk állapot, illetve vonás jellegét. Előbbi bizonyos szituációkhoz kötött, míg a vonásszorongás elnevezés arra



utal, ha a szorongás hajlamszerűen, a személyiségvonások részeként jelentkezik. (Spielberger 1975 in Orosz, 2009) Ezt az elméletet figyelembe véve a sportolóknál azt találták, hogy akiknek alacsony a vonásszorongás értéke, és magas pillanatnyi szorongást élnek át, a szorongást serkentő hatásként élik meg a csúcsteljesítmény elérésében. Ellenben, akiknél mind az alkati (vonás) és mind a helyzethez szorongás magas értéket mutat, teljesítés közben bizonytalanná, erőtlenebbé válnak. (Harasztiné, 2009).

Az aggodalom a szorongás kognitív oldala, míg az emocionalitás a fiziológiai folyamatok szubjektív megélése. A szorongás e két faktorát kognitív és szomatikus komponensként különítjük el. (Baky, 2011) Egy sportoló versenyhelyzeti szorongásának mértéke attól is függ, hogy egyéni vagy csapatsportágat űzőversenyző. Utóbbi esetben a felelősség megoszlik, ezáltal a csapatjátékosok kisebb kognitív és szomatikus szorongást éltek át.

A kutatások eredményei nemi különbséget is mutattak a kognitív, szomatikus szorongást és az önbizalmat illetően. Ez alapján a női sportolók önbizalma kisebb és erősebb a szomatikus szorongásuk. A kognitív szorongást férfiak esetében inkább az ellenfél képességeire vonatkozó érzés befolyásolja. A női sportolóknál ezzel ellentétben a saját felkészültségük és a versenynek tulajdonított jelentőség a döntő.

A kognitív komponenst vizsgálva az elméletek közös eleme, hogy a szorongás keletkezésében belső értékelő folyamatok kapnak meghatározó szerepet, melyek egy-egy helyzet lehetséges veszélyeiről adnak valamilyen becslést. Már pusztán a veszély bekövetkezése iránti várakozás képes szorongásos választ kiváltani. (Carr, A. T. 1979; Reiss, S. 1980 in Perczel Forintos, Mórocz 2010.)

A szorongás szomatikus és vegetatív idegrendszeri tüneteit vizsgálva számos felismerhető jelet érzékelhetünk a sportolón. A sportolás szempontjait figyelembe véve a leggyakoribb szomatikus zavar a vázizomzat feszülése, mely az enyhébb feszültség érzésétől az ellazulásra való képtelenségen át egészen a bemerevedett izomzatig, különböző fokozatokban jelentkezhet. Ugyancsak okozhat a szorongás a gyomorfájást, fejfájást, szédülést, de ezeket csak negatív belgyógyászati kivizsgálás eredménye után nevezhetjük pszichés eredetűnek. Gyakori viselkedéses reakció az izomremegés, a szájszélek harapdálása, a körömrágás, az



ujjak ropogtatása. A vegetatív idegrendszeri tünetek közül jellemző a nyirkos tenyér, heves szívdobogás, szájszárazság, gyakori vizelés, „gombóc” érzés a torokban vagy a gyomorban, hasmenés, szapora légzés, sóhajtozás, stb. A szorongás érzelmi zavarokat is eredményez, mint pl. a tanácstalanság, bizonytalanság, feszültség érzése, nyugtalanság megélése, alvási problémák. (Harasztiné in Szatmári, 2009)

6.1.5.1 A szorongás forrásai a sportban:

A sportkörnyezet számos stressz-forrással telített, melyek stresszorokká válhatnak, s ez adott esetben szorongást okozhat a sportolóknak, s ez nagyban befolyásolja a versenyző teljesítményét. Minden sportoló rendelkezik egy rá jellemző izgalmi szinttel, mely optimális teljesítményt biztosít a versenyhelyzetekben. A megfelelő izgalmi szint mértéke egyénfüggő, azonban általánosságban elmondható, hogy bizonyos helyzetek fokozzák a sportolók szorongását. A teljesség igénye nélkül néhány változó, mely szorongásnövelő ingerként hat:

- bármilyen eltérés a megszokottól az edzéstervben, sporteszközökben, versenyhelyszínen, rutin eljárásokban
- hibás, vagy elégtelen információ a versennyel kapcsolatban (utazás, rangsor, díjazás, stb.)
- a sportesemény jelentősége
- bizonytalanság a saját viselkedésben, eredményben, riválisban, bírói döntésekben, stb.
- kontrollképesség hiánya, versenyszituációhoz nem megfelelő alkalmazkodás, kevés megküzdési erőforrás
- felkészületlenség, vagy túledzettség
- félelem a sérüléstől, a kudarctól, az értékeléstől, az ellenféltől
- torzult önértékelés, önbizalomhiány
- társas sportágakban a kiszolgáltatottság érzése a többiek teljesítménye miatt (Sraub in Kurimay et al 2012; Harasztiné in Lénárt 2002)



6.1.5.2 A szorongás viselkedést befolyásoló tényezői a sportban

A tartós, hosszabb időn keresztül fennálló szorongás befolyásolja a sportolók motivációját, igény szintjét, énképét (negatív önértékelés, önbizalomhiány) és figyelemkoncentrációját. Beszűkítheti a gondolkodást, befolyásolja a döntések gyorsaságát, adott helyzetek, lehetőségek felismerését, a mozgásformák tanulásának minőségét. Az jól begyakorlott mozgások megváltoznak, a mozgáskoordináció romlik, ezen kívül a mozgások intenzitásának energiaszintje csökkenhet. Ez agressziót eredményez, mely gátolja a finom koordinációt igénylő mozgások helyes kivitelezését az indulati töltet miatt. Növelheti a regresszió veszélyét, ami pedig az érzelmi viszonyulás és a viselkedését struktúráját bontja, s egy alacsonyabb szintű működés lép életbe. Erre példa, amikor egy sportoló szétesik, nem tudja, mit csinál, nem képes összeszedni magát, stb. Összességében elmondható, hogy az intenzív szorongás a sportteljesítmény romlását eredményezi. (Harasztiné, in Lénárt 2002)

Érdekesség

Az alábbi videóban élsportolók és sportpszichológusok beszélnek a szorongás megjelenéséről, a stressz megjelenéséről:

https://www.youtube.com/watch?v=PEmXtP_e26E

6.1.6 Tanácsadás edzőknek – vezetési stílusok

Az edzők számára fontos, hogy minden közlésük legyen hiteles. Ez azt jelenti, hogy a különböző kommunikációs csatornákon ugyanazt közvetítsék: verbális és a nem-verbális kommunikációjuk egymáshoz illeszkedő, azaz kongruens legyen. Felfokozott helyzetben az edzők gyakran alkalmaznak rejtett közléseket, utalásokat. Ilyenkor érdemes háromig elszámolni. Hogy néz ez ki a gyakorlatban? Példák:

- „Van esély arra, hogy megcsináld, amit megbeszéltünk?” E helyett: „Azt csináld, amit megbeszéltünk!”. Az első esetben a közlés gúnyos, ami lehet felrázó erejű normál helyzetben, de feszült állapotban inkább támadásként veszi a sportoló.



- „Ha figyelnél, tudnád, hogy mit akartam.” Ez esetben az edző gondolatolvasásra készíti a sportolót. Egyszerűen és röviden közölje, mit vár el: „A dobásnál emeld 3 cm-rel fentebb a karod.”
- „Ugye nem akarsz minden alkalommal elkészni edzésről?” Ez egy zárt kérdés szarkazmussal, ami megint csak támadó jellegű. E helyett: „Hogyan tudnád megoldani, hogy pontosan érkezz az edzésre?”

Fontos edzői feladat a metanyelv helyes értelmezése saját versenyzőiknél. Példák:

- „Csak második lettem” Érdemes megvizsgálni ilyenkor: mi volt a teljesítményelvárás? Az adott táv X időn belüli megtétele, a dobogó, vagy az első hely?
- „Hát... megpróbálhatom...” Az a sportoló, aki ilyen típusú kijelentéseket tesz, általában valamiért szorong, kételyei vannak saját képességeit illetően. Ha ez a helyzet, erősíteni kell az önbizalmát, mert meggyőződéseink nagyban befolyásolják cselekedeteinket és ez által az eredményeinket.
- „Igen, de...” Ilyenkor gyakran az egyetértés látszatát színleli a versenyző, és el akarja kerülni a nyílt szembehelyezkedést. Érdemes rákérdezni, az adott helyzetről mi az ő véleménye.
- „Nem vagyok képes rá / nem tudom megtenni...” Ezek a cselekvést korlátozó kijelentések. Mít lehet ilyenkor tenni? Vegyünk egy pozitív célt, amit megtehetne a sportoló, majd kérdezzük meg, mi az, ami akadályozza a megvalósítását, továbbá mi történne ha „megtenné”. Ezzel feltárjuk az indítékokat és a vélt következményeket, így csökkenthetjük a nyomást.
- „Elvesztettem a versenyt. Nekem soha semmi sem sikerül!” Ez a dolgok túláltalánosítása, vagyis egyetlen negatív esemény alapján von le a sportoló általános következtetéseket. Fontos, hogy az edző figyeljen arra, hogy ő se tegyen ilyen típusú kijelentéseket (pl.: mindig hibásan ugrasz), mivel nem vehetjük természetesnek a jó eredményt.
- „Ha nem nyerek, akkor az egész felkészülésem nem ért semmit.” Ez a minden, vagy semmi típusú gondolkodás. Fontos rögzíteni a sportolóban, hogy a dolgok nem fekete és fehér, végletes kategóriákba tartoznak.



- „Csak azért nyertem, mert gyenge volt az ellenfél / Csak azért nyertem, mert a fő ellenfelem nem jött el a versenyre.” Az edzőnek látnia kell, hogy a sportoló ez esetben önmagát leértékeli, a pozitívumokat figyelmen kívül hagyja. Az ilyen versenyzőt, ha semleges, vagy pozitív tapasztalat éri, általában úgy reagál: „csak véletlen” „nem számít” „csak azért...” stb., ez által negatívként tünteti fel az egyébként pozitív dolgokat is.
- „Úgysem fog sikerülni” A sportoló negatív jóslatokat tesz, mintha a jövőbe látna, azonban más –esetenként sokkal valószínűbb- kimeneteket nem vesz figyelembe.
- „Érzem, hogy nem fog menni” A versenyző érzéseit evidenciaértékűnek tartja, mely meghatározza a kimenetelt. Ez amolyan „érezem, tehát igaz” logikai gondolkodás. Fontos tudatosítani a sportolóban, hogy az érzéseit ne tényként kezelje, mivel ezek szubjektív, belülről fakadó dolgok.
- „Mostanra már ezt rég el kellett volna érnem / meg kellett volna nyernem” A sportolónak túlzott elvárásai vannak önmagával szemben, határozott elképzelése arról, hogy neki, ill. másoknak mit kell, vagy kellene elérnie. Amennyiben ez megghiúsul, gyakran túlértékelik a negatív következményt, erős büntudatot keltve ezzel magukban. Fontos, hogy az edző ezt észleli, feltétlen korrigálja a sportoló (különösen, ha fiatal, új játékosról / versenyzőről van szó) beállítódását.

Ki a jó edző, vagy mitől jó egy edző? A vezetési és a döntési stílus az edzői munka hatékonyságának lényeges összetevője, mivel kifejezi, hogy az edző mily módon képes hatni a sportolókra, hogyan képes befolyásolni azok tevékenységét.

6.1.6.1 A stílus-elmélet

Lewin, White és Lippitt tanulmánya, egy fiú-közösségben folytatott kísérlet eredményeiről számol be. A vizsgálat során a vezetési stílusok hatékonyságát vizsgálták. A vezetői akarat érvényesítése érdekében három stílus különítették el. A teljesítmény, az elégedettség és a vezetési stílus között összefüggések fedezhetők fel:

Autokratikus: A vezető maga jelöli ki a feladatokat, meghatározza a szabályokat, a munkacsoportokat, ellenőriz, értékeli, dönt, jutalmaz és büntet, mások véleményének



meghallgatása nélkül. A teljesítmény ilyen vezetői stílus mellett volt a legmagasabb, azonban az érzelmi eredménye szorongás, feszültség, agresszívabb viselkedésformák.

Demokratikus: A vezető - különböző mértékben - engedi érvényesülni a csoport akaratát is. Ez a bevonás igen széles skálán mozoghat, a döntéseket általában megbeszélések eredményeként hozzák. A csoport itt nem igényelt közvetlen ellenőrzést, a teljesítményük jónak mondható, továbbá pozitív érzelmi állapotokról számoltak be (magasabb együttműködés, kreativitás).

Laissez-faire passé. A vezető nem ad utasításokat, egyenrangú a többi csoporttaggal, nem állít szabályokat. Szabad kezet ad a csoportnak a munkafolyamatok alakításában, a csoport tagjai önállóan dolgoznak. Ez esetben a teljesítmény gyenge, a csoporttagoknál általános rossz közérzet figyelhető meg, a csoport felbomlik. Egyes esetekben a csoporttagok közül valaki átveszi a vezetést, és tekintélyelvű, vagy demokratikus módon összefogja a többieket. Az elméletalkotó szerint ez a leginkább kerülendő vezetési stílus.

Az amerikai **Ohio Egyetem** kutatásai a Lewin-i módszerre épültek, de a kutatók a vezetési stílus a feladathoz, illetve (sport koncepcióban) a csapathoz való viszony alapján vizsgálták. A feladatorientáció mértéke, vagyis a „strukturálás”-ra irányuló magatartás azt mutatja, hogy az edző milyen mértékben kívánja meghatározni a feladatokat és azok struktúráját a cél elérés érdekében. A feladatorientált edző tekintélyelvűbb, első sorban a teljesítmény határozza meg gondolkodásmódját. A kapcsolat orientáció mértéke azt mutatja, hogy az edző és a csapat kapcsolata mennyire alapul kölcsönös bizalmon, a játékosok érzelmeinek figyelembe vételén, egymás tiszteletén. A modell szerint a magas feladat és magas kapcsolatorientációs vezetési stílus a jó teljesítmény prediktora, továbbá e stílus alkalmazása során a legkevesebb a panasz, ergo itt a legkisebb esély a konfliktushelyzetek, érdekütközések kialakulására.

A kontingenciaelméleti megközelítések közelebb állnak a gyakorlati tapasztalatokhoz, mint a fentebb bemutatott vezetési stílusok. Az elmélet alapján négy tényezőt kell figyelembe venni a vezetési stílus kialakításánál:

- Az edző személyisége és stílusa
- A csapat szükségletei, motiváltsága, képességei, hozzáállása



- A kitűzött feladat (mi a cél és mik a cél megvalósulásának a követelményei)
- A feladat-környezet

Az elmélet szerint ezt a négy változót mindig szem előtt kell tartani a döntési stílus megválasztása során.

A Vroom – Yettel féle modell a döntéshozatali stílusokkal foglalkozik. 5 típusú döntéshozatalt különít el a szélsőségesen autokratikustól a teljes bevonásra épülőig:

Autokratikus I – az edző egyénileg hozza meg a döntést a rendelkezésére álló információk alapján.

Autokratikus II – az edző információkat szerez a döntésben jelentőséggel bíró játékosoktól, ezután önállóan dönt.

Konzultatív I – az edző megosztja a problémát az egyes játékosokkal, meghallgatja a játékosok véleményét, és ezután maga hozza meg a döntést.

Konzultatív II – az edző a problémát a csapat elé tárja, közösen megvitatják, majd ezután hoz döntést.

Csapat – az edző megosztja a problémát a játékosokkal. Itt az edző nem a megoldást, hanem a csoportmunkát irányítja. A döntést közösen hozzák meg.

Összefoglalásként elmondható, hogy a tárgyalat vezetési stílusok nem adnak ugyan egyértelmű eligazítást, de segítenek az edzőknek saját helyzetük megítélésében és lehetőséget biztosítanak az adott szituáció kívánta választásra.

6.1.7 Csapatportok jellegzetességei

6.1.7.1 Csoportfolyamatok és sportcsapat

A sportcsapatra tekinthetünk úgy, mint egy zárt csoportra, ahol első sorban a tagok és az edző közti interakció a meghatározó jellegű, pszichológiai szempontból. Egy csapaton belül lehetnek egyéni problémák az egyes játékosoknál, ez esetben a pszichés segítségnyújtásra is



eltérő az igény. Egyes játékosok, úgy érzik nincs szükségük sportpszichológiai segítségre, míg mások nem érzékelik problémát. Ez eltérő motiváltságot jelent az egész csapatot érintő fejlesztőmunkában is. (Nádori és mtsai 2011)

A csapaton belüli problémák a pszichológiai hatások kézbentartásával, kontrollálásával, az egyéni és csapatszinten jelentkező stresszhelyzetek kezelésével kapcsolatosak, melyek akár személyen belül, akár a személyek között is megnyilvánulhatnak. A pszichológiai felkészítő munkában figyelembe kell vennünk:

- a játékosok csapathoz, egymáshoz, edzőhöz való viszonyát,
- a kapcsolatrendszer,
- a szereprendszert,
- az interakciókat,
- a vezetést.

A megfigyelések, tapasztalatok és az egyéni diagnosztikai vizsgálatok mellett érdemes alkalmazni egy, a csapatok társas szerkezetének, kapcsolatainak alakulását vizsgáló módszert is. Ez lehet pl. szociometriai eljárás, csapatsportolókra kifejlesztett vizsgálat, stb. (Tóth, 2010 nyomán)

A kiscsoportok fejlődési folyamata négy szakaszból áll (Tuckman, 1965) (in Nagykáldi 1995).

A *formálódás* szakaszában a csapattagok között elindulnak az interperszonális formális és informális kapcsolatok. Ezekben az edző is részt vesz, még nem alakult ki a „mi-tudat”.

A *viharzás* fázisában a csapat tagjai között megindul a küzdelem az adott pozíciókért, mivel a csapat egy meghatározott céllal, feladattal jött létre. Mindenki a szerepét, feladatát, pozícióját az edző jelöli ki, ami csökkenti a bizonytalanságot, de mégis harc folyik például az azonos posztion játszó játékosok között (pl.: a kezdő csapatba kerülés kapcsán). Érdemes megjegyezni, hogy a fair play szellemében történő versengés a csapattagok számára építő



jellegű, s a teljesítményt is növeli. Ám ez úgy valósulhat meg, ha az edző világos, tárgyilagos kommunikációt folytat a csapattagokkal, a szerepek tisztázásában.

A *normalizálódás* szakaszába érkezve a közös cél elérése érdekében kialakul a megfelelő együttműködés, a csapattagok egyre inkább tudnak azonosulni a csapatban elfoglalt helyükkel, szerepükkel, és alá tudják rendelni egyéni érdekeiket a csapatérdekeknek. Ebben a szakaszban létrejön a csoport kohéziója, a csapat egységet képez, s az együttműködés jó hatással van a megelégedésre.

A *teljesítés* fázisában kialakul a megfelelő csapatszerkezet, befejeződik a strukturálódás. Egyaránt javulnak az interakciók a pályán kívül és belül egyaránt. A csapattagok szerepe megszilárdul, a teljesítmény elérésére fókuszálnak, támogatják egymást, és a csapatsiker elérése lesz számukra az elsődleges az egyéni siker helyett.

A sikeres csapatépítés során a csapatokkal dolgozó szakemberek együttműködésekor ezeket a fázisokat és a csoportdinamikai szemléletmódot a sportcsapatok elemzésében és alakításában érdemes figyelembe venni. A csapatépítési folyamat másabb klubcsapatoknál és válogatottaknál, de az egyes fázisokon mindkét esetben törvényszerűen átesnek. A hatékonyság érdekében, hogy a csapat minél előbb eljusson a teljesítés fázisába, céltudatos, tervszerű, és szakszerű munkára van szükség. (Tóth, 2010)

Az érett csapat harmonikusan működik, egységes egész, strukturalizált, hierarchiája van. Fontos állomás a fejlődés során a „mi tudat” megjelenése, ami az együttes gondolkodást, a csapat együttes cselekvését jelenti. Az eredményesség az összjáték készségén múlik ebből a szempontból, azaz a játékosoknak nem csupán saját feladatukat kell ismerni, hanem tudni, érezni kell a társak készenlétét, jelzéseit, szándékait is. A jól működő csapat úgy is jellemezhető, mint egy test, melynek a játékosok alkotják különböző testrészeit / szerveit. (Nádori és mtsai, 2011)

A sportpszichológia igyekszik különbséget tenni a csoport és a csapat között. A csoportot és a csapatot is közös célok jellemzik, mindkettőnek a tagjai együttes tevékenységet végeznek, a tagok folyamatos interakcióban vannak egymással. Ahhoz, hogy egy csoport csapatként működjön, érdemes megvizsgálnunk az alábbi pszichés összetevőket:



- A csapat-összetartozás hatása a csapattagok viselkedésére.
- A tagok egymás közötti kapcsolatai.
- Az egyéni képességek hatása a csapat szerkezetére, a csapatszellemre és a teljesítményre.
- Az edző és a csapat, valamint az edző és a csapattagok viszonya, a közöttük lejátszódó pszichológiai folyamatok dinamikája

A normák erősen erőteljesen hatnak a viselkedésre, ez által a csapatszerkezet alakulására. Zander (1982) (in Nagykáldi 1995) néhány gyakorlati módszert fejlesztett ki ebben a vonatkozásban az edzők számára:

- az edző mutassa meg, hogyan járulhatnak hozzá a tagok a hatékonyabb teljesítményhez és a csapat egységéhez;
- értékelje a ragaszkodást a normákhoz;
- mutasson rá, hogyan tudják megtartani és fejleszteni a normákat, amivel segítik csapatsikereket.

6.1.7.2 A sportcsapat, mint szervezet

Bizonyos szervezeti hatótényezők befolyásolják a sportolók teljesítményét a csapatsportoknál. Az alábbi részben ezeket tekintjük át, egy-egy rövid példával (Balogh, 2013 alapján):

Szervezeti szocializáció

Amikor új játékos érkezik a csapatba, a szakmai stáb igyekszik minél hamarabb integrálni őt az új környezetbe. Ennek során a sportoló megismerkedhet a klub értékeivel, normáival, a csapat működésének megértésén keresztül pedig a szervezet iránti érzelmi elköteleződése nő. Ez a típusú elköteleződés egyfajta mediátora a teljesítmény növekedésének.

Bizalom



Magas fokú együttműködést igénylő csapatok esetén a játékosok, az edzők, a vezetők egyfajta kölcsönös függésben léteznek, mivel a megfelelő teljesítmény eléréséhez szükségük van egymásra. A magasabb bizalmi szintű csoportoknál, amennyiben a motiváció nem önös, hanem első sorban kölcsönös erőfeszítésekre irányul, a magas fokú bizalom teljesítménynövekedéshez vezet.



Megelégedettség

A sportolók gyakran hivatkoznak a kevés játéklehetőségre, a kifizetések csúszására, konfliktusokra, rossz minőségű pályára, stb. és ezek leginkább akkor erősödnek, amikor a játékos és a csapat nem az elvárásoknak megfelelően teljesít. Kutatások bizonyítják, hogy ha a szervezet tagjai elégedettebbek, akkor hatékonyabbak és eredményesebbek lesznek, így érdemes bizonyos igényekre (pl. öltöző higiéniai állapota) odafigyelni.

Szervezeti elkötelezettség

A teljesítmény fontos meghatározója a csapathoz való elkötelezettség mértéke. Mowday és mtsai (1979) (in Balogh, 2013) ez elköteleződést három összetevő alapján határozták meg: (1) az egyén mennyire képes azonosulni a szervezet által vallott értékekkel, (2) mennyire erős benne a vágy a tagsága fenntartására, és (3) milyen mértékben képes a célok elérése érdekében erőfeszítések kifejtésére.

Szervezeti kultúra

A szervezet kultúrája közvetve hat a teljesítményre az által, hogy összefoglaló rendszert ad a tagoknak az elvárt viselkedésről, a különböző szokásokról, befolyásolja attitűdjeiket. A magas csoportkohézióval, ezáltal erős szervezeti kultúrával rendelkező csapatok magasabb fokú konformitást eredményeznek a csapattagok részéről (Nagykálldi, 1995).



6.1.7.3 A sportpszichológiai segítségnyújtás területei sportcsapatoknál

- *Motiváció*
- *Stresszkezelés*
- *Önbizalom fejlesztése*
- *Célprogramozás*
- *Koncentráció és kontrollkészség kialakítása*
- *Csapatépítés*
- *Csapatkommunikáció*
- *Csapatszellem*

A felsorolt területek közül a csapatléggör kialakításáról szólnunk most bővebben. A csapatlíma a szerint fejlődik, ahogyan a csoporttagok észlelik az egymás közti kapcsolatokat, ez első sorban a játékosok percepciójától és észlelésétől függ. A csapat légkörének alakulásában érdemes néhány tényezőt megvizsgálni (Nagykálldi, 1995 alapján)

Szociális támogatás

Ez a fajta támogatás nem csupán érzelmi (pl. empátia a csapattársak felé) természetű. Fontos, hogy a teljesítményről az edző visszajelzést adjon, a csapattagok közt az információk hatékonyan áramoljanak, valamint a szerepek tisztázottak legyenek. Ha a csapattagok egymásnak nyújtanak tanácsot, teljesítmény visszajelzést, nem szerencsés, ha szarkazmussal, gúnnal teszik azt. Egymás támogatása hatalmas löketet ad egy-egy tétverseny előtt.

Társas közelség

Ez esetben nem pusztán a fizikai közelséget (közös edzések) értjük, hanem az interakciók gyakoriságának növelését. A klíma szempontjából ilyenek a közös utazások, edzőtáborok, melyek sokat alakítanak a játékosok kapcsolatrendszerén. Az interakciók szempontjából számos sportpszichológiai eszköz áll rendelkezésre a klíma javítása érdekében.

Megkülönböztetés



A közös élmények sajátos közös érzelmeket generálnak, amik szintén növelik az egységességet. A sportban a megkülönböztetés hagyományos módjai a játékosok öltözéke, jelmondatok, rítusok, melyek hagyományt teremtenek a csapatokban. Ez is hozzátesz a „mi-érzés” kialakulásához, mely győzelemorientációt eredményez.

Korrekttség

A szakirodalom e kérdéskört leginkább az edző-sportoló viszonyában tárgyalja. A becsületesség közel viszi a csapatot az edzőhöz, azonban ennek hiánya kihat a kapcsolatokra. Lehet, hogy adott sportoló nem ért maradéktalanul egyet az edző utasításával, de ha korrekt módon kezelik őt, az pozitívan hat a teljesítményére.

Hasonlóság

A hasonlóság a csapat közös céljaiban, elkötelezettségében, attitűdjében nyilvánul meg. Könnyebb egységgé formálódni, ha a tagok közt hasonlóság van, ennek kialakításában az edzőnek nagy szerep jut az által, hogy a hasonló dolgokat erősíti. Ilyen módszer lehet a csoportcélok megfogalmazása, elvárások a helyes viselkedésre, az együtt végzett edzésgyakorlatok, vagy a szerepek tisztázása.

6.1.8 Gyermekekkel való munka specifikumai

Az első, és legfontosabb dolog annak tisztázása, hogy a gyermekek nem apró felnőttek, azaz a gyermek sportolótól nem várhatjuk el ugyanazt, amit egy felnőtt játékostól. Ha gyerekekkel foglalkozunk, egyrészt tisztában kell lennünk a fizikai érési folyamatokkal. Ilyen pl. a testtömeg és testmagasság változásának jellegzetességei, a vázizomzat fejlődése és növekedése, a csontfejlődés, az idegrendszer fejlődése, az izomerő növekedése, a motoros képességek (erő, állóképesség, gyorsaság) változására, stb. Mind emellett a fejlődéslélektani sajátosságok is fontos szerepet kapnak, továbbá nagyon fontos a gyermek személyiségének, sporthoz való viszonyának alakulásakor az edző és szülő befolyása. Ebben a fejezetben néhány jellegzetességet nézünk át a gyermek és utánpótlássport pszichés aspektusaival kapcsolatban.



A gyermekek elsődlegesen az öröm és a szórakozás miatt sportolnak. Ezt követi az új képességek megtanulása, a barátokkal való együttlét, az izgalom, és a siker átélése. A sportolás akkor optimális, ha a gyermeket belső motiváció hajtja. A sport abbahagyásának fő oka az öröm hiánya, az unalom, vagy az alkalmatlanság érzése, esetleg más tevékenység előtérbe kerülése. A győzelem hiánya nem annyira fontos a gyereknek. A győzelemfelfogásnál az alábbi módokat tekintjük hibásnak (Martens (1978) in Gyömbér-Kovács 2012 alapján):

- Az ellenféllel való barátkozást a gyengeség jeleként értékelik
- Olyan stratégiára buzdítja az edző a sportolót, ami jogtalan előnnyel jár az ellenféllel szemben
- Csalásra buzdítják a sportolókat, megfélemlítik, vagy nyilvánosan megalázzák őket
- A győzelem központi kérdéssé válik, s maga mögé szorítja azokat a normákat, értékeket, melyeket a gyermekeknek belsővé kell tenniük, hogy később érett, strukturált személyiségű felnőtt váljon belőlük

A gyermekek biológiai érése eltérő, tehát nem feltétlenül az a gyerek lesz később sikeres sportoló, aki a leggyorsabban tanulja az adott mozgást. Ezt szem előtt tartva fontos a kivárás, a gyermek fizikális fejlődését figyelembe véve. Amennyiben szeretnénk bejósolni a lehetséges felnőttkori eredményességet, tisztában kell lennünk az adott sportág igényelte antropometriai adottságokkal, kondicionális, koordinációs készségekkel és pszichológiai képességekkel.

6.1.8.1 A sportoló gyermek személyiségének alakulása az életkor függvényében

Óvodás korban a gyermekek az egyszerű önkontrolltól jutnak el odáig, hogy képessé válnak cselekvések kezdeményezésére és végrehajtására. Ebben az életkorban a gyermekek még nem képesek saját nézőpontjukat a másokétól elkülöníteni, így sokszor összekeverik az oksági viszonyokat. A szabályokat saját nézőpontjuk alapján értékelik, a cselekedeteket következményei mögött nem látják a mögöttes folyamatokat. Így pl. a csapatban játszó kisgyermek érzékenyen reagál a legkisebb szabálytalanságra is, valamint veszteségélmény esetén nem tudják azonosítani a játék jó aspektusait. Direkt használatos itt a *játék* kifejezés,



hiszen egy 5-6 éves gyermek a verseny, mérkőzés rendszerét még nem képes felfogni, mivel a saját nézőpontján kívül a másokét még nem értik meg.

Általános iskolás korban alakul ki a gyermekekben az együttműködés, felelősségvállalás készsége. Ha sikeresek az erőfeszítéseik, kompetensnek érzik magukat, a sikertelenség viszont kisebbségi érzésekhez vezethet. Ebben az időszakban szilárdulnak meg a szorongás megélésével és kezelésével kapcsolatos minták, továbbá ekkor tapasztalják meg a belső motiváció értékét, az erőfeszítés fontosságát, a győzelemfelfogást. Ebben az életszakaszban válik különös jelentőségűvé a sport. Az edzők példaképpé nőnek, így felelősségük megnő, a gyermek siker és kudarckezelésének alakításában.

Szokás mondani, hogy kis gyerek kis gond, nagy gyerek nagy gond. Ez a személyiségfejlődés területén valóban így van, ugyanis a legkritikusabb életszakasz –a sport szempontjából is- a serdülő és kamasz kor. A biológiai változások mellett, melyek hirtelen óriási különbségeket hoznak létre a korábban „egyforma” gyermekek közt, az identitástudat formálódásával is számolnunk kell. Ez általában a sportban pozitív folyamat, de számos veszélyt rejt magában. Így pl. egy sportbeli sikertelenséget a serdülők úgy élhetnek meg, mint az egész személyiségükre kiterjedő értéktelenség érzést. Gyakori ebben az életkorban a szelektálódás, a kiválás. Természetesen nem lehet mindenből élsportoló, de hangsúlyos, hogy a sportos-identitás, a mozgás szeretetének megőrzése mellett az egészséges életmódra való nevelés alappilléreit is tovább építsük a serdülőkben.

Az ifjúsági sport a stresszkezelés magasiskolája. Martens ide kapcsolódó gondolata: *„a versenyzésből eredő stressz úgy szolgálja a gyerekeket, mint az oltás, egyfajta antitesteket épít fel a szervezetben a későbbiekben jelentkező, károsabb stresszvírusok támadásai ellen.”* (Martens (1978) in Gyömbér, Kovács 2012). Azonban, a megélt pszichés stressz oly mértékű is lehet, ami a későbbiekben negatívan befolyásolja a fiatalok hozzáállását, akár krónikus szorongáshoz, kiégéshez és depresszióhoz is vezethet. Ismét fontos kiemelni, hogy pszichológiai szempontból nagyon érzékeny életszakasról beszélünk, tehát kiemelten fontos a közvetlen környezet (pl.: szülő, edző) hozzáállása, reagálása a teljesítményre.

A leggyakrabban előforduló tünetek és problémák serdülőkorban:



- Versenyszorongás (edzésen jól megy, de versenyen sokkal rosszabbul teljesít)
- Pszichoszomatikus tünetek (fejfájás, hányinger, hasfájás verseny előtt)
- Figyelmi problémák vagy koncentrációhiány
- Váratlan kitörések (impulzív cselekedetek, melyek látszólag indokolatlanul, hirtelen, előzmények nélkül jönnek elő)
- Körömrágás (a cselekedet tudatos, de nem értik, *miért* csinálják; általában a megfeleléssel kapcsolatos okokra vezethető vissza)
- Étkezési zavarok (adott súlykategóriában versenyző sportolókat érinti inkább)
- Alvásproblémák a téthelyzet előtti időszakban

A gyermeksport kapcsán mindenképp foglalkoznunk kell a szülői és edzői befolyással. Minden szülő azonosul valamennyire a sportoló gyerekével, szeretné, ha minél jobban teljesítene, azonban néha ez az azonosulás túl intenzívvé válik. Különösen akkor áll fenn ez a veszély, ha a szülő is sportolt korábban. Ilyenkor a mércék extrém magasra nőhetnek (vagy azért, mert a szülő kompenzálni kíván a gyermeke teljesítményén keresztül, vagy azért, mert elvárja, hogy a gyermek is olyan eredményeket hozzon, mint „akkoriban” ő). A túlzott mértékű azonosulásra a gyakorlatban az ilyen típusú kijelentések engednek következtetni: „most csak heti 4x edzünk”, „a hétvégén nyertünk váltóban és, de egyéniben nem értünk el helyezést”. A szülők kisgyermeküknél megszokják, hogy jelen vannak edzésen és a megmérettetéseken. Azonban egy bizonyos életkorba érve a gyerekek számára frusztrálónak válik a szülői jelenlét, mely szorongást idézhet elő bennük a megfelelési kényszer miatt. Előfordul, hogy a gyerekek ilyenkor többet hibáznak, vagy következetesen alul, vagy felülvállalnak. Az edző-szülő viszony szintén meghatározó, itt a leggyakoribb konfliktusforrás, ha a két fél nem ért egyet a gyerek képességeivel kapcsolatban.

Érdekesség:

Az alábbi linken szereplő kiadvány rendkívül átfogó, összetett témaköröket tárgyal a gyermeksporttal kapcsolatosan. Első sorban edzők és szülők számára készült, azonban a téma iránt érdeklődőknek hasznos információkat nyújthat.



http://www.coach.ca/files/Straight_Talk_1.pdf

6.1.9 Mozgássérült sportolókkal végzett munka specifikumai

A fogyatékkal élő sportolók közé soroljuk azokat, akik testi fogyatékkal élnek; a látás – és hallássérülteket, vakokat, süketeket; az intellektuálisan fogyatékosokat; illetve a transzplantált személyeket. Ezek lehetnek veleszületettek, vagy később szerzett korlátozottságok. A károsodások általában progresszívek, azaz többnyire visszafordíthatatlanok. Ezeknek a sportolóknak olyan speciális edzésprogramokra van szükségük, melyek eltérnek az egészséges sportolók edzéstervétől. A sporttevékenységek végzése és a versenyzés nagyon fontos a fogyatékkal élők számára, már csak a mozgás alapvető emberi igénye miatt is. A sport segítségével megőrizhetik testi funkcióikat, növelik a fájdalomküszöböt, a kitartást, a teherbíró képességük pedig ez által nő. A pszichés hatásokat tekintve fontos megjegyezni, hogy a sportolás és a versenyzés csökkenti a depresszió tüneteit, növeli az önbizalmat, megteremti a csoporthoz tartozás élményét és számos szociális kapcsolat kialakítására ad lehetőséget. A következő paraolimpiai sportágakat tartjuk számon:

- Alpesi sí
- Asztalitenisz
- Atlétika
- Boccia
- Csörgőlabda
- Erőemelés
- Evezés
- Íjászat
- Judo
- Kajak-kenu
- Kerekesszékes kosárlabda
- Kerekesszékes rugby
- Kerekesszékes tenisz
- Kerekesszékes vívás



- Kerékpározás
- Lovaglás
- Sportlövészet
- Triatlon
- Úszás
- Ülőröplabda
- Vitorlázás

(forrás: MPB hivatalos oldala, 2015)

Érdemes néhány gondolatban szólni az eltérő igényekről, azaz, hogy a különböző típusú fogyatékoság esetén mit is jelenthet a sport a versenyző / sportágit őrő számára. Azok, akik baleset következtében váltak mozgássérültté, s épként megtapasztalták a testmozgás örömeit, a sport segítségével könnyebben visszatálnak a normál életbe. A veleszületett, vagy korai életkorban mozgássérültté vált személyek számára a sport lehetőség, melynek segítségével számos egyéni és szociális sikerélményt szerezhetnek. A sport sok esetben nem igényel verbális kommunikációt, így a siketek számára lehetővé válik az akadálymentes integráció, az ép sporttársaikkal azonos követelmények teljesítése. A vakok számára a sport a szabadságérzést, az akadálymentesség élményét biztosítja (általános előnyeín túl). Az értelmileg sérültek számára a sport egészségük megtartásán túl számos sikerélményt biztosít, kapcsolatok kialakítását teszi lehetővé. A transzplantáltak körében a legyengült immunrendszer állandó veszélyforrás, így a mozgás rendkívül fontos szerepet kaphat életükben.

Érdekesség

A téma iránt érdeklődőknek a szerző meleg szívvel ajánlja:

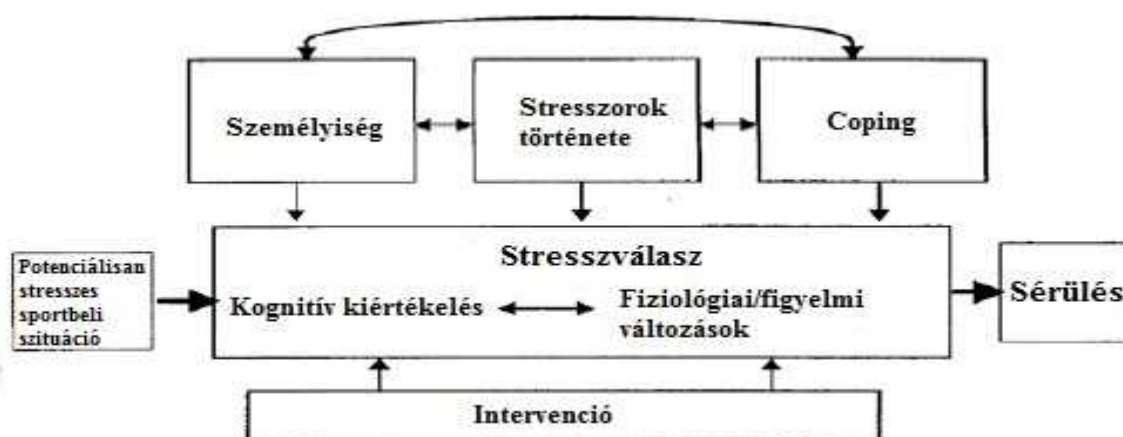
Kiss Erzsébet: *Novák Ferenc, a biciklikirály - Egy kézzel a fél világon át* (Felelős kiadó: Kiss Erzsébet, Debrecen, 2011) című könyvét, valamint

Szekeres Pál és Litavecz Anna: *Sportoló fogyatékos vagy fogyatékos sportoló? A sport és a fogyatékoság összefüggései egy „gyakorló sportoló fogyatékos” szemszögéből* című

könyvfejezetét (Dr. Kurmay és mtsai: A sport pszichológiája - Fejezetek a sportlélektan határterületeiről I., Magyar Pszichiátriai Társaság & Oriold és Társai Kiadó, Budapest, 2012)

6.1.10 Sérülés és rehabilitáció

A sportsérülés első sorban fizikai természetű, azonban egyre több kutatás azt mutatja, hogy a pszichoszociális faktorok is hangsúlyos szerepet játszanak. Érdekes tehát megnéznünk, hogy milyen intervenciókkal csökkenthető a sérülésre való hajlam, és hogyan lehet segíteni egy bekövetkező sérülés után a felépülést. A stressz-sérülés modell (Williams és Andersen, 1998 in Williams 2010) szerint a legtöbb pszichoszociális faktor a stressz és az arra adott válaszreakción keresztül befolyásolja a sérülésre való hajlamot. A modell szerint, amikor a



sportoló stresszes szituációt érzékel, a múltbéli stresszorokkal kapcsolatos élményei, személyiségjegyei és megküzdési stratégiái kölcsönösen vagy önállóan hozzájárulnak a stresszre adott válaszhoz. Az elmélet központi feltételezése, hogy az egyén előzetes stresszes helyzetekkel kapcsolatos élményei, személyiségbeli jellemzői súlyosbíthatják vagy enyhíthetik a stresszre adott választ. A megküzdési források (pl. társas támogatás) jelenléte ugyancsak hatással van a stresszválasz alakulására. Sportkontextusban nézve az elméletet, a sportoló kiértékelést készít a szituáció (edzés vagy verseny) kihívásaival kapcsolatban. Számba veszi képességeit, illetve, hogy a sikernek / kudarcnak milyen következményei lehetnek. Abban az esetben, ha a sportoló a versenyt inspirálónak, izgalmasnak éli meg, az segít neki fókuszálnak maradnia, így a sérülés esélye is alacsonyabb. A kognitív kiértékelés, a fiziológiai, figyelmi és érzelmi válaszok folyamatosan hatással vannak egymásra (pl. a



szorongáskeltő gondolatok aktiválhatják a szimpatikus idegrendszert). A stresszválasz során növekszik az általános izomfeszültség, szűkül a perifériás látás, a koncentráció gyengül, melyek együttesen növelhetik a sérülés kockázatát. Például agonista és antagonist izomcsoportok akaratlan, folyamatos összehúzódása általános stresszválasz, ami fáradtsághoz, rugalmatlansághoz, motoros koordinációs nehézségekhez vezethet, ez pedig megnöveli az olyan sérülések kockázatát, mint pl. a rándulás. A sportpszichológiai segítségnyújtásban e területen két fő feladatunk van: egyrészt azt kívánjuk elérni, hogy módosítsuk a sportoló stresszes eseményekre adott kognitív kiértékelését (pl.: átkeretezés). Másfelől a stresszválasz figyelmi és érzelmi aspektusait is alakíthatjuk, vizualizációs és relaxációs technikákkal

6.1.10.1 A sportolók sérülésre való reakciói

A sérülés ténye több féle választ válthat ki egy adott sportolónál:

„*Nem tudom tovább csinálni! / Nem vagyok képes rá!*” → kompetencia megkérdőjelezése

„*Ezt a feladatot kihagyom, mert ha megcsinálom, csak rosszabb lesz.*” → félelem az újrásérüléstől

„*Ha nem tudok edzeni és versenyezni, az egész életem összeomlik*” → az identitás megkérdőjelezése

A reakcióknak több típusát elkülöníti a szakirodalom:

Pszichológiai reakciók: első sorban tragédiának vagy lehetőségnek fogja fel a sérülést a sportoló? Sokszor bizonytalanok, hogy teljes értékűen felépülnek-e, viszont kezdetben általában alulbecsülik a sérülés súlyosságát (megj.: ez általában újrásérüléshez vezet). Egy súlyos sérülés bekövetkezte után a legtöbb sportolónál megjelenik a depresszió, a harag, koncentrációs nehézségek, hangulati ingadozás és a szorongás.



Kognitív kiértékelés modellek: a sportsérülés, mint a stresszt kiváltó erő formálódik a sportolóban, amit személyes és szituációs faktoroknak megfelelően kiértékel. Ez befolyásolja az érzelmi reakcióit, illetve a viselkedését a rehabilitáció alatt. A szakirodalom több modellt is tárgyal e témában, mely a kognitív kiértékelésre hatással van. Pl.:

1. Személyes faktorok

A sportoló önértékelési szintje befolyásolja, hogy az őt ért sérülés mennyiben hat ki a hangulatára. Akiknek a sport az identitásuk része, azok nehezebben élik meg a sérüléseket, előfordul, hogy a rehabilitációs idő letelte előtt visszatérnek a sporthoz. Érdeemes a sérülés esetleges pozitív oldalait is megvizsgálni (pl. a meccsek okozta folyamatos frusztráció hiánya).

2, Szituatív faktorok

A szakirodalomban három típusú szituációs faktort jelölnek, mely hatással van a sportolók sérüléssel kapcsolatos értékelésére:

- sporttal kapcsolatos tényezők (pl. poszt),
- szociális tényezők (pl. edzői hatások),
- környezeti tényezők (pl. mennyire fér hozzá a rehabilitáció eszközeihez).

A kiértékelés a rehabilitációs idő függvénye is, azaz, hogy meddig tart a sérülés utáni felépülés. Rövid távú rehabilitációnak tekintjük a két hétnél rövidebb, s hosszú távúnak az annál hosszabb távolmaradást a sporttól. Tartósnak távolmaradás esetén a sporttól való visszavonulás lehetősége is felmerül. Fontos megjegyezni, hogy bár a sport a teljesítésről és kitartásról szól, nem szabad szélsőségekbe átcsapni, ugyanis ez a típusú beállítódás is sérülések forrása lehet.



Mások reakciója szerepet játszhat a sportoló sérülésértelmezésében. Néhány gondolat erejéig ezt is érdemes megvizsgálni. Sok edző pl. úgy gondolja, hogy a gyors felépülés ösztökélésének legjobb módszere, ha a sérült sportolóban azt az érzést kelti, hogy értéktelen. Ők a sportolót, mint „teljesítőt” tekintik, holott a felépülés időszaka kritikus a bizalom szempontjából. Fontos szem előtt tartani, hogy a sportolót ne a sérülés alapján kezeljük, hanem az egész embert lássuk, személyisége alapján reagáljunk rá. A rehabilitáció ideje alatt különösen fontos a társas támogatás megléte / hiánya. Az élsportolóhoz a környezete, mivel bevonódás sportágába erős, identitásának jó részét ez képezi, ugyancsak mint versenyzőhöz viszonyulnak, érthető hát, hogy a sérülés bekövetkeztekor nem igazán tudják hogyan reagáljanak. Sokszor a múltbeli sikerekről, vagy a jövőbeli lehetőségekről beszélnek az adott versenyzőnek, miközben a jelen állapotról nem esik szó. Fontos, hogy mint embert próbáljuk megérteni a sportolót, és a közvetlen környezet pozitív érzelmi támaszt nyújtson a sérült versenyző számára. Lényeges, hogy a sportoló teljes körű és hiteles információt kapjon a sérüléséről, annak jellegéről, a kezelési módokról, rehabilitációs időről, azaz információs támogatással is rendelkezzen. Csapatjátékosok esetén a sérülés kérdésköre a társak hozzáállásával is bővül. Két fő probléma jelentkezhet: a csapattársak elkerülik a sérült sportolót, mert akár tudatosan, akár nem tudatosan, de jelenléte fenyegető érzést vált ki belőlük (pl.: „ez kár velem is megtörténhet”). A csapatban, ha egy játékos lesérül, az más számára lehetőség is lehet, pl. a poszt átvételében. Ez esetben az edzők vállát igen nagy felelősség nyomja, mivel döntően nekik kell a társas konfliktushelyzetet kezelni. Amennyiben a sérülés nem jár a sportkarrier abbahagyásával, azaz a teljes körű rehabilitáció biztosított, szintén az edzők feladata, hogy a játékos csapatba való újraintegrálódását segítse. Sportpszichológiai szempontból a terápiás kapcsolat sérült sportolók esetén kiemelt fontosságú. Csak a megfelelő rapport kialakítása után érdemes a sérülésről, a rehabilitáció folyamatáról beszélni, mivel ez speciális helyzet, biztonságos kötődést és kellő bizalmat előfeltételez.

Érdekesség:

Az alábbi linken Dr. Jarrod Spencer sportpszichológus gondolatai hallhatók a sérülés utáni visszatéréssel kapcsolatban:



<https://www.youtube.com/watch?v=sAjjGyJbH5s>

6.1.11 Átállás a civil karrierre

I can't do it physically anymore, and that's really hard for me to say. It's hard to walk away. I can't explain in words how much everyone has meant to me. I'll never be able to fill the void of playing a football game. I don't look at it as a retirement. I look on it as graduation. You graduate from high school and you graduate from college. I'm graduating from pro football.
—John Elway, kétszeres Super Bowl kupa győztes hátvéd

Minden versenyző, amatőr vagy professzionális sportolói karrierje lezárásakor szembesül a befejezés, az átmenet problémájával, azzal, hogy eltérő életstílusra kell áttérnie. A sportkarrier letárájának négy fő okát különíti el a szakirodalom:

Sérülések

A végzetes sérülések gyakran váratlanul és hirtelen éri a sportolót, amire nem lehet előre felkészülni. A kutatások során azt találták, hogy igazából egy sérülésnek nem kell súlyosnak lenni ahhoz, hogy egy élsportolót befejezésre kényszerítse. Elég az, hogy hosszabb időre kivonja a folyamatos készülésből és versenyzésből. Az élmezőnybe tartozóknak egy kis idő is elég ahhoz, ne tudják utána olyan magas szinten folytatni, ahol korábban abba kényszerültek hagyni.

Életkor

Egy bizonyos életkor elérésével a regenerációs folyamatok lassabban működnek a szervezetünkben, s a fizikai korlátok a teljesítmény csökkenésével is együtt járnak. Természetesen nem csupán ezek a tényezők befolyásolhatják a sportolót az átállás döntésében: a szociális státusz (pl.: gyerekvállalás), vagy a motivációs bázis megváltozása (pl.: továbbtanulás) szintén eredményezheti a sport abbahagyását.

Kiszelektálódás

Érdekes a kiszelektálódásnál megjegyeznünk, hogy nem csak a készségek játszanak benne szerepet, hanem az életkori változások is hatnak, hisz nem lehet mindenki élsportoló.



SZÉCHENYI



Kutatások alapján elmondható, hogy a professzionális játékosok sportkarrierje olyan sportokban, mint a baseball, foci, kosárlabda kb. 4-5 évre tehető (National Collagiate Athletic Association, 2003 in Williams 2010).



Önkéntes befejezés

Pszichés szempontból egyértelműen a legelőnyösebb formája a sportkarrier lezárásának az önkéntes befejezés, amikor semmiféle külső, váratlan tényező nem hat erősebben a döntés meghozatalában, mint az értékelő saját akarata.

