

**Doktori (PhD) értekezés tézisei**

**Regionális érzéstelenítésben végzett carotis  
endarterektómiák klinikai vizsgálata**

Dr. Gyöngyösi Zoltán

Témavezető: Dr. Fülesdi Béla, az MTA Doktora



Debreceni Egyetem  
Idegtudományi Doktori Iskola  
Debrecen, 2023

**REGIONÁLIS ÉRZÉSTELENÍTÉSBEN VÉGZETT CAROTIS  
ENDARTEREKTÓMIÁK KLINIKAI VIZSGÁLATA**

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

Írta: Dr. Gyöngyösi Zoltán Jenő okleveles orvosdoktor

Készült a Debreceni Egyetem Idegtudományi doktori iskolája  
keretében

Témavezető: Dr. Fülesdi Béla az MTA Doktora

Az értekezés bírálói:

Dr. Szekanez Zoltán az MTA Doktora  
Dr. Valikovics Attila PhD

A bírálóbizottság:

elnök: Dr. Antal Miklós az MTA Doktora  
tagok: Dr. Soltész Pál az MTA Doktora  
Dr. Babik Barna PhD

Az értekezés védésének időpontja: Debreceni Egyetem ÁOK, Belgyógyászati Intézet A  
épület, Tanterem 2023 11.06. 11 órától

## 1. Bevezetés

Magyarországon évente 50.000 beteg szorul egészségügyi ellátásra akut agyi érkatasztrófa vagyis stroke miatt. Az esetek 15%-ban agyvérzés (állományvérzés vagy subarachnoidalis vérzés) áll a háttérben, döntő többsége viszont - nagyjából 85%-a - iszkémiás eredetű.

Az agyi vérellátás megszűnésének főbb okai az embolizáció és az érbetegség. Az embolizáció az iszkémiás stroke leggyakoribb oka, melynek leggyakoribb forrása a szív, vagy valamely artéria ateroszklerotikus betegsége, trombózisa. Az iszkémiás stroke gyakori oka a nagy artériák betegsége, ami érintheti az arteria carotis communist (ACC), internát (ACI), az arteria vertebralist, basilarist és az intrakraniális ereket. A stroke prevenció invazív lehetőségei a carotis endarterektómia (CEA) a carotis stentelése (CAS) és a nyitott foramen ovale műtéti zárása. Az utóbbi egy évtizedben a klinikai vizsgálatok fókuszában az áll, hogy mi módon lehet a carotis endarterektómiákat minél alacsonyabb szövődményrátaival biztonságosabbá tenni.

A CEA egy profilaktikus műtét, melynek célja a carotis bifurkációban lévő ateroszklerotikus plakkból származó embolizáció megelőzése és az esetleges hemodinamikai károsodások csökkentése. Fontos, hogy a műtéti kockázat nem lehet nagyobb, mint a műtét által nyert hosszú távú stroke rizikócsökkenés, hiszen akkor a műtét profilaktikus jellege értelmét vesztené. A leggyakrabban alkalmazott műtéti eljárás az úgynevezett everziós endarterektómia, mely során az ACI-t levágják az eredésénél, majd ingujj-szerűen visszahajtják, gyakorlatilag lehúzva az érfalat a plakkról. A plakk eltávolítása után pedig az ACI-t visszavarják. A legutóbbi nagy metaanalízisek tanulsága szerint egyik végpontban sincs különbség az everziós és a foltplasztikás endarterektómia között. A carotis kirekesztése után az agy ipszilaterális része hipoperfúziót szenvedhet, ha a kollaterálisok nem funkcionálnak megfelelően. Ennek kivédésére shunt behelyezést alkalmaznak a sebészek. Ez tulajdonképpen egy darab műanyag cső, aminek két végét rögzítik az ACC-ban és ACI-ban, így biztosítva a vérkeringés folytonosságát a két artéria között. Az érsebészek egy része minden carotis műtétnél rutinszerűen behelyezi a shunt-öt (rutin shunt-ölők), vannak, akik sohasem használják, míg mások az agyi funkció vagy véráramlás monitorozása mellett szelektíven alkalmazzák (szelektív shunt-ölők). A shunt alkalmazása önmagában is veszélyt hordoz, behelyezésekor elsodródhat egy plakk darab, ami szintén stroke-ot okozhat. A szelektív shunt használat fő célja, hogy lehetőség szerint minden beteg kapjon shunt-öt akinek szükséges, és senki akinek nem szükséges. Az altatás elvileg minimalizálja az agyi oxigén igényt és metabolizmust ezáltal cerebroprotektívnak mondható. A regionális anesztézia a neurológiai tünetek monitorozása

szempontjából aranystandardnak számít, és lehetőséget ad a szelektív shunt alkalmazásra. Altatott beteg esetén különböző neuromonitorozási módszerek segíthetnek a shunt-igény felimerésében, mint például a transcraniális Doppler (TCD), az infravörös-közeli spektroszkópia (NIRS), a szomato-szenzoros kiváltott válasz (SSEP) vagy az elektroencefalogram (EEG). A nagyagy vérellátását mindkét oldalon három nagy artéria biztosítja, az arteria cerebri anterior, (ACA) az arteria cerebri media (ACM) és az arteria cerebri posterior (ACP), melyek eredését köti össze a Willis kör kollaterális rendszere, a végágak disztális kapcsolatát pedig a Heubner féle leptomeningeális hálózat végzi. Az agyat ellátó extracraniális arteria vertebralisok és arteria carotisok elzáródása vagy súlyos fokú szűkülete esetén a Willis kör kollaterális rendszere képes a meggyengült perfúziót kompenzálni. A Heubner-féle leptomeningeális hálózat képes az iszkémiás károsodás mértékét csökkenteni a Willis körtől disztális arteriák elzáródása esetén. A Willis körben és a Heubner-féle leptomeningeális hálózatban egyéneként jelentős különbségek lehetnek, így fordulhat elő, hogy egy bizonyos agyat tápláló artéria elzáródása más-más méretű isémiát okoz az adott artéria ellátási területén. Az operált arteria carotis interna (ACI) lefogása során az azonos oldali agyfélteke véráramlásának legfőbb forrása megszűnik, és az ép Willis körű kollaterális rendszer révén az ellenoldal felől és az arteria basilaris felől telődik az arteria communicans anterior (ACoA) és arteria communicans posterior (ACoP) ereken keresztül. Amennyiben bármelyik kommunikáló arteria hipopláziás vagy egyéb ok (például elzáródás) miatt nem funkcionál, a lefogott ACI miatt kieső véráramlást a Willis kör nem tudja megfelelő perfúziós nyomással pótolni és az operált oldali agyféltekében kialakuló alacsony perfúziós nyomás iszkémiás károsodást fog okozni rövid időn belül. A Willis kör épsége és funkcionalitása meghatározható a préoperatív CT/MR angiográfiás vizsgálatokból illetve transzkraniális színekódolt Doppler (TCCD) segítségével. Hoksbergen és munkatársai 2000-ben publikált vizsgálatából ismert, hogy a funkcionáló kollaterálisok átmérője 1,1 mm míg a nem funkcionálók 0,4-0,6 mm között vannak.<sup>48</sup> Ez alapján a 0,5 mm alatti átmérővel rendelkező kollaterális artériákat tekinthetjük nem funkcionálisnak. Hipopláziás, nem funkcionáló szakaszokkal rendelkező Willis kör esetén nagyobb valószínűséggel tapasztalunk a műtét során az ACI lefogása után iszkémiás neurológiai tüneteket, nagyobb valószínűséggel lesz szükség intraluminális shunt behelyezésére, illetve nagyobb a postoperatív stroke esélye is.<sup>49</sup> Ennek tudatában a sebész fel tud készülni a shunt behelyezésére, ennek megfelelően választja meg a műtét típusát is, mert longitudinális metszés esetén technikailag könnyebb a shunt behelyezés, mint az everziós endarterektómia transzverzális irányú arteriotómiája során. Vizsgálataink során regionális anesztéziában végzett carotis endarterektómiák során végeztünk méréseket transzkraniális

