

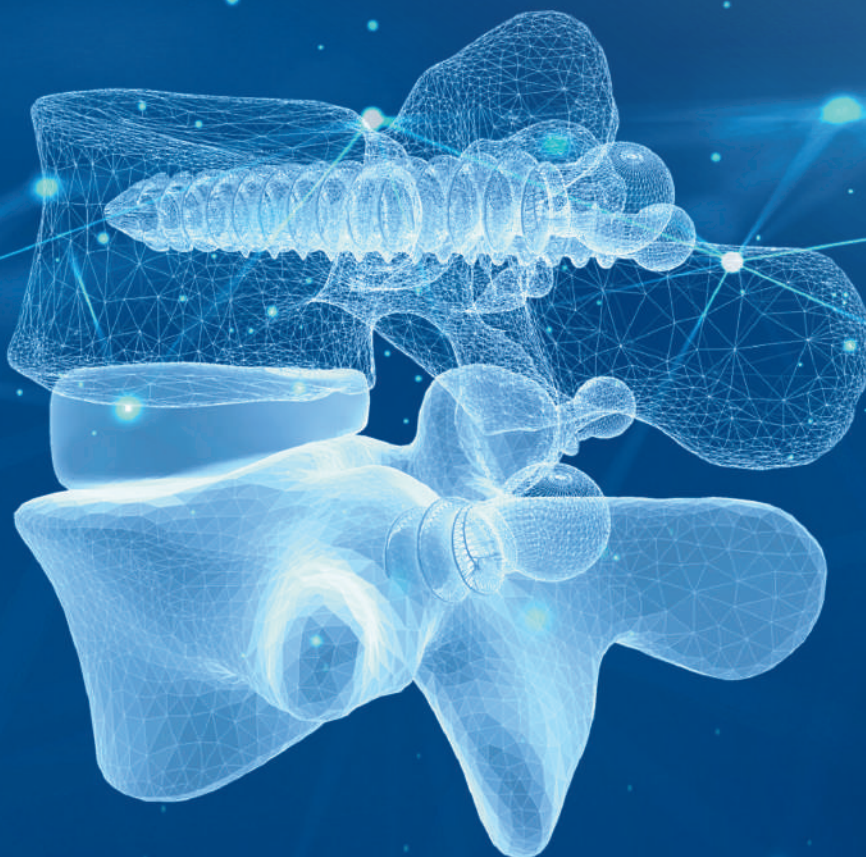


BUDAI
EGÉSZSÉGGŐZPONT
Élet. Minőség.

ISBL.HU



ORSZÁGOS
GERINCGYÓGYÁSZATI
KÖZPONT
A Budai Egészségközpont Szakkórháza



5 ÉVES

AZ IN SILICO BIOMECHANIKAI LABORATÓRIUM

ISBL
BUDAPEST



IN SILICO BIOMECHANICS LABORATORY

HÍD A MÉRNÖKI TUDOMÁNY ÉS A KLINIKAI ORVOSTUDOMÁNY KÖZÖTT

ISBL.HU



KEDVES OLVASÓ!

Az In Silico Biomechanikai Laboratórium (ISBL) az Országos Gerincgyógyászati Központban (OGK) működő kutatólabor. Az In Silico Biomechanikai Laboratórium 2018-ban jött létre Dr. Éltés Péter Endre laborvezető és Dr. Lazáry Áron tudományos igazgató erőfeszítéseinek köszönhetően, Dr. Varga Péter Pál OGK alapító-főigazgató kutatás-fejlesztési vízióját kiteljesítve.

Az ISBL célja, hogy hidat képezzen a klinikai orvostudomány és a mérnöki tudomány között az in silico medicina eszköztárának felhasználásával. A labor a mozgásszervek biomechanikájával foglalkozik, különös hangsúlyt fektetve a gerincet érintő patológiák, instabilitások és deformitások műtéti kezelése során nyújtott támogatásra.

A laboratórium különböző innovatív és tudományos módszereket használ fel a tevékenysége során. Ezek közé tartozik az orvosi képalkotáson (CT, MR) alapuló végeelem modellek fejlesztése, az egyénspecifikus műtéti eszközök előállítás 3D nyomtatással, illetve a virtuális műtéti tervezés is.

Jelen kiadvány célja, hogy képet rajzoljon a labor tevékenységéről és bepillantás adjon az in silico medicina kihívásokkal és áttörő eredményekkel teli világába.

Dr. Bereczki Ferenc

Dr. Éltés Péter PhD
laborvezető

Dr. Hajnal Benjámin

Turbucz Máté

Bartos Márton

Pokorni Ágoston

VEZETŐSÉGI KÖSZÖNTŐ



DR. LAZÁRY ÁRON

Tudományos igazgató
Országos Gerincgyógyászati Központ

Egy tudományos műhely fejlődése során nagyon fontos mérföldkő, amikor nemzetközi szimpóziumot szervez a műhely kutatási területén elismert előadók részvételével. Az ISBL elérte ezt a fejlettségi szintet, de ezt alapvetően a startvonalnak vesszük egy olyan futópályán, melynek a célszalagja folyamatosan tolódik távolabb. A versenytáv folyamatos teljesítése csak újabb és újabb kihívásokat támaszt. Ez a kutató személyiségének és a tudomány működésének természete.



DR. HOFFER ZOLTÁN

Főigazgató
Országos Gerincgyógyászati Központ

Az Országos Gerincgyógyászati Központ mindennapi klinikai tevékenysége tudományos evidenciákra épül. Az orvostudomány fejlődése a gerincsebészetet is folyamatosan formálja. Az egyénre szabott gerincsebészet ma már karnyújtásnyira van. Az In Silico Biomechanikai Laboratórium kulcsszerepet játszik az intézeti egyénre szabott gerincsebészeti kezelések tudományos hátterének megteremtésében.



DR. CSERNAVÖLGYI ISTVÁN

Vezérigazgató
Budai Egészségközpont

A Budai Egészségközpont kiemelt intézménye az Országos Gerincgyógyászati Központ. A magas színvonalú gyógyító tevékenység elengedhetetlen feltétele, hogy a klinikusok a tevékenységüket tudományos evidenciák mentén szervezzék. A tudomány művelése és integrálása a klinikumba a szellemi kihívás mellett a beteg érdekét is szolgálja. Az In Silico Biomechanikai Laboratórium kiemelkedő példát nyújt a tudományos eredmények klinikai hasznosításában, munkájukat támogató érdeklődéssel követem.

Köszöntő	3.
Vezetőségi köszöntő	4.
Az ISBL elmúlt 5 éve	6.
Tudományos közlemények	7.
Tudománymetrikai mutatók	9.
Pályázatok, projektek	10.
Díjak, elismerések	11.
Dr. Bereczki Ferenc	12.
Turbucz Máté	14.
Dr. Hajnal Benjámin	16.
Pokorni Ágoston Jakab	18.
Bartos Márton	20.
Chloé Techens PhD	22.
Jennifer Fayad PhD	23.
ISBL-díj	24.
Díjazottak	25.
Biomechanika és in silico biomechanika	
Prof. Dr. Luca Cristofolini - a Bolognai Egyetem professzora	26.
Kutatás-fejlesztés az Országos Gerincgyógyászati Központban	
Dr. Lazáry Áron PhD - Tudományos igazgató	28.
Az ISBL következő 5 éve	
Dr. Éltés Péter - Laborvezető, gerincsebész	29.
Az in silico medicina jelene és jövője	
Prof. Dr. Damien Lacroix - Sheffieldi Egyetem professzora	32.
Köszönetnyilvánítás	34.

AZ ISBL ELMÚLT 5 ÉVE



Az ISBL megalakulása óta eltelt öt év alatt jelentős eredmények születtek. Sikeresen létrehoztunk egy nemzetközileg elismert kutatólaboratóriumot, amely a tudományos munka mellett képes olyan eszközök tervezésére és gyártására, amelyek egyszerre segítik az orvost a műtét tervezésében és kivitelezésében, illetve amelyek segítenek a betegnek a folyamat megértésében. Az út azonban még korántsem tekinthető teljesnek. Rengeteg feladat áll még előttünk, de kitartóan dolgozunk rajta, hogy elérjük a céljainkat, hogy a medicina számos területén tudjuk tudományosan megalapozott, személyre szabott megoldásokkal segíteni a betegek gyógyulását a preoperatív műtéti tervezéstől a műtéten át a rehabilitációig.

Az elmúlt öt évben az In Silico Biomechanikai Laboratórium (ISBL) a klinikumhoz szorosan igazodó dinamikus kutatólaborrá fejlődött, ahol az in silico tudományban rejlő lehetőségeket a legmodernebb számítástechnikai módszerekkel hasznosítjuk. Ez a folyamat számos publikációt eredményezett, sok nemzetközi és hazai pályázatban és projektben vettünk részt, és az ötéves működésünk alatt végzett munkánkat több alkalommal elismerték.

Eredményeink hátterében az elhivatott mérnökeink és orvosaink közötti együttműködés áll. Pályafutásuk alakulása, amely a TDK-hallgatóként szerzett korai tudományos tapasztalatoktól a PhD-jelöltként elért eredményeken át a végzett kutatóként szerzett szaktudáshoz vezet, jól szemlélteti az ISBL-ben

elérhető előrelépési lehetőségeket. Ez az életút sokféle irányt ölelhet fel, beleértve a klinikai kutatást, a komplex számítógépes modellezést, a mesterséges intelligencia innovatív alkalmazását és az additív gyártás egészségügyi integrálását. Ez az interdiszciplináris együttműködés megalapozta az értékes és előremutató kutatások létrejöttét, amelyeket a biomechanika folyamatosan fejlődő területe vezérel. Az ISBL alapítása óta alkalmazott számítógépes szimuláció mellett megjelent a labor életében a 3D nyomtatás, valamint a műtéti tervezés és a tudományos vizsgálatok során egyaránt alkalmazott mesterséges intelligencia is. Emiatt a növekedés miatt az elmúlt években egy olyan eszközpark is felépült, amely megfelel e fejlődő technológiák folyamatosan növekvő igényeinek.

Azonban a magas szakmai színvonal mellett jelentős hangsúlyt fektetünk a közösségépítésre és értékteremtésre is. Ebből kifolyólag munkatársaink számos hazai és nemzetközi képzésen vehettek részt, és a munkájuk során megszerzett tudást a tudományos előadások mellett több ismeretterjesztő előadás, cikk és interjú keretében is megosztották. Végül, de nem utolsósorban szeretnénk megköszönni azok munkáját is, akik lehetővé tették a labor létrejöttét: köszönjük az ISBL Díj díjazottjainak, Dr. Varga Péter Pálnak és Nadj Istvánnak a felbecsülhetetlen támogatást, valamint hazai és nemzetközi partnereinknek a tudásmegosztást és mind a megvalósult, mind a jövőbeli együttműködéseket.