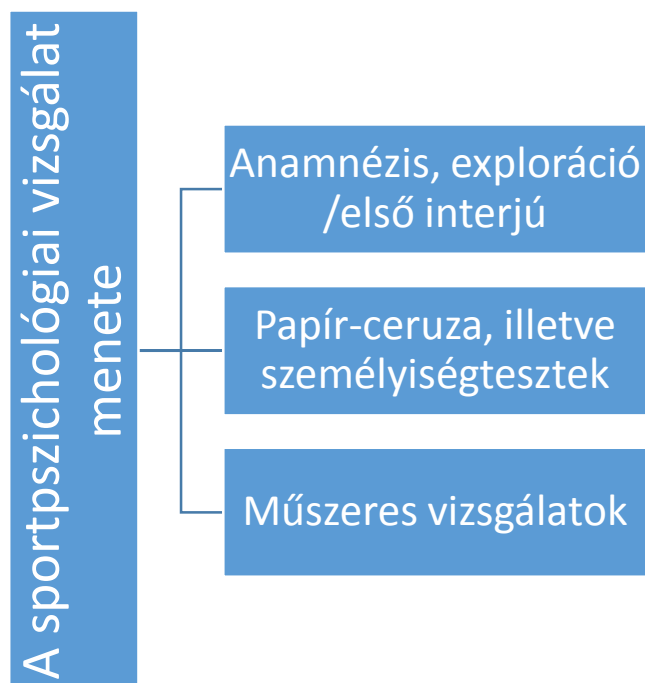
Minél erősebb a sportolói identitás, azaz minél inkább bevonódott az illető saját sportágába, annál több probléma merülhet fel a versenyzői karrier lezárása alatt és után. Például ha a zárás oka váratlan sérülés, a sportoló kevesebb alternatívával rendelkezhet az életére vonatkozóan, kevésbé tud bevonódni a későbbi foglalkozásába, elégedetlenség és kudarcérzés maradhat benne. Sportpszichológiai szempontból így döntő fontosságú a prevenció, azaz a sportolók felkészítése arra, hogy a karrierjük egyszer véget fog érni. Érdemes számba venni a sportolók sportágukon kívüli életterét: érdeklődési körök, kapcsolati mintái, prioritások, esetleges célok. Egy megmunkált célstruktúra (kvázi „B” terv) kialakítása minden esetben jól jön, mert ez által van a versenyzőnek a zsebében egy recept arra, ha új és váratlan helyzetbe hozza az élet. A karrierzárás krízisként is hathat a sportolókra, így a terápiás módszerek megválasztása során, erre is mindenképp érdemes odafigyelni.

A sportkarrier zárásakor megélt pszichés tartalmak függenek az egyén által észlelt kontrolltól (azaz milyen mértékben tudja uralni az adott helyzetet), identitásától, rugalmasságától, megküzdési készségeitől, a társas támogatás meglététől / hiányától.

Azok a sportolók, akik a sport iránti viszonyukat össze tudják kapcsolni aktív sportpályafutásuk után választott szakmájukkal, kevésbé mutatnak alkalmazkodási problémákat a „civil” életbe való beilleszkedés során. Erre példa lehet az edzői, sportmenedzseri, sportújságírói, sportriporter, vagy sporttudományos szakma választása. Fontos átgondolni a sportolóknak, hogy milyen készségeket tud használni azok közül, melyeket versenyzőként sajátított el: küzdőképesség, kitartás, stratégiai gondolkodás, stb., és ezeket milyen területen tudja majd hasznosítani. Érdemes törekedni arra, hogy a sportéleten kívül is alakítson ki baráti, vagy szakmai kapcsolatokat, melyek segíthetik őt akkor, mikor befejezi aktív pályafutását. (Berczik in Szatmári, 2009)

6.2. A sportpszichológiában alkalmazott diagnosztikai, mérési eljárások

A sportpszichológiai munka megkezdésekor a sportoló aktuális állapotának felmérése történik. Ez egyrészt az anamnézis és első interjú, másrészt a pszichológiai tesztek felvételéből áll. További rendszert képeznek a műszeres vizsgálatok, illetve manapság egyre elterjedtebb a Vienna tesztrendszer alkalmazása. A fejezet a sportpszichológiai vizsgálat egyes elemeit hivatott bemutatni.



6.2.1 A sportpszichológiai vizsgálatban alkalmazott eljárások

I. Anamnézis és exploráció - általánosságban

A sportpszichológiában használatos anamnézis némiképp különbözik a klinikai pszichológiában alkalmazottól. Az anamnézisre a sportolóval / edzővel / szülővel történő első találkozáskor kerül sor. Az anamnézis specifikus kérdéseket foglal magában, melyek a sportolóval kapcsolatos adatokat szolgáltatják a vizsgálatot végző szakember számára. Az anamnézis kérdései csoportokba oszthatók.



Elsőként az általános **azonosító adatokat** (név, életkor, nem) írjuk fel. Ezek után a kliens sportágát, sportéletkorát (azaz mióta űzi az adott sportágat), rövid sportkarrierjét és fontosabb elért sporteredményeit is rögzítjük.

Az általános azonosító adatok után a sportoló **jelenlegi pszichés státuszát** vizsgáljuk meg, azaz milyen panasszal érkezett, milyen tüneteket észlel, milyen változás tapasztalható viselkedésében. Amennyiben konkrét tünet, vagy tünet együttes mutatkozik nála, lényeges ezek konkrét leírása (mióta állnak fenn, milyen intenzitással, milyen tevékenységben akadályozzák). Fontos tisztázni a tünetek megjelenésének körülményeit, azaz milyen történések előzik meg, milyen helyzetek a kiváltó tényezők. Pl. ha a sportoló edzéseken nyújtott teljesítménye következetesen magasabb versenyzés közben mutatott teljesítményénél, valószínűsíthető, hogy a téthelyzetek szorongásélményt váltanak ki belőle.

A **szomatikus anamnézis** kérdései kitérnek korábbi betegségekre, orvosi vizsgálatokra és azok eredményeire, gyógyszeresedés alkalmi, illetve általános jellegére, a sportoló testi fejlettségére, fizikai állapotára, általános megjelenésére. Fontos tisztázni, hogy a kliensnek voltak-e korábban sérülései, műtétei, továbbá milyen utókezeléseket kapott a rehabilitációs időszak alatt.

Az anamnézis magában foglalja a sportoló **mentális státuszának** vizsgálatát. Ennek elemei:

- ⇒ Általános megjelenés: A sportoló testi állapota, megjelenése, viselkedése.
- ⇒ Tudatállapot: Ez alatt a tudat mennyiségi állapotát, illetve annak változását értjük, azaz az anamnézis felvételekor a sportoló pl.: éber, lehangolt, stb.
- ⇒ Figyelem és koncentrációs készség: A vizsgálat ideje alatt a sportoló figyelme mennyire terelhető, mennyire képes tudatosan koncentrálni.
- ⇒ Beszéd: A beszéd vizsgálata egyrészt annak érthetőségére, másrészt annak célra irányultságára, továbbá motoros zavarok szűrésére (ritmus, gyorsaság, hangképzési zavarok) vonatkozik.
- ⇒ Orientáció (térbeli, idői, önmagára vonatkozó)
- ⇒ Hangulat, és érzelmi zavarok



- ⇒ A gondolkodás formális jegyei (a formális gondolkodás zavarai, pl. a szavak inadekvát használata)
- ⇒ A gondolkodás tartalmi jegyei (zavar esetén pl. kényszerszorgondolatok)
- ⇒ Az elvont gondolkodás képessége (pl. képes-e a humor megértésére, van-e absztrakciós készsége)
- ⇒ Észlelés (reális-e)
- ⇒ Memória (rövid és hosszú távú memóriefunkciók)
- ⇒ Intellektuális működés
- ⇒ Belátás és ítélőképesség (pl. egy súlyos sérülés után a sportoló betegségtudata megfelel-e az aktuális szomatikus állapotnak)

Családi anamnézis alatt a sportoló családjával és magánéletével kapcsolatos főbb információkat gyűjtjük össze. Így, pl. ki kell térni a családi állapotra, a szülők életkorára (velük él a sportoló, vagy külön), foglalkozására, testvér /testvérek életkorára, iskolai végzettségükre. Házastárs / élettárs /párkapcsolat esetén a társ életkorára, foglalkozására. Sportolók esetén különösen fontos az edzőhöz való viszony, a vele való kapcsolat tisztázása.

Az anamnézis kérdésköreinek megválaszolása után adható egy előzetes diagnózis, mely alapján eldönthető, milyen tesztvizsgálatokra kerüljön sor, továbbá folytatódhat az exploráció, ill. interjú.

Tesztek és műszeres mérések szűrővizsgálati jellege

A sportpszichológiában alkalmazott tesztek, műszeres mérések négy fő téma köré csoportosulnak. Egyrészt preventív jellegűek, azaz a probléma megelőzésére irányulnak. Az eredmények jelentős segítséget nyújtanak tehetséges sportolók kiválasztása során, valamint edzéskorrekciónál. Amennyiben meglévő problémával érkezik a sportoló, a tesztek egyfajta mankót nyújtanak a szakembereknek a későbbi munka során alkalmazott módszerek kiválasztásához, azaz milyen területeken kell az adott sportolót fejleszteni (kognitív torzítások felülírása, testtudatosság növelése, stb.) A műszeres mérések bizonyos egészségügyi problémák szűrésére is alkalmasak (pl. látás romlása)



SZÉCHENYI





II. Papír-ceruza tesztek

Minden olyan teszt ebbe a csoportba tartozik, melynek felvételéhez nem szükséges bonyolult vizsgálati eszköz. Időtartamban néhány perc és kb. egy óra között lehet kitölteni őket. A papír-ceruza teszteknek négy fő csoportját különítjük el:

1. teljesítmény-, és képesség tesztek
2. projektív tesztek
3. személyiségtesztek
4. egyéb, sportolókra fejlesztett tesztek

Az alábbiakban az egyes kategóriák főbb tesztjei kerülnek rövid bemutatásra.

1. Teljesítmény-, és képességtesztek

Intelligencia teszt

WAIS-IV – Weschler Felnőtt Intelligencia teszt

A Wechsler Intelligenciateszt a hazánkban MAWI néven ismert mérőeszköz átdolgozott és modernizált változata, melyet 2008-ban fejlesztettek ki. A magyarországi adaptáció 2010 óta használatos. A teszt 16 éves kor felett alkalmazható.

A WAIS-IV 4 indexet különböztet meg, amelyek az intelligencia eltérő aspektusait tárják fel:

- Verbális megértés,
- Perceptuális következtetés,
- Munkamemória,
- Feldolgozási sebesség.



Az indexekből felállított profil segítségével hasznos támpontot nyerhetünk a vizsgált személyek kognitív képességeiről. A WAIS-IV 10 szubtesztből és 5 kiegészítő szubtesztből áll:

- A Verbális megértés szubtesztjei: Közös jelentés, Szókincs, Általános megértés, Szótalálás.
- A Perceptuális következtetés szubtesztjei: Mozaik-próba, Mintakirakó, Mátrix-következtetés, Képkiegészítés, Súlybecslés.
- A Munkamemória szubtesztjei: Számterjedelem, Betű-szám szekvencia, Számolás.
- A Feldolgozási sebesség szubtesztjei: Kódolás, Szimbólumkeresés, Törlés.

WISC-IV - gyermek intelligencia teszt

A Wechsler Gyermek Intelligenciateszt a hazánkban MAWGYI és HAWIK néven ismert mérőeszközök átdolgozott és modernizált változata. 2003-ban fejlesztettek ki, a magyarországi adaptáció 2008 óta használatos. A WISC-IV indexei és szubtesztjei azonosak a felnőtt változatával. Az indexekből felállított profil segítségével hasznos támpontot nyerhetünk a 6-17 éves fiatal sportolók kognitív képességeiről.

Teljesítményteszt

Test d2-Revision – Figyelem és összpontosítás teszt

A d2 a szelektív figyelem és a monotóniatűrő mérésére kidolgozott papír-ceruza teszt. Olyan figyelemvizsgáló eljárás, mely az információ feldolgozás sebességét, a szabálykövetést és a teljesítmény minőségi aspektusait tárja fel, s ez lehetőséget ad a koncentráció mértékének becslésére. Előnye, hogy tisztán a figyelmi teljesítményt méri, anélkül, hogy azt összemossná más speciális képességekkel (pl. számolás), továbbá fiatal sportolóknál is használhatjuk, mivel a teszt 9 éves kortól alkalmazható. A figyelmi kontrollfunkciók 3 összetevőben fejeződnek ki: az adott idő alatt teljesített anyag mennyisége; a munka minősége (hibaszám); és a teljesítmény időbeli mintázata (pl.: a fáradás hatása).



Megjegyzés: Magyarországon korábban a Pieron tesztet alkalmazták első sorban a sportolók figyelmének vizsgálatára. A teszt az egyén teljesítményét a hibaszázalékhoz méri. Nem rendelkezik normákkal, így nem tudjuk, hogy mi számít alacsony, átlagos, illetve magas teljesítménynek, továbbá súlyos hiányossága, hogy viszonylag lassú munkavégzéssel is elérhető a 100%-os teljesítmény.

A következőkben a projektív és személyiségtesztek közül ismerkedhetünk meg néhányval, melyet a sportpszichológia területén is használnak a szakemberek. Érdekes azonban megjegyezni, hogy e tesztípusokat (egy-egy kivétellel) a diszciplína ritkábban alkalmazza, mivel ezek inkább a klinikai pszichológia területén használatosak.

2. Projektív tesztek

L. K. Frank (1939) projektív teszteknek nevezte el azokat a vizsgálati próbákat, amelyek során egy strukturálatlan ingeregyüttesnek kell jelentést adnia a kliensnek. Feltételezése szerint, ha új helyzetekbe kerülünk, magunkkal visszük a személyiségünkhöz tapadó szokásokat, megoldási módokat, s az új szituációban is a régi körülmények vezetik cselekvéseinket. Még inkább ez történik akkor, ha ez a helyzet strukturálatlan. Ilyenkor áll elő az, hogy saját belső mintáinkat (amiket korábban sajátítottunk el) vetítjük rá a strukturálatlan anyagra. A szubjektív úgy bukkan fel, mintha objektív volna, szinte szükségszerűen beleszövődnek személyiségünk jellegzetes vonásai. A projektív tesztek strukturálatlanságuk révén többértelmű felhívást intéznek a személyhez. A teljesítménypróbák inkább az izolált képességeket vizsgálják, a projektív teszt a személyiség egészét veszi célba. Az vizsgálati személy valósághoz való viszonyának szinte valamennyi aspektusa feltárulhat a projektív tesztelés során. (Oláh, 2006)

Tematikus Appercepciók Teszt (TAT)

A 31 képből álló TAT a képzett értelmező számára feltárja a személyiség uralkodó hajtóerőit, a vizsgált személy érzelmeit, érzéseit, komplexusait és konfliktusait. A Rorschach-próba mellett a másik legnépszerűbb projektív eljárás. A teszt a vizsgálati személy tudattalan fantáziáinak elemzését, látens szükségleteinek feltárását segíti azáltal, hogy értékeli a személy



képek sorozatáról alkotott történeteit. A TAT bármilyen átfogó személyiségvizsgálat esetében alkalmazható serdülő és felnőtt sportolók körében.



Szondi-teszt

A teszt a Szondi Lipót-féle ösztönlélektan mérőeszköze, melynek elmélet alapfeltevése, hogy fontosabb választásainkat lappangó ösztönadottságaink irányítják. A Szondi által kifejlesztett teszt az egyén projekciós hajlamaira alapozva, különböző emberekről készült fényképek rokonszenv és ellenszenv szerinti kiválasztása nyomán következtet a vizsgálati személy ösztönéletére. A teszt elvégzése során a 48 fényképet 6 sorozatban mutatják be a vizsgálati személynek, akinek 2 rokonszenves és 2 ellenszenves képet kell kiválasztania. A teszt 4 éves kortól alkalmazható.

Rosenzweig-féle Képes Frusztrációs Teszt (PFT)

A frusztrációs tolerancia egyedi meghatározásának általánosan használt eszköze a PFT. A vizsgált személynek 24 különböző képet mutatnak, melynek mindegyike egy-egy frusztráló helyzetet ábrázol. Minden egyes képnél adott, felkínált válaszlehetőségekből kell a sportolónak kiválasztania, hogy az ábrán látható személy helyében miként reagálna. A teszt azt vizsgálja, hogy az egyén reakciója kifelé, a környezet felé vagy befelé, önmaga felé irányul-e. A válaszokat az alábbi módon csoportosíthatjuk:

- akadályhangsúlyos, vagyis megtapad a problémánál
- ítélet-jellegű, azaz a felelősséget hárítja
- megoldás-orientált

A teszt segítségével bejósolható, hogy frusztráló helyzetekben milyen reakcióra lehet számítani a sportolóktól.

Rorschach-próba

A Rorschach-próba talán a legszélesebb körben alkalmazott projektív mérőeszköz, amellyel mind az egészséges, mind a problémákkal küzdő sportolók személyiségének struktúrája (pl.: kognitív és affektív jellemzők, konfliktusok, valamint a megküzdési módszer) alaposan feltérképezhető. A feltértelező eljárás 10 táblára épül, amelyeken nagyjából szimmetrikus fekete-fehér, vagy színes tintafoltok láthatók. A vizsgálati személy feladata az, hogy jelentést adjon a foltoknak. Az eljárást elsődlegesen felnőttek számára alakították ki, de a módszer



gyermek- és serdülőkorúak körében is jól használható. A Rorschach-próba szakszerű elsajátítását a lokalizációs táblák, a válaszok rögzítését pedig a jelölőlapok segítik. Értelmezése rendkívül összetett és bonyolult, ezért használata csak képzett szakemberek, illetve klinikai szakpszichológusok számára javasolt.

Rajztesztek

A projektív rajz elkészítésekor a rajzoló az instrukciót követve alkot, irányítás nélkül rajzol. Az instrukció csak minimális mértékben befolyásolja a rajzot, és alig ad információt a vizsgált személy számára. A klinikai munkában gyakran használják az emberalak, a család, az állatok, a fa vagy a ház ábrázolását diagnosztikus eszközként, illetve terápiás segédeszközként. A rajzok kifejezik a rajzoló egyéniségét, személyiségét, általános állapotát. Az alábbiakban két rajzteszt-típus kerül rövid bemutatásra.

Alakrajz-tesztek

Ide sorolhatók az ember-rajz tesztek (ember, család, elvárásolt család, ember az esőben, stb.). A pszichodiagnosztikai tapasztalat azt igazolja, hogy a rajzolt alakok vonalvezetésükben, arányaikban, elhelyezkedésükben, ruházatukban, kimunkáltságukban stb. a rajzoló személyiségstruktúrájával és dinamikájával szorosan összefüggő jellegzetességeket mutatnak.

Farajz-teszt

A farajzokat számos formai-technikai szempont szerint elemezzük. Ilyen szempont például a méret, vonalvezetés, rendezettség, a lomb–törzs–gyökér arány, az ágazat formája, törzsön lévő sérülés, odú megléte, stb. A farajzok szimbolikus értelmezése sajátos térszimbolikai alaptételeken nyugszik. A személyiség struktúrájáról, beállítódásáról, sérelmeiről, idői orientációjáról (a múlt élményeinél tapad meg, jelentudatos, vagy inkább jövőorientált) is információt nyerhetünk a farajz-típusú tesztek alkalmazása során.

A projektív rajztesztek előnyei és hátrányai:

- ✓ Nem igényli a verbalitást, tehát visszahúzódóbb, bátortalan személyek számára segíti a bevonódást



- ✓ Csoportosan is elvégezhető
- ✓ Nem évül el
- ✓ Megismételhető
- A jelenség komplex
- A rajzi szimbólumok individuálisan változnak.
- Egy bizonyos rajzi ismérvet (pl. annak mérete) több különböző ok is létrehozhat.
- Ugyanazt a rajzi jelenséget különböző személyeknél különbözőképpen is lehet értelmezni.
- Problémát jelent a rajzi változók mérése, mivel vannak objektíven és szubjektíven megragadható ismertetőjegyek.

Lüscher teszt

A Max Lüscher svájci pszichológus által kidolgozott módszer a személyiség pszichofiziológiai állapotának feltérképezését szolgálja. Arra a feltevésre épül, hogy a színek hatást gyakorolnak az emberre, ezért a színpreferenciák és a színelutasítások alapján kikövetkeztethetők bizonyos viselkedési irányultságok. A teszt többek között olyan jellemzők feltárására alkalmas, mint például a stresszel szembeni ellenálló képesség, a teljesítmény vagy a kommunikáció, de jól használható a testi tüneteket kiváltó pszichés stresszorok azonosítására is. A színválasztásokat többnyire tudattalan folyamatok irányítják, így a személyiség mélyebb rétegeibe nyerhetünk bepillantást, nem pedig a tudatos szférába, amit a papír-ceruza tesztek térképeznek fel. A teszt felvétele kb. 5-10 percet vesz igénybe, serdülő és felnőtt korban alkalmazható.

Wartegg

A Wartegg teszt az atematikus és tematikus módszerek között elhelyezkedő szabad rajzolás projektív eljárás, mely a személyiségstruktúra egészének megismerésére irányul. A Wartegg-próbát önmagában nem, hanem komplett személyiségvizsgálat részeként alkalmazzuk. A tesztlapon nyolc darab 4 cm-es oldalú négyzet van, mindegyikben egy-egy rajzkezdeménnyel (pl.: pont, négyzet). A Wartegg által összegyűjtött rajzkezdemények egymással kapcsolatban álló elemek, melyek egy jelrendszer részeként szolgálnak. Az ábráknak felszólító jellegük



van, melyek egy-egy életterületre irányulnak. Használatánál egyrészt formai, másrészt statisztikai értékelést végzünk. Utóbbi abban segít, hogy egy-egy karakterjegy kimagasló, vagy gyenge értékét láthassuk. A rajzok jelentéstartalma mellett számos értékelési szempont létezik (pl.: a vizsgálati idő, a rajzolás sorrendje, a kifejezés faktorai, stb.) Felnőtt és gyermek sportolóknál egyaránt alkalmazható.

Metamorfózis

A metamorfózis-teszt segítségével pozitív és negatív azonosulások révén kaphatunk információkat a vizsgálati személyek belső világáról, én-képéről. A pozitív azonosulások azt mutatják meg, amivé a személy válni szeretne, a negatív azonosulások pedig azokat a tulajdonságokat, amelyeket szeretne elrejteni a külvilág elől (Bóta 2002). A teszt elsőre játékos jellegűnek tűnhet, azonban egyaránt alkalmazható gyermekeknél, serdülőknél és felnőtteknél is. A teszt kategóriákat kínál fel, pl. állat. A pozitív választások a „mi lennél, ha...” kezdetű állítással az azonosulások, míg a negatív választások a „mi nem lennél semmiképp...” kezdetű állítás az ellenazonosulások sorát adja.

3. Személyiségtesztek

BIG5

A tesztet G. V. Caprara, C. Barbaranelli, L. Borgogni, (1993, 1999), hazai adaptációját Rózsa (2004) végezte. A BIG5 a személyiség mérésére kidolgozott átfogó önjellemző kérdőív. A 132 tételből álló mérőeszköz a személy alapvető érzelmi, interperszonális és motivációs jellegzetességeit méri. 15 éves kortól alkalmazható, a kérdőív kitöltése 20-40 percet vesz igénybe.

Dimenziói a következők:

- energia
- barátságosság,
- lelkiismeretesség,
- érzelmi stabilitás



- nyitottság

Minden skála két további alskálára bomlik, amelyek a fő dimenziókon belüli finomabb osztályozást teszik lehetővé.

EPQ (Eysenck Personality Questionnaire)

A teszt négy különböző dimenzió szempontjából jellemzi a vizsgálati személyt, melyek a következők: pszichoticizmus, extroverzió, neuroticizmus, vagy emocionális labilitás és konformizmus. A pszichoticizmus az egyének agresszivitásra való hajlamát, empátiás készségét, impulzivitását, kreativitását, konvencionalizmusát hivatott vizsgálni. Az extroverzió dimenziója a külvilág felé való nyitottságot, érdeklődését, vagy éppen ennek hiányát mutathatja ki. A neuroticizmus faktora a vizsgált személyek neurózisra (szorongással járó mentális probléma) való hajlamát jellemzi. A konformizmus az adott társadalmi viszonyokhoz való alkalmazkodó képességet vagy az alkalmazkodásra való képtelenséget fejezheti ki. Maga a teszt 90 eldöntendő kérdést tartalmaz, melyekre rövid gondolkodási idő után kell a vizsgálati személyeknek igen/nem típusú választ adniuk.

MMPI-2 (Minnesota Többfázisú Személyiségleltár – 2)

A Minnesota Többtényezős Személyiségleltár (MMPI) a múlt század közepe óta a világ egyik legszélesebb körben használt klinikai pszichológiai mérőeszköz. Az MMPI-2 4 validitás skálából, 10 alap klinikai és számos kiegészítő skálából áll. A tesztet J.N. Butcher és mtsai (2001) dolgozták ki, a hazai adaptációt Bagdy és mtsai végezték (2009). Az MMPI-2 a legszélesebb körben használt objektív klinikai pszichodiagnosztikai mérőeszköz, 18 éves kor fölött alkalmazható. A teszt kitöltése 1-1,5 óra, így viszonylag időigényes. A sportban ritkábban, bonyolultabb pszichés problémák szűrésére használják. Az MMPI értelmezése kapcsán is hangsúlyos, hogy csak képzett szakember végezheti a vizsgálatot, illetve az elemzést.



Főkérdések a következők:

1. Hipochondria: a testi funkciókkal való túlzott foglalkozás.
2. Depresszió: pesszimizmus, reménytelenség, a cselekvés és a kognitív készségek (pl.: gondolkodás) lelassulása.
3. Hisztéria: a mentális és fizikai problémák tudattalan felhasználása a konfliktusok és a felelősség elkerülése érdekében.
4. Pszichopátiás deviáció: a társadalmi szokások figyelmen kívül hagyása, a tapasztalatokból tanulás képtelensége, sekélyes érzelmek.
5. Maszkulinitás-feminitás: a nemi szerepek között különbséget tevő tételek.
6. Paranoia: túlzott gyanakvás, nagyzasos vagy üldöztetési téveszmék.
7. Pszichaszténia; döntésképtelenség: kényszerszorgolatok és kényszerszorgolások, félelmek, bűntudat.
8. Szizofrénia: bizarr, szokatlan gondolatok vagy viselkedésformák, hallucinációk, téveszmék.
9. Hipománia: érzelmi felhangoltság, gondolatrohanás (a személy folyamatosan újabb és újabb gondolatmenetbe kezd, szinte lehetetlenség követni) , túlzott aktivitás.
10. Szociális introverzió: félénkség, más emberek iránti érdeklődés csökkenése, bizonytalanság.

Validitási-skálák:

1. ? - vagyis a nem tudom-skála: a megválaszolatlanul hagyott tételek száma
2. F-skála (szokatlanság): ezek olyan tételek (60), amelyeket a standardizálási minta ritkán válaszolt meg az adott irányba, deviánsi irányra utalnak.
3. L-skála (hazugság): 15 olyan tétel, amelyik különösen pozitív színben tünteti fel a válaszadót.
4. K-skála (védekezés): Az ide tartozó 30 tétel a védekezésre utal, a „jó színlelést” szűrik ki. (Oláh, 2006 alapján)



MMPI – A (serdülő változat)

Ez a kérdőív a 14–18 éves fiatalok személyes, társas és viselkedési problémáit tárja fel, serdülő-specifikus tételek és skálák segítségével. A fiatalok mintáján kidolgozott normatív és klinikai standardok, illetve a tételek egyszerű, könnyen érthető nyelvezete egy olyan korszerű önbeszámoló személyiség-mérőeszközzé teszik, mely a problémás területek és a diagnózis meghatározásába nyújt segítséget. A tesztet J.N. Butcher és mtsai dolgozták ki (1992), a hazai adaptációt Oláh és mtsai végezték (2009).

STAI Spielberger-féle Állapot - Vonás Szorongás Kérdőív

A STAI a szorongás erősségének mérésére kidolgozott 40 tételből álló kérdőív. Elkülönítjük a pillanatnyi szorongás, valamint a szorongás, mint személyiségvonás felmérésére szolgáló skálákat. A teszt segít tehát megkülönböztetni az átmeneti szorongási állapotot a szorongásra való általános hajlamtól. Az állapotszorongás skála rámutat az átmeneti feszültségekre, aggodalmakra, nyugtalanságra, amit főleg fizikai veszély és pszichológiai stressz válthat ki. A vonásszorongás skála a szorongásos zavarok feltárásáról és szűréséről szolgálja. Érdeemes megjegyezni, hogy bár a fenti két dimenzió elméletileg elkülönített, a vonásszorongás fokozott mértéke hajlamosít az állapotszorongásra. A tesztet serdülőknél és a felnőtt sportolóknál használhatjuk.

A különböző irodalmak e kategóriába sorolják a CPI - California Psychological Inventory tesztet. A Gough által szerkesztett Kaliforniai Pszichológiai Kérdőív (CPI) 480 tételt tartalmazó változata a közel 60 éve, 1957-ben jelent meg. A CPI skáláit Gough négy csoportba sorolta. Az általa fontosnak tartott személyiségleíró konstruktumoknak osztályozása ugyanakkor nem faktoranalitikus elemzés eredménye, inkább intuitív csoportosítást jelent: dominancia-szubmisszió, felettesén-funkciók, intellektuális hatékonyság és teljesítménymotiváció, az érdeklődés irányultsága. A teszt magyar változata 300 tétel és 21 tulajdonságot mér. Normáinak érvényessége elavult, és a teszt forgalmazási státusza nem jogtiszt.

További projektív, teljesítmény, intelligencia és személyiségtesztekről az OS HUNGARY oldalán tájékozódhatnak az érdeklődők: <http://oshungary.hu/>



SZÉCHENYI  2020



4. Egyéb, sportolókra kifejlesztett papír-ceruza tesztek

CSAI-2

A kérdőív (Competitive State Anxiety Inventory – 2) Martens és munkatársai nevéhez kötődik. Ez volt az első sport specifikus vizsgálóeljárás (Lavalley, 2004.). A kérdőív 27 állítást tartalmaz, magyarra 1994-ben Sípos Kornél standardizálta. A teszt a sportolók verseny előtti szorongásmintáit, valamint önbizalmuk szintjét vizsgálja. Huszonhét tételt tartalmaz, mely 3 skálába rendeződik, minden skálához 9 állítás tartozik:

- Kognitív szorongás
- Szomatikus szorongás
- Önbizalom

A teszt előnye, hogy könnyen és gyorsan felvehető, gyakorlati élethelyzetet vizsgál, fiatal sportolóknál is biztonsággal alkalmazható.

ACSI-28

A kérdőív Smith és munkatársai (1995) által kidolgozott magyar mintára módosított változata. Első változata 87 tételből állt, melyet a kutatók később 28-ra csökkentettek. Ezek az állítások a sportoló személyes tapasztalatait fejezik ki. A huszonnyolc tétel hét skálába rendeződik, minden skálához 4 állítás tartozik.

- Csapásokkal való megküzdés
- Teljesítmény téthelyzetben
- Célkitűzés/ mentális felkészülés
- Koncentráció
- Szorongásmentesség
- Önbizalom és teljesítménymotiváció
- Edző általi irányíthatóság

Az ACSI-28 könnyen és gyorsan felvehető, értékelhető, eredményei alapján pontosabb képet kaphatunk a sportoló problémáiról.



Sport Motivációs kérdőív (SMS)

A tesztet eredetileg L. G. Pelletier és mtsai készítették (1995). A sport motivációs kérdőív a sportoló motivációjának típusát hivatott meghatározni, azaz, hogy indíttatása, cselekedetei belső, vagy külső hajtóerők alapján működnek inkább. A teszt vizsgálja továbbá az amotiváció jelenségét is.

Az észlelt motivációs környezet a sportban PMCSQ -2

Az eredeti kérdőívet M.L. Newton és J.L. Duda fejlesztette ki (2000), a magyar adaptációt Révész és mtsai (2009) végezték. A kérdőív a feladat, illetve énközpontú beállítódást vizsgálja, csapatsportolóknál. A kérdőív segítségével azonosítható a motivációs környezet, továbbá akár a kiválasztási és tehetséggondozási rendszer kiegészítő elemévé is válhat. A teszt két főskálájához 3-3 alskála tartozik:

TASK, „feladat központúság”

- Kooperatív tanulás
- Csapaton belüli szerep
- Fejlődésre való törekvés

EGO, „énközpontúság”

- Hibázástól, büntetéstől való félelem
- Egyenlőtlen elismerés
- Csapaton belüli rivalizálás

III. Műszeres vizsgálatok eszközei

A műszeres vizsgálatokat a kondicionális állapot felmérésére, az érzékelés és észlelés vizsgálatára használjuk a sportolók körében. Az alábbiakban a műszeres vizsgálatok négy csoportját tekintjük át 1-1 példával.



1. Munkapróbák, munkamód vizsgáló eszközök

A munkavégzés időtartamára, kézügyesség vizsgálatára, kudarctűrő készségre és a koordinációs készségre kiterjedő vizsgálatok tartoznak ebbe a csoportba. Példák:

- Moede fonaltábla: kézügyesség és munkamód vizsgáló eszköz.
- Crawford munkapróba: kézügyesség vizsgálata, disztributív figyelemvizsgálatokkal szokták kiegészíteni
- Konstrukciós henger és konstrukciós korong: manuális képességet, munkatempót és koordinációs készségeket vizsgál.
- Riccossay, ujjügyesség vizsgáló: az ujjak manipulációs készségét, továbbá a kudarctűrő készséget vizsgáljuk vele.

2. Motoros- és szenzomotoros funkciókat vizsgáló műszerek

Az érzékelés és észlelés, figyelem, koncentráció, manipulációs készség, valamint a monotonia tűrés mértékére vonatkozó vizsgálatok tartoznak ebbe a csoportba. Példák:

- Komplex szenzomotoros vizsgáló és konfliktométer

A műszer a szenzomotoros funkciók vizsgálatára leggyakrabban használt különféle reakcióidő típusok mérésére (egyszerű, választásos és szelektív, vagy összetett) alkalmas. Ugyanakkor megfelel olyan új elemzési szempontoknak, mint a tréningezés lehetősége, és az igény szint, mint fontos munkamód jegy vizsgálatára is.

- Egyszerű reakcióidő: egy típusú inger – egy válasz. Az inger formája fény, vagy hang, mely megjelenésekor minél gyorsabban kell a válaszadónak reagálni. Ez a reflexgyorsaságot (pl.: rajtkészség) méri, legkevésbé függ a mentális képességektől.
- Választásos reakcióidő: n inger – n válasz.
- Döntési vagy szelektív reakció: n ingerre egy válaszadás, ami azt jelenti, hogy bizonyos esetekben nem szabad a válaszadónak reagálni. A sportolók



megadhatják az ingeradás gyorsaságát, ez által az igényszint mérése is lehetséges (kudarckerülő, vagy sikerorientált).

- o Konfliktométeres vizsgálat: a konfliktuskezelést vizsgálja, a döntési készséget, valamint a megosztott figyelmet és a szenzomotoros koordinációt.

- Kézkoordináció vizsgáló

A berendezés segítségével vizsgálhatjuk a szem-kéz koordinációját, a koncentrációt, a figyelmet, a monotónia tűrést és a kézügyességet is.

- Kombinált disztributív figyelemvizsgáló

A készülékkel a megosztott figyelem, a kétkezes koordináció, valamint a monoton feladathelyzet okozta terhelés hatása vizsgálható. Egykezes és kétkezes vizsgálatra is alkalmas.

3. Pszichofiziológiai vizsgáló műszerek

A pszichofiziológiai eljárások a pszichés működések mechanizmusait élettani megközelítéssel vizsgálják. Példák:

- Mikromanipulációs tremorméter

A műszer a tremorjelenségre jellemző kéz-, vagy ujjremegések számának /frekvenciájának/, a remegések nagyságának /amplitúdójának/ mérésére és a remegések amplitúdó szerinti szelektálására szolgál. A tremorok függnak a fáradtságtól és a fizikai állapottól.

- GBR (galvanikus bőrellenállás)

Az érzelmi aktivációs szint személyiség függő, minden pillanatban változik. Külső hatásra a szimpatikus idegrendszerben változások jönnek létre, ekkor a bőr vezetőképessége is megváltozik. Minél izgatottabb a sportoló, az ellenállás annál alacsonyabb lesz. A vizsgálat kezdetekor először nyugalmi ellenállást kell létrehozni, s ezután lehet elkezdni a



beszélgetést. A beszélgetés során mindig meg kell várni, amíg visszaáll a nyugalmi szint. Legjobb reakciók helyei: az ujjbegy, a tenyér és a homlok.

- Számítógépes stabilométer

A műszer az egyensúlyt és az állásbiztonságot vizsgálja.

További vizsgáló műszerek:

- Mélységlátás vizsgáló
- Színlátás vizsgáló táblák
- Szemmérték vizsgáló

4. Mentális képességeket és kognitív funkciókat vizsgáló műszerek

- Digitális tachitoszkóp

A tachistoszkóp olyan műszer, mely a másodperc törtrészéig (pontosan meghatározható időtartamig) képes valamilyen ábrát, képet, alakzatot, szöveget megjeleníteni. Ez idő alatt a figyelem nem tud sem vándorolni, sem beszűkülni, így a műszer segítségével megállapítható a figyelem terjedelme, és jól tanulmányozható, hogy milyen teljesítményekre képes az ember érzékelése rövid ideig tartó ingerek esetén.

- Figyelem-képesség vizsgáló

Vizsgálja mennyire képes az egyén a figyelem tartós és koncentrált fenntartására, milyen a figyelmi teljesítmény fluktuációja. Rálátást nyerhetünk a rövidtávú memóriára, illetve, hogy a kliens mennyire gondolkodik előre, alkalmaz-e valamilyen stratégiát. Egy táblán véletlenszerűen láthatjuk 1-től 100-ig a számokat, s ezzel kapcsolatban a feladat, hogy pl. növekvő sorrendben kell őket megkeresni.

- Logikai piramis (Hanoi-torony)

Olyan vizsgálati eszköz, mely a gyakorlati problémamegoldást és a gondolkodás sajátosságait vizsgálja konkrét cselekvési helyzetekben.



SZÉCHENYI  2020



IV. A Vienna Tesztrendszerrel általánosságban

A Vienna Test rendszer az osztrák Schuchfried GmbH által kifejlesztett számítógépes pszichológiai mérési tesztrendszer, mellyel a sportolók kognitív képességeit és személyiségjegyeit egyaránt mérni lehet. A számítógépes módszereket régóta alkalmazzák a pszichológiai mérőeszközök, egyedülálló előnyöket nyújtva ezzel a felhasználóiknak (pl. milliszekundumos mérési lehetőség). A standardizált tesztfelvétel a vizsgálatvezetőtől függő szubjektív tényezőket teljes mértékben kizárja, ez további előny a papír-ceruza tesztekhez képest. Az teszteredmények azonnal, pontosan és könnyen áttekinthetők, továbbíthatók különböző statisztikai feldolgozásokra, például a mérési adatok Excel táblázatban való megjelenítésére. A sportolók teszteredményeit az adatbázis tárolja, így azok később újabb vizsgálatok eredményeivel is azonnal összehasonlíthatók.

A Vienna innovativitása és rugalmassága világszerte megfelel a szigorú minőségi elvárásoknak. A tesztrendszer könnyen használható, a vizsgálati személyre szabható, azaz sportág specifikus, mely rendkívül hasznos az adott sportoló / edző vagy akár csapat számára. Számos kompetenciát célzottan tud mérni, legyen szó akár problémamegoldásról, eredményorientációról, vagy célkitűzésről (pl.: teljesítménymotiváció, önbizalom). Döntési készségeket (döntési képesség, döntéshozatali stílus, kompetencia), az asszertivitási szintjét, együttműködési készségeket (konfliktuskezelés, csapatmunka, empátia, problémafókuszáltság, stb.) is mérhetünk vele. A stressz tűrés (frusztrációs tolerancia, stresszhelyzetben mutatott stabilitás), a szabálykövetés és a szimultán figyelmi kapacitás precíz vizsgálata is megvalósítható vele.

Sportpszichológiai szempontból a mérhető tényezők három csoportba sorolhatók:

1. Kognitív tényezők

Ide tartozik pl. a stressz, figyelem, memória, reakcióidő, előre jelzési készség (anticipáció), melyek egytől egyig fejleszthetőek.



2. Személyiségjegyek

Ezek a tulajdonságok meghatározzák a sportoló viselkedését kiélezett szituációkban, vagy pl. a helyét a csapatban. Mérhető az adott személy impulzivitása, motivációja, érdekérvényesítési készsége. Ezek azonosításával a sportoló felkészíthető a kiélezett helyzetek kezelésére.

3. Fiziológiai tényezők

A pulzus, légzésszám, bőrellenállás, stb. egyidejű mérésével pontosíthatók a sportoló fizikai reakciói téthelyzetek során, mely támpontot nyújt a sportpszichológusi felkészítő munkában

Miért előnyös a Vienna Tesztrendszer alkalmazása?

- Sportpszichológiai szempontból azonosíthatók az erősségek és a fejlesztendő területek.
- Iránymutatást adhat az adott sportoló sportági alkalmasságára
- Eszközt biztosít az edzőknek felkészülési és edzés tervek kialakításához / módosításához.
- Általános képet nyújt a sportoló készségeiről, személyiségéről
- Új játékosnál segítséget nyújt a csapatba, környezetbe való beilleszkedés területén
- Azonnali eredményeket ad
- Kognitív mérőfeladatainak jelentős része alkalmas az adott tényező fejlesztésére, pl.:
 - fenntartott figyelem
 - fókuszált figyelem
 - mozgás és időérzékelés
 - stressz tolerancia
 - reakcióidő
 - perifériás érzékelés
 - vizuális észlelés
 - szem-kéz koordináció



A Vienna Tesztrendszer sportolóknál alkalmazható tesztjeinek rövid leírása

Az alábbiakban olyan tesztek kerülnek bemutatásra, melyek az angol tesztkatalógusban és a magyar oldalon a sportpszichológiai vizsgálatok eszköztárába soroltak. A tesztekéről bővebb információt az alábbi honlapokon kaphatnak az érdeklődők:

A 2013-ban kiadott angol tesztkatalógus:

http://www.schuhfried.com.au/fileadmin/content/2_Kataloge_en/VTs_BIG_en_09_2013_mai_l.pdf

A 2013-ban megjelent sportolói kiadvány:

http://www.schuhfried.com/fileadmin/content/2_Kataloge_en/WTS_Sport_4c_en_2013_web_ecat.pdf

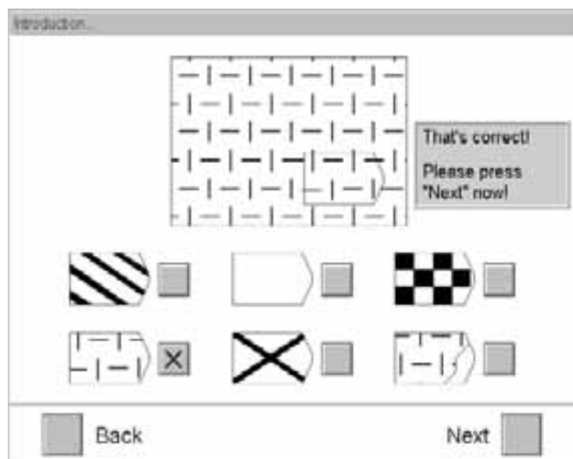
A hivatalos magyar oldal:

<http://viennatest.hu/>

1. Raven's Advanced Progressive Matrices APM

A John Raven által kidolgozott Progresszív Mátrixok teszt azt vizsgálja, hogy a személy mennyire képes átlátni az ingereket és megtalálni közöttük az összefüggéseket. Az összetett információkon alapuló következtetés képességét méri. Ez az általános intelligencia lényege, ami független a nyelvi készségektől és az iskolai végzettségtől. A Vienna rendszerében a tesztnek 5 formája végezhető el, a gyakorlatban 12 éves kortól alkalmazható.

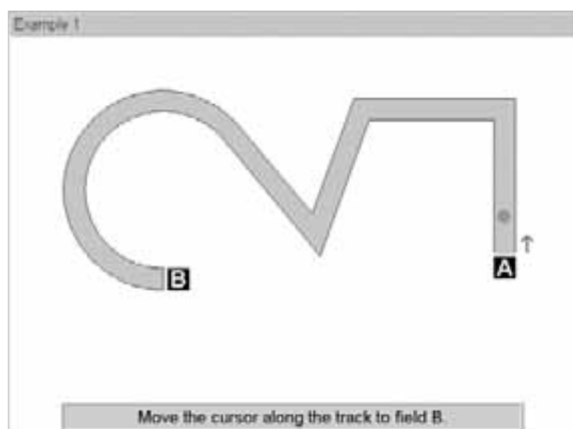
Tesztidő: tesztformától függően 7 – 60 perc



2. Two- Hand Coordination 2HAND

A teszt a szenzomotoros koordinációt, illetve a két kéz koordinációjának készségét vizsgálja. Az ábrán is látható golyót kell a teszt során a minél rövidebb időn belül eljuttatni „A” pontból „B” pontba, hogy az nem érhet hozzá a falakhoz. tesztformától függően a sportolók ezt joystick-kal vagy kontrol karral (kézi tekerő) végezhetik. Életkorhoz nem kötött.

Tesztidő: 8-15 perc

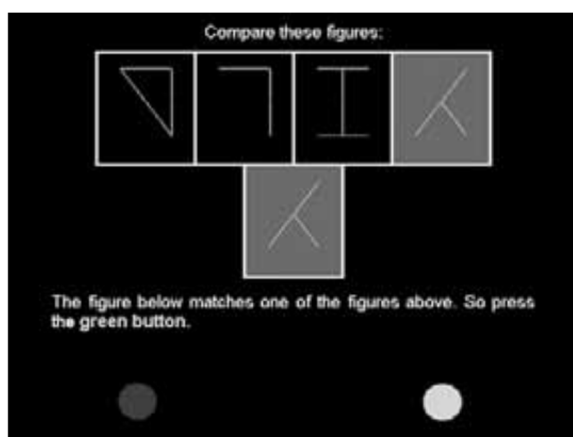


3. Cognitore COG

A figyelmi funkció és koncentráció vizsgálatára alkalmas teszt. A teszt során a vizsgált személynek különböző ábrákat kell összehasonlítani. A COG a koncentráció képességét 3

változón keresztül közelíti meg. Az „energia” változó a feladat elvégzéséhez szükséges koncentrációt, a „funkció” változó nem minden feladat elvégzéséhez szükséges azonos mértékű koncentrációt mutatja, illetve a „precizitás” változó a teljesítmény minőségét jelenti. A teszt időkorlát nélküli formáiban az energiaváltozót vizsgáljuk, míg az időkorlátos tesztekben a funkciót és a precizitást. Tesztformától függően akár 4 éves kortól is alkalmazhatjuk.

Tesztidő: 5-20 perc



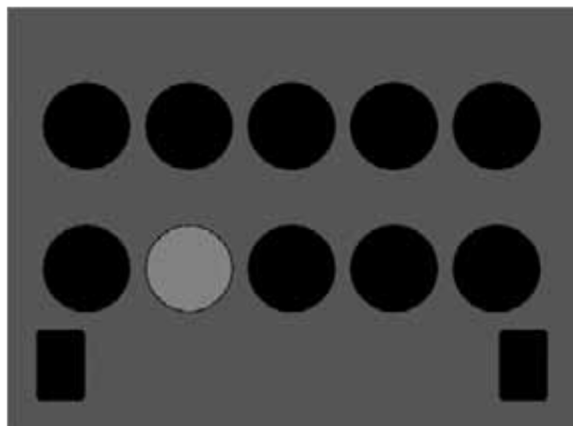
A teszt az alábbi videón tekinthető meg:

<https://www.youtube.com/watch?v=ItYh0lZ8u8k>

4. Determination Test DT – Determinációs teszt

A Determinációs teszt a figyelmet, a reaktív stressz-toleranciát és a reakciói sebességet olyan helyzetekben méri, ahol különböző (vizuális és akusztikus) ingerekre kell reakciót adni. A sportolóknak folyamatosan gyors és változatos válaszokat kell adniuk véletlenszerűen jelentkező és különféle ingerekre (bal-jobb oldali fényjelzés, magas-mély hang, színek). A DT nehézsége a teljesítményszint fenntartása, mert minél jobban teljesít a sportoló a teszt egy bizonyos szakaszában, annál gyakrabban jelennek meg a reakciót igénylő ingerek. A teszt bármely életkorban elvégezhető.

Tesztidő: 6-15 perc



5. Formula Uno F1

A teszt a reakcióidő összetett mérésére alkalmas, mivel kombinált a figyelmi teljesítménnyel. Alapjai olyan követelményeken alapul, melyek a motor/autósport rajtjánál fontosak. Négy különböző típusa van, attól függően, hogy van-e hanginger, illetve visszajelzés. Az értékelés során méri az átlagos reakcióidőt, a reakcióidő mediánját, a legrövidebb és a leghosszabb reakcióidőt. 14 éves kor fölött alkalmazható.

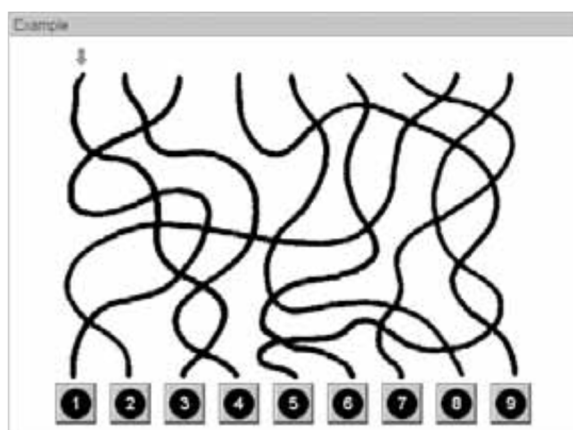
Tesztidő: kb. 6 perc



6. Visual Pursuit Test LVT – Vizuális keresés teszt

A teszt a vizuális teljesítményt, az áttekintőképességet, valamint a vizuális szelektív figyelmet méri komplex környezetben. A sportolónak fókuszáltan, a zavaró tényezőket figyelmen kívül hagyva kell időnyomás alatt dolgozni. A kapott eredmény bejósolja, hogy egy összetett, vizuális zavaró ingerekkel terhelt környezetben milyen pontosan tudja a sportoló elkülöníteni a releváns ingereket az irrelevánstól, továbbá a teljesítmény változásáról is információt nyerünk. Ez rendkívül hasznos teszt a labdajátékokat űző sportolók számára.

Tesztidő: 5-25 perc.



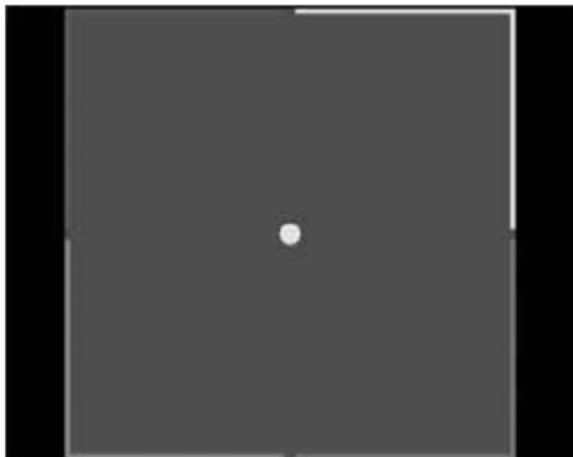
A teszt az alábbi linken tekinthető meg:

<https://www.youtube.com/watch?v=-H-f4bP30Ro>

7. Movement Detection Test MDT

A teszt a figyelmi teljesítményt, valamint a motoros (reakcióidő) és kognitív (döntési idő) reakciók sebességét vizsgálja. A teszt jegyzi a korai, illetve a késői reakciókat is. A teszt során a centrálisan elhelyezkedő pont mozgására kell reagálni. Első sorban motor és autósportban ajánlják, mivel ott rendkívül fontos a pontos és gyors válaszadási készség. A tesztnek 3 formája létezik a nehézségi szint alapján.

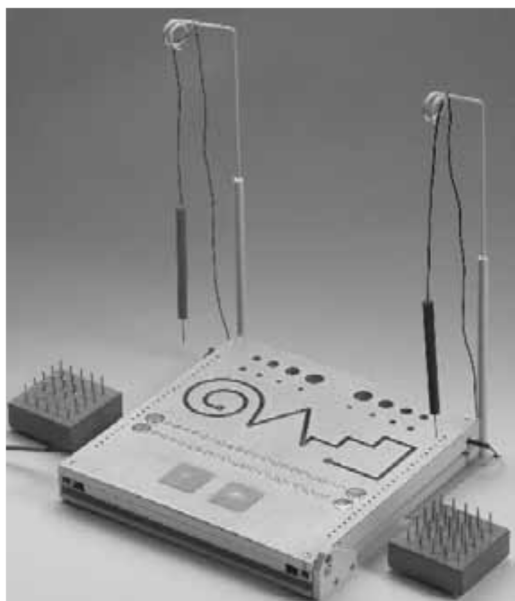
Tesztidő: mindhárom típusnál átlagosan 8 perc



8. Motor Performance Series MLS

A teszt statikus és dinamikus feladatokkal vizsgálja az ujjak, a kéz és a kar mozgásait. Mérhető vele a célzási készség (a mozdulat pontossága), a kézremegés (tremor), a kézkarmozgások pontossága, a kéz és az ujjak ügyessége, a kéz és karmozgások aránya, a csukló és az ujjak sebessége. A teszt 7 éves kor fölött, három formában végezhető el. Típusai szubtesztek számának alapján különíthetők el.