Doppler (TCD) és infravörös-közeli spektroszkópia (NIRS) segítségével. A regionális anesztéziában végzett műtét során a beteg enyén szedált állapotban van, jól kooperál, könnyen felmérhetőek az agyi iszkémia klinikai jelei: afázia, ellenoldali paresis és tudatzavar. A műtétet megelőző CT és/vagy MR angiográfiás felvételeket egy független radiológus kolléga elemezte, és besorolta a betegeket a Willis kör integritása alapján. A betegek egy része a kirekesztés után neurológiai tüneteket mutatott, míg a többi beteg tünetmentes volt. A betegeket így tünetes és tünetmentes csoportokra osztottuk. Vizsgálatuk a TCD és a NIRS által mért regionális agyi oxigén szaturáció (rSaO<sub>2</sub>) változásait a műtét 8 fontos állomásán és ezeket hasonlítottuk össze a tünetes és a tünetmentes betegek esetében. A mérések időrendje a műtét során a következőképpen alakult: 1. kiindulási állapotban (regionális anesztézia előtt), 2. regionális anesztézia után a műtét kezdete előtt, 3. műtét kezdete után közvetlenül, 4. kirekesztés után közvetlenül, 5. kirekesztés ötödik percében, 6. kirekesztés tizedik percében, 7. felengedés után közvetlenül, 8. posztoperatív időszakban (4-6 órával műtét után). A műtéti érzéstelenítésre ultrahang irányítással végzett intermedier plexus cervicalis blokkot alkalmaztunk, mely során a musculus sternocleidomastoideus közepének laterális szélétől mediál felé az izom has alá 20ml 0,375mg/ml ropivacaint adtunk.

## 2. Célkitűzések

Vizsgálataink során regionális anesztéziában végzett carotis műtétek alatt kombinált monitorozást (klinikai tünetek + transzkraniális Doppler + NIRS) alkalmaztunk.

A következő kérdésekre kerestük a választ:

1. Hogyan változik a kirekesztés során a TCD által mért ipsilaterális és kontralaterális oldali arteria cerebri médiában mért áramlási sebesség az esetlegesen megjelenő neurológiai tünetek függvényében?
2. Milyen mértékű arteria cerebri media átlagos áramlási sebesség változást tekinthetünk shunt indikációnak? Bizonyos arteria cerebri media átlagos áramlási sebesség cut-off értékek milyen szenzitivitással és specificitással bírnak?
3. Hogyan tükrözi az infravörösközeli spektroszkóp (NIRS) által mért agyszöveti oxigén szaturáció a klinikai tüneteket tünetes és tünetmentes betegekben? Milyen fokú regionális agyi oxigén szaturáció csökkenésnél érdemes megállapítani a cut-off értéket a shunt behelyezés indikációjának, és ahhoz milyen mértékű szenzitivitás és specificitás tartozik?

4. Mi volt az inkomplett Willis kör incidenciája a betegek között?
5. Van-e összefüggés az inkomplett Willis kör és a carotis lefogás utáni neurológiai tünetek megjelenése között?
6. A Willis kör variációi milyen mértékben hajlamosítanak a CEA műtét alatti kirekesztés során az iszkémiás neurológiai tünetek megjelenésére?

### 3. Betegek és módszerek

A kutatásunk során betartottuk az ide vonatkozó nemzeti és intézeti szabályozást és a Helsinkii okmány alapelveit, amit az intézeti szerkesztői bizottság jóváhagyott. A vizsgálatunkat NCT02665104 számon regisztráltuk a ClinicalTrials.gov rendszerben. Az Debreceni Egyetemi kutatás etikai bizottsága DE RKEB/IKEB:4364/2015 számon engedélyezte kutatásunkat.

A betegek minden esetben beleegyező nyilatkozatot írtak alá a részletes tájékoztatás után.

#### 3.1. Betegbeválogatás, a mérés módszerei és eszközei:

Ezt a prospektív vizsgálatot egyoldali, hemodinamikailag szignifikáns arteria carotis szűkülettel rendelkező, elektív CEA műtétre váró betegeken végeztük, a Debreceni Egyetem Sebészeti Intézetében. A regionális anesztéziát ultrahang (Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd., Nanshan, Shenzhen, China) segítségével végeztük, L 12-4s lineáris transzducer használatával. 22G vastag 50mm hosszú plexus tűt használtunk (Vygon Echoplex, Ecouen, France). Felszínes blokkal kombinált intermedier plexus cervicalis blokkot alkalmaztunk ultrahang irányítással. A szűrés a SCM izom hátsó szélénél a cervicalis 4. csigolya magasságában az Erb-pontnál történt. (Erb pont: a SCM izom közepén a hátsó széle mentén lévő pont, ahol a vena jugularis externa metszi a SCM-t, itt lépnek felszre a plexus cervicalis superficialis ágai). A szűréspontról a SCM alatt haladtunk postero-laterális irányból antero-medial felé a mély nyaki fasciarendszer „investing layer” rétege alá. 20ml Ropivacaine (Naropin, Aspen Pharma Ltd., Dublin, Ireland) 0,375mg/mg koncentrációban került beadásra 5 perc alatt ultrahang ellenőrzés mellett. A rutin intraoperatív monitorozás magában foglalta a carotis műtétéknél szokásos EKG-t, a pulzoximetriát, és az invazív vérnyomásmérést. Az arteria carotis (interna és externa) kirekesztése során megkértük a betegeket, hogy a műtéthez képest ellenoldali kezükbe adott sípoló játékot nyomogassák ezzel ellenőrizve az izomerőt. A beteg neurológiai állapotát az aneszteziológus folyamatosan követte a műtét során. A beteget akkor tekintettük tünetesnek, ha az arteria carotis kirekesztése után tudatzavar, ellenoldali

felsővégtagi parézis/paralízis vagy afázia lépett fel. Ezekben az esetekben a sebész shunt alkalmazása mellett döntött.

