

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**A légzőtorna állóképességre és törzs mobilitásra
gyakorolt hatásának vizsgálata egészséges fiatal
felnőtt nők körében**

Csepregi Éva

Témavezető: Prof. Dr. Szántó Sándor



DEBRECENI EGYETEM
Klinikai Orvostudományok Doktori Iskola

Debrecen, 2022

**A LÉGZŐTORNA ÁLLÓKÉPESSÉGRE ÉS TÖRZS MOBILITÁSRA
GYAKOROLT HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA EGÉSZSÉGES FIATAL FELNŐTT
NŐK KÖRÉBEN**

Értekezés a doktori (PhD) fokozat megszerzése érdekében
a klinikai orvostudományok tudományágban

Írta: Csepregi Éva okleveles tanár, gyógytornász

Készült a Debreceni Egyetem Klinikai Orvostudományok doktori iskolája
(Mozgásszervi betegségek programja) keretében

Témavezető: Prof. Dr. Szántó Sándor, MTA doktora

A doktori szigorlati bizottság

elnök: Prof. Dr. Illés Árpád, MTA doktora
tagok: Dr. Barnai Mária, PhD
Lenténé Dr. Puskás Andrea, PhD

A doktori szigorlat időpontja: Debreceni Egyetem, ÁOK, Belgyógyászati Intézet
„B” épület, 2022.12. 15. 12.00 óra

Az értekezés bírálói:

Prof. Dr. Bender Tamás, MTA doktora
Dr. Szamosi Szilvia Katalin, PhD

A bírálóbizottság:

elnök: Prof. Dr. Illés Árpád, MTA doktora
tagok: Dr. Barnai Mária, PhD
Lenténé Dr. Puskás Andrea, PhD
Prof. Dr. Bender Tamás, MTA doktora
Dr. Szamosi Szilvia Katalin, PhD

Az értekezés védésének időpontja: Debreceni Egyetem, In Vitro Diagnosztikai Tömb,
előadó terem, 2022.12. 15. 13.00 óra

BEVEZETÉS

A mozgásszegény életmód világszerte az egyetemisták testi egészségének romlását okozza (Bull és mtrsai 2020). A Castro és munkatársai által közzétett metaanalízis (Castro és mtrsai, 2020) szerint az egyetemisták átlagosan napi 7,29 órát töltenek ülve a saját bevallásuk alapján (Castro és mtrsai, 2020). Lee és munkatársai a kutatásuk során (Lee és mtrsai, 2019) azt találták, hogy a koreai egyetemisták körében a napi átlagosan ülve eltöltött idő 7,96 óra volt. Rámutattak, hogy a hallgatók stressz szintje, a szorongás és a depresszió mértéke szignifikánsan súlyosbodott az ülve töltött órák számának növekedésével. Nikitara és munkatársainak (Nikitara és mtrsai, 2021) az Eurobarometer 2017-es adatain alapuló tanulmánya szerint a 65 év alatti felnőttek körülbelül egyharmada (36,2%) volt fizikailag inaktív Európa 28 országában. Azoknál a személyeknél, akiknél gyakoribb volt az ülő viselkedés, nagyobb volt az elhízás, a szív- és érrendszeri betegségek, a cukorbetegség, a rák, a magas vérnyomás, a csontritkulás és az osteoarthritis kockázata, mint azoknál, akik kevesebbet ülnek. Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) 2020-ban megjelent ajánlása a 18-64 év közötti egészséges felnőttek számára hetente legalább 2,5-5 óra közepes intenzitású aerob típusú fizikai aktivitás vagy 75 perc - 2,5 óra erőteljes intenzitású aerob típusú fizikai tevékenység végzését szorgalmazza az említett életvitel következményeinek megelőzése érdekében (Bull és mtrsai 2020).

A kutatások alapján fiatal felnőttek esetében széles körben tapasztalhatóak az egészségtudatos magatartás hiányosságai, a mozgásszegény életvitel- vagy rendszertelen ill. következtlen fizikai aktivitás folytatása, aminek következményeként nagy arányban tapasztalható az állóképesség alacsony szintje és a kardiopulmonális megbetegedések egyes rizikófaktorainak jelenléte (Siddiqui és mtrsai, 2010; Morrell és mtrsai, 2013; Subramanian és mtrsai, 2013; Racette, 2014). Megfigyelhető körükben az állóképesség csökkent szintje, az agonista-antagonista izmok közötti egyensúly megbomlása, az ízületi mozgásterjedelem beszűkülése, a mellkas mobilitás csökkenése is, mely tünetek testtartási rendellenességek megjelenéséhez vezethetnek és az ízületek nem tengelyirányú, egyenetlen terhelése révén nagy szerepet játszanak a mozgásszervi megbetegedések kialakulásában is (Huang és mtrsai, 2006; Czakwari és mtrsai, 2008; Donald és mtrsai, 2010; Siminoski, 2011; Deok és mtrsai, 2015).

Az állóképesség növelése csökkenti a kardiovaszkuláris és respiratórikus megbetegedések kockázatát (Lavie és mtrsai, 2019; Powers és mtrsa, 2012). Az állóképesség fejlesztése a köztudatban a primer prevenció részeként, sportbeli tevékenységekhez kötötten jelent meg. A légzőrendszer állapota befolyást gyakorolhat az állóképességi

teljesítményre, a légzőizmok terhelés hatására jelentkező fáradása jelentős limitáló szerepet játszik az állóképességi teljesítmény tekintetében. A légzőizmok edzése révén várhatóan pozitívan befolyásolhatjuk az kardiovaszkuláris – és respiratórikus állóképességi teljesítményt (Powers és mtrsa, 2012).

Az agonista – antagonisták kapcsolatban álló izomcsoportok célzott erősítése és a flexibilitásuk javítása segítségével megvalósítható az általuk áthidalt ízületek fiziológias mobilitásának és stabilitásának elérése. A mellkas mobilitásának javulása – a légző izmok célzott erősítése és nyújtása révén – pedig várhatóan pozitív befolyásoló tényezőként bír a pulmonális megbetegedések megelőzésében, valamint elősegítheti egy magasabb kardio-respiratórikus állóképességi szint elérését is (Powers és mtrsa, 2012; Tomaszewska és mtrsai, 2014; Kim és mtrsai, 2015).

A fizioterapeuták által vezetett légzőtorna elemei, mint a légúti fizioterápia hatékony módszerei, kiemelten fontosak a légzőszervi megbetegedések rehabilitációjában, valamint az alacsony állóképességi terhelhetőség és a mozgáskorlátozottság javításában (Lengyel, 2014; Limongi és mtrsai, 2014; Westerdahl, 2015). Mindezek ellenére nem áll rendelkezésre elegendő információ a fizioterápiás légzéstechnikáknak a mozgásszegény életmód okozta mozgásszervi panaszok és csökkent állóképességi szint primer prevenciójában betöltött hatékonyságáról és szerepéről.

Kutatásunkban egyetemista lányokat vizsgáltunk a nemek közötti terhelés élettani különbségek kizárása céljából. A vizsgált csoportok tagjait gyógytornász hallgatók közül választottuk ki, mert a gyógytornászok tevékenysége során elsődleges a mozgás hatékonyságának hangsúlyozása a mozgás- és légzőszervi, valamint a szív- és érrendszeri betegségek megelőzésében és kezelésében. Esetükben kiemelt jelentőséggel bír, hogy nagyobb rálátásuk révén az életmódjukkal pozitív példát mutassanak környezetüknek.

Jelen munkánkban a légző torna program tartáskorrekciós illetve gerinc mobilitás fejlesztő hatásának Jóga, Pilates és fitness Intervallum tréning hatékonyságához viszonyított mértékét, valamint az állóképesség fejlesztő hatásának Konstans, Intervallum és Fartlek típusú fitness tréningek hatásához viszonyított mértékét vizsgáltuk egészséges fiatal felnőtt gyógytornász hallgató lányok körében.

Hipotéziseink:

Tudományos munkámban feltételeztem, hogy

- a gyógytornász hallgatók körében is jelentős azok aránya, akik mozgásszegény életet élnek vagy rendszertelen és/vagy következtelen fizikai aktivitást folytatnak, aminek következményeként többek esetében tapasztalható a kardiopulmonális és mozgásszervi megbetegedések egyes rizikófaktorainak jelenléte, mint az aerob állóképesség alacsony szintje, illetve az izmok flexibilitásának csökkenése,
- a mozgásszegény életmód alacsonyabb aránya, valamint egészségtudatosabb életmód jellemzi a vizsgált gyógytornász hallgatókat, összehasonlítva az egyetemistákra vonatkozó szakirodalmi adatokon alapuló információkkal,
- a légző torna állóképességre gyakorolt hatása hasonló, mint a Konstans, az Intervallum és a Fartlek típusú rövid periódusú dinamikus aerob fizikai tréningek ilyen jellegű tulajdonsága,
- a légző torna hatékonysága a gerinc mobilitás és flexibilitás tekintetében hasonló a Jóga és Pilates programokéhoz,
- a dinamikus felépítésű aerobic gyakorlatok kevésbé hatékonyak a mellkas és a gerinc mobilitás fejlesztése tekintetében a lassan kivitelezett, kontrollált gyakorlatokhoz hasonlítva.

Célkitűzések

- Munkám során meg kívántam vizsgálni, hogy a gyógytornászok körében is ugyanolyan arányú-e a mozgásszegény életmód, mint az az arány, amit az egyetemistákról a szakirodalmi adatok közölnek.
- Gyógytornász hallgatók körében elemezni szerettem volna az állóképességi szintjüket és a mozgásszervi állapotukat a referencia adatokkal történő összevetés céljából.
- Meg kívántam vizsgálni három különböző állóképesség fejlesztő (Konstans, Intervallum és Fartlek típusú), rövid periódusú fizikai tréning gyógytornász hallgatók állóképességére gyakorolt hatását egy specifikusan összeállított, célzott légző torna hatásaival szemben.
- Elemezni kívántam három különböző, statikus és dinamikus felépítésű (Jóga, Pilates és dinamikus aerobic Intervallum típusú), rövid periódusú fizikai tréning gerinc mobilitásra és flexibilitásra gyakorolt hatásait, egy specifikusan összeállított, célzott légző torna hatásaival szemben, gyógytornász hallgatók körében.
- Szerettem volna összehasonlítani, hogy a dinamikus felépítésű aerob gyakorlatok ugyanolyan hatékonyságúak-e a mellkas és gerinc mobilitás tekintetében, mint a lassan kivitelezett kontrollált gyakorlatok.

METODIKA

Az állóképesség és az ízületi mobilitás vizsgálatát a Debreceni Egyetem (DE) Népegészségügyi Kar Fizioerápiás Tanszékének gyógytornász szakos lány hallgatói körében végeztük. A diákok önkéntes alapon jelentkeztek a rövid időtartalmú, differenciált tornaprogramok elvégzésére.

Bevonási kritériumként a résztvevő DE nappali tagozatos nő hallgatói vállalták a tesztek elvégzését és a tornaprogramokon történő lelkiismeretes részvételt. Ugyancsak beválasztási kritériumként határoztuk meg, hogy a program időtartama alatt a megszokott fizikai terhelés mellett egyéb újabb edzést nem folytathattak a résztvevők.