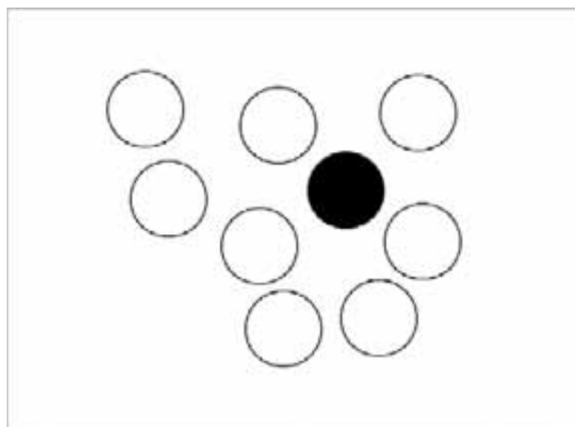
Tesztidő: 15-20 perc (a rövid formára)



9. Perseveration Test PERSEV

A teszt a perszeverációs tendencia, azaz a sztereotípiák vizsgálatára készült. A szakirodalomban a perszeverációt úgy definiálják, mint kognitív folyamatok vagy viselkedések indokolatlan ismétlődését, inadekvát állandóságát, a változásnak való ellenállást, rugalmatlanságot az alkalmazkodás és újrendezés helyett. A teszt Mittenecker „pointing experiment” mérőeszközének számítógépes változata. Hét éves kortól alkalmazható.

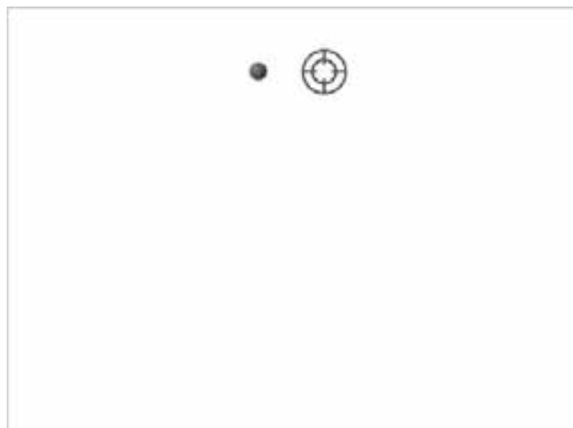
Tesztidő: 5 perc



10. Peripheral Perception PP – Perifériás észlelés teszt

A PP teszt a sportolók perifériás észlelési képességeit vizsgálja. A sportoló a feladatmegoldások során a vizuális mező közepére figyel, de ezzel egy időben kell reagálnia a periférián megjelenő fényingerek bizonyos típusára. A kapott eredmény megmutatja a a versenyző jobb és bal vizuális észlelési mezőjének szélességét fokban kifejezve. A téves riasztások, a kihagyások száma és a reakcióidő is értékelésre kerül.

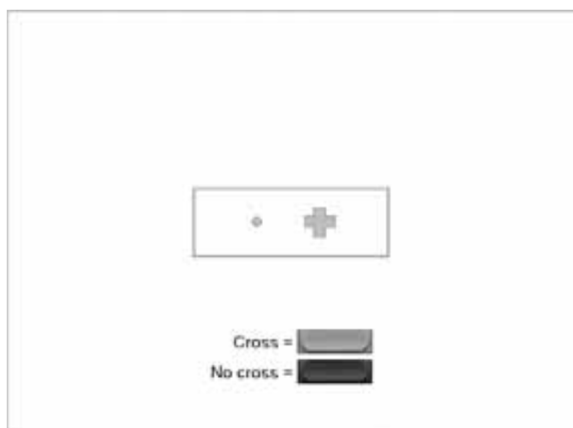
Tesztidő: 25 perc



11. Reaction Time Analysis RA

Az teszt a kognitív sebességet méri olyan többfázisos feladatokon keresztül (észlelés, kognitív válasz, a válasz motoros kivitelezése), amelyek a reakció sebességét mérő itemek mellett vizuális keresést aktivizáló itemeket is tartalmaznak.

Tesztidő: 25 perc

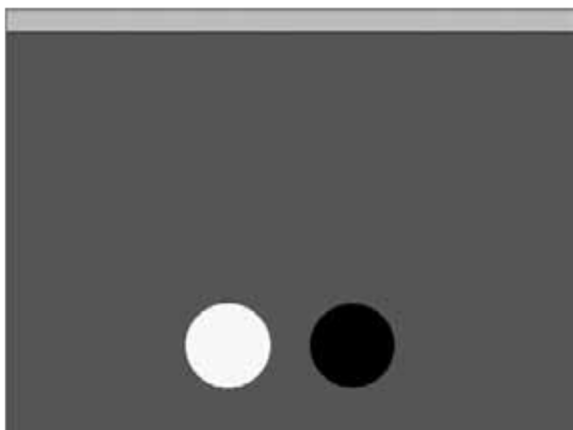


12. Reaction Test RT – Reakcióidő teszt

A sportolóknak –tesztformától függően– színre, vagy hangra kell reagálniuk a lehető leggyorsabban. Az eredmények alapján láthatjuk az átlagos reakcióidőt (ezredmásodpercben

kifejezve), valamint az átlagos motoros időt (mozgás kivitelezésének idejét). Bármilyen életkorban alkalmazható.

Tesztidő: 6-10 perc



13. Signal Detection SIGNAL – Signal fókuszált figyelem teszt

Hosszú távú szelektív figyelem vizsgálatára kifejlesztett teszt. A képernyő teljes területén pontok jelennek meg, melyek véletlenszerűen eltűnnek, és más-más helyen megjelennek. A sportolónak fel kell ismernie és minél gyorsabban gombnyomással reagálnia, ha valahol a képernyőn 4 pont egy négyzetet alkot. Vagyis releváns jeleket kell az irreleváns ingerektől megkülönböztetnie. A teszt komplex vizuális ingerek regisztrációját értékeli időnyomás alatt, hosszabb időn keresztül. 7 éves kortól alkalmazható.

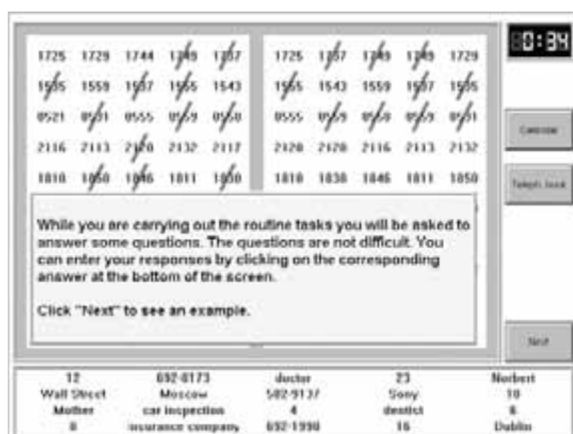
Kitöltési idő: 14-25 perc



14. Simultaneous Capacity/Multitasking SIMKAP

A SIMKAP a szimultán figyelmi kapacitást és a reaktív stressztoleranciát vizsgálja. A szimultán figyelmi kapacitás során a sportoló teljesítményét vizsgálja olyan helyzetben, amikor rutinfeladatokat és problémamegoldást igénylő feladatokat végez egyszerre. A stressztolerancia a teljesítménybeli különbséget figyeli rutinfeladatok végzése közben (alaphelyzetben és megnövekedett kihívások között). A tesztnek létezik egy rövidebb és egy hosszabb formája.

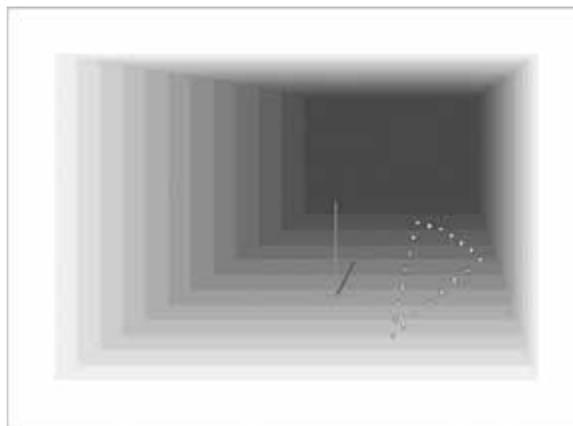
Tesztidő: 15-40 perc (tesztformától függően)



15. Sensomotor Coordination SMK (79.) – Szem-kéz koordináció teszt

A teszt vizsgálja a szem-kéz, a két kéz, vagy a szem-kéz-láb koordinációt egy körkikk manőverezése által, ami saját magától mozog egy 3 dimenziós teremben. Az egyén koordinációjához szükséges időt a kapott információk és a feedback információi determinálják. Az eredmények megmutatják a változások mozgásszintű lekövetésének képességét, a szemmel érzékelt változások kézzel való lekövetési készségét. Érdeemes megjegyezni, hogy a rossz eredmény koncentrációs problémákból is eredhet.

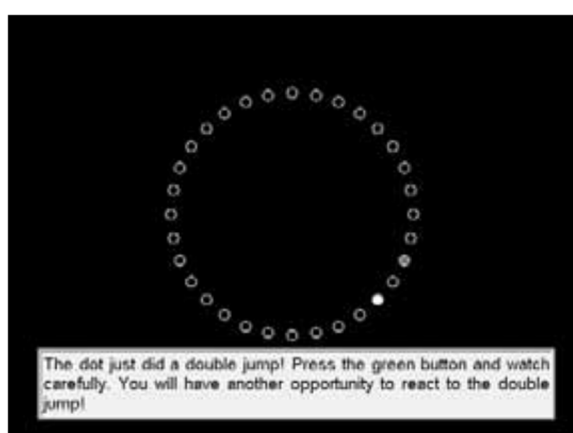
Tesztidő: 15 perc



16. Vigilance VIGIL

A teszt a sportolók folyamatos figyelmi képességet vizsgálja. A vigilancia hosszan fenntartott figyelem, olyan állapot, amely biztosítja, hogy bizonyos intenzitású, véletlenszerűen megjelenő környezeti ingerekre meghatározott módon válaszoljunk. A tesztben az ingerek alacsony intenzitással és rendszertelenül jelennek meg. Négy tesztformában létezik, 6 éves kor fölött alkalmazható.

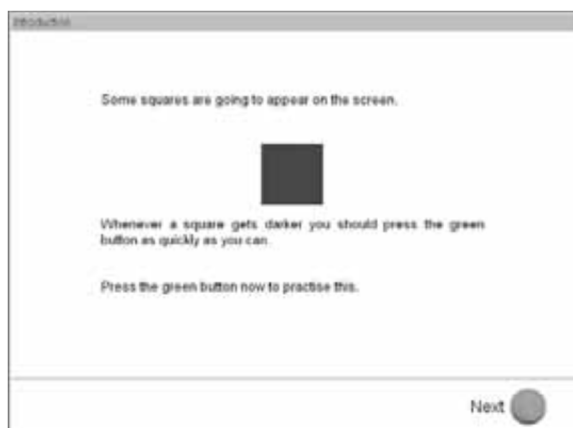
Tesztidő 30-70 perc tesztformától függően



17. Perception and Attention Functions WAF – Észlelési teszt

A teszt a figyelem intenzitását és a téri orientációt vizsgálja, valamint mérhetjük a reakcióidőt és a különböző hibatípusokról is tájékozódhatunk. A teszt során a tesztalany vizuális és hallási ingerekkel találkozik, melyeknek intenzitása alkalmanként némileg eltér. A tesztelő feladata, hogy ezeket az esetleges eltéréseket észrevegye. Hét éves kortól alkalmazható.

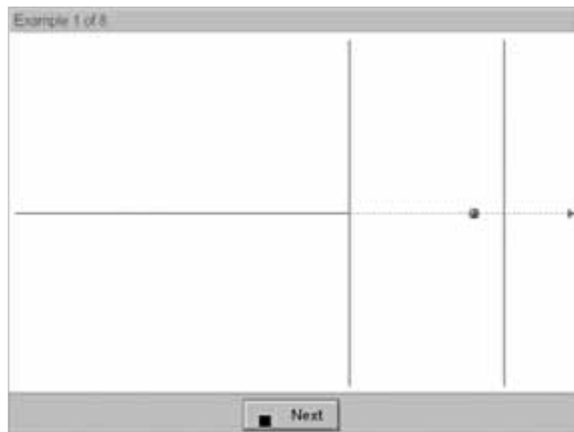
Tesztidő kb. 10 perc



18. Time/Movement Anticipation ZBA – Anticipáció, mozgás-idő becslés teszt

A teszt segítségével mérhető a mozgásirány- és mozgásidő érzékelése, valamint a mozgás előrejelzésének képessége. A tesztben egy zöld labdát láthatunk gurulni a képernyőn, mindig más útvonalon és irányba haladva. Valamikor eltűnik, és láthatatlanul halad tovább. Ekkor megjelenik két vonal, s a válaszadónak akkor kell reakciót adni, ha úgy véli, a labda a második vonalhoz ért, miközben az is a feladata, hogy megjelölje azt a pontot, ahol a labda át fog haladni a célvonalon.

Tesztidő: 15-25 perc



A teszt az alábbi linken megtekinthető:

<https://www.youtube.com/watch?v=j4wPJoji6Lk>

19. Big-Five Structure Inventory BFSI – Big Five alapú többdimenziós személyiségleltár

Az általános instrukció után személyiségjellemzőkből, rövid leírásokból álló itemek egymást követően jelennek meg a kijelzőn. A válaszadónak egy négyfokú skálán kell megjelölnie, hogy az olvasott szó, vagy szóösszetétel mennyire jellemző rá. A teszt által mért személyiségjellemzők

- Mértékletesség: alázatosság, szerénység
- Fegyelmezettség: céltudatosság, kitartás
- Asszertivitás: hatékony érdekérvényesítés, dominancia, erélyesség
- Ambíciózusság: elkötelezettség, kemény munka a siker érdekében
- Érzelmi erő: kiegyensúlyozottság, higgadtság stresszhelyzetben
- Kompetenciaérzet: mennyire érzi magát hatékornak, döntésképesnek
- Segítőkészség: önzetlenség és támogatásnyújtásra való hajlandóság
- Önbizalom társas helyzetekben: magabiztosság, határozott fellépés
- Érték- és normarendszerek elfogadása: nyitottság és tolerancia az eltérő véleményekkel, beállítottsággal szemben



- Érzelmekre való nyitottság: empátia, mások érzéseire való fogékonyság
- Tetterekészség: új élmények és tapasztalatok szerzésére való igény
- Energikusság: lendületesség, aktivitás

Tesztidő: 10-15 perc



Nr. 1 von 10

brave

☐ untypical for me

☐ rather untypical for me

☐ rather typical for me

☐ typical for me

20. Eysenck Personality Profiler EPP6

Az EPP6 egy multidimenzionális, moduláris személyiségleltár. Az Eysencki három fő dimenzió – extroverzió, emocionalitás (neuroticizmus) és kalandkeresés (pszichoticizmus) – vizsgálatára kifejlesztett teszt. A teszt egy rövidebb és egy hosszabb változata is kitölthető

Tesztidő: 20-55 perc



Question 1 of 440

If you think you may have to wait a few minutes for a lift, are you inclined to take the stairs instead?

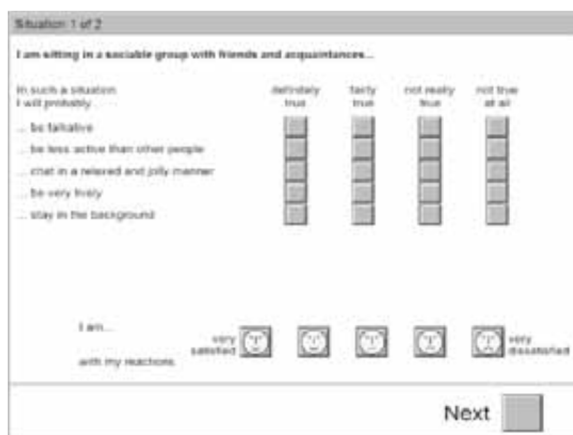
☐ yes 1 ☐ no 2 ☐ can't decide 0

Next

21. Inventory for Personality Assessment in Situations IPS

Az IPS teszt egy önértékelő kérdőív, amely a szociális kommunikációval, teljesítménnyel és a kikapcsolódási/sportolási lehetőségek kihasználásával kapcsolatos viselkedést és tapasztalatokat térképezi fel annak felderítésére, hogy az egyén hogyan küzd meg az élet mindennapi nehézségeivel.

Tesztidő: 12-20 perc



Situation 1 of 2

I am sitting in a sociable group with friends and acquaintances...

In such a situation I will probably...

	definitely true	fairly true	not really true	not true at all
... be talkative	☐	☐	☐	☐
... be less active than other people	☐	☐	☐	☐
... chat in a relaxed and jolly manner	☐	☐	☐	☐
... be very lively	☐	☐	☐	☐
... stay in the background	☐	☐	☐	☐

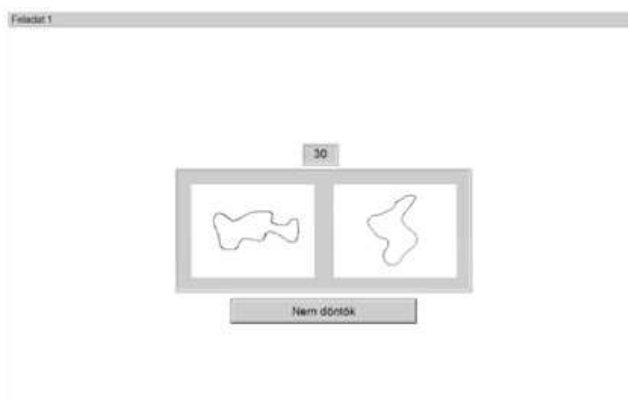
I am... with my reactions:

very satisfied ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ very dissatisfied

Next

22. Attitude towards Work AHA – Munkával kapcsolatos attitűdök tesztje

Az AHA egy objektív személyiségteszt, amely a munkastílus dimenzióit vizsgálja. A teszt két feladatból áll. Az 1. feladatban a sportolónak két alakzat közül kell eldöntenie, melyik a nagyobb területű. Opcionálisan azt is válaszolhatja, hogy nem dönt.

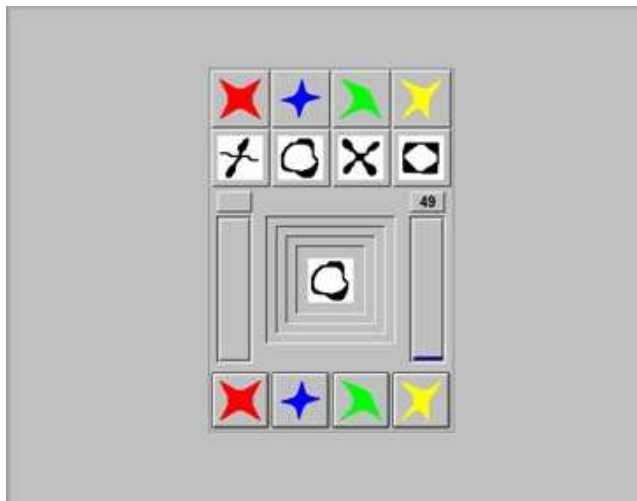


Feladat 1

30

☐ a ☐ b

A következő feladatban szimbólumokat kell kódolnia és időnként visszajelzést kap a saját és mások teljesítményéről. Ennek fényében kell meghatározni a vizsgálati személynek, hogy a következő menetben mennyit fog teljesíteni.



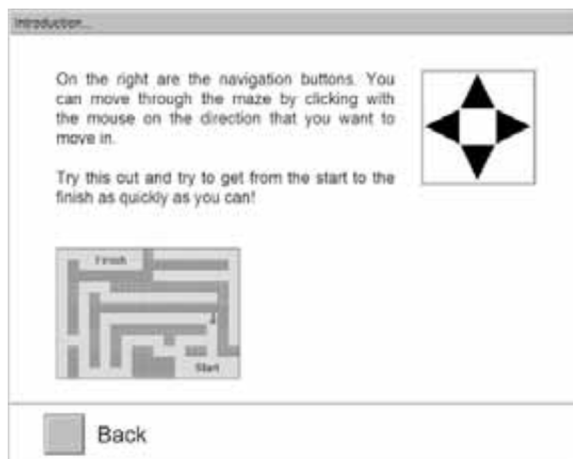
A teszt által mért dimenziók: impulzivitás/reflexivitás, pontosságra való törekvés, teljesítmény-motiváció, frusztrációs tolerancia. A teszt eredménye megmutatja a vizsgált személy döntéshelyzetekben mutatott viselkedését, az egyénben megjelenő teljesítményigényt. Vizsgálja a nehézségekkel kapcsolatos szituációkban mutatott viselkedést, azaz, hogy egy esetleges kudarcélmény hogyan befolyásolja a sportoló motiváltságát.

Tesztidő: 10 perc

23. Resilience Assessment BACO

BACO egy objektív színlelt-rezisztencia személyiség teszt, mely a rugalmasság különböző formáit méri. Szubtesztjei között találunk időnyomásra vonatkozó, mások jelenlétének befolyását vizsgáló, konfliktusos, akadályra tervezett, inadekvát visszajelzést adó, illetve kedvezőtlen munkakörülményeket kezelendő formákat.

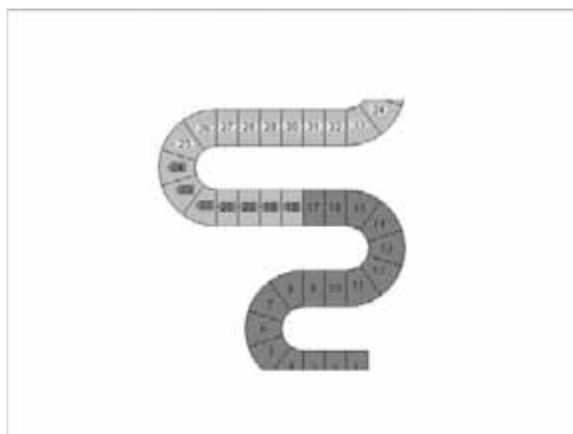
Tesztidő: 40-100 perc



24. Objective Achievement Motivation- Test OLMT

Az OLMT teszt segítségével a sportoló teljesítménymotivációjának viselkedéses megjelenését vizsgálhatjuk. A teszt játék-szerű szituációs helyzetet jelenít meg. A sportolónak magának kell kitűznie az elérni kívánt célt versenyszituáció alatt, ahol is a számítógép (az ellenfél) némileg jobban teljesít nála. Életkorhoz nem kötött a felvétele, az életkori normák 630 személy vizsgálata alapján lettek kialakítva.

Tesztidő: 20 perc



25. Risk Choice – RISIKO Kockázatvállalás teszt

A teszt fő változója a kockázatvállalási hajlandóság és a hatékonyság. A sportoló feladata, hogy minél több pontot szerezzen azáltal, hogy egy szabálytalanul mozgó labdát egy körön



belül tart. A feladatot négy különböző körülmény között kell végrehajtani, az egyes részek három menetből állnak. A kör sugarát a tesztet végző állíthatja be magának. A kapott pontszámok minden menet után visszajelzésre kerülnek, melyeket a sportoló figyelembe vehet az újbóli beállításkor. Az egyes körülmények a koordinálás nehézségében, illetve a követendő labda gyorsaságában térnek el egymástól. A teszt bármely életkorban alkalmazható.

Tesztidő: Kb. 20 perc





Irodalomjegyzék:

Atkinson – Hilgard (2005): Stressz és egészség – Pszichés stresszválaszok in Atkinson – Hilgard Pszichológia. Budapest. Osiris Kiadó. 529-534 p.

Baky D. (2005): A versenyszorongás teljesítményre gyakorolt hatásai: sportpszichológiai esetbemutatás. KALOKAGATHIA 49. évf. 2-4. sz. 103-117 p.

Bóta Margit (2002): Tehetséges tanulók énképének vizsgálata a családi háttér függvényében. In Dávid Imre – Bóta Margit – Páskuné Kiss Judit: Tehetségkutatás. Debrecen.

Csikszentmihályi M.(1997): Flow. Az áramlat. A tökéletes élmény pszichológiája. Budapest. Akadémia Kiadó

Dr. Balogh L. és mtsai (2015): Sporttudomány a mindennapos testnevelés szolgálatában JGYPK, Szeged

DR. Gulyás P. (1983): Karate – az alapoktól a fekete övig. Budapest. BREK Propaganda G.M.

Dr. Kurmay T., Faludi V., Dr. Kárpáti R. (2012): A sport pszichológiája – Fejezetek a sportlélektan határterületeiről I. Magyar Pszichiátriai Társaság & Oriold és Társai Kiadó Budapest

DR. Mórotz K. (2010): A szorongásos zavarok kognitív viselkedésterápiája in Kognitív Viselkedésterápia Szerk. Perczel Forintos – Mórotz. Budapest. Medicina Könyvkiadó Zrt. 279-283

Dr. Nádori L. és mtsai (2011) Sportelméleti ismeretek. Dialóg Campus Kiadó-Nordex Kft.

Gyömbér N.; Kovács K. (2012): Fejben dől el – sportpszichológia mindenkinek. Budapest, Noran libro kft

Kirády Attila (2008): Mesterséges intelligencián alapuló számítógépes szakértői rendszer felhasználási lehetőségei a katonai és a rendőri állomány alkalmasságvizsgálatain, Phd értekezés, Budapest



Kotler P. – Keller K. L. (2009.) Marketing stratégiák és tervek kidolgozása in marketing menedzsment. Szerk. Kotler p. – keller k. L. Budapest. Akadémiai kiadó. 94-97 p.

Kreácsik J. (2004) A Wartegg-teszt bemutatása és iskolai alkalmazásának lehetőségei, Iskolapszichológia 6., ELTE Pedagógiai és Pszichológiai Kar Tanárképzési- és továbbképzési központ, Budapest

Lénárt K. (2002): Téthelyzetben. Sportpszichológiáról edzőknek és versenyzőknek. Osei

Nagykálldi Cs. (1995): A sportcsapatok fejlődési dinamikája KALOKAGATHIA 2. sz. 86-93 p.

Nagykálldi CS.(1996): A figyelemkoncentráció folyamatai. KALOKAGATHIA 1-2.sz. 158-167 p.

O'Connor J. – Seymour J.(2010) NLP Segítség egymás és önmagunk megértéséhez – Pszichológiai gyakorlatok. 1. fejezet. Budapest. Bioenergetic Kft. 17-41 p.

Oláh A. (szerk.) (2006): Pszichológiai alapismeretek Bölcsész Konzorcium HEFOP iroda Budapest

Szatmári Z. (szerk.) (2009): Sport, életmód, egészség. Akadémiai Kiadó. Budapest

Tóth L.(2010): Lélektani és sportlélektani ismeretek. Jegyzet. Budapest

Tringer L. (1996): A szorongás és a szorongásos zavarok. Budapest. UCB Kiskönyvtár

Williams Jean m. (ed.) (2010): Applied sport psychology, personal growth to peak performance 6th ed. Mcgraw-hill, an imprint of the mcgraw-hill companies



7. Sportinformatika a gyakorlatban – Mozgás- és mérkőzéselemző rendszerek **(Dr. Szilágyi róbert, Ráthonyi Gergely)**

7.1. Az informatika szerepe a sportban

Az informatika az élet minden területén nagy mértékben jelenik meg. Nincs ez másként a sportban sem. A sportinformatika több egymással összefüggő és nehezen elkülöníthető területet foglal magába. A sportinformatika definíciója olyan multi- és interdiszciplináris tudományterület ahol a sport- és az informatika tudományterületek egységesen jelennek meg. Baca szerint a sportinformatika két nagy területe egyrészt az informatikai eszközök, módszertanok segítségével történő egységes rendszerbe rendezett megoldások az adott sporttudományi kérdésre, másrészt pedig olyan meta-adatokon alapuló tudásbázis létrehozása mely mélyebb összefüggések vizsgálatára is alkalmas. A jegyzet elsődleges célja az alapvető ismeretek átadása, valamint a figyelem felhívása a fontosabb területekre. A sportinformatikának a következő nagyobb részterületei figyelhetők meg (Dabnichki és Baca, 2014, Baca, 2015 alapján):

- Multimédia és prezentáció
- Adatbázisok és szakértői rendszerek
- Biomechanika és sport technológia
- Adatgyűjtés és feldolgozás
- Mozgáselemzés
- Játékelemzés
- Modellezés és szimuláció

Szélesebb megközelítésből vizsgálva a sportinformatikai kutatásoknak számos felhasználási területe létezik, melyek az élsporttól kezdődően, a szabadidő sporton és az egészségügyön át egészen a szórakoztatásig bezárólag tág spektrumot határoznak meg. Az élsport tekintetében az elsődleges szempont a sportolók nyomonkövetése, edzés- és versenyteljesítményük elemzése és növelése, azáltal, hogy a mérések eredményeiről a sportolók, a szakedzők és a sporttudományi szakemberek is visszajelzést kapnak. Az utóbbi évek technológiai innovációit



tekintve a sport műszerekkel való ellátottsága növekvő mértékű (GPS, gyorsulásmérés, mozgás elemzés stb.). A lakosság számára is elérhető sportinformatika eszközök, alkalmazások elsődleges célja, hogy növelje a fizikai aktivitást annak érdekében, hogy legalább fenntartsa, de inkább növelje a fizikai kondíciót.

A sportinformatika rövid története

A múlt század 60-as, 70-es éveiben, Németországban az 'Informatik' kifejezés elsősorban technológiai kérdésekhez kapcsolódott. Egy népszerű német enciklopédia az informatikát, mint az "információ módszeres feldolgozásának tudományát" fogalmazta meg, különösen érvényes az automatikus feldolgozást alkalmazó digitális számítógépek esetében (Engesser, 1988). E definíció alapján a tudományág magába foglalja az információ leírással és átalakítással kapcsolatos matematikai tevékenységeket, valamint azokat a mérnöki tevékenységeket is, melyek a számítógépek alkalmazásával és fejlesztésével kapcsolatosak. Az informatika ("computer science") tudományág közös értelmezésében ez a technológiai szemlélet hasonlóan nyilvánult meg az USA-ban és Nagy-Britanniában is (National Research Council, 2004).

A 90-es évek elején a modern tudományok legtöbb területén a számítógépes rendszerek jelentősége növekedett. Mind világosabbá vált, hogy a számítógépes rendszerek használata kölcsönhatásokhoz vezet a világban működő folyamatok és a rendszerfolyamatok között. Sok informatikus szakember elfogadta a társadalom és viselkedés tudományokból származó metodikákat és megközelítéseket, hogy tanulmányozza az ilyen kölcsönhatásokat. Ezeket a kutatási területeket az informatika tudományág egy részeként fogadták el. Ma, sok országban a német "Informatik"-ból származó angol kifejezést az "informatics" szót használják az információ tudományra. Az alkalmazásokat és a számítógépek használatával kapcsolatos kérdéseket tanulmányozza az alkalmazott informatika. Mivel a számítástechnikának a szerepe más tudományok támogatásában nagyon nyilvánvaló, számos esetben a számítástechnikából és specifikus ismeretből származó technikai szakértelem kombinálódott, ez vezetett önálló kutatási területekhez, mint a bio-informatika, neuro-informatika és üzleti informatika. A sportinformatikát is ennek a hagyománynak lehet tekinteni.



A sportinformatika ötlete eredetileg Jürgen Perl nevéhez kötődik, aki matematikusként és úttörő informatikusként azt a 80-as évek elején fogalmazta meg. 1985-ben megalapította az Informatikai Intézetet a Mainz-i Egyetemen és létrehozott egy sportinformatikai munkacsoportot. Ötlete alapján 1989-ben már workshopot is szerveztek Németországban ahol mind a sport mind pedig az informatika jeles képviselői is megjelentek. Ez a látható siker egy új stratégiai célt adott, amely kb. 1994 óta folyamatosan tart.

1994-re megalakult a Német Sporttudományi Szövetség (Deutsche Vereinigung für Sportwissenschaft, DVS), melynek napjainkra már több mint hatvan egyetemről 900 tagja van. 1995-ben létrejött a DVS sportinformatikai alosztálya. Ez tekinthető a tudományos diszciplína hivatalos születésnapjának, mivel ez jelenti a sportinformatikának, mint a sporttudomány ágának elismerését Németországban. Hamarosan a nemzetközi tudományos szövetség létrehozása lett a cél. Több sikeres nemzetközi konferencia után 2003-ban Barcelonában megalakult a Nemzetközi Sportinformatikai Tudományos Szövetség (International Association of Computer Science in Sport, IACSS). Azóta kétfévente rendezik meg a nemzetközi tudományos konferenciát. A tudományterület jövőbeni lehetőségei bizalomra adnak okot, hiszen nagy perspektíva áll a sportinformatika előtt.

A sportinformatika minden olyan tevékenységet magában foglal, mely az informatika- és a sporttudomány bármely aspektusával közösen foglalkozik, kezdve az egyszerű adatkezeléssel, a szenzorok alkalmazásával egészen a komplex sportjelenségek szimulációjáig és modellezéséig. Amíg a hetvenes években a különböző számítástechnikai megoldások mindössze az információ egyszerű tárolását tették lehetővé, addig napjainkra biomechanikus folyamatokat tudunk modellezni, segítségül hívhatjuk a virtuális valóságot és sok egyéb csúcstechnológiai megoldást a sportban történő alkalmazásra. Napjainkra a sportinformatika egy jól megalapozott kutatási és fejlesztési terület lett. 2002-ben alakult a Nemzetközi Sportinformatikai Tudományos Szövetség (IACSS), mely a sportinformatika témájú kutatásokat támogatja. Nemzeti szinten több országban is munkacsoportok alakultak, melyek a sportinformatikát képviselik a nemzeti tudományos közösségben és hozzájárulnak a technológiai innovációk megjelenéséhez a sportban.

A sport- és az informatikatudomány együttműködése



Miért is célszerű a sport és az informatika tudományoknak együttműködni? A nemzetközi kutatási támogatások preferálják a tudományterületek közötti együttműködést. A sporttudomány oldaláról nem kell a kutatóknak nagyon magas szinten elmélyülni az informatikában, rá lehet magukat bízni az informatikai szakemberekre, a szükséges erőforrásokat a saját tudományterületükre lehet fordítani. Az adatkezeléstől a szoftverfejlesztésen át a szenzorokon keresztül az adatvizualizációig. Másrészt az információs technológia fontos hátere a képzésnek és a sporttudományban megfigyelhető kutatási versenynek. Harmadrészt az informatikai szakemberek látásmódja és megközelítése jól használható a sportban is.

Informatika oldaláról a sport egy olyan komplex terület, ami egyrészt szakmai kihívásokat rejt, másrészt pedig olyan matematikai megoldásokat igényel melyeket más tudományterület is használhat. Példának lehet hozni a játék közbeni ütközés érzékelést, mely során meg kell oldani a játékosok egyedi azonosítását, mozgáskövetését és mozgási pályájuk együttes vizsgálatát. Másrészt a sport nagy média és közösségi népszerűsége folyamatosan igényli az informatikai fejlesztéseket. Harmadjára pedig sok olyan informatikus dolgozik a sport területén aki ugyancsak sportol.

7.1.1 Számítógép, informatika és sport

Az informatika az információval kapcsolatos, nem igényel bővebb magyarázatot. Az informatika szakmai közösségében két fogalom: az adat és az információ szerepel, mint alapfogalom. Jelen alfejezet Herdon, Szilágyi és Várallyai 2012 alapján készült.

Az első értelmezés szerint a környezetünkből érkező, a befogadó személyre ható impulzusok az **adatok**: mindaz, amit látunk, hallunk, érzünk (akár szaglás útján, akár tapintással, akár emocionális úton). Az adat az által válik **információvá**, hogy a befogadó az észlelésen túl jelentéssel ruházza fel.

Ha meglátunk egy ismeretlen nyelvű feliratot, érzékeljük az írásjeleit (adat), de nem tudjuk, mit jelent a felirat, tehát nincs **információ**-tartalma számunkra. Ebben a megközelítésben tehát az adat részhalmaza az információ.



A harmadik megközelítés szerint a környezet ingerei közül a számunkra nem fontos ingerekről úgysem veszünk tudomást. Maradnak a környezetünk azon impulzusai, amelyeket figyelembe veszünk – azaz számunkra valamilyen oknál fogva fontosak, jelentéssel bírnak: ezek az információk. Ebben a megközelítésben az információnak azt a jellemzőjét szokás hangsúlyozni, hogy megszerzésével az érzékelő személy „tudása” bővül – az **információ** tehát érték (és észlelés). Az **adat** pedig nem más, mint az információ tárolt (rögzített vagy rögzítésre alkalmas) formája.

A három megközelítésben – látszólagos ellentmondásosságuk dacára is – van egy közös vonás: az információt mindhárom megközelítés olyasvalaminek tekinti, ami a befogadó számára jelentéssel bír, fontos, értékes.

Azoknak az eszközöknek és módszereknek az összességét, amelyek az információ előállításával, tárolásával, feldolgozásával és továbbításával foglalkoznak, **információ-technológiának** nevezzük. Amennyiben ezt leszűkítjük egy konkrét feldolgozási folyamatra (azaz meghatározható a szóba jöhető információk köre, a feldolgozásukra szolgáló módszerek összessége, a tárolásuk módja, stb.), akkor beszélhetünk **információ (-technológiai) rendszerről** (IT rendszer).

Végül pedig azt a tudományágat, amely a fentieknek megfelelő IT rendszerek fejlesztési, üzemeltetési, elemzési kérdéseivel foglalkozik, **informatikának** hívjuk. (Fontos: a fentiekből természetesen következik, hogy az informatika nem azonos a számítástechnikával: ez utóbbi az informatika egyik részterülete, amely egy konkrét eszközrendszerre vonatkozóan végzi a fentebb megfogalmazott feladatokat!)

Előfordul, hogy az információ a keletkezési helyén kerül feldolgozásra, de (manapság már) nem ez az általános: az információt (általában) el kell juttatni egyik rendszerből a másikba, az ezzel kapcsolatos eljárásokat nevezzük összefoglaló néven **kommunikációnak**. A kommunikációs folyamatban legalább két fél vesz részt: az információt közlő (adó) és az információt fogadó (vevő). A kommunikáció csak akkor lehet sikeres, ha az adó által közölt információ ugyanazzal a jelentéstartalommal jelenik meg a vevőnél – ez pedig csak akkor biztosítható, ha a kommunikáció során mindkét fél betart bizonyos (előre meghatározott)



szabályokat. **Protokollnak** nevezzük a kommunikációs folyamatra vonatkozó előírások gyűjteményét. Amennyiben egy kommunikációs folyamatban a résztvevő IKT eszközök összetartozását szeretnénk hangsúlyozni (vagyis azt a tényt, hogy az adott eszközök nem véletlenszerűen továbbítanak és fogadnak információt egymás között, hanem ezt valamilyen céllal teszik), akkor beszélünk **kommunikációs hálózatokról**.

Vannak információink, amelyek kommunikációs protokollok biztosításával jutnak el egyik informatikai eszköztől a másikig. Ezek az eszközök aztán valamit csinálnak az információval. Azt, hogy pontosan mit, azt nyilvánvalóan az információt értelmező személy határozza meg, jelen esetben a hangsúly az automatizálhatóságon van. **Algoritmusnak** nevezzük valamely feladat megoldását célzó, véges számú, elemi (további műveleti részre már nem bontható) tevékenységek szabályokkal definiált sorozatát. Amennyiben egy algoritmusra a következő feltételek teljesülnek, akkor az adott algoritmus automatizálható.

Összefoglalásként tehát azt mondhatjuk, hogy **számítógép = hardver + szoftver**.

hardver: alaplap, memória, processzor, merevlemez, kábel, billentyűzet, stb.

szoftver: adat: az adatokat kategorizálhatjuk

jellegük szerint: azaz milyen típusú információt tárolnak: numerikus (szám), szöveges, logikai, esetleg dátum értékű, stb.

belső szerkezetük szerint: az adatot alkotó információ összefüggése alapján (mező, rekord, állomány, stb.)



program: a programokat általában feladatuk szerint csoportosítjuk:

- operációs rendszerek, rendszerprogramok
- rendszerközeli programok (segédprogramok)
- felhasználói programok (alkalmazások)
- fejlesztőeszközök (programozási nyelvek)

Mértékegység rendszerek:

- Az információ mértékegysége a bit.
- A bájt az információ-tárolás egysége.

A számítástechnikában a mértékek váltószámai (hasonlóan a tízes számrendszerhez) nagyságrendileg ezresenként követik egymást, de fontos tudni, hogy nem pontosan 1000 a váltószám, hanem 1024. (Írásban – a bevett gyakorlat szerint – a bitet „b”, a bájtot „B” jelöli.)

1 kilobájt (KB) = 1024 bájt (2^{10})

1 megabájt (MB) = 1024 kilobájt = 1024^2 bájt (2^{20})

1 gigabájt (GB) = 1024 megabájt = 1024^3 bájt (2^{30})

1 terabájt (TB) = 1024 gigabájt = 1024^4 bájt (2^{40})

A számítógépeket teljesítményük alapján a következő kategóriákra lehet felosztani:

Nagyszámítógépek, mainframe rendszerek: nagyszámú eltérő feladat egyidejű megoldására és sok felhasználó kiszolgálására alkalmas gépek. Főleg nagyvállalatok, kormányzati szervek kiszolgálói tartoznak ide.

Kisszámítógépek: kisebb helyi hálózatok irányítására szolgáló szerverek, illetve munkaállomások.

Mikroszámítógépek: főleg a személyi számítógépek tartoznak ide.

Említést kell tenni az úgynevezett **szuperszámítógépekről**, melyek teljesítményüket tekintve kimagasló paraméterekkel bírnak, jellemzően tudományos számítások elvégzésére használják őket.



A központi egység

Az adatok feldolgozása utasítások sorozatával, azaz egy program végrehajtásával történik a számítógép központi egységében. A számítógépek első generációinak központi egységei a központi tárból (operatív memória), illetve a vezérlő egységből és számoló egységből (más néven: aritmetikai és logikai egység) álltak. E két utóbbi egység integrálásával született meg a mai értelemben vett processzor az integrált áramkörök bevezetésekor. Ekkorra a be- és kimeneti (I/O) műveletek irányítását a perifériák kezelését, kiszolgálását végző segédprocesszor vette át. Az I/O műveletek továbbító közegét, a központi egység, a központi tár és a perifériák között kapcsolatot teremtő áramkörök összességét sínrendszernek vagy más néven buszrendszernek nevezzük.

Memória

A memória a számítógép olyan egysége, amely képes adatokat és programokat tárolni, amíg a számítógép bekapcsolt állapotban van. Szűkebb értelemben a memória megjelölést a központi tár szinonimájaként használjuk, tágabb értelemben viszont ide tartoznak a regiszterektől a háttértárolókig mindazon elemek, amelyek képesek ideiglenesen vagy tartósan megőrizni a nekik átadott információt. A tárolóeszközök tehát sokfélék lehetnek, nem létezik minden igényt kielégítő univerzális típus. Az egyes változatok más-más funkciót valósítanak meg a számítógépekben, és többféleképpen is kategorizálhatók.

A sínrendszer és az alaplapp

A számítógépek hardver moduljai között kapcsolatot teremtő vezetékek és jelerősítő áramkörök összessége a sínrendszer (bus system, buszrendszer). Belső sínek kapcsolják össze a processzor elemeit. A sínrendszer működését az alaplapon egy vagy több vezérlő chip irányítja, ezek alkotják az alaplapp chipkészletét (chipset).

Perifériák

A periféria a számítógép funkcióit bővítő hardverelemek általános elnevezése. Kétféle értelemben is használatos.



Szűkebb értelmezés szerint csak azokat az eszközöket soroljuk ide, amelyek külsőleg csatlakoznak a számítógéphez, használatuk opcionális. Ekkor például a monitort és a merevlemezt nem soroljuk ide, mert a gépek többségének alapvető tartozékai.

Tágabb értelemben minden bemeneti / kimeneti eszköz és a háttértárak is ide tartoznak, ekkor a hardver kategóriáit a központi egység – perifériák szerinti tagolásban értelmezzük.

Háttértárolók

A központi tárhoz viszonyítva relatíve nagy tárolási képességű háttértárak. Az adatok tárolására többféle technika létezik, a legelterjedtebbek a mágneses és az optikai adattárolók.

Chipkártyák, flash memória, pendrive

A chipkártyák, memóriakártyák hordozható adattárolókként való alkalmazása egyre népszerűbb. A kártyákba beépített chip lehet mikroprocesszor vagy memóriachip. A memóriachipek többsége flash memória: olvasható, törölhető és újraprogramozható memóriacellákból áll.

Adatbeviteli eszközök

A beviteli (input) perifériák közé tartozik a billentyűzet, az egér és egyéb mutatóeszközök, valamint a jelolvasók. Az utóbbi kategóriába tartoznak többek között a szkennerek (lapolvasók) – amelyek funkcióját gyakran ún. multifunkciós, szkennelésre és nyomtatásra egyaránt alkalmas készülékek veszik át –, illetve különféle vonalkód-olvasók és mágneskártyáknál használt olvasók.

A mutatóeszközök vagy pozícionáló eszközök a képernyő egy adott pontjára mutatnak. Legelterjedtebb ezek közül az egér, amely legalább két gombbal és valamilyen mozgáskövető mechanizmussal rendelkezik. Az optikai egérben fénykibocsátó LED-et alkalmaznak, a kibocsátott sugarak visszaverődése alapján állapítja meg az elmozdulás irányát és sebességét. A hordozható számítógépekben alkalmazott érintőpad (touchpad) nyomásra érzékeny szenzorokkal működik.

Az egéren kívül egyéb mutatóeszközök is léteznek: például főleg játékokhoz, szimulátorokhoz használt mutatóeszköz a botkormány (joystick).



Adatkiviteli (megjelenítő) eszközök

Képernyő (monitor)

A legfontosabb vizuális megjelenítő eszköz, amely a tv-technológia számítógépekre alkalmazott változatából alakult ki. Működési elv szerint katódsugárcsőves (CRT) vagy folyadékkristályos (LCD) monitorokat különböztetünk meg (ezeken kívül beszélhetünk még gázkisüléses "plazma" kijelzőkről):

- a képátló (hüvelykben), például 19", 22" stb.
- felbontás, színmélység és frissítési frekvencia,
- a kijelző képaránya (4:3 „normál”, 16:9 vagy 16:10 „szélesvásznú”).

Nyomtató (printer)

A nyomtatók feladata információ papírra rögzítése, lényegében pontok mintázatát állítja elő. Legfontosabb tulajdonságai: a megjeleníthető színek száma és a nyomtatási sebesség (általában lap/perc-ben mérjük), továbbá a nyomtatás minőségét meghatározó nyomtatási felbontás (a képpontok száma és egymástól való távolsága), illetve a felhasználható papír mérete. Két fő csoportjuk van: egyik az érintéses nyomtató, amelynél a papírhoz érő mechanikus eszköz (nyomtatófej) festéknyomata jelenik meg a lapon (ilyen a főleg számláknál, több példányos nyomtatáskor a mai napig használt mátrixnyomtató).

7.1.2 Mobil számítástechnika

A számítástechnika újabban megjelenő ága a mobil számítástechnika. A mobil eszközök fejlődése rendkívül dinamikus. A kommunikációs technológiák fejlődése mellett az eszközök típusai, funkciói, választéka rendkívüli mértékben növekszik. Jelen alfejezet Szilágyi 2010 alapján készült.

A kifejezetten hordható eszközök rövid áttekintése előtt ismertetésre kerülnek a legfontosabb mobil eszközök melyek lehetővé teszik a hordható eszközök rugalmas használatát.

Alacsonykategóriás okostelefon



Az alacsonykategóriás okostelefon elsődlegesen beszédhívásokra alkalmas, de lehetővé teszi egyszerűbb alkalmazások futtatását is. A készülékek legfőbb erénye egyszerűségükben rejlik: könnyen konfigurálhatók, egyszerűen használhatók. Legnagyobb hátrányuk a gyenge processzoruk és a kis memóriakapacitásuk. Ideális lehet azoknak, akik több készülék helyett egyet akarnak használni.

Felsőkategóriás okostelefon

Ezeket az eszközöket elsődlegesen a nagyobb erőforrásigénnyel bíró üzleti, vállalati alkalmazásokra fejlesztették ki. Kinézetüket tekintve a mobiltelefon és a tablet készülékek között helyezkednek el, bár inkább tekinthetők tablet-nek mint telefonnak. Egyes készülékek teljes billentyűzetet tartalmaznak. A legújabb készülékekre egyszerűen lehet alkalmazásokat telepíteni, a J2ME alkalmazások támogatása egyértelmű. A J2ME (Java Micro Edition) a Java nyelv legkisebb változata, kifejezetten mobiltelefonok és más hordozható eszközök számára fejlesztette ki a Sun Microsystems.

Tablet

Az eredetileg a Microsoft vezetésével kifejlesztett Tablet PC kialakítását tekintve nagyon hasonlít egy laphoz. Fő előnye abban rejlik, hogy a készülék intelligens jegyzetfüzetként használható, a teljes számítógép-funkció megtartása mellett. A nyomásérzékeny képernyő segítségével hatékonyabb az adatbevitel, kisebb energiafogyasztása pedig hosszabb használatot eredményez. A 2010 tavaszán az Apple által kiadott iPad megváltoztatta ezen kategória népszerűségét.

Phablet

A Phablet szó a „phone”(telefon) és a „tablet” (tábla PC) szavak összevonása. A névből következtetni lehet arra a tényre, hogy az okostelefonok és tabletek előnyeit egyesítő eszközről van szó. 3G, 4G és Wifi hálózatokkal egyaránt képes kommunikálni. Méretét tekintve valamivel nagyobb egy átlagos okostelefonnál, de kisebb egy tabletnél, kijelzőjének átmérője 5,3-6,9 hüvelyk. A phabletek kora a Samsung Galaxy Note-al kezdődött 2012-ben, azóta szinte az összes nagyobb gyártó termékpalettáján megtalálhatóak. Napjainkban igen



nagy népszerűségnek örvend, egyes elemzők szerint a 2013-as év volt a „Phablet éve”, az eladásokat tekintve.

Notebook/Laptop

A laptop lehetővé teszi bármilyen PC-n futó alkalmazás helyhez kötöttség nélküli futtatását. A PC-n megszokott operációs rendszert lehet rajta használni, a jól ismert alkalmazásokkal. Számítási teljesítményük összemérhető asztali társaikkal. Legfőbb hátrányuk a többi mobil eszközhöz képest a nagyobb méretük és tömegük.

Activity tracker

Karkötő-lehetővé teszi viselője számára, hogy a megtett lépéseket számolja, kalkulálja az elégetett kalóriát, a végzett tevékenység intenzitását figyelje.

Okos szemüveg

A felhasználó számára a valóságra mintegy vetített képként, "réteggként" jeleníti meg a kiegészítő információkat.

Okosóra

Az okosóra (smartwatch) egy számítógépesített karóra, amely az idő mutatóján kívül számos funkcióval bír. Míg a korai modellek még csak olyan alapfunkciókkal rendelkeztek, mint a számológép, a fordítás vagy játékok, a modern okosórák már egyfajta hordható számítógépként funkcionálnak. Sokukon működnek okostelefon-alkalmazások, némelyiknek mobil operációs rendszere is van és akár hordozható médialejátszó, FM rádió, audio- és videofájlok lejátszására képesek bluetooth headset használatával. Egyes modellek a mobiltelefonok minden funkcióját képesek használni, még hívást fogadni, kezdeményezni is lehet velük. A legújabb modellek olyan többletfunkciókat is tartalmaznak mint a pulzusmérés, aktivitás ellenőrzés.