Kétoldali TCD vizsgálatot végeztünk a Rimed Digilite TCD készülék segítségével (Rimed Ltd., Israel). Az arteria cerebri media inszonációjára a temporális csontablakot használtuk, 45-55mm mélységben, a legjobb minőségű szignál alapján. Két rögzített TCD szonda segítségével mértük két oldalon az artériás áramlási sebességek szisztólés, diasztólés és középértékeit (ACMV) a műtét alatt. Az áramlási sebességeket (ACMV) és azok műtét alatti százalékos változásait analizáltuk később. A műtét különböző időpontjaiban rögzítettük az áramlási sebességeket: (1) kiindulási állapotban, a regionális blokk előtt, (2) blokk után, sebészi bemetszés előtt (3) közvetlenül az artéria lefogása előtt (4) közvetlenül a lefogás után (5) 5 perccel a lefogás után (6) 10 perccel a lefogás után (7) közvetlenül az artéria felengedése után (8) a posztoperatív szakban (4-6h múlva).

Kétoldali infravörösközeli spektroszkópia (NIRS) segítségével monitoroztuk az agyszövet oxigén szaturációját egy INVOS 5100C Cerebral Oximeter System (Somanetics Corporation, Troy, MI, USA) készülékkel, végig műtét közben. A készülék érzékelői a betegek homlokára voltak felhelyezve mindkét oldalt. Bár a mérés folyamatosan történt, csak a műtét bizonyos időpontjaiban (a TCD méréssel egy időben) mért adatokat rögzítettük további feldolgozás céljából: (1.) nyugalomban, a regionális blokk szűrése előtt, (2.) a blokk szűrése után, bemetszés előtt, (3.) carotis lefogás előtt (4.) közvetlenül a carotis lefogása után, (5.) 5 perccel a lefogás után, (6.) 10 perccel a lefogás után, (7.) közvetlenül a carotis felengedése után, (8.) a posztoperatív időszakban (4-6 óra múlva). Minden esetben computer tomográfiás angiográfia (CTA) készült műtét előtt. Később, műtét után 3 független neuroradiológus elemezte a CT angiográfias képeket, akik nem tudták, hogy a betegek melyik csoportba tartoznak (lefogás után tünetes vagy tünetmentes).

A CTA felvételek elemzése után a neuroradiológusok besorolták a betegeket a Willis kör szempontjából funkcionáló és nem funkcionáló csoportokba.

Inkomplettnek tekintettük a Willis kört, amennyiben bármilyen anatómiai variáció vagy patológiás állapot gátolta a kollaterális funkcióját (hiányzó kommunikáló artériák, elzáródott szegmentumok), és/vagy a kommunikáló artériák átmérője 0,5mm alatt volt. A kategorizálás alapjául azok a korábbi megfigyelések szolgáltak, melyek szerint a kommunikáló artériák 0,5mm alatti átmérője tekinthető a kollaterális funkció alsó küszöbértékének. A neuroradiológusok egymástól függetlenül elemezték a CTA felvételeket, ellentmondásos

esetekben a képek újbóli közös áttekintése után jutottak konszenzusra a kategorizálással kapcsolatban.

A betegeket két csoportba osztottuk az artéria lefogása után megjelenő neurológiai tünetek megléte vagy hiánya alapján. A tünetek a következők voltak: ellenoldali végtagok zsibbadása vagy parézise, faciális parézis, afázia, vagy tudatzavar. Ezen tünetek megjelenésekor az érsebész shunt-öt helyezett be az arteria carotisba, helyreállítva ezzel az artéria keringését.

### 3.2. Statisztikai analízis

Az arteria cerebri media áramlási sebességeit (ACMV) analizáltuk. Kiszámoltuk az ACMV százalékos változásait is a beavatkozás alatt és összevetettük az operált oldali értékeket az ellenoldaliakkal. A normális eloszlás vizsgálata és az eloszlás valamint meredekség görbe alatti terület elemzésével való vizsgálatát követően az adatokat átlag  $\pm$  szórás vagy medián és 25–75% közötti interkvartilis tartomány (IQR) formájában adtuk meg. Az összevetéseket t-tesztekkel és Kruskal-Wallis tesztekkel végeztük. A kategorikus értékeket  $\chi^2$  teszt segítségével hasonlítottuk össze. A különbségeket  $p < 0.05$  esetben tekintettük statisztikailag szignifikánsnak. A NIRS és Willis körüli vizsgálat adatai középérték és standard deviációk formájában lettek megadva. A kategorikus változókat a megfelelő  $\chi^2$  (khi-négyzet) teszt segítségével hasonlítottuk össze. Ismételt méréses ANOVA teszt segítségével hasonlítottuk össze a műtét különböző időpontjaiban mért NIRS értékeket. A különbségeket akkor tekintettük statisztikailag szignifikánsnak, ha a P értéke  $< 0.05$  volt.

## 4. Eredmények

### 4.1. Az áramlási sebesség értékek tanulmányozása transzkraniális Dopplerrel

80 beteget terveztünk bevenni a vizsgálatba, de 14 beteg nem bizonyult alkalmasnak, a transztemporális akusztikus ablak hiánya miatt. Végül 66 beteg került bevonásra, 43 férfi és 23 nő. A CEA műtét során 55 beteg volt neurológiai szempontból tünetmentes 11 pedig tünetes. A két betegcsoport között nem volt szignifikáns különbség a kor és a kardiovaszkuláris rizikófaktorok tekintetében. 7 beteg ASA II míg 59 beteg ASA III beosztást kapott. Egy korai ( $< 48$  h) műtési oldali iszkémiás stroke fordult elő mindkét betegcsoportban.

#### 4.1.1. Agyi véráramlási sebesség (ACMV) értékek tünetmentes betegekben CEA alatt:

A neurológiailag tünetmentes csoportban az operált oldalon lefogás idején szignifikánsan csökkent az agyi véráramlási sebesség (ACMV), míg az artéria felengedése után szignifikánsan nőtt, a nem operált oldalhoz képest. Érdeemes megjegyezni, hogy a posztoperatív szakban az operált oldalon átmenetileg magasabb áramlási sebesség értékeket mértünk, ami hiperperfúzióra utalhat.