Kizárási kritériumként szerepelt az egy alkalomnál több hiányzás a foglalkozások során, valamint az adott csoportban alkalmazott edzésmódszer technikai ismerete és/vagy korábbiakban történő alkalmazása. A résztvevőknek nem lehetett diagnosztizált gerinc és/vagy egyéb csont és izomrendszert illetve a kardio-respiratórikus rendszert érintő betegsége vagy egyéb belgyógyászati problémája. Ezen kizárási kritériumokat az intervenciót megelőzően, önbevallás alapján mértük fel. További kizárási kritérium volt minden olyan kondíció, amely befolyásolhatta a vizsgálat eredményeit, mint például mérlegelendő volt a 29,9 kg/m² feletti testtömeg index, az abnormális zsírtömeg a mellkasi és ágyéki gerinc környékén, ízületi fájdalom, gyulladás, valamint fájdalom okozta antalgias testtartás.

A válogatást követően összesen 61 nő (20-22 év közötti) vehetett részt a tartás korrekciós vizsgálatban és 69 lány pedig az állóképességet fejlesztő programban. Összességében véve 6 mozgás programot tudtunk indítani 100 hallgató bevonásával.

Az állóképességi tréningekre jelentkezett és beválogatott hallgatók (69 fő, átlagéletkor 21,2±1,18 év) random módon, négy csoportban, 3 különböző fitness aerobic (Konstans, Fartlek, Intervallum) és 1 légző torna csoportban tréningezhetett.

Az ízületi mobilitás fejlesztő programokra jelentkezett és beválogatott hallgatók (61 fő, átlagéletkor 20,5±1,20 év) random módon, a légző torna csoportban valamint a Jóga, a Pilates és a dinamikus aerob Intervallum tréning csoportokban vehettek részt. A légzőtorna és az Intervallum tréning tagjai mind a két felmérésben részt vettek.

A tréningprogramok párhuzamosan zajlottak. A felmérésekre ugyanazon napszakban és ugyanazon körülmények között került sor a tornaprogramokat megelőzően és azokat követően. Minden tesztet ugyanazon gyógytornász végzett, akit további két gyógytornász segített a mérések ellenőrzésében a mérési hibák elkerülése érdekében.

Mérési módszerek

Antropometriai adatok felvétele, fizikai aktivitás rendszerességének és dohányzási szokások felmérése

A hallgatók (életkor, testmagasság, testsúly, BMI index, testzsír %) adatait kiindulásképpen, a csoportok összehasonlíthatóságának vizsgálata céljából vettük fel. A testsúly mérését digitális személymérleggel, a testmagasságot pedig centiméterszalag segítségével mértük fel. A BMI és a testzsír % értékeket egy OMRON BF 306 testzsír % mérő eszköz segítségével határoztuk meg. A fizikai aktivitás rendszerességét és a dohányzás előfordulását, mint rizikó tényezőt kérdőív segítségével kívántuk elemezni a vizsgált hallgatók körében. Az ülve töltött órák számát önbevallás alapján mértük fel. Az önbevallásos adatgyűjtést szóbeli kikérdezéssel végeztük.

Állóképesség fejlesztését célzó mozgásprogram mérési módszerei

Cooper-teszt

A Cooper-teszt az állóképesség mérésének egyik megbízható módszere, amely a kardiorespiratórikus fittségi szint meghatározása érdekében a megtett távolság (m) alapján, nemre és életkorra való tekintettel 6 fittségi kategóriát (Nagyon gyenge, Gyenge, Elfogadható, Jó, Kitűnő, Extra) állapít meg. A résztvevőknek 12 perc alatt a pillanatnyi állapotuknak megfelelő lehető legnagyobb erőfeszítéssel a lehető leghosszabb távot kell teljesíteni futással, amellett, hogy 12 percig közel azonos intenzitással tud előre haladni. A résztvevők a tornaprogram előtt és után, egy 400 méteres futópályán hajtották végre a tesztet. A fejlődést az érték növekedése jelzi számunkra (Weisgerber és mtrai, 2009; Crystal, 2014; Bandyopadhyay és mtrai, 2015).

Akaratlagos apnoe idő (AT) mérése:

Az akaratlagos apnoe idő a másodpercben mért légzés visszatartás képessége, melynek mérése egyszerűen kivitelezhető, a respiratórikus rendszer terhelhetőségének objektív mérésére alkalmas vizsgálati módszer, mely felvilágosítást adhat a légzőszervek funkcionális állapotáról, valamint hasznos mutatója a terhelési toleranciának, követi a kardiopulmonális rendszer terhelhetőségének változásait. A gyakorlati kivitelezés alkalmával megkértük a résztvevőket, hogy ülésben kényelmesen elhelyezkedve egy maximális kilégzést követő mély belégzés után orr csipesz segítségével addig tartsák bent a levegőt, amilyen hosszú ideig képesek. Három mérésből a legjobb eredményt vettük figyelembe. A mérések között 5 perc pihenőidőt biztosítottunk. A mérést a tornaprogramok

előtt és után is elvégeztük. A fejlődést az érték önmagához viszonyított növekedése jelzi számunkra (Barnai és mtrsai, 2005; Woorons és mtrsai, 2008; Inoue, 2009).

Pulzus kontroll

Az egyén aerob állóképessége a maximális oxigén felvevő képességgel (VO_2 max.) jellemezhető. A szívfrekvencia terhelés során történő változása szignifikáns korrelációt mutat az oxigén felvétel mértékével (Powers és mtrsai, 2012). A nyugalmi pulzus ismeretében, a Karvonen képlet (220-életkor) – nyugalmi pulzus) x célzott intenzitás % + nyugalmi pulzus) alkalmazása és a pulzus fitnesz edzések során történő mérése révén következtethetünk a terhelés mértékére, és a tervezett célpulzus tartományban tarthatjuk az egyént a terhelés intenzitás szabályozásával. Az általános határértékek azonban az egyén edzettségéhez mérten individuálisan változóak. A pulzust a résztvevők önmaguknak mérték 15 másodpercig az a. radialison és a kapott eredményt 4-gyel szorozva kaptunk megközelítő eredményt (Ángyán, 2005; Sérgio és mtrsai, 2008; Powers és mtrsai, 2012).

A gerinc és mellkas mobilitás fejlesztését célzó mozgásprogram mérési módszerei

Mellkaskiterés mérése

A vizsgálat során a mellkas mobilitását mérhetjük le. A vizsgált személy stabil álló testhelyzetben helyezkedett el, miközben a mellkas körfogatát a hónalj magasságában mértük meg maximális ki-, és belégzés során. Az axillaris magasságban történő mérés hiba lehetősége alacsonyabb, mint az alsó borda szakaszokon (Debouche és mtrsai, 2016). A mérőszalagot lassan körbevezettük a mellkason, majd a hallgatókat megkértük, hogy lassan lélegezzenek be az orrukon keresztül, és tágítsák a mellkasukat, amennyire csak tudják. A második fázisban arra kértük őket, hogy szájon keresztül teljesen fújják ki a levegőt. A résztvevőknek 2-3 másodpercig apnoében kellett maradniuk, hogy a vizsgáló elvégezhesse a méréseket. A két mért érték különbsége adja meg a mellkas mobilitásának mértékét. Minél nagyobb az érték, annál mobilisabb a mellkas. Ezen vizsgálat esetében a nem, a fizikai edzettség mértéke és az életkor is befolyásolja az eredményt, ugyanakkor általánosságban véve a 3 cm fölötti értéket tekintjük átlagos edzettségű, egészséges felnőtt ember esetében fiziológiásnak. A fejlődést a különbözőzeti érték növekedése jelzi (Magee, 2013; Clarkson, 2000).

Schober I teszt

A teszt a lumbalis gerinc flexiós irányú elmozdulásának mértékéről ad információt. A résztvevőket megkértük, hogy nekünk háttal, csípőszéles kis terpeszben állva helyezkedjenek el előttünk. A két spina iliaca posterior superior (SIPS) palpációját követően megjelöltük az S2 csigolya processus spinosusát, majd 10 cm-t mértünk fel a gerincen cranialis irányban haladva mérőszalaggal a csigolyák processus spinosusai mentén és bejelöltük az adott pontot. Megkértük a vizsgált személyt, hogy hajoljon előre lassan addig, ameddig a medencéjét középen tudja tartani úgy, hogy a térdéi nyújtva maradjanak. Ebben a helyzetben újra lemértük a két pont távolságát. A két mérési eredményt kivonva egymásból a különbséget mértékét vettük alapul. Fiziológias értéke 5-7 cm közé esik, az ennél alacsonyabb érték a lumbalis gerinc mobilitásának csökkenésére enged következtetni (Clarkson, 2000; Norkin, 2009).

Fal-occiput távolság teszt

A teszt információt nyújthat a fej-nyak törzshöz viszonyított helyzetéről, a háti kyphosis fokozottságáról, valamint az esetleges hanyag testtartás mértékéről. Az eredményeket befolyásolja a gerinc sagittalis síkú görbületeinek mértéke. Fiziológias esetben az occiput érintkezik a falfelülettel, illetve 4-5 cm alatt még fiziológiasnak tekinthető. A résztvevőt egy sík fal felülethez állítottuk, úgy, hogy a sarkai, a vállai és a farizma is a falhoz érjen. Amennyiben az occiput nem érintette a falat, a köztük lévő távolságot mérőszalaggal lemértük. A 4-5 cm-nél nagyobb mértékben eltérő érték alapján testtartásbeli eltérésre következtethetünk. A fejlődést az érték csökkenése jelzi számunkra (Heuft-Dorenbosch és mtrsai, 2004; Wiyanad és mtrsai., 2018).

Ujj-talaj távolság mérése törzs flexió során

A teszt elsősorban a lumbalis gerinc flexibilitására és részben az ischiocruralis izomcsoport nyújthatóságára vonatkozóan szolgáltat információt. Megkértük a résztvevőket, hogy összezárt lábakkal és nyújtott térd mellett hajoljanak előre és próbálják meg ujjakkal megérinteni a talajt. Fiziológiasan nyújtott térd mellett az ujjak érintik a földet. Azok esetében, akik nem érték el a talajt, lemértük a középső ujj és a talaj távolságát. A lumbalis gerinc mobilitásának és az ischiocruralisok flexibilitásának fejlődését az ujjak talajtól mért távolságának csökkenése jelzi számunkra. Az egyoldalú terhelés, a mozgásszegény illetve ülő életmód hatására jellemző a hamstring, az erector spinae, a quadratus lumborum izmok, izomcsoportok zsugora és a teszt pozitivitása (Clarkson, 2000; Norkin, 2009).