Publikált cikkek:

1. Pokorni A. J., Turbucz M., Kiss R.M., Eltes P.E., Lazary A. (2023). Comparison of anterior column reconstruction techniques after en bloc spondylectomy: a finite element study. *Nature Scientific Reports*. IF: 4,6; Q1(D1)
2. Turbucz M., Pokorni A. J., Bigdon S.F., Hajnal B., Koch K., Szoverfi Zs., Lazary A., Eltes P.E. (2023). Patient-Specific Bone Material Modelling Can Improve the Predicted Biomechanical Outcomes of Sacral Fracture Fixation Techniques: A Comparative Finite Element Study. *Injury*. IF: 2,5; Q1
3. Turbucz M., Fayad J., Pokorni A. J., Varga P. P., Eltes P. E., Lazary A. (2023). Can semirigid fixation of the rostral instrumented segments prevent proximal junctional kyphosis in the case of long thoracolumbar fusions? A finite element study. *Journal of Neurosurgery: Spine*. IF: 2,8; Q1(D1)
4. Téchens C., Bereczki F., Montanari S., Lazary A., Cristofolini L. & Eltes P. E. (2023). Assessment of foraminal decompression following discolasty using a combination of ex vivo testing and numerical tools. *Nature Scientific Reports*, 13(1), 3293. IF: 4,6; Q1(D1)
5. Fayad J., Eltes P. E., Lazary A., Cristofolini L., Stagni R. (2022). Stereophotogrammetric approaches to multi-segmental kinematics of the thoracolumbar spine: a systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 23(1), 1080. IF: 2,3; Q2
6. Téchens C., Montanari S., Bereczki F., Eltes P. E., Lazary A., Cristofolini L. (2022). Biomechanical consequences of cement discolasty: An in vitro study on thoraco-lumbar human spines. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 10, 1040695. IF: 5,7; Q1
7. Hajnal B., Eltes P. E., Bereczki F., Turbucz M., Fayad J., Pokorni A. J., Lazary A. (2022). New method to apply the lumbar lordosis of standing radiographs to supine CT-based virtual 3D lumbar spine models. *Nature Scientific Reports*, 12(1), 20382. IF: 4,6; Q1(D1)
8. Turbucz M., Pokorni A. J., Szőke Gy., Hoffer Z., Kiss R.M., Lazary A. & Eltes P. E. (2022). Development and validation of two intact lumbar spine finite element models for in silico investigations comparison of the bone modelling approaches. *Applied Sciences*, 12(20), 10256. IF: 2,7; Q2
9. Téchens C., Eltes P. E., Lazary A., Cristofolini L. (2022). Critical review of the state-of-the-art on lumbar percutaneous cement discolasty. *Frontiers in Surgery*, 9, 902831. IF: 1,8; Q2
10. Eltes P.E., Turbucz M., Fayad J., Bereczki F., Szőke Gy., Terebessy T., Lacroix D., Varga P. P., Lazary A. (2022). A novel three-dimensional computational method to assess rod contour deformation and to map bony fusion in a lumbopelvic reconstruction after en-bloc sacrectomy. *Frontiers in Surgery*, 672. IF: 1,8; Q2
11. Bereczki F., Turbucz M., Kiss R., Eltes P.E., Lazary A. (2021). Stability evaluation of different oblique lumbar interbody fusion constructs in normal and osteoporotic condition –a finite element based study. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 9, 749914. IF: 6,06; Q1
12. Fayad, J., Turbucz, M., Hajnal, B., Bereczki, F., Bartos, M., Bank, A., Lazary A. & Eltes, P. E. (2021). Complicated postoperative flat back deformity correction with the aid of virtual and 3d printed anatomical models: case report. *Frontiers in surgery*, 8, IF: 2,57; Q2
13. Eltes, P.E., Kiss, L., Bereczki, F., Szoverfi, Z., Techens, C., Jakab, G., Hajnal, B., Varga, P.P., Lazary, A. (2021). A novel three-dimensional volumetric method to measure indirect decompression after percutaneous cement discolasty. *Journal of orthopaedic translation*, 28, 131-139., IF: 4,89; Q1

14. Eltes, P.E., Bartos, M., Hajnal, B., Pokorni, A., Kiss, L., Lacroix, D., Vagra, P.P., Lazary, A. (2021). Development of a computer-aided design and finite element analysis combined method for affordable spine surgical navigation with 3D-printed customized template. *Frontiers in surgery*, 7, 176., IF: 2,57; Q2
15. Techens, C., Palanca, M., Éltés, P. E., Lazáry, Á., Cristofolini, L. (2020). Testing the impact of discoplasty on the biomechanics of the intervertebral disc with simulated degeneration: An in vitro study. *Medical Engineering & Physics*, 84, 51-59., IF: 2.24; Q2
16. Demir, E., Eltes, P., Castro, A. P., Lacroix, D., Toktaş, İ. (2020). Finite element modelling of hybrid stabilization systems for the human lumbar spine. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, 234(12), 1409-1420., IF: 1.62; Q2
17. Eltes, P.E., Kiss, L., Bartos, M., Gyorgy, Z.M., Csakany, T., Bereczki, F., Lesko, V., Puhl, M., Varga, P.P., Lazary, A. (2020). Geometrical accuracy evaluation of an affordable 3D printing technology for spine physical models. *Journal of Clinical Neuroscience*, 72, 438-446., IF: 1,96; Q1
18. Kiss, L., Varga, P. P., Szoverfi, Z., Jakab, G., Eltes, P. E., Lazary, A. (2019). Indirect foraminal decompression and improvement in the lumbar alignment after percutaneous cement discoplasty. *European Spine Journal*, 28(6), 1441-1447., IF: 2,46; Q1 (D1)
19. Costa, M. C., Eltes, P., Lazary, A., Varga, P. P., Viceconti, M., Dall'Ara, E. (2019). Biomechanical assessment of vertebrae with lytic metastases with subject-specific finite element models. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 98, 268-290., IF: 3,37; Q2
20. Eltes, P. E., Kiss, L., Bartos, M., Eösze, Z., Szövérfi, Z., Varga, P. P., Lazáry, Á. (2019). Attitude of spine surgeons towards the application of 3D technologies-a survey of AOSpine members. *Ideggyógyászati Szemle*, 72(7-8), 227-235., IF: 0,34; Q4

Bírálat alatti cikkek:

1. Hajnal B., Pokorni A. J., Turbucz M., Bereczki F., Bartos M., Lazary A., Eltes P.E. (2023). Clinical applications of 3D printing in spine surgery: a systematic review. *European Spine Journal*. IF: 2,8; Q1
2. Bereczki F., Turbucz M., Pokorni A. J., Hajnal B., Lazary A., Eltes P.E. (2023). The effect of PMMA screw augmentation on the primary stability of different implants used in oblique lumbar interbody fusion with normal and osteoporotic bone quality – a finite element assisted study. *The Spine Journal*. IF: 4,5; Q1 (D1)

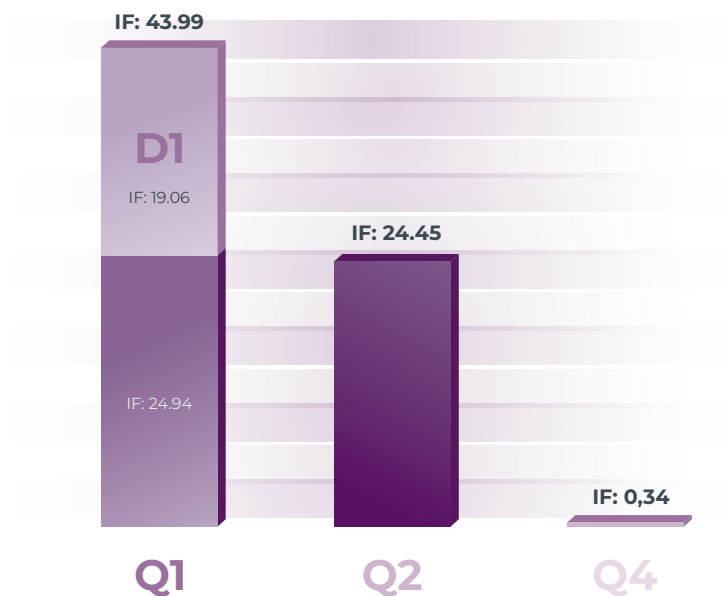
SZABADALMAK

1. Éltés, P. E., Lazáry, Á., Turbucz M., Varga P. P. (2022). Sebészeti eszközkészlet csigolyatestek összekapcsolására. Sanatmetal Korlátolt felelősségű Társaság. A61B 17/70, 0005404.

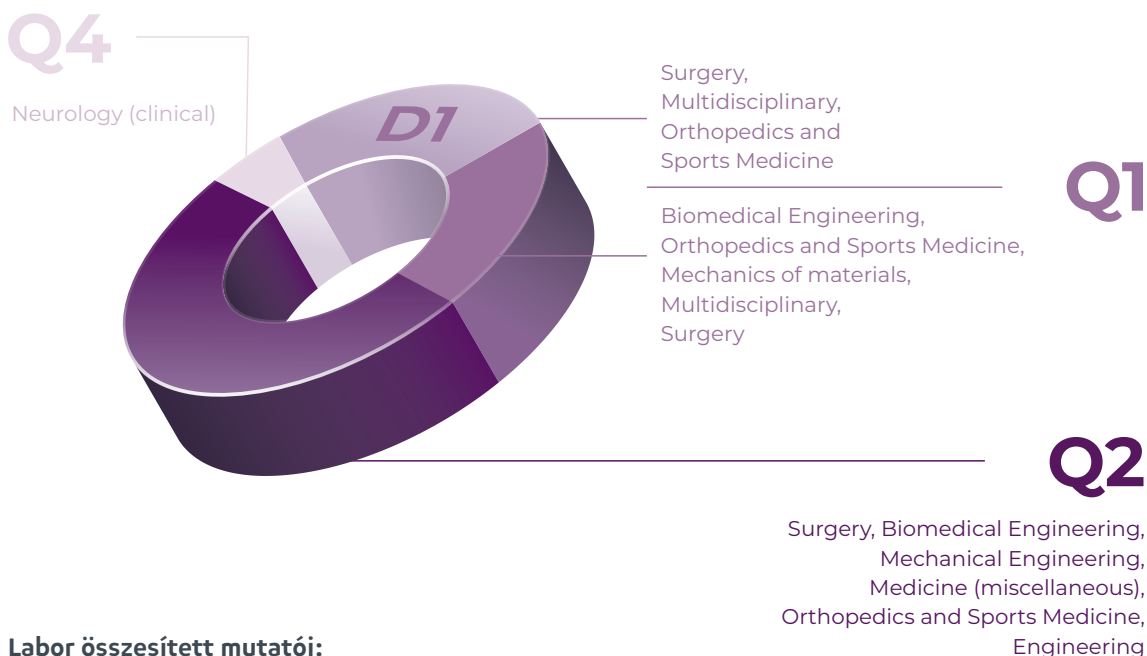
ELŐADÁSOK

Hazai: **87 db** Nemzetközi: **40 db**

KÖZLEMÉNYEK ÖSSZESÍTETT IMPAKTFAKTORA Q-INDEX SZERINT



PUBLIKÁCIÓK MEGOSZTLÁSA Q-INDEX SZERINT



Labor összesített mutatói:

cikkek száma: 20, hivatkozások száma: 186, h-index: 8, IF: 61.5

h-index:

egy kutató indexe h, ha legalább h darab olyan cikke van, ami legalább h idézetet kapott

impaktfaktor (IF):

a folyóirat 2 egymást követő évfolyamában közölt cikkeinek
átlagos idézettsége a rákövetkező 3. tárgyévben

Q-index:

a folyóirat témaspecifkus elhelyezkedése a Scimago rangsorának adott negyedében

OTKA

- 2022 **Éltes Péter**,
Posztdoktori Kiválósági Program:
PASCAL, ösztöndíjas
- 2017 **Lazáry Áron**,
Fiatal Kutatói Kiválósági Program:
STABILITÁS, ösztöndíjas

HORIZON 2020

- 2020 **Lazáry Áron, Éltes Péter, SPINNER**

Kooperatív Doktori Program

- 2021 **Hajnal Benjámin**, ösztöndíjas
- 2020 **Turbucz Máté**, ösztöndíjas

Új Nemzeti Kiválóság Program

- 2022 **Bereczki Ferenc**,
Felsőoktatási Doktori Hallgatói Kutatói
Ösztöndíj, ösztöndíjas
- 2021 **Lazáry Áron**,
Bolyai+ Felsőoktatási Fiatal Oktatói,
Kutatói Ösztöndíj ösztöndíjas
- 2020 **Hajnal Benjámin**,
Felsőoktatási Mesterképzés Hallgatói
Kutatói Ösztöndíj, ösztöndíjas

Bolyai János Kutatási Ösztöndíj

- 2020 **Lazáry Áron**, ösztöndíjas

FUTÓ PROJEKTEK

OTKA: PASCAL

A pályázat célja egy olyan módszer létrehozása, amely a fekvő CT-felvételekből alkotott modelleket az álló helyzethez igazítja az álló pozícióban készült röntgenfelvételek alapján. Ennek köszönhetően egy nyaki csigolyatest pótlása esetén a korrigált görbületű modellek nagyobb mértékben segítik majd a betegspecifikus implantátumfejlesztést. Az ilyen implantátumok nemcsak a gerinc stabilitását állítják helyre, hanem a szokásos műtéti rekonstrukciókhoz képest kedvezőbb megoldást nyújtanak. Emellett a számítógépes modellek precizitásának növelésével várhatóan pontosabb személyre szabott kezelési lehetőségek válnak majd elérhetővé.

LEZÁRT PROJEKTEK

OTKA: STABILITÁS

Az OTKA FK17 pályázati kiírásban nyert támogatást a Stabilitás: in silico 3D szimulációs kutatások a spinális instabilitás specifikus formáinak egyénre szabott intervenciója érdekében elnevezésű projekt (Fk123884). A tudományos munka során a gerinc szegmentális instabilitásának specifikus formáit vizsgáltuk in silico szimulációs eszközökkel. A kutatási projektet az Országos Gerincgyógyászati Központ In Silico Biomechanikai Laboratóriuma (ISBL) által vezetett konzorcium valósította meg. A pályázat a labor működését biztosító infrastruktúra felépítésében kiemelt szerepet játszott.