#### 4.1.2. Agyi véráramlási sebesség (ACMV) értékek tünetes betegekben CEA alatt

Az artéria carotis kirekesztése során neurológiai tüneteket mutató, shunt-öt igénylő betegekben az áramlási sebesség változása a tünetmentes betegektől eltérően viselkedett. Összevetve az operált és az ép oldalt, az operált oldalon a sebesség csökkenése markánsabb volt az ellenoldalhoz képest a tünetmentes betegekhez képest, de a shunt behelyezése után ez a különbség jelentősen csökkent. Az ellenoldalon az áramlási sebességek enyhén alacsonyabbak voltak. Az artéria felengedése (declamp) után nem volt szignifikáns különbség az operált oldal és az ellenoldal áramlási sebességei közt.

#### 4.1.3. Az áramlási sebességek százalékos változásának összehasonlítása tünetes és tünetmentes betegekben

Összehasonlítva a tünetes és tünetmentes betegek ACMV változásainak százalékos értékeit azt találtuk, hogy a tünetes betegekben meghaladja a csökkenés mértéke a 70%-ot, míg tünetmentes betegekben 50% alatt maradt átlagban. A shunt behelyezése után a tünetes betegekben a ACMV százalékos csökkenése a műtét oldalán kisebb volt, mint tünetmentesekben. A műtétes oldalon az artéria felengedése után tapasztalható ACMV emelkedés -mely a hiperperfúzió jele- valamivel kifejezettebb volt a tünetes csoportban, mint a tünetmentesekben (25% versus 17.6%).

#### 4.2. A Willis kör és a regionális agyi szaturáció értékeinek tanulmányozása

107 beteget vontunk be a vizsgálatunkba. NIRS monitorozást minden esetben sikerült végezni, CTA képek 94 esetben álltak rendelkezésre. A hiányzó 13 beteg mind tünetmentes volt (nem volt új neurológiai tünete kirekesztés után).

#### 4.2.1. A Willis kör vizsgálatának eredményei

Korreláció a Willis kör komplett / nem komplett állapota és a kirekesztés után megjelenő tünetek között:

CT angiographia alapján 67 inkomplett Willis kört találtunk a betegek közt, 54 tünetmentes volt 13 tünetes volt a carotis lefogása után.

Az arteria carotis communis és interna lefogás után tüneteket mutató betegek körében nem volt található komplett Willis kör (n=13). A tünetmentes betegek (n=81) között 54 inkomplett és 27 komplett Willis kört találtunk. Statisztikailag szignifikáns különbséget találtunk a tünetes és tünetmentes betegcsoportok között a komplett és inkomplett Willis körök számát illetően (Khí-négyzet: 6.08; p=0.013).

A kommunikáló artériák funkcionalitása és a carotis lefogása utáni neurológiai tünetek közötti kapcsolat:

Az arteria communicans anterior hiányzott vagy hipopláziás volt (< 0.5 mm) 13-ból 5 esetben a tünetes betegcsoportban. A tünetmentes csoportban nem volt található nem funkcionáló arteria communicans anterior (Khí-négyzet: 32.9; p=10<sup>-8</sup>).

Hiányzó vagy nem funkcionális kétoldali arteria communicans posterior volt látható 9/13 tünetes betegben és 9/81 tünetmentes betegben (Khí-négyzet: 24.4; p=10<sup>-7</sup>)

Nem funkcionáló arteria communicans posterior a műtéti oldalon gyakoribb volt tünetes betegekben (9/13) mint tünetmentes betegekben (24/81, Khí-négyzet: 7.71; p=0.005), és ugyanez volt megfigyelhető az ellenoldali nem funkcionáló arteria communicans posterior estében is (tünetes: 9/13; tünetmentes: 28/81; Khí-négyzet: 5.64; p=0.017).

Meg kell jegyeznünk, hogy 2 oldali nem funkcionális arteria communicans posterior csak a tünetes betegek között fordult elő.

#### 4.2.2. Az agy regionális oxigén szaturációja CEA során

Tünetmentes betegekben enyhe, de statisztikailag szignifikáns különbségeket tapasztaltunk az agy szöveti oxigén szaturációjában (rSO<sub>2</sub>) a carotis kirekesztése után a műtéti oldal és az ellenoldal között. Az agyi oxigén szaturáció szignifikánsan alacsonyabb volt a carotis lefogása után a műtéti oldalon és ez a különbség még fennállt a kirekesztés 10. percében is. Meg kell jegyezni, hogy statisztikailag ugyan szignifikáns volt, de az agyi szövetek oxigén

szaturációjának relatív csökkenése az operált oldalon nem érte el a 20%-ot a kiindulási preoperatív értékhez képest.

- Tünetes betegekben az agyi szövetek oxigén szaturációja fokozatosan csökkent a carotis lefogása után az operált oldalon és a két oldal közti különbség a lefogás utáni 10. percben is fennállt. Bár statisztikailag nem volt szignifikáns, az agyi szövetek emelkedett oxigén szaturációját találtuk a carotis felengedése után, ami az operált oldal hiperperfúzióját jelzi. A posztoperatív időszakban, 4-6 órával a műtét után nem találtunk különbséget az agyi szövetek oxigén szaturációjában az operált oldal és az ellenoldal között.

## 5. Megbeszélés

A carotis artéria műtete során korábbi vizsgálatok alapján 12%-ban fordult elő az ACI lefogást követően iszkémiás neurológiai tünet. Ezen alarmírozó tünetek (afázia, tudatzavar, ellenoldali felső végtagi parézis vagy paralízis) felismerése kulcsfontosságú, hiszen a hemodinamikai anomáliák elhárításával -nevezetesen intraluminális shunt behelyezésével- az esetek többségében a folyamat visszafordítható, vagyis gyors, adekvát shunt alkalmazással megelőzhető a definitív iszkémiás agyi lézió intraoperatív kialakulása.

Regionális anesztézia esetén a tünetek felismerése könnyű, míg általános anesztéziában különböző neuromonitorozási módszerekkel próbálkoznak a shunt igény elbírálására. Ezen módszerek szenzitivitása és specificitása elmarad az éber beteg észlelésétől. Vizsgálatainkban regionális anesztéziában operált carotis endarterektómiákban végeztünk méréseket, melyek eredményeit korreláltattuk a műtét során esetenként tapasztalt neurológiai tünetek megjelenésével. NIRS és TCD segítségével mértük az agyi regionális oxigén szaturációt, az arteria cerebri media áramlási sebességet, illetve a korábbi CTA eredmények alapján értékeltük a Willis kör állapotát, ezen adatokból próbáltuk meghatározni a mérési metódusok prediktív értékét a shunt igény szempontjából.