Ujj-talaj távolság mérése lateral flexió során

A teszt révén a törzs lateral flexiós irányú mobilizálhatóságának mértékét és a két oldal szimmetrikus és harmonikus mobilitását vizsgálhatjuk. A vizsgálatot alapvetően több módon is elvégezhetjük. Kutatásunkban sík falfelületnél végeztük a mérést, a résztvevő csípőszéles kis terpeszben állt, úgy, hogy sarkai, vállai és feje is a falhoz értek. Ezen módszer alapján megkértük a résztvevőt, hogy a kiinduló helyzetből oldalra történő elhajlás során az ujjakat a combja laterális oldalán csúsztassa a talaj irányába amennyire csak tudja, úgy, hogy a sarkai, a vállai és a feje is maradjanak a fal síkjában, a medence pedig középhelyzetben, ügyelve, hogy ellenoldali sarka sem emelkedhet el a talajtól. Ebben a pozícióban lemértük a középső ujj és a talaj távolságát. A vizsgálatot mind jobb-, mind baloldalra elvégeztük. A tesztet a torna program előtt és után is felmértük és a különbség mértékét vizsgáltuk. Nincs szakirodalmi fiziológiás érték, az adott személy önmagához képest elért fejlődését, illetve a két oldal szimmetriáját vizsgálhatjuk. Amennyiben a két oldal közötti eltérés 2 cm-nél nagyobb az a törzsiszomzat egyensúlyának felborulására és funkcionális eltérésre (pl. m. quadratus lumborum zsugora) esetlegesen egyéb strukturális (pl. scoliosis) eltérések meglétére utalhat. A lateral flexio mértékének fejlődését a talajtól mért távolság módszere esetében a különbség csökkenése jelzi számunkra ezért vizsgálatunk során sikeres tornaprogram esetén az értékek csökkenését vártuk (Clarkson, 2000; Norkin, 2009).

Alkalmazott kezelési módszerek

Hatékonyságuk összehasonlítható jellegű vizsgálata érdekében légzőtorna programot és öt másik különböző, ismert és elismert mozgás programot alkalmaztunk. A mozgásprogramok az optimális edzéssterhelés ellenőrizhetősége érdekében kis létszámúak voltak.

Légző torna (LT) Program (n=15)

A légzőtorna egy fizioterápiás mozgásterápia, a légzőizmok flexibilitását, a mellkas mobilitását fokozó stretchinget, célzott izomerősítést és – több esetben direkt légzés visszatartással is járó – légzés technikai gyakorlatokat tartalmazó speciálisan összeállított mozgásprogram, légzéstechnikai elemekkel és relaxációval egybekötött nyújtó-lazító és erősítő hatású gerinctorna gyakorlatok harmonikus összhangja (Limongi és mtrsai, 2014; Westerdahl, 2015).

A speciálisan felépített tornaprogram során aktív ciklikus légzéstechnikát tanítottunk, melynek részét képezték a teljes tágitó és a törzs rotációs és lateral flexiós mozgásaival egybekötött szegmentális tágitó gyakorlatok, a beszívott levegő pillanatnyi (2-3 mp) benntartása, a levegő ajakfékkel történő elnyújtott lassú kilégzése és a nyugodt mély belégzés (sóhajtás). Mély belégzés során, a tüdő teljes átlélegeztetése révén, a tüdő bazális területeinek átszellőztetése, a levegő ajakfékkel történő kifújása által pedig a kilégzés hatékonyságának növelése volt a célunk. Mély belégzést követően a levegő 2-3 másodpercig tartó benntartását kértük a kollaterális ventiláció javítása érdekében. A speciális „szippantgató” légzés technika alkalmazásával hirtelen összehúzódást váltottunk ki a rekeszizomban, ami hatékony erősítő hatású gyakorlat a számára, valamint tovább javíthatja a kollaterális ventilációt is (Lengyel, 2014). A hasi légzés gyakorlása során fokozódik a vénás keringés, elősegíthetjük a jobb szívfél telődését és a gázcsere javulását, valamint átventilálhatjuk a tüdő bázis területeit is. Háton fekvő testhelyzetben, hajlított alsó végtagok mellett ellenállást (saját kezünket) helyezve a hasunkra, igyekeztünk megtanítani. Az ellenállással szembeni légző gyakorlatok beiktatásának elsődleges célja a légzésben résztvevő izomzat erősítése volt. A stretching elemekkel egybekötött „relaxációs” légző gyakorlatok során pedig a m. diaphragma és a légzést segítő izomzat flexibilitásának fokozására törekedtünk a gravitáció segítségével kihasználva. A relaxációval összekapcsolt légzést mind ráhangolódásként mind levezetésként alkalmaztuk stressz oldó hatására tekintettel. A gyakorlatokat csendes nyugodt háttér zene mellett csoportosan a talajon, különböző stabil fekvő-, kúszó-, és ülő kiinduló testhelyzetekben, lassú tempóban, kontrolláltan végeztük. A légző torna során láncolatban, folyamatosan, egymásba átvezetve végeztettük a gyakorlatokat. A beszív – kifúj megfogalmazás helyett a mellkas tágitás-szűkítés szavakat alkalmaztuk. A gyakorlatok révén elérhető az oxigén fogyasztás és felhasználás optimalizálása, a gazdaságosabb, harmonikusabb légzés kialakítása, a gerinc és a mellkas mobilitásának fejlesztése (Birke, 2000; Grieco, 2014; Limongi és mtrsai, 2014; Westerdahl, 2015). A programot gyógytornász (a szerző) vezette.

Állóképességet fejlesztő csoportok

Konstans Tréning (KT) Program (n=22)

A tartós konstans terhelésekre a hosszan tartó azonos iram jellemző, alacsony, illetve közepes intenzitású aerobic edzés (Powers és mtrsa, 2012). A tréningek során a bemelegítés végére elért intenzitás egyenletes fenntartására törekedtünk. Az edzés terhelési

szakaszában a HRmax 65-70%-a közé eső intenzitású „low-impact” kardió tréning zajlott. Az edzések alatt egy speciális sporteszköz a step-lépcső segítségével végeztük a gyakorlatokat. Az állítható magasságú sporteszköz az aerobic alaplépéseinek padon történő kivitelezését teszi lehetővé a folyamatos padra történő fel-le lépések által (Roberta, 2001; Fatma, 2011). A programot fitnessz edző (a szerző) vezette.

Intervallum Tréning (IT) Program (n=17)

Az IT egy speciális, dinamikus, aerob állóképességi edzés, amelyben az alacsony és magas intenzitású periódusok egy előre meghatározott 3:1 arányban (6:2 perc) szabályosan váltakoztak (Powers és mtrsa, 2012). Az aktív pihenési szakasz során a HRmax 65-70%-val terhelő, elsősorban „low-impact” kardió tréning zajlott, a magas terhelésű szakaszokban „low-impact”, de magas intenzitású, a HRmax 75-80%-val terhelő, erő-állóképességi gyakorlatok kaptak nagyobb hangsúlyt. A pihenő szakaszok együtt, a magas intenzitású szakaszok pedig állomásokra bontva, kis csoportokban zajlottak. Az erősítő hatású gyakorlatok a légzőtorna során is alkalmazott pozíciókban és érintett izomcsoportokra vonatkoztatottan dinamikus zajlottak (Daussin és mtrsai, 2008). A programot tapasztalt fitnessz edző (a szerző) vezette.

Fartlek Tréning (FT) Program (n=15)

Magas intenzitású, iramjáték (Fartlek) típusú, „hi-low-impact”, egymást egyenetlen eloszlásban váltó alacsony és magas intenzitású szakaszokból felépülő fitness aerobic edzés. Az aktív pihenési szakasz során a HRmax 65-70%-val terhelő, elsősorban low-impact kardió tréning zajlott. A magas intenzitású szakaszokban pedig az edzés intenzitása a HRmax 75-85%-a közé esett. A szakaszok váltakozása a csoport aktuális állapotától függően individuálisan változott. A pihenési szakaszban közepes intenzitású állóképesség fejlesztő gyakorlatokat végeztünk a kardiovaszkuláris rendszer állóképességének fejlesztése érdekében, miközben a magas intenzitású szakaszban pedig „high-low-impact” magas intenzitású gyakorlatokat végeztünk az erő-állóképesség fejlesztése érdekében. Az edzés során a gyakorlatokat együtt, csoportosan végeztük (Mercer, 2003; Powers és mtrsa, 2012). A programot fitnessz edző (a szerző) vezette.

A tornaprogramok lebonyolítása párhuzamosan zajlott a DE NK Fizioterápiás Tanszékének tornatermében, 7 hétig heti kétszer 60 perc időtartamban. A tornaprogram alatt a résztvevők nem vettek részt egyéb légzés funkció javítását célzó

mozgásprogramban. A fitness edzések mindegyike kardio-respiratórikus erő-állóképességet fejlesztő tréningek voltak. A zene tempója az edzések alatt 133-136 bpm között változott.

Gerinc és mellkas mobilitást fejlesztő csoportok

Jóga (J) Program (n=16)

A jóga nem csupán testedzés, hanem a lélek építője, egyfajta életfilozófia, mely tartalmazza a légzés szabályozását és a meditációval történő elcsendesülést (Birkel és mtrsai, 2000; Noggle és mtrsai, 2012; Kuppusamy és mtrsai, 2017). Speciális pozíciókat (ászanákat) foglal magába az izmok erősítése és a jó közérzet fenntartása érdekében, önelemző módszer, a fizikai, a mentális és a szellemi tökéletesítésére összpontosít (Meier és mtrsai, 2021). A jóga szabályozza a légzés ütemét, az orron és szájon át történő légzést és a légzés fázisainak helyes arányát. Elkülöníti a légzés egyes fajtáit, mint a hasi légzést, a középlégzést és a felső légzést (Pavlik, 2011). A jóga programban szakképzett jóga oktató vezetése mellett zajlottak az alkalmak. A gyakorlatsor a légző izmok, a törzs és a medence körüli izomzat speciális célzott nyújtó-lazító és erősítő hatású gyakorlatait tartalmazta a mellkas mobilitásának, az izmok erejének és flexibilitásának növelése érdekében.

Pilates (P) Program (n=15)

A Pilates komplex mozgásforma, amely ötvözi a "nyugati" világ anatómiai ismereteit a "keleti mozgáskultúra eszközeivel. Gyakorlása során nagy szerepet kap a törzs- és medence stabilizáló izmainak erősítése és nyújtása valamint a speciális légzéstechnika. Joseph H. Pilates módszere 6 alapelve épül: a központ megerősítésére-stabilizálására, a légzés technika fejlesztésére, a koncentrációra, az ellenőrzésre, a gyakorlatok egymásba áramlására és azok lassú és pontos kivitelezésre. Ezen elvek álltak a gyakorlatsor kivitelezésének középpontjában is, a légző gyakorlatokat relaxációval és célzott erősítő és nyújtó-lazító hatású gyakorlatokkal egybekötöttén végeztük a mellkas mobilitásának, az izmok erejének és flexibilitásának növelése érdekében. A Pilates programban szakképzett Pilates oktató vezetése mellett zajlottak az alkalmak gyakorlatsor (Geremia és mtrsai, 2015; Valenza, 2017; Elik és mtrsai, 2019).

Intervallum (IT) tréning Program (n=15)

A korábban bemutatott, állóképesség fejlesztését célzó szakaszos edzés programban résztvevő hallgatókat az ízületi mozgásterjedelem változása tekintetében is felmértük, azonban ezen paraméterek vizsgálata során 15 fő felmérésére volt lehetőségünk. Az erősítő hatású gyakorlatok a légzőtorna során is alkalmazott pozíciókban és érintett izomcsoportokra vonatkoztatottan dinamikus zajlottak.