Elvárások a jövő eszközeivel

A jövő eszközeinél a fontos hardver elemek a következők lesznek: erősebb processzor, nagyobb felbontású kijelző, több memória, integrált vezeték nélküli kapcsolat, bővítőkártyák.



A mobil eszközök számos szolgáltatást nyújtanak. A megfelelő szolgáltatáshoz szükséges eszköz kiválasztása a költségek mellett számos kritérium alapján történhet. Az eszközök kiválasztása során a következőket vehetjük figyelembe:

- eszköz mérete és tömege,
- rendelkezésre álló memória mérete,
- processzor típusa, sebessége,
- képernyő mérete, színmélysége, láthatósága,
- operációs rendszer, frissítési lehetősége,
- bővítő-csatlakozók, bővíthetőség,
- akkumulátor kapacitása, használati idő,
- integrált lehetőségek (Bluetooth, infravörös átvitel, billentyűzet, kamera),
- szoftvertámogatás, fejlesztések, alkalmazások.

7.1.3 A sportinformatikát meghatározó technológiák

Kiterjesztett valóság (Augmented reality)

Az Augmented reality (AR - kiterjesztett valóság) a Virtual Reality (VR - virtuális valóság) egyik változata, mely a valóságot bővíti ki virtuális interaktív elemekkel. Az előrejelzések alapján 3-4 éven belül elterjedhet ez a 60-as években a haditechnikában megjelent (HUD - Heads Up Display), majd a 90-es évek informatikai fejlődése során polgári alkalmazásokkal jelentkező technológia. A felhasználó az AR alkalmazások során vizuális és audió, valamint egyéb ingereket (rezgés, tapintás) kap. Minden olyan területen elérhető ahol VR alkalmazásokat találunk, ezek pedig az oktatás, e-kereskedelem, turizmus, ipar, haditechnika, orvostudomány és a mezőgazdaság.

Az elemzések azt mutatják, hogy a magas szintű interaktivitás miatt főleg az oktatásban lehet felhasználni, a komplex multimédiás lehetőségek miatt ezen a területen lehet gyors sikereket



elérni. A tananyag és a valóság összekapcsolása komplex ismeretátadási lehetőség, mely sokkal hatékonyabbá teheti az oktatást.

A mobil eszközök (elsődlegesen az okostelefon és a tablet) hardveres és szoftveres fejlődésének köszönhetően egy eszközzel meg lehet valósítani az interaktív oktatást. Olyan, jelenleg még prototípus formában lévő fejlesztések, mint a szemüvegbe épített AR megoldások (a szemüveg lencséjében, kivetítve a szem előtt a látott képre igazítva ad további információt) ígéretes fejlesztések.

Az AR leginkább azokban az esetekben használható, ahol a valódi látványra mintegy réteggént lehet a kiegészítő információt megjeleníteni. Tipikusan ilyenek a múzeumok, ahol az adott műtárgy háttér információit lehet idegenvezető nélkül az érdeklődési körnek megfelelően megtudni. A másik, egyre inkább elterjedő alkalmazási terület a turizmus, ahol a GPS koordináták alapján kiegészítő információkkal (további fotók, történelmi háttér) lehet érdekesebbé tenni a látottakat.

Már 2008-ban megjelentek az első mobil alkalmazások, manapság pedig egyre több jelenik meg. Az AR alkalmazások lehetnek markerre épülők (ebben az esetben a kamera képén lévő referencia pontokat tekintik viszonyítási alapnak), illetve marker nélküliek. A marker nélküli alkalmazások a pozíció adatokra épülnek (GPS koordináta, GSM bázisinformáció, a készülék belső pozíció adatai, esetleg képfelismerés alapján az adatbázisból kikeresett pozíció). A marker nélküli alkalmazásoknak a referencia pontok hiánya miatt sokkal nagyobb alkalmazási lehetősége van.

Azokon a területeken, ahol egy élő szervezet felépítését kell elsajátítani, jól használhatók ezen alkalmazások (állatok, növények felépítése, anatómiája, szervek elhelyezkedése).

A pozíció alapú (GPS-en alapuló) alkalmazások esetében a helyzet pontos ismeretével az adott objektumokhoz kiegészítő információkat valamint további Internetes linkeket adhatunk.

A mobil eszközön megjeleníthető az adott jármű vázlatrajza, blokksémája, amely ráillesztve mintegy réteggént mutatja az alkatrészek helyét, a javítás módját, valamint egy mozdulattal meg is lehet rendelni a hiányzó alkatrészt.



Az egyre több fejlesztőkörnyezetnek (Layar Vision, ARToolKit, D'Fusion Mobile) köszönhetően, egyre több alkalmazás jelenik meg. A mobil eszközök egyre növekvő hardveres képességei miatt (gyorsabb, többmagos processzorok, több memória, nagyobb átmérőjű és felbontású kijelző) az AR alkalmazásokat fokozatosan fejlesztik ki.

RFID

Az RFID (Radio Frequency IDentification) automatikus azonosításhoz és adatközléshez használt technológia, melynek lényege adatok tárolása és továbbítása RFID címkék és eszközök segítségével. Az RFID-címke egy apró tárgy, amely rögzíthető vagy beépíthető az azonosítani kívánt objektumba. Az objektum lehet tárgy, például egy árucikk, vagy alkatrész, illetve élőlény, így akár ember is. A sportolás során a sportszerekre vagy a ruházatba lehet elhelyezni.

Passzív RFID

A passzív címkék nem tartalmaznak saját energiaforrást. Az RFID olvasó által kibocsátott rádiófrekvenciás jel elegendő áramot indukál az antennában ahhoz, hogy az IC feléledjen, és választ küldjön az adatkérésre. A válaszjel általában egy egyedi azonosítószám. A passzív lapok hatótávolsága 2 millimétertől (ISO 14443) néhány méterig (ISO 18000-6) terjed, azaz ekkora távolságból olvasható ki a tartalmuk a használt frekvenciától függően. Alacsony előállítási költségének köszönhetően jelenleg ez a legelterjedtebb típus.

Fél-passzív RFID

A fél-passzív azonosítók annyiban térnek el a passzív társaiktól, hogy tartalmaznak egy apró, beépített elemet. Ez lehetővé teszi, hogy az IC folyamatosan üzemeljen. Ennek köszönhető, hogy az ilyen típusú azonosítók válaszüzeje jobb, és az olvasási hibák aránya kisebb, mint passzív társaik esetén.

Aktív RFID

Az aktív RFID címkék vagy jeladók beépített energiaforrással rendelkeznek, melyek elegendő energiát biztosítanak bármilyen IC üzemeltetéséhez és a jeladáshoz is. Nagyobb



hatótávolságot (akár 10 méter) és memóriakapacitást biztosíthatnak passzív változatuknál, némelyik még a vevő által küldött adatok rögzítésére is képes.

NFC technológia

A Near Field Communication (NFC - kis hatótávolságú kommunikáció) az okostelefonok és más eszközök számára létrehozott szabvány. A rádiófrekvenciás kommunikáción (RFID) alapuló adatcsere, mely néhány centiméteres távolságon belül valósul meg. Az NFC egy olyan rádiófrekvenciás kommunikációs rendszer, amely kétirányú kommunikációt tesz lehetővé a végpontok között. Az NFC fő jellemzője a két eszköz között gyorsan kiépülő, de viszonylag alacsony (424 kbit/s) sebességű adatátvitel. A technológia fő előnye az egyszerű használat (pár centiméterre kell tartani egymáshoz a két készüléket), másrészt magát a tranzakciót saját magunk végezhetjük, kontrollálhatjuk.

A technológia használatát elsősorban bankkártyáknál, valamint intelligens címkék (smart tag) esetében ajánlják, de számtalan egyéb lehetőséget rejt magában. A mobil NFC fizetés esetén a meglévő NFC alkalmazások egyszerűen a mobiltelefonba épített chip segítségével használhatók. A mobil fizetés mellett egyéb feladatokra is használható: közlekedési, parkolási díjak fizetése, beléptetés, intelligens eszközvezérlés, smart tag-gel ellátott termékek azonosítása (akár sportszer), intelligens reklámok (plakátról leolvasható kód alapján érjük el a reklámot), Bluetooth eszközök párosítása, pontgyűjtő funkció, egyszerre több kártyát is kiválthatunk egyetlen eszközzel.

A technológiában rejlő problémák, a túlzott nyomonkövethetőségben, privát adatok gyűjtésében rejlik (pontosan tudható, hogy mit és mikor vásároltam, hol fizettem, mik a kedvenc termékeim, stb.).

A hazai mobilszolgáltatók közösen dolgozzák ki a szabályozást. Létrehozták a Magyar Mobiltárca Egyesületet, melynek feladata a hazai szabvány kialakítása.



7.2. Adatbázisok, BigData a sportban

A digitális világban az adatok tárolása adatbázisokban történik. Az adattárolás legegyszerűbb formája a táblázat melyre a népszerű táblázatkezelő alkalmazások is képesek. Komplexebb adattárolási igény esetén az adatokat adatbázisokban kell rendezni, melyek tipikusan több adatbázistáblából és azok kapcsolataiból épülnek fel. Abban az esetben, ha az adatok között nincs szoros összefüggés, akkor használhatunk táblázatkezelőt. A táblázat oszlopait egyedi azonosítóval ellátva, a sorokba pedig az egyes adatokat írva tudjuk megszerezni azokat. Abban az esetben, ha komplex, egymással összefüggésben lévő adatokat akarunk tárolni, akkor kell adatbázist használni. Az adatbázisban az adatokat strukturáltan, rendezhetően, kereshetően és módosíthatóan tudjuk elhelyezni. A legújabb adat megközelítés a Big Data. A Big Data néven ismert kifejezésnek nem létezik pontos definíciója, jól körbe lehet határolni, hogy mit is jelent: olyan hatalmas mennyiségű adatot és annak feldolgozását, amit jellemzően a különféle hálózatokon lévő gépek és az emberek közösen állítanak elő. Ezeket az adatokat speciális módszerekkel lehet feldolgozni. Jellemzően ezek az adatok nem strukturáltak, nem rendezettek, feldolgozásukra hatalmas informatikai kapacitásra van szükség mely a jövő informatikájának a kulcsa.

Az SAP által kifejlesztett alkalmazás volt a német labdarúgó-válogatott 12. embere a 2014-es világbajnoki győzelem során. A mérkőzéseket elemző szoftvert 2013-ban kezdte el használni a német szövetség, és kimutatták: kulcsfontosságú a sebesség, különösen az, hogy milyen gyorsan passzolja tovább a labdát egy futballista.

A technológia révén jobbá válhat egy versenyző vagy egy csapat teljesítménye, a valódi statisztikákat kell elemezni. A SportsOne nevű SAP által fejlesztett programcsomag előnye, hogy minden adatforrást képes bevonni, és egy platformon kezelni, emellett könnyedén testreszabható.

A videó elemző szoftver 10-15 kameraállásból rögzít egy találkozót, és valóban mindenről statisztikákat készít, ami a pályán történik. Ezek alapján könnyebb elemezni a taktikát vagy egy kiválasztott játékos teljesítményét. A képernyőn lévő adatok megmutatják a passzok és a lövések számát, azok pontosságát, sebességét, a megtett távolságot és annak intenzitását, a



labdaszerzéseket. Az edzők akár már a szünetben levetíthetnek részleteket a hibákról, és egyszerűen be lehet rajzolni, hogyan mozogtak éppen jól vagy rosszul együtt egy csapatrésztagjai. Egy másik – a Bayern München által is használt – alkalmazáson keresztül minden adatot megtudnak arról, milyen intenzitással edzettek a játékosok, kinek hogy áll a sérülése. Az SAP jelen van a jégkorong- és a vitorlássportban, a Forma-1-ben, a tengerentúli profi kosárlabda-, baseball- és amerikaifutball-ligában, továbbá a golfban és a lovaglásban is.

Az NBA és az SAP együttműködése keretében a szurkolók példátlan mennyiségű statisztikai adathoz férhetnek hozzá a liga statisztikai platformján. Az oldalon a szurkolók és a média munkatársai is hozzáférhetnek az NBA teljes hivatalos statisztikai adatgyűjteményéhez, amely eddig csak a liga képviselői, valamint a csapatok alkalmazottai számára volt elérhető. A hozzáférés ingyenes, a mélyreható statisztikai mutatók pedig lekérdezhetők az 1946-47-es szezonról kezdve pályára lépett valamennyi játékoskal kapcsolatban

A szurkolók bizonyos mobilalkalmazásokkal valós idejű statisztikákat kaphatnak a drukkerék a meccsről és a játékosokról, akár úgy is, hogy közben a stadionban szurkolnak. Vannak olyan applikációk is, amelyek segítségével a nézőket is megversenyeztetik, akár egyénileg, akár szektoronként a sportesemények szüneteiben.

Kamerák, szenzorok segítségével egy adogatás, golfütés, zsákolás vagy éppen egy tizenegyesrúgás milliméterről milliméterre elemezhető. A szenzorokkal felszerelt sportoló teljesítménye pontosan követhető, időben kiderül, ha sérülés fenyegeti.

Egy „digitális másodedző” alkalmanként éppolyan hasznos tanácsokkal szolgálhat, mint a dollármilliókért igazolt sztártréner. Az edző és a csapat általa kerül jobb helyzetbe, hogy sokkal több adat áll rendelkezésére. A digitális elemzésre (is) támaszkodva azonban az edzőnek kell levonnia a következtetéseket, neki kell a megfelelő utasításokat adnia.

Londoni Olimpia jegyértékesítés és a Big Data

Az olimpiai játékokra szóló jegyek értékesítése az elképesztően nagy érdeklődői szám miatt speciális feltételeknek megfelelően zajlott 2012-ben Londonban. A belépők 75%-át, mintegy 6,6 millió jegyet a szervezőbizottság közvetlenül értékesítette a szurkolóknak. A szponzorok részére 750 000 darab belépő jutott, míg a fennmaradó 1 450 000 belépőt a 205 részt vevő



ország olimpiai bizottságainak és hivatalos jegyértékesítőinek adták el. A jegyek vásárlási jogáért pályázni kellett, ahol a szétosztásnál figyelembe vették az adott ország méretét, a várható szurkolói létszámot és eddigi sporteredményeit. Tehát közvetlenül 6,6 millió jegyre lehetett aspirálni, ezt azonban a szurkolók mintegy háromszorosan „jegyezték felül”: több mint 20 millió vásárlási igényt regisztráltak. Az első körben ráadásul nem is értékesítették az összes jegyet, a második körös értékesítés során viszont további 2,3 millió jegy található gazdára. Annak érdekében, hogy minimalizálják a sportrajongók csalódottságát adatbányászat révén igyekeztek megvizsgálták a sikertelenül jelentkezők által meglátogatni kívánt események és az egyéb, még üres nézőtéri helyeket mutató versenyek közötti kapcsolatokat, és ezen információk segítségével próbálták segíteni az újrázókat. Azzal, hogy az elsődlegesen nem preferált, ám az elemzések alapján érdeklődést kiváltó események propagálására helyezhették a hangsúlyt a szervezők, megnövelték az esélyét annak, hogy azokat az embereket éri el a promócióval, akik figyelme felkelthető a még szabad lelátói hellyel bíró sportversenyek iránt.

Mintegy 5 millió jegyigénylés érkezett az olimpiai játékok atlétikai sorozatára, és ebből csak a 100 méteres futás döntőjére 1,3 millió. Amikor az erre a sportágra ácsingózó jegyaspiránsok számát korrelálták a más típusú versenyekre jegyet remélőkkel, kiderült, hogy nagy valószínűséggel milyen egyéb eseményeken vennének részt szívesen azok, akik ugyan leginkább a futásra lettek volna kíváncsiak, de arról már lemaradtak. Korra és földrajzi helyről való érkezés alapján szűrve egészen részletes profilt kaptak a szervezők az egyes, pórul járt jelentkezőkről. Ennek alapján viszonylag pontosan meghatározhatóvá vált, hogy a már megtelt sporteseményeken kívül még valószínűleg milyen más sportágak érdeklik a szurkolókat, így egyedi ajánlattal kereshette meg őket az értékesítő cég.

Szakértői rendszerek

Szakértői rendszereknek nevezzük azokat a rendszereket, melyek célja a felmerülő speciális problémák megoldása. A rendszerek alapja tudásbázis, melyet grafikus kezelőfelületen lehet használni. A sport területén egyre népszerűbbek a szakértői rendszerek. Többek között a sportsérülések, a tehetségek felismerése, a csapatsport, erőnléti edzések a tipikus területei. A rendszer kiépítéséhez szükség van a tudásbázisra, mely segítséget nyújt az edzői döntések



meghozatalához. A tudásbázis alapadatai a sportolók teljesítményének és edzési adatainak folyamatos és nagy mennyiségben történő gyűjtéséből származnak. A számítástechnikában rendelkezésre álló egyre olcsóbb, de ugyanakkor egyre pontosabb szenzorok lehetővé teszik az adatgyűjtést. Jelen alfejezet Baca 2015 alapján készült.

7.3. Adatgyűjtés, hordható "wearable" eszközök

7.3.1 A sportolói adatok gyűjtésére használható szenzorok

A szenzorok a beérkező (input) mennyiségeket jelekké alakítják, melyeket értelmezni és rögzíteni lehet elektronikus eszközökön. A szenzorok eltérő elektromos jeleket generálnak, melyek folyamatosan változnak. A következőkben a sportolás során használható legfontosabb szenzorok kerülnek ismertetésre.

Időmúlás: ezek a szenzorok lehetnek elektronikusan (stopperóra), optikaiak (fénykapu) vagy mechanikusak (startmechanika).

Távolság: egyenes vonalú mozgás mágneses pozíciós szenzorokkal, és potenciométerrel lehetséges. Mindkét esetben a mérés az elektromos ellenálláson alapul. Lehetőség van a forgó potenciométeren lévő kábel letekerődésével megállapítani az ellenállást.

Sebesség: optikai és kábeles megoldással lehet mérni. Használatos még a radaros sebességmérés is.

Szög, szögsebesség: két kar közötti mágneses vagy optikai változás érzékelésével.

Erő, nyomás: elektromos vezetőképességgel, piezoelektromos kristályokkal, kapacitív érzékelőkkel.

Gyorsulás: piezoelektromos, félvezetős, kapacitív szenzoros érzékelés.

Térbeni orientáció: inerciális érzékelőkkel lehetséges.

Hangerő: mikrofon teszi lehetővé a hangerő mérését.

Biológiai jelek mérése: az EKG (elektrokardiográfia), EEG (elektroenkefalográfia), EMG (elektromiográfia) a bőr vezetőképesség változása alapján működik.



Légzőszervi gázok koncentrációja: a spirometria elemzi az oxigén és a széndioxid arányát.

Légzésszám figyelése: az elektrokondukciós textíliák lehetővé teszik a mellkas mozgása alapján a légzésszám változásának figyelését.

Hőmérséklet: a hőmérők lehetnek folyadék, bimetál vagy infravörös képrögzítés alapúak.

Oxigén szaturáció: jellemzően a vér oxigénszállító képességét vizsgálja két eltérő infravörös fényforrás segítségével az ujjbegyen.

A szenzorokat output alapján alapvetően két típusra lehet osztani:

- analóg jelet biztosítókra (elektromos feszültség, töltés)
- digitális jelet biztosítókra (bit, byte).

7.3.2 A hordható "wearable" eszközök

A wearable technológia, vagyis a viselhető, testen hordható technológia első hallásra az aktuális csúcstechnológia egyik dinamikusan fejlődő területének tűnik. Egyre több és újabb eszközök jelennek meg melyek karkötő, szemüveg, óra, ruházat és számtalan más megjelenési formában nyújtanak korábban elképzelhetetlen funkciókat. De a testen hordható eszközök történelme nagyon messzire visszanyúlik az időben.

Már 1300 körül megjelent a szemüveg, 1500-ra a zsebóra, 1600-ban a gyűrűn hordható abakusz volt a technika csúcsa. Az 1900-as évek elejének újítása volt galambokra felrakható fényképezőgépek melyeket főleg az első világháborúban használtak. 1960-ban a főleg a szerencsejátékosok körében volt népszerű a cipőbe rejthető analóg számítógép, melynek segítségével a rulettben lehetett nyerni. 1963-ban már bemutatták a TV-szemüveget. A 70-es évek nagy slágere volt a kalkulátoros karóra és a hordozható sétálómagnó. A 80-as évek karórái pedig már zenélni is tudtak. A 2002 óta már elérhető a bluetooth headset, 2006 után pedig felgyorsultak az események, folyamatosan jelennek meg az újabb és újabb eszközök. (Techinfographics.com)



7.3.3 A hordható eszközök alkalmazása

Hordható Technológia elsősorban a következő területeken alkalmazható:

1. Személyes egészség és fitness menedzsment.
2. Az egészségügyi ellátáson belül a betegségek kezelése.
3. A teljesítmény fokozása az élsportban.

Bár az egyes területek nehezen különíthetők el, de ugyanakkor ezen három területre célszerű fókuszálni. Egyes eszközök például egy hordható pulzusmérő használható egészségmegőrzésre, fitnessre valamint teljesítményfokozásra is. (KARIM, 2014)

7.3.3.1 Hordható technológia a személyes egészség és fitness menedzsmentben

A személyes egészség és a fitness hatalmas lehetőséget rejtenek a hordható eszközök számára. Többek között a pulzusmérők, a lépésszámlálók, az edzésprogram követők lehetővé teszik a viselőjük számára egyéni életmódjuk mérését, fejlesztését. Ezen eszközök lehetővé teszik az emberek számára személyes egészségi és fitness adataik pontos és naprakész rögzítését.

Aktivitásmérő (Activity tracker): Ezen készülékek a leggyakrabban használtak a személyes egészség és fitness menedzsmentben. Jelenleg minden tízedik USA-beli felnőtt rendelkezik ilyennel (Ledger, 2014). Számtalan típusa van, a piacon olyan nagy nevek is megjelennek mint a Fitbit, Nike Fuelband, Pebble+ és a Jawbone. 2014 elején a 2,7 millió hordható készülék 50%-a volt Fitbit gyártmány. A Nike Fuelband karkötője nyomonköveti viselője fizikai aktivitását, napi lépéseinek számát és az elégetett kalóriákat is. Más gyártók eszközei szinkronizálnak az iPhone és Android okostelefonokra. Általában Bluetooth kapcsolattal érhetők el ezek az eszközök. Az újabb készülékek további szolgáltatásként az alvási ciklusokat és a véroxigén szintet is mérik. A karkötők egyre inkább "bőrbarát" anyagokból készülnek a pontos mérések érdekében valamint több és több érzékelőt integrálnak beléjük. A vérnyomásmérés, a légzésfigyelés, a hidratáltság, a pulzus és a vér széndioxid szintjének a folyamatos és egyidejű rögzítése megoldható.



GPS Monitor: A GPS monitorokat széles körben használják a szabadidős és versenysport során a teljesítmény információk gyűjtésére a felhasználók. Garmin az egyik legnagyobb szolgáltató a GPS navigációs eszközök terén, szintén kifejlesztett számos fitness órát és karkötőt, melyeket mind a versenysport, mind pedig a szabadidős sportolás során k számára egyaránt használhatnak. A Garmin Forerunner sorozatú órák távolság, sebesség, idő, magasság és sebesség GPS segítségével történő mérésére is alkalmas. Garmin is elkészítette az edzésprogram követő eszközét, amely hasonló funkciókat tartalmaz mint kategória többi készüléke.

Egyéb hordható eszközök: Számtalan más érdekes hordható eszköz létezik amely képes a felhasználó számára a személyes egészségének és fitneszének a kontrollálására. A PosturePulse (Medgadget, 2014) egy olyan érzékelővel ellátott öv, amely figyeli a gerinc helyzetét is vibrálással jelzi, ha tartósan helytelen testtartást érzékel. A Lumo Back is egy hasonló eszköz melyet a hát alsó részén kell hordani és testtartást, a lépések számát, valamint az üléssel vagy alvással töltött időt is méri (Lumo, 2014). A BIOMAN póló bordázott "okos ujjakat" tartalmaz, melyek mérik a felhasználó pulzusszámát, légzésszámát és a bőr hőmérsékletét. A későbbiek során a ruhadarab segítségével lehetne mérni a bőr nedvességét és az elektrofiziológiai jeleket is.

Biztosítási kalkulációs célokra használt adatrögzítők: Nagy lehetőség rejlik a hordható eszközök egészségügyi biztosítási felhasználásában. Az eszközök folyamatosan figyelik a biztosított személy illetve alkalmazott élettani adatait, ezáltal testreszabott biztosítási feltételeket ajánlanak, valamint céges szinten a jó egészségi állapotban lévő dolgozók számára jutalmazást tesz lehetővé. Az objektív mérések lehetővé teszik az egyénre szabott és nem demográfiai adatok alapján kalkulált biztosítási díjakat.

7.3.3.2 Hordható technológia a megelőzés, diagnózis és a betegségek kezelése során

Bár a korai hordható eszközöket elsősorban a fitness területén használták fel, de az elmúlt pár évben számos érdekes fejlesztés jelent meg az egészségügyi vonalon is. A hordható technológia nem csak az adatgyűjtésben szerepelnek jól, hanem lehetővé teszik betegek és gyógyításban résztvevők közötti hatékony együttműködést is. A technológia lehetővé teszi a



paciensek számára, hogy folyamatosan figyeljék egészségi állapotukat és ezek alapján saját maguk is képesek legyenek az egészségükkel kapcsolatosan felmerülő döntések meghozatalára. A pontos, naprakész egészségi adatok hatékonyan használható fel a kezelések kontrollja során, ugyanakkor megbízhatóbbak mint a beteg általi korábban kézzel írt kezelési naplók.

Ezen fejlemények alapján a technológia akár forradalmasíthatja az egészségügyet. Szinte minden területre fejlesztettek már ki hordható érzékelőt, a bőr nedvességre, a pulzusszámmra, a légzésre, a vércukorszintre, a vérnyomásra, EKG-ra és az alvásra is. Az élettani paraméterek kontrolljával lehetőség nyílik a megelőzésre, a diagnosztizálásra, számos betegség hatékonyabb kezelésére (magas vérnyomás, keringési problémák). Monitoring Ezen változók használatával viselhető érzékelők segíthet megelőzésére, diagnosztizálására, és kezelése számos betegségek és állapotok, mint például a magas vérnyomás, a szívbetegség, és az asztma.

A hordható technológia legfontosabb előnyei az egészségügyben:

- A beteg állapotának távolról történő felmérése,
- A beteg állapot adatainak folyamatos frissítése,
- Otthoni körülmények között olyan mérési pontosság elérése, melyet korábban csak laboratóriumi, klinikai környezetben lehetett elérni,
- A beteg számára történő folyamatos visszajelzés,
- Kezelés betartásának felügyelete,
- A betegek akár teljesen önállóan végzett kezelése.

7.3.3.3 Hordható technológia a sportolók teljesítményének a növelésében

A globális sport-ipar egy olyan több milliárd eurós hatalmas iparág, ahol a hordható készülékek növekedés rendkívül gyors. A játékosok teljesítményt folyamatosan mérik, ezáltal könnyebb elkerülni a sérüléseket, és javítani lehet az edzés hatékonyságát is. A játékosok edzői és vezetői a begyűjtött adatok alapján jól alátámasztott döntéseket tudnak hozni. Az adott játékos fittségét, fáradtságát objektíven meg lehet határozni, ezáltal el lehet dönteni,



hogy a játékos lehet-e a következő mérkőzésen, edzésen számítani. Az edzők számára a sportolók és teljes csapatok is összehasonlíthatóvá válnak, akár fordulók vagy akár teljes szezonok szintjén is. A begyűjtött adatok lehetővé teszik a sérült sportolók számára a megfelelő kezelés valamint rehabilitáció kiválasztását.

Sportszergyártók és a hordható technológia: Olyan nagy cégek mint az Adidas már 2009 óta megjelenik ilyen termékekkel a piacon (Adidas, 2014). A MiCoach Speed Cell a felhasználó sportcipőjében viselve lehetővé teszi a teljesítmény nyomon követését során számos különböző sportfajtánál, mint például a futball, amerikai futball, tenisz. Teljesítmény statisztikák olyan adatokat tartalmaznak mint például az átlagsebesség, maximális sebesség, sprintek száma, intenzív terhelés alatt megtett távolság, a játék során megtett lépések száma. Más készülékei GPS, gyorsulásmérő és optikai pulzusszám mérővel is rendelkeznek, ezáltal nincs szükség további érzékelőkre. A karon hordható Smart Run a teljesítmény visszajelzése, a futás nyomonkövetése mellett még médialejátszóként is használható. A legújabb generációs készülék olyan csuklópánt, mely pulzusmérőt és LED fényforrást tartalmaz mely az edzés intenzitásának megfelelően különböző színárnyalattal világít. Az egyértelmű visszajelzéssel egy pillantás alatt megállapítható az edzés hatékonysága.

A piac méretére jellemző, hogy általában számos technológiai cég is össze szokott fogni a nagy sportmárkákkal a termékfejlesztés során. Ilyen fejlesztések eredménye az E39 névre hallgató szenzorokkal telepakolt póló (Market Wired, 2011), mely az NFL-ben jelent meg 2011-ben. Ezen eszközök kifejezetten a professzionális sportolók számára készülnek. Olyan irányú fejlesztések is folyamatban vannak melyek biometrikus adatokat gyűjtenek leválasztható külső készülékre, vagy akár okostelefonra is. A Reebok a sportolás során előforduló a fejre ható erőhatások, esetleg ütközések rögzítésére szolgáló több szenzorból álló okos sapkát fejleszt (MC10, 2014). A készülék egyértelmű fényjelzést ad ha olyan mértékű erőhatás érte a sportolót mely orvosi beavatkozást indokol.

A ruházatba és lábbelibe integrált hordható technológia: A hordható technológiát már régóta lehet integrálni a mezek textilanyagába, a beágyazott érzékelők számára a talpbetét jó lehetőségeket nyújt. Megjelent már szenzorokkal ellátott sport melltartó, póló, és zokni, melyekben a biometrikus adatok rögzítését a textil anyagába lévő érzékelők végzik. Ezeket a



ruhadarabokat egy központi elektronika köti össze, az adatok okostelefonon érhetők el. Az OpenGo talpbetétben lévő nyomás, gyorsulás és hőmérséklet-érzékelők, számtalan információt biztosít a felhasználó számára. Az először csak kifejlesztett a síelők számára kifejlesztett speciális talpbetétek nem csak a teljesítmény növelésére, hanem sérülések megelőzésére valamint a rehabilitáció során is felhasználhatók. 3L Labs Footlogger (Footlogger, 2014) egy hasonló talpbetét, mely nyolc nyomásérzékelőt és egy gyorsulásmérőt tartalmaz, melyek azonosítják és rögzítik a mozgási szokásokat.

Egyes sportok számára kifejlesztett hordható eszközök: Tenisz játékosok számára készítettek karkötőt, mely a játék során követi a kar mozgását. A beépített gyorsulásmérő, giroszkóp és magnetométer lehetővé teszi a játék nyomon követését (Smashwearables, 2014) és annak elemzését, lehetővé téve az adatok okostelefonon való elérését. Golf játékosok számára olyan csuklón hordható eszközt fejlesztettek, ami segíti a golfozás során a legjobb kéztartás elérését. Kerékpárosok számára adatmegjelenítővel (head-up display) ellátott napszemüveget fejlesztettek. A beépített GPS, gyorsulásmérő, giroszkóp, magnetométer, hőmérő, magasságmérő és barométer mellett pulzusmérőt is tartalmaz, többek között az ideális kerékpározási ütemet is kijelzi (Recon Instruments, 2014).

A jellemzően ragtapaszként viselhető kémiai érzékelők lehetővé teszik az izzadtság mérésére, ezáltal a sportolás során a folyadékpótlás ütemezhető. Ez a fontos információ lehetővé teszi a sportolók megfelelő rehidratálását, ezáltal a folyadék és elektrolit egyensúlyát.

Hordható technológia az objektív bírói ítélkezés során: Sportszereken valamint a sportolókon elhelyezett szenzorok objektív kontrollt tesznek lehetővé a vitatott szituációkban. A sportszerekre ható erőhatások, azok pozíciója, gyorsulása alapján a várható haladásuk is előrejelezhető.

7.3.4 Kihívások a hordható technológiával szemben

A viselhető technológia piaca nem nélkülözi a kihívásokat. Számtalan akadály nehezíti meg az eszközök elterjedését. Jellemzően a készülékek ára valamint a biztonsági és az adatvédelmi



okok a leginkább visszatartó tényezők. Természetesen a készülék megjelenése, a kényelmes használata és az esetleges egészségügyi kockázatok is befolyásolják a vásárlást. Iparági vélemények szerint az akkumulátorkapacitás valamint a felhasználók megtartása a két legnehezebb terület. Endeavour Partner által készített jelentés alapján kiderült, hogy bár tízből egy amerikai felnőttnek van aktivitás mérője, azok egyharmada hagyja abba a készülék használatát hat hónapon belül. (Ledger, 2014).

Az eszközök hosszútávú használatának legnagyobb akadályozói döntően a következő okok:

- Könnyen elveszíthetők,
- Törékenyek,
- Általában nem vízállók,
- Általában nehezen szinkronizálhatók okostelefonnal ,
- Az akkumulátoridő nem elég hosszú,
- Általában kevésbé tetszetősek
- Kényelmetlenek,
- Nem nyújtanak pénzben mérhető hasznot (Ledger, 2014).

A technológia hatalmas mennyiségű személyes adatot gyűjt. Ha azok illetéktelenek kezébe kerülnek a személyes adatok sérülnek. A megfelelő biztonsági intézkedéseket, protokollokat és technológiát folyamatosan fejleszteni kell annak érdekében, hogy a felhasználó szenzitív adatai védve legyenek. Érdekes módon a legnagyobb biztonsági rést az okostelefonok jelentik, mivel rajtuk keresztül érhetik el a személyes adatokat. A felhasználók igényelnék a könnyű szinkronizálást, ami ugyanakkor komoly biztonsági kockázatot jelent. Nagyon érdekes kérdés az eszközök által nyújtott adatok tulajdonjoga. Ki tekinthető az adatok tulajdonosának, a felhasználó, esetleg a gyártó, vagy az egészségügy? A helyzetet bonyolítja, hogy az olyan komplex eszközök mint például a Google Glass a használat során rögzíthetik harmadik fél adatait is, miközben erről a felhasználónak nincs is tudomása.

A jövő

Meskó, 2014 szerint a közeljövőben a hordható szenzorok mérete drasztikusan fog csökkenni. Az érzékelők gyűrűbe rakhatók, a bőrre intelligens ragtapaszként, vagy egyfajta digitális



tetoválásként felvihetők. A mindennapi eszközeinkben elhelyezett szenzorok folyamatosan a nap 24 órájában tudják gyűjteni az adatokat. Bármilyen egészséget érintő esemény is következik be az valós időben eljut az egészségügyi személyzetnek.

7.3.5 Mobileszközre történő alkalmazásfejlesztés

A következőkben az alkalmazásfejlesztés kerül ismertetésre. Röviden ismertetésre kerülnek a piacon lévő fontosabb okosóra típusok, valamint bemutatásra kerül az ingyenesen használható Appinventor Androidos fejlesztőkörnyezet is. A következőkben néhány fontosabb okostelefon operációs rendszer rövid ismertetése következik.

Blackberry OS

A BlackBerry OS a Research In Motion által készített BlackBerry okostelefonon futó operációs rendszer. Elsősorban az üzleti kommunikációs igényeket elégíti ki, e-mail, vezeték nélküli szinkronizáció, Microsoft Exchange, Lotus Domino, Novell GroupWise, naptár, feladat, jegyzet adatbázisaival.

Android

Az Android egy Linux alapú okostelefon operációs rendszer. A fejlesztők között megtalálható a Google is, mely szorosan integrálta egyéb szolgáltatásaival az Androidot. A fejlesztők Java nyelven készíthetnek alkalmazásokat. A platform fontos része a Google eszköztár, melynek segítségével a névjegyzéket, az üzeneteket, a naptárunkat, illetve a webes fotóalbumunkat az operációs rendszer szinkronizálja. Több verziója is elterjedt, jelenleg a 6.0 a legújabb. A különböző verziókat hangzatos névvel is ellátták. Az Android további érdekessége a Google Play (korábbi nevén Android Market), ahol több mint félmillió kategorizált alkalmazást tudunk letölteni készülékünkre, melyek között vannak ingyenes és fizetős alkalmazások is.

iOS

Az iPhone OS, OS X iPhone vagy iOS annak az Apple által fejlesztett operációs rendszernek a neve, amelyet iPhone, iPod Touch és iPad készülékekre fejlesztettek. Manapság már több mint 500.000 alkalmazás érhető el iPhone-ra. Az AppStore letöltések száma meghaladta a 25 milliárdot. Az iPhone OS felhasználói felülete a multi-touch technológián alapul. A multi-



touch azt jelenti, hogy minden objektumot az ujjainkkal, kézzel mozgatunk, manipulálunk. Mikor a készüléket bekapcsolják, egy induló képernyő jelentkezik be. A képernyő felső részén a fontosabb információk láthatók: pontos idő, akkumulátor töltöttsége, jelerősség (telefonhálózat és Wi-Fi térerő). A képernyő többi része szabadon használható az alkalmazások által. Az iOS jelenleg a 9. verziónál jár.

Windows Mobile

A Windows Mobile a Microsoft által fejlesztett okostelefonon és PocketPC-n futó operációs rendszer. Több fő verziója volt, jelenleg a Windows Phone 8 az aktuális. Az új operációs rendszer grafikus felülete a "Metro Design Language" szempontoknak felel meg. A Windows Mobile-ba integrálásra kerültek a Microsoft szolgáltatások, mint a Windows Live, a Zune, az Xbox Live és a Bing, de ugyancsak támogatja a Facebook vagy Google fiókok alkalmazását. Az operációs rendszer felülete a PC-s Windows-hoz hasonló, ezért annak használati logikája, struktúrája miatt a PC-s verziót használó könnyebben elsajátíthatja a kezelését. A mobiltelefonra ugyanúgy lehet letölteni alkalmazást, mint például az Androidos készülékekre. Az alkalmazások egy Marketplace nevű helyen elérhetőek - innen lehet letölteni ingyenesen vagy pénzért azokat. A Marketplace-re való bejelentkezéshez szükség van egy Windows Live felhasználói fiókra.

A felsorolt platformok alaptulajdonságait az 11. táblázat foglalja össze.

11. táblázat. A fontosabb platformok összefoglaló jellemzői (Szilagyi, 2010)

Platform	Programozási nyelv	Elérhető funkciók	Fejlesztés gyorsasága	Támogatott eszközök száma
Java ME	Java	átlagos	átlagos	nagyon sok
.NET CF	C#, Visual Basic .NET	több mint átlagos	átlagos	átlagos
Symbian OS	C++, C	Sok	lassú	sok
iPhoneOS	Objective-C	több mint átlagos	lassú	kevés (csak iPhone)
AndroidOS	Java	több mint átlagos	átlagos	egyre több

Alkalmazásfejlesztési ajánlások

A mobil eszközök fő hátránya a kisméretű kijelző. A kijelző kis mérete nem csak a megjeleníthető képek, ábrák felbontását, hanem magának a technológiának a használhatóságát is nehezíti. A felhasználóbarát alkalmazásfejlesztéshez a szakirodalom szerint a következőket kell figyelembe venni:

- A szövegnek rövidnek és kellően formázottnak kell lenni, ugyanakkor tartalmazni kell metaadatokat is;
- A képek felbontását csökkenteni kell, de a méretcsökkentés nem mehet a használhatóság rovására. Minimalizálni kell vagy elhagyni a túlzott díszítések használatát, hiszen azok csökkentik a már egyébként is limitált megjelenítő felületet;
- A görgetősávot lehetőség szerint el kell kerülni;
- Az oktatási anyagokat mindig teljes képernyő megjelenítésre kell tervezni;



- A vizuális elemeket és az interaktivitást nagyobb mértékben kell alkalmazni, hiszen segítségükkel a képernyőn megjeleníthető anyagok információ értéke növekszik.
- Az alkalmazás használata során kevés kattintásra legyen szükség.
- A design elemeket célszerű a jobb olvashatóság, kezelhetőség miatt minimalizálni.
- A készülék szolgáltatásait érdemes kihasználni.
- A képernyő tartalmát egykezes használathoz kell elrendezni.
- Helyfüggő szolgáltatás esetén próbálja az alkalmazás beazonosítani, hol van éppen a felhasználó.
- Ha az alkalmazásból át kell menni a böngészőbe, feltétlenül a mobil verzióra irányítsuk a látogatót.

Teljes képernyős megjelenítés tervezése

A megjelenítés tervezését nehezíti, hogy a legtöbb hagyományos eszközhöz képest (számítógép, televízió) a mobil eszközöket állítva, portré állásban használjuk. A portré állás fő oka az, hogy miközben egyik kezünkben tartjuk a mobil eszközt, másik kezünkkel használhatjuk a készüléket (írhatunk rá, navigálhatunk).

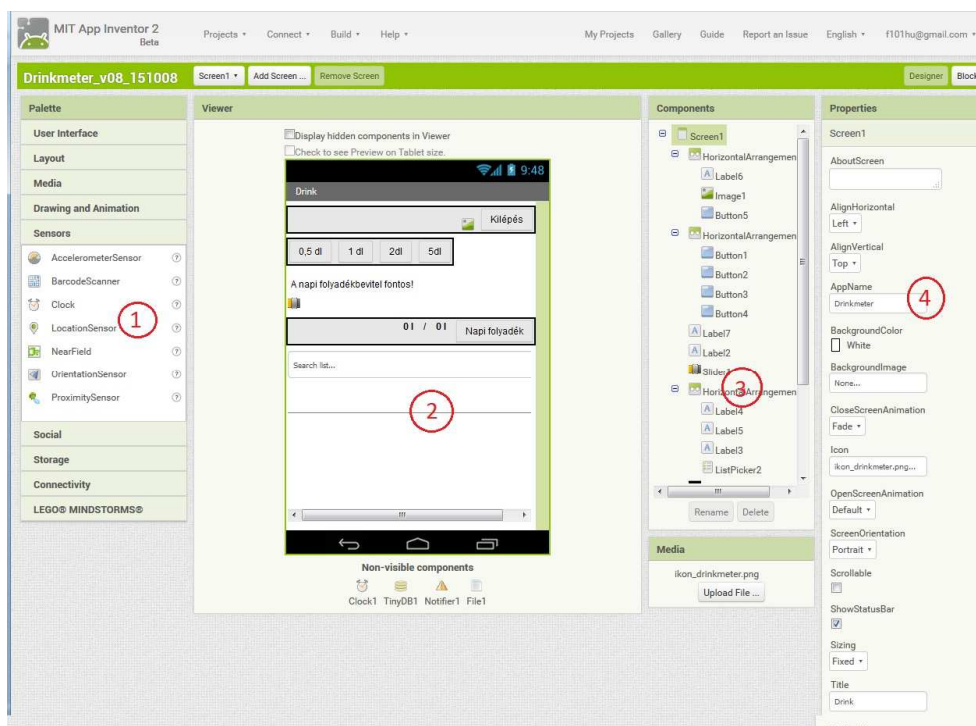
Egy lépcsős interaktivitást célszerű használni. A tervezés során a fő célnak annak kell lenni, hogy a képi elemek és az interaktivitás használatával minden fontos információt lehetőség szerint a mobil eszköz képernyőjére kell elhelyezni. Vigyázni kell arra, hogy ne legyen túlzsúfolt, az áttekintést nehezítő a megjelenített információ.

Lehetőség szerint a kijelző fizikai korlátainak figyelembe vételével célszerű nagyítást alkalmazni. A felhasználó a megfelelő szimbólumra (jelen esetben nagyító) kattintva nagyobb méretben láthatja az adott képi elemet, miközben a kijelző felső sávjában a többi kép bélyegképe látható.

A mozgatható, átméretezhető, egymásra ráhúzható, félig átlátszó interaktív panelek jól használhatók a felhasználói felület kialakításában.

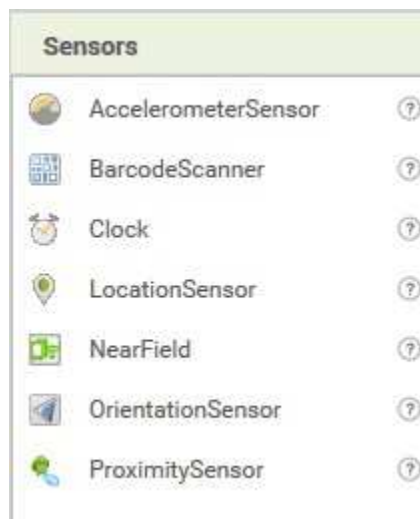
7.3.5.1 Alkalmazásfejlesztés Androidra MIT Appinventor segítségével

Az Appinventor megjelenéséig a mobiltelefonos alkalmazásfejlesztés viszonylag magasszintű informatikai jártasságot igényelt. A fejlesztőkörnyezet lehetővé teszi a gyors alkalmazásfejlesztést. Az AppInventor egy nyíltforráskódú webalapú fejlesztőkörnyezet, melynek a fejlesztését a Google kezdte, jelenleg a Massachusetts Institute of Technology (MIT) üzemelteti. A fejlesztés a webböngészőn grafikus felületen keresztül húzd és vidd (drag and drop) módszerrel lehetséges. A Lego Mindstorms környezetet is támogatja. Az alkalmazás használatához gmail fiókra van szükség. A fiókra történő belépés után el tudjuk érni a fejlesztőkörnyezetet (56. ábra az AppInventor designer felülete). A fejlesztőfelület 4 fő részből áll. Bal oldalt található a fejlesztői paletta (1), tőle jobbra az előnézet (2), mellette a komponens panel (3), jobboldalt pedig az elem tulajdonság panel (4).



58. ábra: Az MIT AppInventor 2 fejlesztőkörnyezete (Képernyőkép)

A felület alapból is számos olyan szenzort támogat, amely jól használható sportalkalmazásokban is (57. ábra: Az AppInventor által támogatott szenzorok).



59. ábra: Az AppInventor által támogatott szenzorok (Képernyőkép)

A gyorsulásmérő, a vonalkódolvasó, a GPS szenzor, az NFC, az orientáció és közelség érzékelő illetve ezek kombináció egyéni illetve csapatjátékosok számára készülő alkalmazások alapja lehet. A gyorsulásmérővel sebességet, lassulást, a vonalkódolvasó azonosítást, a GPS a térbeli pozíciókeresést, navigációt tesz lehetővé. Az NFC az azonosítás mellett beállítások átadására is használható. Az orientáció és a közelség érzékelő koordinációs feladatok alapja lehet.

A fejlesztés során a felhasználandó komponenseket az előnézet (2) felületre kell ráhúzni, majd a komponens (3) és a tulajdonság (4) ablakokban lehet a beállításokat elvégezni. Több olyan komponens is van, amely vizuálisan nem jelenik meg az előnézetben (pl.: adatbázis, időzítés, file, stb.), de azok a fejlesztés során szükségesek.

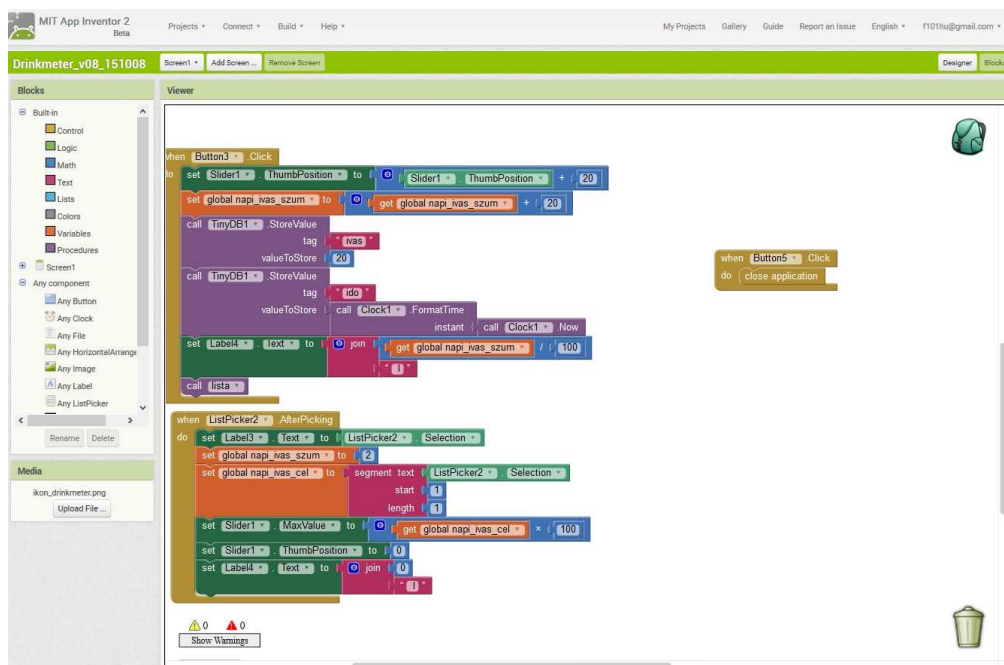
Az AppInventor a Bluetooth kapcsolatot valamint a Webhozzáférést is támogatja (58. ábra Az AppInventor által támogatott kapcsolatok).



60. ábra: Az AppInventor által támogatott kapcsolatok (Képernyőkép)

A felhasználói felület kialakítása után lehet magát az alkalmazást elkészíteni. A képernyő jobb felső részén lévő "Blocks" fülre kattintva lehet átváltani blokk nézetre. A blokk nézet a tulajdonképpeni programozó felület. A blokkszerkesztő felület bal oldalán lehet kiválasztani azokat a blokkokat amelyeket használni szeretnénk. Itt is a képernyőre kell húzni a kívánt blokkot, majd annak függvényében, hogy mit szeretnénk használni lehet több blokkot is összekapcsolni (59. ábra: Az AppInventor blokkszerkesztője). Az összepakolt blokkok alkotják tulajdonképpen magát a programkódot. A blokknézet bal alsó sarkában láthatók a figyelmeztető jelzések, melyek az esetleges fejlesztői hibát jelzik. A kész alkalmazást lehetőség van emulátoron tesztelni, illetve elkészíteni a kész futtatható apk állományt. A Build menüpontba lehetőség van az alkalmazás online elérésére QR kód segítségével, illetve az adott gépre lehet menteni az apk állományt.

A fejlesztés sokkal gyorsabb az előre elkészített blokkok miatt, illetve maga a fejlesztés nem igényel túlzott informatikai jártasságot.



61. ábra: Az AppInventor blokszerkesztője (Képernyőkép)

Alkalmazásfejlesztés okosórára

A jelenleg piacon lévő számos fejlesztőkörnyezet és operációs rendszer megnehezíti az okosórára történő fejlesztéseket. A fontosabb tudnivalókat a 12. táblázat tartalmazza.