Első vizsgálatunkban azt találtuk, hogy az arteria carotis lefogása után shunt behelyezést igénylő tünetes betegeknel a műtét oldali arteria cerebri media áramlási sebessége több mint 70%-al csökkent. A shunt behelyezés után ez a csökkenés kisebb lett mint a tünetmentes betegekben, akik nem kaptak shunt-öt. Tudomásunk szerint kevés olyan vizsgálat van, ahol az agyi véráramlási sebességeket mérték a regionális anesztéziában végzett carotis műtéteknél végig a műtét közben. Az elmúlt évtizedekben élénk vita alakult ki arról, hogy mi a megfelelő

módszer a carotis műtéteknél a shunt igény jelzésére. McCarthy és munkatársai egy vizsgálatukban azt találták, hogy regionális anesztéziában végzett CEA műtéteknél az esetek 12%-ban volt szükséges shunt behelyezés a carotis lefogása utáni neurológiai tünetek megjelenése miatt.

Ez az érték valamennyivel alacsonyabb, mint a miénk (11/66; 16.6%), de a neuromonitorozáson alapuló shunt behelyezés általános anesztéziában végzett CEA esetén 25%-ot is elérhet. Meg kell említsük a vizsgálatunkban előforduló viszonylag magas (16,7%) shunt arányt. A shunt behelyezés az arteria carotis lefogása utáni neurológiai tünetek megjelenése alapján történt. Egy újabb regionális anesztéziában végzett CEA műtétekkel foglalkozó vizsgálatban a neurológiai tünetek miatt behelyezett shunt-ök és foltplasztika aránya 31,6% volt. Meg kell említenünk, hogy Magyarországon az iszkémiás stroke aránya 40/10000 lakos évente, ami egy kardiovaszkuláris szempontból jelentősen terhelt társadalom képét mutatja. Iszkémiás stroke-on átesett, súlyos carotis stenosisal rendelkező betegekben a nem funkcionáló anterior és nem funkcionáló posterior kollaterális hálózat esélye OR: 7,33 (95% confidence interval [CI] = 1.19–76.52) és 3.00 (95% CI = 0.77–12.04) egy korábbi, hasonló betegcsoporton végzett vizsgálat eredménye alapján. A Willis kör kollaterális hálózatának állapota fontos szerepet játszik a shunt igény felmerülésében, ezért vizsgálatunk magasabb shunt aránya a betegek intrakraniális ereinek súlyosabb állapotát feltételezi, mely a kirekesztéskor nem funkcionáló kollaterális ereket eredményez. Eredményeinkkel összhangban, számos szerző közölt 50-70% véráramlás sebesség csökkenést kirekesztéskor, általános anesztéziában végzett CEA során. Regionális anesztéziában végzett CEA során alkalmazott folyamatos TCD mérés azt mutatta, hogy azoknál a betegeknél, akik jó tolerálták az arteria carotis kirekesztését, szignifikánsan magasabb volt az agyi véráramlás sebessége (ACMV), mint azokban, akik nem tolerálták ( $26.2 \pm 8.5$  vs  $1.8 \pm 1.1$  cm/s). Moritz és munkatársai összehasonlító vizsgálatukban kimutatták, hogy az agyi véráramlás sebességének relatív változásai pontosabban jelzik az agyi isémiát, mint az abszolút értékek. Közleményük alapján 50% arteria cerebri media sebesség csökkenés 100% szenzitivitást és 86% specificitást mutatott. Amikor ki akarták zárni a fals pozitív esteket (100% specificitás), akkor az ehhez tartó arteria cerebri media sebesség csökkenés 70%-nak mutatkozott. Cao és munkatársai szintén arra az eredményre jutottak, hogy 70%-nál magasabb arteria cerebri media áramlási sebesség csökkenés a shunt behelyezés szükségességének legjobb TCD kritériuma. Vizsgálatukban a TCD 83% szenzitivitást és 96% specificitást mutatott, 71% pozitív és 98% negatív prediktív értékekkel. Ezek az eredmények összhangban vannak a mi eredményeinkkel: a carotis lefogása után tüneteket mutató betegek műtét oldali agyi véráramlási sebesség (ACMV) csökkenése nagyobb volt 70%-nál 11-ből 8 esetben (72,7%

szenzitivitás), a specificitás 93,1% volt, a TCD találati aránya pedig 89,23%. Amikor a véráramlási sebesség lefogás utáni csökkenésének küszöbértékét 50%-ban állapítottuk meg, a szenzitivitás 90,1%, a specificitás 59,6%, a pontosság pedig 64,62% lett. Ezen vizsgálati eredmények birtokában érdemes a TCD értékét és szerepét újra gondolni az általános anesztéziában végzett CEA-k esetén. A TCD nagy előnye, hogy non-invazív módon tudja monitorozni mindkét oldalon az agyi véráramlás sebesség változásait és a műtét közbeni embolizációt. Ahogy azt a korábbi vizsgálatokból tudjuk, hogy a TCD szenzitivitása és specificitása a shunt igény detektálására általános anesztéziában végzett CEA-k esetén korlátozott.

A TCD további haszna lehet, a carotis kompresszióval kombinálva, a Willis-kör kollaterális funkció épségének preoperatív megítélése. Ez a módszer tulajdonképpen a CEA közben alkalmazott carotis lefogás preoperatív modellezése. Egy újabb vizsgálat igazolta, hogy az inkomplett Willis-kör rizikófaktora a CEA közben végzett carotis lefogás utáni neurológiai tünetek jelentkezésének. A TCD carotis kompresszióval kombinálva lehetővé teszi a Willis-kör kollaterális funkciójának megítélését általános anesztéziában végzett CEA előtt, így előrejelezheti a műtét alatti shunt igényt. A kompressziós tesztek után esetenként bekövetkező embolizációk miatt alkalmazása rendkívül korlátozott, etikátlannak nevezhető.

Beszélnünk kell jelen vizsgálatunk korlátairól is. Eredetileg 80 beteg bevonását terveztük, de 14 beteget ki kellett zárunk a temporális akusztikus ablak hiánya miatt. Ezekben a betegekben nem volt lehetséges a TCD vizsgálat kivitelezése. Meg kell említenünk, hogy ebből a 14 betegből 3 betegnél alakultak ki neurológiai tünetek a carotis lefogása során. A másik korlátozó tényező lehet, hogy csak egyoldali hemodinamikailag szignifikáns carotis szűkülettel rendelkező betegeket válogattunk a vizsgálatunkba. Azért döntöttünk így, mert az ellenoldali hemodinamikailag szignifikáns carotis stenosis a lefogás során tapasztalható hemodinamikai változásokat nagyrészt az intrakraniális kollaterálisoktól teszi függővé. A műtési oldal hemodinamikai változásait izoláltan vizsgáltuk. Harmadszor pedig az agyi véráramlás sebességét csupán az arteria cerebri mediában mértük, az anterior, posterior cerebrális erekben végbemenő hemodinamikai változásról, illetve a lefogáskor esetlegesen bekövetkező steal-jelenségekről nincsen információnk. Eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy az agyi iszkémia miatt megjelenő neurológiai tünetek jobban jelzik a shunt behelyezés szükségességét, mint a TCD-vel monitorozott agyi véráramlási sebesség változásai.