A programok 7 hétig heti kétszer 60-60 perc időtartamban zajlottak. A felmérések és a programok szervezése és lebonyolítása 2013 őszén elkezdődött és 2017 tavaszán lezárult.

Az adatok statisztikai feldolgozása

Az antropometriai adatokat átlag \pm SD formában adtuk meg és százalékos számításokat végeztünk. A standardizált klinikai tesztek adatait medián és interkvartilis tartományok (IQR) formájában mutatjuk be. A folytonos változók normalitásának ellenőrzésére Shapiro–Wilk tesztet használtunk. Miután az adatok egy része nem követte a normál eloszlást, nem paraméteres Wilcoxon signed-rank tesztet használtunk a mediánok összehasonlítására. A fizikális vizsgálattal kapcsolatos változók közötti összefüggés vizsgálatára Spearman-féle korreláció analízist használtunk. A négy csoport kiinduló állapota közötti különbség mértékét Kruskal-Wallis ANOVA segítségével határoztuk meg. Dunn post hoc tesztet alkalmaztunk a kiindulási és a végső eredmények páronkénti különbségeinek összehasonlítására. Az eredményeket szignifikánsnak tekintettük, ha a p-érték 0,05 alatti volt. Az adatok feldolgozása Microsoft Excel programmal, az adatok statisztikai elemzése és számítása pedig az Intercooled Stata v13 programmal (Stata Corp., 2013) történt.

Minta elemszám kalkuláció

Az előzetes minta elemszám számítását 80%-os teljesítményszinttel (power level) és 0,05 α -szinttel végeztük a releváns vizsgálatokra alapozva (Perret és mtrsai 2001; Fabrice és mtrsai, 2003; Calders és mtrsai, 2008; Wiyanad és mtrsai 2018). A megfelelő számú résztvevő toborzása érdekében minden gyógytornász hallgató értesült a programról online meghívás alapján. Az elutasításokat és a kizárásokat valamint a csoportlétszámot (a megfelelő kontroll biztosítása érdekében) figyelembe vettük.

EREDMÉNYEK

Állóképességi vizsgálatban résztvevő csoport adatainak elemzése

A csoportok az antropometriai alapadatok alapján hasonló kiinduló átlagértékekkel rendelkeztek, az átlag BMI érték alapján mind a „Normál” (18,5-24,9kg/m²) kategóriába, az átlag testzsír % érték szerint 3 csoport a „Normál” (21-32,9%) az IT pedig a „Túlsúlyos” (33-38,9%) referencia kategóriába volt sorolható (Gallagher, 2000). A statisztikai számítás szerint a BMI tekintetében volt eltérés a csoportok átlag értékei között (ANOVA teszt (p=0,025), a KT és FT (p=0,043), a KT és IT (p=0,026) és az IT és LT (p=0,015) közötti különbség miatt)

A fizikai aktivitás mértékének és a dohányzási szokások felmérése során nyert eredmények az állóképességi csoportokban

Összességében nézve a felmért hallgatók 48,5%-a nyilatkozta, hogy semmilyen fizikai aktivitást nem végez. A sporttevékenységet folytató 51,5% (34 fő) igen változatos képet mutatott mind az aktivitás, mind a gyakoriság tekintetében, csupán a megkérdezett összes hallgató 36%-a (24 fő) nyilatkozta, hogy rendszeres sporttevékenységet folytat, a többiek legfeljebb rendszertelen-következetlen sportszokásokkal bírnak. Okként dominánsan az iskolai teendők illetve a leterheltség miatti idő-, illetve több esetben az edző partner hiányát jelölték meg a hallgatók. A legjellemzőbb sport tevékenységként a „kocogást” említették (60%). A dohányzási szokásokra vonatkozó kérdések alapján pozitív eredményként könyvelhettük el, hogy a vizsgálat időpontjában, a válaszadó 66 fő közül csupán 9 fő élt e káros szenvedéllyel és a megkérdezettek 86%-a nem dohányzott.

Cooper teszt eredmények bemutatása

Mind a négy csoport statisztikailag szignifikáns változást ért el. A mozgásprogram előtt mért Cooper teszt eredmények az IT tréning hatására 8,28%-os javulást mutattak, (p=0,002). Az eredmények a FT tréning hatására átlagosan 7,75%-kal javultak (p=0,009), a KT tréning pedig 6,01%-os javulást eredményezett (p=0,001). A LT hatására 5,73%-os javulás volt kimutatható a program végére (p=0,027). Az IT csoportban 16 fő (94%) javított a teljesítményén, az FT tréning hatására 13 fő (87%), a KT hatására 17 fő (77%), a LT hatására pedig 9 fő (60%) mutatott fejlődést. Stagnálást csak az KT csoportban 2 fő (9%) mutatott, nekik nem változott az eredményük.

Az IT csoportban 14 fő (82,4%) javított a kategória besorolásán, az FT tréning hatására 11 fő (73,3%); az KT hatására 11 fő (50%); a LT hatására pedig 6 fő (40%) mutatott kategóriát javító mértékű fejlődést. A tornaprogramokat megelőzően a hallgatók csupán 58%-a bírt dominánsan átlagos („*Elfogadható*”) 40,6%) vagy átlag feletti („*Jó*”, „*Kiváló*” vagy „*Extra*”) 17,4%) állóképességi teljesítménnyel. Az edzéseket követően az arányok teljesen megfordultak. Az átlag alatti („*Nagyon gyenge*”, „*Gyenge*”) teljesítményt nyújtott hallgatók létszáma 29 főről (42%) 12 főre (17,4%) csökkent, az átlagos teljesítményt nyújtó száma szinte nem változott, az átlag feletti teljesítményt elérték száma pedig 12 főről 30 főre (43,5%) nőtt.

A mozgásprogram előtti kiinduló értékek közötti különbségek eredményei a négy programban

Nem volt szignifikáns különbség a négy csoport között a Cooper teszt átlag kiinduló értékei között a tréningprogramok előtt (Kruskal-Wallis ANOVA ($p=0,105$)). A tréningek hatására sem alakult ki szignifikáns különbség a négy csoport eredményei között (Kruskal-Wallis ANOVA ($p=0,462$)).

Apnoe teszt eredmények bemutatása

Három csoportban statisztikailag szignifikáns változást értünk el, a KT csoportban azonban a növekedés nem volt szignifikáns mértékű. A mozgásprogram előtt mért Apnoe idő (AT) teszt eredmények az FT tréning hatására átlagosan 15,2%-kal javultak ($p=0,007$), az IT tréning hatására 9,94%-os javulást mutattak, nőtt a légzés visszatartási idő ($p=0,025$), a KT tréning 8,45%-os javulást eredményezett ($p=0,235$). A LT hatására 9,23%-os javulás volt kimutatható a program végére ($p=0,021$).

A FT tréning hatására 12 fő (80%) javított a teljesítményén, az IT csoportban 14 fő (82%), a KT hatására 13 fő (59%), a LT hatására pedig 12 fő (80%) mutatott fejlődést. Stagnálást a KT csoportban is 2 fő (9%) és a FT csoportban is 2 fő (13%) mutatott, nekik nem változott az eredményük. Visszaesést az FT csoportban 1, az IT csoportban 3, az KT csoportban 7, míg az LT csoportban 3 fő mutatott.

Az átlageredmények alapvetően 1 perc alatti értékeket mutattak, egy csoportban sem érték el az 1 perc feletti értéket sem a tornaprogram előtt sem azt követően.

A mozgásprogram előtti kiinduló értékek közötti különbségek eredményei a négy programban

Enyhe szignifikáns különbség volt a négy csoport között az akaratlagos apnoe teszt átlag kiinduló értékei között a tréningprogramok előtt (Kruskal-Wallis ANOVA ($p=0,041$), ami részben az KT és az FT programok közötti szignifikáns különbség (Dunn post hoc teszt ($p=0,030$)) valamint a KT és LT közötti szignifikáns különbség miatt következett be (Dunn post hoc teszt ($p=0,047$)). A torna programot követően nem volt szignifikáns különbség a négy csoport eredményei között (Kruskal-Wallis ANOVA ($p=0,269$)).

A mozgásprogram előtti és utáni értékek közötti különbségek eredményei a négy programban

Szignifikáns különbség volt megfigyelhető a Cooper és akaratlagos apnoe tesztek mozgásprogramok előtti és utáni értékei között (Cooper teszt ($<0,001$); Apnoe teszt ($<0,001$)).

Az egyes paraméterek közötti korreláció bemutatása

A Spermann korrelációs analízis alapján az akaratlagos apnoe idő tartama és a Cooper teszt során megtett távolság, mind a tornaprogramok előtt, mind azokat követően „gyenge” pozitív, de szignifikáns összefüggést mutatott egymással. A tornaprogram előtti nem túl erős kapcsolat ($\rho=0,3301$; $p=0,006$) a tornaprogramot követően minimális mértékben erősödött ($\rho=0,3457$; $p=0,004$).

Gerinc és mellkas mobilitást fejlesztő programban résztvevő csoport adatainak elemzése

Az LT, J és P csoportok az antropometriai alapadatok alapján hasonló kiinduló átlagértékekkel rendelkeztek, köztük szignifikáns különbség nem volt kimutatható. Az IT csoport a BMI (Dunn post hoc teszt: IT vs. J ($p=0,015$), IT vs. LT ($p=0,006$), IT vs. P ($p=0,004$)) és a testzsír % vonatkozásában (Dunn post hoc teszt: IT vs. P ($p=0,045$)) azonban szignifikáns eltérést mutatott a többi csoporthoz viszonyítottan (BMI Kruskal-Wallis ANOVA ($p=0,002$), testzsír % Kruskal-Wallis ANOVA ($p=0,045$)). Az átlag BMI alapján valamennyi csoport a „Normál” ($18,5-24,9\text{kg/m}^2$) kategóriába, az átlag testzsír % szerint pedig 3 csoport a „Normál” ($21-32,9\%$) az IT pedig a „Túlsúlyos” ($33-38,9\%$) referencia kategóriába volt sorolható (Gallagher, 2000)

A fizikai aktivitás mértékének felmérése során nyert eredmények a gerinc mobilitást fejlesztő csoportokban

A gerinc és mellkas mobilitást fejlesztő programokban (LT, J, P, IT) résztvevő hallgatók körében (n=61) a fizikai aktivitás aránya szinte teljesen azonos képet mutatott az állóképességi programban részt vett hallgatók eredményeivel. Az LT és IT tagjainak az adatai mind a két elemzésben szerepelnek, a P és a J csoport adatai pedig hasonlóan alakultak, mint a KT és a FT csoportok esetében. A fizikailag inaktív tanulók száma 48,9%-ot tett ki. A másik 51,1%-uk eltérő rendszerességgel végzett fizikai aktivitást.

Az ülve töltött órák számát önbevallás alapján mértük fel (n=61). A válaszok szerint a hallgatók 14,7%-a esetében napi 2 vagy 3 óra, 36,1%-a esetében napi 4-6 óra, 49,2%-a esetében 7 óra vagy több volt az ülve töltött idő.