**12. táblázat. A fontosabb okosóra fejlesztőkörnyezetek és azok összefoglaló jellemzői
(Saját szerkesztés)**

	Apple Watch	Android Wear	Pebble	Samsung Gear
Operációs rendszer	Watch OS	Android Wear	Pebble OS	Tizen
Programnyelv	Objective-C / Swift	Java	C	HTML5 or C
Software Development Kit (SDK)	WatchKit	Android Wear	Pebble	Samsung
Integrated Development Environment (IDE)	Xcode	Eclipse vagy Android Studio	CloudPebble	Eclipse



7.4. Kiemelt fontosságú területek a sportinformatikában

7.4.1 Mozgáskövetés és analízis

A biomechanika a mechanika törvényszerűségeinek (pl.: elmozdulás, sebesség, gyorsulás, erő, forgónyomaték, tömeg, gravitáció, súlyerő, nyomás, nyírás, feszülés stb.) alkalmazása élő szervezetekre, elsősorban az emberi szervezetre. A mozgáselemzés a fizikán belül leginkább a mechanikát (a fizikai testekre ható erőket) használja, ezért további két fogalommal ismerkedünk meg, mely a kinematika, illetve a kinetika. A kinematika az anyagi pontok és a merev testek mozgásának leírásával, míg a kinetika az anyagi pontokra és a merev testekre ható erők, nyomatékok és a mozgás kapcsolatának tisztázásával és a mozgás okainak leírásával foglalkozik. A mozgáselemzés és a mérközélemzés a sportinformatika legfontosabb területei közé tartoznak, melyek esetében a leglényegesebb tevékenység a mozgás követése. A mozgáselemzés testnek, mint egységes egésznek vagy/és a test egyes részeinek mozgásait vizsgálatával foglalkozik. Számos célja lehet a mozgáselemzésnek, például: a motoros képesség felmérése, mozgástanulás, motoros memória ellenőrzése, a rendszeres testedzés szomamotoros hatásainak ellenőrzése, vagy éppen mozgástani tudományos kutatások. Napjainkban számtalan biomechanikai mérésre alkalmas műszer, módszer áll a kutatók rendelkezésére, hogy a mozgások elemzését a lehető legpontosabban tudják végrehajtani, ezzel is segítve a jobb teljesítmények elérését. A következőkben a legkorszerűbb mozgáskövető módszerek és rendszerek, funkciójukat és lehetőségeiket áttekintve kerülnek bemutatásra.

7.4.1.1 Mozgáselemzés mérési módszerei a sportban

Bármely emberi mozgás elemzésének a kulcsa, hogy képesek legyünk számszerűsíteni, mennyiségileg kifejezni a mozgást. Képesek legyünk olyan paramétereket meghatározni, mint a mozgás sebessége és iránya, a gyors irányváltoztatások és a gyorsulás.

Széles eszköztár áll rendelkezésre a mozgáselemzés elvégzésére kezdve egy egyszerű videokamerától, vagy okostelefontól, egészen a komoly laboratóriumi vizsgálatokig.



Általánosságban megállapítható, hogy a mozgáselemző rendszerek elsősorban markerek (aktív és passzív), vagy különböző érzékelők segítségével működnek.

Kezdetben fényképezőgép segítségével, sorozatfelvételekkel elemezték a mozgást, mára viszont digitális kamerák állnak a rendelkezésünkre, mellyel magas tér-idő felbontásban tudjuk rögzíteni a teljes mozgást. A fejlődésnek köszönhetően nem okoz gondot az olyan gyors és dinamikus mozgások pontos és kiváló minőségű rögzítése sem, mint egy tenisz mérkőzésen a teniszlabda elütése. A mozgás pontos észlelése akárcsak a jelek feldolgozása alapvető tulajdonsága a mozgáselemző szoftvereknek.

7.4.1.2 Vizuális követő rendszerek

Mozgáselemzés végezhetünk két, vagy három dimenzióban. A kétdimenziós mozgáselemzés elvégzéséhez egy egyszerű kamerára van szükségünk, mely segítségével olyan mozgásokat tudunk pontosan rögzíteni, mint az egyszerű egysíkú mozgások (könyökhajlítás, az emberi test mozgása is ilyen, ha a teljes testet vesszük figyelembe).

Minél komplexebb mozgásokat elemzünk, annál inkább csökken a kétdimenziós mozgáselemzés pontossága. Számos olyan kapcsolt cselekvés létezik azonban, ami három dimenzióban elemezhető.

Annak eldöntése, hogy két, vagy három dimenzióban elemzünk, a mozgás átfogó megértésén és a mozgás számszerűsítéséhez alkalmazott paramétereken alapszik. A pontos eredmények alapja a kamera megfelelő helyzete. Kétdimenziós elemzés során annak érdekében, hogy elkerüljük a kép torzulását, a kamerát a mozgás síkjára merőlegesen kell elhelyezni, olyan távol a mozgástól, amilyen távol csak lehetséges.

A háromdimenziós elemzés sokkal pontosabb és részletesebb információval szolgál az elemezni kívánt mozgással kapcsolatban. A három dimenzió alkalmazása abban az esetben szükséges, amikor a mozgás jóval komplexebb elemeket is tartalmaz. Minél több dimenziójú a mozgás elemzése, annál nagyobb a technológia igénye a mozgás rögzítésének. A legegyszerűbb megvalósítás esetében is szükség van még egy kamerára, mely a korábbira merőlegesen helyezkedik el. Azonban minél összetettebb egy mozgás (kitakarás stb.), annál



valószínűbb, hogy „láthatatlan pontok” jelentkeznek. Annak érdekében, hogy a legmegfelelőbb eredményt érjük el legalább két kamera szükséges a mért pontok esetében, de a pontosság tovább növelhető (redundancia) további kamerák hozzáadásával

A kamerák számának növelésével párhuzamosan nem csak a hardverek száma növekszik, hanem az adatok feldolgozásával kapcsolatos számítási és humán-erőforrás igény is.

7.4.1.3 Videó alapú háromdimenziós mozgáselemzés

A videó alapú rendszereket lehet függetlenül működő kamerákkal is használni, azonban fontos, hogy a kamerák közvetlenül kapcsolódjanak a számítógéphez. A függetlenül működő kamerák esetében fontos, hogy legyen egy egyedi kiindulási pont az elemzés kezdetekor, ugyanis ennek hiányában időben eltolódhatnak a felvételek. Az egyéni indítás esetében szinte várható, hogy nem szinkronizálva történik. Ezt a problémát fokozza, ha kevesebb képet készítünk másodpercenként, mert ebben az esetben sokkal nagyobb az esélye a lehetséges időeltolódásnak a két vagy több kamera esetében. Az indító jel kialakítását és az időeltolódást el lehet kerülni, amennyiben a kamerákat egy mozgáselemző szoftver működteti.

7.4.1.4 Marker nélküli videó elemzés

A marker nélküli videó elemzéseket úgynevezett offline rendszereknek is hívják, ugyanis az azonosításra szolgáló tájékozási pontokat utólag veszik fel. Ennek a rendszernek a nagy előnye, hogy olyan helyzetekben is lehet alkalmazni, amikor nem lehet markereket rögzíteni, például Olimpiai Játékokon, vagy más világeseményeken. Az azonosítás történhet manuálisan vagy automatikusan. Előbbi esetében a pontok bejelölése az egér segítségével, manuális digitalizálással történik, mely rendkívül monoton, idő- és humán-erőforrás igényes folyamat. A nehézségek ellenére rendkívül fontos folyamat a marker nélküli mozgáselemzés, ugyanis a valós életből származó adatokat – melyek laboratóriumi körülmények között megismételhetetlenek – csak ilyen módszerrel tudjuk vizsgálni (pl. Londoni Olimpia: Usain Bolt 100m döntő, 2012). Az automatikus marker nélküli mozgás követés a test körvonalainak felismerésén alapszik.



7.4.1.5 *Markeres videó elemzés*

Ennek a típusnak a használata során a vizsgálni kívánt objektumnak a mozgás szempontjából legfontosabb pontjait markerekkel kell megjelölni, az elemző ezeknek a markereknek a helyzetét követi nyomon. A markereket úgy tervezték, hogy a lehető legnagyobb legyen a környező pixelek közötti kontraszt. Alapvetően megkülönböztetünk aktív és passzív markereket.

Az aktív markerek valamilyen fény-, vagy hangjelzéssel működnek, míg a passzív markerek nem küldenek jeleket. Passzív markerek használata esetén nincs szükség összeköttetésre a mozgó objektum és az elemző között, a stratégiailag fontos pontokhoz kell rögzíteni a könnyű, speciális retroreflektív anyaggal bevont, vagy a környezetüktől jelentősen eltérő színnel (fehér-fekete) kialakított markereket. Ennek a megoldásnak előnye, hogy a felhelyezés és a viselés nem jelent kényelmetlenséget, így a mozgáselemzés nem befolyásolja magát a mozgást. A passzív markerek hátránya, hogy markereket a róluk felvett képek alapján azonosítani kell, melyeket később a szoftver referenciaként használ. A kamerák által felvett képeken a markereket környezetüktől fényességük alapján lehet elkülöníteni.

A mozgást analizáló szempontjából a markerek információ vivőnek tekinthetők, középpontjuk koordinátáinak ismerete tulajdonképpen a megjelölt pontok helyzetének ismeretét jelenti. A mozgások vizsgálata során az egyes markerek trajektóriáinak felvételét nehezíti, ha valamelyik kamera felől nézve átfedés vagy takarás történik. Az ilyen, nem egyértelmű helyzetek feloldását a többi kamera által látott kép(ek)ből lehet elvégezni. Az eredményes mozgásanalízishez először a stratégiailag fontos pontokat kell kijelölni. Emberi járás analízisének ezek: boka, térd, csípő, váll, könyök csukló és fej.

A szabadidős- és versenysportolók esetében is rendkívül fontossággal bírnak az ilyen rendszerek. Például egy versenysportoló esetében (pl. futó), amikor század-, tized másodpercek döntenek a helyezések között, a mozgáselemzés segíthet a jobb eredmény elérésében. A rendszer segítségével minimális eltérések is észrevehetők, melyek szabad szemmel nem láthatók. Egy futás és járás vizsgálatával foglalkozó cég például markerek berajzolását követően négy nagyfelbontású kamerával, több látószögből veszi fel a vizsgált



személy futását és többek között olyan kérdésekre ad választ az elemzés, mint mi az egészséges futóstílus a számomra, hogyan futok, mit kell javítanom, hogyan növelhetem a futásom hatékonyságát. A vizsgálat nem csak élsportolók számára elérhető, hanem a lakosság számára is.

7.4.1.6 Infravörös rendszerek

Az infravörös rendszerek használata speciális kamerákat igényelnek, melyek képesek rögzíteni az infravörös, vagy közel infravörös fényt visszaverő markereket. Ezek a rendszerek ellenőrzött (laboratóriumi) körülmények között használhatók, kerülve a tükröződő anyagokat illetve a napfényt. A kamera és egyéb eszközök (pl. gyorsulásmérő) szinkronizációja, az adatgyűjtés és a kamera tulajdonságainak beállítása (frekvencia, zársebesség) teljes egészében számítógép-vezérelt ezáltal nincs szükség az utófolyamatokra (adatpontok szinkronizációjára). A környezeti fényelnyomás növelésére a markereket infravörös fénnel világítják meg stroboszkóposan. A környezeti fényelnyomást tovább növeli a kamera lencséjére helyezett, infravörös tartományban áteresztő szűrő.

7.4.1.7 Ultrahangos rendszerek

Az ultrahangos rendszerek esetében a markerek ultrahangot bocsátanak ki, melyet több mikrofon rögzít. Amikor egy marker ultrahangot bocsát ki, akkor a mikrofonok eltérő időintervallumban érzékelik a hangot annak függvényében, hogy milyen messze helyezkednek el a markertől. Három mikrofont használva a markerek pontos helyzetét (három dimenziós koordinátáit) meg lehet határozni. Általánosságban elmondható, hogy az ilyen rendszerek alacsony frekvencián működnek (50 Hz / marker). Ez a frekvencia érték tovább csökkenthető abban az esetben, ha növeljük a markerek számát, ám arra figyelni kell, hogy elkerüljük a markerek egyidejű jelküldését. Fontos továbbá az is, hogy ne legyen akadálya a hang terjedésének. A rendszer kis hatósugarából következően, rögzített helyen végzett mozgások elemzésére alkalmas, például a járás vizsgálata egy futópadon.



7.4.1.8 Inerciális mérőeszközök

A giroszkópok, gyorsulásmérők és bizonyos esetekben a magnetométerek kombinációja új megközelítésbe helyezi a mozgáselemzést.

A gyorsulásmérő (accelerometer) szenzor számtalan helyen használatos, például az okostelefonokban, tabletekben ahol arra szolgál, hogy a készülékek érzékelni tudják a különböző mozgásokat, amelyekhez így automatikus feladatokat lehet párosítani. A leggyakoribb felhasználási módja az, amikor a telefont forgatva a képernyő tájolási módja is ezzel szinkronban változik a fekvő és az álló képmegjelenítés között.

A gyorsulásmérő valójában nem a fizikai gyorsulást mutatja meg, hanem a készülék térbeli mozgásáról ad információt. A gyorsulásmérő pozíció meghatározó értéke egy háromdimenziós vektorban ábrázolható. A háromdimenziós vektor X , Y , Z koordinátái -1 -től $+1$ intervallumon belül vehetnek fel értéket. A három koordináta érték (x,y,z) azt mutatja meg, hogy például a készülék mennyire van megdőntve az alapértelmezett térbeli koordináta rendszerhez képest.

A giroszkóp nagyon hasonló az előző részben tárgyalt gyorsulásmérő eszközhöz. Míg a gyorsulásmérő megmondja, hogy például a telefonunk milyen x,y,z pozícióban van, addig a giroszkóp arról tájékoztat, hogy ezt a pozíciót milyen gyorsan érte el a készülék.

Tehát mozgás során a giroszkóp az X , Y , Z térbeli koordináta rendszerben megmondja, hogy az X , Y , Z tengelyeihez viszonyított elmozdulás sebessége mekkora.

A kamerarendszerek segítségével képesek vagyunk komplex emberi mozgások elemzésére. Minél több kamerával dolgozunk, annál pontosabban tudjuk követni a mozgás, akár csapatjátékok esetében is.

7.4.1.9 Utómunkálatok

Bármely eszköz, rendszer által rögzített kinematikai adat esetén szükséges az adatok utófeldolgozása is. Az első lépés az adatok kiszűrése, hogy az úgynevezett műtermékeket eltávolítsuk. A műtermékek torzítják a mérési eredményeinket, ezért fontos az adatok



szűrése. Az ilyen „feleslegek” például közvetlenül a mozgás rögzítéséből, vagy éppen a bőrmozgásból adódhatnak. A kamera alapú rendszerek esetében is képződhetnek műtermékek, amikor nem ismeri fel pontosan a követett objektumot, például a marker kitakarás, vagy éppen rossz fényviszonyok esetén. A koordináta adatok között hiányozni fognak azok a részek, amikor a probléma fennállt, ám különböző interpolációs eljárások segítségével megbecsülhetők ezek a hiányosságok, abban az esetben, ha rövid ideig nem detektálta a megfigyelési pontot. Egy másik megoldás a hiányzó adatok pótlására, ha más markerektől szerezzük be a szükséges információt. Amikor egyszerre több markerrel dolgozunk, akkor a bőrmozgás okozta eltéréseket is eredményesebben tudjuk szűrni. Ha pedig szoftveresen dolgozunk (mozgáselemző szoftver), akkor beépített algoritmusok segítik a hiányzó adatok interpolációját, valamint a műtermékek kiszűrését. A szűrés és közelítő értékek számítása jelentősen függ a nyersadatok minőségétől, az adatgyűjtés gyakoriságától és a rögzített mozgástól.

7.4.2 Mérközéselemző rendszerek

A technika az elmúlt évtizedekben begyűrűzött az élsportba is, melyet legszembetűnőbben a labdarúgás “evolúciójában” figyelhetünk meg. A felkészítések, az edzésmódszerek, a táplálkozás, a rehabilitáció fejlődésének hála, a játékosok és maga a játék is felgyorsult, megváltozott. Például a mai futballban az elit bajnokságok minden mérkőzése rögzítésre kerül. Ezen felvételeknek köszönhetően a csapatok tökéletesen felkészülhetnek ellenfeleikből, továbbá kiismerhetik és kijavíthatják saját hibáikat.

Ez nem mindig volt így. Egészen a 70-es évekig csak nagyon korlátozott lehetőségek voltak a saját mérkőzésekről készült felvételek megtekintésére. Az ellenfelekről készült videók rendszeres beszerzése kiváltságnak számított. A 80-as évektől a helyzet folyamatosan javult és a profi csapatok ezt a lehetőséget egyre inkább kihasználták. A saját mérkőzéseket rendszeresen elemezve folyamatosan korrigálták a taktikai hiányosságokat. Az ellenfeleket feltérképezve felkészültek azok gyengéiből. Gyenge pontokat keresve taktikát építettek a hiányosságokra. Az átgazolásoknál a kiszemelt játékosokról készített felvételek manapság



már “kötelező jelleggel” megtekintésre kerülnek. Kijelenthetjük, hogy a labdarúgás változásának egyik katalizátora a mérkőzések közvetítése, rögzítése volt.

A technika fejlődése a labdarúgás fejlesztését tovább gyorsította. A kamerák és a számítógépes szoftverek javulásával újabb dimenziók nyíltak meg a labdarúgásban is. Digitális elemzésekkel manapság már képes a tudomány a mérkőzések összes mozzanatát dokumentálni, elemezni. Az így nyert adatok objektív és tárgyilagos képet adnak vissza a stábnak. A számok a maguk valóságában képesek rávilágítani a csapat (és azon belül minden egyes játékos) erőnyeire és gyengeségeire. Az efféle elemzésekkel azok a részletek is kirajzolódnak, amelyek eddig rejtve maradtak.

A számítógépes elemzések azon innovációk közé tartoznak, amelyek folyamatosan gyűrűznek a profi labdarúgásba, de más sportágak is profitálnak belőle (jégkorong, kosárlabda, amerikai foci stb.). A szolgáltatás néhány évvel ezelőtt még megfizethetetlen volt az alacsony költségvetésű csapatoknak. A folyamatos fejlesztéseknek köszönhetően immár elérhető mindenkinek.

A mérkőzéselemzés során elsősorban a teljesítményt taktikai megközelítésből vizsgáljuk egyéni, vagy csapat szinten. A technológia robbanásszerű változása lehetővé tette minden szinten (amatőr, profi sport), hogy a sporttal foglalkozó szakemberek komoly adatbázisokra épülő számítógép vezérelt elemzéseket hajtsanak végre. A technológia folyamatos és intenzív változása révén könnyen elképzelhető, hogy amit most leírunk a következő évben már elavult módszernek, megoldásnak tekinthető. A mérkőzéselemző rendszerek tekintetében megkülönböztetünk általános és speciális rendszereket. Nevéből adódóan a speciális szoftverek valamilyen konkrét sportág elemzésével foglalkoznak.

7.4.2.1 Általános mérkőzéselemző rendszerek

Az általános célú mérkőzéselemző szoftverek, teljes mértékben testre szabhatók, így a felhasználója dönti el, hogy milyen sportágra alakítja ki. Tipikusan jó példa erre a Sportcode rendszere. Az általános felhasználású mérkőzéselemző rendszerek alapvetően arra képesek, hogy a mérkőzés videofelvételét indexeljék, azaz bejelöljék a legfontosabb események helyét. Azt hogy milyen kategóriákba (pl. labdarúgás esetén: szögletek, szabadrúgások,



szabálytalanságok, gólok stb.) rendezik az eseményeket, a sportszakember dönti el és hozza létre a rendszerben. A rendszerrel szemben fontos követelmény, hogy képes legyen a videofelvétel rögzítésére és indexelésére, különféle szempontok alapján lekérdezések végrehajtására, továbbá statisztikai adatok, ábrák megjelenítésére és interaktív videók elkészítésére. Mint, ahogy minden rendszernek az általános mérkőzéselemző rendszereknek is vannak előnyei és hátrányai. Előnyként említhetjük azt, hogy több sport esetében is alkalmazhatjuk a rendszert, így jelentős költséget spórolhatunk meg. Az adatokat és egyéb elemzéseket ki tudjuk exportálni egyéb adatfeldolgozó, vagy megjelenítő programba, továbbá olyan gépeken is meg tudjuk jeleníteni ezeket, ahol nincs telepítve a program. Hátrányként említhető meg a rendszer azon hiányossága, hogy sportág specifikus adatszerkezetek hiányozhatnak a rendszerből. Nehéz egy sablont kialakítani az összes sportra vetítve. Bizonyos sportágak esetében különleges megjelenítő eszközöket alkalmaznak (pl. speciális diagram), így ezeket szinte csak úgy tudják elkészíteni, ha előtte kiexportálták az adatokat egy másik programba és abban készítik el a szükséges megjelenést.

Kétféleképpen rögzíthetjük a mérkőzés eseményeit: egy adott időpillanatra, vagy időintervallumra vonatkoztatva. Az utóbbira kifejezetten jó példa azon csapatjátékok, ahol kiemelten fontos szempont a labdabirtoklás. Az egyes rendszerek esetében eltérően alkalmazzák az események rögzítését, van ahol mindkét mód rendelkezésre áll, de van olyan rendszer is, ahol csak időpillanatot rögzíthetünk.

Az eseménykategóriák kódolását követően az események rögzítésére általában egy adatbeviteli felületen történik a rendszeren belül. A rögzítést követően kialakult eseménylista megjelenítése is változatos az egyes rendszerek esetében. Van, ahol csak egy táblázatban felsorolásként jelenik meg, de van olyan rendszer is, ahol egyfajta grafikus idővonal formájában ábrázolják. Az egyes eseményeknek számos tulajdonságát tudjuk rögzíteni. Például egy passz esetében, a célszemély, a pozíció, az eredményessége stb.

A kódolást követően az elemzésre kerül sor, majd pedig az összefoglalók készítése következik, melyben az adott mérkőzés legfontosabb és legtanulságosabb eseményeit vágják össze.



7.4.2.2 *Speciális mérkőzéselemző rendszerek*

A speciális mérkőzéselemző rendszerek, egy konkrét sportágra szakosodott rendszereket foglalja magában, melyek kifejezetten csak azt a típust tudják elemezni. Például a labdarúgás esetében kifejezetten ilyen rendszer a Prozone. A specializált rendszerek előnye, hogy az adott sportágra vonatkozóan sokkal specifikusabb és részletesebb lehetőséget kínál fel a felhasználó számára. Csak azokat az adatokat és funkciókat tartalmazza, melyek feltétlenül szükségesek. Az adott sportágban előforduló speciális eseményeket jobban tudja kezelni és nem szükséges kompromisszumot hozni az általános elemző rendszerekkel szemben. A Prozone rendszer egy jól ismert játékos követő rendszer a labdarúgás vonatkozásában. Nagy előnye a rendszernek, hogy nem kell minden egyes stadion esetében telepíteni, és akár a kis csapatok számára is elérhető. A rendszer annyival több, mint egy általános elemző rendszer, hogy sportág specifikus elemeket is tartalmaz például a passzok irányának megjelenítése.

7.4.2.3 *Annotációs rendszerek*

A sportdiagnosztikában és kiváltképp a mérkőzéselemzés során kulcsfontosságú a sportteljesítményt leíró releváns adatok gyűjtése. Egy mérkőzés közben néhány nyersadatot még hagyományos jelölési technikákkal le tudunk írni, ám részletes információgyűjtést és elemzést utólagos megfigyelés segítségével (videofelvételek alapján) végezhetünk.

A mérkőzéselemző szoftverek interaktív videók felhasználásával mindenki számára elérhetővé váltak az elmúlt 15 évben, melynek eredményeképp rendkívül széles funkcionalitással és alkalmazási lehetőségekkel rendelkező megoldások születtek. A mérkőzéselemzés egységes folyamata révén a jelenlegi szoftver-eszközök az adatgyűjtést, adatelemzést és az adatok megjelenítését teszik lehetővé. Mindhárom esetében szükséges egy videó interfész, mely napjaink elvárásainak megfelelő funkciókkal kell rendelkeznie (pl.: a videó teljes kezelhetősége, több ablakos megjelenés stb.).

Elsődlegesen csapatsportok esetén fontos a videó elemzés készítése, melyek számos előnnyel járnak, például:

- A videofelvételek tárolhatók, bármikor ismételten megtekinthetők, újraelemezhetők.



- A csapatsportok esetében, amikor egyszerre több játékos mozgását, helyezkedését és teljesítményét kell megfigyelni és rögzíteni az adatokat szinte kizárólag videó elemzés segítségével lehetséges.
- Taktikai elemek kiemelése, az egyes játékhelyzetek elemzés
- Már a szünetben rendelkezésre állhatnak olyan információk, melyeket be lehet mutatni a játékosoknak (például két-három kulcsszituáció, teljesítményadat stb.).
- Személyre vagy csapatrészre szabott előadásokat készíthetünk a játékosoknak, mely jobban elősegíti a tanulási folyamatot.
- A fejlett technológiának köszönhetően, könnyedén indexelhetjük a mérkőzéseket és elláthatjuk különféle grafikus jelölésekkel a könnyebb megértés okán. Az automatikus rendszerek közvetlenül a mérkőzést követően (akár közben is) képesek megjeleníteni és ábrázolni a mérkőzésen nyújtott teljesítményt és a mérkőzés alapstatisztikáit.

Az adatgyűjtés elsődlegesen a sportszakemberek, vagy kifejezetten az elemzéssel foglalkozó szakemberek feladata, ezért a kezelőfelület adottságai és könnyű kezelhetősége sokkal fontosabb szempont. Az egyszerű címkézős rendszerektől kezdődően a sokkal komplexebb kategória rendszerekig különféle alkalmazásokat találhatunk, melyek kiválasztása fontos a mérkőzéssel kapcsolatos adatgyűjtést megelőzően. A komplex adatgyűjtésre kifejezetten jó példa egy teniszmérkőzés elemzése. Maga a tenis� nem más elemzői megközelítésből, mint ütések sorozata. Az egyes ütéseknek számos tulajdonsága van (ki ütötte, típusa, iránya, csavarás fajtája, technikája, következménye), melyeket szintén rögzíteni kell. A jelölő rendszer nem tartalmaz térbeli adatokat, ezeket konkrétan a tenispálya bittérképén kell jelölni. A kialakított jelölési elveket a rendszernek képesnek kell lenni sablonként elmenteni a későbbi felhasználás miatt, melyeket természetesen egy adatbázisban tárolunk.

Napjainkban olyan szoftverekkel is dolgozhatunk, melyek alkalmasak az online elemzésre, azaz mérkőzés közben tudjuk rögzíteni kívánt megjegyzés kategóriákat.

Az adatok elemzésével foglalkozó rész kialakítása komoly kihívásokat jelent a fejlesztők



számára az igen változatos felhasználói igények miatt. Tovább nehezíti a feladatot, ha az elemző rendszert nem csak egy sportban kívánják hasznosítani, mivel sportonként eltérőek a mérkőzés adatai, ezért nagyon fontos, hogy az adatokat ki lehessen exportálni a rendszerből.

Amennyiben az elemző rendszer nem csak analizálásra szolgál, hanem szeretnénk a játékosoknak is bemutatni a teljesítményüket, akkor fontos a rendszer esetében az adatok megjelenítésére is fókuszálni. A mennyiségi ismérveket egyszerű grafikonok és ábrák segítségével ismertethetjük, és kiemelt feladat a mérkőzés legfontosabb jeleneteinek a rögzítése és tárolása.

Az egyes játékhelyzetek esetén a még hatékonyabb szemléltetés miatt, grafikus felületen tudunk egyszerű nyilakat, vonalakat berajzolni a videóra, ezáltal még inkább hangsúlyozva a taktikai elemeket.

7.4.2.4 Játékoskövető rendszerek

Az elmúlt évtized legjelentősebb technológiai innovációja a csapatjátékok teljesítményelemzése során a játékos követő rendszerek, melyek új lehetőségek kapuit nyitották meg a taktikai elemzéseknél. Az edzésen és a mérkőzésen nyújtott teljesítmények mérhetővé válnak az edzők számára, de hasznos információkkal látják el magát a játékosokat és a statisztikai adatok iránt érdeklődőket is. Több követési technológia is elérhető, melyek közül a leggyakrabban alkalmazott módszerek a következőkben kerülnek ismertetésre.

A GPS technológia a legelterjedtebb módszer a játékosok követésére az alacsony költsége miatt. A GPS készüléket a játékosok magukon viselik, valamilyen speciális rögzítés (mellény) segítségével a felkaron, vagy a háton. A GPS jelek segítségével, melyet a játékos által viselt eszköz kibocsát meg lehet határozni a megtett távolságot, melyből ki lehet számítani a sebességet is. Az adatokat, vagy egy szintén a játékos által viselt eszköz tárolja (óra), vagy vezeték nélküli kapcsolaton keresztül jutnak el közvetlenül a számítógéphez. Az olyan GPS eszközök melyek már alkalmasak a sportteljesítmények vizsgálatára drágábbak és a mintavételi arányuk is nagyobb a hagyományos GPS eszközökkel szemben (5-10 Hz – 1 Hz). A még pontosabb mérések miatt a korszerű játékoskövető GPS rendszereket



kiegészítik egyéb szenzorokkal, mint például gyorsulásmérő, vagy giroszkóp. A hátránya ezeknek a rendszereknek, hogy a külső körülményekre érzékenyek például a jelerősség csökken nagyobb épületek környezetében, de szintén befolyásolja a működést az aktuális légköri viszonyok. Szintén hátránya a rendszereknek, hogy a sporttevékenységtől függően maga a viselt eszközben is probléma merülhet fel (árnyékolás, takarás).

A mérkőzés elemzése során az ilyen rendszerek alapvetően a megtett távolságot és az átlagsebességet pontosan meg tudják határozni, viszont az aktuális sebességet a gyorsulás és lassulás mértéket nem.

Az edzés során az összegyűjtött adatokat egy szerverre továbbítják, melyet az edző egy számítógépen, vagy tableten elérve a teljesítmény adatokat online módon különféle elemző programok segítségével értékelni tudja, és azonnal vissza tud jelezni a sportolónak (8. ábra).

Egy komplex elemző rendszer segítségével a sportoló egyedi fizikai paramétereinek függvényében (pulzus stb.) egyénre szabhatjuk a terhelést. Az adott mérkőzés pontosan elemezhető a fizikai paraméterek tükrében (futómennyiség, sebesség, gyorsulás, fékezés), mely segítségével hatékonyra tehető a felkészülés. A nemzetközi referencia adatokra építve egyénre és pozícióra szabva lehet az edzéseket felépíteni, ezáltal növelve a csapat és a sportoló teljesítményét.

A rádióhullámokon alapuló játékos követő rendszerek hasonló elven működnek a GPS-es rendszerekkel, ám területileg sokkal korlátozottabbak (például egy labdarúgó pályán megfelelően használható). A játékosok egy úgynevezett transzpondert visel, amely válaszol a hagyományos rádiójelekre egy ultra szélessávú rövid impulzusú rádiójellel. Az ultra szélessávú modulációs jeleket egy a megfigyelt területen található szenzorok fogadják, majd továbbítják a számítógép felé. Ez a fajta megfigyelés pontosabb, mint a GPS-es technológia, például bizonyos rendszerek esetében pontosabban egy adott időpillanatban mért sebességet, gyorsulást és lassulást. A GPS-hez hasonlóan teljesen automatikusan működtethető, ám viszonylag költséges megoldás, ugyanakkor a legnagyobb hátránya mégis az, hogy a transzponderek kényelmetlenségében keresendők.

Az RFID technológia is megjelent a sportban. Például az amerikai fociliga 2015-ös



szezonjában minden egyes játékost 2 apró RFID tag-gel láttak, melyek másodpercenként 15-25 egyedi rádiójelet bocsát ki magából. Ezeket a jeleket az olvasó antennák veszik és ezáltal hajszálpontosan meg tudják határozni a játékosok pozícióját, pulzusát, követési sebességét, gyorsulását és a megtett távolságot, mindezt valós időben. A stadionokban kihelyezett 14-20 olvasó továbbítja az adatokat a központi egységhez, ahol algoritmusok összesítik azokat és megjeleníti egy elemző szoftver segítségével.

A kalibrált kamerarendszerek segítségével történő kép alapú játékos követő rendszerek esetében a sportolóknak nem kell semmilyen eszközt felvenniük ahhoz, hogy elemezni tudják a teljesítményüket. Ebből következőleg szinte bármilyen sportágban, szinte bármilyen körülmény között elemezhetjük a verseny- és edzésterjesztést. Habár mozgó kamerák is alkalmasak a követésre, de a legtöbb ilyen kamerás rendszer fix rögzítésű, ezáltal csökkentve a kalibrációs problémákat. Annak függvényében, hogy milyen méretű területen kell elemezni, 1-16 kamera kerül kihelyezésre (minél magasabb pozícióba) az adott sportlétesítményben. Minden egyes kamera egy szeletét vizsgálja a pályának és a pálya felfestései segítségével történik a kétdimenziós kalibráció. Ennek megfelelően, ha egy játékos megjelenik a kamerában a vizsgált területen, könnyen érzékelhetővé válik számára és megjelöli a releváns pixeleket. A kalibrációnak köszönhetően a pixelek koordinátái könnyen átkonvertálhatók a valós koordinátákra. A csapatsportok esetében alkalmazott video alapú játékos követő rendszerek esetében fontos a játékosok megkülönböztetése és az időbeli összekapcsolásuk, hogy az egyes képeken sikeresen felismerje ugyanazt a játékost. A kalibrálás során sok meghatározott bonyolult feladatot kell elvégezni. Az egyes játékosok azonosításában a mezek színe, a hajszín, de akár a cipő színe is segítséget jelenthet, kifejezetten olyan esetekben, amikor a játékosok nagyon közel helyezkednek el egymáshoz képest. Ilyen esetben az elsődleges célkitűzés, hogy minél hamarabb ismételt detektálható legyen a követendő játékos. Az átfedések leküzdésére a többkamerás megoldások megfelelőek lehetnek, továbbá a megfelelő követést a kamerák felbontásával is növelhetjük. Egy kiváló módszer a játékosok követésére, ha a mezsámokat vesszük alapul, de ennek a feltétele az olyan nagy felbontású, magas minőségű felvételek készítése, melyen tisztán kiolvasható a szám. Ugyanakkor fontos, hogy a minőséggel együtt a feldolgozási idő és



erőforrás igény is növekedhet, tehát nem csak a kamerát érinti a fejlesztés.

7.4.2.5 Megjelenítő, vizualizációs rendszerek

A sportteljesítmény kulcsfontosságú tényezőinek a megjelenítése egy nagyon fontos területévé vált a mérkőzéselemzéseknek, kiváltképp a TV közvetítéseknek. Az egyes mérkőzések közvetítése során nem csak és kizárólag magát a mérkőzést tekinthetjük meg, hanem mélyreható elemzéseket láthatunk a játékosokról és a csapatokról. Az ilyen vizualizációs rendszerekkel szembeni elvárás nagy, mivel képesnek kell lenniük szinte közvetlenül a sportesemény után attraktív módon megjeleníteni a különböző adatokat, adott esetben grafikonokon ábrázolva. A gyorsaság és az adatok mennyisége miatt az ilyen rendszerek nagy teljesítményű szoftvereket és a hozzá kapcsolódó szintén komoly teljesítményű hardver eszközöket igényelnek.

7.4.2.6 Gyakorlati példák

A Nemzetközi Röplabda Szövetség (FIVB) a röplabda technológiai fejlesztésére irányuló törekvéseinek egyik állomásaként egy sportanalitikai rendszert vásárolt meg, mely a mérkőzésadatok és statisztikák valós idejű létrehozásának legfejlettebb módját kínálja. A szurkolók a mozgásokkal, a játékosok és a labda sebességével, a leütések szögével kapcsolatos információkkal kiegészítve egy weboldalon nézhetnek újra bizonyos mérkőzéseket. A teljesen automatizált professzionális rendszer hat, a pálya körül elhelyezett, számítógéphez csatlakoztatott kamerával dolgozik, amelyek képét három algoritmus elemzi.

Egy amerikai cég létrehozott egy ingyenes edzőprogramot, amelyben a kihívást kereső résztvevőknek 3 hét alatt 3000-szer kell sikeresen kosárra dobniuk. A programban részt vesz több sportoló és sportszakember is, ők vezetik majd a heti online foglalkozásokat a résztvevőknek. Maga a rendszer egy csuklóra rögzíthető szenzor által szolgáltatott adatokat használja arra, hogy egy mobil applikáción keresztül azonnal statisztikákat és egyéb visszajelzéseket szolgáltatson a játékos teljesítményéről.

A kanadai Nemzeti Jégkorong Ligában (NHL) apró chipeket, úgynevezett RFID címkéket szerelnek a játékosokra illetve magára a korongra, ami lehetővé teszi, hogy élőben kövessék



a pályán végbemenő összes mozgást, így például azt, hogy mennyit mozognak a játékosok, és hogy valós időben illetve általában mekkora sebességgel haladnak. Weboldalakon és mobil alkalmazásokon keresztül, jutnak el az egyes mérkőzések adatait a csapatokhoz, s így tájékoztatják a médiát és a szurkolókat is, akiknek a technológia révén még nagyobb élménnyé válhat a meccsek követése.

7.5. Modellezés és szimuláció

Modellezés: A sportban a modellezésnek nagy szerepe van a helyes helyzetfelismerés és a megfelelő reagálás a kulcs a győzelemhez. A megfigyeléseken alapuló biomechanikus modellek jellemzően jól ki vannak dolgozva, addig a dinamikus modellek még finomításra szorulnak. A modellek fő problémája a komponensek reagálása és a modellek felépítése.

Szimuláció: A segítségével a játékosokról és a csapatról rendelkezésre álló adatok alapján meg lehet "jósolni" az adott edzésprogram és taktika hatását. Természetesen minél komplexebb egy rendszer, valamint minél kevesebb adat áll rendelkezésre annál inkább nő az esély arra, hogy a szimuláció nem az elvárt módon fog működni. Az utóbbi években olyan területek is megjelentek, mint például a fuzzy modellezés valamint a neurális hálózatok és a mintázatelemzés.

7.5.1 IKT a sporttanulásban és tréningben

Baca alapján a következő fontos követelmények merülnek fel IKT sporttanulásban történő felhasználásában:

1. Alapelvek az IKT sporttanulási használata során:

- Könnyen kezelhető,
- A sportoktatási elméletre támaszkodó és tudományosan megalapozott legyen,

2. Az instrukciók a képzés során

- Érthető és egyértelmű,
- Az elvégzendő feladatra és célokra, valamint a végrehajtás módjára tájékoztatást adó,
- Szóban, vizuálisan vagy audio-vizuálisan megadható,



3. Egyénre szabható interaktív oktatási anyagok használata célszerű,
4. Könnyen kezelhető, áttekinthető kezelőfelület javasolt,
5. A mobil és beépülő eszközök elősegítik a helytől és időtől független képzést,
6. Az edzés során nagy hangsúlyt kell helyezni az önkontrollra és a visszajelzésre.

A teljesség igénye nélkül a következő területeken nagyon jól használható tréningre az IKT.

Videótechnika: A rögzített felvételek lehetővé teszik az egyes mozdulatok elsajátítását, azok objektív kontrollját, begyakorlását.

Mérőműszeres tréning: A pontos valósídejű biomechanikai és pszichológiai adatrögzítés olyan visszajelzést ad amely kiegészítő információt ad mozdulat karakterisztikájáról. A visszajelzés történhet hang vagy fényjelzéssel.

Animáció és szimuláció: Tipikusan komplex mozdulatsorok gyakorlásakor a vizuális szemléltetés jobban használható a szóbeli magyarázatnál. Az eltérő szögekből és lejátszási sebességgel történő visszanézés nagy lehetőségeket nyújt.

Kiterjesztett valóság, virtuális valóság: A játékos a valódi tárgyakra mintegy rávetítve jelenítheti meg például kosárlabda esetén az ideális röppályát. A virtuális edzés pedig különösen olyan sportágaknál előnyös, amelyek időjárástól vagy helytől függenek (például téli sportok).

A kommunikáció és együttműködés eszközei: A különböző blogok, fórumok már régóta használatosak, de a hallgatók bevonására épülő rendszerek új területeket nyitnak meg a képzésben. A képzés során lehetővé válik az azonnali visszajelzés, kérdésfeltevés. Általában az ilyen rendszereknél a hallgatóknál lévő beviteli eszközzel (például okostelefon, laptop) válik lehetővé a visszajelzés.



FELHASZNÁLT IRODALOM

Adidas. 2014. Available from: <http://micoach.adidas.com>.

Baca A. (Edited) (2015): Computer science in sport : research and practice , Routledge, ISBN: 978-0-415-71545-4

Balogh L., Győri F., Hajduné Petrovszki Z., Mikulán R., Molnár A., Szablics P., Szász A., Vári B. (2015): Sporttudomány a mindennapos testnevelés szolgálatában, Szeged: Szegedi Tudományegyetem Juhász Gyula Pedagógusképző Kar Testnevelési és Sporttudományi Intézet, 172 p., ISBN 978-963-306-377-4

Barton, J.: Biomechanika. Nemzeti Tankönyvkiadó (Budapest, 1983)

Carling C. – Williams M. A. – Reilly T. (2006): Handbook of Soccer Match Analysis, Routledge, London, 184 pp., ISBN 0-203-44862-6

Dabnichki P., Baca A. (Editors) (2014): Computers in Sport, WITpress, Boston, ISBN: 978-1-84561-064-4

Edgecomb S. T. – Norton K. I. (2006): Comparison of global positioning and computer-based tracking systems for measuring player movement distance during Australian Football, Journal of Science and Medicine in Sport (2006) 9, pp. 25-32.

Footlogger. 2014. Available from: <http://footlogger.com>.

Herdon M., Szilágyi R., Várallyai L. (2012): Számítógépes kommunikáció az agrárgazdaságban, Budapest: Mezőgazda Kiadó, 2012. 215 p. ISBN:978-963-286-664-2

Holanek Zoltán (2014): Mérkőzés- és teljesítményanalízis GPS és Polar rendszerrel, UEFA Coaching Programme

<http://catalogsport.de>

<http://computerworld.hu/computerworld/atletika-uszas-adatbanyaszat.html>

<http://ensport.hu/mozgaselemzes/>

<http://techinfographics.com/the-history-of-wearable-technology/>



<http://videoanalytics.technology/?p=15178>

<http://videoanalytics.technology/?p=15234>

<http://videoanalytics.technology/?p=5630>

<http://www.wired.com/2015/08/nfl-players-getting-rfid-chips-season/>

<https://www.zebra.com>

ICT; Wearable Technology – KARIM Foresight Report INTERREG IVB-207G-KARIM, 2014

Jobbágy Á. (1995): Passzív markerbázisú mozgásanalízis, Mérés és Automatika, 1995. 42/2. 27-28. pp.

Ledger D. The Future of Activity Trackers (Part 3): The Secret to Long-Term Engagement 2014. Available from: <http://endeavourpartners.net/the-future-of-activity-trackers-part-3-the-secret-to-long-term-engagement/>.

Lumo. 2014. Available from: <http://www.lumobodytech.com/lumoback/>.

Market Wired. Under Armour Powers NFL Scouting Combine With Zephyr Technology 2011. Available from: <http://www.marketwired.com/press-release/under-armour-powers-nfl-scouting-combine-with-zephyr-technology-1401804.htm>.

MC10. 2014. Available from: <http://www.mc10inc.com/consumer-products/sports/checklight/>.

MedGadget. PosturePulse for Keeping Your Back Straight 2014. Available from: <http://www.medgadget.com/2014/08/posturepulse-fpr-keeping-your-back-straight-video.html>.

Mesko B. (2014): The guide to the future of medicine: Technology and the human touch Webicina Kft, ISBN978963-08-980-4

nba.com/Stats

Recon Instruments. 2014. Available from: <http://www.reconinstruments.com/products/jet/>.

Smash Wearables. 2014. Available from: <http://www.smashwearables.com>



Szilágyi R. (2010): A mobil Internet jövője a mezőgazdaságban, Agrárinformatika / Journal of Agricultural Informatics (1) pp. 47-52. ISSN 2061-862X

8. Statisztika és adatelemzés (Dr. Balogh Péter)

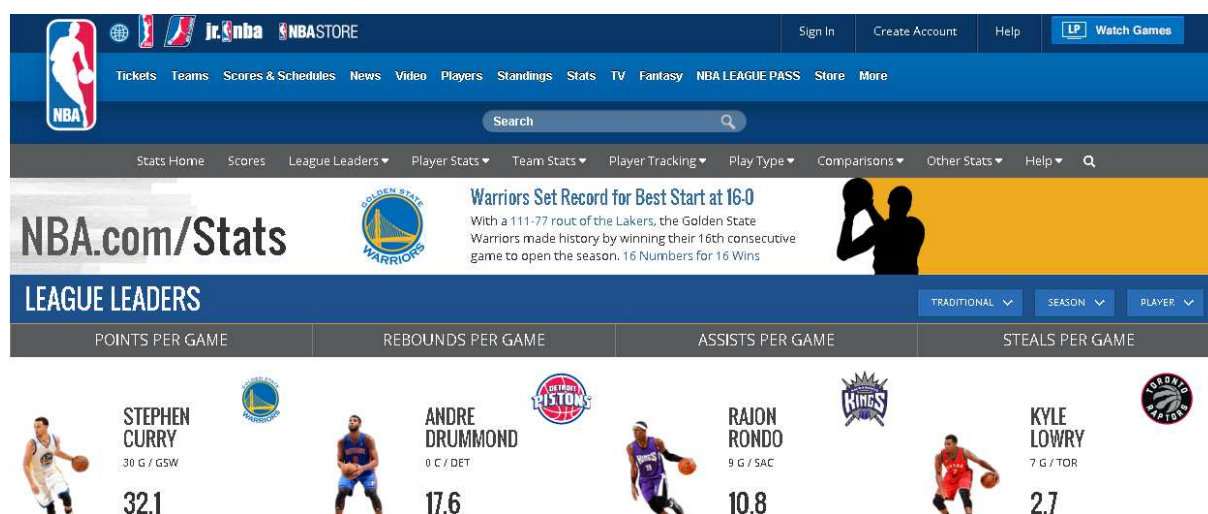
8.1. 1. Statisztika és adatelemzés bevezetése

Az élet számos területén, így a sportban is adatokkal, információkkal és eredményekkel találkozunk.

A rekordok elérése és megdöntése a fő hajtóerőt jelenti a sportolók számára. Ezekhez az információkhoz csak úgy juthatunk hozzá, hogy összegyűjtjük, rendszerezzük és ki is értékeljük azokat. Ezt szolgálja a sportstatisztika, ami szorosan kapcsolódik a modern sporttudományhoz. Ezzel kapcsolatban részletes információkat találhatunk a 2011-ben megjelent Ács Pongrác és Pintér József által írt „Bevezetés a Sportstatisztikába” c. könyvben (Ács – Pintér, 2011). A történelem során már a görögök idejében fontos volt, hogy ismerjék az olimpiai résztvevők sport eredményeit. A modernkori játékok adatait már a statisztika segítségével gyűjtötték és értékelték ki. Erre nagy szükség volt – és jelenleg talán még nagyobb –, mert ezek nélkül az információk nélkül lehetetlen lenne azokat az eredményeket elérni, amelyeket a profi sportolók produkálnak. Képzeljük el, hogy egy komolyabb futó edzésterv, milyen pontosan megszabja a résztávok nagyságát és pontos idejét is (pl. a maratoni futásra felkészülés során a különböző időszakokban mennyi km-t kell futni és milyen pulzusszámmal.) Az aktív sportolók rendszeresen felkeresik a sportorvost és megvizsgáltatják magukat, hogy bírják-e a nagy igénybevételt. Ehhez az orvos különböző méréseket végez el és adatokat gyűjt össze azért, hogy megállapíthassa a ténylegesen megengedhető terhelés mértékét. De nemcsak az orvosnál gyűjtenek adatokat, hanem a sporttal összefüggésben csapatok vagy személyek értékét is megállapíthatják azért, hogy a játékosok vagy csapatok vételéről vagy eladásáról dönthessenek. Ez már a sportközgazdaságtan területéhez kapcsolódik és ennek a szerepe napjainkban lehet, hogy néha jelentősebb, mint maga a sport teljesítmény.



Az összegyűjtött adatok értékelése nem mindig egyszerű feladat, ezért a statisztikai módszertan ismerete és ennek alkalmazói képessége felértékelődik. Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy a könyv terjedelmi korlátai miatt csak a leíró statisztika eszköztára kerül bemutatásra. Hangsúlyozzuk, hogy a leíró statisztikán túl a következtetési statisztika módszertana további izgalmas statisztikai tárházzal bővíti az elemzések eszköztárát. A következtetési statisztikai (összefüggés és különbözőség vizsgálatok) és a sokváltozós statisztikai elemzésekről (pl. faktor-analízis) a közelmúltban több szakkönyv is megjelent (Ács és munkatársai: Gyakorlati adatelelemzés, 2014; Ács: Sporttudományi kutatások módszertana, 2015), ezért az érdeklődő olvasó számára javasoljuk ezeknek az irodalmaknak a tanulmányozását is. Ebben a fejezetben nem a hagyományos módon szeretnénk segítséget adni a tanulóknak, hanem azt feltételezzük, hogy már kész adatbázisokkal rendelkeznek, és ezekből próbálnak meg kinyerni minél több információt a hallgatók. Ez a szemléletmód arra ösztönzi őket, hogy komplexebben gondolkodjanak és megpróbálják jobban átlátni a rendelkezésre álló adatokat. Ehhez nagy segítséget nyújthatnak az elemző statisztikai szoftverek (pl. IBM SPSS, SAS, STATISTICA, STATA, R program rendszer, MINITAB) és a táblázatkezelő programok (pl. MS Excel) is. Az anyag első részében példaként az NBA játékosainak adatbázisát fogjuk elemezni. Az I. mellékletben szereplő adatbázist az amerikai kosárlabda sport (NBA) hivatalos honlapjáról lehet letölteni <http://stats.nba.com/> (60. ábra).



62. ábra: Az NBA honlapjának statisztikai adatokat tartalmazó része



Forrás: <http://stats.nba.com/>

A táblázatokban a legjobb 107 játékos szerepel. A 2014-2015 idény „regular season”-jára vonatkoznak az értékek, 48 perces játékidőre vetítve. Az angol nyelvű rövidítések a következők:

Rank: Helyezési sorszám,

Player: Játékos neve,

GP: meccsek száma,

PTS: meccsenként átlagosan dobott pontok száma,

FGM: mezőnyből szerzett átlagos pontok száma,

FGA: mezőnyből indított dobások átlagos száma,

3PM: 3 pontot szerzett dobások átlagos száma,

3PA: 3 pontos dobási kísérletek átlagos száma,

FTM: szabad dobásból szerzett pontok átlagos száma,

FTA: szabad dobási kísérletek átlagos száma.

OREB: támadásban szerzett lepattanó labdák átlagos száma,

DREB: védekezésből szerzett lepattanó labdák átlagos száma,

AST: passzok átlagos száma, amelyek után a csapat pontot szerzett,

STL: az ellenféltől megszerzett labdák átlagos száma,

BLK: blokkolások átlagos száma,

TOV: ellentámadásokban részvétel átlagos száma,

PF: személyi hibák átlagos értéke,

EFF: személyenkénti hatékonysági arány.



