

# **A transapicalis mitralis billentyűplasztika kísérletes modellje és anatómiai alapjai**

Doktori értekezés (Ph.D.) tézisei

Dr. Ruttkay Tamás

Doktori Iskola vezetője: Prof. Dr. Kovács L. Gábor

Doktori Program vezetője: Dr. Szokodi István

Témavezető: Dr. Gasz Balázs

Pécsi Tudományegyetem  
Általános Orvostudományi Kar

Sebészeti Oktató és Kutató Intézet

2017.

## 1. Rövidítések

<b>AML:</b>	mitralis billentyű elülső vitorlája
<b>PML:</b>	mitralis billentyű hátsó vitorlája
<b>A1:</b>	mitralis billentyű elülső vitorlájának A1 szegmentuma
<b>A2:</b>	mitralis billentyű elülső vitorlájának A2 szegmentuma
<b>A3:</b>	mitralis billentyű elülső vitorlájának A3 szegmentuma
<b>P1:</b>	mitralis billentyű hátsó vitorlájának P1 szegmentuma
<b>P2:</b>	mitralis billentyű hátsó vitorlájának P2 szegmentuma
<b>P3:</b>	mitralis billentyű hátsó vitorlájának P3 szegmentuma
<b>ALC:</b>	mitralis billentyű anterolateralis commissurája
<b>PMC:</b>	mitralis billentyű posteromedialis commissurája
<b>Ao1:</b>	aortabillentyű jobb coronariás tasakja
<b>Ao2:</b>	aortabillentyű non-coronariás tasakja
<b>Ao3:</b>	aortabillentyű bal coronariás tasakja
<b>Ant:</b>	elülső szemölcsizom
<b>Post:</b>	hátsó szemölcsizom
<b>Ch:</b>	ínhúrok

## 2. Bevezetés

### 2.1. A mitralis billentyűkomplex anatómiája

A mitralis billentyű klasszikus anatómiai leírása számos könyvben és közleményben megtalálható. Azonban a modern meghatározás szerint a mitralis billentyűkomplex többet jelent, mint maga a szigorúan vett mitralis billentyű. Funkcionálisan tekintve a bal pitvar, illetve a bal kamra struktúrái is a komplexhez sorolandók. A szemölcsizmok és az ínhúrokat pedig subvalvularis apparatusként tartjuk számon. (1. táblázat)

#### 1. táblázat: A mitralis billentyűkomplex anatómiája

Billentyűvitorlák (a commissurákat is beleértve)		Mitralis billentyű	Mitralis billentyű- komplex
Annulus fibrosus			
Ínhúrok	Subvalvularis apparatus		
Szemölcsizmok			
Bal pitvari myocardium			
Bal kamrai myocardium			
Bal pitvari és bal kamrai endocardium			
Aorto-mitralis átmenet			

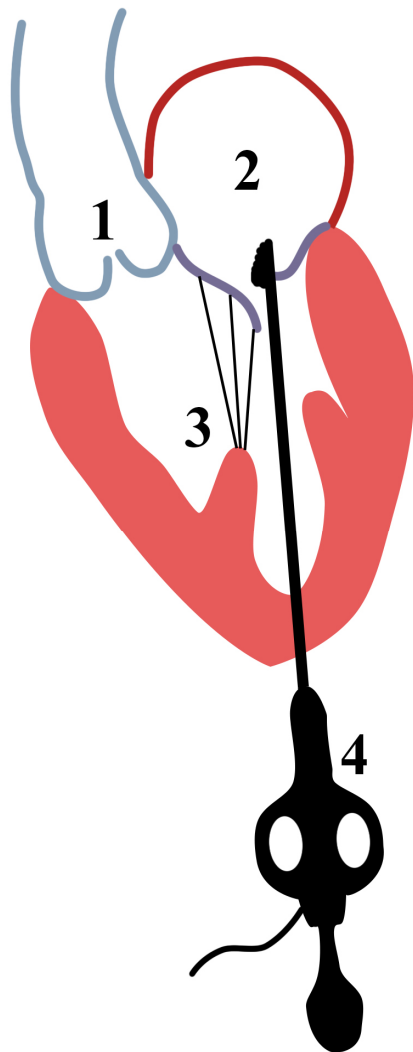
### 2.2. A mitralis billentyű megbetegedéseinek funkcionális klasszifikációja

A mitralis billentyű betegségeinek patofiziológiai összefüggéseit elemezve publikálta Carpentier 1972-ben az úgynevezett „funkcionális klasszifikáció”-ját. Ez a mai napig helytálló osztályozás a mitralis billentyű vitorláinak patológiás mozgási lehetőségei alapján különíti el a különböző kórképeket. Meghatározásra került a billentyű elégtelensége normális, fokozott és korlátozott vitorlamozgékonyság mellett, valamint a korlátozott vitorlamozgékonyság mellett létrejövő billentyűszűkület.

### 2.3. A mitralis billentyű elégtelenségének modern kezelési stratégiája

A mitralis elégtelenség korszerű kezelési stratégiájában a billentyűcserével szemben előnyt élveznek a billentyűt megőrző rekonstrukciós módszerek. A páciens érdekét szolgálja saját billentyűjének megőrzése, ezért az utóbbi évtizedekben igen intenzív fejlesztések történtek a rekonstrukciót célzó sebészi technikákat illetően. A fejlesztések és a sok éves tapasztalat jelentősen javította a műtétek hosszútávú eredményeit. A hagyományos sternotomia mellett megjelentek a minimálisan invazív feltárások és endoszkóppal asszisztált műtéti módszerek. Azonban a minimálisan invazív sebészi kezelés során is megnyitásra

kerül a bal pitvar, amely beavatkozás továbbra sem nélkülözheti az extracorporalis keringés alkalmazását és a szív megállítását. A mitralis billentyű különböző etiológiájú kórképeinek kezelése során tapasztalható szövődményráta és mortalitás nem egységes. A nagy rizikójú multimorbid, döntően funkcionális mitralis elégtelenségben szenvedő betegcsoport terápiája során egyre inkább előtérbe kerülnek az innovatív, ígéretes középtávú eredményeket mutató dobogó szíven végzett invazív kardiológiai módszerek. Ezen technikák célja majdnem minden esetben egy sikeres anuloplasztika kivitelezése.



### 2.3.1. Szívultrahanggal vezérelt transapicalis ínhúrpótlás dobogó szíven

Az elmúlt évek legújabb fejlesztései lehetővé tették, hogy dobogó szíven végzett transapicalis mitralis ínhúrpótló beavatkozások is a klinikai gyakorlat részévé váljanak. A NeoChord© DS1000 (NeoChord Inc, Minneapolis, Minnesota) eszközt alkalmazva a sebész mesterséges polytetrafluoroethylen ínhúrokat rögzít a mitralis vitorlák szabad szélén. (1. ábra) Az ínhúrok másik vége ezután kivezetésre kerül a szívcsúcson keresztül és a kívánt hosszúságban fixálható a mitralis insufficiencia color Doppler echokardiográfiás kontrollja mellett.