Mellkas kitérés mérésének eredménye

A mellkas kitérésének növekedése terén mind a négy csoport statisztikailag szignifikáns változást ért el. A LT hatására 52%-os javulás volt kimutatható a program végére ($p < 0,001$). A mozgásprogram előtt mért eredmények a J hatására átlagosan 37%-kal javultak ($p = 0,003$), a P program pedig 23%-os javulást eredményezett ($p = 0,002$). Az IT tréning hatására az eredmények 17%-os javulást mutattak a mellkas kitérés mértékében ($p = 0,021$).

A LT hatására a mellkas kitérésben 14 fő (93%) mutatott fejlődést, a J hatására 14 fő (88%), a P hatására 12 fő (80%), az IT csoportban pedig 9 fő (60%) javított a teljesítményén. Stagnálást 8 fő mutatott (LT 1 fő; J 2 fő; P 3 fő; IT 2 fő), nekik nem változott az eredménye. Visszaesést 6 fő esetében (J 1 fő; P 1 fő; IT 4 fő) tapasztaltunk.

Schober I teszt eredménye

Három csoportban szignifikáns változást értünk el a Schober I tesztben. A LT hatására 6,3%-os javulás volt kimutatható a program végére ($p = 0,05$). A J program hatására 27,8%-os növekedést értünk el ($p = 0,002$), míg ennek mértéke a P tréning esetén 25,9%-os volt ($p = 0,003$). Az IT csoportban 4,9%-os javulás volt kimutatható, amely fejlődés nem volt szignifikáns mértékű ($p = 0,271$).

A kiinduló értékek tekintetében elmondható, hogy a hallgatók eredményei csak az LT és az IT csoportban érték el illetve haladták meg minimálisan a fiziológiás érték alsó határát (5 cm). A tornaprogramok hatására kialakult eredmények azonban a kezdeti lemaradást mutató csoportokban (J, P) fejlődtek nagyobb mértékben. A második mérés

során mind a négy csoport átlag eredménye elérte, illetve átlépte a fiziológiás érték alsó határát.

Fal-occiput távolság teszt eredménye

Ezen paraméter javulását az értékek csökkenése jelzi számunkra. Három csoportban statisztikailag szignifikáns változást tapasztaltunk. A LT hatására 54,7%-os ($p \leq 0,001$), a J program hatására 73,5%-os ($p=0,003$), míg a P program során 77,1%-os ($p=0,003$) csökkenést értünk el a program végére. Az IT csoport esetében is csökkent az érték, a 2,4%-os javulást azonban nem volt szignifikáns mértékű ($p=0,917$).

Ujj-talaj távolság mérésének eredménye törzs flexió során

Ezen paraméter javulását az értékek csökkenése jelzi számunkra. Két csoportban az átlagok vonatkozásában statisztikailag szignifikáns változást értünk el, az LT csoportban a fejlődés mértéke a J és a P csoportok eredményeihez hasonlóan alakult, de nem volt szignifikáns mértékű. Az IT csoportban az átlag kiinduló értékek eredendően jobbak voltak, amely értékeknek azonban a kismértékű romlását figyelhettük meg.

Az LT program hatására 65,8%-os nem szignifikáns javulást értünk el ($p=0,056$). A J program hatására 63,9%-os javulást értünk el ($p=0,027$), míg a P program során 66,7%-kal lettek kedvezőbbek az értékek ($p < 0,01$). IT program hatására növekedett az ujj-talaj távolság, vagyis csökkent a mozgástartomány.

Ujj-talaj távolság mérésének eredménye lateral flexió során

Jobbra lateral flexió mérésének eredményei:

Az LT és az IT csoportban statisztikailag szignifikáns változást értünk el, a J és a P csoportokban pedig a fejlődés nem volt szignifikáns mértékű. Az LT hatására 8,86%-os ($p \leq 0,001$), az IT következményeként pedig 5,27%-os ($p=0,014$) javulás volt kimutatható a program végére. A J és P programok sorrendben 3,5%-os ($p=0,254$) és 3%-os ($p=0,136$), de nem szignifikánsan kedvezőbb eredményt mutattak a kiindulási értékekhez képest. Az IT csoportban 12 fő (80%) javított a teljesítményén, a J hatására 9 fő (56%), a P hatására 9 fő (60%), a LT hatására pedig minden résztvevő fejlődést mutatott. Stagnálást az IT csoportban 1 fő, a J csoportban 1 fő és a P csoportban 3 fő mutatott. Visszaesést az IT csoportban 2 fő, a J csoportban 6 fő, a P csoportban pedig 3 fő esetén tapasztaltunk.

Balra lateral flexió mérésének eredményei:

Három - az LT, az IT és a P - csoportban statisztikailag szignifikáns javulást értünk el, a J csoportban azonban a változás nem volt szignifikáns mértékű. A mozgásprogram során a LT hatására 8,32%-os javulás ($p=0,001$), az IT hatására 4,74%-os ($p=0,019$) javulás volt kimutatható a program végére. A P program eredményeként átlagosan 4,69%-kal javultak az értékek ($p=0,031$). A J program hatására az átlageredmények 5,3%-kal, nem szignifikáns mértékben javultak ($p=0,156$).

A LT hatására minden résztvevő fejlődést mutatott. Az IT csoportban 10 fő (66%) javított a teljesítményén, ez az arány a J hatására 10 fő (62,5%), a P hatására 9 fő (60%) volt. Stagnálást az IT csoportban 2 fő és a P csoportban 3 fő mutatott, esetükben nem változtak az eredmények. Visszaesést az IT csoportban 3 fő, a J csoportban 6 fő, a P csoportban pedig 3 fő esetén tapasztaltunk.

A mozgásprogram előtti kiinduló értékek közötti különbségek eredményei a négy programban

Szignifikáns különbség a négy csoport között csupán a fal-occiput távolság teszt átlag kiinduló értékei között volt a tréningprogramok előtt (Kruskal-Wallis ANOVA ($p=0,009$), ami az LT és az IT programok közötti szignifikáns különbség miatt következett be (Dunn post hoc teszt ($p=0,004$)). A különbség a négy csoport eredményei között szignifikáns maradt (Kruskal-Wallis ANOVA ($p=0,001$)) a torna programot követően.

A mozgásprogram előtti és utáni értékek közötti különbségek eredményei a négy programban

Szignifikáns különbség volt megfigyelhető a mozgásprogramok előtti és utáni értékei között a Wilcoxon signed-rank teszttel végzett számítás szerint (Schober I teszt, Fal - Occiput távolság teszt, Lateral flexió, Mellkas kitérés $p<0,001$; Újj-talaj távolság teszt $p=0,001$).

Az egyes paraméterek közötti korreláció bemutatása

A fizikális vizsgálattal mért változók közötti kapcsolat elemzésére a Spearman-féle korrelációs elemzést használtunk. Három szignifikáns összefüggést találtunk:

- enyhe, negatív, de szignifikáns összefüggés a Schober I teszt eredményei és a fal-occiput távolság teszt eredményei között ($\rho = -0,2716$; $p=0,002$).

- enyhe, negatív, de szignifikáns összefüggés az ujj-talaj távolság teszt eredményei és a mellkas kitérés eredményei között ($\rho = -0.1915$; $p = 0.035$).
- enyhe, pozitív, de szignifikáns összefüggés az ujj-talaj távolság teszt eredményei és a fal-occiput távolság teszt eredményei között ($\rho = 0.3696$; $p < 0.001$).

MEGBESZÉLÉS

A mozgásszegény életmód és annak negatív élettani hatásai civilizációs problémát jelentenek a fejlett országokban, melyek eredményei a jelen vizsgálatunk során tapasztaltakat is alátámasztják. A fizikai aktivitás szintje fiatal felnőtt korban, kifejezetten az első éves egyetemi hallgatók körében lecsökken. Fokozott körökben a kardiorespiratórikus megbetegedések rizikó faktorainak megjelenése és e krónikus megbetegedések kialakulásának kockázata (Birkel és mtrsai, 2000; Donath és mtrsai, 2014; Zheng és mtrsai, 2014).

A légzési fizioterápia részeként ismert légző tornának a rossz állóképességi mutatók javítása terén és bizonyos belgyógyászati betegségek rehabilitációjában kiemelt jelentőséget tulajdonítanak, ugyanakkor egészséges fiatal felnőttek preventív - összehasonlító jellegű fitsségi edzése és tartáskorrekciója során mért hatékonyságának eredményei kevésbé ismertek. Felmerült bennünk a kérdés, hogy a légző torna, a szekunder prevencióban már felmutatott eredményei révén teret nyerhet-e az egyre nagyobb jelentőséggel bíró primer prevencióban, lehetőséget nyújthat-e a gyógytornász tevékenységének szélesebb körű alkalmazására, mint az állóképességi mutatók és az izom – és ízületi mobilitás javításának egyik hatékony eszköze.

A légző torna az általunk felmért paraméterek mindegyike terén szignifikáns fejlődést eredményezett, kivéve az ujj-talaj távolság tesztben ($p=0,056$), miközben a kontroll csoportok változatosabb képet mutattak.

Az állóképesség felmérését szolgáló paraméterek eredményeinek elemzése

A programok előtt és után mért Cooper teszt eredmények mind a négy csoportban szignifikáns változást mutattak. Az akaratlagos apnoe idő teszt átlag eredményei három csoportban mutattak jelentős javulást, míg a KT csoportban nem történt szignifikáns változás.

A K. H. Cooper kategóriák alapján az általunk vizsgált hallgatók ($n=69$) körében is alacsony volt az aerob állóképesség szintje, 42%-uk (29 fő) nem érte el a „Közepes” fitsségi szintet sem, 17% (12 fő) rendelkezett „Jó” vagy magasabb fitsségi szinttel.

Barnai és munkatársai légzőszervi betegek apnoe idejének vizsgálata során (min 10 mp (VO_2 7,3 ml/kg/perc); max 58 mp (VO_2 28,7 ml/kg/perc) azt tapasztalták, hogy a hosszabb apnoe időhöz emelkedett oxigén felvétel és fizikai teljesítőképesség társul (Barnai és mtrsai, 2005). Fabrice Joulia és munkatársai az apnoe időt tréningként alkalmazva szintén

úgy tapasztalták, hogy kifejezetten a hypoxia tolerancia képességének fejlesztésében, azaz a magas intenzitású anaerob energetikai folyamatokat igénylő terhelhetőség fejlesztésében hatékony edzésmódszer (Fabrice, 2003; Woorons és mtrai, 2008). Triathlon sportágban aktív hallgatókat vizsgáltak. A 3 hónapos apnea tréning program előtt 104 ± 14 mp átlagos apnea időt mértek, amely érték a tréning után 155 ± 15 mp-re fejlődött ($p < 0,01$) (Fabrice, 2003). Ezen adatok ismeretében, láthatóvá válik, hogy az általunk felmért hallgatók ($n=69$) apnoe idő értékei alacsonynak mondhatóak. Ezen értékek összhangban állnak az átlagosan „gyenge” ill. „közepes” kategóriába sorolható Cooper állóképességi teszt eredményekkel (Apor, 2014).