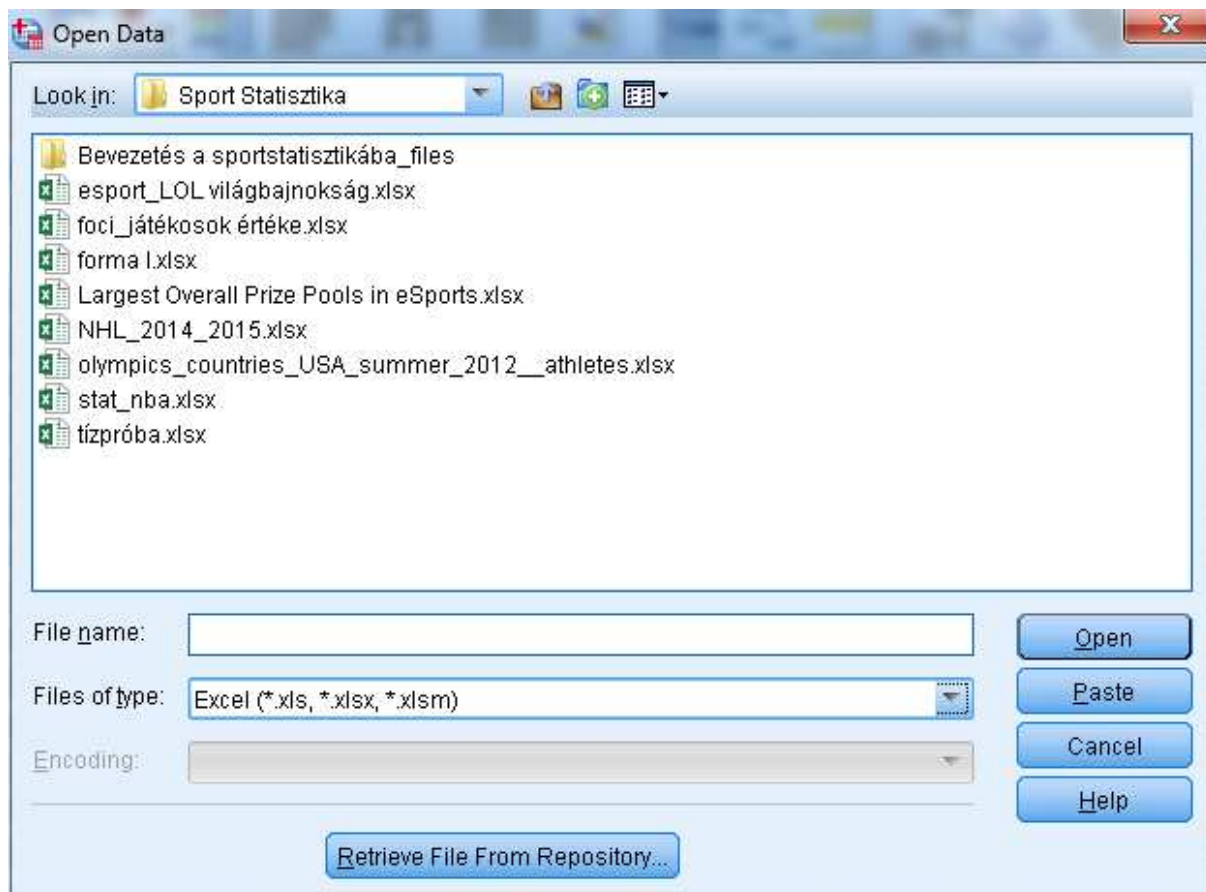
8.2. 2.Saját adatbázis kialakítása SPSS programban

Miután kiválasztottuk az általunk vizsgálni kívánt adatokat az interneten, másolás után beilleszthetjük az Excel munkalapra ezeket (61. ábra). Az elmentett adatok így már bármikor megnyithatók a táblázatkezelővel.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1	Rank	Player	GP	PTS	FGM	FGA	FG%	3PM	3PA	3P%	FTM	FTA	FT%	OREB	DREB	REB	AST	STL	BLK	TOV	PF	EFF
2	1	Russell Westbrook	67	39,3	13,1	30,7	42,6	1,8	6,0	29,9	11,4	13,6	83,5	2,6	7,6	10,2	12,0	2,9	0,3	6,1	3,8	38,7
3	2	James Harden	81	35,7	10,4	23,7	44,0	3,3	8,9	37,5	11,5	13,3	86,8	1,2	6,2	7,4	9,1	2,5	1,0	5,2	3,4	35,5
4	3	Stephen Curry	80	34,9	12,0	24,6	48,7	5,3	11,9	44,3	5,7	6,2	91,4	1,0	5,2	6,3	11,4	3,0	0,3	4,6	2,9	38,1
5	4	DeMarcus Cousins	59	33,9	11,9	25,4	46,7	0,0	0,2	25,0	10,1	12,9	78,2	4,4	13,4	17,8	5,0	2,1	2,5	6,1	5,8	38,9
6	5	LeBron James	69	33,6	12,0	24,6	48,8	2,3	6,5	35,4	7,2	10,2	71,0	1,0	7,0	8,0	9,8	2,1	0,9	5,2	2,6	33,7
7	6	Klay Thompson	77	32,6	11,8	25,4	46,3	4,7	10,7	43,9	4,4	5,0	87,9	0,5	4,3	4,8	4,3	1,7	1,2	2,9	2,4	27,5
8	7	Anthony Davis	68	32,4	12,6	23,4	53,5	0,0	0,2	8,3	7,3	9,0	80,5	3,4	10,2	13,6	2,9	2,0	3,9	1,9	2,8	40,3
9	8	LaMarcus Aldridge	71	31,7	12,6	27,0	46,6	0,7	2,0	35,2	5,8	6,9	84,5	3,4	10,5	13,9	2,4	0,9	1,3	2,3	2,4	32,4
10	9	Blake Griffin	67	29,9	11,7	23,3	50,2	0,2	0,5	40,0	6,3	8,7	72,8	2,6	7,8	10,3	7,2	1,3	0,7	3,1	4,0	32,4
11	10	Lou Williams	80	29,6	8,9	22,1	40,4	3,6	10,6	34,0	8,1	9,4	86,1	0,6	3,0	3,6	3,9	2,1	0,2	2,4	2,5	22,5
12	11	Kyrie Irving	75	28,6	10,2	21,7	46,8	2,8	6,6	41,5	5,5	6,4	86,3	1,0	3,2	4,2	6,8	2,0	0,3	3,3	2,6	26,3
13	12	Rudy Gay	68	28,5	10,1	22,2	45,5	1,6	4,4	35,9	6,7	7,8	85,8	2,0	6,0	8,0	5,0	1,4	0,8	3,6	3,1	26,8
14	13	Brook Lopez	72	28,3	11,6	22,6	51,3	0,0	0,2	10,0	5,1	6,3	81,4	4,9	7,3	12,2	1,1	1,0	2,9	2,4	4,7	30,9
15	14	Damian Lillard	82	28,2	9,7	22,3	43,4	3,2	9,4	34,3	5,6	6,5	86,4	0,8	5,4	6,2	8,3	1,6	0,3	3,6	2,7	27,5

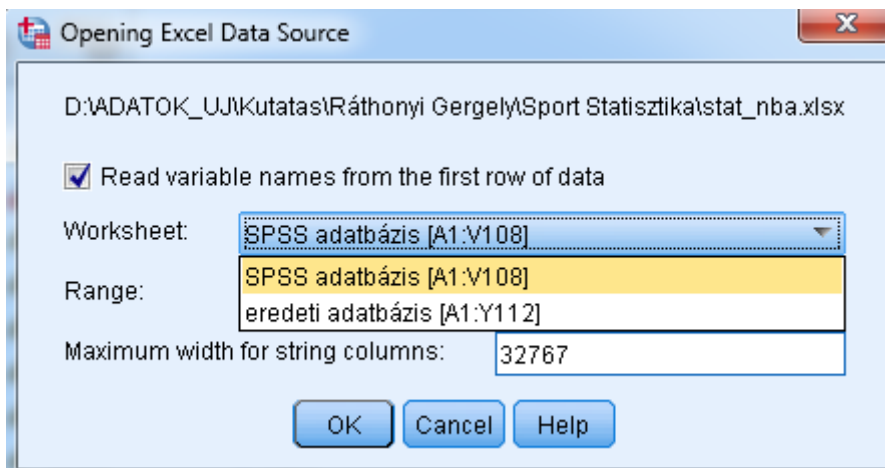
63. ábra: Letöltött adatok az Excel programban (Képernyőkép)

Arra figyelniünk kell, hogy az Excel munkalap első sorában a későbbi változók rövidített nevei szerepeljenek. Ezek után lehetőségünk van az adataink importálására az SPSS programba. Ehhez el kell indítanunk az SPSS programot és a FILE/OPEN/DATA parancs hatására előugró ablakban meg kell keresnünk azt a könyvtárat, ahova az adatokat mentettük. Ekkor még csak az SPSS-nek megfelelő formátumú file-ok láthatók. Ha a FILES OF TYPE ablakban átállítjuk a formátumot Excelre, akkor megjelenik minden xls,xlsx kiterjesztésű file-unk (62. ábra).



64. ábra: File formátum váltás az SPSS program Open ablakában (Képernyőkép)

Most már könnyen megtalálhatjuk az NBA adatait tartalmazó stat_nba.xlsx file-t. Ha kijelöltük és az Open gombra kattintunk a következő felugró ablakot kapjuk (63. ábra):



**65. ábra: Munkalap kiválasztási lehetőség az SPSS program Open ablakában
(Képernyőkép)**

Itt azt a munkafüzet lapot kell kiválasztani, amelyik az SPSS-nek megfelelően lett beállítva. A READ VARIABLE NAMES FROM THE FIRST ROW OF DATA sort ki kell jelölnünk ahhoz, hogy az Excel első sorában megadott változóneveket a program automatikusan fel tudja ismerni és ezeket adja meg az új változók neveként. Az OK gombra kattintás után már az SPSS programban láthatjuk majd az adatbázist (64. ábra).

nba_stat.sav [DataSet2] - IBM SPSS Statistics Data Editor																									
File Edit View Data Transform Analyze Direct Marketing Graphs Utilities Add-ons Window Help																									
7:																									
	Rank	Player	GP	PTS	FGM	FGA	FG_percent	@3PM	@3PA	@3P	FTM	FTA	FT_percent	OREB	DREB	REB	AST	STL	BLK	TOV	PF	EFF			
1	1	Russell Westbrook	67	39,3	13,1	30,7	42,6	1,8	6,0	29,9	11,4	13,6	83,5	2,6	7,6	10,2	12,0	2,9	,3	6,1	3,8	38,7			
2	2	James Harden	81	35,7	10,4	23,7	44,0	3,3	8,9	37,5	11,5	13,3	86,8	1,2	6,2	7,4	9,1	2,5	1,0	5,2	3,4	35,5			
3	3	Stephen Curry	80	34,9	12,0	24,6	48,7	5,3	11,9	44,3	5,7	6,2	91,4	1,0	5,2	6,3	11,4	3,0	,3	4,6	2,9	38,1			
4	4	DeMarcus Cousins	59	33,9	11,9	25,4	46,7	,0	,2	25,0	10,1	12,9	78,2	4,4	13,4	17,8	5,0	2,1	2,5	6,1	5,8	38,9			
5	5	LeBron James	69	33,6	12,0	24,6	48,8	2,3	6,5	35,4	7,2	10,2	71,0	1,0	7,0	8,0	9,8	2,1	,9	5,2	2,6	33,7			
6	6	Klay Thompson	77	32,6	11,8	25,4	46,3	4,7	10,7	43,9	4,4	5,0	87,9	,5	4,3	4,8	4,3	1,7	1,2	2,9	2,4	27,5			
7	7	Anthony Davis	68	32,4	12,6	23,4	53,5	,0	,2	8,3	7,3	9,0	80,5	3,4	10,2	13,6	2,9	2,0	3,9	1,9	2,8	40,3			
8	8	LaMarcus Aldridge	71	31,7	12,6	27,0	46,6	,7	2,0	35,2	5,8	6,9	84,5	3,4	10,5	13,9	2,4	,9	1,3	2,3	2,4	32,4			
9	9	Blake Griffin	67	29,9	11,7	23,3	50,2	,2	,5	40,0	6,3	8,7	72,8	2,6	7,8	10,3	7,2	1,3	,7	3,1	4,0	32,4			
10	10	Lou Williams	80	29,6	8,9	22,1	40,4	3,6	10,6	34,0	8,1	9,4	86,1	,6	3,0	3,6	3,9	2,1	,2	2,4	2,5	22,5			
11	11	Kyrie Irving	75	28,6	10,2	21,7	46,8	2,8	6,6	41,5	5,5	6,4	86,3	1,0	3,2	4,2	6,8	2,0	,3	3,3	2,6	26,3			
12	12	Rudy Gay	68	28,5	10,1	22,2	45,5	1,6	4,4	35,9	6,7	7,8	85,8	2,0	6,0	8,0	5,0	1,4	,8	3,6	3,1	26,8			
13	13	Brook Lopez	72	28,3	11,6	22,6	51,3	,0	,2	10,0	5,1	6,3	81,4	4,9	7,3	12,2	1,1	1,0	2,9	2,4	4,7	30,9			
14	14	Damian Lillard	82	28,2	9,7	22,3	43,4	3,2	9,4	34,3	5,6	6,5	86,4	,8	5,4	6,2	8,3	1,6	,3	3,6	2,7	27,5			
15	15	Dirk Nowitzki	77	28,0	10,2	22,3	45,9	2,2	5,8	38,0	5,4	6,1	88,2	,9	8,7	9,6	3,0	,8	,7	1,7	3,4	27,6			
16	16	DeMar DeRozan	60	27,5	9,3	22,6	41,3	,6	2,0	28,4	8,3	9,9	83,2	,9	5,4	6,3	4,8	1,7	,3	3,1	2,8	22,5			
17	17	Nikola Vucevic	74	27,1	12,0	22,9	52,3	,0	,1	33,3	3,1	4,1	75,2	4,5	10,9	15,4	2,8	1,0	1,0	2,8	4,2	32,6			
18	18	Monta Ellis	80	26,9	10,7	24,1	44,5	1,4	5,1	28,5	4,1	5,4	75,2	,6	2,8	3,4	5,9	2,6	,4	3,5	3,5	21,0			

**66. ábra: Az Excelből importált új adatbázis az SPSS program Data view ablakában
(Képernyőkép)**



Ha valaki gyorsabban akarja importálni az Excel-es adatbázisát, akkor az alábbiakban bemutatjuk az SPSS program syntax kódját, amivel ugyanezt az SPSS adatbázist lehet megkapni. Ez automatikusan átkonvertálja az Excelben lévő adatainkat SPSS-be:

```
GET DATA /TYPE=XLSX
```

```
/FILE='D:\ADATOK_UJ\Kutatas\Ráthonyi Gergely\Sport Statisztika\stat_nba.xlsx'
```

```
/SHEET=name 'SPSS adatbázis'
```

```
/CELLRANGE=full
```

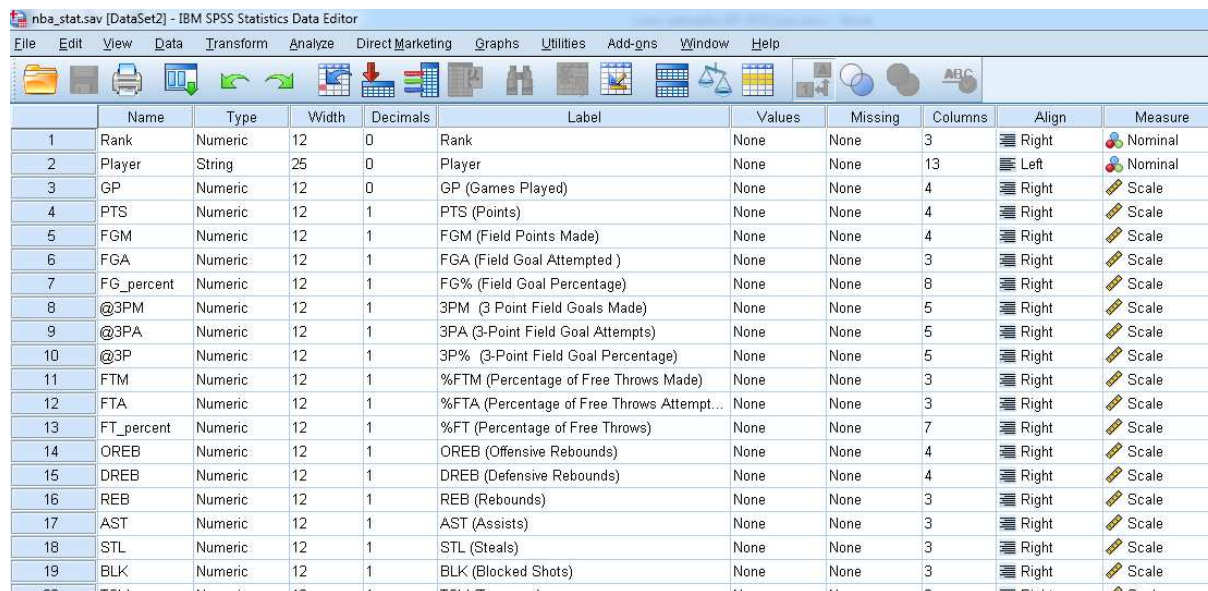
```
/READNAMES=on
```

```
/ASSUMEDSTRWIDTH=32767.
```

```
EXECUTE.
```

```
DATASET NAME DataSet1 WINDOW=FRONT.
```

Ha sikerült egy adatbázist kialakítanunk az előbbiek szerint, akkor ezeknek az adatoknak a formázását az SPSS-ben is el kell végeznünk. Ez azt jelenti, hogy a Variable view ablakban minden egyes változót átnevezhetünk a nekünk megfelelő névvel (65. ábra). Ezt egészítik ki a Label oszlopban megadott hosszabb cím magyarázatok. Ezek a feliratok fognak megjelenni később minden egyes futtatás során az adott változók kiírásakor vagy a változókból számolt bármilyen eredmény esetében. Arra is lehetőség van, hogy a számokat tartalmazó változóknál a tizedes jegyeket módosítsuk. A játékosok neveit tartalmazó változó (Player) típusa String, mivel nem tartalmaz számszerű adatokat csak neveket, amit a program szöveggént értelmez. Itt a karakterek számát is lehet módosítani aszerint, hogy kinek volt a leghosszabb neve és ez mennyi karaktert tett ki. A többi változó típusát Numeric-re kellett állítani. A változók mérési szintjeinek megadása nagyon fontos, mivel a későbbi elemzéseknél ez határozza meg, hogy milyen statisztikai módszereket lehet majd használnunk. A sorszám (Rank) és a játékosok neve (Player) nominális, a többi változó skála (Scale) típusú. Ez azt jelenti, hogy a skálátípusú adatokból lehetséges nagyon sok féle alapstatisztikát kalkulálni és akár még összefüggésvizsgálatokat is számíthatunk.



	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure
1	Rank	Numeric	12	0	Rank	None	None	3	Right	Nominal
2	Player	String	25	0	Player	None	None	13	Left	Nominal
3	GP	Numeric	12	0	GP (Games Played)	None	None	4	Right	Scale
4	PTS	Numeric	12	1	PTS (Points)	None	None	4	Right	Scale
5	FGM	Numeric	12	1	FGM (Field Points Made)	None	None	4	Right	Scale
6	FGA	Numeric	12	1	FGA (Field Goal Attempted)	None	None	3	Right	Scale
7	FG_percent	Numeric	12	1	FG% (Field Goal Percentage)	None	None	8	Right	Scale
8	@3PM	Numeric	12	1	3PM (3 Point Field Goals Made)	None	None	5	Right	Scale
9	@3PA	Numeric	12	1	3PA (3-Point Field Goal Attempts)	None	None	5	Right	Scale
10	@3P	Numeric	12	1	3P% (3-Point Field Goal Percentage)	None	None	5	Right	Scale
11	FTM	Numeric	12	1	%FTM (Percentage of Free Throws Made)	None	None	3	Right	Scale
12	FTA	Numeric	12	1	%FTA (Percentage of Free Throws Attempted)	None	None	3	Right	Scale
13	FT_percent	Numeric	12	1	%FT (Percentage of Free Throws)	None	None	7	Right	Scale
14	OREB	Numeric	12	1	OREB (Offensive Rebounds)	None	None	4	Right	Scale
15	DREB	Numeric	12	1	DREB (Defensive Rebounds)	None	None	4	Right	Scale
16	REB	Numeric	12	1	REB (Rebounds)	None	None	3	Right	Scale
17	AST	Numeric	12	1	AST (Assists)	None	None	3	Right	Scale
18	STL	Numeric	12	1	STL (Steals)	None	None	3	Right	Scale
19	BLK	Numeric	12	1	BLK (Blocked Shots)	None	None	3	Right	Scale
20	TOTV	Numeric	12	1	TOTV (Turnovers)	None	None	3	Right	Scale

67. ábra: Az importált új adatbázis Variable view ablaka az SPSS programban (Képernyőkép)

Az 5. ábra és a 6. ábra között az az alapvető különbség, hogy míg az 5. ábrán (Data view) az adatbázis látható, addig a 6. ábra (Variable view) az adatbázisban lévő egyes változók beállításához szükséges tulajdonságokat mutatja.

8.3. Az adataink validálása SPSS programmal

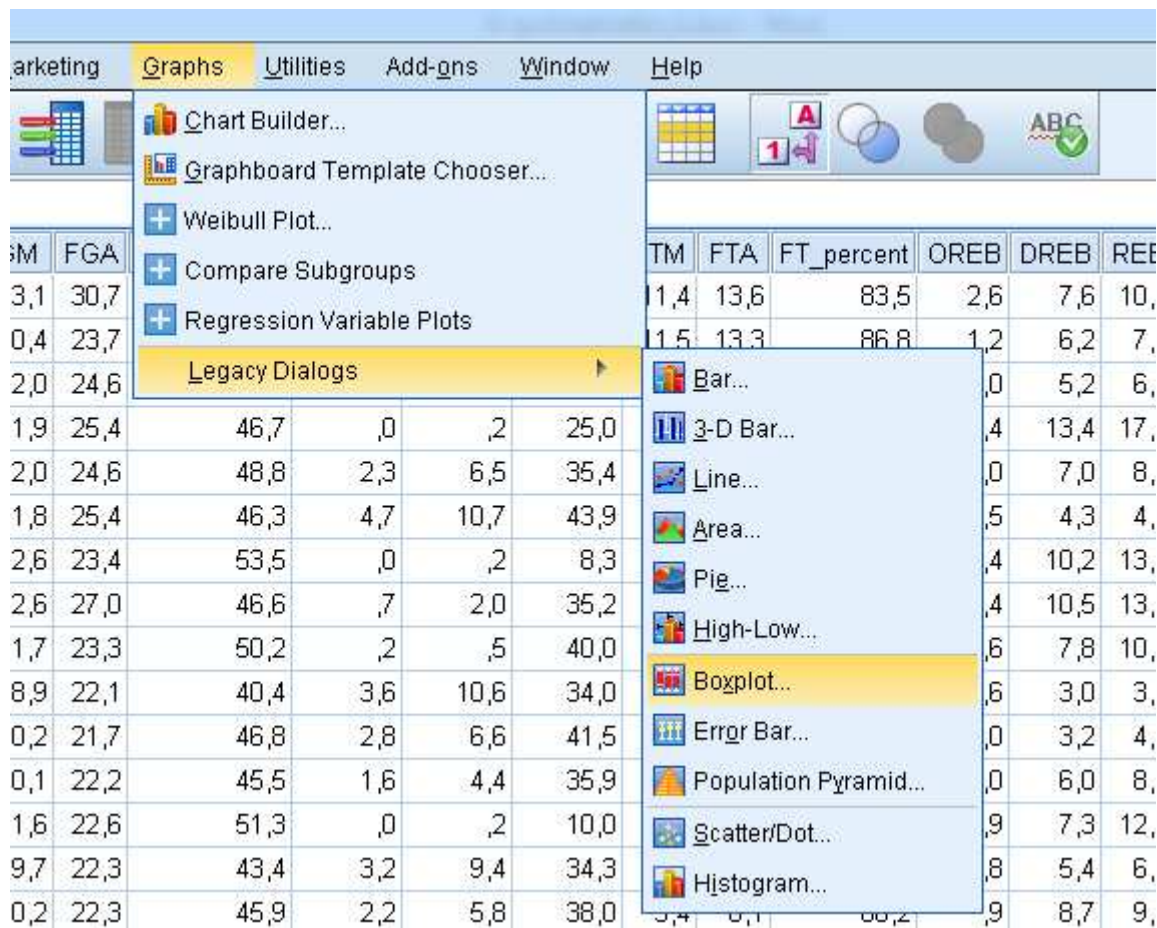
Ezután már az elemzéseink kiindulópontja az, hogy rendelkezésünkre áll valamilyen SPSS-ben vagy Excelben kódolt adathalmaz. Ezekkel dolgozunk a későbbiekben, mivel különféle statisztikai számításokat, elemzéseket vagy hipotézisvizsgálatokat alkalmazunk az adatokra. Azonban, hogy az elemzésünk végén milyen eredményeket kapunk, nagymértékben befolyásolja az eredeti adathalmaz tulajdonsága. Ezek az adatok bizonyos értelemben a véletlen eredményei. Bizonytalan kísérletek eredményei, véletlen mintavételből vagy eltérő mérésekből származnak. Lehetnek az adataink között olyan értékek, melyek nem tűnnek hihetőnek, mintha „kilógnának” a többi szám közül. Amennyiben ez a gyanúnk alaposnak bizonyul, szükség szerint el kell távolítani vagy legalábbis más módon kell kezelni az ilyen értékeket, ha nem akarjuk, hogy a későbbi elemzések eredményeit eltorzítsák. Az ilyen kiugró



értékeket nevezzük az angol nyelvű szakirodalomban elterjedt kifejezés szerint outliereknek. Általában a túl nagy vagy a túl kicsi értékeket szoktuk outliereknek hívni. A sport adatbázisok többnyire mérési eredményekből származnak. A fizika, kémia, biológia, szociológia és sok egyéb tudományág különböző területein szükség lehet arra, hogy mérési eredményekből vonjunk le következtetéseket. Ha valamilyen okból egy mérés hibás (futáskor túl erős a hátszél vagy a szembeszél, a kézi időmérő eszköz nem megbízható, véletlenül rövidebbnek mérték le a távolságot stb.), akkor az eredményül kapott mérési adat jelentősen eltérhet a valós értéktől. Előfordulhat azonban, hogy ez az eltérés csak akkor válik szembetűnővé, amikor az összes mérési eredményt egybevetve azt látjuk, hogy egy-két adat nem illik bele a képbe. Ekkor azonosítanunk kell ezeket a kiugró értékeket és el kell távolítani őket az adathalmazból. A véletlen mintavétel esetén is előfordulhat hasonló jellegű hiba például elírás, rögzítési hiba, osztályba sorolási tévedés következtében. Ilyenkor ezeket az értékeket korrigálni kell. Annak a kiderítése, hogy valós vagy hibás adatról van-e szó, nem egyszerű feladat, ehhez további külső információ és szakmai ismeret szükséges (Csereháti, 2004).

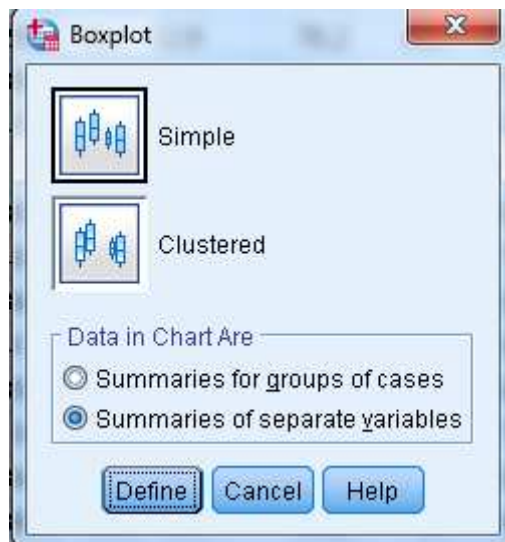
Első lépésben – miután áttekintettük az adatbázisunk változóit – meg kell vizsgálnunk, hogy a letöltött adatok között vannak-e kiugró értékek. Ez azért nagyon fontos, mert a további számításokat nagyon befolyásolhatja egy-egy ilyen érték. Az outlierok kiszűrése csak szakmai alapon történhet. A mennyiségi sorok árnyaltabb leírására szolgáló ábrák közül a box-plot (doboz ábra) használatát javasoljuk a kiugró (outlier) értékek vizsgálatára. A box-plot a mennyiségi eloszlások néhány egyszerű jellemzőjét, így – várható értékét (átlagát), – kvartiliseit (a mediánt is), – nyesett terjedelmét mutatja egyetlen ábrában (Hunyadi, 2002).

A GRAPHS/LEGACY DIALOGS/BOXPLOT menüt kiválasztva kapunk egy felugró ablakot (66. ábra).



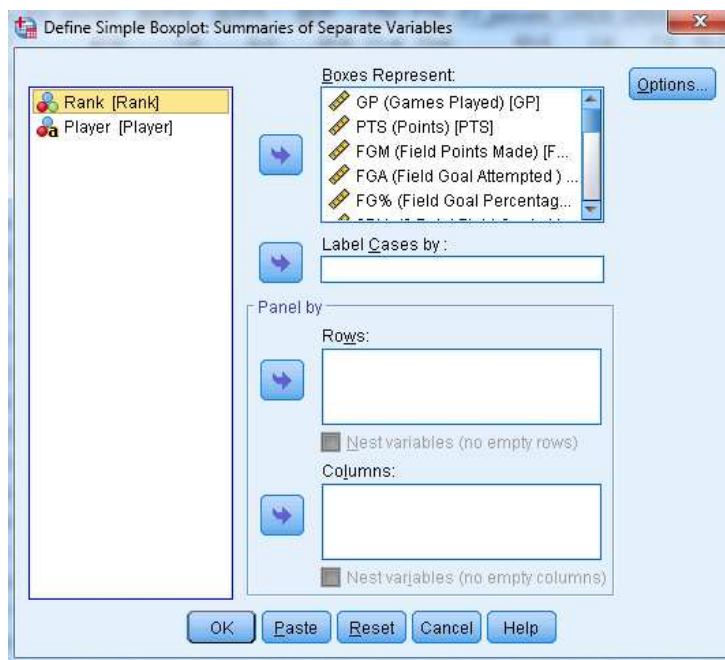
68. ábra: A boxplot ábra kiválasztása az SPSS program menüjében (Képernyőkép)

Ezek után a következő ablakban (67. ábra) a SIMPLE és a SUMMARIES OF SEPARATE VARIABLES beállításokat kell választani ahhoz, hogy egyszerre több változót is ábrázolni tudjunk boxplot ábrával.



**69. ábra: A boxplot ábra kiválasztása az SPSS program előugró ablakában
(Képernyőkép)**

A baloldali ablakból át kell tennünk a nyíl segítségével az ábrázolni kívánt változókat a BOXES REPRESENT jobboldali ablakba (68. ábra).



**70. ábra: A változók kiválasztása az SPSS program Boxplot menüjében
(Képernyőkép)**



Az OK gomb lenyomásával egy ábrát fogunk kapni, amely annyi dobozábrát fog tartalmazni, amennyi változót áttettünk a jobb oldali dobozba (69. ábra).

Ugyan ezt az ábrát kapnánk, ha a következő syntax kódot beírnánk az SPSS programban:

```
EXAMINE VARIABLES=GP PTS FGM FGA FG_percent @3PM @3PA @3P FTM FTA  
FT_percent OREB DREB REB AST STL BLK TOV PF EFF
```

```
/COMPARE VARIABLE
```

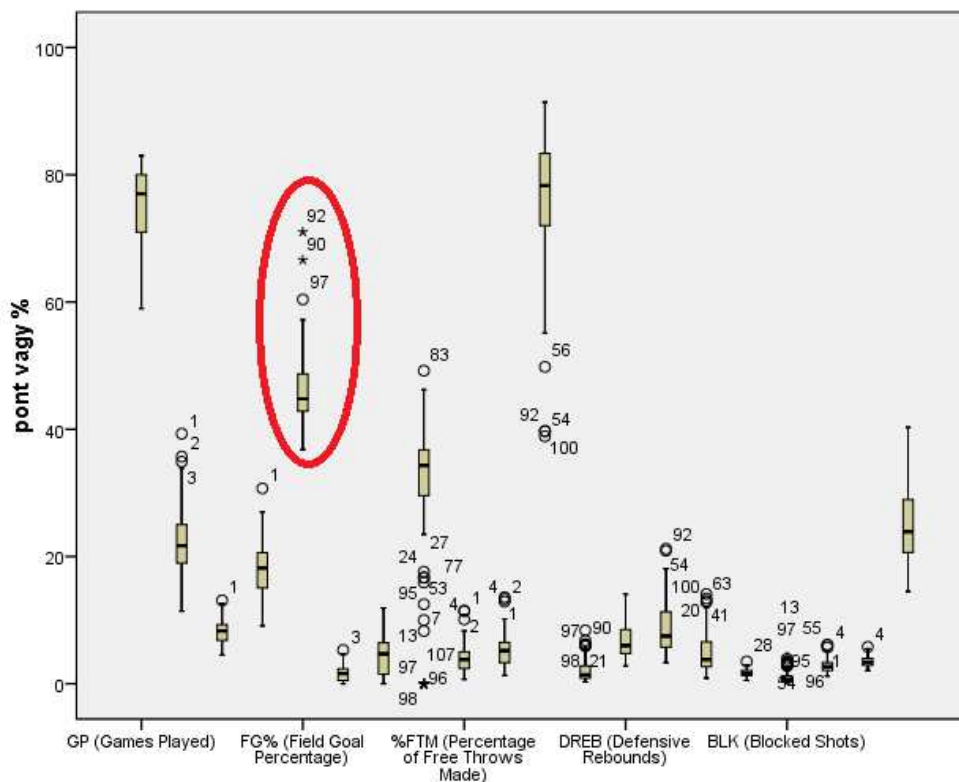
```
/PLOT=BOXPLOT
```

```
/STATISTICS=NONE
```

```
/NOTOTAL
```

```
/MISSING=LISTWISE.
```

A 69. ábra esetében a változók között figyelembe vettük az összes összegyűjtött változót, amelyek között voltak jelentősen kisebb és nagyobb értékkel rendelkezők is. Ezért annak érdekében, hogy minden változó látható legyen az ábrán, igen kis léptéket kellett alkalmazni, így az összes változó adatai olyan szűk intervallumra sűrűsödtek, hogy a boxplotok alig értékelhetőek. Ebből az ábrából is jól látható, hogy vannak olyan mutatók, amelyek esetében kiugró adatokat figyelhetünk meg. A következőkben azt kell eldöntenünk, hogy mely változók azok, ahol kérdéses lehet az adatok értéknagysága. Ha valahol köröket vagy csillagokat látunk, az azt jelenti, hogy ezeknél a mutatóknál voltak olyan játékosok, akik az átlagnál sokkal jobban vagy rosszabbul teljesítettek az adott szezonban.



71. ábra: Az összes változó boxplot ábrái (Képernyőkép)

A továbbiakban az értelmezhetőség kedvéért az összes vizsgált mutató közül kiválasztottuk a 69. ábrán pirossal jelölt FG% (Field Goal Percentage) mutatót.

A GRAPHS/LEGACY DIALOGS/BOXPLOT, majd az előugró ablakban a SIMPLE és a SUMMARIES OF SEPARATE VARIABLES beállításokat választva a BOXES REPRESENT ablakba a GF% változót, a LABEL CASES BY ablakba a PLAYER (játékosok nevei) változót beillesztve (70. ábra) kaphatjuk meg az FG% mutató doboz ábráját.



**72. ábra: Az FG% változó kiválasztása és a játékosok neveinek beállítása
(Képernyőkép)**

Az FG% változó boxplot diagramjának syntax kódja az SPSS programban:

```
EXAMINE VARIABLES=FG_percent
```

```
/COMPARE VARIABLE
```

```
/PLOT=BOXPLOT
```

```
/STATISTICS=NONE
```

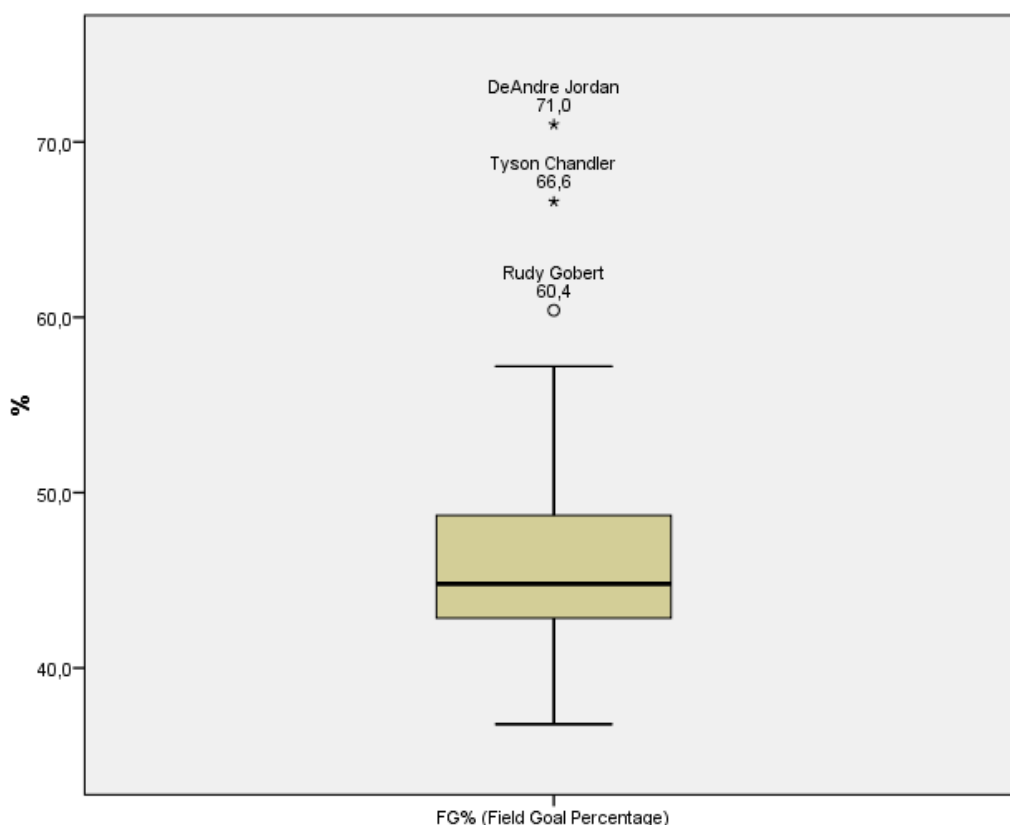
```
/NOTOTAL
```

```
/ID=Player
```

```
/MISSING=LISTWISE.
```

Megfigyelhető a 71. ábrán, hogy az FG% (ez a mezőnyből szerzett pontok százalékos aránya, ami az FGM / FGA – mezőnyből szerzett átlagos pontok száma / mezőnyből indított dobások átlagos száma – százalékban kifejezett értéke) esetében két csillaggal (DeAndre Jordan és Tyson Chandler) és egy körrel (Rudy Gobert) jelölt játékos volt az adott szezonban. Ez azt jelenti, hogy ezeknek a játékosoknak a teljesítménye (a többi játékos mutatóját figyelembe véve) kiemelkedő volt. Azt kell szakmailag eldönteni, hogy ezek az értékek (71,0%; 66,6% és 60,4%) egyáltalán valósak-e vagy valamilyen hiba következtében szerepelnek az adatbázisunkban. Ugyanis ha ezt nem tesszük meg a további számítások során eltorzíthatják

az eredményeinket. **Nem lehet elég sokszor hangsúlyozni azt, hogy szakmai ismeretek és kontroll nélkül nem szabad adatokat gyűjteni és elemezni sem.**



73. ábra: A mezőnyből szerzett pontok százalékos arányának (FG%) boxplot ábrája (Képernyőkép)

8.4. 4. A leíró statisztikai mutatók számítása SPSS programmal

8.4.1 A leíró statisztikai mutatók ismertetése

A kiugró adatok vizsgálata és esetleges kiszűrése után a leíró statisztikai mutatókat számítjuk ki és ezek alapján elemezzük a játékosok teljesítményét.

A mindennapi életben felmerül annak a gyakorlati igénye, hogy egy adathalmazt elemei helyett néhány jellemző tulajdonságának megadásával jellemezzünk. Ezeket az adatokból számítható paramétereket leíró statisztikáknak nevezzük. Két nagy csoportjukat különíthetjük



el az ún. középértékeket vagy elhelyezkedési és a szóródást jellemző paramétereket. A középértékek azt az értéket próbálják megadni, ami körül a mintánk elemei csoportosulnak (ilyen pl. átlag, medián) míg a szóródási paraméterek azt igyekeznek jellemezni, hogy értékeink mennyire szorosan vagy lazán helyezkednek el a középérték körül (pl. variancia vagy szórás). Előfordul, hogy a minta elemeiről nem csak egyfajta adattal rendelkezünk. Kétféle adat esetén, így összetartozó értékpárok jönnek létre (pl. sportolók mintájában a testsúly és testmagasság). Az értékpárok közötti összefüggésről adnak információt a kapcsolatot jellemző paraméterek (korreláció vagy regresszió mutatói).

A következő mutatók nagy része skála típusú adatokon értelmezhető.

Terjedelem (range)

A legnagyobb (maximum) és legkisebb (minimum) szám különbsége. Megmutatja, hogy mekkora a különbség az adataink között. Általában akkor használjuk, ha ki akarjuk emelni az adataink között előforduló extrém értékeket vagy azt, hogy milyen homogén a sokaságunk.

Maximum

A legnagyobb előforduló minta elem értéke.

Minimum

Az adatsorban a legkisebb előforduló érték.

Számtani átlag (mean)

A minta elemeinek értékösszege, osztva az elemszámmal. A leggyakoribb és a legközismertebb paraméter az eloszlás elhelyezkedésének becslésére. Nagyon érzékeny a mintában előforduló outlier értékekre. Ha vannak ilyen értékek a megfigyelt adatok között érdemesebb az átlag helyett a mediánt kiszámítani. Ugyancsak félrevezető lehet az átlag nem szimmetrikus (ferde) eloszlás esetén is.

Variancia vagy szórásnégyzet (variance)



Az adatoknak az átlagtól való négyzetes eltéréseinek átlaga. Inkább az elméleti statisztikában használják fel, mivel mértékegység nem kapcsolható hozzá, A gyakorlatban helyette a szórás használata terjedt el.

Szórás (standard deviation)

A variancia négyzetgyöke. Jelölésére az angol kifejezés rövidítését (SD) használjuk. A szórás a legfontosabb szóródását jellemző paraméter. Fontos tudnunk azonban, hogy értéke függ adataink mértékegységétől, így két adathalmaz szórása csak akkor hasonlítható össze, ha ugyanazt a mértékegységet használtuk.

Átlag hibája (standard error of mean)

Az átlag kiegészítésére szokták használni, a szórást osztjuk az elemszám négyzetgyökével. Függetleníteni tudunk a minta elemszámának nagyságától.

Variációs koefficiens, relatív szórás (coefficient of variation, CV)

A szórás százalékos aránya az átlaghoz viszonyítva. Dimenzió nélküli szám, általában százalékban fejezzük ki, így már akármelyik adatsor variációs koefficiense összehasonlítható.

Értékösszeg (summa)

Az adatok összegét jelenti, ezt nevezzük értékösszegnek, jele: Σ (egy kosárlabda csapat játékosai egy szezonban összesen mennyi pontot értek el).

Sorba rendezett minta (ordered sample)

Az eredeti minta, az előforduló értékek nagysága szerint sorba rendezve. (pl. egy foci csapat játékosainak értéke nagyság szerint). Önmagában nem használjuk, de több fontos további statisztika meghatározásához nélkülözhetetlen. Ilyenek pl. a kvantilisek. A rendezett minta és a belőle származtatott további statisztikák értelmezéséhez nem szükséges, hogy adataink magas mérési szintűek (intervallum vagy skála típusúak) legyenek elég, ha ordinális skálán mérhetők.

Modusz (mode)



A sorba rendezett statisztikai sokaság leggyakoribb eleme, jele: M_o (egy kosárlabda meccsen az összes játékos közül a legtöbben mennyi pontot tudtak dobni).

Kvantilisek (quantiles) A rendezett mintából tovább származtatott statisztikák összefoglaló neve, amikor a rendezett mintát több egyenlő részre osztjuk, és a részhatárokon levő mintaelemek értékét tekintjük.

Medián (median)

A medián annak az adatnak a számértéke, amelyik a rendezett minta közepén van (pl. egy úszóklubban a gyerekek magasságértékének a mediánja, az egymást követő magasságú gyerekek sorba rendezve és ebben a sorban a középén levő sportoló magassága). A mediánnak van egy pozitív tulajdonsága, hogy nem érzékeny a kiugró (outlier) értékekre, ezenkívül ferde eloszlások esetén is jól használható. Ordinális skála esetén az átlagot nem szabad kiszámítanunk, ezzel szemben a mediánt igen.

Kvantilisek (osztó értékek)

A sorba rendezett sokaságot egyenlő részekre bontják. A legjelentősebbek a kvantilisek (negyedelők), decilisek (tizedelők) és a percentilisek (századolók).

Kvartilisek (quartiles)

Az alsó vagy első kvartilis (negyedelő, 25%) a legkisebb és a medián között középén elhelyezkedő adat számértéke a rendezett mintában. (A sorban a legkisebb és a középső úszó között középén levő gyerek magassága).

A felső vagy harmadik kvartilis (harmadik-negyedelő, 75%) a medián és a legnagyobb érték között van középén. A kvartilisek a szóráshoz hasonlóan az adatok szóródásáról tájékoztatnak, elsősorban ferde eloszlás esetén érdemes őket használni. (A kvartilisek mutatják a ferdeséget, a szórás nem).

Percentilisek (percentiles)

Ha elég adatunk van, akkor percentilisek is definiálhatók. Pl. az $k\%$ -os (vagy k -adik) percentilis azt jelenti, hogy az adatok $k\%$ -a kisebb, mint ez az érték. (Így a medián az 50%-os percentilisnek, az alsó és felső kvartilisek pedig a 25% ill. 75%-os percentilisnek felelnek



meg.) A percentiliseket a normalitás vizsgálata során használhatjuk fel arra, hogy megvizsgáljuk azt a kérdést, hogy „Mit tekintünk normális eloszlásúnak?”. Az alsó és felső néhány percentilis közötti részt (2.5% - 97.5% vagy 5% - 95%) szokás normális (95%-os vagy 90%-os referencia tartománynak) értéknek elfogadni.

Interkvartilis terjedelem (interquartile range)

A felső és alsó kvartilis közötti különbség. A boxplot ábrákon jól látható ez a tartomány (maga a doboz hossza) a különböző kvartilisekkel együtt.

Nyesett átlag (trimmed mean)

A sorba rendezett adatok középső 90 százalékából számított átlag. A sorba rendezett adatsorunk legkisebb és legnagyobb 5-5%-át elhagyjuk. Szimmetrikus eloszlás esetén a számtani és a nyesett átlag megegyezik. Ha nem normális az eloszlás és kiugró értékek előfordulhatnak, az így számított átlagot érdemes használni (Kovács, 2014).

Ferdeség (skewness)

Az adatok eloszlását mutatja abból a szempontból, hogy a normális eloszláshoz képest jobbra vagy balra ferdült-e a sokaság.

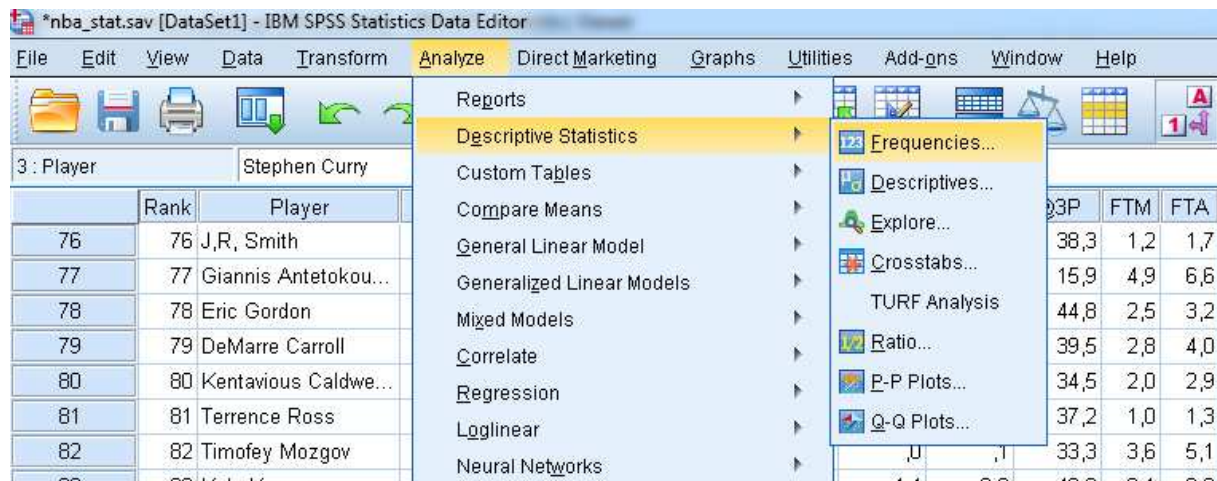
Csúcsosság (kurtosis)

Az adatok eloszlását mutatja abból a szempontból, hogy a normális eloszláshoz képest lapultabb vagy csúcsosabb-e a sokaság.

8.4.2 A leíró statisztikai mutatók számítása a FREQUENCIES menüvel

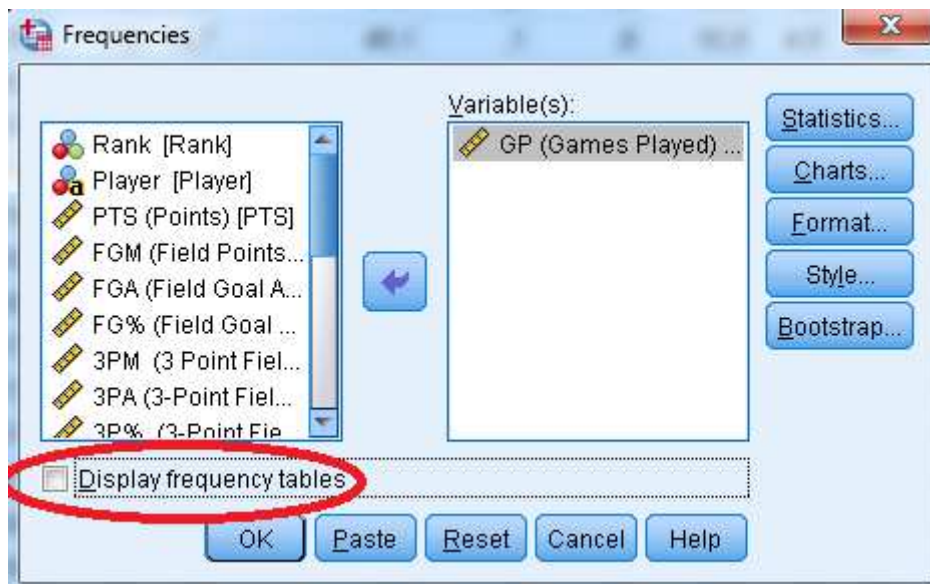
A következőkben bemutatjuk, hogy kell különböző leíró statisztikai mutatókat számítani az NBA adatbázisból az SPSS program segítségével.

Először ki kell választanunk az ANALYZE/DESCRIPTIVE STATISTICS/FREQUENCIES menüt (72. ábra).



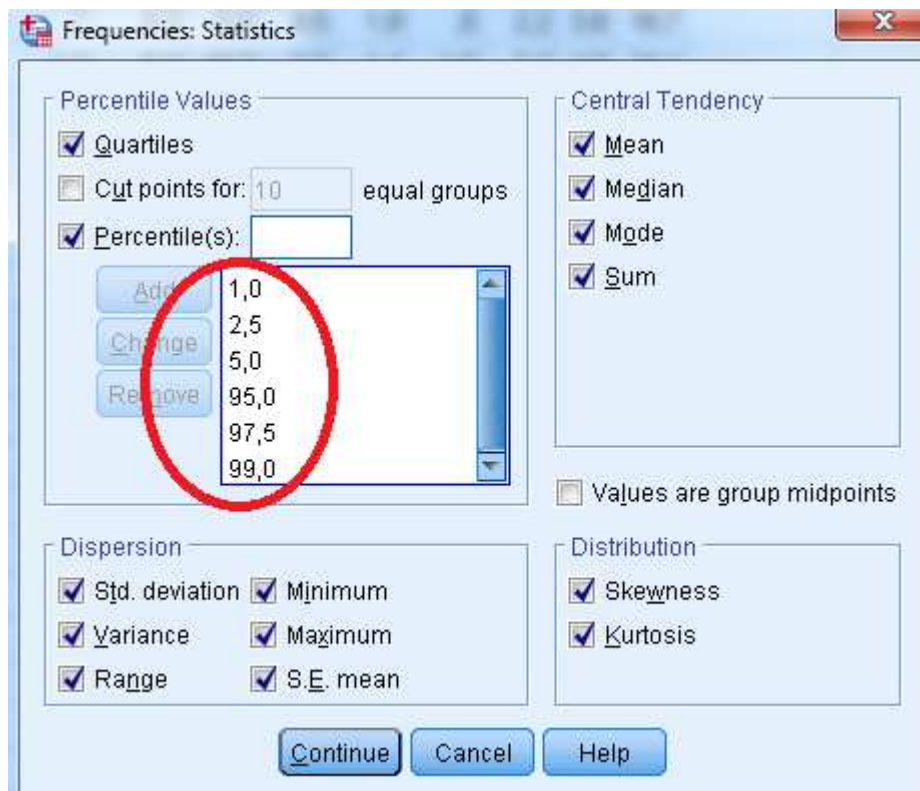
74. ábra: A leíró statisztika számításának menüje az SPSS programban
(Képernyőkép)

A FREQUENCIES ablakban ki kell jelölnünk a baloldalon azt a változót vagy változókat, amelyeket elemezni szeretnénk (73. ábra). Ezután a nyíl segítségével át kell tennünk a jobb oldali ablakba ezeket a változókat. Arra érdemes figyelni, hogy ha skála típusú adatokat elemzünk a DISPLAY FREQUENCY TABLES előtti kis dobozban ne legyen pipa jel. Ha ezt esetleg elfelejtjük, az OUTPUT navigátorban minden egyes változóra gyakorisági táblát számol a program. Ez azt jelenti, hogy pl. 107 ember eltérő adata esetében minden adatot külön fel fog tüntetni a program egy gyakorisági táblában. Ennek nem lenne túl sok értelme, mert ezt nagyon nehezen lehetne áttekinteni. Ezt a menüpontot akkor célszerű kipipálni, ha csoportosító változókat (nominális vagy ordinális) szeretnénk vizsgálni (pl. csapatok szerint mennyi játékos volt az első 107 ember között vagy a keleti és nyugati csoportból jutott be több játékos az első 107 közé).