*1.ábra: Az ínhúrpótlás folyamata (NeoChord-beültetés): az eszköz szívcsúcsi bevezetése a bal kamrába.*

*1. aortagyök, 2. bal pitvar, 3. bal kamra, 4. NeoChord-eszköz a mitralis billentyű hátsó vitorlájának megragadása közben.*

## 2.4. Kísérletes modellek a transapicalis mitralis billentyűplasztika és az ahhoz szükséges endoszkópos képalkotás témakörében

### 2.4.1. Állatkísérletes és human tanulmányok a mitralis billentyű funkcionális anatómiájáról

A minimálisan invazív mitralis billentyűrekonstrukciós módszerek növekvő száma serkentőleg hatott a billentyű endoszkópos megjelenítésének

alkalmazására. A bal szívfél endoszkópos anatómiai leírásához különböző feltárásokat alkalmaztak. A bal pitvar felőli behatolás, amely a klinikai gyakorlatban legszélesebb körben kerül alkalmazásra, igen kiterjedt szakirodalommal rendelkezik. A billentyű subvalvularis apparatusának ezen feltárásból való korlátozott vizualizációs lehetőségei miatt azonban szükségessé vált egyéb behatolási pontok keresése. In situ állatkísérletes modellek nyújtottak lehetőséget a szív üregrendszerének sebészi szemléletű transapicalis endoszkópos anatómiai feltérképezésére. In vitro vizsgálatok során pedig human és állati dobogó szívek billentyűinek funkcionális leírására került sor a nagy erek felől bevezetett endoszkópos optika segítségével. A korábbi leírásokat kiegészítve, vizsgálatunk első felében egy részletgazdag klinikai szemléletű endoszkópos anatómiai leírás elkészítését tűztük ki célul. Emberi cadaverek bal szívfelének struktúráit különböző behatolási pontok felől kívántuk a teljesség igényével megjeleníteni.

#### 2.4.2. Állatkísérletes mitralis billentyűplasztikák

Különböző tanulmányok számolnak be in vivo állatkísérletekről, melyek során egyszerű mitralis billentyűrekonstrukciós eljárásokat (clip-beültetés, hátsó vitorla reszekció) hajtottak végre a szívcsúcson keresztül. Ezek a dobogó szíves vagy extracorporalis keringést igénylő álló szíves beavatkozások a bal szívfél struktúráinak direkt endoszkópos képi megjelenítésén alapulnak. A továbbiakban a szívcsúcsi feltárás dobogó szív esetében eredményesnek bizonyult mitralis stent-billentyűk beültetése kapcsán is transosophagealis echokardiográfia, illetve röntgenátvilágítás kontrollja mellett. Vizsgálatunk második felében célul tűztük ki egy kísérletes emberi cadaveres modell kidolgozását komplex endoszkóppal asszisztált minimálisan invazív transapicalis mitralis billentyűplasztika elvégzésére.

### 3. Célkitűzések

Vizsgálataink célja egy részletes endoszkópos anatómiai leírás elkészítése volt a mitralis billentyűkomplexről, amely nagyban segítette egy kísérletes emberi cadaveres modell kidolgozását komplex transapicalis mitralis billentyűrekonstrukciókhoz.

1. Vizsgálni kívántuk a mitralis billentyű endoszkópos anatómiai megjelenítésének lehetőségeit különböző behatolási pontokat alkalmazva.

2. Szükségesnek tartottuk egzakt endoszkópos anatómiai tájékozódási pontok definiálását a különböző feltárások esetében.
3. A különböző behatolási pontok esetén megjeleníthető képek precíz anatómiai leírását szándékoztunk megadni, összehasonlítva azok előnyeit és hátrányait a mitralis billentyű rekonstrukciós beavatkozásai során.
4. Célul tűztük ki egy szívcsúcsi szilikonport kifejlesztését a biztonságos műszeres manipulációk elvégzéséhez.
5. Szükségünk volt az összeesett bal kamra biztonságos feltárására.
6. Terveztük egy új kísérletes modell kidolgozását komplex mitralis billentyűplasztikák elvégzéséhez.

## **4. Anyag és módszer**

A mitralis billentyűkomplex endoszkópos anatómiai viszonyait 40 fixálatlan emberi szíven vizsgáltuk. Tanulmányunk második, kísérletes sebészeti részében 20 emberi szíven végeztük el a beavatkozásokat.

Minden szív minimális postmortem idővel került feldolgozásra és a Semmelweis Egyetem Anatómiai, Szövet- és Fejlődéstani Intézetének (Budapest) oktatási anyagából származott.

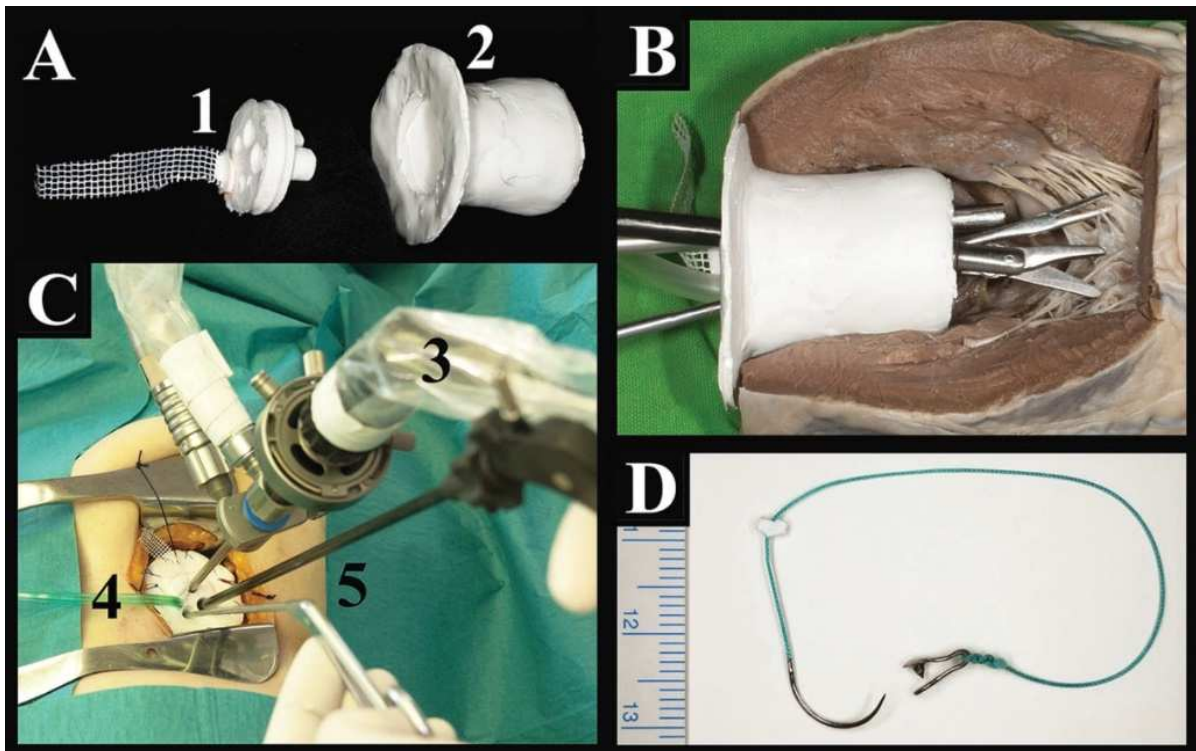
### **4.1. A mitralis billentyűkomplex endoszkópos anatómiai vizsgálata**