SPINNER

A Spinner projektben olyan pályakezdő biomérnök-kutatók végeztek, akik képesek a műtéti technikák és anyagok új generációjának megtervezésére. A program összekapcsolta a bioanyagokkal, az implantátumokkal és a számítógépes modellezéssel foglalkozó ipari partnereket az ortopéd sebészekkel, valamint a bioanyagokat létrehozó kutatókat az orvosi eszközök tudományos szakértőivel. A programban megvalósuló projektek mindennapos ipari és klinikai kihívásokat vizsgáltak, mivel a komplex gerincműtetre szoruló betegek számának növekedése miatt az egészségügynek szüksége van olyan innovatív mérnökökre, akik gazdaságos megoldásokkal segítik az európai emberek egészségének megőrzését.

Tudományos Diákköri Konferencia

- 2021
- Hajnal Benjámin, Semmelweis Egyetem, Operatív szekció, I. helyezés
 - Hajnal Benjámin, Marosvásárhelyi Magyar Diákszövetség, Ortopédia-Traumatológia szekció, különdíj
- 2020
- Hajnal Benjámin, Semmelweis Egyetem, Ortopédia és Traumatológia szekció, II. helyezés
 - Pokorni Ágoston Jakab, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Mechatronika - Biomechatronika szekció, dicséret
- 2019
- Turbucz Máté, Semmelweis Egyetem, Ortopédia és Traumatológia szekció, I. helyezés
 - Bereczki Ferenc, Semmelweis Egyetem, Ortopédia és Traumatológia szekció, I. helyezés
 - Hajnal Benjámin, Semmelweis Egyetem, Ortopédia és Traumatológia szekció, II. helyezés
 - Pokorni Ágoston Jakab, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Biomechatronika szekció, I. helyezés
 - Turbucz Máté, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Biomechatronika szekció, III. helyezés
 - Turbucz Máté, Semmelweis Egyetem, Ortopédia és Traumatológia szekció, III. helyezés
- 2018
- Pokorni Ágoston Jakab, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Biomechatronika szekció, I. helyezés
 - Bereczki Ferenc, Marosvásárhelyi Magyar Diákszövetség, Ortopédia-Traumatológia szekció, I. helyezés

Országos Tudományos Diákköri Konferencia

- 2021
- Turbucz Máté, Orvos - és Egészségtudományi szekció, Traumatológia, Ortopédia, Idegsebészet szekció, I. helyezés
 - Pokorni Ágoston Jakab, Műszaki Tudományi szekció, Biomechanika tagozat, I. helyezés
 - Hajnal Benjámin, Orvos - és Egészségtudományi szekció, Képalkotó diagnosztika tagozat, különdíj
- 2019
- Pokorni Ágoston Jakab, Műszaki Tudományi szekció, Biomechanika tagozat, II. helyezés

Országos Tudományos Diákköri Konferencia Plusz

- 2021
- Pokorni Ágoston Jakab, Műszaki Tudományi szekció, kiemelt prezentációs díj
 - Turbucz Máté, Orvos- és Egészségtudományi szekció, kiemelt prezentációs díj

Magyar Ortopéd Társaság

- 2023
- Bereczki Ferenc, Magyar Ortopéd Társaság 64. Kongresszusa, Fiatal Orvosok Fóruma, I. helyezés
- 2022
- Bereczki Ferenc, Magyar Ortopéd Társaság, Krakovits díj, díjazott
 - Hajnal Benjámin, Magyar Ortopéd Társaság, Zinner Nándor díj, díjazott
 - Turbucz Máté, Magyar Ortopéd Társaság és a Magyar Traumatológus Társaság Közös Kongresszusa, Fiatal Orvosok Fóruma, I. helyezés
 - Pokorni Ágoston Jakab, Magyar Ortopéd Társaság és a Magyar Traumatológus Társaság Közös Kongresszusa, Fiatal Orvosok Fóruma, II. helyezés
- 2021
- Bereczki Ferenc, Magyar Ortopéd Társaság, Zinner Nándor díj, díjazott
- 2020
- Éltes Péter, Magyar Ortopéd Társaság, Zinner Nándor díj, I. helyezés
- 2019
- Éltes Péter, Magyar Ortopéd Társaság, Zinner Nándor díj, I. helyezés
 - Bereczki Ferenc, Magyar Ortopéd Társaság 62. Kongresszusa, Fiatal Orvosok Fóruma, I. helyezés
- 2018
- Éltes Péter, Magyar Ortopéd Társaság, Zinner Nándor díj, I. helyezés

Semmelweis Egyetem

- 2023
- Turbucz Máté, Semmelweis University PhD Scientific Days 2023, Clinical Medicine III., I. helyezés
 - Turbucz Máté, Semmelweis Egyetem, SE 250+ Kiválósági PhD Ösztöndíj Pályázat, díjazott
 - Hajnal Benjámin, Semmelweis Egyetem, SE 250+ Kiválósági PhD Ösztöndíj Pályázat, díjazott
- 2022
- Turbucz Máté, Semmelweis Egyetem, SE 250+ Kiválósági PhD Ösztöndíj Pályázat, díjazott
- 2021
- Bereczki Ferenc, Semmelweis University PhD Scientific Days 2021, Clinical Medicine VII. Lectures, I. helyezés

Amerikai Magyar Orvosszövetség

- 2019
- Hajnal Benjámin, Amerikai Magyar Orvosszövetség Balatonfüred Konferencia, Ortopédia és fül-orr-gégészet szekció, I. helyezés
 - Hajnal Benjámin, Amerikai Magyar Orvosszövetség Balatonfüred Konferencia, Ivan Krisztinicz díj, díjazott
- 2018
- Bereczki Ferenc, Amerikai Magyar Orvosszövetség Balatonfüred Konferencia, Neurológia szekció, I. helyezés

Egyéb Díjak

- 2023
- Turbucz Máté, Mimics Innovation Awards, III. helyezés
 - Turbucz Máté, European Society of Biomechanics, Travel Award, díjazott
- 2022
- Turbucz Máté, Amerikai Magyar Akadémikusok Alapítványa, PhD Hallgatói Konferencia Részvételi Ösztöndíj, díjazott
- 2021
- Hajnal Benjámin, Korányi Frigyes Tudományos Fórum, Operatív medicina szekció, II. helyezés
- 2019
- Pokorni Ágoston Jakab, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Nemzeti Felsőoktatási Ösztöndíj, díjazott
 - Hajnal Benjámin, Korányi Frigyes Tudományos Fórum, Operatív medicina szekció, I. helyezés
 - Éltes Péter, PhD Fokozatszerzési Ösztöndíj, díjazott

DR. BERECKZI FERENC

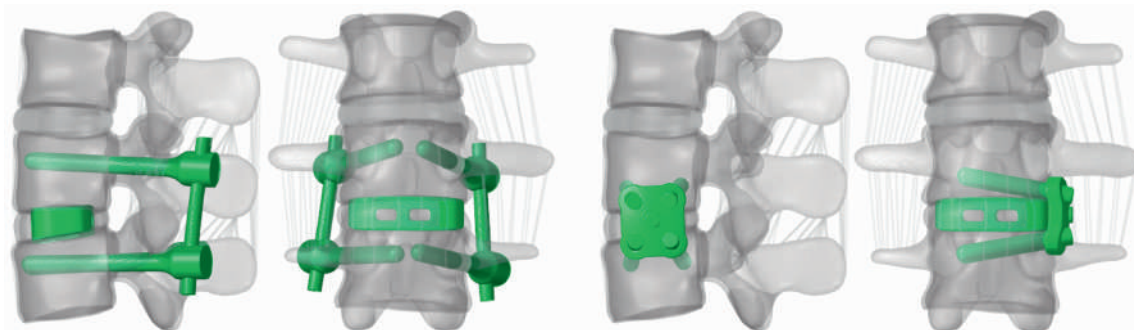


Berczki Ferenc még a Semmelweis Egyetem orvostanhallgatójaként csatlakozott 2017-ben az akkor megalakuló ISBL-hez, és végzett tudományos diákköri tevékenységet. Szakdolgozatát a laborban végzett kutatási eredményeiből írta. 2019-től PhD hallgató a Semmelweis Egyetemen, illetve kutatóorvos az OGK-ban. Fő kutatási témája a gerincsebészetben alkalmazott implantátumok biomechanikai vizsgálata, illetve betegspecifikus implantátumtervezés.

4. évfolyamos orvostanhallgatóként ismerkedtem meg először az Országos Gerincgyógyászati Központtal (OGK) és az ott zajló magas színvonalú gyógyító és kutatási tevékenységgel. A virtuális gerincsebészet, implantátumtervezés és az abban rejlő potenciál rendkívüli módon felkeltették az érdeklődésemet, így 2017-ben csatlakoztam az akkor formálódó In Silico Biomechanikai Laboratóriumhoz (ISBL). Tudományos Diákköri (TDK) hallgatóként segítettem a labor munkáját. Az akkor elért tudományos eredményekkel több magyarországi, illetve Marosvásárhelyen rendezett diákköri konferencián is első díjban részesítettek. Munkámat az Országos Tudományos Diákköri Konferencián is bemutatthattam. Mindeközben fokozatosan betekintést nyerhettem a gerincbetegek ellátásába, a kórház mindennapi működésébe, illetve a műtéti tevékenységbe is.

Szakdolgozatomat az ISBL-ben végzett kutatásaim alapján írtam és védtem meg a Semmelweis Egyetem Ortopédiai Klinikáján. Az orvosi diploma megszerzését követően kezdtem el dolgozni az OGK-ban, mint betegellátásban résztvevő orvos. A TDK hallgatóként elért tudományos eredmények alapján felvételt nyertem a Semmelweis Egyetem Doktori Iskolájába, mint PhD hallgató. Doktori értekezésem témája a gerincsebészetben, különösképpen a minimálisan invazív sebészeti beavatkozásokban alkalmazott implantátumok biomechanikai vizsgálata.

Fő célkitűzésem egy relatíve új, de már széles körben alkalmazott minimálisan invazív gerincsebészeti beavatkozás, a ferde laterális feltárásból végzett fúziós (OLIF) műtéteknél alkalmazott specifikus implantátumrendszerek



összehasonlítása biomechanikai szempontok alapján számítógép asszisztált (In Silico) modellezéssel.

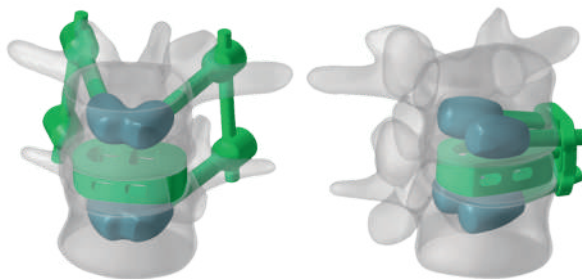
Kutatói tevékenységem alatt az ISBL és a vezetősége minden lehetőséget megteremtett, hogy biomechanikai ismereteimet mélyíteni és bővíteni tudjam. 2021-ben Olaszországban, Udine-ben szervezett „Csont sejt- és szövetmechanika” kurzuson, majd 2022-ben Németországban, Ulm-ban megtartott „Biomechanikai Alapismeretek” képzésen vehettem részt, mely új távlatokat nyitott meg kutatásomban.

Az ISBL által nyújtott infrastruktúra és a nálunk dolgozó kiváló mérnökök közreműködésével, egy három intakt csigolyát tartalmazó ágyéki virtuális gerincmodellt hoztunk létre, melyen hűen lehet modellezni a törzs mozgásai következtében létrejövő biomechanikai folyamatokat.

A méretarányosan digitalizált 3D implantátum-modelleket virtuális gerincműtét keretein belül illesztettük a gerincmodellekbe,

és vizsgáltuk a stabilitásra kifejtett hatásukat. Az elért eredményeket egy nemzetközileg elismert, biomechanikai témával foglalkozó folyóiratban publikáltam (Frontiers in Bioengineering and Biotechnology), melyet a tudományos közösség érdeklődéssel fogadott.