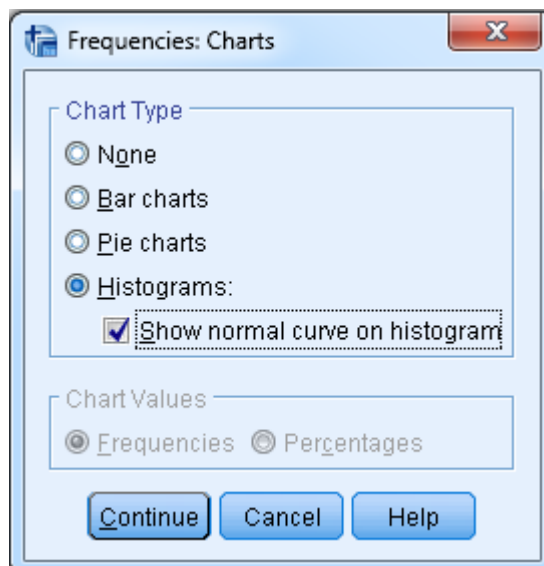
75. ábra: A változók kiválasztása a Frequencies menüben (Képernyőkép)

Ebben a menü pontban kell azt kiválasztanunk, hogy milyen leíró statisztikai mutatókat szeretnénk kérni a programtól. Ezt a STATISTICS gombra kattintva fogjuk tudni beállítani (74. ábra). Láthatjuk, hogy a CENTRAL TENDENCY blokkban a középértékek jelölhetők be. Ezeken kívül az adatok értékösszege (Sum) is számítható. A DISPERSION részben a szóródás különböző mutatóit állíthatjuk be. A PERCENTILE VALUES részben a kvartiliseken kívül bármilyen percentilis érték kérhető (pl. 1%, 2,5%, 5%, 95%, 97,5% és 99%). A DISTRIBUTION részben a ferdeség és a csúcsosság mutatói állíthatók be.



76. ábra: A leíró statisztikai mutatók beállítása a Statistics menüben (Képernyőkép)

A CONTINUE gombra kattintás után a FREQUENCIES ablakban ki kell választanunk a CHARTS gombot, ahol a grafikon típusokat állíthatjuk be. A lejátszott meccsek esetében érdemes a hisztogramot választanunk a normális eloszlást mutató görbével (SHOW NORMAL CURVE ON HISTOGRAM) együtt (75. ábra). A CONTINUE gombra kattintva ismét visszajutunk a FREQUENCIES ablakhoz. Ezt követően már csak az OK gombra kell kattintanunk és ki tudjuk számítani az előzetesen beállított leíró statisztikai mutatókat és hisztogramot is.



77. ábra: A grafikon típusok beállítása a Charts menüben (Képernyőkép)

Az SPSS program leíró statisztika parancssorának (syntax) bemutatása:

FREQUENCIES VARIABLES=GP

/FORMAT=NOTABLE

/NTILES=4

/PERCENTILES=1.0 2.5 5.0 95.0 97.5 99.0

/STATISTICS=STDDEV VARIANCE RANGE MINIMUM MAXIMUM SEMEAN
MEAN MEDIAN MODE SUM SKEWNESS SESKEW

KURTOSIS SEKURT

/HISTOGRAM NORMAL

/ORDER=ANALYSIS.

Az 13. táblázatban nagyon sok érték szerepel, amelyek sok mindent megmutatnak a játékosok által lejátszott meccsekről. Az N Valid:107 azt mutatja, hogy az adatbázisunkban csak olyan játékosok szerepelnek, akinek tudjuk, hogy mennyi meccsen (ez lehet nulla is) játszott. A Missing: 0 értéke azt mutatja, hogy nem volt olyan játékos, akinek ne ismernénk a lejátszott meccseinek számát (ez lehet nulla is, de az a lényeg, hogy nem ismeretlen szám). A



legkevesebb meccset játszott játékos csak 59 meccsen vett részt, míg a legtöbb meccsel rendelkező sportoló 83 meccsen erősítette (vagy gyengítette) csapatát. A szóródás terjedelme 24 meccs volt, a két szélsőértékből számítva. Az összes játékos meccseinek átlaga 75,13 volt, amit kiegészíthetünk az átlag hibájával (SEM) 0,607-tel. Ez a hiba nagyság nem túlságosan nagy, főleg ha viszonyítjuk az átlag értékéhez. Az azért megállapítható, hogy igen komoly terhelésnek voltak kitéve ezek a sportolók ebben a szezonban.

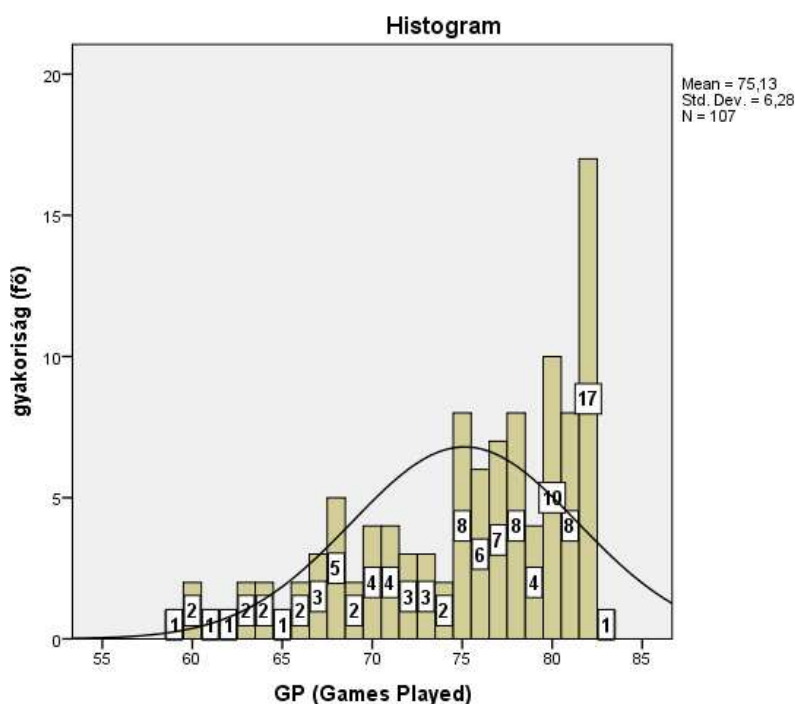
13. táblázat: A GP (lejátszott meccsek száma) változó leíró statisztikai mutatói

Statistics		
GP (Games Played)		
N	Valid	107
	Missing	0
Mean		75,13
Std. Error of Mean		0,607
Median		77,00
Mode		82
Std. Deviation		6,280
Variance		39,436
Skewness		-0,803
Std. Error of Skewness		0,234
Kurtosis		-0,313
Std. Error of Kurtosis		0,463
Range		24
Minimum		59
Maximum		83
Sum		8039
Percentiles	1	59,08
	2,5	60,00
	5	62,40
	25	71,00
	50	77,00
	75	80,00
	95	82,00
	97,5	82,00
	99	82,92



A medián értéke 77 meccs volt, ami azt jelenti, hogy a játékosok fele (50%-a) ennél kevesebb meccsen vett részt és a másik fele pedig többen. A legnagyobb gyakorisággal a 82 meccs fordult elő (ha megszámoznánk a sorba rendezett adatokat kiderülne, hogy 17 főről volt szó). A minta alapján számított szórás 6,28 volt. Ennek a jelentése, hogy a játékosok meccseinek száma átlagosan 6,28-al tért el a 75,13-as meccs átlaguktól. A variancia értéke a szórás négyzete 39,436 volt. A ferdeség mutatója -0,803 volt, így az adatok a normális eloszlás görbéjéhez képest balra elnyúló (left skewed) eloszlást követtek. Ez azt jelenti, hogy a játékosok nagy többsége az átlagos meccs-számmal rendelkezett, de volt néhány közülük, aki ettől sokkal kevesebbet játszott. Ha a hisztogramot vizsgáljuk meg, ugyan erre a következtetésre juthatunk. A lapultság (Kurtosis) mutatója -0,313 volt és ez azt mutatja, hogy a meccsek számának eloszlása a normális eloszláshoz képest lapultabb. Így az átlagtól vett egy vagy két szórás távolságban kevesebb játékos eredménye szerepel, mint ha normális lenne az eloszlás. Az összes meccs száma 8039 darab volt, ha kiszámítjuk a játékosonkénti meccsek összegét. A percentilisek elemzése során megállapítható, hogy a játékosok 1%-a 59 meccsnél kevesebbet játszott. A játékosok negyede 71 meccsnél kevesebbet és háromnegyede ennél több meccsen vett részt. A felső kvartilis értéke megadja azt a meccs számot (80 darab), aminél a sportolók 75%-a kevesebbet játszott és csak 25%-a játszott többet. Ha ki akarjuk számolni az interkvartilis eltérés értékét, ki kell vonnunk a felső kvartilisból az alsó kvartilist. Így megkaphatjuk azt a tartományt, amibe a játékosok középső 50%-a esik ($80 - 71 = 9$ darab meccs). A 95. és a 97,5. percentilis értéke egyformán 82 volt, ami azt jelenti, hogy ezekben a kategóriákban már nem változott a játékosonként lejátszott meccsek száma.

Az 14. táblázat részletes elemzése után kiegészítő információkat kaphatunk még a játékosonként lejátszott meccsek számának hisztogramjából is (76. ábra).

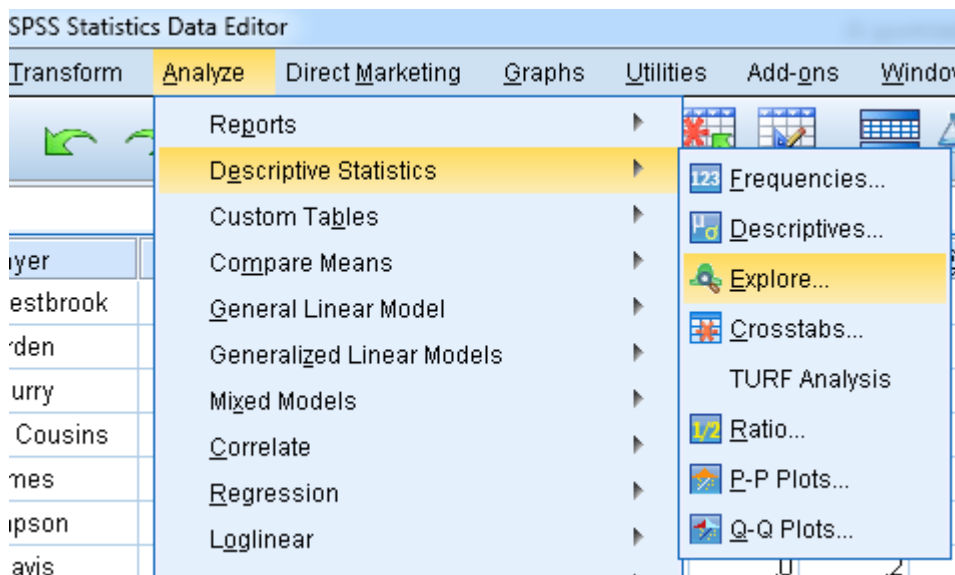


78. ábra: A játékosonként lejátszott meccsek számának hisztogramja (Képernyőkép)

A 16. ábra jól szemlélteti a mutató eloszlását és azt, hogy a Modusz értéke, azért volt 82 darab meccs, mert az utolsó előtti kategóriába 17 játékos esett. Erről az ábráról már könnyen leolvasható ez a fontos információ. Az is megfigyelhető, hogy 60 körüli meccsszámmal csak néhány sportoló rendelkezett és a nagyobb gyakoriságok értéke inkább az átlag (75 darab meccs) felett volt. Az eloszlás balra elnyúló (a ferdeség mutatója $-0,803$ volt), mivel volt olyan játékos, aki 15 mérkőzéssel kevesebbet játszott, mint az átlag érték.

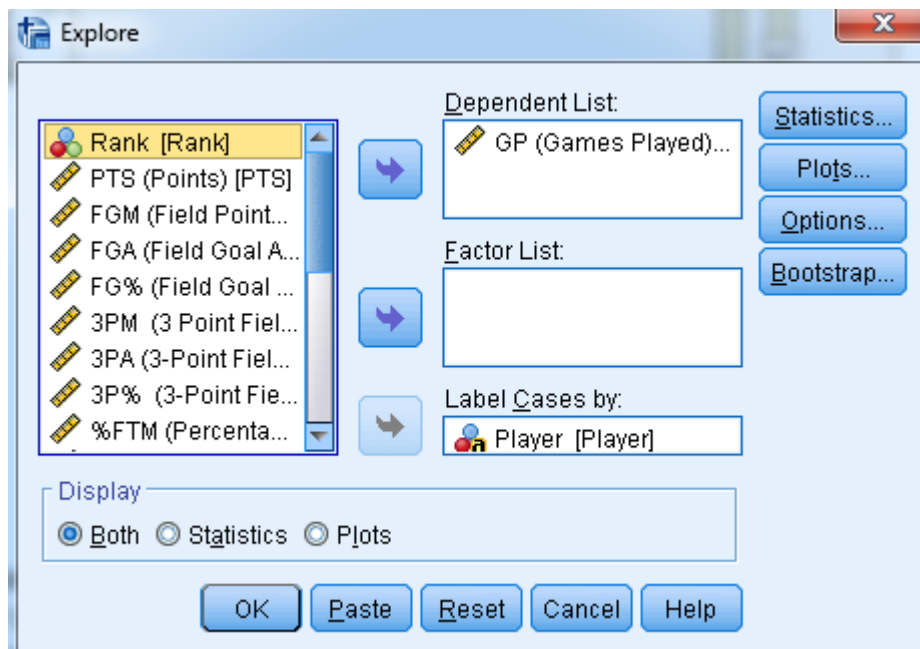
8.4.3 A leíró statisztikai mutatók számítása a EXPLORE menüvel

A SPSS programmal további részletesebb elemzéseket is végezhetünk.



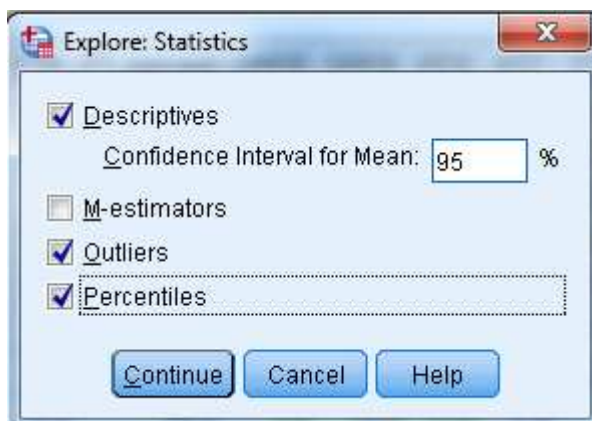
**79. ábra: A részletesebb leíró statisztika számításának menüje az SPSS programban
(Képernyőkép)**

Ehhez az ANALYZE/DESCRIPTIVE STATISTICS/EXPLORE menüt kell választani (77. ábra). Az SPSS programban leíró statisztikai mutatókat több féleképpen is lehet számítani: a FREQUENCIES, a DESCRIPTIVES és az EXPLORE menük segítségével is. Ha úgy döntünk, hogy az utóbbit szeretnénk használni a 78. ábrán látható ablakhoz fogunk eljutni. A bal oldali ablakban vannak az adatbázisunk változói. Figyelnünk kell arra, hogy minden mérési szintű változót feltüntetett itt a program. Ezek közül csak a skála típusúakat elemezhetjük az első jobboldali ablakban (DEPENDENT LIST). Ide nem csak egy változó illeszthető be, ezzel lehetővé téve azt, hogy akár az összes mutatónkat egyszerre legyünk képesek kiértékelni. Az alacsonyabb mérési szintű változóinkat, mint csoportosító változókat a második ablakba (FACTOR LIST) illeszthetjük be. Ha ide nem választunk ki egyetlen egy változót sem, akkor a program egyben vizsgálja a skála típusú változót. Ha bármilyen kategóriát tartalmazó változót beillesztünk ide, minden további elemzés külön-külön csoportonként fog történni. A harmadik ablakba (LABEL CASES BY) illeszthetők azok a változók, amelyek segítségével be tudjuk azonosítani a kiugró értékeinket.



80. ábra: A változók kiválasztása az Explore menüben (Képernyőkép)

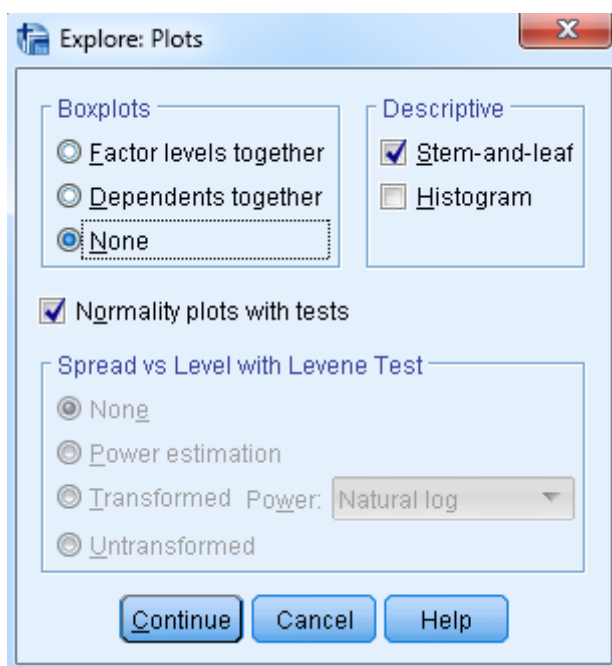
Az előzőekben részletesen bemutatott FREQUENCIES menühöz hasonlóan itt is külön be lehet állítani a statisztikai mutatókat (STATISTICS) és a grafikus ábrázolást (PLOTS) is. Az EXPLORE/STATISTICS menüjében alapbeállítás a DESCRIPTIVES kijelölése. Látható, hogy a CONFIDENCE INTERVAL FOR MEAN 95%-ra van beállítva. Általában ez az érték megfelelő egy vizsgálat megbízhatóságának meghatározására. Az OUTLIERS felirat előtti négyzetbe kattintva megkaphatjuk az adatbázisunk legnagyobb és legkisebb öt elemét. Ha be van állítva a LABEL CASES BY ablakban valamilyen változó, akkor a szélső értékeknél annak a feliratai jelennek meg.



81. ábra: A leíró statisztikai mutatók beállítása a Statistics menüben (Képernyőkép)

A STATISTICS menüben egy kattintással ki lehet jelölni az összes percentilis (PERCENTILES) kiszámítását. A CONTINUE gombra kattintva visszajutunk az EXPLORE ablakhoz.

Itt a PLOTS gombra kattintva a 80. ábra jelenik meg. Négy féle grafikon típus választható ki, de most csak a DESCRIPTIVE ablakban a STEM-AND-LEAF ábrát válasszuk ki. A BOXPLOTS részben a NONE-t jelöljük ki. Ki kell választanunk a NORMALITY PLOTS WITH TESTS négyzetet is.



82. ábra: A grafikon típusok beállítása a Plots menüben (Képernyőkép)

A CONTINUE gombra kattintva ismét visszajutunk az EXPLORE ablakhoz. Ezt követően már csak az OK gombra kell választanunk és ki tudjuk számítani az előzetesen beállított leíró statisztikai mutatókat és grafikonokat is.

Az SPSS program Explore parancssorának (syntax) bemutatása:

```
EXAMINE VARIABLES=GP
```

```
/ID=Player
```



```
/PLOT STEMLEAF NPLOT  
/PERCENTILES(5,10,25,50,75,90,95) HAVERAGE  
/STATISTICS DESCRIPTIVES EXTREME  
/CINTERVAL 95  
/MISSING LISTWISE  
/NOTOTAL.
```

A 14. táblázatban hasonló mutatók szerepelnek, mint az 15. táblázat adatai, de az EXPLORE menü részletesebb elemzést tesz lehetővé. A 95%-os konfidencia intervallum alsó és felső határa megadja, hogy az adatainkat úgy tekintve, mintha ez egy minta lenne, akkor hogyan alakulna az alapsokasági átlag értéke. Ezek alapján azt mondhatjuk, hogy 95%-os valószínűséggel 73,93 és 76,33 között várható az össze játékos (nem csak a 107 fő) által játszott meccsek átlagos száma. Az interkvartilis terjedelmet (9 darab meccs) az 13. táblázatnál nekünk kellett kiszámolni, most pedig közli velünk ezt is a program. A nyesett átlag (Trimmed Mean) értéke 75,55, ami nagyobb, mint a számtani átlag 75,13. Ebből arra következtethetünk, hogy az adatok balra elnyúló eloszlásúak.



14. táblázat: Az Explore menü leíró statisztikai mutatói a GP (lejátszott meccsek száma) változó esetében

Descriptives

	Statistic	Std. Error
GP (Games Played) Mean	75,13	0,607
95% Confidence Interval Lower Bound for Mean	73,93	
Upper Bound	76,33	
5% Trimmed Mean	75,55	
Median	77,00	
Variance	39,436	
Std. Deviation	6,280	
Minimum	59	
Maximum	83	
Range	24	
Interquartile Range	9	
Skewness	-0,803	0,234
Kurtosis	-0,313	0,463

A 15. táblázatban külön csoportosítva látjuk az eltérő percentilis értékeket. Az EXPLORE menünél (eltérően a FREQUENCIES menütől) nem kellett megadni egyenként a nevezetes percentiliseket, hanem automatikusan számítja ezeket ki a program.



15. táblázat: Az Explore menü percentilis mutatói a GP (lejátszott meccsek száma) változó esetében

Percentiles

		Percentiles						
		5	10	25	50	75	90	95
Weighted Average	GP (Games Played)	62,40	65,80	71,00	77,00	80,00	82,00	82,00
Tukey's Hinges	GP (Games Played)			71,00	77,00	80,00		

Ebből a táblázatból is megfigyelhető az, hogy a felső kvartilistól 2 meccsel volt csak nagyobb a 95%-os percentilis érték, ugyanakkor az 5%-os percentilis esetében ez az eltérés az alsó kvartilistól 8,6 meccs volt. Ezek alapján is azt állapíthatjuk meg, hogy a játékosok által lejátszott meccsek eloszlása balra elnyúló volt.

A 16. táblázatban találjuk meg név szerint azokat a játékosokat, akiknek a teljesítménye kiugró volt. Ez azt jelenti, hogy a legkevesebbet és a legtöbbet játszó 5-5 játékos szerepel a táblázatban. Megállapíthatjuk azt, hogy Josh Smith ebben az évadban 83 meccsen szerepelt és ezzel ő volt a legtöbbet játszó sportoló. Őt követték a többiek 82 meccsel, de a táblázatban csak 4 személyt találunk közülük, pedig tudjuk a hisztogram alapján, hogy 17 fő játszott 82-szer ebben az évadban. A legkevesebbszer DeMarcus Cousins játszott, mivel ő csak 59 meccsen vett részt. Tőle egy meccsel játszott többet (60-szor) két játékos: Wesley Matthews és DeMar DeRozan. Eric Gordon és Kemba Walker neve szerepel még a listán 61 illetve 62 meccsel. Ha ezek az értékek nagyon szélsőségesek lennének (pl. ha valakinél nagyobb adat szerepelne, mint amennyiszer a csapata ténylegesen játszott a bajnokságban, esetleg negatív szám lenne feltüntetve valakinél), akkor természetesen ki kellene zárni az elemzésből ezeket a



személyeket (legalább is ennél a változónál mindenképpen). A táblázatban a játékosok neve és a lejátszott meccsek számán kívül szerepel még az adatbázisban kódolt sorszámuk. Ez akkor lehet fontos, ha több változót is elemezni kívánunk egyszerre és a kiugró értékeknél olyan sok outlier érték lenne, amikor csak a kisebb helyet igénylő sorszám változókat tudnánk feltüntetni (boxplot ábrák esetében).

16. táblázat: Az Explore menü extrém értékei a GP (lejátszott meccsek száma) változó esetében

Extreme Values

		Case Number	Player	Value
GP (Games Played) Highest	1	56	Josh Smith	83
	2	14	Damian Lillard	82
	3	20	Chris Paul	82
	4	43	Markieff Morris	82
	5	50	Andrew Wiggins	82 ^a
Lowest	1	4	DeMarcus Cousins	59
	2	49	Wesley Matthews	60
	3	16	DeMar DeRozan	60
	4	78	Eric Gordon	61
	5	33	Kemba Walker	62



a. Only a partial list of cases with the value 82 are shown in the table of upper extremes.

Az extrém értékek után vizsgáljunk meg egy újabb diagram típust (81. ábra) az eredmények közül. Ez egy speciális ábra, mivel úgy néz ki, mintha egy hisztogramot elfordítottunk volna 90 fokkal jobbra. Ugyanakkor a hisztogramnál több információt tudhatunk meg a változó értékeiről. A Frequency (Gyakoriság) oszlopban az értékek gyakoriságai vannak (két tizedes pontossággal tüntetik fel ezeket). A Stem oszlop jelenti a szárat, a Leaf oszlop pedig a levelet. Az ábrán alul van feltüntetve a „Stem width: 10” érték. Ez azt jelenti, hogy minden értéket, ami a Stem oszlopban meg kell szoroznunk 10-el. Az ábrán a legelső sorban szereplő „Each leaf: 1 case(s)” kifejezés azt jelenti, hogy az ábrán minden feltüntetett érték a „Leaf” oszlopban egy adatot reprezentál a játékosok adatai közül. Nézzük meg, hogy az első sorban szereplő egy játékos lejátszott meccseinek a száma mennyi volt ténylegesen. Mivel a gyakoriság értéke 1, ez azt jelenti, hogy mindössze egy játékos adatát fogjuk megvizsgálni. Az 5.9 érték azt jelenti, hogy 10-el megszorozva megkapjuk a ténylegesen lejátszott meccsek számát, ami 59 volt. Persze ezt már a 4. táblázatban megfigyelhettük, DeMarcus Cousins volt ez a játékos. A második sorban 3 játékos eredménye szerepel. A Stem oszlopban 6 van és a Leaf oszlopban 3 érték: 0 0 1 van. Ennek a magyarázata az, hogy két sportoló játszott $10 * 6,0$ meccsen és egy $10 * 6,1$ meccsen. Így már könnyen kiszámítható az, hogy a két játékos (Wesley Matthews és DeMar DeRozan) 60 meccsen és az egy játékos (Eric Gordon) 61 meccsen vett részt. Ezt a logikát követve felismerhető, hogy egy osztályközös gyakorisági sort is látunk az ábrán, ahol a kategóriák távolsága 2 meccs. Egyszerűen megállapítható, hogy a legnagyobb gyakoriságú kategóriák a legnagyobb értékek voltak. Az utolsó sorban 17 darab 2-es van, ami azt jelenti, hogy $10 * 8,2$ azaz 82 meccset 17 játékos játszott, ez volt a Modusz értéke is.

GP (Games Played) Stem-and-Leaf Plot

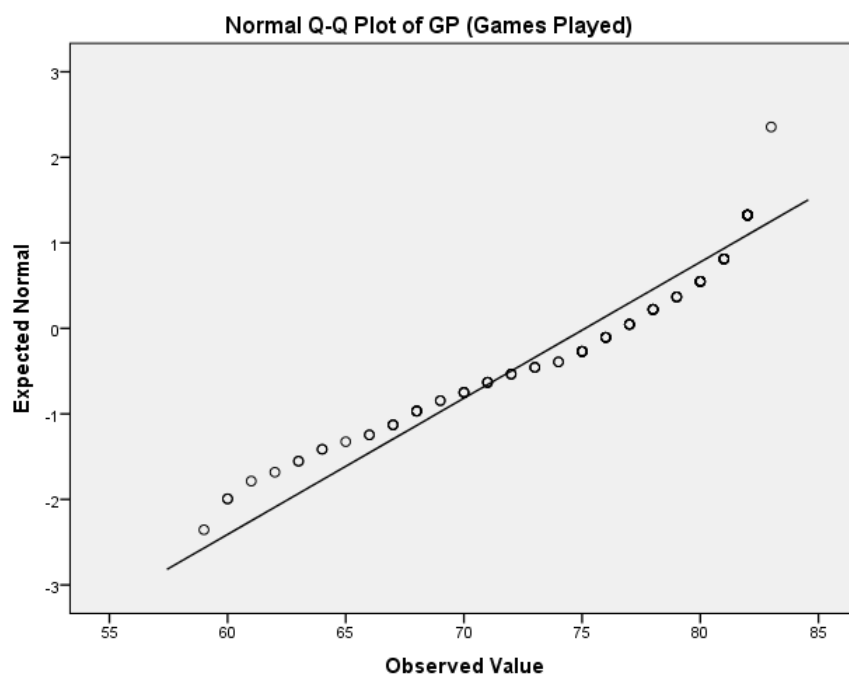


Frequency	Stem & Leaf
1,00	5 . 9
3,00	6 . 001
3,00	6 . 233
3,00	6 . 445
5,00	6 . 66777
7,00	6 . 8888899
8,00	7 . 00001111
6,00	7 . 222333
10,00	7 . 4455555555
13,00	7 . 6666667777777
12,00	7 . 888888889999
18,00	8 . 000000000011111111
18,00	8 . 22222222222222223
Stem width: 10	
Each leaf: 1 case(s)	

83. ábra: A játékosonként lejátszott meccsek számának szár-levél (stem and leaf) ábrája

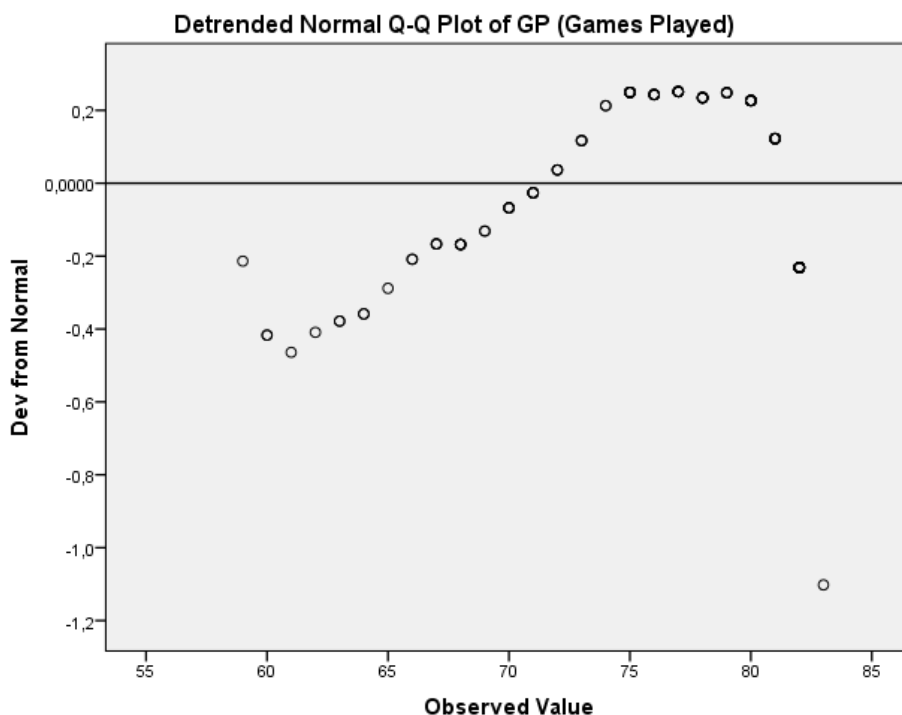
Az EXPLORE menüben beállítottuk, hogy szeretnénk grafikus normalitás vizsgálatot is elvégezni az adatainkon a NORMALITY PLOTS WITH TESTS négyzet kiválasztásával. Ennek az eredménye a játékosonként lejátszott meccsek számának Q-Q plot diagramja látható a 82. ábrán. Ezt az ábra típust úgy kell értelmezni, hogy azok az adatok, amelyek rajta vannak a négyzetátlóján vagy közel helyezkednek el ahhoz, azok normális eloszlást követnek. De ha valamelyik adatot jelölő kis karika távolabb helyezkedik el a vonaltól, az érték már nem

illeszkedik rá a normális eloszlás görbéjére. Az ábrán a legnagyobb számot jelölő karika (Josh Smith 83 darab meccsel) messze felette volt az átlónak.



**84. ábra: A játékosonként lejátszott meccsek számának Q-Q plot diagramja
(Képernyőkép)**

A NORMALITY PLOTS WITH TESTS négyzet kipipálásával egy másik grafikus normalitás tesztelő ábrát is kapunk (83. ábra). Ennek a neve a trendmentesített Q-Q plot diagram.



85. ábra: A játékosonként lejátszott meccsek számának trendmentesített Q-Q plot diagramja (Képernyőkép)

Ezen a diagram típuson egy vízszintes vonal jelöli a normális eloszlást. Ezen az ábrán jól látszik, hogy az adatokat jelölő körök teljesen eltávolodnak a vonaltól. Josh Smith 83 darab meccse nagyon negatív értéket mutat a 83. ábrán, ez azt jelenti, hogy az ő teljesítménye túl van azon, mintha az adatok eloszlása normális lenne. A 17 játékos 82 meccses teljesítménye csak egy kicsivel sötétebb körnek látszik, mivel ugyanolyan értéket értek el. Ez a kör már sokkal közelebb helyezkedik el a vízszintes vonalhoz.

Ha számszerűen is ki akarjuk fejezni azt, hogy az adatok eloszlása normális-e vagy nem, abban az esetben valamilyen normalitás tesztet kell lefuttatnunk az SPSS-ben. Az EXPLORE menüben erre is van beépítve két teszt. Az 18. táblázatban a játékosonként lejátszott meccsek számának (GP) eloszlás vizsgálata Kolmogorov-Smirnov és Shapiro-Wilk normalitás tesztek szerepel. Azt kell figyelembe vennünk a tesztek kiválasztása során, hogy a Shapiro-Wilk teszt a kisebb elemszámú (kb. 50 alatt) sokaságok vizsgálatára alkalmas inkább. Míg a



Kolmogorov-Smirnov teszt a nagyobb elemszámú adatsorok normális eloszlásának vizsgálata során terjedt el.

18. táblázat: A játékosonként lejátszott meccsek számának (GP) eloszlás vizsgálata Kolmogorov-Smirnov és Shapiro-Wilk normalitás tesztekkel

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
GP (Games Played)	,137	107	0,000	,905	107	0,000

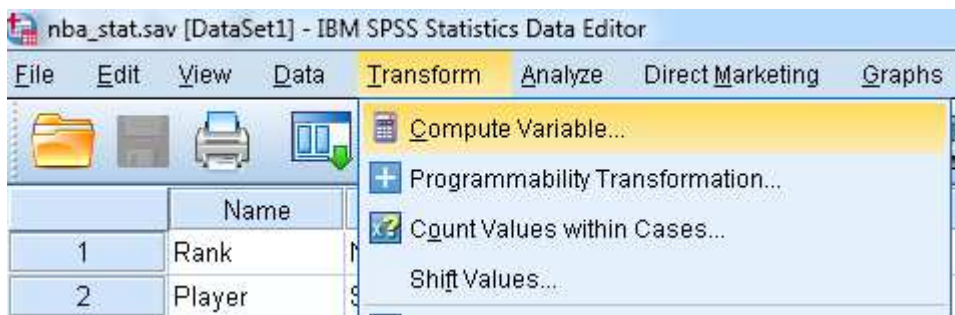
a. Lilliefors Significance Correction

A Sig. oszlopban szereplő adatok azt mutatják, hogy a $Sig < 0,05$ alatti értékek esetén nem normális az adatok eloszlása. Mivel mindkét teszt ugyanazt az értéket adta, így nem kell döntenünk arról, hogy melyik teszt eredményét vegyük figyelembe. Ha nem így lenne, akkor 107 adat esetében már a Kolmogorov-Smirnov teszt eredményét fogadnánk el a Shapiro-Wilk teszttel szemben.

8.4.4 Új változók számítása a TRANSFORM menüvel

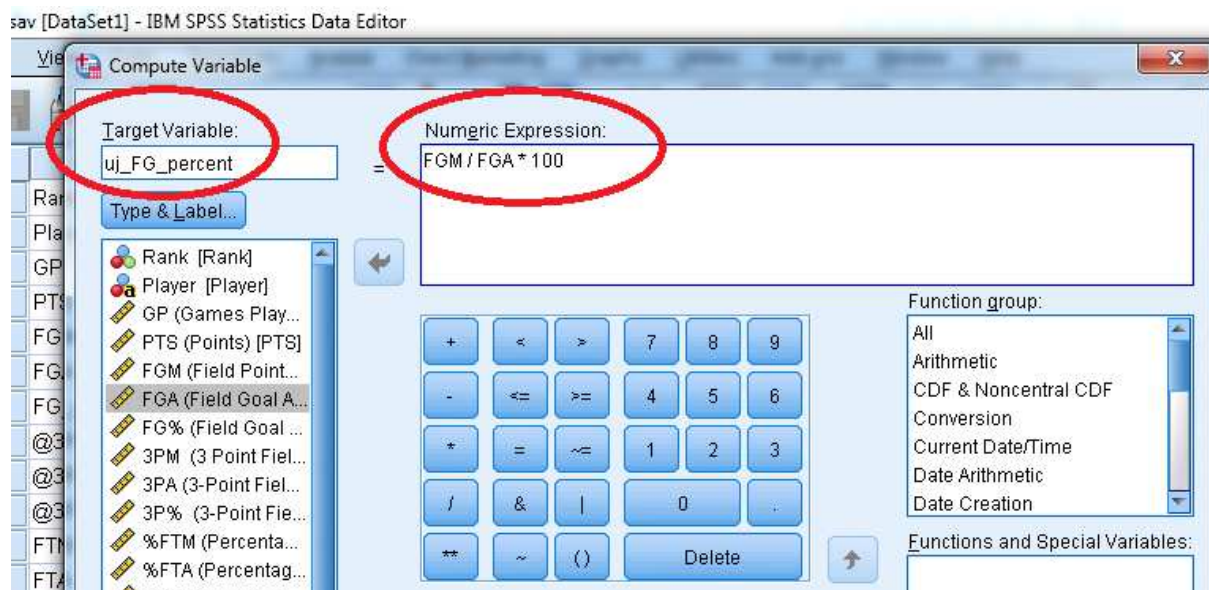
A következő részben azt mutatjuk be, hogy hogyan lehet új változót számítani a meglévő változók segítségével. Vizsgáljuk meg azt, hogy az adatbázisunkban szereplő FG% (Field Goal Percentage a mezőnyből szerzett pontok százalékos aránya) értéksora mennyire pontos értékeket tartalmaz. Ismerjük a számításának módját, ami az FGM / FGA – mezőnyből szerzett átlagos pontok száma / mezőnyből indított dobások átlagos száma – százalékban kifejezett értéke. Ennek kiszámításához az SPSS-ben a másik két változó adatsorára van szükségünk.

Első lépésben a TRANSFORM/COMPUTE VARIABLE menüt kell megnyitnunk (84. ábra).



86. ábra: A Compute Variable menü kiválasztása új változó számításához
(Képernyőkép)

Itt lehet az adatbázisban már meglévő változókat módosítani vagy segítségükkel újabb változókat kiszámítani. A 85. ábra megmutatja, hogy az uj_FG_percent nevű változót, hogyan tudjuk kiszámítani ebben a menüben.



87. ábra: A Compute Variable menü beállításai az uj_FG_percent változó
kiszámításánál (Képernyőkép)

A TARGET VARIABLE ablakba be kell írunk az új változó nevét, majd a NUMERIC EXPRESSION ablakba baloldaltól a nyíl segítségével beillesztjük az FGM változót. A képernyőn közepén elhelyezkedő gombok segítségével beírjuk a / jelet. Ezután ismét ki kell választanunk a baloldali ablakban az újabb változónkat (FGA) és a nyíl segítségével áttenni a

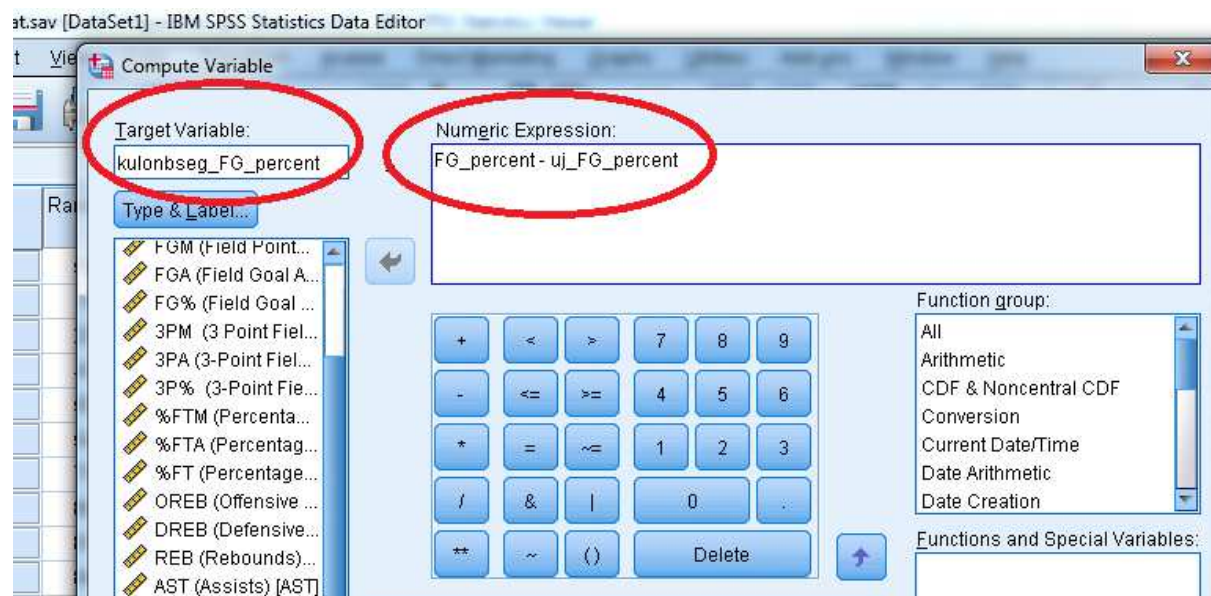
jobb oldali ablakba a másik változó után. A középen elhelyezkedő gombokon kiválasztjuk a * jelet és a 100-at beírjuk utána. Ha ezzel végeztünk az OK gomb lenyomásával megkapjuk az új változónkat az adatbázisunk utolsó oszlopában.

Az SPSS program Compute parancssorának (syntax) bemutatása az uj_FG_percent változó kiszámításánál:

COMPUTE uj_FG_percent=FGM / FGA * 100.

EXECUTE.

A következő lépésben a már meglévő és az újonnan számított változó különbségét fogjuk kiszámítani. Ehhez ismét a TRANSFORM/COMPUTE VARIABLE menüt használjuk, mint ahogyan az a 84. ábrán szerepelt.



88. ábra: A Compute Variable menü beállításai a kulonbseg_FG_percent változó kiszámításánál (Képernyőkép)

Ezt az eltérést kifejező változót úgy képezzük, hogy a régi és az új változó közötti különbséget kapjuk meg (86. ábra). A TARGET VARIABLE ablakba be kell írunk az új változó nevét (kulonbseg_FG_percent), majd a NUMERIC EXPRESSION ablakba baloldaltól a nyíl segítségével beillesztjük az FG_percent változót. A képernyőn közepén

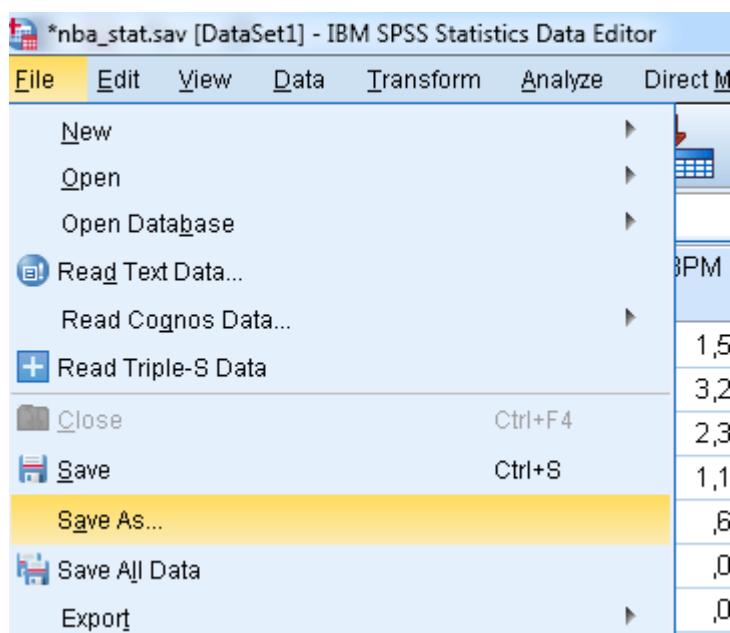
elhelyezkedő gombok segítségével beírjuk a – jelet. Ezután ismét ki kell választanunk a baloldali ablakban az újabb változónkat (uj_FG_percent) és a nyíl segítségével áttenni a jobb oldali ablakba a másik változó után. Ha ezzel végeztünk az OK gomb lenyomásával megkapjuk az új változónkat az adatbázisunk utolsó oszlopában.

Az SPSS program Compute parancssorának (syntax) bemutatása a kulonbseg_FG_percent változó kiszámításánál:

COMPUTE kulonbseg_FG_percent=FG_percent - uj_FG_percent.

EXECUTE.

Ezek után érdemes a módosított adatbázisunkat más néven elmenteni az SPSS segítségével (87. ábra). Ezért a FILE/SAVE AS menüre kattintunk és meg adjuk a módosítani kívánt file nevet.



89. ábra: A módosított adatbázis mentésének folyamata, a Save As menü kiválasztása (Képernyőkép)

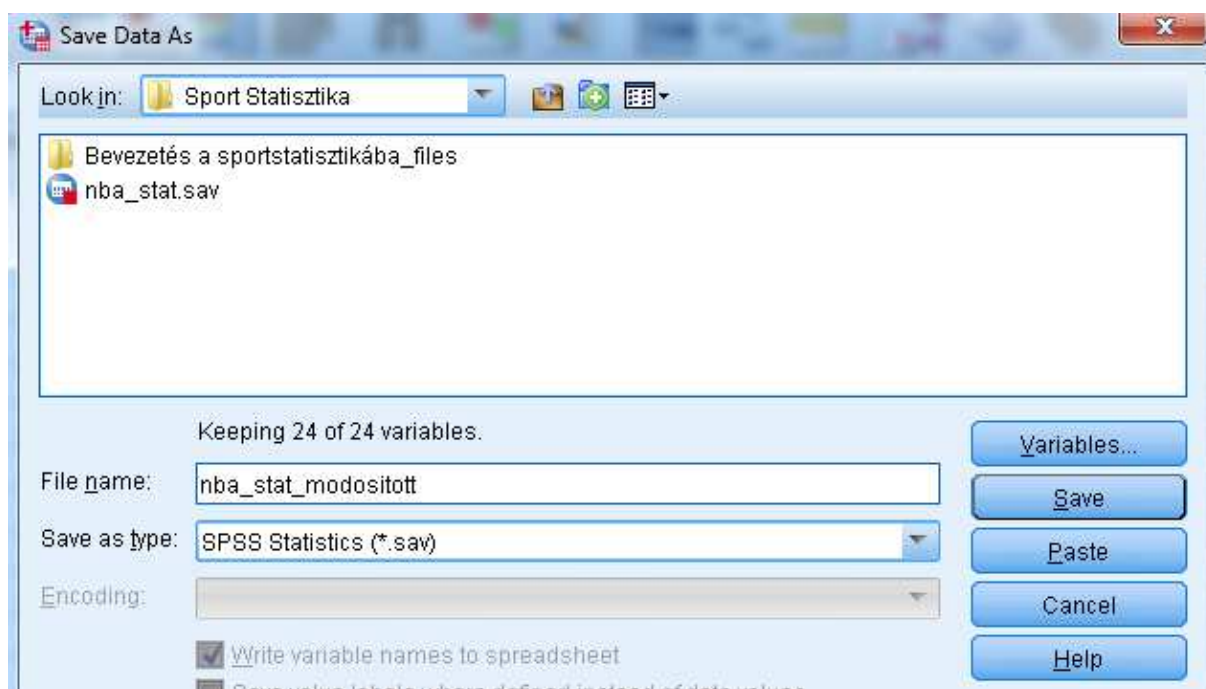
A 88. ábra SAVE DATA AS ablakában a FILE NAME sorba be kell írni az új file nevét. Ez lehet hasonló, mint az előző csak pl. egy számmal különböztetjük meg. Mi azt választottuk, hogy az eredeti file névhez hozzáírtuk azt a kifejezést, hogy módosított. A későbbi munka

megkönnyítése miatt érdemes azt mindenképp jelölni a file nevében, hogy mit változtattunk az adatokon.