Az endoszkópos vizsgálatokhoz három behatolási pontot használtunk: az aorticus feltárást az aortabillentyűn keresztül, az atrialis feltárást a bal pitvaron keresztül és az apicalis feltárást a szívcsúcson keresztül. Három különböző endoszkópos optika került bevezetésre: 0, 30 és 70 fokos látószögű 4 mm-es merev endoszkóp (Aesculap© PE 484A). A következő műtéti metszéseket alkalmaztuk az in situ vizsgálatok során: partialis felső mini-sternotomia (aorticus feltárás), jobb anterolaterális mini-thoracotomia (atrialis feltárás) és bal anterolaterális mini-thoracotomia (apicalis feltárás). Az ex situ vizsgálatok esetében a szívek a mellkasból teljes egészükben eltávolításra kerültek egy median sternotomia segítségével. A bal kamra feltöltése minden esetben lefogott aorta mellett történt a mitralis billentyű záródását elősegítő víznyomás létrehozása céljából.

## 4.2. Transapicalis endoszkópos feltárás és kísérletes mitralis billentyűplasztika

### 4.2.1. A cadaverek előkészítése

Median sternotomiát követően a bal szívfelet átöblítettük a felszálló aortán ejtett haránt irányú metszéssel keresztül. Ezután a tüdővéna, illetve a felszálló aorta lekötésre került. A szívburkot összevarrtuk, a sternumot pedig zártuk a transapicalis beavatkozáshoz szükséges eredeti anatómiai szituáció rekonstrukciója érdekében.



**2.ábra:** A transapicalis endoszkópos mitralis billentyűplasztika során alkalmazott eszközök prototípusai.

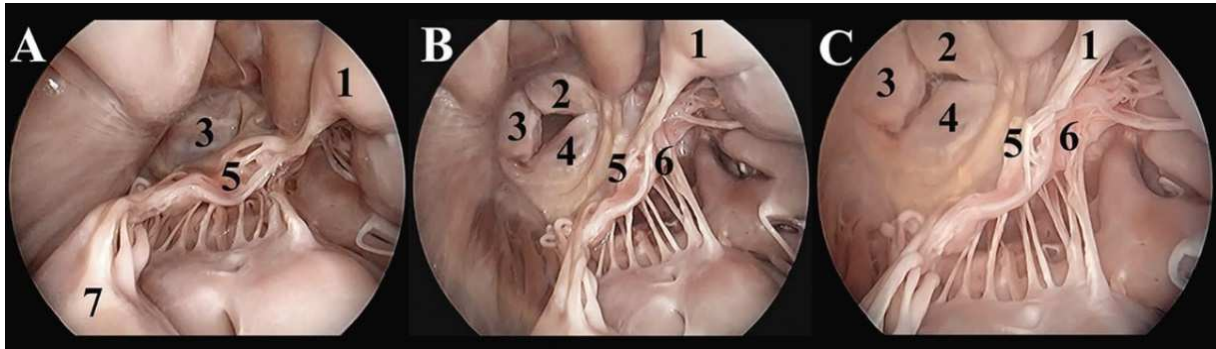
Az apicalis szilikonport (A): 1. dugó négy lyukkal, 2. tölcser egy külső szegéllyel. A port bal kamrai helyzete egy formalinnal fixált szívben (B). A behelyezett port intraoperatív helyzete (C): 3. endoszkópos optika (4 mm, 0°), 4. szilikoncső szívásra, insufflációra és vízfeltöltésre, 5. endoszkópos eszközök. A clippel ellátott ínhúr (D).

### 4.2.2. Sebészi technika

Standard bal anterolaterális mini-thoracotomiát követően a szívburkot megnyitásra került a szívcsúcson feltárása céljából. A 2 cm-es transmuralis metszést a szívcsúcson az elülső leszálló koszorúérágtól lateralisán ejtettük. A saját fejlesztésű szívcsúcsi szilikonportot a metszésen keresztül behelyeztük és rögzítettük mély tartóöltésekkel. (2/A és 2/B ábra)



A merev 4 mm-es 0 fokos látószögű endoszkópos optika (©Aesculap PE 484A) (2/C ábra) az összeesett bal kamrába került bevezetésre. (3/A ábra) Ezután nyomáskontrollált (10 Hgmm) szén-dioxid befúvással tártuk fel a bal szívfél üregrendszerét, visszaadva annak természetes háromdimenziós formáját. (3/B ábra) A szén-dioxid befúvásának felfüggesztése után a bal kamra fiziológias sóoldattal való feltöltése következett (3/C ábra) a mitralis billentyű funkcionális állapotának (ínhúrok hossza, koaptációs felület nagysága) vizsgálata céljából.



**3.ábra: A bal kamra anatómiai struktúrái (apicalis endoszkópos felvétel).**  
A mitralis billentyűkomplex összeesett (A), insufflált (B) és vízzel feltöltött (C) bal kamrában - mitralis billentyű: 1. elülső szemölcsizom; aortabilentyű: 2. bal coronariás tasak, 3. jobb coronariás tasak, 4. non-coronariás tasak; mitralis billentyű: 5. elülső vitorla, 6. hátsó vitorla, 7. hátsó szemölcsizom.

A fiziológias sóoldat kiszívását követően a bal szívfélet ismételten szén-dioxiddal fújtuk fel, ezzel lehetőséget biztosítva a kamrán belüli eszközös manipulációra. Direkt vizuális kontroll mellett endoszkópos műtétekhez használt vágó és fogó eszközöket vezettünk be. Egy, a mitralis billentyű elülső vitorlájának A2 szegmentumához futó ínhúrt átvágtunk, mely következtében súlyos fokú mitralis elégtelenség jött létre.



