

Instabil medencegyűrű-sérülések műtéti ellátása: biomechanikai és klinikai vizsgálatok

Doktori értekezés

Dr. Bodzay Tamás

Semmelweis Egyetem
Klinikai Orvostudományok Doktori Iskola



Témavezető: Dr. Hangody László egyetemi tanár, az orvostudományok doktora

Hivatalos bírálók: Dr. Pintér Sándor egyetemi docens, Ph.D.
Dr. Pavlik Attila egyetemi tanársegéd, Ph.D.

Szigorlati bizottság elnöke: Dr. Monos Emil egyetemi tanár, az
orvostudományok doktora

Szigorlati bizottság tagjai: Dr. Szabó Andrea, Ph.D.
Dr. Detre Zoltán, Ph.D.

Budapest
2011

Bevezetés:

A medencegyűrű-sérülések ellátása nagy kihívást jelent a traumatológusoknak. A motorizáció fejlődésével a nagy energiájára bekövetkező sérülések, így a medencesérülések száma egyre növekszik. A medence sérüléseinek ellátását Intézetünkben 1987 óta vizsgálja kutatócsoport. A munkacsoportba 1994-ben kapcsolódtam be. Jelen munka során az általunk végzett klasszikus, hullai medencepreparátumokon végzett biomechanikai vizsgálatokról, az általunk létrehozott számítógépes, végeelemes medencemodellről, a modellen végzett vizsgálatok eredményéről, valamint az általunk 1995 és 2005 között kezelt betegek elemzése után levonható következtetésekről számolunk be.

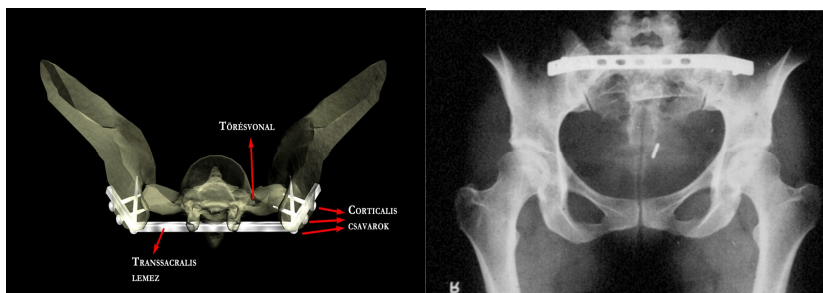
A medencegyűrű sérülései nagy erőbehatásra jönnek létre. Régebben jóval ritkábbak voltak, Malgaigne 0,3 % gyakoriságot észlelt (Malgaigne 1847, 1859). Az instabil medencegyűrű-sérülések gyakorisága az utóbbi évtizedekben 3-6 % körüli (Melton és mtsai 1981, Mucha és mtsai 1984, Ragnarsson és mtsai 1993). A hetvenes évek végéig az instabil medencesérülések ellátása túlnyomórészt konzervatív volt, és a sérültek nagy része meghalt (Rothenberger és mtsai 1978, Henderson 1989). Habár az intenzív terápia és sebészeti módszerek az utóbbi időben jelentősen fejlődtek, mégis az instabil medencegyűrű-sérülések halálozása 35 %-ra tehető (Rieger és mtsai 1993, Varney és mtsai 1990). Amennyiben a medence mechanikai instabilitásához a beteg hemodinamikai instabilitása is társul, az első ellátás során elvégzett medencestabilizálás vérzéscsillapító, és így életmentő beavatkozás.

Az instabil medencesérülések késői következményei is súlyosak: az esetek mintegy 75 százalékában (Ahlers és mtsai 1976, Probst és mtsai 1976) súlyos panaszok észlelhetők álláskor, járás és ülés közben. Az okok: rossz helyzetben gyógyult törések következményes végtagrövidüléssel és másodlagos gerincdeformitásokkal, valamint álízületek. A frissebb cikkek is lényeges életminőség romlást írnak le ebben a sérültcsoportban (Tornetta és mtsai 1996, Pohlemann és mtsai 1996).