A tudományos tevékenységemet 2022-ben Las Vegasban (USA), illetve 2023-ban Págyában (Csehország) megrendezésre kerülő Global Spine Congress-en is bemutathattam, mely a nemzetközi gerincsebész társadalom egyik legrangosabb évente megrendezésre kerülő konferenciája.



Bereczki és munkatársai. 2023. The Spine Journal. Bírálattal.

PMMA-val augmentált OLIF rögzítési konstrukciók.

Mivel aktívan részt veszek a gerincbetegek ellátásában, illetve az OGK műtėti tevékenységében, így mindig is nagy érdeklődéssel töltött el betegspecifikus implantátumok, illetve a műtétek tervezéséhez és kivitelezéséhez használt sablonok tervezése és gyártása. A célunk a betegbiztonság maximalizálása, és a pácienseinknek a legkorszerűbb kezelés biztosítása. Az ISBL egy „hidat” képez a mérnöki tervezés és a mindennapi sebészeti gyakorlat között, ahol a két szakma együtt dolgozik a beteg érdekében. Hosszútávú célom egy ilyen specifikus munkacsoport szervezése, melynek célja a komplex gerincsebészeti eseteknél a legmegfelelőbb műtét eredmény elérése érdekében implantátumok és sablonok tervezése és gyártása.

DR. BERECKZI FERENC

Kutatóorvos, PhD hallgató
In Silico Biomechanikai Laboratórium

TURBUCZ MÁTÉ



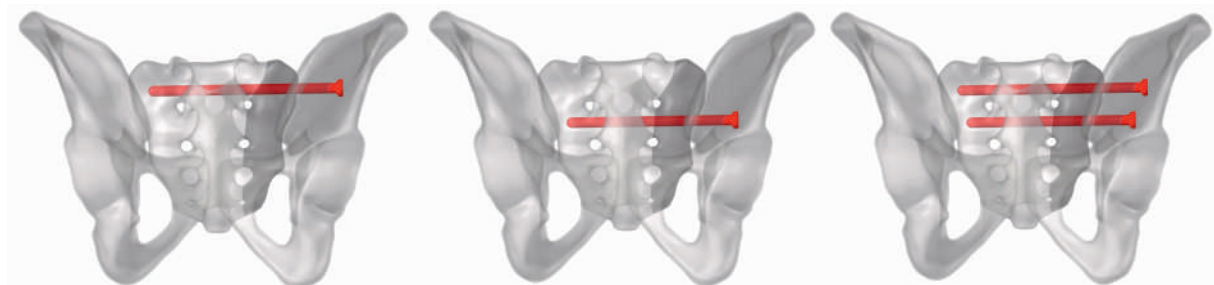
Turbucz Máté, gépészmérnök, TDK hallgatóként csatlakozott az In Silico Biomechanikai Laboratóriumhoz 2018-ban. 2020-ban végzett a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) gépészeti modellező mérnök angolnyelvű mesterképzésén. Ezt követően a Semmelweis Egyetemen (SE) kezdte meg doktori tanulmányait, és még ebben az évben elnyerte a négy évre szóló Kooperatív Doktori Program ösztöndíját. Fő kutatási területe a betegspecifikus végelemek modellek fejlesztése, valamint ezek felhasználása a különböző implantátumok fejlesztése és optimalizálása során.

2018-ban végeztem el a BME gépészmérnöki alapképzését. A képzést lezáró szakdolgozatom során ismerkedtem meg a biomechanika, illetve a betegspecifikus implantátumok világával, melynek keretében egy egyénre szabott csípőprotézis szilárdsági vizsgálatát végeztem el. Az ekkor alakult In Silico Biomechanikai Laboratórium (ISBL) kiváló lehetőséget nyújtott arra, hogy a továbbiakban is hasonló, klinikai hatással rendelkező kutatási projekteken vehessek részt.

A mesterképzésem alatt rendszeresen szerepeltem Tudományos Diákköri Konferenciákon (TDK), melyeken rendre dobogós helyezéseket sikerült elérnem. 2020-ban, a SE TDK Konferenciáján sikerült első helyet elérnem, az Ortopédia és Traumatológia szekcióban. Ennek köszönhetően részt vehettem

a kétévente megrendezett Országos Tudományos Diákköri Konferencián, ahol mérnökként sikerült első helyezést elérnem a Traumatológia, Ortopédia és Idegsebészet kategóriában.

A TDK-sikerekkel tűzdelt egyetemi éveket követően 2020 szeptemberében kezdtem meg PhD képzésemet a SE Doktori Iskolájában, ahol fő kutatási területnek a személyre szabott gerincsebészetet választottam. A doktori tanulmányaim kezdeti szakaszában, az egészséges lumbális gerinc végelemek modelljét fejlesztettem ki, klinikai képalkotók (CT, MR) felhasználásával. A modellfejlesztés során különös figyelmet szenteltem a porckorongok, illetve a gerincszakaszok biomechanikailag helyes modellezésére, hiszen ezek viselkedése kritikusan befolyásolja az elkészített modell biomechanikai viselkedését. Munkám során egy



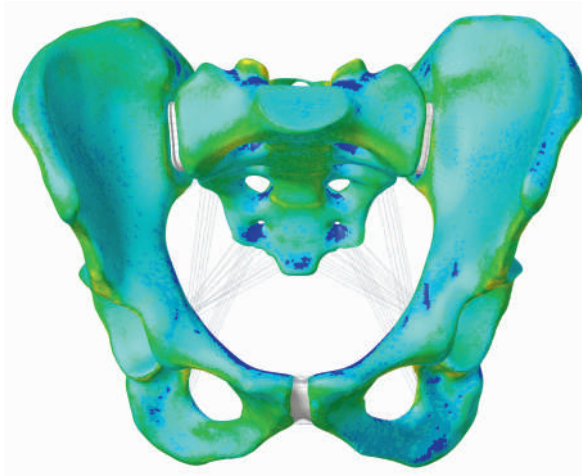
olyan munkafolyamatot sikerült kidolgozni, amely lehetővé teszi, hogy az ISBL-ben betegspecifikus végeselem modelleket készítsünk a klinikai képalkotók felhasználásával.

Az ezt követő kutatási projektben a korábban kifejlesztett modell kibővítésével, különböző gerincrögzítő megoldások szilárdsági elemzését végeztem el. A projekt során különböző merevségű implantátumok biomechanikai hatását vizsgáltam, különös tekintettel a mechanikai szövődmények megelőzésének lehetőségére. Az elért eredményeket, illetve a kifejlesztett vizsgálati módszert az Amerikai Idegsebészeti Társaság által kiadott, magas presztízsű szakmai folyóiratában publikáltam, az ISBL további kutatóival együttműködve.

Ezt követően olyan kutatásokban vettem részt, amelyben nem csak a gerincet, hanem a hozzá kapcsolódó anatómiai régiókat érintő patológiákat is vizsgáltam. A lumbális gerincmodellt kiegészítettem az ép medence modelljével, melynek felhasználásával különböző keresztcsontban alkalmazott törésrögzítő csavarozási technikákat elemeztem. A vizsgálat eredményei rávilágítanak arra, hogy

a betegspecifikus szilárdsági számítások elősegíthetik a megfelelő műtéti eljárás kiválasztását,

az optimális klinikai kimenetel érdekében. Egy további tanulmányban teljes keresztcsont eltávolításon átesett betegek számára kifejlesztett, különböző rekonstrukciós rendszerek elemzését végeztem el. Az eredmények ebben az esetben is segítenek kiválasztani azt a megoldást, amely a beteg anatómiájának megfelelő legoptimálisabb klinikai eredményt biztosítja.



Turbucz és munkatársai. 2023. Injury.

A medence betegspecifikus végeselem modellje.

Az ISBL-ben elvégzett tudományos tevékenységemnek köszönhetően több nemzetközi konferencián is részt vehettem az elmúlt években. Többek között, a 2022-es Global Spine Congress-en (GSC) Las Vegasban, az Európai Biomechanika Társaság 2023-as kongresszusán Maastrichtban, illetve a 2023-as GSC-n Prágában. A közeljövőben szeretném benyújtani doktori értekezésemet is, amely reményeim szerint tükrözi majd az ISBL-ben folyó szakmai munka nemzetközileg elismert színvonalát.

A hosszú távú terveim között szerepel, hogy a betegspecifikus szimulációk gyors és eredményes klinikai felhasználása az Országos Gerincgyógyászati Központban létrejöjjön. Meggyőződésem, hogy a jövőben a betegek anatómiájának, illetve csontminőségének figyelembevételével készült mérnöki számítások hozzájárulnak majd a klinikai döntéshozatalhoz.

TURBUCZ MÁTÉ

Kutatómérnök, PhD hallgató
In Silico Biomechanikai Laboratórium

DR. HAJNAL BENJÁMIN

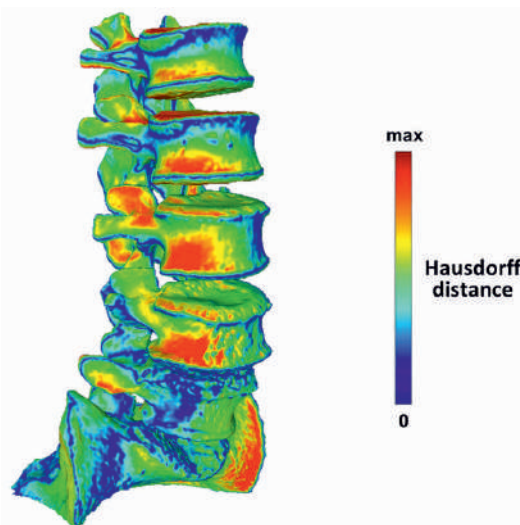


Hajnal Benjámín a Semmelweis Egyetem orvostanhallgatójaként 2018-ban kezdte meg tudományos diákköri munkáját az ISBL-ben. Számos hazai és nemzetközi konferencián vett részt, melyek során több alkalommal díjazásban részesült. 2021-től mint PhD hallgató folytatja tudományos munkáját intézetünkben.

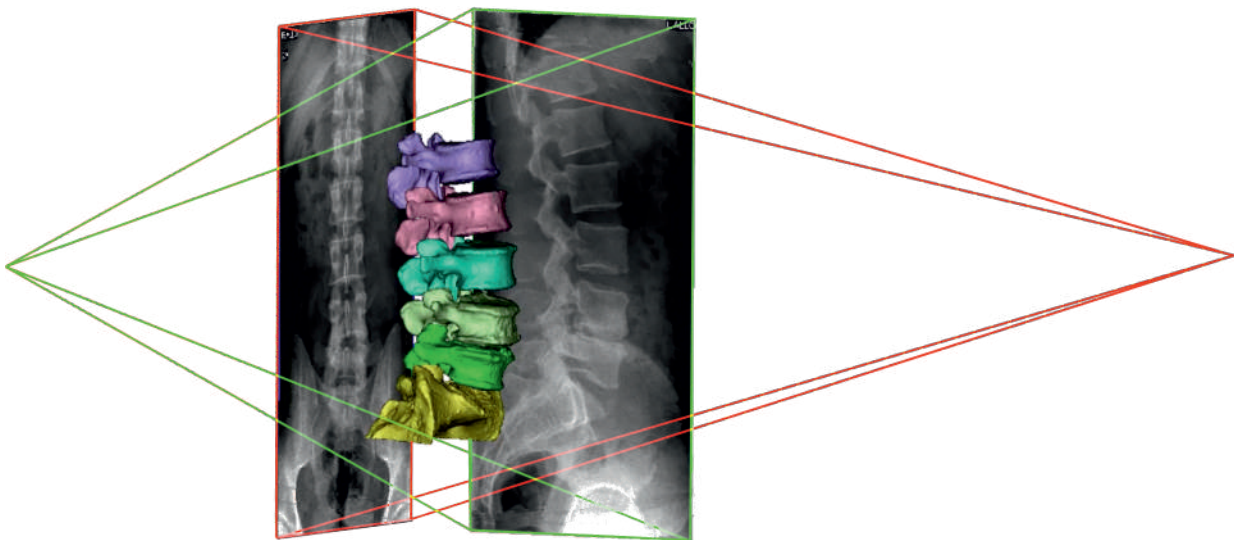
A Semmelweis Egyetem Általános Orvostudományi Karának 3. éves hallgatójaként, 2018-ban jelentkeztem az Országos Gerincgyógyászati Központba TDK-hallgatónak, miután magával ragadott Dr. Varga Péter Pál előadása, amiben többek között beszélt egy betegspecifikus - tehát egyedileg, a beteg igényeinek megfelelően tervezett és legyártott - teljes keresztcsontot helyettesítő implantátumról is, aminek használatát egy keresztcsonti daganat eltávolítása tette szükségessé. Személyes meghallgatást követően rövidesen be is kapcsolódhattam a labor tudományos munkájába. Célunk az volt, hogy egy olyan fűrészablont hozzunk létre, amely lehetővé teszi új csavar behelyezését a keresztcsontba egy betört csavarral párhuzamosan. Azon kívül, hogy ez volt az intézetben az első próbálkozás betegspecifikus fűrészablont használatára, ez egy mások által még nem használt, 3D nyomtatást és precíziós öntészeti technikát ötvöző gyártástechnológiával valósult meg, ami önmagában is érdekessé tette a projektet. Az első feladatomban egy 3D animáció elkészítése volt a sablon működési elvének és használatának bemutatására. Ezen kívül végeztünk vizsgálatokat is végeztem, melyekkel a szakirodalomban szereplő alternatív csavarpozíciókat hasonlítottunk össze, és egyértelműen kimutatható volt az egyik csavarpozíció használatának előnyössége. A projekttel elért legnagyobb

sikeremnek azt tartom, hogy a Magyar-Amerikai Orvostársaság éves balatonfüredi konferencián elnyertem vele a legjobb angol nyelvű előadásnak járó díjat, melynek eredményeképpen a társaság sarasotai konferenciáján is bemutathattam kutatásunk eredményeit.