**4.ábra: Az ínhúrpótlás folyamata saját fejlesztésű clipessal ínhúrral (apicalis endoszkópos nézet).**  
A clippel ellátott ínhúr rögzítése az elülső vitorlán (A). Az elülső szemölcsizom átöltése (B). A vízzel telt bal kamra a mesterséges ínhúr beültetését követően (C).



Az endoszkópos mitralis billentyűplasztika első lépéseként egy általunk fejlesztett mesterséges ínhúr került beültetésre egyik végén egy titánclippel, másik végén pedig egy hajlított tűvel. (2/D ábra) A clipet az elülső vitorla A2 szegmentumának széli részén rögzítettük egy endoszkópos cliprakóval az eredeti ínhúr tapadási területén. (4/A ábra)

A mesterséges ínhúr másik végén levő tűvel az elülső szemölcsizom csúcsi részét öltöttük át. (4/B ábra) A közvetlen transapicalis vizualizáció segítette a beültetett ínhúr optimális hosszának meghatározását a bal kamra ismételt vízzel való feltöltése során. Az ínhúr ideális hosszát egy kis folttal és egy clippel rögzítettük. Ezen lépést követően a mitralis billentyű ismét kompetenssé vált. (4/C ábra)

A következőkben a mitralis billentyű hátsó vitorlájának kvadranguláris reszekcióját hajtottuk végre. A P2 szegmentum került kimetszésre két, a vitorla szabad szélétől az annulusig terjedő metszés között. (5/A ábra) Az ínhúrokat szintén átvágtuk. (5/B ábra) Az annulust a kimetszett vitorlarészlet hosszában összehúztuk foltos öltésekkel. (5/C ábra) A vitorla átmetszett széleit pedig egyszerű csomós varrattal egyesítettük. A csomózás minden esetben a kamrai oldalon történt.



**5.ábra: A kvadranguláris reszekció és az annuloplasztika folyamata (apicalis endoszkópos nézet).**

*A mitralis billentyű hátsó vitorlájának kimetszése (A). Az ínhúrok átvágása (B). A mitralis annulus és a hátsó vitorla reszekált részének összehúzása sebészi öltésekkel (C).*

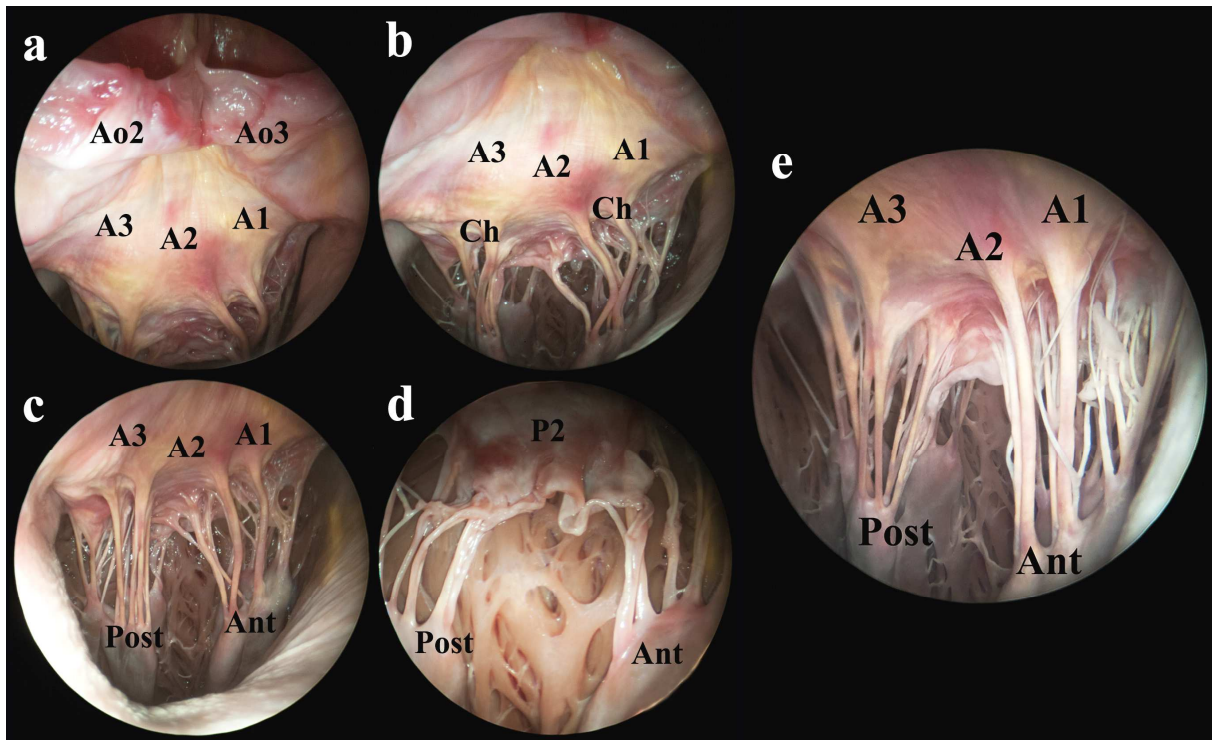
Miután a valvuloplasztika elkészült, az annuloplasztika során tovafutó varratsort alkalmaztunk a bal kamra fala és a hátsó vitorla kamrai felszíne közötti szögletben, valamint az aorto-mitralis átmenet területén. A mitralis billentyű működését minden lépés után vízpróbával teszteltük.

## 5. Eredmények

### 5.1. A mitralis billentyűkomplex összehasonlító endoszkópos anatómiai leírása

#### 5.1.1. Aorticus nézet

Az aorticus feltárás esetében a 70 fokos látószögű endoszkópos optikát használtuk a mitralis billentyű elülső és hátsó vitorlájának, valamint subvalvularis apparatusának ideális megjelenítése érdekében. Három különböző mélységben kerültek a képek leírásra nyitott mitralis billentyű esetén a bal kamra vízzel való feltöltése nélkül, egy képet pedig zárt billentyű esetén vízfeltöltés során elemeztünk. (2. táblázat)



6. ábra: A mitralis billentyű endoszkópos képe az aortabillentyűn keresztül bevezetett 70 fokos látószögű merev endoszkóppal a bal kamra vízzel való feltöltése nélkül (a-d) és feltöltésével (e).