A késői panaszok másik oka a csont-szalagos medencegyűrű sérüléseihez kapcsolódó kísérősérülések: az urogenitális traktus, erek, idegek illetve a medencefenék izomzatának sérülései (Hersche 1992, Moorehouse 1988).

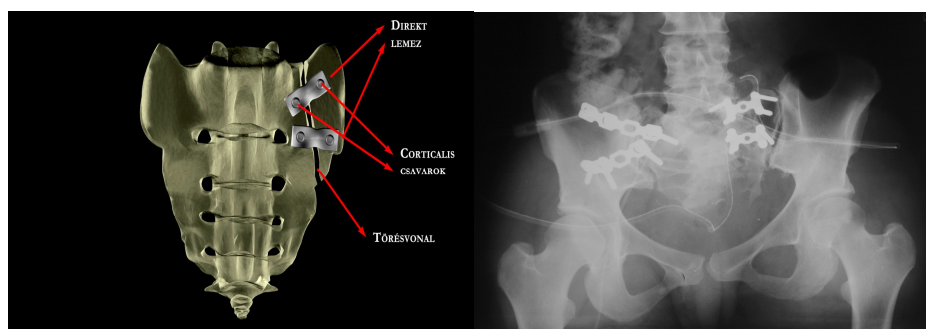
Célkitűzés:

A medencesérülések közül a vertikálisan instabil, C típusú sérülések műtéti ellátása abszolút indikált. Tekintettel arra, hogy ezek a sérülések nagy energia hatására keletkeznek, egyrészt számos súlyos társsérülés meglétét tételezhetjük fel (polytrauma), másrészt a medence-csípőtájék lágyrészköpenyének állapota is nem ritkán kritikus (décollement). Mindkét szempontból fontos egy kis megterhelést okozó, minimális feltárással elvégezhető műtéti módszer, mely emellett egyszerűen elsajátítható és nem időigényes, valamint nem szükséges hozzá speciális implantátum. Korábban már alkalmazták medencegyűrű-sérülések esetén az ún. „kobra”-lemezes technikát. Kérdés az, hogy a fenti technikának általunk alkalmazott módosításaival (indirekt repositio, extrafokális feltárás, nutokkal a lemez elsüllyesztése a kétoldali csípőlapátba, áttolt technika) a műtéti megterhelés csökkentése mellett az új technika elegendő stabilitást ad-e. (1. ábra)



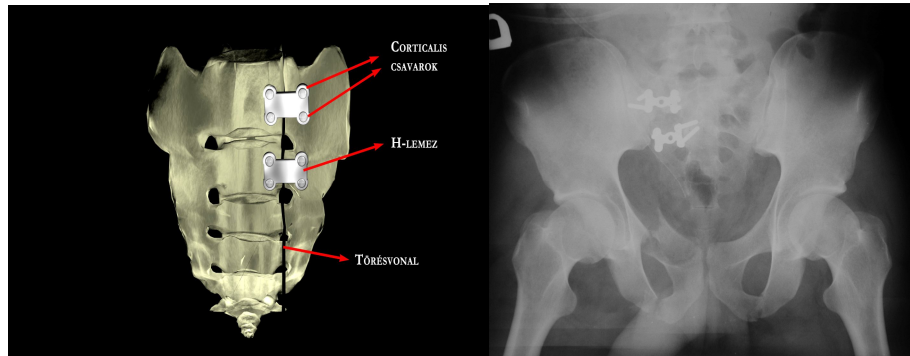
1. ábra: transsacralis lemezes synthesis vázlatos és rtg képe

A fenti kérdés megválaszolására a következő módszert választottuk: Tetemekből nyert, friss, nem fagyasztott csont-szalagos medencepreparátumokon C-típusú medencegyűrű-sérülést modelleztünk (symphyseolysis+ Denis I. sacrumtörés) és a transsacralis lemezes synthesis stabilitását vizsgáltuk. Összehasonlításként egy elméletben igen stabil, ám a nagy műtéti megterhelés miatt csak igen ritkán alkalmazott műtéti módszert (ún. direkt lemezes rögzítés) választottunk. (2. ábra)