Az SPSS program Save As parancssorának (syntax) bemutatása:

```
SAVE          OUTFILE='D:\ADATOK_UJ\Kutatas\Ráthonyi      Gergely\Sport
Statistika\nba_stat_modositott.sav'

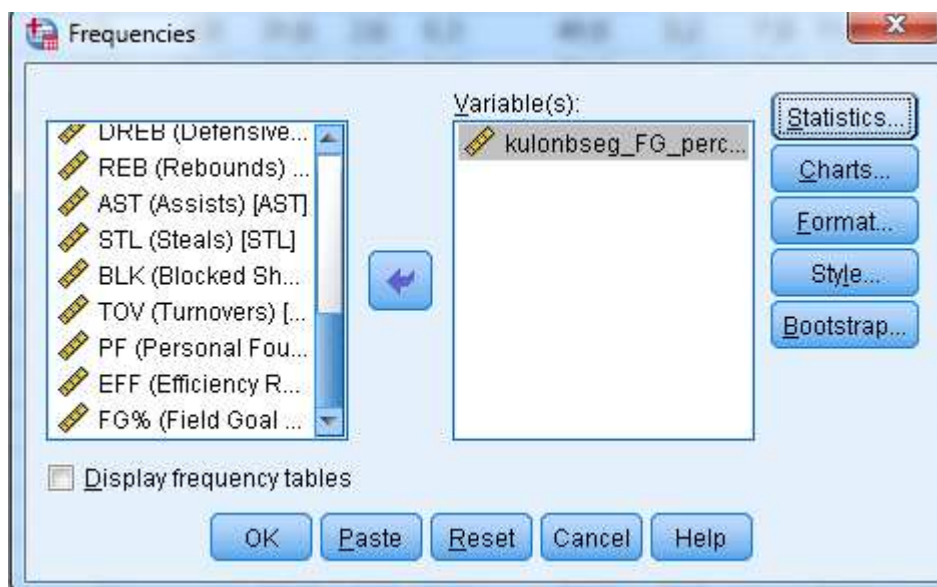
/COMPRESSED.
```



**90. ábra: A módosított adatbázis mentésének folyamata, a Save As menün belül
(Képernyőkép)**

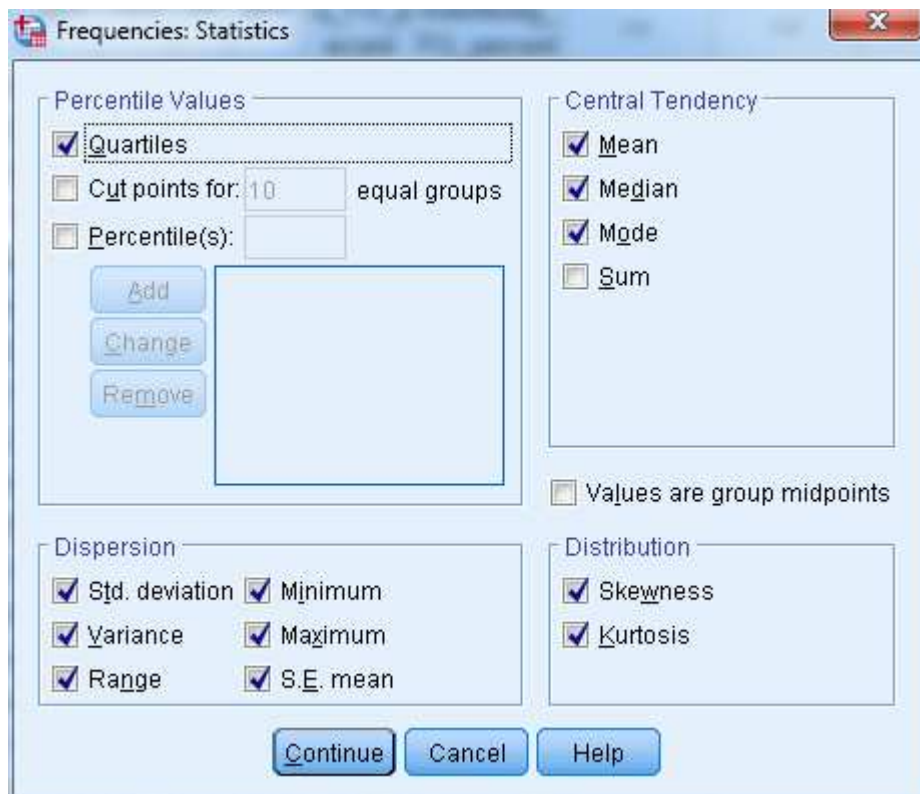
Miután elmentettük a kibővített adatbázisunkat, vizsgáljuk meg azt, hogy a különbség az eredeti és a számított FG% (Field Goal Percentage a mezőnyből szerzett pontok százalékos aránya) változók között mekkora volt és milyen eloszlást mutatott. A 89. ábrán a FREQUENCIES ablakban ki kell jelölnünk a baloldalon a kulonbseg_FG_percent változót. Ezután a nyíl segítségével át kell tennünk a jobb oldali ablakba ezt a változót. Most is érdemes arra figyelni, hogy ha skála típusú adat elemzésekor a DISPLAY FREQUENCY TABLES előtti kis dobozban ne legyen pipa jel. Ebben a menü pontban kell azt

kiválasztanunk, hogy milyen leíró statisztikai mutatókat szeretnénk kérni a programtól. Ezt a STATISTICS gombra kattintva fogjuk tudni beállítani.



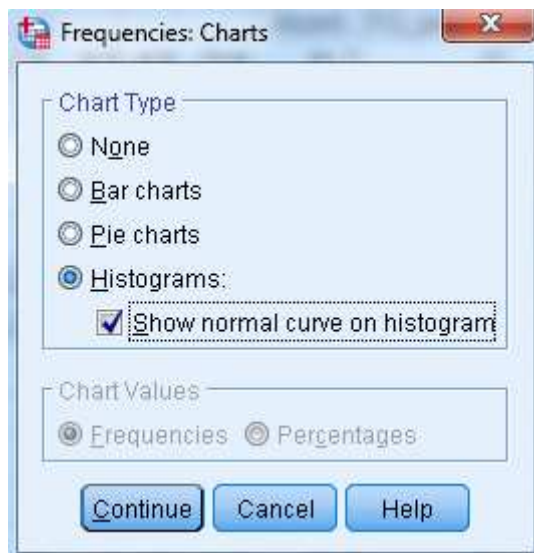
**91. ábra: A kulonbseg_FG_percent változó kiválasztása a Frequencies menüben
(Képernyőkép)**

A 90. ábrán láthatjuk, hogy a CENTRAL TENDENCY blokkban a középértékek közül egyet nem jelöltünk be, ez volt az adatok értékösszege (Sum). A DISPERSION részben és a DISTRIBUTION részben minden mutatót beállítottunk. A PERCENTILE VALUES részben csak a kvartiliseket jelöltük meg.



92. ábra: A Statistics menü beállítása (Képernyőkép)

A CONTINUE gombra kattintás után a FREQUENCIES ablakban ki kell választanunk a CHARTS gombot, ahol a grafikon típusokat állíthatjuk be. A különbség_FG_percent esetében a hisztogramot választottuk a normális eloszlást mutató görbével (SHOW NORMAL CURVE ON HISTOGRAM) együtt (91. ábra). A CONTINUE gombra kattintva ismét visszajutunk a FREQUENCIES ablakhoz. Ezt követően már csak az OK gombra kell kattintanunk és ki tudjuk számítani az előzetesen beállított leíró statisztikai mutatókat és hisztogramot is.



93. ábra: A kulonbseg_FG_percent változó grafikonjának kiválasztása a Charts menüben (Képernyőkép)

Az SPSS programban a kulonbseg_FG_percent változóra számított Frequencies parancssorának (syntax) bemutatása:

```
FREQUENCIES VARIABLES=kulonbseg_FG_percent
```

```
/FORMAT=NOTABLE
```

```
/NTILES=4
```

```
/STATISTICS=STDDEV VARIANCE RANGE MINIMUM MAXIMUM SEMEAN  
MEAN MEDIAN MODE SKEWNESS SESKEW
```

```
KURTOSIS SEKURT
```

```
/HISTOGRAM NORMAL
```

```
/ORDER=ANALYSIS.
```

Az eredmények közül elsőként a 18. táblázatban feltüntetett leíró statisztikai eredményeket vizsgáljuk meg. Az átlag -0,0361 volt, ez azt jelenti, hogy nagyon közel van a nullához és a két féle számítási mód között nem volt nagy különbség. Azaz az NBA honlapon közölt adatok

közel voltak az általunk számított adatokhoz. A szóródás terjedelme 1,29 meccs volt. Ez a kis érték is az előbbieket támasztja alá.

18. táblázat: A kulonbseg_FG_percent változó leíró statisztikai mutatói

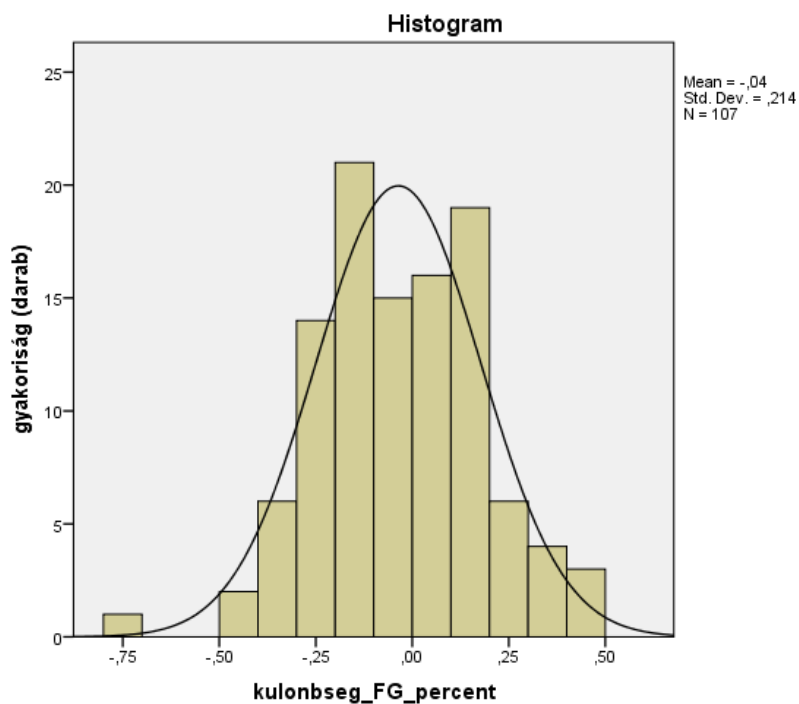
Statistics

kulonbseg_FG_percent

N	Valid	107
	Missing	0
Mean		-0,0361
Std. Error of Mean		0,02067
Median		-0,0405
Mode		-0,16 ^a
Std. Deviation		0,21378
Variance		0,046
Skewness		-0,169
Std. Error of Skewness		0,234
Kurtosis		0,638
Std. Error of Kurtosis		0,463
Range		1,29
Minimum		-0,79
Maximum		0,49
Percentiles	25	-0,1754
	50	-0,0405
	75	0,1163

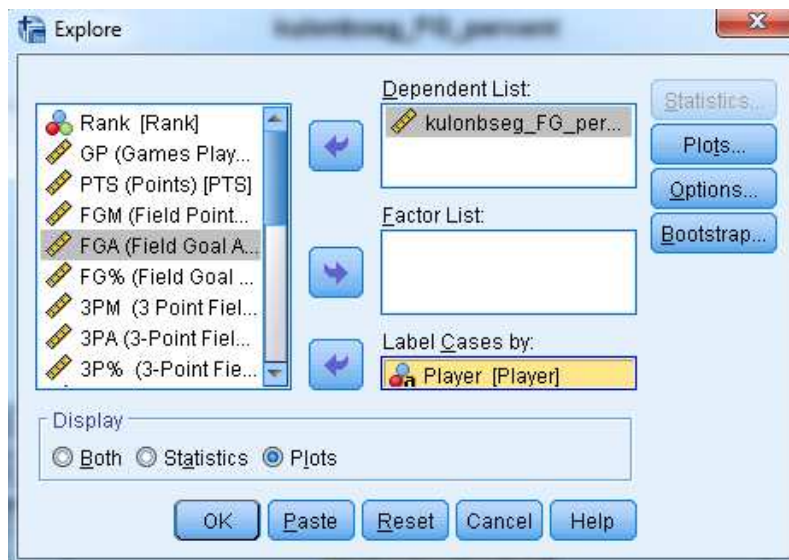
a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

A táblázatban kapott értékek alapján le tudunk vonni következtetéseket, de ha a különbségeket grafikusán is tudjuk ábrázolni, az még nagyobb segítség lehet. Ezért a 92. ábrán feltüntettük a kulonbseg_FG_percent változó hisztogramját is.



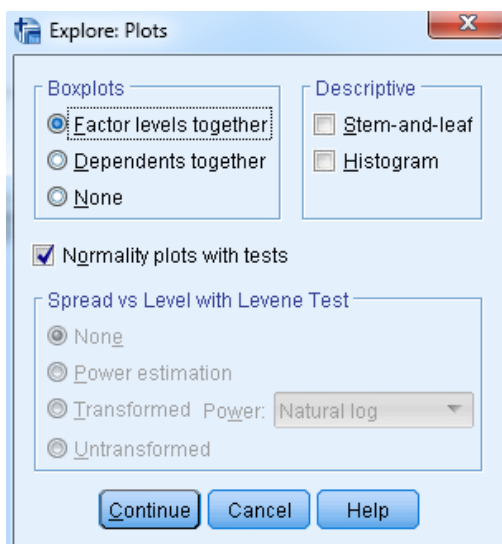
94. ábra: A kulonbseg_FG_percent változó hisztogramja (Képernyőkép)

Az ábra alapján megállapítható, hogy a különbségek normális eloszlást mutatnak, mivel a hisztogram a normális eloszlás görbéjével együtt alakult. Ennél is pontosabb következtetéseket hozhatunk meg, ha az EXPLORE menüt használjuk fel. A 93. ábra azt mutatja meg, hogy kell beállítani a vizsgálni kívánt változót úgy, hogy a játékosok nevei is megjelenjenek az eredményekben.



**95. ábra: A kulonbseg_FG_percent változó elemzése az Explore menüvel
(Képernyőkép)**

A PLOTS ablakban (94. ábra) csak a BOXPLOTS és a NORMALITY PLOTS WITH TESTS részt kell kijelölni. A DESCRIPTIVE részben szereplő két féle ábra típust most nem szükséges elemezni.



96. ábra: A kulonbseg_FG_percent változó grafikonjainak kiválasztása a Plots menüben (Képernyőkép)

Az SPSS programban a `kulonbseg_FG_percent` változóra számított Explore parancssorának (syntax) bemutatása:

```
EXAMINE VARIABLES=kulonbseg_FG_percent
```

```
/ID=Player
```

```
/PLOT BOXPLOT NPLOT
```

```
/COMPARE GROUPS
```

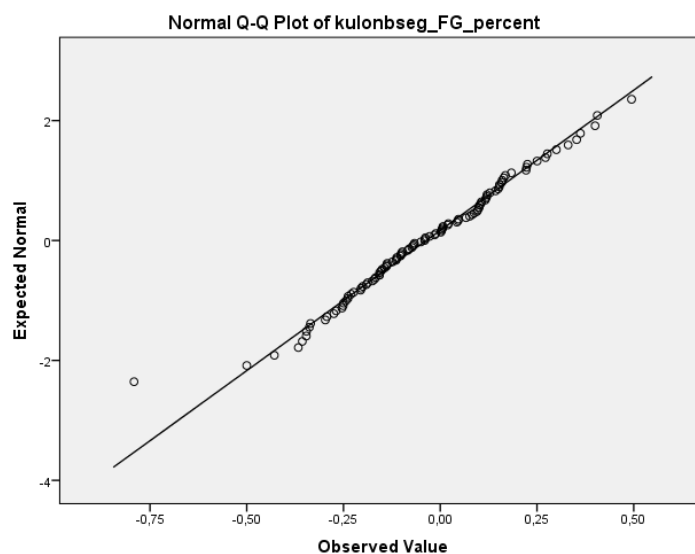
```
/STATISTICS NONE
```

```
/CINTERVAL 95
```

```
/MISSING LISTWISE
```

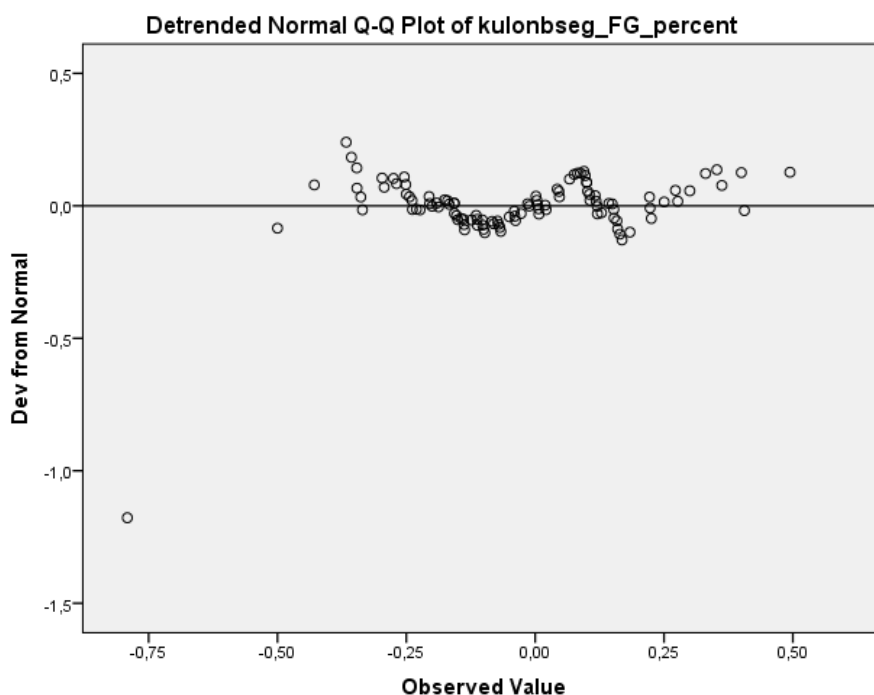
```
/NOTOTAL.
```

Ennek az eredménye a `kulonbseg_FG_percent` változó értékeinek Q-Q plot diagramja látható a 95. ábrán. Ezt az ábra típust úgy kell értelmezni, hogy a legkisebb különbséget kivéve, minden adat a négyzetatlójára került vagy nagyon közel van hozzá. Ez azt jelenti, hogy a különbségek normális eloszlású és egymástól független értékek.



**97. ábra: A kulonbseg_FG_percent változó adatainak Q-Q plot diagramja
(Képernyőkép)**

Megfigyelve a 96. ábrát ahol a `kulonbseg_FG_percent` változó adatainak trendmentesített Q-Q plot diagramja van, megállapítható, hogy a -0,75 értéknél kisebb különbség az amelyik nincs a vízszintes vonal közelében. Tehát ezt az egy adatot kivéve a többi érték normális eloszláshoz hasonló eloszlású.



98. ábra: A `kulonbseg_FG_percent` változó adatainak trendmentesített Q-Q plot diagramja (Képernyőkép)

Ha nagyon pontosan szükséges megállapítanunk, hogy normális-e az adataink eloszlása, nem a grafikus ábrákat kell megszerkesztenünk, hanem valamilyen statisztikai teszttel kell, hogy kiértékeljük az adatbázisunkat. A 19. táblázat Sig. oszlopaiban szereplő adatok azt mutatják, hogy a $\text{Sig} > 0,05$ feletti érték, ezért megállapíthatjuk, hogy az adatok eloszlása normális. Mivel mindkét teszt értéke 0,05 feletti szignifikanciájú volt, így most sem kell döntenünk arról, hogy melyik teszt eredményét vegyük figyelembe. Ha nem így lenne, akkor 107 adat esetében már a Kolmogorov-Smirnov teszt eredményét fogadnánk el ismételten a Shapiro-Wilk teszttel szemben.

19. táblázat: A kulonbseg_FG_percent változó eloszlás vizsgálata Kolmogorov-Smirnov és Shapiro-Wilk normalitás tesztekkel

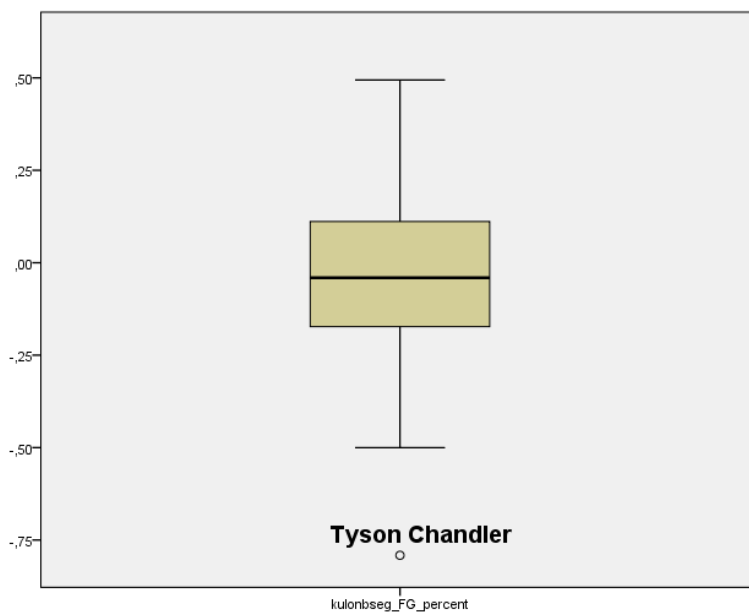
Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
kulonbseg_FG_percent	,048	107	,200*	,988	107	,460

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Végül érdemes még megvizsgálnunk azt, hogy a kulonbseg_FG_percent változó boxplot ábrájáról meg lehet-e állapítani, hogy ki az a játékos, akit esetleg kiugró különbséggel tudunk csak megbecsülni (97. ábra).



99. ábra: A kulonbseg_FG_percent változó boxplot ábrája (Képernyőkép)



SZÉCHENYI



Ez a játékos Tyson Chandler volt, az ő esetében az eredeti érték kisebb volt, mint a számított értékünk. A különbség -0,79 lett, ezzel Tyson volt az a játékos, akinek a teljesítményét jelentősen felülbecsültük a ténylegeshez képest.



FELHASZNÁLT IRODALOM

Ács P. – Pintér J.: Bevezetés a sportstatisztikába , Dialóg Campus Kiadó, (2011) 1 – 165 o. ISBN 9637296875

Ács P. – Oláh A. – Karamánné Pakai A. – Raposa L.B.: Gyakorlati adatelemzés, Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar, (2014) 1. – 293. o. ISBN 978-963-642-682-8

Ács P.: Sporttudományi kutatások módszertana, Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar, (2015) 1. – 254. o. ISBN 978-963-642-881-5

Afriat S. N: The Price Index and its Extension: A Chapter in Economic Measurement, ROUTLEDGE, 2004

Anderson D. R. – Dennis J. Sweeney – Thomas A. Williams – Jeffry D. Camm – Kipp Martin: Quantitative Methods for Business, Cengage Learning Business Press, (2010) ISBN-13: 978-0-324-65175-1

Antonius R. (2003): Interpreting quantitative data with SPSS, SAGE Publications Ltd., London, 2003. 1-312. o. ISBN 0 7619 7398 2

Bain L.J. – Engelhardt M. Introduction to probability and mathematical statistics, Duxbury, 2nd edition, 1992

Curwin J. – Slater R.: Quantitative Methods for Business Decisions, Sixth edition, Cengage Learning Business Press, (2008) ISBN-13: 978-1861525314

Csereháti Z. (2004): Az outlierek meghatározása és kezelése gazdaságstatisztikai felvételekben. Statisztikai Szemle, 82. évfolyam, 8. szám, 728-746.

Davis R. Anderson et al, Statistics for Business and Economics, South-Western Educational Publishing, 2001

Field A. (2009): Discovering Statistics Using SPSS (Introducing Statistical Methods), SAGE Publications Ltd., London, 2009. 1-822. o. ISBN 978-1-84787-906-6

Hunyadi L. – Vita L.: Statisztika I. Aula Kiadó, Budapest, 2008. 1-348. o.



Hunyadi L. – Vita L.: Statisztika II. Aula Kiadó, Budapest, 2008. 1-300. o.

Hunyadi L. – Vita L.: Statisztikai képletek és táblázatok (oktatási segédlet), Aula Kiadó, Budapest, 2008. 1-51. o.

Hunyadi L. (2002): Grafikus ábrázolás a statisztikában. Statisztikai Szemle, 80. évfolyam. 1. szám, 22-52.

Kerékgyártó Gy-né – L. Balogh I. – Sugár A. – Szarvas B.: Statisztikai módszerek és alkalmazásuk a gazdasági és társadalmi elemzésekben AULA Kiadó, Budapest, 2008. 1-446.

Ketskeméty L. – Izsó L. (2005): Bevezetés az SPSS programrendszerbe (Módszertani útmutató és feladatgyűjtemény statisztikai elemzésekhez), ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2005. 1-459. o. ISBN 963 436 823 6

Kovács E. (2004): Többváltozós adatelemzés. Typotex Kiadó, Budapesti Corvinus Egyetem, 245. o. ISBN 978 963 279 243 9

Matthew J. Zagumny: The Spss Book: A Student Guide to the Statistical Package for the Social Sciences, Writers Club Press, 2001

Moksony F.: Gondolatok és adatok (Társadalomtudományi elméletek empirikus ellenőrzése), AULA Kiadó, 2006.

Rappai G.: Üzleti statisztika Excellel. KSH, 2001.

Rice J. A.: Mathematical Statistics and Data Analysis, Duxbury Press, 2nd edition, 1994

Sajtos L. – Mitev A. (2007): SPSS kutatási és adatelemzési kézikönyv, Alinea Kiadó, Budapest, 2007. 1-402. o. ISBN 978-963-9659-08-7

Szűcs I.: Alkalmazott Statisztika Agroiinform Kiadó, Budapest, 2002. 1-551. o.

<http://xenia.sote.hu/hu/biosci/docs/biometr/course/explore/statfv.html> (letöltés dátuma: 2015. 08. 22.)

Különböző sporttal kapcsolatos adatbázisok elérhetőségei:

<http://stats.nba.com/>



<http://stats.nba.com/?ls=iref:nba:gnav>

http://worlds.lolesports.com/en_US/worlds/stats

http://lol.esportspedia.com/wiki/2014_Season_World_Championship/Statistics/Players

http://resources.fifa.com/mm/document/affederation/administration/02/56/80/39/fr2014weben_neutral.pdf

<http://resources.fifa.com/mm/document/affederation/administration/01/60/80/10/fifafinanzberichtinternet.pdf>

http://resources.fifa.com/mm/document/affederation/administration/01/39/20/45/web_fifa_fr2010_eng%5b1%5d.pdf

http://resources.fifa.com/mm/document/affederation/administration/51/52/65/2006_fifa_ar_en_1766.pdf

http://resources.fifa.com/mm/document/affederation/administration/01/59/94/46/financial_report_2002.pdf

<http://www.fifa.com/fifa-world-ranking/ranking-tools/compare-teams.html#dataform=true&t1=ARG&t2=GER&t3=HUN&t4=POR&timeRange=fifarankingcreation&fromDate=1993-08-01&toDate=2015-10-01>

<http://www.fifa.com/fifa-world-ranking/ranking-table/men/index.html>

<http://www.transfermarkt.co.uk/statistik/weltrangliste>

<http://www.transfermarkt.co.uk/spieler/rekordnationalspieler/statistik>

<http://www.transfermarkt.co.uk/detailsuche/spielerdetail/suche/2369941>

<http://www.transfermarkt.co.uk/detailsuche/spielerdetail/suche/2369933>

<http://www.transfermarkt.co.uk/detailsuche/spielerdetail/suche/2369922>

<http://www.transfermarkt.co.uk/detailsuche/spielerdetail/suche/2369910>



<http://www.transfermarkt.co.uk/spieler->

[statistik/jahrestorschuetzen/statistik/stat/plus/1?jahr=2014&wettbewerb=alle&monatVon=01
&monatBis=12&altersklasse=](http://www.transfermarkt.co.uk/statistik/jahrestorschuetzen/statistik/stat/plus/1?jahr=2014&wettbewerb=alle&monatVon=01&monatBis=12&altersklasse=)

http://www.transfermarkt.co.uk/meisteeinsaetze/topscorer/statistik/2014/art/alle/saison_id/2014/altersklasse//plus/1

[http://www.transfermarkt.co.uk/vereins-
statistik/wertvollstemannschaften/marktwertetop?plus=1](http://www.transfermarkt.co.uk/vereins-statistik/wertvollstemannschaften/marktwertetop?plus=1)

<http://www.transfermarkt.co.uk/uefa/5jahreswertung/statistik/stat/plus/1>

http://www.transfermarkt.co.uk/transfers/trainerausgaben/statistik?saison_id=2005&saison_id_bis=2015&sa=&wettbewerb_id=&plus=1

[http://www.transfermarkt.co.uk/spieler-
statistik/wertvollstespieler/marktwertetop?land_id=0&ausrichtung=alle&spielerposition_id=al
le&altersklasse=alle&plus=1](http://www.transfermarkt.co.uk/spieler-statistik/wertvollstespieler/marktwertetop?land_id=0&ausrichtung=alle&spielerposition_id=alle&altersklasse=alle&plus=1)

[http://www.nhl.com/stats/player?reportType=season&report=skaterssummary&season=20142
015&gameType=2&aggregate=0&pos=S](http://www.nhl.com/stats/player?reportType=season&report=skaterssummary&season=20142015&gameType=2&aggregate=0&pos=S)

[http://www.nhl.com/stats/team?reportType=season&report=teamsummary&season=2014201
5&gameType=2&aggregate=0](http://www.nhl.com/stats/team?reportType=season&report=teamsummary&season=20142015&gameType=2&aggregate=0)

<http://www.nhl.com/stats/milestone?navid=nav-sts-mlstn#>

<http://www.iaaf.org/records/toplists/combined-events/decathlon/outdoor/men/senior/2015>

<http://www.databaseracing.com/races/seriesyear.htm?sr=99&yr=2007>

<http://www.databaseracing.com/races/seriesyear.htm?sr=99&yr=2006>

<http://www.databaseracing.com/races/seriesyear.htm?sr=99&yr=2006>

[https://www.formula1.com/content/fom-website/en/championship/results/2014-race-
results.html](https://www.formula1.com/content/fom-website/en/championship/results/2014-race-results.html)

[https://www.formula1.com/content/fom-website/en/championship/results/2014-driver-
standings.html](https://www.formula1.com/content/fom-website/en/championship/results/2014-driver-standings.html)



<https://www.formula1.com/content/fom-website/en/championship/results/dhl-fastest-lap-2014.html>

<http://www.esportsearnings.com/tournaments>

http://www.esportsearnings.com/tournaments/largest_individual_tournaments

http://www.esportsearnings.com/players/highest_overall

<http://www.esportsearnings.com/countries>

http://www.esportsearnings.com/players/highest_earnings_by_age

<http://www.esportsearnings.com/games>

<http://www.esportsearnings.com/history/2015/countries>



SZÉCHENYI



MELLÉKLETEK



I. melléklet / a.

Az NBA 2014-2015 idény „regular season”-jában játszó (48 perces játékidőre vetített) játékosainak adatai.

Rank	Player	GP	PTS	FGM	FGA	3PM	3PA	FTM	FTA
1	Russell Westbrook	67	39,3	13,1	30,7	1,8	6,0	11,4	13,6
2	James Harden	81	35,7	10,4	23,7	3,3	8,9	11,5	13,3
3	Stephen Curry	80	34,9	12,0	24,6	5,3	11,9	5,7	6,2
4	DeMarcus Cousins	59	33,9	11,9	25,4	0,0	0,2	10,1	12,9
5	LeBron James	69	33,6	12,0	24,6	2,3	6,5	7,2	10,2
6	Klay Thompson	77	32,6	11,8	25,4	4,7	10,7	4,4	5,0
7	Anthony Davis	68	32,4	12,6	23,4	0,0	0,2	7,3	9,0
8	LaMarcus Aldridge	71	31,7	12,6	27,0	0,7	2,0	5,8	6,9
9	Blake Griffin	67	29,9	11,7	23,3	0,2	0,5	6,3	8,7
10	Lou Williams	80	29,6	8,9	22,1	3,6	10,6	8,1	9,4
11	Kyrie Irving	75	28,6	10,2	21,7	2,8	6,6	5,5	6,4
12	Rudy Gay	68	28,5	10,1	22,2	1,6	4,4	6,7	7,8
13	Brook Lopez	72	28,3	11,6	22,6	0,0	0,2	5,1	6,3
14	Damian Lillard	82	28,2	9,7	22,3	3,2	9,4	5,6	6,5
15	Dirk Nowitzki	77	28,0	10,2	22,3	2,2	5,8	5,4	6,1
16	DeMar DeRozan	60	27,5	9,3	22,6	0,6	2,0	8,3	9,9
17	Nikola Vucevic	74	27,1	12,0	22,9	0,0	0,1	3,1	4,1
18	Monta Ellis	80	26,9	10,7	24,1	1,4	5,1	4,1	5,4
19	Gordon Hayward	76	26,8	8,9	19,9	2,2	6,1	6,9	8,5
20	Chris Paul	82	26,3	9,5	19,7	2,3	5,9	4,9	5,4
21	Enes Kanter	75	26,1	10,8	20,9	0,4	1,0	4,1	5,3
22	Pau Gasol	78	25,9	10,2	20,6	0,2	0,5	5,3	6,6
23	JJ Redick	78	25,4	8,9	18,7	4,0	9,1	3,6	4,0
24	Marc Gasol	81	25,2	9,5	19,1	0,1	0,3	6,3	7,9
25	Brandon Knight	63	25,2	8,8	20,9	2,9	7,6	4,6	5,3



26	Jeff Teague	73	25,0	8,8	19,1	1,5	4,5	5,9	6,9
27	Derrick Favors	74	25,0	10,1	19,3	0,0	0,1	4,7	7,0
28	Kawhi Leonard	64	25,0	9,3	19,4	1,6	4,5	4,8	5,9
29	Jimmy Butler	65	24,8	8,0	17,4	1,4	3,7	7,4	8,8
30	Kyle Lowry	70	24,7	8,6	20,7	2,6	7,8	5,0	6,2
31	Greg Monroe	69	24,7	9,5	19,2	0,0	0,0	5,7	7,5
32	Paul Millsap	73	24,5	8,9	18,7	1,5	4,3	5,1	6,8
33	Kemba Walker	62	24,4	8,6	22,2	1,9	6,3	5,3	6,4
34	Victor Oladipo	72	24,1	8,8	20,3	1,6	4,6	4,9	6,0
35	Al Horford	76	23,9	10,7	20,0	0,2	0,7	2,2	2,9
36	Mike Conley	70	23,9	8,5	19,0	2,3	6,0	4,6	5,4
37	Zach Randolph	71	23,8	9,5	19,4	0,1	0,4	4,7	6,2
38	Reggie Jackson	77	23,6	9,1	21,1	1,5	5,1	3,8	4,6
39	Eric Bledsoe	81	23,6	8,0	17,9	1,5	4,7	6,1	7,6
40	Tobias Harris	68	23,6	9,0	19,2	1,8	4,8	3,9	5,0
41	John Wall	79	23,5	8,8	19,7	1,1	3,7	4,8	6,1
42	Tyreke Evans	79	23,4	9,3	20,8	1,2	4,1	3,6	5,2
43	Markieff Morris	82	23,4	9,5	20,5	1,1	3,3	3,3	4,3
44	Kevin Love	75	23,3	7,8	18,0	2,7	7,4	4,9	6,1
45	Goran Dragic	78	23,2	9,1	18,2	1,6	4,7	3,3	4,3
46	Tim Duncan	77	23,1	9,0	17,7	0,0	0,2	5,0	6,7
47	Jeff Green	78	22,8	8,1	18,9	1,9	5,7	4,7	5,6
48	Chandler Parsons	66	22,8	8,4	18,2	2,9	7,6	3,1	4,2
49	Wesley Matthews	60	22,7	8,0	17,8	4,1	10,6	2,6	3,4
50	Andrew Wiggins	82	22,4	8,0	18,4	0,6	2,0	5,7	7,5
51	Jonas Valanciunas	80	22,1	8,5	14,9	0,0	0,0	5,0	6,3
52	Bradley Beal	63	21,9	8,3	19,4	2,4	5,9	3,0	3,8
53	Kenneth Faried	75	21,8	8,6	16,9	0,0	0,2	4,6	6,6
54	Andre Drummond	82	21,7	9,5	18,4	0,0	0,0	2,7	7,0



55	Michael Carter-Williams	66	21,6	8,1	20,5	0,8	3,4	4,5	6,5
56	Josh Smith	83	21,4	8,6	20,6	1,5	4,8	2,6	5,3
57	Khris Middleton	79	21,3	8,2	17,5	2,2	5,4	2,7	3,1
58	Avery Bradley	77	21,2	8,6	20,0	2,5	7,0	1,6	2,0
59	Thaddeus Young	76	21,1	8,9	19,1	0,7	2,3	2,6	3,9
60	Corey Brewer	80	21,1	7,9	18,5	1,4	5,4	3,9	5,2
61	Wilson Chandler	78	21,1	8,1	18,9	2,7	7,9	2,1	2,8
62	Serge Ibaka	64	20,8	8,5	17,8	1,7	4,7	2,1	2,5
63	Ty Lawson	75	20,6	7,3	16,7	1,3	3,7	4,8	6,5
64	Jarrett Jack	80	20,5	7,7	17,5	0,8	3,1	4,3	4,9
65	Dion Waiters	80	20,4	8,2	20,6	1,6	5,3	2,5	3,7
66	Trey Burke	76	20,4	7,8	21,1	2,6	8,2	2,3	3,0
67	Donatas Motiejunas	71	20,1	8,3	16,5	1,2	3,1	2,4	3,9
68	Gerald Henderson	80	20,1	7,7	17,6	0,9	2,8	3,8	4,5
69	Deron Williams	68	20,1	6,8	17,5	2,0	5,4	4,6	5,5
70	Luol Deng	72	20,0	7,3	15,6	1,5	4,4	3,8	5,0
71	Arron Afflalo	78	19,9	7,2	17,0	2,3	6,4	3,2	3,8
72	Joe Johnson	80	19,8	7,7	17,6	2,1	5,8	2,4	3,0
73	Marcus Morris	81	19,8	7,8	17,9	2,6	7,3	1,7	2,7
74	Danny Green	81	19,6	6,7	15,3	4,0	9,5	2,3	2,6
75	Marcin Gortat	82	19,6	8,6	15,2	0,0	0,1	2,4	3,4
76	J,R, Smith	70	19,6	7,3	17,4	3,8	9,8	1,2	1,7
77	Giannis Antetokounmpo	81	19,5	7,2	14,7	0,1	0,8	4,9	6,6
78	Eric Gordon	61	19,5	6,8	16,5	3,4	7,5	2,5	3,2
79	DeMarre Carroll	70	19,4	7,0	14,3	2,6	6,7	2,8	4,0
80	Kentavious Caldwell-Pope	82	19,4	7,2	18,0	2,8	8,2	2,0	2,9



81	Terrence Ross	82	18,5	7,1	17,3	3,3	8,9	1,0	1,3
82	Timofey Mozgov	81	18,4	7,4	13,3	0,0	0,1	3,6	5,1
83	Kyle Korver	75	18,1	5,8	11,9	4,4	8,9	2,1	2,3
84	Ben McLemore	82	17,9	6,5	14,9	2,5	7,0	2,3	2,9
85	Draymond Green	79	17,8	6,5	14,7	2,1	6,3	2,5	3,9
86	Trevor Ariza	82	17,2	6,0	14,9	3,2	9,1	2,0	2,3
87	Harrison Barnes	82	17,1	6,5	13,6	1,8	4,5	2,2	3,1
88	Evan Turner	82	16,5	6,8	15,8	0,7	2,5	2,3	3,0
89	Mario Chalmers	80	16,5	5,4	13,4	1,5	5,0	4,2	5,4
90	Tyson Chandler	75	16,2	6,2	9,2	0,0	0,0	3,9	5,4
91	Matt Barnes	76	16,1	5,9	13,2	2,9	7,9	1,6	2,0
92	DeAndre Jordan	82	16,1	6,5	9,1	0,0	0,1	3,2	8,0
93	Wesley Johnson	76	16,1	6,1	14,8	1,9	5,5	1,9	2,4
94	Courtney Lee	77	15,8	5,9	13,1	1,8	4,6	2,3	2,6
95	Gorgui Dieng	73	15,5	5,7	11,2	0,0	0,1	4,2	5,3
96	Nerlens Noel	75	15,5	6,3	13,6	0,0	0,0	2,9	4,8
97	Rudy Gobert	82	15,3	5,7	9,5	0,0	0,0	3,8	6,1
98	Tristan Thompson	82	15,2	5,8	10,7	0,0	0,0	3,5	5,4
99	Solomon Hill	82	14,7	5,1	12,8	1,4	4,2	3,2	3,9
100	Rajon Rondo	68	14,5	6,5	15,3	0,6	2,0	0,7	1,9
101	Patrick Patterson	81	14,4	5,3	11,9	2,3	6,3	1,4	1,8
102	PJ Tucker	78	14,4	5,3	12,0	1,8	5,1	2,1	2,9
103	Elfrid Payton	82	14,1	5,8	13,7	0,2	0,8	2,3	4,1
104	Andre Iguodala	77	14,0	5,4	11,5	1,7	4,9	1,6	2,6
105	Marvin Williams	78	13,6	5,0	11,7	2,2	6,3	1,5	2,1
106	Nicolas Batum	71	13,4	4,8	12,1	2,0	6,2	1,7	2,0
107	Joakim Noah	67	11,4	4,5	10,0	0,0	0,0	2,5	4,1

Forrás: <http://stats.nba.com/?ls=iref:nba:gnav>



Rank: Helyezési sorszám, Player: Játékos neve, GP: meccsek száma, PTS: meccsenként átlagosan dobott pontok száma, FGM: mezőnyből szerzett átlagos pontok száma, FGA: mezőnyből indított dobások átlagos száma, 3PM: 3 pontot szerzett dobások átlagos száma, 3PA: 3 pontos dobási kísérletek átlagos száma, FTM: szabad dobásból szerzett pontok átlagos száma, FTA: szabad dobási kísérletek átlagos száma.

I. melléklet / b.

Az NBA 2014-2015 idény „regular season”-jában játszó (48 perces játékidőre vetített) játékosainak adatai.

Rank	Player	OREB	DREB	AST	STL	BLK	TOV	PF	EFF
1	Russell Westbrook	2,6	7,6	12,0	2,9	0,3	6,1	3,8	38,7
2	James Harden	1,2	6,2	9,1	2,5	1,0	5,2	3,4	35,5
3	Stephen Curry	1,0	5,2	11,4	3,0	0,3	4,6	2,9	38,1
4	DeMarcus Cousins	4,4	13,4	5,0	2,1	2,5	6,1	5,8	38,9
5	LeBron James	1,0	7,0	9,8	2,1	0,9	5,2	2,6	33,7
6	Klay Thompson	0,5	4,3	4,3	1,7	1,2	2,9	2,4	27,5
7	Anthony Davis	3,4	10,2	2,9	2,0	3,9	1,9	2,8	40,3
8	LaMarcus Aldridge	3,4	10,5	2,4	0,9	1,3	2,3	2,4	32,4
9	Blake Griffin	2,6	7,8	7,2	1,3	0,7	3,1	4,0	32,4
10	Lou Williams	0,6	3,0	3,9	2,1	0,2	2,4	2,5	22,5
11	Kyrie Irving	1,0	3,2	6,8	2,0	0,3	3,3	2,6	26,3
12	Rudy Gay	2,0	6,0	5,0	1,4	0,8	3,6	3,1	26,8
13	Brook Lopez	4,9	7,3	1,1	1,0	2,9	2,4	4,7	30,9
14	Damian Lillard	0,8	5,4	8,3	1,6	0,3	3,6	2,7	27,5
15	Dirk Nowitzki	0,9	8,7	3,0	0,8	0,7	1,7	3,4	27,6
16	DeMar DeRozan	0,9	5,4	4,8	1,7	0,3	3,1	2,8	22,5
17	Nikola Vucevic	4,5	10,9	2,8	1,0	1,0	2,8	4,2	32,6
18	Monta Ellis	0,6	2,8	5,9	2,6	0,4	3,5	3,5	21,0
19	Gordon Hayward	1,0	5,8	5,7	2,0	0,6	3,8	2,4	25,5



20	Chris Paul	0,9	5,4	14,1	2,6	0,3	3,2	3,4	35,7
21	Enes Kanter	6,2	8,9	1,2	0,8	0,7	3,3	4,3	29,5
22	Pau Gasol	3,9	12,5	3,8	0,5	2,6	2,8	2,6	34,6
23	JJ Redick	0,4	2,9	2,7	0,8	0,2	1,9	2,7	20,4
24	Marc Gasol	2,1	9,2	5,5	1,3	2,3	3,1	3,7	31,1
25	Brandon Knight	0,7	5,1	7,8	2,1	0,2	4,5	2,7	23,9
26	Jeff Teague	0,6	3,3	11,1	2,7	0,7	4,4	3,0	27,7
27	Derrick Favors	4,1	8,7	2,4	1,3	2,6	2,5	4,4	29,9
28	Kawhi Leonard	2,0	8,9	3,8	3,5	1,1	2,3	3,0	30,7
29	Jimmy Butler	2,2	5,1	4,0	2,2	0,7	1,8	2,1	26,4
30	Kyle Lowry	1,1	5,4	9,4	2,2	0,3	3,4	4,2	26,3
31	Greg Monroe	5,1	10,7	3,2	1,8	0,8	3,4	3,3	31,3
32	Paul Millsap	2,8	8,7	4,5	2,6	1,4	3,3	4,0	29,6
33	Kemba Walker	0,8	4,2	7,2	2,0	0,7	2,3	2,1	22,2
34	Victor Oladipo	1,0	4,7	5,5	2,2	0,3	3,8	3,5	21,5
35	Al Horford	2,7	8,6	5,1	1,4	2,0	2,1	2,5	31,7
36	Mike Conley	0,6	3,9	8,1	1,9	0,3	3,4	3,0	24,0
37	Zach Randolph	4,7	10,9	3,2	1,4	0,3	3,3	3,6	29,6
38	Reggie Jackson	1,2	5,7	9,8	1,3	0,2	3,9	3,5	25,2
39	Eric Bledsoe	1,2	6,0	8,5	2,2	0,8	4,7	3,2	26,1
40	Tobias Harris	1,5	7,2	2,5	1,4	0,7	2,3	2,7	23,3
41	John Wall	0,6	5,6	13,4	2,3	0,8	5,1	3,0	28,7
42	Tyreke Evans	1,5	6,0	9,3	1,8	0,7	4,4	3,5	25,1
43	Markieff Morris	2,0	7,4	3,6	1,9	0,7	3,2	4,6	23,9
44	Kevin Love	2,7	11,2	3,2	1,0	0,7	2,3	2,6	28,3
45	Goran Dragic	1,5	3,5	6,4	1,4	0,3	3,1	3,5	23,0
46	Tim Duncan	3,7	11,5	5,0	1,4	3,3	2,8	3,6	34,6
47	Jeff Green	1,3	5,2	2,6	1,0	0,7	2,1	2,9	19,7
48	Chandler Parsons	1,4	5,7	3,5	1,5	0,4	2,1	3,1	22,2



49	Wesley Matthews	0,9	4,4	3,3	1,8	0,2	1,9	3,1	20,7
50	Andrew Wiggins	2,2	3,9	2,7	1,4	0,8	2,9	3,1	18,4
51	Jonas Valanciunas	4,9	10,9	0,9	0,8	2,2	2,5	5,1	31,5
52	Bradley Beal	1,3	4,2	4,4	1,7	0,4	2,8	3,1	19,2
53	Kenneth Faried	5,6	9,8	2,0	1,4	1,3	2,7	4,9	28,8
54	Andre Drummond	8,4	12,8	1,1	1,4	2,9	2,3	5,5	32,7
55	Michael Carter-Williams	1,4	6,5	9,9	2,5	0,7	5,7	3,7	22,4
56	Josh Smith	3,2	7,9	5,8	1,8	2,4	4,3	4,8	23,6
57	Khris Middleton	1,0	6,0	3,7	2,5	0,2	2,3	3,7	22,6
58	Avery Bradley	0,9	3,9	2,7	1,6	0,3	2,1	3,5	16,5
59	Thaddeus Young	2,5	5,6	3,4	2,5	0,5	2,3	3,4	21,7
60	Corey Brewer	1,8	5,0	4,0	2,6	0,4	3,0	4,0	20,0
61	Wilson Chandler	1,9	7,4	2,6	1,1	0,6	2,1	4,5	21,0
62	Serge Ibaka	3,1	8,3	1,2	0,7	3,5	2,2	4,4	25,6
63	Ty Lawson	0,8	3,5	13,0	1,7	0,2	3,3	2,3	25,1
64	Jarrett Jack	0,4	4,8	8,0	1,6	0,3	4,1	3,1	21,1
65	Dion Waiters	0,9	3,3	3,5	2,0	0,5	2,5	3,4	14,5
66	Trey Burke	0,7	3,6	6,9	1,4	0,3	2,6	2,5	16,6
67	Donatas Motiejunas	3,2	6,7	3,1	1,3	0,8	2,9	4,8	22,6
68	Gerald Henderson	0,7	4,9	4,3	1,1	0,5	2,3	2,8	18,7
69	Deron Williams	0,7	4,7	10,2	1,4	0,4	3,5	3,6	22,3
70	Luol Deng	2,0	5,4	2,8	1,3	0,4	2,1	2,2	20,3
71	Arron Afflalo	0,5	4,2	2,5	0,8	0,1	2,2	3,2	15,4
72	Joe Johnson	0,9	5,7	5,0	1,0	0,2	2,4	2,1	19,8
73	Marcus Morris	1,7	7,3	3,1	1,5	0,4	1,7	4,4	21,0
74	Danny Green	1,1	6,0	3,3	2,1	1,8	1,9	3,4	23,0
75	Marcin Gortat	3,5	10,5	1,9	1,0	2,1	2,0	3,7	29,1



76	J,R, Smith	0,7	4,3	4,5	1,9	0,5	2,2	3,8	18,7
77	Giannis Antetokounmpo	1,9	8,3	3,9	1,4	1,6	3,3	4,8	24,1
78	Eric Gordon	0,7	3,1	5,4	1,2	0,3	2,9	3,5	17,0
79	DeMarre Carroll	2,2	6,0	2,6	2,1	0,4	1,6	3,4	22,4
80	Kentavious Caldwell-Pope	0,9	3,9	2,0	1,7	0,3	1,7	3,0	14,7
81	Terrence Ross	0,7	4,5	2,0	1,2	0,6	1,6	3,1	15,4
82	Timofey Mozgov	4,8	9,1	1,3	0,8	2,3	2,7	5,3	26,6
83	Kyle Korver	0,3	5,7	3,9	1,0	0,8	2,1	2,8	21,4
84	Ben McLemore	0,6	3,8	2,5	1,4	0,3	2,5	3,9	15,0
85	Draymond Green	2,2	10,3	5,6	2,4	1,9	2,6	4,9	28,0
86	Trevor Ariza	1,3	6,3	3,4	2,5	0,3	2,3	3,0	19,3
87	Harrison Barnes	2,4	7,0	2,4	1,3	0,4	1,5	3,0	21,2
88	Evan Turner	0,8	8,0	9,5	1,8	0,4	4,2	3,8	23,1
89	Mario Chalmers	0,5	3,7	6,2	2,5	0,2	3,5	5,1	16,8
90	Tyson Chandler	6,2	12,0	1,8	0,9	1,9	2,2	3,5	32,1
91	Matt Barnes	1,1	5,3	2,4	1,4	1,1	1,8	5,1	17,8
92	DeAndre Jordan	6,8	14,1	1,0	1,4	3,1	1,9	4,2	33,2
93	Wesley Johnson	1,4	5,4	2,7	1,3	1,0	1,9	3,5	16,8
94	Courtney Lee	0,4	3,2	3,1	1,5	0,2	1,6	2,6	15,1
95	Gorgui Dieng	4,9	8,4	3,2	1,6	2,8	2,8	4,1	26,9
96	Nerlens Noel	3,8	8,8	2,7	2,8	3,0	3,0	4,3	24,3
97	Rudy Gobert	5,9	11,3	2,4	1,4	4,2	2,5	3,9	32,0
98	Tristan Thompson	6,0	8,4	0,9	0,7	1,3	1,8	4,1	23,9
99	Solomon Hill	1,4	4,9	3,7	1,3	0,4	2,3	3,6	15,7
100	Rajon Rondo	1,7	7,1	12,8	2,2	0,2	5,0	3,6	23,5
101	Patrick Patterson	2,8	6,8	3,5	1,3	1,0	1,2	3,3	21,7
102	PJ Tucker	2,3	7,8	2,5	2,2	0,5	1,9	3,6	20,1



103	Elfrid Payton	2,1	4,7	10,3	2,7	0,4	3,9	3,7	20,6
104	Andre Iguodala	1,0	4,9	5,3	2,1	0,6	2,0	2,3	18,7
105	Marvin Williams	1,4	7,7	2,4	1,6	0,8	1,4	3,4	18,8
106	Nicolas Batum	1,3	7,1	6,9	1,6	0,8	2,7	2,1	20,8
107	Joakim Noah	5,1	10,0	7,3	1,1	1,7	2,9	4,8	26,6

Forrás: <http://stats.nba.com/?ls=iref:nba:gnav>

Rank: Helyezési sorszám, Player: Játékos neve, OREB: támadásban szerzett lepattanó labdák átlagos száma, DREB: védekezésből szerzett lepattanó labdák átlagos száma, AST: passzok átlagos száma, amelyek után a csapat pontot szerzett, STL: az ellenféltől megszerzett labdák átlagos száma, BLK: blokkolások átlagos száma, TOV: ellentámadásokban részvétel átlagos száma, PF: személyi hibák átlagos értéke, EFF: személyenkénti hatékonysági arány.