#### 5.1.1.1. Feltöltés nélküli szív

Az első kép esetében a bevezetett endoszkópot a mitralis billentyű elülső vitorlája felé irányítottuk úgy, hogy az aortabillentyű non-coronariás, illetve bal coronariás tasakja közötti commissura 12 óránál helyezkedjen el. A commissura alatt bal oldalon a non-coronariás tasak, jobb oldalon pedig a bal coronariás tasak kamrai felszíne volt megfigyelhető. Alattuk az aorto-mitralis átmenet és az elülső mitralis vitorla kamrai felszíne volt látható. Az elülső margális ínhúrok

tapadását a vitorla ezen felszínén tudtuk vizsgálni. (6/a ábra) Mélyebbre vezetve az endoszkópot az ínhúrok már teljes hosszukban, egészen a szemölcsizomokon való eredésüktől látótérbe kerültek. A hátsó szemölcsizom a bal oldalon, az elülső szemölcsizom pedig a jobb oldalon helyezkedett el. (6/b és 6/c ábra) Ezután az optikát átvezettük az elülső vitorlához futó ínhúrok két csoportja között, mely manőver által a hátsó mitralis vitorla vált láthatóvá. A mitralis annulus vízszintes vonala a kapott kép felső harmadába került. Az annulus alatt pedig a hátsó vitorla pitvari felszíne volt megfigyelhető. A hátsó marginalis ínhúrokat teljes hosszukban tudtuk vizsgálni, azonban a posteromedialis és az anterolateralis commissurák nem voltak látótérbe hozhatók. (6/d ábra)

#### 5.1.1.2. Vízzel töltött bal kamra

A bal kamra vízzel való feltöltését követően a zárt mitralis billentyű struktúráit tudtuk szemügyre venni az aortabillentyűn keresztül bevezetett optikával. A beállított képen az elülső marginalis ínhúrok, valamint a hátsó marginalis, intermedier és basalis ínhúrok két lefelé széttérő csoportban jelentek meg. Az ínhúrok feszített állapotban voltak és a mitralis billentyű funkcionális állapota vizsgálható volt. (6/e ábra)

#### 5.1.2. Atrialis nézet

Az atrialis feltárás vizsgálata alkalmával 0 és 30 fokos látószögű endoszkópokat alkalmaztunk a mitralis billentyű vitorláinak részletgazdag megjelenítése céljából. A subvalvularis apparatus megfigyeléséhez a billentyű nyitott állapotában a 70 fokos látószögű optika bizonyult optimálisabbnak. A bal kamra fiziológiás sóoldattal való feltöltése után a billentyű zárt állapotában került megjelenítésre szintén 0 és 30 fokos látószögű optikákkal. (2. táblázat)

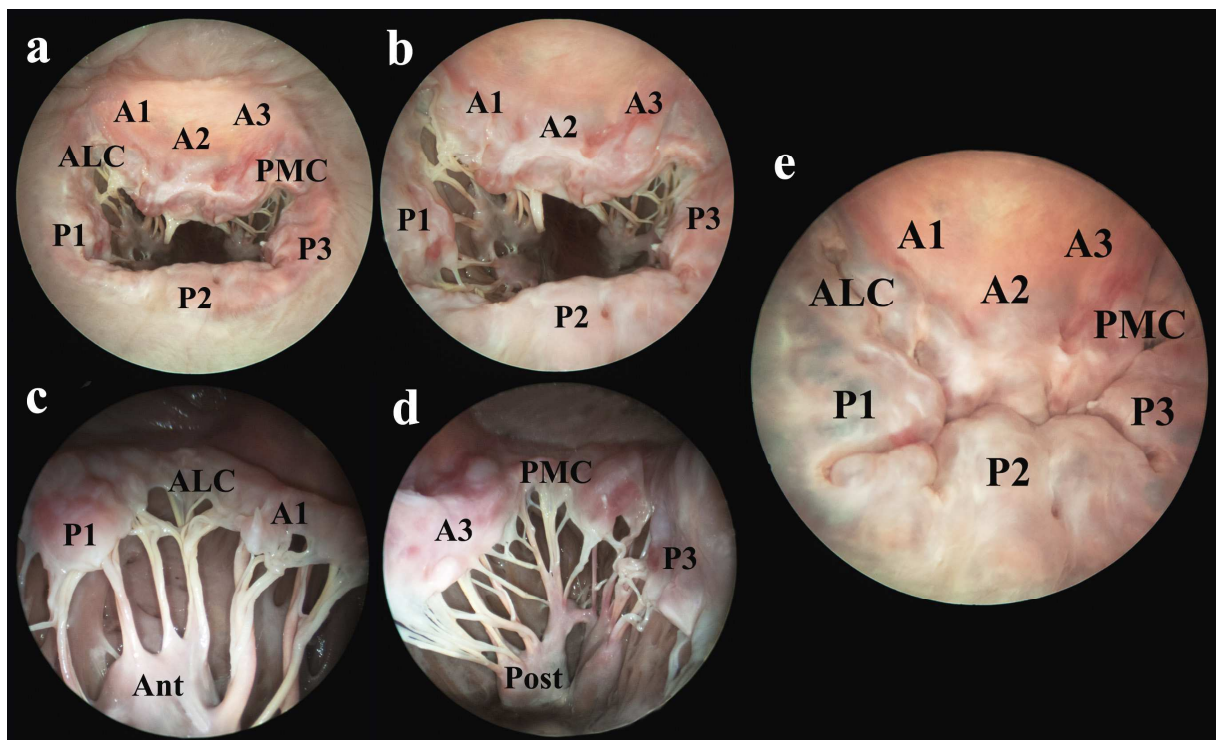
##### 5.1.2.1. Feltöltés nélküli szív

A 0 fokos látószögű optikát alkalmazva a mitralis annulus gyűrűje és az azon belül található vitorlák subvalvularis apparatusukkal együtt voltak megfigyelhetők. Az A2 szegmentumot 12 órához állítva felül az elülső mitralis vitorla helyezkedett el az aorto-mitralis átmenet vonala alatt és a commissurák között. Az anterolateralis commissura a felvétel bal felső részében volt látható. Balról jobbra az elülső vitorla A1, A2 és A3 szegmentumait tudtuk megfigyelni, lezárva a sort jobb oldalon a posteromedialis commissurával. Az elülső és hátsó vitorla között a billentyű subvalvularis apparatusa került látótérbe. A marginalis ínhúrok a vitorlák széli részén tapadtak. Az elülső szemölcsizom csúcsi része a bal oldalon, a hátsó szemölcsizom csúcsa pedig a jobb oldalon jelent meg sejtetve a mélyben elhelyezkedő struktúrákat. A mitralis billentyű szájadéka alatt a hátsó vitorla volt megfigyelhető, balról jobbra a P1, P2 és P3

szegmentumokkal. (7/a és 7/b ábra) Optikát cserélve a 70 fokos látószögű endoszkóp került bevezetésre a billentyű szájadékába. Ezen eszköz segítségével a subvalvularis apparatus és a commissurák térségének részletgazdagabb vizsgálatára kerülhetett sor. (7/c és 7/d ábra)

#### 5.1.2.2. Vízzel töltött bal kamra

Fiziológiás sóoldattal töltött bal kamra esetén optimális képet készítettünk a zárt állapotú mitralis billentyű vitorláinak pitvari felszínéről, azonban semmilyen direkt vizuális információt nem kaptunk az ínhúrokról és a szemölcsizmokról. (7/e ábra)



7. ábra: A mitralis billentyű endoszkópos képe a bal pitvaron keresztül bevezetett 0 (a, b) és 70 (c, d) fokos látószögű merev endoszkóppal a bal kamra vízzel való feltöltése nélkül (a-d) és feltöltésével (e).