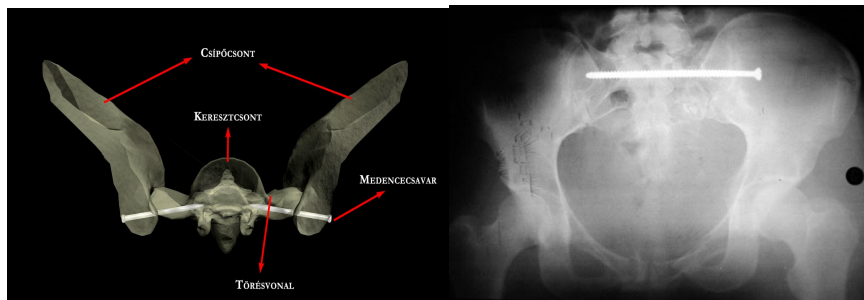
2. ábra: direkt lemezes rögzítés vázlatos és rtg. képe (az rtg. kép jobb oldala)

Ezzel párhuzamosan végeसेlemes számítógépes medencemodellt dolgoztunk ki. A számítógépes modellen szimuláltuk a csont-szalagos preparátumon vizsgált sérülést, valamint mértük a fenti két műtéti módszer stabilitását. A számítógépes modell eredményeit a csont-szalagos preparátumok vizsgálati eredményeivel összehasonlítva tudtuk ellenőrizni a számítógépes modell élethűségét, használhatóságát. Ezt követően a validált számítógépes modellen vizsgáltuk még két használatos műtéti módszer, úgymint KFI-H lemezes synthesis (3. ábra)



3. ábra: KFI-H lemezes synthesis vázlatos és rtg képe

és az iliosacralis csavarozás (4. ábra) által biztosított stabilitást, valamint egy másik sérüléstípuson (symphyseolysis+ Denis II. sacrumtörés) is vizsgáltuk a fenti négy műtéti technikát.



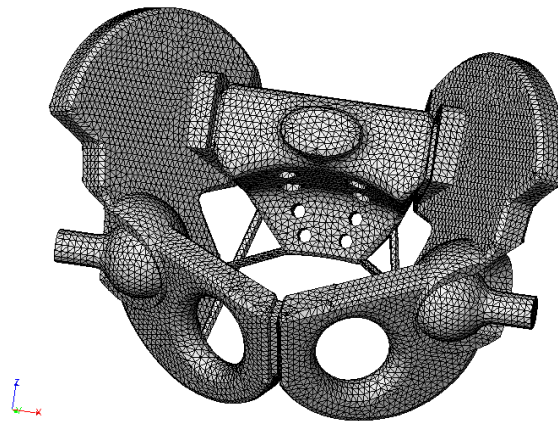
4. ábra: iliosacralis csavarozás vázlatos és rtg képe

Elvégeztük klinikai anyagunk 1995 és 2005 közötti részének utánvizsgálatát is. Azért ezt az intervallumot vizsgáltuk, mert így a sérülés és a vizsgálat között legalább két év telt el, így a vizsgált állapotot funkcionális végállapotnak tekinthetjük. Ehhez nemzetközileg elfogadott pontrendszert használtunk. A biomechanikai vizsgálatok eredményei alapján ajánlást teszünk a tekintetben, hogy a hátsó medencegyűrű-sérülés lokalizációjától függően melyik implantátumot, illetve műtéti módszert tartjuk optimálisnak. Célunk volt az általunk medencegyűrű-sérülések során használt ellátási protokoll vizsgálat, a protokollon esetleg szükséges változtatási javaslatok megtétele is

Módszerek:

A kadaver-kísérleteket a Debreceni Egyetem, Orvos-és Egészségtudományi Centrum, Biomechanikai Kutatólaboratóriumában végeztük el, azok a DEOEC Etikai Bizottság, Kutatásetikai Albizottság jóváhagyásával történtek. 12 medencepreparátumot vizsgáltunk. A preparátumok nem konzerváltuk, a halál beállta és a vizsgálat között maximum 1 hét telt el. C típusú, medencegyűrűsérülést modelleztünk: ventralisan symphyseolysist hoztunk létre, ezt 4 lyukas keskeny DC-lemezzel (Synthes) stabilizáltuk, míg a hátsó medencesérülés Denis I-es törés volt. Az egyik rögzítési mód: a sacrum ventralis, kismedence felőli oldalán, egymással közel 90 fokot bezáró 2 db 3 lyukas rekonstrukciós lemezzel történő stabilizálás, ú. n. direkt lemezes rögzítés. A másik rögzítési mód a transsacralis lemezes synthesis volt. A tesztelés egy lábon állás mellett történt, a sérült oldali femurt a biomechanikai tesztgépbe befogva.