A második jelentősebb projekt, amiben részt vettem, a hazai gerincsebészek körében vizsgálta a 3D nyomtatott anatómiai modellek hasznosságának megítélését egy multicentrikus vizsgálat keretében. Ezt a kutatást nem a technikai kihívások tették érdekessé, hanem



Hajnal és munkatársai. 2022. Nature Scientific Reports. A független vizsgálók által illesztett modellek felszíni távolsága.



Hajnal és munkatársai. 2022. Nature Scientific Reports.
3D lumbális gerincmodell kétirányú álló röntgenhez illesztése.

az, hogy lehetőséget adott a hazai gerincsebészeti műhelyekbe való bepillantásra, és nem elhanyagolható módon megerősített bennünket abban, hogy a 3D nyomtatott anatómiai modellek használata széles körben hozzájárulhat a gerincgyógyászati ellátás fejlesztéséhez. Ennek a kutatásnak is bemutattam eredményeit nemzetközi fórumon, a 2023-ban Prágában megrendezett Global Spine Congress-en.

A harmadik projekt témája, melyben nagy szerepet vállaltam, a CT-alapú 3D virtuális gerincmodell kétirányú álló röntgenhez illesztése volt. Ennek jelentősége abban van, hogy a fekvő és álló gerinc ágyéki görbülete jelentősen eltérhet, és míg a végeelem modellek által tartalmazott 3D információ CT-alapú (amely fekvő testhelyzetben készül), a biomechanikai szempontból releváns testhelyzet az álló. Sikertelenül kidolgoznunk egy kézi technikát, amely

lehetővé teszi ennek az illesztésnek a nagy pontossággú, megbízható kivitelezését. Ennek a projektnek a kapcsán jelent meg első elsőszerezős cikkem.

Jelenleg főként a mesterséges intelligencia felhasználásán dolgozom.

Ennek nagy hasznát vesszük a laborban, hiszen lehetővé teszi például CT felvételtől a gerinc 3D modelljének automatikus létrehozását. Az előzőleg bemutatott illesztési eljárást is mesterséges intelligencia segítségével tervezzük automatizálni, illetve a fűrésablomok automatikus tervezéséhez is fel szeretnénk használni.

DR. HAJNAL BENJÁMIN

Kutatóorvos, PhD hallgató
In Silico Biomechanikai Laboratórium

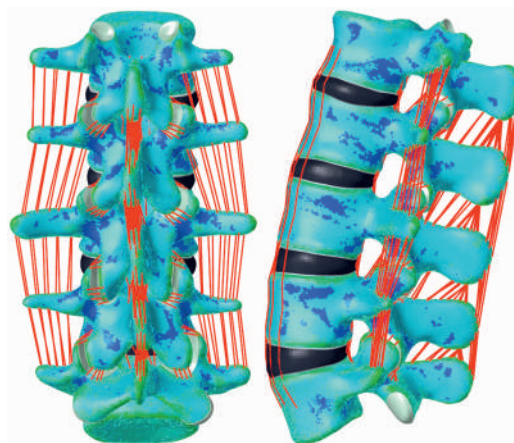
POKORNI ÁGOSTON JAKAB



Pokorni Ágoston Jakab biomechatronikai mérnök-ként végzett 2021-ben a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki Karán. TDK hallgatóként csatlakozott az ISBL-hez 2018-ban és mind a szakdolgozatát, mind a diplomamunkáját intézetünkben készítette. 2021 szeptembere óta a Semmelweis Egyetem PhD. hallgatója. Fő kutatási területe a különböző csigolyatestpótlások végeselemes összehasonlítása és a személyre szabott, betegspecifikus implantátumok tervezése és additív technológiákkal történő gyártása.

Az alapképzés szakmai gyakorlata során találkoztam először az ISBL-lel 2018-ban. A gyakorlat alatt megismerkedtem a gerinc biomechanikájával és különböző vizsgálataival. A téma annyira megtetszett, hogy a gyakorlat után is maradtam, és elkezdtem életem első tudományos kutatását, amely a fúziós gerincműtétek végeselemes vizsgálatával foglalkozott. Amellett, hogy végül ebből a témából írtam a szakdolgozatomat a TDK dolgozattal sikerült első helyezést elérnem a műegyetemi, majd második helyezést az Országos Tudományos Diákköri Konferencián (OTDK). Az ezt követő három évben számos hazai és nemzetközi konferencián mutathattam be a gerinccel kapcsolatos kutatásomat, mellyel 2019-ben szintén első lettem az egyetemi konferencia biomechatronika szekciójában. 2020-ban az ISBL-ben végzett kutatási tevékenységem eredményeinek is köszönhetően Campus Mundi ösztöndíjasként fél évet tölthettem a Padovai Egyetemen, ahol például az adatelemzés és a rehabilitációs eszközök tervezése formájában a későbbi kutatásokhoz hasznos tárgyakat hallgathattam. 2021-ben a csigolyapótlások végeselemes vizsgálatával foglalkozó diplomatervem megvédésével végeztem a mesterképzésen, a témában született dolgozatommal első helyezést értem el az OTDK-n, majd szeptemberben elkezdtem a doktori képzést a Semmelweis Egyetem Doktori Iskolájában.

A Laboratóriumban eltöltött évek során számos képzésen tudtam részt venni, melyek segítettek a számítógépes szimuláció és a biomechanika átfogó megértésében, lehetővé téve, hogy az emberi mozgásszervi rendszer működését mikroszkopikus és makroszkopikus szemszögből egyaránt megértsem.

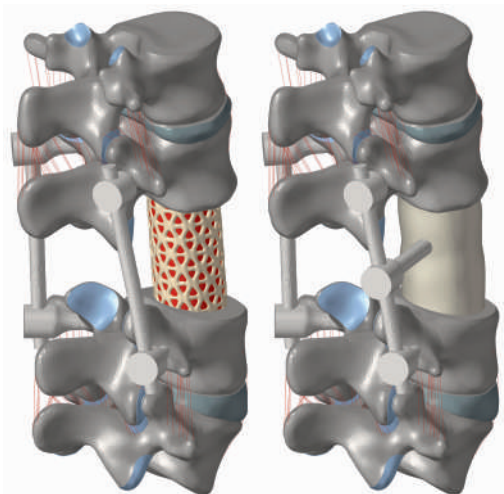


Turbucz & Pokorni és munkatársaik.

2022. Applied Sciences.

Az ágyéki gerinc betegspecifikus végeselemes modellje.

A gerinc végeselemes modellezésének szépsége szerintem, hogy bár a különböző modellek felépítése hasonló lépésekből áll, nincs két ugyanolyan modell, és minden projektben szembesülünk valami új kihívással, vagy olyan problémával, amire addig nem is gondoltunk.



Pokorni és munkatársai. 2023.

Nature Scientific Reports.

Különböző csigolyatestpótlások vége-selelemes modelljei.

TDK, majd PhD hallgatóként a kutatásom során én is végigmentem ezeken a lépéseken, eljutva egy csigolya modellezésétől egy egész gerincszakasz szimulálásáig és irodalmi eredmények alapján történő validálásáig. Ennek során a csigolya modellezését követően létrehoztam egy mozgásszegmentumot, amely két szomszédos csigolyából és a köztük lévő lágyrészekből áll. Ezzel már megtudtam vizsgálni, hogy egy egyszint fúzió esetén milyen igénybevételek ébrednek a hátulsó és az elülső rögzítésekben különböző terhelések esetén. Ezt követően az ágyéki gerincen végzett csigolyaeltávolítással foglalkoztam, mely során egy két szegmentumból álló vége-selelemes modell segítségével vizsgáltam különböző csigolyatest pótlásokat, majd ezek alapján terveztem meg egy egyedi pótlás prototípusát. Eközben részt vettem a teljes ágyéki gerinc számítógépes modelljének létrehozásában és elkezdtem a nyaki gerinc

modelljének kidolgozását. Az elmúlt öt évben a számítógépes szimuláció és a tudományos közlemények írása mellett az ISBL-ben lehetőségem volt a műtéti tervezést segítő anatómiai modellek és a csavarbehelyezést segítő műtéti sablonok tervezését és 3D nyomtatását is megismernem és megtanulnom. Ez számomra azért is fontos volt, mert ezzel

a tudományos kutatásokon felül kézzelfogható, közvetlen módon hozzájárulhattunk a betegellátáshoz.

Az ISBL előnye, hogy a mérnökök és az orvosok szorosan együttműködnek, ezért az itt születő kutatások klinikailag releváns kérdésekkel és problémákkal foglalkoznak. A különböző eljárások és eszközök összehasonlításával a kezelőorvosok pontosabb képet kaphatnak ezek egymáshoz mért előnyeiről és hátrányairól, amely befolyásolhatja az előnyben részesített műtéti megoldásokat. Emellett a betegspecifikus modellek a jövőben az adott beteg paraméterei és állapota alapján a számára optimális technika vagy implantátum meghatározásában is a sebész segítségére lehetnek. A betegspecifikus műtéti sablonok és a beteg sok esetben bonyolult anatómiáját átláthatóvá tévő 3D nyomtatott anatómiai modellek azonban már most rendelkezésre állnak. A következő években azon szeretnék dolgozni, hogy ezek a műtéti tervezés mindennapos részévé válva beépüljenek a kezelési folyamatba, tovább növelve az Intézeti betegellátás minőségét.

POKORNI ÁGOSTON JAKAB

Kutatómérnök, PhD hallgató

In Silico Biomechanikai Laboratórium

BARTOS MÁRTON



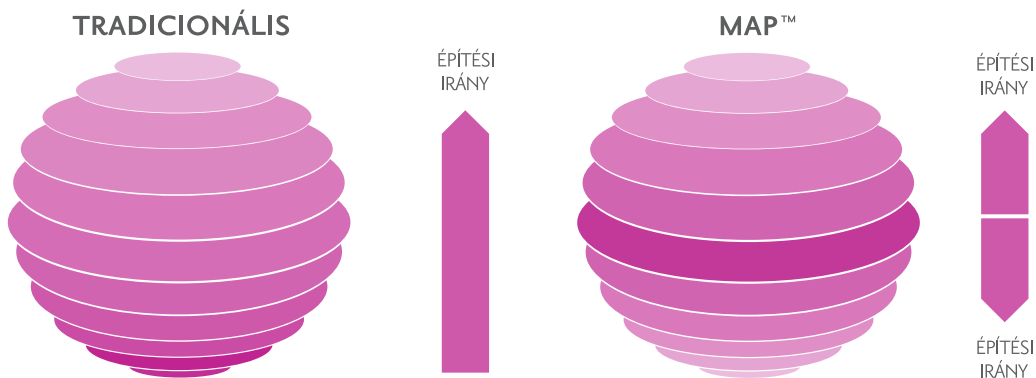
Bartos Márton 2008-ban végzett a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki Karán, Ipari termék- és formatervező mérnöki szakon. Ezt követően tervezőmérnökként helyezkedett el termék-fejlesztési területen, mely során tapasztalatot szerzett a legfőbb 3D nyomtatási eljárások alkalmazásával és azok technológiai fejlesztésével kapcsolatban. 2023-ban kezdte doktori tanulmányait a Semmelweis Egyetemen, kutatómunkája során egy általa szabadalmaztatott, újszerű 3D nyomtatási technológia klinikai integrációját vizsgálja.