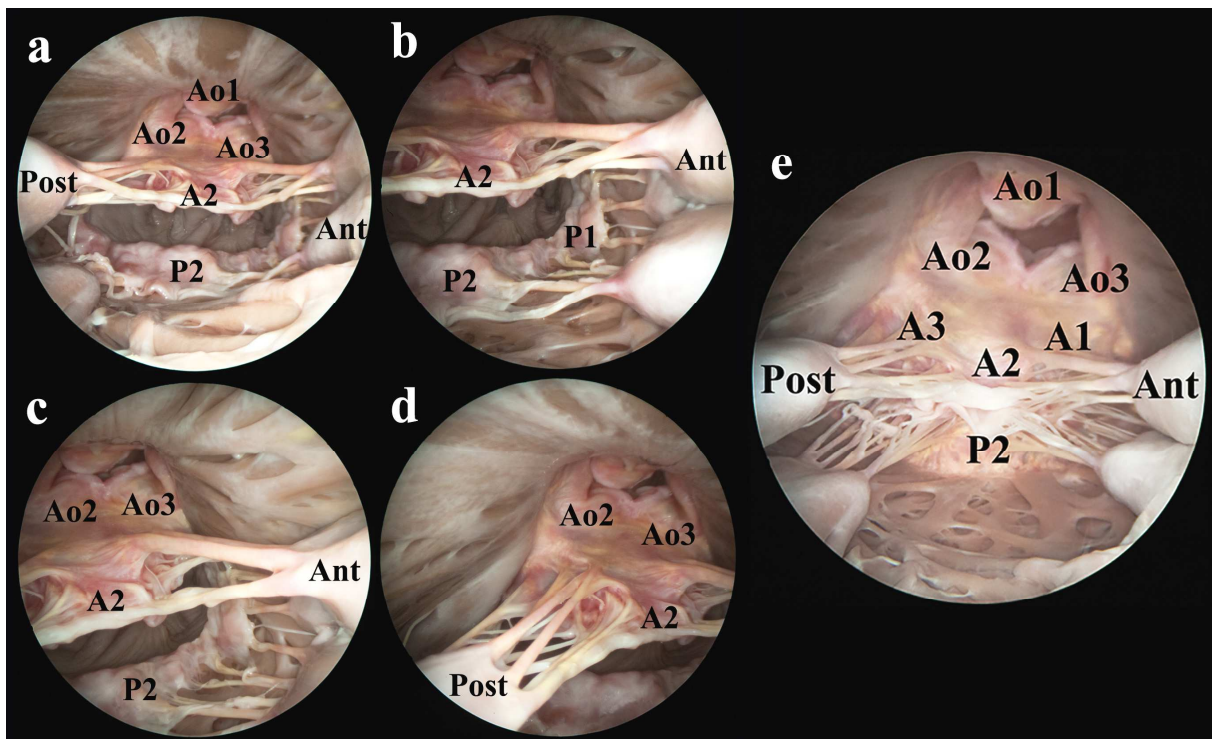
#### 5.1.3. Apicalis nézet

Az apicalis feltárás esetén a 0 fokos látószögű optika bizonyult ideálisnak a teljes mitralis billentyűkomplex képi megjelenítéséhez nyitott és zárt mitralis billentyűnél egyaránt. Azonban az apró részletek dokumentálása kapcsán a 30 és 70 fokos látószögű endoszkópok szintén segítségünkre voltak. A billentyűkomplex anatómiai struktúráinak leírását a szívcsúc felől elindulva adtuk meg bal kamrai vízfeltöltéssel, valamint vízfeltöltés nélkül. (2. táblázat)



### 5.1.3.1. Feltöltés nélküli szív

A mitralis billentyűt vizsgálva a szívcsúcsi metszésen keresztül bevezetett 0 fokos endoszkóppal a komplex minden eleme látótérbe került. A képbeállításon az aortabillentyű tasakjainak kamrai felszíne helyezkedik el 12 óránál. Az aortabillentyű tasakjai közül a jobb coronariás tasak felül, alatta bal oldalon a non-coronariás és jobb oldalon pedig a bal coronariás tasak volt látható. Az aorto-mitralis átmenet vonala közvetlenül az aortabillentyű alatt húzódott. A képen lefelé továbbhaladva a mitralis billentyű legszélső struktúrájaként bal oldalon a posteromedialis commissurát, majd mellette jobbra haladva az elülső vitorla A3, A2 és A1 szegmentumát, továbbá jobb oldalon az anterolateralis commissurát tudtuk megfigyelni. Az elülső marginalis ínhúrok a szemölcsizmokon való eredésüktől a vitorla széli részén való tapadásukig vizsgálhatók voltak. A hátsó szemölcsizom helyezkedett el a bal oldalon, az elülső szemölcsizom pedig a jobb oldalon. A mitralis billentyű szájadékának alsó határát a hátsó vitorla képezte balról jobbra a P3, P2 és P1 szegmentumaival. A hátsó marginalis, intermedier és basalis ínhúrok teljes hosszukban látótérbe kerültek. A szívcsúcs felől mind a vitorlák pitvari, mind kamrai felszíne megfigyelhető volt. A mitralis annulus vonalát egyértelműen definiálni tudtuk a bal kamra fala és a hátsó vitorla közötti szögletben. (8/a, 8/b, 8/c és 8/d ábra)



8. ábra: A mitralis billentyű endoszkópos képe a szívcsúcson keresztül bevezetett 0 fokos látószögű merev endoszkóppal a bal kamra vízzel való feltöltése nélkül (a-d) és feltöltésével (e).