A regionális anesztézia a CEA műtétek biztonságos monitorozását teszi lehetővé a tünetek alapján.

Második prospektív megfigyeléses vizsgálatunkban azt találtuk, hogy a Willis kör nem funkcionáló kollaterálisait a carotis műtéteknél az arteria carotis kirekesztése utáni iszkémiás eredetű agyi történések rizikófaktorának kell tekintenünk.

A betegek csoportosítása jelen tanulmányunkban azon alapult, hogy műtét alatt az arteria carotis communis és interna kirekesztése után kialakulnak-e az iszkémiás eredetű neurológiai tünetek, úgymint a tudatzavar, ellenoldali végtagi parézis/paralízis vagy az afázia. Minden neurológiai tüneteket mutató betegben kimutatható volt a hiányos vagy hipopláziás Willis körű kollaterális rendszer és a kirekesztést követő agyi szöveti oxigén szaturáció csökkenés a műtéti oldalon.

Bár az iszkémiás stroke-ot elsősorban tromboembóliás eredetűnek tartjuk hemodinamikailag szignifikáns arteria carotis szűkület jelenlétében, klinikai megfigyelések támasztják alá a Willis kör kollaterálisainak fontosságát.

Egy cerebrovaszkuláris betegségtől mentes betegcsoport követéses vizsgálatában az inkomplett anterior és posterior kollaterálisok 5,4 – 7 -szeresre növelték az iszkémiás stroke esélyét. Egy korábbi közleményben Harrison és munkatársai leírták, hogy a CT felvételeken látható iszkémiás agyi léziók összefüggésbe hozhatók a hiányzó intrakraniális kollaterálisokkal ACI elzáródással rendelkező betegekben. Hoksbergen és munkatársai igazolták iszkémiás stroke-on átesett betegeken, hogy az inkomplett vagy nem funkcionáló

Willis kör a stroke független rizikófaktora és az összefüggés még erősebb azonos oldali hemodinamikailag szignifikáns ACI betegség esetén.

A Willis kör variánsainak előfordulása magasabb volt stroke betegekben a kontroll csoporthoz képest De Caro és munkatársai vizsgálatában.

Egy újabb vizsgálat szerint az inkomplett Willis kör az iszkémiás stroke kimenetelét rontja. Preoperatív perfúziós képek, mint a transzkraniális Doppler, SPECT (single photon emission computed tomography), PET (pozitron emission tomography) vagy az arterial spin labeling MRI segíthetnek a CEA műtétek preoperatív elbírálásánál.

Mindezek hasznát igazoló elegendő tudományos bizonyíték hiányában további vizsgálatok szükségesek.

A shunt alkalmazásával kapcsolatban alapvetően kétféle sebészi hozzáállás van carotis endarterectomiánál: van aki minden esetben behelyezi a shunt-öt, van aki szelektív módon alkalmazza a shunt-öt, általános anesztéziában különböző neuromonitorozási technikák jelzése alapján (EEG, carotis csonk nyomás mérés, transzkraniális Doppler, szomatoszenzoros kiváltott válasz, NIRS) regionális anesztéziában pedig a megjelenő neurológiai tünetek alapján.

Az általános anesztézia hátránya a beavatkozás alatti folyamatos monitorozás szükségessége. Ezen monitorozási módszerek közül több is alacsony szenzitivitással rendelkezik az agyi iszkémia intraoperatív észlelésére, eredményeiket befolyásolják az anesztetikumok, így az érsebészek nem támaszkodhatnak az eredményeikre a shunt szükségességének megítélésében. Azontúl, hogy a shunt behelyezés önmagában is hordoz veszélyeket, egy újabb metaanalízis szerint nincs elegendő adat sem a szelektív sem a rutinszerű shunt használat mellett. Banga és munkatársai egy újabb vizsgálatukban azt javasolták, hogy a carotis műtét előtt készüljön angiográfiás felvétel a Willis kör kollaterálisainak megítélése céljából azoknak az érsebészeknek, akik nem alkalmaznak shunt-öt rutinszerűen, mert magasabb volt posztoperatív stroke előfordulása azokban a betegekben akiket nem shunt-öltek és voltak nem funkcionáló intrakraniális kollaterálisai.

Ezt az elképzelést támasztotta alá Squizzato és munkatársainak közleménye is, akik azt találták, hogy ha a shunt alkalmazásának elbírálása intraoperatív történt, akkor magasabb volt a posztoperatív stroke előfordulása.

Jelen vizsgálatunkban klinikai tüneteket használtunk a betegek kategorizálására (tünetes-tünetmentes), de az infravörös-közeli spektroszkópia agyi szövetek oxigén szaturációjával kapcsolatos eredményei összhangban voltak a carotis lefogás utáni agyi iszkémia tüneteinek megjelenésével. A regisztrált neurológiai tünetek segítségével interpretálva az infravörös közeli spektroszkópia eredményeit, 20% ipszilaterális rSaO<sub>2</sub> csökkenés cut off érték esetén a szenzitivitás 76,9% specificitás 74,5% pozitív prediktív érték 29,1% negatív prediktív érték 95,9% volt. Eredményeink összhangban vannak a Moritz által publikált adatokkal és a Duarte-Gamas féle metaanalízis eredményeivel, ahol a szenzitivitást 72%-nak, a specificitást 84,1%-nak találták.

A mérsékelt szenzitivitás és a gyenge pozitív prediktív érték ismételten felhívják a figyelmet újabb, szenzitívebb monitorozási módszerek szükségességére carotis endarterektómiák során. Klinikai szempontok alapján, fenntartásokkal kezelve, a csökkent agyi szöveti oxigén szaturáció alkalmas lehet a shunt behelyezés indikálására. Vizsgálatunk korlátait illetően először is meg kell említenünk a beválogatott betegek mérsékelt számát (n=107). Ebben a prospektív megfigyeléses vizsgálatban legalább három szakterület képviselőjének a közreműködése volt szükséges a klinikai és radiológiai adatok összegyűjtéséhez. Ráadásul a CT angiográfiás felvételek offline, utólagos elemzése három radiológus által szintén komoly munkát igényelt. Bízunk benne, hogy még ez a mérsékelt betegszám is alkalmas volt gondolatébresztőnek, ami a későbbiekben egy nagyobb esetszámú prospektív multicentrikus vagy szintézis vizsgálat alapja lehet.