Az egyetemi évek alatt ismerkedtem meg a 3D nyomtatással és annak főbb technológiai ágáival, melyek alkalmazásában gyakorlati tapasztalatot szereztem. Ezt követően 8 évig dolgoztam tervezőként egy nemzetközi cégnél, mely során számos prototípus-tervezési és termékfejlesztési projektben vettem részt.

2013-ban egyetemi csoporttársammal közösen céget alapítottam azzal a céllal, hogy megalkossunk egy olyan saját fejlesztésű 3D nyomtatót, melynek nyomtatási minősége alkalmassá teszi az egészségügyi felhasználásra. Az első nyomtatót a BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar vásárolta azzal a céllal, hogy a zöldhályog hatékonyabb gyógyításához saját alapanyagot fejlesszen. A berendezést

- fogászati felhasználásra történő továbbfejlesztését követően - a kölni IDS világkiállításon mutattuk be, ahol nagyon pozitív nemzetközi fogadtatásban részesült, és több mint 20 országában került értékesítésre fogászati klinikák és fogtechnikai laboratóriumok számára.

2014-ben találkoztam az ISBL alapítóinak úttörő munkásságával és azóta is számos 3D nyomtatáson alapuló, betegspecifikus eszköz, illetve munkafolyamat kialakításában és optimalizálásában működünk együtt. Az évek alatt elvégzett közös munka tudományos értékét többszörösen idézett nemzetközi publikációk bizonyítják.



2015-ben elkészítettem egy újfajta, kétirányú 3D nyomtatási eljárásra vonatkozó szabadalmi bejelentést, mely a nemzeti oltalomszerzést követően sikeresen kiállta a nemzetközi szabadalmaztatás próbáját is. Az eljárás lényege, hogy

a nyomtatási folyamat során egyszerre több irányból épül egy térbeli forma,

és ezáltal a gyártási idő, illetve az előállításához szükséges támaszanyagmennyiség jelentős mértékben csökkenthető. 2015 és 2020 között párhuzamosan irányítottam a korábban bemutatott fogászati 3D nyomtató továbbfejlesztését, illetve a kétirányú berendezés prototípusának megtervezését és megépítését. 2020-ban a Duplex GmbH megkezdte a szabadalmaztatott technológiára épülő, szál-extrúziós elven működő termék kifejlesztését, és piackész formában 2022 novemberében mutatta be a frankfurti FormNext kiállításon.

2023-ban felvételt nyertem a Semmelweis Egyetem Doktori Iskolájába és kutatómunkámat az ISBL-ben végzem a kétirányú 3D nyomtatás klinikai integrációjával kapcsolatban. Az additív gyártásban kimagasló potenciál rejlik az egészségügyi alkalmazások területén, segítségével műtéti előtervezéshez is használható anatómiai modellek vagy betegspecifikus navigációs eszközök, implantátumok is előállíthatóak. Mindezek ellenére az emberi testre jellemző komplex geometriai adottságoknak és a hagyományos 3D nyomtatási folyamat, azaz a rétegek egy irányból történő egymásra építésének kombinációjából adódó magas idő-, és utómunka igény jelentősen korlátozza a széleskörű elterjedést. Vizsgálatom fő célja, hogy összehasonlító elemzést mutasson be egy sor, különböző deformitású gerincgeometriáról. Ezeket az anatómiai modelleket hagyományos 3D nyomtatóval és a kétirányú módszerrel is elkészítem. A digitális modellek 3D nyomtatási előkészítésénél a fúvókaátmérő, a rétegvastagság és a kitöltési beállítások tekintetében ugyanazt a feldolgozási profilt

használok. A két nyomtatási sorozat alapján összegyűjtöm a kulcsfontosságú gyártási paramétereket, úgy mint a modell és a támaszanyag mennyiséget illetve a teljes nyomtatási és az utómunka időt. Ezt követően a nyomtatott 3D szkennelési technológiával digitalizálom, és megmérem az eredeti modell és 3D nyomtatott változatának adott referenciapontjai közötti távolságot. Az így előálló mérési adatok kiértékelésével kellően megalapozott következtetés vonható le az idő, felhasznált alapanyag és méretpontosság mentén elérhető hatékonyságnövekedésről az additív gyártás folyamatában. Az ISBL laborban folytatott kutatómunka során látott valós esetek és a klinikumból érkező közvetlen visszacsatolás nagyban hozzájárul az additív technológia mindennapi használatához vezető, sikeres integrációt biztosító út megismeréséhez.



A kétirányú nyomtatást megvalósító DUPLEX nyomtató és egy kinyomtatott gerincmodell.

BARTOS MÁRTON

Kutatómérnök, PhD hallgató
In Silico Biomechanikai Laboratórium

CHLOÉ TECHENS PHD

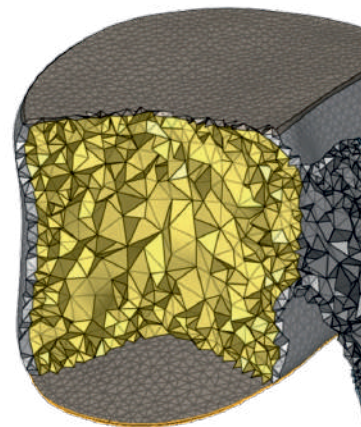


Chloé Techens a francia École Centrale de Nantes műszaki egyetemen végzett anyagmérnökként, majd az orvostechnikai képzésen belül a biomechanika specializáción szerzett mesterdiplomát a svédországi KTH Royal Institute of Technology-n 2018-ban. Már az egyetemi éveitől is érdeklődött az ortopédia és a gerincsebészet iránt, így még ebben az évben megkezdte PhD tanulmányait a SPINNER-ITN programban. Kutatása a perkután cement diszkoplasztika in vitro vizsgálatára fókuszált: kísérleti mérések és számítógépes vizsgálatok együttes alkalmazásával a gerinc műtét után mért biomechanikai paramétereinek pontosabb kiértékelésével foglalkozott.

Chloé két év intenzív, alapképzéssel egyenértékű matematikai és fizikai tanulmányok után 2017-ben műszaki mesterképzésen szerzett diplomát a franciaországi École Centrale de Nantes egyetemen, ahol szilárd testek mechanikájára és anyagtechnikai folyamatokra specializálódott. 2018-ban a KTH Royal Institute of Technology-n szerzett orvsmérnöki mesterdiplomát egy egyetemek közötti együttműködés keretében, ahol a biomechanikára, a bioanyagokra és azok orvosi eszközökben való alkalmazására, valamint kisebb mértékben az orvosi képalkotó technológiákra összpontosított. Graduális tanulmányai befejeztével fél évet töltött gyakornokként a svájci Kerimedical vállalatnál, ahol egy kézimplantátum kopási folyamatainak mechanikai elemzésével foglalkozott. Biomechanikai karrierjének folytatása érdekében 2018 végén megkezdte doktori tanulmányait a Bolognai Egyetemen Prof. Luca Cristofolini témavezetésével, valamint Dr. Éltés Péter és Dr. Lazáry Áron irányításával. Mivel ekkor már kialakult érdeklődése az ortopédia és a gerincsebészet iránt, az innovatív gerincsebészeti megoldások kidolgozását szolgáló SPINNER-ITN programban megvalósult együttműködésben laborunk munkájába bekapcsolódva végezte doktori kutatásait. A laborban végzett kutatásai fókuszában a perkután cement diszkoplasztika multi-diszciplináris, in vitro vizsgálata állt,

melyben különböző kísérleti és mérési módszerek alkalmazásával vizsgálta ennek a – Országos Gerincgyógyászati Intézethez köthető – beavatkozásnak a biomechanikai tulajdonságait és következményeit. Laborunkkal együttműködve, Chloé összekapcsolta az in vitro eredményeket az orvosi képalkotással annak érdekében, hogy a biomechanikai paramétereket kapcsolatba hozza a műtégi paraméterekkel.

Chloé 2022-ben szerezte meg a tudományos fokozatot, és jelenleg a franciaországi École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne intézetben folytatja kutatómunkáját, melyhez ezúton is sok sikert kívánunk!



JENNIFER FAYAD PHD

Jennifer Fayad biológia szakon végzett a Libanoni Amerikai Egyetem alapképzésén, majd az egyesült királyságbeli University of Surrey-n szerzett mesterdiplomát egészségügyi mérnökként. 2018-ban PhD hallgatóként csatlakozott a SPINNER-ITN programhoz, amelyben intézetünk ipari partnerként vett részt. PhD-kutatásának középpontjában a gerincsebészeti műtétek tervezési és kiértékelési módszerei álltak. Munkája során a fúziós gerincműtétek esetén a műtéti tervezés részeként olyan eljárásokat vizsgált és dolgozott ki, amelyek további információt, számszerű adatokat nyújthatnak az orvosoknak a beteg mozgásáról és a műtéti szövődmények kockázatáról.

Jennifer 2015-ben szerzett biológusi alapidiplomát a Libanoni Amerikai Egyetemen, majd 2017-ben megszerezte egészségügyi mérnöki mesterdiplomáját is a Surrey-i Egyetemen, az Egyesült Királyságban.

Doktori tanulmányait 2018 végén kezdte meg a Bolognai Egyetemen Prof. Luca Cristofolini témavezetésével, Dr. Éltés Péter és Dr. Lazáry Áron felügyelete mellett. A SPINNER-ITN programhoz is ekkor csatlakozott, melynek részeként egy intézmények közötti együttműködésben az Országos Gerincgyógyászati Központ ipari partnerként vett részt, így Jennifer a PhD disszertációjához szükséges kutatómunkáját laborunkban alapozta meg.



A laborban végzett kutatásai fókuszában a gerinc szagittális stabilitásának vizsgálata állt, melynek fontos részét képezte a betegek műtétet megelőző és azt követő mozgásának elemzése. Kutatásai során Jennifer elsősorban sztereofotogrammetriai méréseket, vagyis marker alapú mozgáselemzési vizsgálatokat végzett. Ez egy olyan mérési technika, amely a test mozgásának követését foglalja magába több kamera és testfelületi markerek segítségével. Ezekhez a vizsgálatokhoz az Ortopédiai Klinika rendelkezésére bocsátotta jól felszerelt mozgáslaborját, amely elengedhetetlen volt a mérések elvégzéséhez. Az ISBL-nél töltött idő részeként Jennifer emellett lehetőséget kapott arra is, hogy megvizsgálja a 3D nyomtatott modellek alkalmazásának lehetőségét, amelyek segítségével a sebészek további információkat kaphatnak a betegspecifikus gerinc anatómiájáról, valamint a fúziós gerincműtétek-nél használt eszközök hatásáról a műtéti komplikáció kockázatára.

Jennifer 2022-ben szerezte meg a PhD fokozatot, jelenleg pedig a Luxemburgi Egészségintézetben folytatja kutatómunkáját a klinikai biomechanikai szakemberként, amihez további sikereket kívánunk!



ISBL-DÍJ

Az In Silico Biomechanikai Laboratórium 5 éves fennállása egy állomás, ami az eredmények tükrében öröme ad okot. Ugyanakkor egy átfogó értékelésre is késztet, hiszen az út közel sem volt akadály- és zökkenőmentes. A labor életében nagyon fontos a közeg, amiben a mindennapi működése zajlik, akárcsak a tudományos problémák, illetve kihívások megoldása során kapott segítség és támogatás. Munkánk során nagyon sok esetben kaptunk segítséget

az akadémia, a klinikum és az ipar különböző hazai és nemzetközi szereplőitől. Azonban fontosnak tartjuk kiemelni és elismerni a labor sikereihez legnagyobb mértékben hozzájárult személyeket.

Az In Silico Biomechanikai Laboratórium közössége egy díj formájában szeretné megköszönni a klinikai integrációban, valamint a mérnöki technológiák alkalmazásában nyújtott erőfeszítéseket.