### 5.1.3.2. Vízzel töltött bal kamra

A bal kamra vízzel való feltöltése után a zárt vitorlák és a feszített állapotban levő subvalvularis apparatus optimális vizuális és funkcionális vizsgálatára nyílt lehetőségünk a 0 fokos látószögű endoszkópos optika segítségével. (8/e ábra)

### 2. táblázat: A mitralis billentyűkomplex és az aortabillentyű anatómia struktúráinak vizualizációs lehetőségei a vizsgált endoszkópos nézetekből

Látható struktúrák	Aorticus nézet		Atrialis nézet		Apicalis nézet	
	Töltetlen szív	Töltött bal kamra	Töltetlen szív	Töltött bal kamra	Töltetlen szív	Töltött bal kamra
<b>Mitralis billentyűkomplex:</b> mitralis annulus vonala	+/-	+/-	+	+	++	++
vitorlák pitvari felszíne	+	-	++	++	++	-
vitorlák kamrai felszíne	+	+	-	-	++	++
commissurák	-	-	++	++	++	++
ínhúrok	++	++	+	-	++	++
szemölcsizmok	++	++	+	-	++	++
<b>Aortabillentyű:</b> tasakok aorticus felszíne	++	+	-	-	-	-
tasakok kamrai felszíne	+	+	-	-	++	++

## 5.2. A kísérletes mitralis billentyűplastikák eredményei

Az apicalis nézet részletgazdag képi információkat szolgáltatott a mitralis billentyű esetleges patológiai elváltozásairól megjelenítve a teljes billentyűkomplexet, különös tekintettel a subvalvularis apparatusra. A direkt üregrendszeri endoszkópia mellett a szén-dioxid insufflatiója elegendő helyet biztosított a biztonságos eszközös manipulációkhoz. Minden vizsgált cadaver esetében sikeres komplex mitralis billentyűplastikát (ínhúrpótlás, valvuloplastika és annuloplastika) tudtunk végrehajtani. A mitralis annulus pontosan a bal kamra fala és a hátsó vitorla közötti szögletben helyezkedik el. Ebben a szögletben vezetett tova futó varratsorral precíz annuloplastika elvégzése volt lehetséges.

## 6. Megbeszélés

A nemzetközi szakirodalom az elmúlt években intenzíven foglalkozik a minimálisan invazív mitralis billentyűrekonstrukciós lehetőségekkel. Ezen, javarészt klinikai és kísérletes témákat feldolgozó tanulmányok az anatómiai struktúrákat csak nagy vonalakban írják le, azonban rávilágítottak új behatolási pontokra és lerakták a jövőben potenciálisan alkalmazható rekonstrukciós technikák alapjait.

Munkánk új koncepciójának alapját a bal szívfél anatómiai képleteinek precíz háromdimenziós vizsgálata adta a különböző irányú nézetek által kapott képek elemzésének és összehasonlításának segítségével. Azt tapasztaltuk, hogy minden általunk vizsgált nézet (aorticus, atrialis és apicalis) szolgál új vizuális információval. A mitralis billentyűkomplexről szerzett átfogó ismeretek segítik a sebészt megérteni és korrigálni a billentyű különböző patológiás elváltozásait. A bal pitvari endoszkópos feltárás optimális nézetet biztosít az annuloplastika lépéseihez (pl. gyűrű beültetése), illetve a vitorlák reszekciójához. Az aorticus és apicalis nézetből a mesterséges ínhúrok beültetése, valamint a teljes subvalvularis apparatus funkcionális vizsgálata a bal karma vízfeltöltése által jól vizualizálható. Komplex mitralis billentyűplastikákhoz az apicalis feltárás bizonyult a leghasznosabbnak, ugyanis a subvalvularis apparatus mellett a vitorlák záródási vonala is teljes egészében látótérbe hozható.

Anatómiai vizsgálataink alapján ezt az optimális apicalis feltárást választottuk újszerű mitralis billentyűrekonstrukciós módszerek kidolgozásához. Az általunk fejlesztett apicalis port előnyei közé az alábbiak sorolhatók: a szilikon port tölcser alakú része elég puha volt ahhoz, hogy ne okozzon sérülést az endocardiumon, ugyanakkor kellő védelmet biztosított az endoszkópos optikával és más eszközökkel való bal kamrai manipulációk során. Az egyik



legösszetettebb problémát az összeesett bal kamra jelentette. Mi alkalmaztunk először nyomáskontrollált szén-dioxid befúvást a bal szívfélbe. Az ezáltal nyert kép tiszta volt, a struktúrákat könnyedén látótérbe hoztuk, továbbá az eszközös manipulációk kontrolláltan biztonságosan kivitelezhetők voltak. A mitralis billentyű kompetenciáját bármikor vizsgálhattuk a víz befecskendezése által indukált billentyűzáródás folytán és az atrialis nézetrel szemben a szívcsúcs felől a subvalvularis apparatus funkcionális állapota is megjeleníthető volt. Az általunk használt 4 mm-es 0 fokos látószögű endoszkópos optika elegendő fényt szolgáltatott az optimális kép eléréséhez, illetve merevsége által segített stabilizálni azt. Transapicalis endoszkópos módszerünk sajnos dobogó szíven végzett beavatkozásokhoz igen limitáltan használható a vér nem transzparens voltából következő elégtelen képi megjeleníthetőség miatt. Az általunk használt, nem kifejezetten erre a célra készült eszközökkel meglehetősen nehéz volt manőverezni a bal kamra üregében, mégis mind a 20 vizsgált cadaver esetében sikeresnek bizonyult az elvégzett komplex mitralis billentyűplasztika. A kifejlesztett ínhúron található clip titánból készült és a vitorla biztonságos megragadásához szükséges foggal rendelkezett. A clippel ellátott ínhúr hosszának beállítása bizonyult a plasztika eredményessége szempontjából legfontosabb lépésnek. Kísérletes transapicalis kvadranguláris reszekciónk megegyezett a konvencionális technikával. Az annuloplasztika pedig elvégezhető akár a vitorlák pitvari, akár kamrai oldalán.

Az aktuálisan csupán kísérletes körülmények között vizsgált transapicalis nézet könnyedén a leghasznosabb feltárássá nőheti ki magát a teljes mitralis billentyűkomplexről nyerhető tökéletes vizuális információk okán. Hamarosan el fog dőlni a kérdés, hogy a számos előnyt felmutató koncepció meghonosodik-e a szívsebészetben és a klinikai gyakorlatban is alkalmazott új technikák által megoldást tud-e jelenteni összetett mitralis billentyű betegségekben szenvedő páciensek eredményes kezelésére.

## 7. Összegzés

1. Standard nézeteket alkalmazva részletgazdag endoszkópos anatómiai leírást adtunk az emberi mitralis billentyűkomplexről. A billentyűt a környező struktúrákhoz való viszonyával együtt a hagyományos bal pitvari, az egyre szélesebb körben használt szívcsúcsi és az újszerű aortabillentyűn keresztüli feltárások segítségével írtuk le a bal kamra töltetlen és fiziológiás sóoldattal töltött állapotában.
2. Egzakt anatómiai tájékozódási pontokat definiáltunk az endoszkópos optikák által kapott képek alapján. Ezek a tájékozódási pontok segítséget nyújtanak a sebész számára az anatómiai képletek azonnali identifikálásához a video-asszisztált mitralis billentyűműtétek során.