Kritikára adhat okot az átmérő határértéke, amit a Willis kör kollaterálisainak funkcionalitásának megállapítására használtunk. Tény, hogy a korábbi vizsgálatok 1mm vagy 0,8mm küszöbértéket használtak az agyi kollaterális artériák hipopláziájának definiálására. Azonban ezeket az átmérő értékeket önkényesen jelölték ki és valószínűleg alábecsülték a nem funkcionális kollaterálisokat számát. Számos klinikopatológiai és modell tanulmány utalt rá, hogy az anterior és posterior kommunikáló artériák akkor tekinthetők nem funkcionálónak, ha a legkisebb átmérőjük 0,5-0,6mm alatt van. Végül pedig jelen vizsgálatunkban elsősorban a Willis kör morfológiájára koncentráltunk és a pozitív éber teszten kívül nem vettünk figyelembe egyéb tényezőket, mint például az ellenoldali szűkület, magas vérnyomás és diabetes. Miután ezen a zavaró tényezők között nem volt statisztikailag szignifikáns eltérés a tünetes és tünetmentes betegcsoportok között, így kijelenthetjük, hogy valószínűleg nincs jelentős hatásuk eredményeinkre.

Tanulságként levonhatjuk, hogy az inkomplett vagy nem funkcionáló Willis kör a carotis endarterectomiák közben előforduló iszkémiás agyi történések rizikófaktorának tekinthető.

További multicentrikus vizsgálatok szükségesek annak igazolására, hogy a Willis kör kollaterális kapacitásának preoperatív értékelése segítheti-e a döntést a shunt alkalmazásával kapcsolatban carotis endarterectómiákban.

### 5.1. Önálló megállapítások

1. A nemzetközi irodalomban elsők között alkalmaztunk komplex (klinikai tünetek és NIRS, valamint TCD) monitorozást regionális anesztéziában végzett carotis műtétek esetén.
2. Megállapítottuk, hogy a kirekesztéskor jelentkező iszkémiás tünetek kimutatásában a TCD vizsgálat 83%-os szenzitivitással és 96%-os specificitással rendelkezik.
3. Szintén megállapítottuk, hogy a NIRS szenzitivitása az iszkémiás tünetek kimutatásában a TCD-hez viszonyítva alacsonyabb: 76,9% és 74,5%.
4. A nemzetközi irodalomban először tanulmányoztuk a kirekesztés során jelentkező isémiára utaló tünetek és a Willis-köri kollaterális hálózat kapcsolatát regionális anesztézia során.
5. Megállapítottuk, hogy a kirekesztéskor jelentkező iszkémiás tünetek jelentkezése és a nem funkcióképes Willis-köri kollaterálisok között összefüggés van. Az arteria communicans

anterior vonatkozásában a nem funkcionális kollaterális 24-szeres, az arteria communicans posterior esetén 7,7-szeres rizikófaktorozódással kell számolni.

## 6. Összefoglalás

Az arteria carotis lefogása után shunt behelyezést igénylő tünetes betegeknek a műtét oldali arteria cerebri media áramlási sebessége több mint 70%-al csökkent, míg a tünetet nem mutató betegeknek a csökkenés 50% alatt maradt. A shunt behelyezés után ez a csökkenés kisebb lett, mint a tünetmentes betegekben, akik nem kaptak shunt-öt. A carotis lefogása után tüneteket mutató betegek műtét oldali agyi véráramlási sebesség (ACMV) csökkenése nagyobb volt 70%-nál 11-ből 8 esetben, ez 72,7% szenzitivitást, 93,1% specificitást és 89,23% pontosságot jelent. Amikor a véráramlási sebesség lefogás utáni csökkenésének küszöbértékét 50%-ban állapítottuk meg, a szenzitivitás 90,1%, a specificitás 59,6%, a pontosság pedig 64,62% lett. Eredményeink alapján kijelenthetjük, hogy az agyi iszkémia miatt megjelenő neurológiai tünetek jobban jelzik a shunt behelyezés szükségességét, mint a TCD-vel monitorozott agyi véráramlási sebesség változásai.

A Willis kör nem funkcionáló kollaterálisait a carotis műtétéknél az arteria carotis kirekesztése utáni iszkémiás eredetű agyi történések rizikófaktorának kell tekintenünk.

Minden neurológiai tüneteket mutató betegben kimutatható volt a hiányos vagy hipopláziás Willis körű kollaterális rendszer és a kirekesztést követő szignifikáns agyi szöveti oxigén szaturáció csökkenés a műtét oldalán. A tünetes betegekben szignifikánsan több volt a hiányos vagy nem funkcionáló szegmentummal rendelkező Willis kör. Ez a szignifikáns különbség jelen volt külön-külön az ACoA és ACoP esetében is a két betegcsoport között.

A tünetes betegek  $rSaO_2$  értéke szignifikánsan nagyobb csökkenést mutatott közvetlenül a lefogás után, mint a tünetmentes betegeké.

A műtét során tapasztalt neurológiai tünetek fényében 20%  $rSaO_2$  csökkenést cut off értéknek választva az infravörös közeli spektroszkópia szenzitivitása 76,9% specificitása 74,5%, pozitív prediktív értéke 29,1%, negatív prediktív értéke pedig 95,9% volt.

A carotis lefogása után mért csökkent agyi szöveti oxigén szaturáció és ACMV alkalmas lehet a shunt behelyezés indikálására, fenntartásokkal kezelve.

A regionális anesztézia alatti beteg obszerváció a legmegbízhatóbb monitorozást teszi lehetővé a tünetek alapján CEA műtétek során.

A mérésenkelt szenzitivitás és a gyenge pozitív prediktív érték ismételen felhívják a figyelmet szenzitívebb monitorozási módszerek szükségességére általános anesztéziában végzett carotis endarterektómiák során.

## 6.1. Summary

In symptomatic patients requiring shunt insertion after carotid artery occlusion, the ACM flow velocity at the side of the surgery was reduced by more than 70%, while in asymptomatic patients the reduction was less than 50%. After shunt insertion, this reduction was smaller than in asymptomatic patients who did not receive a shunt. After carotid artery clamp, the reduction in the ipsilateral cerebral blood flow velocity (ACMV) in symptomatic patients was greater than 70% in 8 out of 11 cases, giving a sensitivity of 72.7%, specificity of 93.1% and accuracy of 89.23%. When the threshold for post-clamp decrease in blood flow velocity was set at 50%, the sensitivity was 90.1%, specificity 59.6% and accuracy 64.62%. Our results suggest that neurological symptoms due to cerebral ischemia are better predictors of the need for shunt insertion than changes in cerebral blood flow velocity monitored by TCD.