Dr. Varga Péter Pál alapító-főigazgató a gerincgyógyászat területén végzett hazai és nemzetközi iskolateremtő munkássága mellett a labor létrejöttében is kulcsszerepet játszott. A gyógyító tevékenységének tudományos megalapozottsága és mélysége formálta az Országos Gerincgyógyászati Központ kutatás-fejlesztési stratégiáját. Ebben a stratégiában körvonalazódott az In Silico Biomechanikai Labor igénye is. A vízió realitás lett, kiemelkedő eredményeket produkálva. A Főigazgató Úr a labor létrejötténél és kezdeti szakaszában is stabil pillérként biztosította, hogy a labor, vagyis a „híd a mérnöki tudomány és a klinikai orvostudomány között” létrejöhessen.



DR. VARGA PÉTER PÁL

Intézet alapító, korábbi Főigazgató
Országos Gerincgyógyászati Központ
Budai Egészségközpont

Nadj István, a CAD-Terv Csoport alapítója és ügyvezető igazgatója kiemelt szerepet játszott a labor létrejöttében. A CAD-Terv cégcsoport széles spektrumon kínál mérnöki szolgáltatásokat kutatás-fejlesztési projektekhez, vagy kész megoldásokat az autóipartól az űr- és hadiiparig. A labor mindennapi tudományos tevékenysége során a végeelem analízisre épülő számítógépes szimulációs technológia rutinszerű alkalmazása Nadj István erőfeszítése és támogatása nélkül nem jöhetett volna létre. A CAD-Terv cégcsoport által kínált technológiák pillért képeztek a mérnöki tudomány és a klinikai orvostudomány között létrejött hídnak.



NADJ ISTVÁN

Ügyvezető igazgató
CAD-Terv Csoport

BIOMECHANIKA ÉS IN SILICO BIOMECHANIKA



PROF. DR. LUCA CRISTOFOLINI

a Bolognai Egyetem professzora

Milyen in vitro mérési módszereket alkalmaznak jelenleg a gerinc biomechanikai vizsgálataiban?

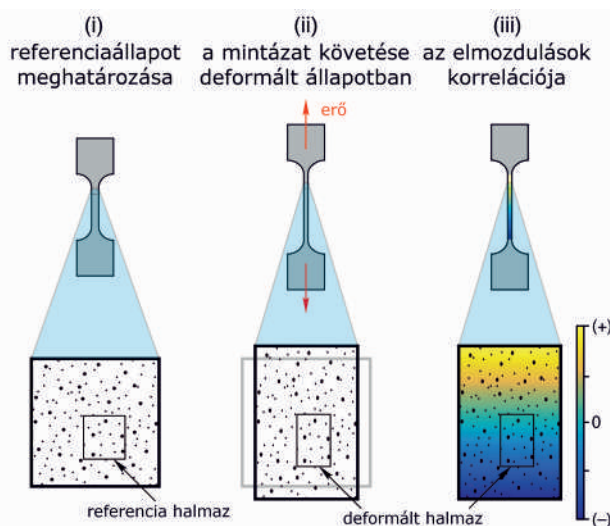
Az ex vivo minták kísérleti vizsgálatából származó adatok alapvető fontosságúak a biomechanikai vizsgálatokhoz és a szimulációkhoz szükséges információk összegyűjtéséhez. Először is fontos különbséget tenni az állati minták (amelyek etikai szempontból egyszerűbbek, de nem reprezentálják pontosan az emberi gerinc anatómiáját és biomechanikáját) és az emberi minták (amelyeket nehezebb beszerezni, de mindenképpen reprezentatívabbak) vizsgálata között.

A mérési módszerek két fő kategóriába sorolhatók:

- Azok a kísérletek, amelyek célja egy szegmens biomechanikájának mérése (azaz a rugalmassági zóna, a merevség stb. számszerűsítése különböző mozgástípusok esetén), főként többtengelyű mérő-beavatkozó eszközökre támaszkodnak, amelyek lehetővé teszik a szabályozott erők és nyomatékok kifejtését, miközben mérik a szegmens teljes elmozdulását és forgását. Ez a megközelítés előnyösen kiegészíthető mozgáselemző rendszerrel (pl. sztereofotogrammetrián alapuló rendszerrel) az egyes csigolyák mozgásának nyomon követésére.
- Más kísérletek célja a terhelés helyi hatásainak mérése (pl. a csigolyában és/vagy a porckoron-gokban és/vagy a szalagokban lévő feszült-

Luca Cristofolini professzor a kísérleti terhelés-elemzésben és az in vitro biomechanikai szimulációkban egyaránt jártas. Kutatásai középpontjában az ortopédiai biomechanika áll, beleértve a beültethető eszközök tervezését és validálását, valamint a csontszerkezetek különböző szintű mechanikai vizsgálatát. Több mint 200 publikációval és egy európai szabadalommal jelentős mértékben járult hozzá a biomechanika területéhez, amely munkájáért számos díjat kapott.

ségeloszlás, valamint a terhelés hatására bekövetkező tönkremenetel). Ebben az esetben további mérőeszközöket használnak a különböző szövetek deformációjának mérésére, miközben gyakran egyszerűsített terhelési feltételeket részesítenek előnyben. A leggyakoribb eszközök a nyúlásmérő műszerek, a digitális képkorreláció (DIC, vagyis a térbeli mérés a felületen) és a digitális térfogatkorreláció (DVC, vagyis a térbeli elmozdulások és alakváltozások mérése a minta belső térfogatán).



LePage et al. 2019.

A digitális képkorreláció (DIC) működési elve egy húzóvizsgálat sematikus ábráján.

Mi a fő különbség a digitális képkorreláció (DIC) és a hagyományos in vitro mérések között?

A DIC lehetővé teszi a minta felületén lévő elmozdulások és alakváltozások egyidejű mérését: ez más eszközökkel is elvégezhető, de több, drága mérő-átalakítót igényel. A DIC fő előnye a gerinc biomechanikájában az, hogy a kemény és lágy szöveteken az elmozdulásokat és a nyúlásokat egyidejűleg, a vizsgálat során végig képes mérni, potenciálisan a teljes felületet vizsgálva. A DIC ráadásul érintésmentes technika, így nem változtatja meg jelentősen a mintát.

Az in silico vizsgálatok növekvő jelentőségének fényében, hol helyezkednek el az in vitro kísérletek a kortárs biomechanikai kutatásban?

Az in silico eszközök egyre hatékonyabbak és megfizethetőbbek. Az in silico modellek megbízhatósága azonban függ (i) az ilyen modellek felépítéséhez és betanításához felhasznált információktól, valamint (ii) a modellek validálásához, azaz megbízhatóságuk bizonyításához használt adatoktól is. Minden ilyen adat csak a fizikai világból származhat, és főként in vitro kísérletekkel lehet megszerezni őket. Ezért, bár az in silico modellekben rejlő lehetőségek jelentősen megnöttek, továbbra is szükség van megbízható kísérleti adatokra.

Hogyan működhetnek együtt az in vitro mérések és az in silico vizsgálatok, például az implantátumok tervezése során?

Az in vitro kísérletek és az in silico modellek szépen kiegészítik egymást. Az in silico modellek fő erőssége, hogy ugyanazt a modellt végtelen

sokszor újra lehet használni: ez nagyon költség- és időhatékony, ha több hasonló forgatókönyvet szeretnénk megvizsgálni (pl. különböző implantátumméretek, anyagok, interfészek). Ugyanakkor egy modell csak azokat a forgatókönyveket vizsgálhatja, amelyek legalább bizonyos mértékig ismertek és várhatóak. Ez a tudás csak a fizikai valóságból, azaz olyan ellenőrzött in vitro kísérletekből származhat, ahol az eseményt megfigyelték. Továbbá, függetlenül attól, hogy egy in silico modell mennyire kifinomult, mindig szükség van bemeneti adatokra, hogy a modellt létrehozzák, és validálási adatokra, hogy a modell megbízhatóságát és hitelességét bizonyítsák.

Mit tanácsolna az in vitro kísérletek iránt érdeklődő diákoknak és fiatal kutatóknak?

Az in vitro kísérletek elvégzése manapság nagyobb kihívást jelent, időigényesebb és költségesebb, mint a numerikus szimulációk futtatása. Kísérleti adatokra azonban mindig szükség van egy in silico modell kifejlesztésének és validálásának bizonyos szakaszában. A megbízható kísérletek megtervezésére, validálására és elvégzésére való képesség meglehetősen ritka készség, amely a hallgatót és a fiatal kutatót "a kevés szakember egyikévé" fogja tenni a gerinctudomány közösségében.

PROF. DR. LUCA CRISTOFOLINI

A biomechanika professzora
Bolognai Egyetem
Gépészmérnöki Kar
Kutatócsoport-vezető
Bolognai Egyetem
Biomechanikai és in silico medicina
Kutatócsoport

KUTATÁS-FEJLESZTÉS AZ ORSZÁGOS GERINCGYÓGYÁSZATI KÖZPONTBAN



DR. LAZÁRY ÁRON PHD

Tudományos igazgató

Az orvoslás története egyben az orvostudományi kutatás-fejlesztés története. A ma alkalmazott gyógymódok, gyógyszerek, terápiás módszerek nem léteznének elődeink eredményes kutatásai nélkül. Egy tudásközpontként definiált országos orvosi centrumnak – mint az Országos Gerincgyógyászati Központ – kötelessége az aktív kutatás-fejlesztési tevékenység, amivel jelenünket szilárdítjuk, jövőnket építjük folyamatosan.

Intézetünkben az utóbbi évtizedben egyre hangsúlyosabbá vált a fenti K+F aktivitás. Köszönhetően az iskolateremtő alapító-főigazgató innovatív szemléletének, az OGK gyorsan nemzetközi folyamatok részesévé, kutatókonzorciumok tagjává tudott válni, amely lehetőséget teremtett a saját, intézményi K+F kultúra megteremtésére és megszilárdítására. Fókuszunkban a gerincbetegek gyógyításának tökéletesítése áll. Molekuláris biológiai, biomechanikai alapkutatási projektek eredményeként közelebb kerültünk a gerincbetegek és a különböző kezelési módszerek természetének megértéséhez. Alkalmazott, klinikai kutatási projektek révén a diagnosztikában és a terápiában alkalmazható módszerek fejlesztését végeztük az elmúlt években, és a K+F tevékenység hazai és nemzetközi elismerését számos rangos folyóiratban publikált közleménnyel támogattuk. Az ISBL megalapítása és ütemes fejlődése, növekedése ennek a folyamatnak az eredménye, de az egész K+F tevékenység kulcs-szereplői azok a személyek, akik időt, energiát és személyes forrásokat nem kímélve végezték el azt a munkát, ami az eredmények eléréséhez megkerülhetetlenül szükséges volt. A rendelkezésre bocsájtott talajt a résztvevők energiájával sikerült termékennyé tenni, és csakúgy, mint a termőföld esetében, ez folyamatos odafigyelést, gondoskodást és munkát igényel a jövőben is.

Nem titkolt szándékunk, hogy az OGK-t mint tudást és tudományt generáló centrumot képzeljük el továbbra is: olyan orvostudományi intézményné, mely aktívan és meghatározóan járul hozzá a gerincsebészet, a gerincgyógyászat fejlődéséhez. A klinikai vizsgálatok mellett az az intézményi K+F egyik, egyre szélesedő útját az in silico medicina jelenti, melynek zászlóshajója az ISBL. A számítógépek, fejlett szoftverek, algoritmusok, 3D technológiák segítségével nemcsak jobban akarjuk érteni a betegségek kialakulását és a terápiás módszerek jellegzetességeit, hanem napi szinten kívánjuk összekapcsolni a mérnöki és az orvostudományt, a mérnököket és az orvosokat annak érdekében, hogy a fejlett mérnöki tudás és az in silico technológiák a lehető legrövidebb úton szolgálják a betegek javát. Ebben az ötvözetben, a multidiszciplináris megközelítésben és módszertanban, valamint az aktív együttműködésben látom az OGK K+F jövőjét.