3. A lépésről lépésre történt egzakt anatómiai leírások segítségével összehasonlítottuk az alkalmazott feltárások előnyeit a mitralis billentyű sebészetében. Azt találtuk, hogy a szívcsúcsi nézet biztosítja a legrészletgazdagabb vizualizációs lehetőséget és ezáltal ez a legígéretesebb feltárás újszerű rekonstrukciós eljárások kidolgozásához.
4. Az általunk fejlesztett szívcsúcsi szilikonportot egy apicalis metszésen keresztül helyeztük be és mély, myocardiumban ejtett öltésekkel rögzítettük. A port egy tölcsér alakú gallérral ellátott részből, továbbá egy négy lyukkal rendelkező dugóból állt az endoszkópos optika, az egyéb eszközök és egy szilikon cső számára.
5. A bal kamra megfelelő feltárását biztosítván a szívcsúcsi port szilikon csövét szén-dioxidot nyomáskontrolláltan befúvó berendezéshez csatlakoztattuk. A felfújttal bal szívfél elegendő helyet adott a biztonságos transapicalis eszközös manipulációkhoz.
6. Mesterséges, saját fejlesztésű, állítható hosszúságú titánclippel, illetve a szemölcsizom átöltésére alkalmas tüvel ellátott ínhúrokat ültettünk be. Következő lépésként a mitralis billentyű hátsó vitorlájának kvadranguláris reszekcióját hajtottuk végre. A tovafutó varratsorral kivitelezett annuloplasztika öltései a bal kamra fala és a hátsó vitorla kamrai felszíne közötti szögletben kerültek behelyezésre, folytatva az öltéssort az elülső vitorla területén az aorto-mitralis átmenetben.

## 8. Közlemények

### 8.1. A dolgozat alapjául szolgáló közlemények

1. **Ruttkay T, Baksa G, Götte J, Glasz T, Patonay L, Galajda Z, Doll N, Czesla M.**  
Comparative endoscopic anatomic description of the mitral valvular complex: a cadaveric study.  
Thorac Cardiovasc Surg. 2015;63(3):231-237. **(IF: 0,957)**
2. **Ruttkay T, Czesla M, Nagy H, Götte J, Baksa G, Patonay L, Doll N, Galajda Z.**  
Experimental transapical endoscopic ventricular visualization and mitral repair.  
Thorac Cardiovasc Surg. 2015;63(3):238-242. **(IF: 0,957)**

3. **Ruttkay T, Jancsó G, Gombocz K, Gasz B.**

A mitralis elégtelenség sebészi kezelésének új megközelítése: transapicalis ínhúrpótlás dobogó szíven.

Orv Hetil. 2016;157(18):700-705. (IF: 0,291)

**IF: 2,205**

## **8.2. Egyéb közlemények**

1. *Czesla M, Götte J, Weimar T, Ruttkay T, Doll N.*

Safeguards and Pitfalls in minimally invasive mitral valve surgery.

Ann Cardiothoracic Surg. 2013;2(6):849-852.

2. **Ruttkay T, Scheid M, Götte J, Doll N.**

Endoscopic Resection of a Giant Left Atrial Appendage.

Innovations (Phila). 2015;10(4):282-284.

3. **Ruttkay T, Götte J, Walle U, Doll N.**

Minimally Invasive Cardiac Surgery Using a 3D High-Definition Endoscopic System.

Innovations (Phila). 2015;10(6):431-434.

## **8.3. Absztraktok**

1. **Ruttkay T, Galajda Z, Patonay L.**

Comparison of two approaches for biportal endoscope-assisted mitral valve repair: an anatomical study.

Revista de Medicina si Farmacie / Orvosi és Gyógyszerészeti Szemle 2009, Vol. 55 supl 4; p121 (ISSN 1221-2229)

2. **Ruttkay T, Baksa G, Glasz T, Patonay L, Galajda Z.**

Transapical endoscopic mitral repair.

Cardiologia Hungarica 2011,41 : N14 (ISSN 0133-5596)

## **9. Köszönetnyilvánítás**

Ezúton szeretnék különös képpen témavezetőmnek, Dr. Gasz Balázsnak köszönetet mondani, aki meghívott kutatócsoportjába és kezdettől fogva messzemenően támogatott professzionális szakmai vezetésével, nyitottságával és emberségével.

Hálás vagyok Dr. Szokodi Istvánnak, aki lehetőséget biztosított számomra, hogy csatlakozzam az általa vezetett Doktori Programhoz a Pécsi Tudományegyetem Klinikai Orvostudományok Doktori Iskolájában.

Szeretném megragadni az alkalmat, hogy megköszönjem Dr. Jancsó Gábornak és a Pécsi Tudományegyetem Sebészeti Oktató és Kutató Intézetében tevékenykedő minden munkatársának a dolgozatom megírásához vezető úton nyújtott önzetlen segítséget.

Különös hálámat szeretném kifejezni mentoraimnak, Dr. Patonay Lajosnak és Dr. Galajda Zoltánnak a hosszú évek alatt tőlük kapott messzemenő támogatásért és biztatásért. Továbbá köszönök minden segítséget barátaimnak és kollégáimnak az Alkalmazott és Klinikai Anatómiai Laboratóriumból (Semmelweis Egyetem; Anatómiai, Szövet- és Fejlődéstani Intézet), név szerint Dr. Baksa Gábornak, Dr. Bárány Lászlónak, Dr. Benis Szabolcsnak, Dr. Bodon Gergelynek, Dr. Eördögh Mártonnak, Dr. Grimm Andrásnak, Ilyés Mátyásnak, Dr. Kovách Sándornak, Dr. Kurucz Péternek, Dr. Molnár Gyöngyvérnek, Dr. Nagy Henriettának, Dr. Pálházi Péternek, Dr. Tóth Miklósnak.

Köszönetet mondok Prof. Dr. Csillag Andrásnak és Prof. Dr. Szél Ágostonnak (Semmelweis Egyetem; Anatómiai, Szövet- és Fejlődéstani Intézet), akik lehetővé tették az emberi cadavereken végzett vizsgálatainkat.

Hálásan köszönöm Dr. Sárvári Miklósnak (Magyar Tudományos Akadémia; Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet) a kézirateim lektorálásában nyújtott messzemenő segítségét.

Ezúton szeretném a PhD és Habilitációs Iroda munkatársainak, Kis-Gadóné Wenczler Máriának, Németh Tamásné Tímeának és Tamaskóné Sóstai Erikának hálámat kifejezni, hogy bármikor bármivel bizalommal fordulhattam hozzájuk munkám során.

Köszönöm Dr. Wagner Ödönnek (Budapesti Műszaki Egyetem), hogy elkészítette a vizsgálataink során használt szívcsúcsi szilikonportot.

Vizsgálataink a GINOP 2.3.2-15-2016-00022 grant segítségével valósulhattak meg.

Az Aesculap AG által rendelkezésünkre bocsátott eszközök felhasználásával végeztük munkánkat.

Végül, de nem utolsó sorban hálásan köszönöm családomnak, feleségemnek, Annának és szüleimnek a végtelen támogatásukat és szeretetüket.