A számítógépes modell kidolgozásakor először a kadaverkísérletek során vizsgált sérülést modelleztük, ezt követően a modellen észlelt elmozdulásértéket a hullakísérletek eredményeivel vetettük össze, így a számítógépes modellt validáltuk. A végeselemes modellhez egyszerűsített geometriát használtunk, ezzel együtt a medencét alkotó csontokat, ízületeket és szalagokat külön modelleztük. A sérülések és a rögzítő implantátumok környezetében a spongiosus és kompakt csontállományt elkülönítve hoztuk létre. Anyagjellemzőként az irodalomból ismert adatokat használtuk. Terhelési esetként ép sacrum, Denis I. és Denis II. töréseket vizsgáltunk két lábon álláskor, direkt, transsacralis és KFI-H lemezekkel illetve iliosacralis csavarral rögzítve. A végeselemes vizsgálat ALGOR rendszerrel történt, ennek használata során 4 csomópontos tetraéder elemeket alkalmaztunk 4 mm-es átlagos elemmérettel. Így kb. 90000 elemből álló végeselemes modellt kaptunk. (5. ábra).



5. ábra: a végeselemes háló

Klinikai vizsgálatok: 1995 és 2005 között kezelt betegeinket vizsgáltuk. A vizsgálati periódust úgy választottuk meg, hogy a sérülés és az utánvizsgálat között legalább két év teljen el. Ezzel az időintervallummal számolva, a betegek állapotát funkcionális végállapotnak tekinthetjük. Az utánvizsgálat során az volt a célunk, hogy a radiologiai végeredmény mellett részletes vizsgálattal a betegek általános állapotát, nem csak a medence területére lokalizálódó panaszait, valamint munkahelyi és családi reintegrációját is elemezzük. Az utánvizsgálathoz a Pohlemann által javasolt „outcome score-t” használtuk.

Eredmények:

Kadaverkísérletek: a 12 vizsgált preparátum közül 3 esetben mechanikai hiba miatt nem nyertünk eredményt, 9 preparátumot értékeltünk. A két műtétnél fellépő átlagos elmozdulások különbsége 100 N és 250 N közötti ciklikus megterhelésnél 0,19 mm. ANOVA teszttel analízist végeztünk : $p=0,18$ azaz a különbség nem szignifikáns.

A végelelemes vizsgálatok eredményeit az 1. táblázat ábrázolja.

Terhelési esetek	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Max. feszültség, csont (MPa)	1,57	8,08	21,55	12,79	17,55	27,26	60,73	46,6	44,7
Max. feszültség, implantátum (MPa)	Ø	22,33.	119,13	71,72	38,91	56,93	22,66	72,4	21,0
Elmozdulás, törési rés (mm)	Ø	0,014	2,4	0,0378	0,03571	0,027	0,06421	0,044	0,0428

1. táblázat: maximális feszültségértékek a csontokban, az implantátumokban, és elmozdulások a törési résben 500 N-os függőleges terhelés mellett.

Klinikai anyag: 1995 és 2005 között 725 medencesérültet kezeltünk, 591 sérülnél nem volt szükség műtéti ellátásra, 133 beteget megoperáltunk, egy sérült műtéti rögzítés nélkül exitált. 115 beteg élte túl a sérülést. A műtéttel ellátott betegek közül 72 férfi, 61 nő volt. A 133 operált betegnél 60 B típusú sérülést, 73 C típusú sérülést találtunk. A B típusú sérülések megoszlása: 33 esetben B1, 20 sérülnél B2, 7 betegnél B3 típus. A C típusú sérülések megoszlása: 48 sérülnél C1, 11 betegnél C2 és 14 esetben C3 sérülést észleltünk. Az átlagos ISS 28 (12-63) volt.