Az akaratlagos légzés visszatartási teszt_ fejlődése tekintetében elmondható, hogy a FT edzés hatékonyabbnak bizonyult e paraméter fejlesztése terén a többi fittségi edzéshez képest. Az ok az edzések intenzitásának különbözőségében lehet. A FT intenzitása (HRmax 75-85%) volt a legmagasabb a másik két fittségi edzéshez képest. A FT edzéseken az edzés tervezett célpulzus tartományban való megtartása, ill. a résztvevők aerob zónában edzése erősebb kontrollt igényelt edzőként a részünkről a másik két tréning vezethetőségéhez viszonyítottnak. Az KT tréning intenzitása lényegesen alacsonyabb és egyenletesebb volt a FT és az IT csoporthoz képest. Bár a KT tréning apnoe idő eredménye, a másodpercben és a százalékban mért növekedését tekintve, nem maradt el messze a másik két fitness csoporttól, mégis e csoport mutatta a legváltozatosabb egyéni eloszlást, így a változás mértéke nem volt szignifikáns.

A légző torna várakozáson felül teljesített. Kardiovaszkuláris intenzitása kicsi (HRmax 50-55%) így nem tartozik a specifikus állóképességi tréningek közé, és bár a legalacsonyabb átlagos fejlődést hozta a Cooper tesztben, mégis szignifikáns eredmény született, az apnoe idő növelése tekintetében pedig a leghatékonyabb FT fitness tréning szignifikancia szintjével szinte azonos mértékű fejlődést eredményezett. Az ok a tréning felépítésében, a speciális légzés technikai gyakorlatok direkt és indirekt hatásmechanizmusában lehet.

A vizsgálatunkban elvégzett korrelációs elemzésünk megmutathatja a teszt eredmények közötti kapcsolatot, és megerősítheti egy adott mozgásprogram hatékonyságát. A kapcsolat jellege szerint amennyiben növekszik az állóképességi teljesítmény a Cooper teszt során, akkor növekedés, azaz javulás várható az apnoe idő eredményében is (Viitanen és mtrai, 2000; Heuft és mtrai, 2004).

Jelen vizsgálat eredményei összhangban állnak a korábbi hasonló témájú vizsgálatok tapasztalataival a téren, hogy e speciálisan összeállított komplex torna, amely a

légző izmok flexibilitását, a mellkas mobilitását fokozó stretchinget, célzott izomerősítést és több esetben hosszabb-rövidebb ideig tartó direkt légzés visszatartással is járó légzés technikai gyakorlatokat tartalmazott, minőségében javíthatja a szöveti oxigenizációt, az izomanyagcserét valamint a hypoxia tűrő képességet (Zaletnyik-Szántó, 2008; Powers és mtrsa, 2012; Lengyel, 2014).

Saját kutatásunkhoz hasonlóan Zheng a Fujian Egyetemen, főiskolai hallgatók körében vizsgálta a Tai Chi Chuan (TCC) fizikai teljesítményre és pszichoszociális állapotra gyakorolt hatékonyságát egy 12 hetes TCC tréning program révén. A kardiopulmonális funkciót step-teszt segítségével mérték, vérnyomás és nyugalmi pulzus mérést végeztek. A mért paraméterekben a tornaprogram hatására jelentkező változások alapján arra a következtetésre jutottak a TCC program egyértelműen pozitívan befolyásolta a hallgatók fizikai teljesítményét és pszicho-szociális állapotát (Zheng és mtrsai, 2014).

Birkel a Hatha joga vitál kapacitásra (VC) gyakorolt hatékonyságát vizsgálta szintén főiskolai hallgatók körében. Jóga pozíciókat, légzés technikai gyakorlatokat és relaxációt tanítottak a hallgatóknak egy 15 hetes, heti kétszer 50 perces, program során. A kutatás eredményeként szignifikáns fejlődést tapasztaltak ($p < 0.001$) a VC fejlődése terén (Birkel és mtrsai, 2000).

Ezen korábbi kutatások tapasztalataival összhangban, jelen vizsgálat alapján is elmondható, hogy rövid távú tréning program hatására is mérhető teljesítmény fokozódás érhető el a kardiorespiratórikus állóképesség tekintetében (Fatma, 2011; Mahtab és mtrsai, 2011; Donath, 2014; Yamazaki, 2013).

Eredményeink alapján is kiemelt jelentőségű a felsőoktatásban résztvevő egészséges fiatalok fizikai teljesítőkétségének javítása a kardio-respiratórikus megbetegedések megelőzése érdekében és egy célzott, speciálisan felépített légző torna programot, hatásmechanizmusai révén, a Konstans, a Fartlek és az Intervallum tréninghez hasonlóan hatékonynak tartunk az állóképesség fejlesztése területén egészséges egyetemi hallgatók körében.

A mobilitás felmérését szolgáló paraméterek eredményeinek elemzése

A felmért 61 hallgató esetében mi is nagy arányban tapasztaltuk, hogy a tesztek kiinduló értékei nem a fiziológiás tartományba estek. A Schober I teszt esetében 24 főnél (39,3%) kisebb volt a lumbalis gerinc mobilitása, mint 5 cm. A fal-occiput távolság teszt esetében 25 főnél (40,9%) volt nagyobb a távolság, mint 3 cm. A mellkas axillaris magasságban mért mobilitásának mértéke 8 fő (13,1%) esetében volt alacsonyabb, mint 3

cm. A lateral flexió mérése során a kiinduló jobb és bal oldali értékek között 14 fő (22,9%) esetében mértünk 2 cm-nél nagyobb mértékű aszimmetriát. Az ujj-talaj távolság teszt eredményeképpen 19 fő (31,1%) nem érte el a talajt. Eredményeink alapján véleményünk szerint is kiemelt jelentőségű a felsőoktatásban résztvevő fiatalok flexibilitásának és ízületi mobilitásának javítása a mozgásszervi megbetegedések megelőzése érdekében.

Czakwari és mtrai révén a Silesia Orvosi Egyetem 100 hallgatója (54 fő, 20–28 éves korú nő és 46 fő 20–29 éves korú férfi) körében hasonló célú kutatás történt. Az előzetes felmérések során a tartási rendellenességek széles körét tapasztalták. A legnagyobb mértékben a lumbális hypolordosis volt tapasztalható (átlagosan a felmért hallgatók 71.0%-a, a férfiak 48.1%-a és a nők 97.8%-a esetében), miközben a háti kyphosis mértéke a hallgatók 58%-a esetében eltért a fiziológiástól (a férfiak 53.7%-a és a nők 63.0%-a esetében), továbbá scoliosist több mint 50%-uk esetében regisztráltak. Magas volt ugyanakkor azon hallgatók aránya (71%) akik, elmondásuk szerint, rendszeres fizikai aktivitást végeztek. Ezen eredmények harmóniában állnak a saját eredményeinkkel. A felmérések során a funkcionális poszturális eltérések széles körét tapasztaltuk. A fizikai aktivitás szintje a mi esetünkben alacsonyabb volt (51.1%). Mindez rámutathat arra is, hogy specifikus gyakorlatok szükségesek, a rendszeresség önmagában nem feltétlen elegendő az ülve töltött órák számának és hatásainak kompenzálására. A rendszeres fizikai aktivitás minőségének és számszerinti növelésének nagy szerepe lehet az ízületi mobilitás, az izom egyensúly helyreállítása és/vagy megtartása terén (Czakwari és mtrai, 2008).

Celenay és mtrai a fizikai aktivitás testtartásra gyakorolt pozitív hatásaira mutattak rá. Kutatásukban 96 fő, 18-25 év közötti egyetemi hallgatót vizsgáltak meg „spinal mouse” eszköz segítségével, majd kezeltek különböző módszerekkel. Összehasonlították az elektromos stimuláció, a „Biofeedback” tartás korrekciós tréner hatékonyságát a tornaprogram során végzett testedzés hatékonyságával. Többnyire növekedett lumbális lordosist és csökkent mobilitású háti gerinc szakaszt tapasztaltak a hallgatóknál, melyek mértékei minden program hatására szignifikánsan javultak ($p < 0.05$), de a többi módszerhez viszonyítottnak, a háti gerinc mobilitásának fejlesztése tekintetében, a testmozgás volt a leghatékonyabb ($p < 0.05$) (Celenay és mtrai, 2015).

A saját vizsgálatunk során a légző torna kiemelkedő eredményt hozott. A mellkas kitérés és a törzs lateral flexió irányú elmozdulása tekintetében a légző torna mutatta a legjelentősebb mértékű fejlődést (Mellkas kitérés: LT ($p \leq 0,001$); J ($p \leq 0,01$); P ($p \leq 0,01$) IT ($p \leq 0,05$), Lateral flexió jobbra: LT ($p \leq 0,001$); IT ($p \leq 0,01$), Lateral flexió balra: LT ($p \leq 0,001$); IT ($p \leq 0,05$), P ($p < 0,05$). Ez utóbbi paraméterben a jóga nem eredményezett

szignifikáns fejlődést. A légző torna a Schober I ($p \leq 0,05$) és a fal-occiput távolság tesztek ($p \leq 0,001$) eredményeinek fejlesztése terén - a Pilates és a Jóga programokkal lépést tartó - szignifikáns fejlődést ért el, az ujj-talaj távolság csökkentése terén pedig e két tornaprogrammal (J ($p < 0,05$); P ($p < 0,01$)) szinte azonos mértékű, bár nem szignifikáns ($p = 0,056$) javulást mutatott. Az intervallum tréning a Schober I és a fal-occiput távolság tesztek eredményeit nem szignifikáns mértékben javította és az ujj-talaj távolság törzs flexió során történő csökkentése terén visszaesést eredményezett. Az ok és a magyarázat a tréning felépítésében, a speciális pozíciókban végzett speciális légzés technikai gyakorlatok direkt és indirekt hatásmechanizmusában lehet. Nagy hangsúlyt fektettünk a törzs és a mellkas mozgáslehetőségeinek maximális kihasználására, különös tekintettel a lateral flexió és rotációs irányú elmozdulásokat forszíroztuk. A jóga és a Pilates nagyobb hangsúlyt fektetett a törzs flexió és extenzió irányú elmozdulása közben végzett gyakorlatokra, mint a légzőtorna vagy az intervallum tréning. A statikus stretching és a relaxációs technikák alkalmazása, a fitness intervallum tréning kivételével, minden programban jelentős szerepet töltöttek be. Az intervallum tréning eredményeit valószínűleg a gyakorlatok dinamikája befolyásolta. Eredményeink alapján elmondható, hogy a flexibilitás, illetve az ízületi mobilitás mértéke a lassan, kontroláltan kivitelezett gyakorlatok révén fejleszhető hatékonyabban. A dinamikus végzett gyakorlatok e téren kevésbé eredményes fejlődéshez vezethetnek.

Eredményeink alapján is kiemelt jelentőségű a felsőoktatásban résztvevő egészséges fiatalok gerinc és mellkas mobilitásának a javítása a mozgásszervi panaszok és megbetegedések megelőzése érdekében. Jelen vizsgálatunk eredményei szerint egy speciálisan összeállított komplex légzőtorna, mind direkt mind indirekt módon, a napjainkban ismert és elismert jóga és Pilates tornaprogramokhoz hasonlóan korrigálhatja az antigravitációs izmok közti egyensúlyt és hozzájárulhat mind a mellkas mobilitás mind a gerinc mobilitás növeléséhez (Birkel, 2000; Powers és mtrsa, 2012; Grieco, 2014; Limongi és mtrsai, 2014; Westerdahl, 2015).