DR. LAZÁRY ÁRON PHD

Főigazgató-helyettes

Országos Gerincgyógyászati Központ

Budai Egészségközpont

Egyetemi docens

Semmelweis Egyetem

Ortopédiai Klinika

Gerincgyógyászati Tanszéki Csoport

AZ ISBL KÖVETKEZŐ 5 ÉVE



DR. ÉLTES PÉTER PHD
Laborvezető, gerincsebész

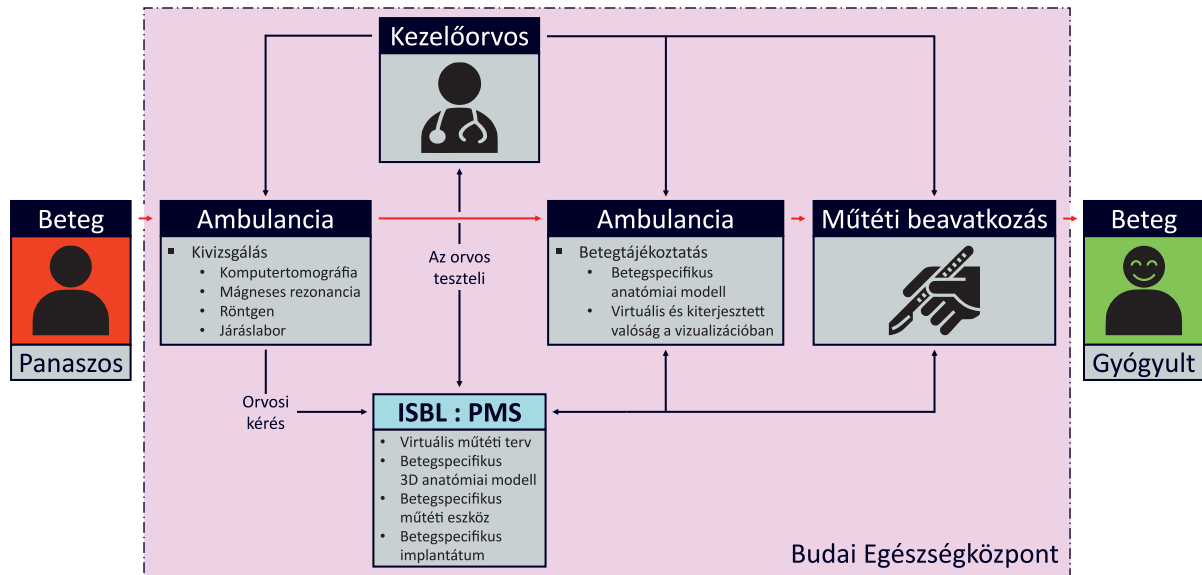


Az In Silico Biomechanikai Laboratórium Personalized Medical Solutions programja támogatást nyújt a klinikusoknak a a betegspecifikus gyógyítótevékenység megvalósításában.

AZ ISBL KÖVETKEZŐ 5 ÉVE

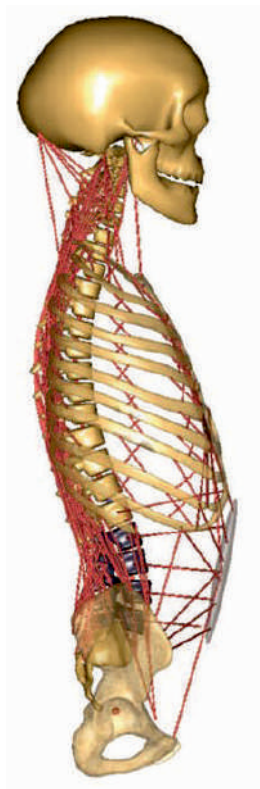
PMS : Personalized Medical Solutions

Az ISBL által támogatott betegellátás folyamata



Az ISBL által támogatott, személyre szabott gyógyítótevékenység folyamata, amely 3D nyomtatási technológiák és számítógépes szimuláció segítségével segíti a kezelőorvost.

AZ ISBL KÖVETKEZŐ 5 ÉVE



Ignasiak és munkatársai. 2018. European Spine Journal.

A teljes gerinc komplex számítógépes modellje,
amely az izmokat is magában foglalja.

DR. ÉLTES PÉTER PHD

Laborvezető, gerincsebész

AZ IN SILICO MEDICINA JELENE ÉS JÖVŐJE



PROF. DR. DAMIEN LACROIX
a Sheffieldi Egyetem professzora

A gépészmérnöki háttérrel és biomechanikai PhD-vel rendelkező professzor a csontok mechanobiológiája és a gerinc biomechanikája terén vezet kutatásokat, amelyek során a mechanikai ingerek biológiai válaszreakciókra gyakorolt hatását tanulmányozza. Csoportja egyesíti a numerikus szimulációkat és az in vitro kísérleteket, amelyek a gerinc biomechanikájára, szövetek tervezésére és a sejtmekanikára összpontosítanak.

Hogyan definiálná az In Silico Medicine fogalmát?

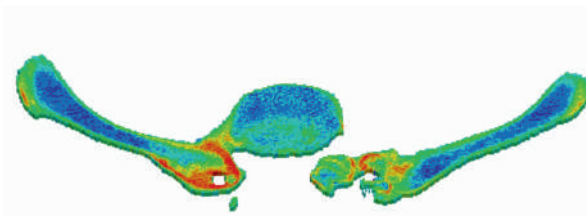
Az in silico orvostudomány, más néven precíziós orvostudomány vagy személyre szabott orvostudomány az új paradigma az orvostudomány fejlődésében, ahol olyan számítástechnikai eszközöket fejlesztünk ki és használunk, amelyek vagy felgyorsítják a klinikai vizsgálati folyamatot, vagy segítik a klinikai döntéshozatalt. Az in silico medicina nagyon széles spektrumot ölel fel, beleértve a képfeldolgozó algoritmusok fejlesztését, a reális fiziológiás modellek kidolgozását vagy a komplex adatok kezelését.

Mit jelent a Digital Twin kifejezés?

A Digital Twin, vagyis az emberi digitális iker az in silico medicina egyik kategóriája, és egy személy valamilyen digitális klónjából áll, amelyben képesek vagyunk szimulálni az egyénben zajló fiziológiai folyamatokat, és valós időben integrálni e folyamatok természetes öregedés és életmódbeli tevékenységek, például étrend, testmozgás vagy akár sérülések révén bekövetkező változását. Ez különösen fontos az orvostudomány személyre szabása szempontjából, mivel figyelembe vehetjük az egyes emberek sajátosságait, és így személyre szabott megelőzést, megfigyelést, kezelést vagy betegség-előrejelzést tudunk biztosítani.

Mi az In Silico Medicina helye a gerinc- és mozgásszervi sebészetben?

Az in silico medicina nagyszerű lehetőséget jelent a gerinc- és mozgásszervi sebészet fejlődésében. Jelenleg abban a helyzetben vagyunk, hogy valóban segíthetünk a klinikusoknak abban, hogy a műtét előtt kvantitatív és objektív módon felmérjék a különböző műtéti tervek hatékonyságát, és hogy a klinikus arról dönthessen, hogy az adott beteg számára mi a legjobb kezelés. Ez javítani fogja a műtéti technikák hatékonyságát, és végső soron megbízhatóbb kezelést kínál a beteg számára.



Éltes & Turbucz és munkatársaik.

2022. Frontiers in Surgery.

A csontos fúzió folyamatának vizualizációja a teljes sacrectomia után.

Mi akadályozhatja az In Silico Medicina elterjedését a klinikumban?

Az in silico medicina klinikai gyakorlatban való széles körű alkalmazásának legfőbb akadályát a

költségek jelentik. Még mindig időigényes a személyre szabott előrejelzések előállítás, és fejlesztenünk kell a technológiát, hogy az nagyobb léptékben is költséghatékony legyen. Ez magában foglalja a képfeldolgozásra szolgáló mesterséges intelligencia-algoritmusok fejlesztését és a személyre szabott modellek automatikus generálását, amelyek kevés emberi beavatkozással vagy anélkül elérhetők, miközben biztosítják az eredmények megbízhatóságát. Amint ez az akadály elhárul, arra számítok, hogy az in silico medicina a klinikai gyakorlat szerves részévé válik.

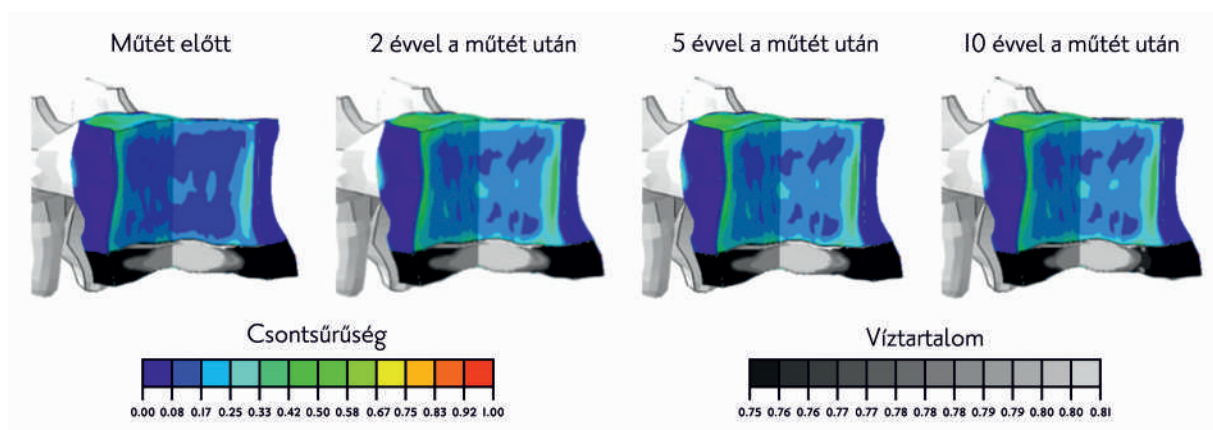
Milyen hatással van az uniós szabályozás (MDR) az In Silico Medicinára?

Az in silico klinikai vizsgálatok egyre szélesebb körben elfogadottá válnak, mivel a verifikációs, validálási és bizonytalanság-számszerűsítési (VVUQ) szabványok bevezetése folyamatban van. A következő lépés az, hogy az in silico medicina alkalmazásait széles körben elfogadják a műtét előtti tervezés és a műtét utáni monitorozás területén. A digitális ikreket számos különböző

mérnöki ágazatban, például a repülőgépiparban, az építőiparban vagy az autóiparban már használják és szabályozzák, és úgy vélem, hogy az in silico medicina uniós szabályozása is hasonlóan fog alakulni.

Mit tanácsolna az In Silico Medicina fiatal kutatóinak?

Az in silico orvostudomány egy izgalmas új terület, amely alapvető fontosságú lesz az orvostudomány fejlődése szempontjából. Ahogyan jelenleg elképzelhetetlen egy új repülőgép tervezése anélkül, hogy előtte ne végeznénk rajta átfogó számítógépes modellezést, úgy 25 év múlva elképzelhetetlen lesz, hogy ne használjuk az in silico medicinát új orvosi eszközök és gyógyszerek tervezéséhez és teszteléséhez, valamint, hogy ne nyújtsunk személyre szabott felmérést valamennyi betegség megelőzéséhez, nyomon követéséhez, kezeléséhez és prognózisához. Ezért minden fiatal kutatót arra biztatnék, hogy vegyen részt ennek az izgalmas technológiának a fejlesztésében.



Rijsbergen és munkatársai. 2018. PLoS ONE.

A betegspecifikus végelem modell által szimulált szöveti változások a csontban és a porckorongban.

PROF. DR. DAMIEN LACROIX

A mechanobiológia professzora

Sheffieldi Egyetem

Gépészmérnöki Kar

Igazgatóhelyettes

Sheffieldi Egyetem

Insigneo Intézet az in silico medicináért

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS



AKADÉMIAI PARTNEREK



Prof. Dr. Damien Lacroix
Dr. Enrico Dall'Ara



Prof. Dr. Szőke György
Dr. Terebessy Tamás
Dr. Domos Gyula



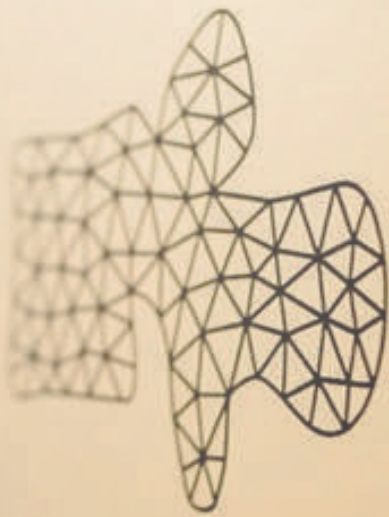
Prof. Dr. Luca Cristofolini



Prof. Dr. Kiss Rita

IPARI PARTNEREK





ISBL

IN SILICO BIOMECHANICS LABORATORY



BUDAI
EGÉSZSÉGGKÖZPONT
Élet. Minőség.



ORSZÁGOS
GERINCGYÓGYÁSZATI
KÖZPONT

A Budai Egészségközpont Szakkórháza