Non-functional collaterals of the circle of Willis should be considered as a risk factor for cerebral events of ischemic origin after carotid artery clamp.

In all patients with neurological symptoms, a deficient or hypoplastic circle of Willis collateral system and a significant reduction in regional cerebral tissue oxygen saturation at the side of surgery following carotid artery occlusion were detected. In symptomatic patients, there were significantly more circle of Willis with incomplete or non-functional segments. This significant difference was also present separately for ACoA and ACoP between the two groups of patients.

The rSaO<sub>2</sub> of symptomatic patients showed a significantly greater decrease immediately after carotid clamp than that of asymptomatic patients.

In the light of the neurological symptoms observed during surgery, choosing a 20% rSaO<sub>2</sub> decrease as cut off value, the sensitivity of near-infrared spectroscopy was 76.9%, specificity 74.5%, positive predictive value 29.1% and negative predictive value 95.9%.

Decreased cerebral tissue oxygen saturation and ACMV measured after carotid artery occlusion may be suitable to indicate shunt insertion, subject to caveats.

Patient monitoring under regional anaesthesia provides the most reliable symptom-based monitoring for CEA during surgery.

The measured sensitivity and poor positive predictive value reiterate the need for more sensitive monitoring methods during carotid endarterectomy under general anesthesia.



Nyilvántartási szám: DEENK/386/2023.PL  
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Gyöngyösi Zoltán  
Doktori Iskola: Idegtudományi Doktori Iskola  
MTMT azonosító: 10054716

### A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

1. **Gyöngyösi, Z.**, Belán, I., Nagy, E., Fülesdi, Z., Farkas, O., Végh, T., Hoksbergen, A. W. J., Fülesdi, B.: Incomplete circle of Willis as a risk factor for intraoperative ischemic events during carotid endarterectomies performed under regional anesthesia: A prospective case-series.  
*Transl. Neurosci.* 14 (1), 1-8, 2023.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1515/tnsci-2022-0293>  
IF: 2.1 (2022)
2. **Gyöngyösi, Z.**, Farkas, O., Papp, L., Bodnár, F., Végh, T., Fülesdi, B.: The value of transcranial Doppler monitoring of cerebral blood flow changes during carotid endarterectomy performed under regional anesthesia: A case series.  
*Transl. Neurosci.* 13 (1), 476-482, 2022.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1515/tnsci-2022-0257>  
IF: 2.1

### További közlemények

3. Orosz, L., **Gyöngyösi, Z.**, Susán, Z., Siró, P., Hoksbergen, A. W. J., Csiba, L., Fülesdi, B.: Assessment of malformations, variations and diameters of vessels forming the circle of Willis: An autopsy study in a non-cerebrovascular cohort.  
*Transl. Neurosci.* 13 (1), 398-406, 2022.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1515/tnsci-2022-0253>  
IF: 2.1
4. Fülesdi, B., Farkas, S., **Gyöngyösi, Z.**, Siró, P., Bereczki, D., Bacsó, J., Csiba, L.: Correlation between calcium, water contents and ultrasonographic appearance of atherosclerotic lesions of carotid artery lesions.  
*Transl. Neurosci.* 11 (1), 269-276, 2020.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1515/tnsci-2020-0115>  
IF: 1.757





5. Mitre, C., Mitre, I., **Gyöngyösi, Z.**, Fülesdi, B., Zdrehus, C., Breazu, C., Bíró, P.: Clinical Experiences with the FRONT Formula for Pre-Operative Airway Assessment and Documentation: a Multi-Centre Study.  
*Turk. J. Anaesth. Reanim.* 45 (4), 225-230, 2017.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5152/TJAR.2017.97992>
6. Csiszkó, A., Herr, G., Kiss, S. S., Hallay, J., **Gyöngyösi, Z.**, Szentkereszty, Z.: VATS therapy of chylothorax caused by leiomyomatosis complicated with tuberous sclerosis complex.  
*J. Minim. Access Surg.* 9 (2), 84-86, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.4103/0972-9941.110970>  
IF: 1.374
7. Fazekas, B., Mohácsi, A., **Gyöngyösi, Z.**, Vitális, E., Simon, É., Molnár, C., Fülesdi, B.: A maghőmérséklet transoesophagealis mérésének megbízhatósága félig zárt és zárt narkózis rendszerrel végzett anesztéziák során.  
*Anaesthesiol. Intenzív Ther.* 38 (3), 121-126, 2008.
8. **Gyöngyösi, Z.**, Végh, T., László, I., Herr, G., Szentkereszty, Z., Hallay, J.: Video-assisztált thoracosopia szerepe chylothorax-szal járó ritka kórkép differenciáldiagnózisában = Video-assisted thoracoscopy for the differential diagnosis of a rare disease with chylothorax.  
*Aneszt. Int. Ter.* 37, 92-94, 2007.

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 9,431**

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapján szolgáló közleményekre):  
4,2**

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, 2023.08.22.



## 7. Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom tanszékünk vezetőjének Prof. Dr. Fülesdi Bélának a támogatásáért, tanácsaiért, akinek a segítségével nem készülhetett volna el ez a munka.

Köszönettel tartozom a kollégáimnak, az Aneszteziológiai és Intenzív Terápiás Tanszék dolgozóinak a türelmükért és támogatásukért.

Köszönettel tartozom volt kollegámnak Dr. Molnár Leventének, aki a műtétek során végzett mérésekben nyújtott segítséget.

Köszönöm Dr. Belán Ivett radiológus kolléga értékes munkáját.

Köszönet a Debreceni Egyetem Sebészeti Klinikájának érsebész orvosainak, akik lehetővé tették, hogy a műtétek során vizsgálatokat végezzünk.

Végül, de nem utolsó sorban hálával tartozom a családomnak türelmükért és támogatásukért.

## 8. Rövidítések jegyzéke

ACI: arteria carotis interna  
ACC: arteria carotis communis  
ACE: arteria carotis externa  
ACM: arteria cerebri media  
ACMV: arteria cerebri media velocity  
ACP: arteria cerebri posterior  
ACoA: arteria communicans anterior  
ACoP: arteria communicans posterior  
CEA: carotis endarterektómia  
CAS: carotis stenting  
EEG: elektro-enkefalográfia  
NIRS: near-infrared spectroscopy  
SP: stomp pressure – carotis interna csonk nyomás  
SSEP: somatosensory evoked potential  
TCD: transcranial Doppler  
TCCD: transcranial color coded Doppler