Fontosabb eredmények és következtetések összefoglalása

- Felmérést végeztünk egyetemi hallgatók körében az állóképességre és a mozgásszervi állapotukra vonatkozóan. A kapott eredményeket összevetettük az egyes tesztek referencia adataival. Ezek alapján bizonyítást nyert azon hipotézisünk, mely szerint a gyógytornász hallgatók körében is jelentős arányú azok száma, akik mozgásszegény életvitelt élnek vagy rendszertelen, illetve következtelen fizikai aktivitást folytatnak. Azon feltevésünk, mely szerint a gyógytornászok körében a mozgásszegény életmód aránya csekélyebb, mint a szakirodalom szerint világszerte tapasztalt arány, sajnos nem bizonyult igaznak. Az általunk mért hallgatók körében sem tapasztalhattunk egészségtudatosabb magatartást.
- Azon feltételezésünk, mely szerint e mozgásszegény életvitel következtében nagy arányban tapasztalható az aerob állóképesség alacsony szintje, az izmok flexibilitásának csökkenése és a gerinc és a mellkas mobilitás beszűkülése, megerősítést nyert.
- Eredményeink alapján elmondható, hogy egy célzott, speciálisan felépített légző torna, direkt és indirekt hatásmechanizmusa révén, minőségében javítva a szöveti oxigenizációt, az izomanyagcserét valamint a hypoxia tűrő képességet, a direkt módon ható fitnesz edzésekkel is lépést tartó, hatékony program az állóképesség fejlesztése területén egészséges fiatal felnőttek esetében.
- A légzőtorna az ismert és elismert jóga és Pilates tornaprogramokhoz viszonyítottn is hatékony mozgásprogram a testtartás javítása, az izom egyensúly fejlesztése valamint a gerinc és a mellkas mobilitásának növelése terén egészséges fiatal felnőttek esetében.

- A tréningprogram felépítésének jellege, az edzés összetevők megfelelően kialakított összhangja, nagyon nagy szerepet játszik mind az állóképesség, mind a flexibilitás és az izmok közti egyensúly hatékony fejlesztésében. Az intervallum tréning eredményeit valószínűleg a gyakorlatok dinamikája befolyásolta. Eredményeink alapján elmondható, hogy a flexibilitás, illetve ízületi mobilitás mértéke a lassan, kontroláltan kivitelezett gyakorlatok révén fejleszhető hatékonyabban. A dinamikus végzett gyakorlatok e téren kevésbé eredményes fejlődéshez vezethetnek.
- Eredményeink alapján az állóképesség fejlesztő dinamikus, álló testhelyzetben végzett edzés programok és a fekvő, ülő illetve kúszó testhelyzetekben végzett, légzéstechnikai elemekkel átszótt, törzs mobilitást fokozó gyakorlatok harmonikus kombinációja a leghatékonyabb az egészségünk megőrzése szempontjából.

ÖSSZEFOGLALÁS

A felsőoktatásban tanuló hallgatók körében a mozgásszegény életmód aránya egyre növekszik, a rendszeres fizikai aktivitás mértéke világszerte csökkenést mutat. Ennek következtében, az életmódjuk megváltoztatása nélkül, a felsőoktatásban tanulók körében nagyobb a kockázata mind a mozgásszervi panaszok, mind a szív-érrendszeri és légzőszervi megbetegedések kialakulásának.

Szakirodalmi adatok alapján elmondható, hogy a légzőtorna csökkent aerob kapacitását, legyengült betegek esetében megteremti a lehetőségét a mobilizálásnak. Miközben a különböző fitsségi edzés programok, illetve a Pilates és a jóga alapvetően preventív mozgás programok, melyek feltételezik a struktúra épségét, addig a légző torna nem feltételezi a szervezet (mozgató szervrendszer, szív és érrendszer-, légzőszervrendszer) intakt voltát.

Kutatásunk során sikerült rámutatnunk, hogy a légző torna egészséges fiatal felnőttek körében is javítja a mozgató szervrendszer állapotát és a mellkas mobilitását. Segít a testtartás korrekációjában, mely révén csökkentheti az esetleges mozgásszervi problémák kialakulásának rizikóját. Jelen munkánk alapján nyilvánvalóvá vált, hogy a légző izmok fáradás tűrésének javítása által, mind direkt mind indirekt módon, hozzájárul az állóképesség növeléséhez egészséges fiatalok esetében is. Kutatásunk eredményei azt sugallják, hogy a légzőtorna program nem csak a betegek számára ajánlott kiegészítő edzésprogramként, hanem primer preventív céllal pozitív élettani hatással lehet egészséges fiatal felnőttek állóképességére, testtartására, flexibilitására és izomerejére is. A fizioterápiás légzéstechnikai elemek alkalmazása, állóképességi tréningek kiegészítéseként, valamint célzott nyújtó és erősítő hatású gyakorlatokkal kombináltan, nem csupán a rehabilitációban, hanem a primer prevencióban is mindenki számára ajánlott.

Eredményeink alapján elmondható, hogy a légző torna olyan célzott, gyógytornász-specifikus mozgásterápia, amelyet a secunder és terciar prevención túl, mind a primer prevencióban, mind az élsportban (pl. úszó sportolók gazdaságos légzéstechnikájának kifejlesztése terén) is alkalmazhatunk. Egy megfelelően összeállított légző torna programba betegek is bekapcsolódhatnak, ugyanakkor az egészségesek számára is további fejlődést tud biztosítani. A légző torna hatékony állóképesség és ízületi mozgásterjedelem fejlesztő tréning lehet mind edzetlenek mind betegségükből felépülő stádiumban lévők és idősek számára, valamint optimális kiegészítő program sportolók teljesítményének fokozására, finomítására, direkt és indirekt hatásmechanizmusai révén.



Nyilvántartási szám: DEENK/126/2022.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Csepregi Éva
Doktori Iskola: Klinikai Orvostudományok Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10038522

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

1. **Csepregi, É.**, Némethné Gyurcsik, Z., Veres-Balajti, I., Nagy, A. C., Szekanecz, Z., Szántó, S.:
Effects of Classical Breathing Exercises on Posture, Spinal and Chest Mobility among Female University Students Compared to Currently Popular Training Programs.
Int. J. Environ. Res. Public Health. 19, 3728, 2022.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph19063728>
IF: 3.39 (2020)
2. **Csepregi, É.**, Szekanecz, Z., Szántó, S.: The effects of breathing exercises in comparison with other exercise programs on cardiorespiratory fitness among healthy female college students.
J. Sports Med. Phys. Fit. 60 (1), 1-7, 2020.
DOI: <http://dx.doi.org/10.23736/S0022-4707.19.09916-X>
IF: 1.637





További közlemények

3. **Csepregi, É.**, Szekanecz, Z., Némethné Gyurcsik, Z., Szántó, S.: A légzőtorna szervezetünkre gyakorolt pozitív élettani hatásai.
Mozgásszervi Továbbk. Szle. 3 (2), 63-65, 2020.
4. **Csepregi, É.**, Szekanecz, Z., Szántó, S.: Mozgásszegény életmód és állóképesség mértékének felmérése és fejlesztése gyógytornász hallgatók körében.
Fizioterápia. 29 (4), 8-13, 2020.
5. Némethné Gyurcsik, Z., Myburgh, J. A., **Csepregi, É.**, Szántó, S.: Keresztszalag-rekonstrukciós műtét utáni posztoperatív mozgásterápia és rehabilitációs tréning.
Mozgásszervi Továbbk. Szle. 1 (3), 94-101, 2018.

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 5,027

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre): 5,027

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2022.03.31.



KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Hálás szívvel mondok köszönetet témavezetőmnek, Prof. Dr. Szántó Sándor egyetemi docensnek, a Debreceni Egyetem Sportorvosi Tanszék vezetőjének és a Debreceni Egyetem Belgyógyászati Intézet Reumatológiai Tanszék vezetőjének, Prof. Dr. Szekanecz Zoltánnak, akik megteremtették a lehetőséget, hogy kutató munkámat végezhessem. Köszönöm szakmai vezetésüket, támogatásukat, az értékes tanácsaikat és bizalmukat.

Tisztelettel szeretném megköszönni Prof. Dr. Zsuga Judit Dékán Asszonynak és Dr. Veres-Balajti Ilona egyetemi docensnek, a Debreceni Egyetem, Népegészségügyi Kar, Fizioterápiás Tanszék vezetőjének bizalmát és támogatását.

Hálásan szeretném megköszönni Dr. Nagy Attila Csaba statisztikai számításokban nyújtott mérhetetlen segítségét.

Szeretném megköszönni Dr. Némethné Dr. Gyurcsik Zsuzsanna és Farkas Dóra gyógytornász kollégáim szakmai segítségét és biztatását.

Nagyon köszönöm a vizsgálatban és a mozgásprogramokban részt vett gyógytornász hallgatók együttműködését.

Köszönetet szeretnék mondani a szakmai fordító munkában közreműködött kollégáim segítségéért.

Hálásan köszönöm drága anyukám és testvérem szeretetét, hogy a tanulmányaimban mindig támogattak és bátorítottak.

Hálásan köszönöm drága férjem szeretetét, segítségét, tanácsait, útmutatását, bátorító és ösztönző szavait, a gyermekeim kitartását és támogató szeretetét, a családom végtelen türelmét.

Felhasznált irodalom

1. Apor P. Dr. Apnoe és úszóedzés-hyperventilatioval, *Sportorvosi Szemle* 2014.; 55.(4.):139.
2. Bandyopadhyay, A. 'Validity of Cooper's 12-minute run test for estimation of maximum oxygen uptake in male university students.', *Biology of sport. Institute of Sport*, 32(1), pp. 59–63. doi: 10.5604/20831862.1127283.
3. Barnai M, Laki I, Gyurkovits K, Angyan L, Horvath G: Relationship between breath-hold time and physical performance in patients with cystic fibrosis. *European journal of applied physiology* 2005, 95(2-3):172-178.
4. Birkel DA, Edgren L: Hatha yoga: improved vital capacity of college students. *Altern Ther Health Med* 2000, 6(6):55-63.
5. Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, Borodulin K, Buman MP, Cardon G, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med* 2020 Dec;54(24):1451-1462. DOI: 10.1136/bjsports-2020-102955
6. Calders P, Deforche B, Verschelde S, Bouckaert J, Chevalier F, Bassle E, et al. Predictors of 6-minute walk test and 12-minute walk/run test in obese children and adolescents. *Eur J Pediatr* 2008 May;167(5):563-568.
7. Castro O, Bennie J, Vergeer I, Bosselut G, Biddle SJH. How Sedentary Are University Students? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Prev Sci* 2020 Apr;21(3):332-343. doi: 10.1007/s11121-020-01093-8 DOI: 10.1007/s11121-020-01093-8
8. Celenay S.T, Kaya D.O, Ozüdogbreve R.A. Spinal postural training: Comparison of the postural and mobility effects of electrotherapy, exercise, biofeedback trainer in addition to postural education in university students. *J Back Musculoskeletal Rehabil*, 2015.
9. Clarkson HM. Head, neck and trunk. Musculoskeletal assessment - Joint range of motion and manual muscle strength. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000. p. 68-77.
10. Crystal Coolbaugh, Anderson IB, Wilson MD, Hawkins DA, Amsterdam EA: Evaluation of an exercise field test using heart rate monitors to assess cardiorespiratory fitness and heart rate recovery in an asymptomatic population. *PLoS One* 2014, 9(5):e97704.
11. Czakwari A, Czernicki K, Durmala J. Faulty posture and style of life in young adults. *Stud Health Technol Inform* 2008;140:107-110. DOI: 10.3233/978-1-58603-888-5-107
12. Daussin FN, Zoll J, Dufour SP, Ponsot E, Lonsdorfer-Wolf E, Doutreleau S, et al. Effect of interval versus continuous training on cardiorespiratory and mitochondrial functions: relationship to aerobic performance improvements in sedentary subjects. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2008 Jul;295(1):R264-72. DOI: 10.1152/ajpregu.00875.2007
13. DeokJu Kim, MiLim Cho, YunHee Park, YeongAe Yang Effect of an exercise program for posture correction on musculoskeletal pain *J Phys Ther Sci.* 2015, 27(6): 1791–1794. doi: 10.1589/jpts.27.1791
14. Donath L, Roth R, Hohn Y, Zahner L, Faude O: The effects of Zumba training on cardiovascular and neuromuscular function in female college students. *European journal of sport science* 2014, 14(6):569-577.