Következtetések:

Az instabil, C típusú medencegyűrű-sérülések műtéti ellátását többféle módon vizsgáltuk. Az egyik vizsgálati módszer csont-szalagos, tetemekből nyert preparátumokon végzett, klasszikus biomechanikai kísérletsorozat volt. A medencegyűrű sérülését symphyseolysis és Denis I-es sacrumtörés létrehozásával modelleztük. Kísérletünkben kétféle műtéti megoldás stabilitását vizsgáltuk oly módon, hogy a symphyseolysist DC-lemezzel rögzítettük és a hátsó gyűrűsérülést előbb direkt lemezes rögzítéssel, majd transsacralis lemezes műtéttel stabilizáltuk. Az általunk alkalmazott transsacralis lemezes rögzítés kisebb stabilitást nyújt, mint az eredményeinkből is kitűnik, azonban ez a klinikai gyakorlatban nem okozott csontgyógyulási zavart, sem fémnyaglazulást, illetve implantátumtörést. Véleményünk szerint a transsacralis rögzítésnél fellépő mozgások a mikromozgások tartományába esnek és –mint egyéb elasticus törésrögzítési formák-nemhogy akadályozzák, de segítik a törésgyógyulást.

A másik vizsgálati módszer során végeleselemes medencemodellt hoztunk létre. A modell létrehozása után azon először a kadaverkísérletek során vizsgált medencesérülést, azaz symphyseolysist és Denis I-es sacrumtörést modelleztünk. A sérülést a hullai kísérletekhez hasonlóan „direkt” lemezes és transsacralis synthesisel rögzítettük. A symphyseolysist mindkét esetben keskeny DC-lemezzel rögzítettük a modellen. A modellt ezután validáltuk, azaz a számítógépes modellen a törési résben mért elmozdulási értékeket összehasonlítottuk a kadaverkísérletek hasonló eredményeivel. Itt a kadaverkísérletekhez hasonlóan sérült oldalon állást modelleztünk. A számítógépes modell által mutatott elmozdulási értékek hasonló tartományba esnek, mint azt a hullákon mértük. Ezzel a modellt használhatónak, további mérésekre alkalmasnak találtuk. Ezután modelleztük symphyseolysis és Denis I. illetve Denis II. sacrumtörések esetén, két lábon állás mellett az általunk alkalmazott rögzítési technikákat, úgymint a direkt lemezes, a transsacralis lemezes, a KFI-H-lemezes, illetve az iliosacralis csavaros rögzítést. Denis I. sérülés esetén a mozgás nagyobb a törési rés két oldala között, mint Denis II. törésnél. A legstabilabb rögzítést a direkt lemezes synthesis adja, a KFI-H-lemezzel végzett rögzítés mellett kissé nagyobb mozgások észlelhetők, mint iliosacralis csavarozásnál, de a két eset között alig van különbség. A legkisebb stabilitást Denis I. és Denis II. töréstípusnál is a transsacralis lemezes rögzítés adja.

Mivel a holttestből nyert csont-szalagos medencepreparátumon végzett mérések nehézségei (etikai, higiéniai, technikai) miatt eredmények csak korlátozott számban nyerhetőek, így egyre inkább előtérbe kerül a csont-szalagos preparátumon végzett kísérletek számítógépes, végeleselemes modellezésének igénye. Ép medence végeleselemes modellje már létezett az

irodalomban (Dalstra és mtsa 1995), azonban mi két sérüléstípus műtéti ellátásainak összehasonlító stabilitási vizsgálatát kívántuk modellezni úgy, hogy rendelkezésünkre álltak hullai preparátumokon végzett kísérletek mérési eredményei. Természetesen a végeselemes modell megközelítő eredményt ad a valósághoz képest, így esetünkben is figyelembe kell venni a következő hibaforrásokat: a törési felszínek nem pontosan sík felületűek, és az azok közötti súrlódási együtthatót nem ismerjük, a medence geometriai modellje csak közelítő, az alkalmazott anyagjellemzők az irodalomban nem egységesek.

A klinikai anyag elemzéséhez szükséges az általunk alkalmazott terápiás protokoll ismertetése: a medencegyűrű sérülései műtéti ellátást igényelnek, amennyiben mechanikailag instabilak. Élesen el kell különítenünk azonban egymástól azokat a sérüléseket, ahol a mechanikai instabilitáshoz a beteg hemodinamikai instabilitása is társul. C típusú medencesérülések esetén 1500-2000 ml vérvesztéssel számolhatunk, csak a medencegyűrű sérülését tekintve. Ha instabil medencesérülés instabil keringéssel társul, a sérült első ellátása során a legfontosabb cél a vérzéscsillapítás. A medencegyűrű sérülésének mielőbbi repositioja és stabilizálása hemodinamikailag instabil betegnél mielőbb elvégzendő. Az ellátást ebben a fázisban befolyásolják természetesen a társsérülések, leginkább az intraabdominális sérülések. Amennyiben UH vizsgálattal vagy peritoneális öblítéssel hasüregi vérzés igazolható, a medence repositioja és átmeneti rögzítése után laparotomiát végzünk. A műtét során a hasüregi sérülések ellátását követően feltárjuk a kismedencei retro-infraperitoneumot. Amennyiben látótérbe kerül a hátsó medencegyűrűsérülés, annak lemezes rögzítését elvégezzük a kismedence felől. Hangsúlyozandó, hogy a fenti, transperitoneális feltárásból végzett stabilizáló eljárás „ultimum refugium” műtét. A kismedencei extraperitoneális tér feltárása során a sebészileg csillapítható vérzéseket ellátjuk, és a presacralis teret tamponáljuk. Amennyiben az elülső gyűrű sérülése symphyseolysis, a laparotomia végén annak lemezes rögzítését is elvégezzük. Ha a laparotomia és tamponálás során nem történik meg a hátsó gyűrűsérülés lemezes rögzítése a kismedence felől, azt átmeneti sebészi rögzítéssel látjuk el. Hasonlóképpen, amennyiben az első ellátás során nincsen szükség laparotomiára, a medencesérülés repositioja után ugyancsak átmeneti sebészi rögzítését végzünk. Erre kétféle eszköz áll rendelkezésre, az első a medence kapocs vagy clamp, a másik módszer a fixateur externe. Végül, de nem utolsósorban, a medencegyűrű-sérülések primer ellátása során meg kell említenünk a primer, definitív műtéti ellátást. Több szerző (Varga 1999) is emellett az ellátási taktika mellett tör lándzsát. Mi azon a véleményen vagyunk, hogy ha a beteg állapota jó, azaz stabil a vérnyomása, megfelelő a koagulációs státusza, elvégezhető a definitív műtéti ellátás is. Ez az esetek jelentős részében csak ú.n. monotrauma esetén igaz. Emellett a primer

definitív ellátáshoz megfelelő tárgyi és személyi feltételek szükségesek. Elvárhatónak tartjuk, hogy életmentő jelleggel, medencekapoccsal, v. fix. externe-vel, szükség esetén tamponáddal bárhol el tudják látni az instabil medencesérüléseket. Nem várható el azonban, hogy az alkalmanként bonyolult definitív műtéti ellátást is bárhol, illetve bárki el tudja végezni. A 6. ábrán vázlatosan összegezzük a fent leírtakat.

KERINGÉS INSTABIL+ MEDENCE INSTABIL

↓

NON-INVAZÍV RÖGZÍTÉS (LEPEDŐ V. MEDENCE-HEVEDER.)