15. Fabrice Joulia, Steinberg JG, Faucher M, Jamin T, Ulmer C, Kipson N, Jammes Y: Breath-hold training of humans reduces oxidative stress and blood acidosis after static and dynamic apnea. *Respir Physiol Neurobiol* 2003, 137(1):19-27.
16. Fatma Arslan, PhD: The effects of an eight-week step-aerobic dance exercise programme on body composition parameters in middle-aged sedentary obese women *International SportMed Journal*, Vol.12 No.4, 2011, pp. 160-168
17. Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr*. 2000;72(3):694-701.
18. Geremia JM; Iskiewicz MM; Marschner RA; Lehnen TE; Lehnen AM. Effect of a physical training program using the Pilates methods on flexibility in elderly subjects. *Age (Dordr.)* 2015, 37(6):119 doi:10.1007/s 11357-015-9856z.
19. Grieco CR, Colberg SR, Somma CT, Thompson AG, Vinik AI.: Acute effect of breathing exercises on heart rate variability in type 2 diabetes: a pilot study. *J Altern Complement Med*. 2014 Aug;20(8):642-8. doi: 10.1089/acm.2013.0280. Epub 2014 Jul 1.
20. Heuft-Dorenbosch L¹, Vosse D, Landewé R, Spoorenberg A, Dougados M, Mielants H, van der Tempel H, van der Linden S, van der Heijde D. Measurement of spinal mobility in ankylosing spondylitis: comparison of occiput-to-wall and tragus-to-wall distance. *J Rheumatol*. 2004, 31(9):1779-84.
21. Huang M-H, Barrett-Connor E, Greendale GA, Kado DM. Hyperkyphotic posture and risk of future osteoporotic fractures: the Rancho Bernardo Study. *J Bone Miner Res*.21:419–23. 2006.
22. Inoue H, Yamauchi K, Kobayashi H, Shikanai T, Nakamura Y, Satoh J, Kohno N, Mishima M, Sasaki H, Hildebrandt J.: A new breath-holding test may noninvasively reveal early lung abnormalities caused by smoking and/or obesity, *Chest*,2009 Aug; 136 (2):545-53
23. Kim D, Cho M, Park Y, Yang Y. Effect of an exercise program for posture correction on musculoskeletal pain. *J Phys Ther Sci* 2015 Jun;27(6):1791-1794. DOI: 10.1589/jpts.27.1791
24. Kuppusamy M, Kamaldeen D, Pitani R, Amaldas J, Shanmugam P. Effects of Bhramari Pranayama on health - A systematic review. *J Tradit Complement Med* 2017 Mar 18;8(1):11-16. DOI: 10.1016/j.jtcme.2017.02.003
25. Lavie CJ, Ozemek C, Carbone S, Katzmarzyk PT, Blair SN. Sedentary Behavior, Exercise, and Cardiovascular Health. *Circ Res* 2019 Mar;124(5):799-815.
26. Lee E, Kim Y. Effect of university students' sedentary behaviour on stress, anxiety, and depression. *Perspect Psychiatr Care* 2019 Apr;55(2):164-169. DOI: 10.1111/ppc.12296
27. Lengyel László Dr. A légzésrehabilitáció elmélete és gyakorlata, *Medicina Kiadó, Bp.* 2014.
28. Limongi V, dos Santos DC, da Silva AM, Ataide EC, Mei MF, Udo EY, Boin IF, Stucchi RS: Effects of a respiratory physiotherapeutic program in liver transplantation candidates. *Transplant Proc* 2014, 46(6):1775-1777.
29. Magee David. Thoracic (dorsal) spine, Lumbar spine. *Orthopedic Physical Assessment*,6th ed.: Saunders; 2013. p. 508-648., 1017-1053.
30. Mahtab Moazzami, Nahid Khoshraftar: The effect of a short time training program on physical fitness in female students. *Procedia and Behavioral Sciences* 15 (2011), Pages 2627–2630

31. Mercer JA, Branks DA, Wasserman SK, Ross CM.: Physiological cost of running while wearing spring-boots. *J Strength Cond Res.* 2003 May;17(2):314-8.
32. Morrell JS, Cook SB, Carey GB: Cardiovascular fitness, activity, and metabolic syndrome among college men and women. *Metab Syndr Relat Disord* 2013, 11(5):370-376.
33. Nikitara K, Odani S, Demenagas N, Rachiotis G, Symvoulakis E, Vardavas C. Prevalence and correlates of physical inactivity in adults across 28 European countries. *Eur J Public Health* 2021 Oct 11;31(4):840-845.DOI: 10.1093/eurpub/ckab067
34. Noggle JJ, Steiner NJ, Minami T, Khalsa SB. Benefits of Yoga for Psychosocial Well-Being in a US High School Curriculum: A Preliminary Randomized Controlled Trial. *J Dev Behav Pediatr* 2012;33:193-201.
35. Norkin C.C., White D J. The thoracic and lumbar spine. Measurement of joint motion. 3rd edition 2003. p. 336, 344-345; 348-349; 356-358; 4th ed.: F.A. Davis Company; 2009. p. 365-407.
36. Pavlik G. Élettan – Sportélettan. Budapest. Medicina. 595 p. 2011.
37. Perret C, Poiraudeau S, Fermanian J, Colau MM, Benhamou MA, Revel M. Validity, reliability, and responsiveness of the fingertip-to-floor test. *Arch Phys Med Rehabil* 2001 Nov;82(11):1566-1570.DOI: 10.1053/apmr.2001.26064
38. Powers, S.K. and E.T. Howley, Exercise physiology-theory and application to fitness and performance, M.-H. Education, Editor. 2004 (p.198,252-253,290-296,310-315,407,432) 2012 (p. 243-245,283-284;317-318;332-333; 354-355;360-361,482-487)
39. Racette SB, Inman CL, Clark BR, Royer NK, Steger-May K, Deusinger SS: Exercise and cardiometabolic risk factors in graduate students: a longitudinal, observational study. *Journal of American college health : J of ACH* 2014, 62(1):47-56.
40. Roberta Fortea, Giuseppe DeVitob, Niamh Murphyc and Colin Boreham: Cardiovascular response during low-intensity step-aerobic dance in middle-aged subjects, *European Journal of Sport Science* Volume 1, Issue 3, 2001
41. Sérgio Ricardo de Abreu Camarda¹, Antonio Sérgio Tebexreni¹, Cristmi Niero Páfar², Fábio Bueno Sasai², Vera Lúcia Tambeiro¹, Yara Juliano³, Turíbio Leite de Barros Neto¹ Comparison of Maximal Heart Rate Using the Prediction Equations Proposed by Karvonen and Tanaka *Arquivos brasileiros de cardiologia*,2008
42. Siddiqui NI, Nessa A, Hossain MA: Regular physical exercise: way to healthy life. *Mymensingh Med J* 2010, 19(1):154-158.
43. Siminoski K., R.S. Warshawski, H. Jen, K-C Lee The accuracy of clinical kyphosis examination for detection of thoracic vertebral fractures: comparison of direct and indirect kyphosis measures; *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2011, 11(3):249-256
44. StataCorp. 2013. Stata Statistical Software: Release 13. College Station, TX: StataCorp LP.
45. Subramanian SK, Sharma VK, A V: Comparison of effect of regular unstructured physical training and athletic level training on body composition and cardio respiratory fitness in adolescents. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR* 2013, 7(9):1878-1882.
46. Tomaszewska A, Pawlicka-Lisowska A. Evaluation of an influence of systematic motor activity on the body posture of young people. *Pol Merkur Lekarski.* 2014, 36(215):336-40.

47. Viitanen JV, Heikkilä S, Kokko ML, Kautiainen H. Clinical assessment of spinal mobility measurements in ankylosing spondylitis: a compact set for follow-up and trials? *Clin Rheumatol* 2000;19(2):131-137. DOI: 10.1007/s100670050031
48. Wiyanad A, Chokphukiao P, Suwannarat P, Thaweewannakij T, Wattanapan P, Gaogasigam C, et al. Is the occiput-wall distance valid and reliable to determine the presence of thoracic hyperkyphosis? *Musculoskelet Sci Pract* 2018 Dec;38:63-68 DOI: 10.1016/j.msksp.2018.09.010.
49. Westerdahl E: Optimal technique for deep breathing exercises after cardiac surgery. *Minerva Anesthesiol* 2015, 81(6):678-683.
50. Weisgerber, M., Danduran, M., Meurer, J., Hartmann, K., Berger, S. and Flores, G. 'Evaluation of Cooper 12-Minute Walk/Run Test as a Marker of Cardiorespiratory Fitness in Young Urban Children with Persistent Asthma', *Clinical Journal of Sport Medicine*, 2009, 19(4), pp. 300–305. doi: 10.1097/JSM.0b013e3181b2077a.
51. Woorons X, Mollard P, Pichon A, Duvallet A, Richalet JP, Lamberto C: Effects of a 4-week training with voluntary hypoventilation carried out at low pulmonary volumes. *Respir Physiol Neurobiol* 2008, 160(2):123-130.
52. Yamazaki F, Yamada H, Morikawa S: Influence of an 8-week exercise intervention on body composition, physical fitness, and mental health in female nursing students. *J UOEH* 2013, 35(1):51-58.
53. Zaletnyik Zita, Szántó Katalin *Pulmonológiai fizioterápia*, Semmelweis Egyetem, Budapest 2008.
54. Zheng G, Lan X, Li M, Ling K, Lin H, Chen L, Tao J, Li J, Zheng X, Chen B et al: The effectiveness of Tai Chi on the physical and psychological well-being of college students: a study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* 2014, 15:129.