↓

RTG+UH→ POZITÍV→ CLAMP, LAPAROTOMIA, TAMPONÁD → ITO

↓

NEGATÍV→ CLAMP→KERINGÉS STABIL→ ITO

↓

KERINGÉS INSTABIL→ TAMPONÁD→ KERINGÉS STABIL→ ITO

↓

KERINGÉS INSTABIL→ ANGIOGRÁFIA

6. ábra: hemodinamikailag és mechanikailag instabil medencesérülés primer ellátási taktikája

A végleges ellátás során ventralisan felhelyezett lemez transiliacalis törések, és SI-luxatiók esetén, lokális synthesis gyöki laesiot okozó Denis II töréseknél, iliosacralis csavarozás vagy transsacralis lemezes rögzítés egyéb sérüléseknél javasolt, amint azt a 2. táblázatban feltüntettük.

transiliacalis törés	sacroiliacalis ficam	Denis I. törés	Denis II. törés	Denis III. törés
ventralis lemez	ventralis lemez/iliosacralis csavar (transsacralis lemez)	transsacralis lemez/iliosacralis csavar (ventralis lemez)	lokális lemez iliosacralis csavar/transsacralis lemez	transsacralis lemez/iliosacralis csavar

2. táblázat: a sérülés elhelyezkedése és a választandó műtéti módszer

A funkcionális végeredményt tekintve a B típusú sérüléseknél az esetek több mint fele a kitűnő és a jó kategóriába sorolható, addig a C típusú sérülések után az esetek több mint felében a végeredmény a kielégítő és a rossz csoportba esik.

	B típus	C típus
Kitűnő (7 pont)	6	3
Jó (6 pont)	18	8
Kielégítő (4-5 pont)	9	17
Rossz (3 pont)	2	10

3. táblázat: összesített utánvizsgálati eredmény

A disszertációhoz kapcsolódó közlemények:

1. **Bodzey T.**Burján T.Váradi K.: Finite Element Modeling of Operative Treatment of Pelvic Ring Fractures

First Hungarian Conference on Biomechanics,2004.Abstract Book

2.**Bodzey T.** Flóris I. Vendég Zs. Szita J: Treatment of unstable pelvic injuries- a review of 10 years

Europea Journal of Trauma Vol 32. S 1

3.**Bodzey T.**-Váradi K: Csont-implantátum kapcsolatok végeelemes modellezése Halász Gábor, szerk: Modellezés a biomechanikában, BME, egyetemi tankönyv, 2007. 9, 371-395

4. **Bodzy T**-Burján T-Bagdi C-Flóris I-Vendég Zs-Várad K: Evaluation of stabilization methods of pelvic ring injuries by finite element modeling
Joint Diseases and Related Surgery 2007; 18(3) 108-115
5. **Bodzy T**- Asbóth L- Szita J- Várad K: Medencegyűrű-sérülések műtéti rögzítésének végelelemes modellezése; Biomechanica Hungarica 1: 37-47 2008
6. **Bodzy T**- Szita J- Flóris I: Medencetörések ellátásának modern szemlélete-minimálinvazív lehetőségek és kiterjesztett rekonstruktív ellátás
Orvosképzés 2010; 3 251-261
7. Flóris I- **Bodzy T**- Balázs P- Gál T- Karsay P: Acetabulum törések késői szövődményei miatt végzett csípőízületi arthroplasticák eredményei; Magy. Traumatol. Ortop. 2011;54(1):13-26
8. **Bodzy T**- Flóris I- Várad, K: Comparison of stability in the operative treatment of pelvic injuries in a finite element model
Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery 2011; 131(10) 1427-1433 DOI: 10.1007/s00402-011-1324-3 **I.F: 1,196**

Egyéb közlemények:

1. **Bodzy T**. Szita J. Laczkó T. Szódy R.: A primer femur velőűrszegezés kontraverziói
Magy. Traumatol. Ortop. 1995
2. **Bodzy T**. Érdi A. Csuha A. P. Fockter V.: Colorectalis sérülések ellátása: colostomia v. primer zárás?
Magyar Sebészet, 1995
3. **Bodzy T**. Szita J. Szódy R.: Femurtörések ellátása polytraumában
Polytrauma, Kongresszusi Kiadvány, 1996
4. **Bodzy T**. Szita J. Vánkos Z. Kecskeméti Á.: Bridge-Plating bei distalen Unterschenkelfrakturen mit geringen Weichteilschaden
GKK, Kongresszusi Kiadvány, 1999
5. **Bodzy T**. Szita J. Szódy R.: Distalis radius „romtörések” ellátása
MTT, Kongresszusi Kiadvány, 1999

