

Biomechanika: az orvos és a mérnök együttgondolkodása

Kiss Rita

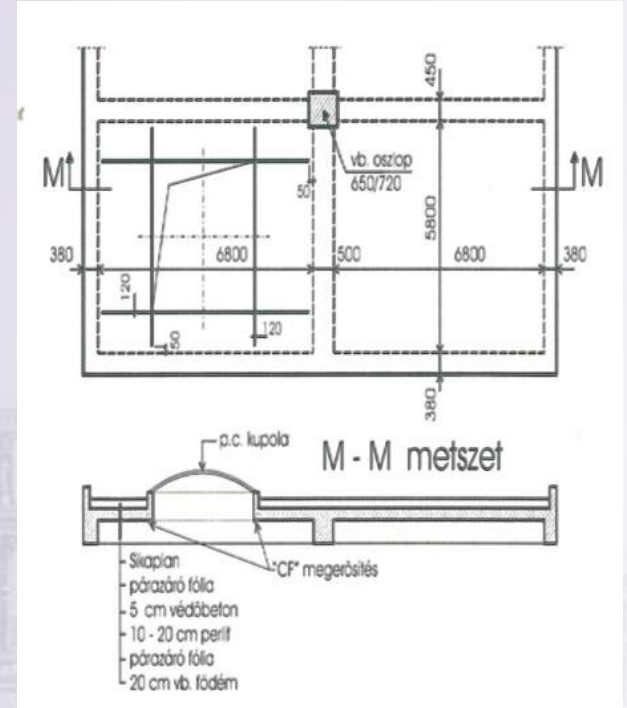
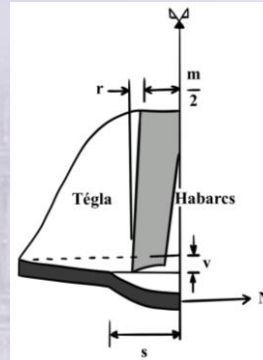
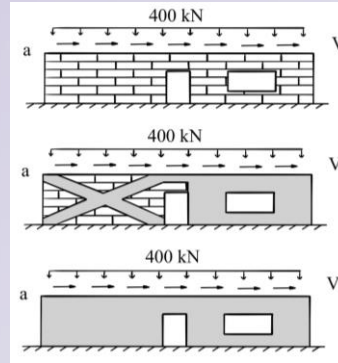
BME
40



Építőmérnöki alapozás



Kőszerkezetek



Falazatok és vasbetonszerkezetek megerősítése kompozitál

Görög Péter, Török Ákos, Gécsek Máté

Prof. Hegedűs István, Prof. Kollár László, Prof. George Springer,
Prof. Helmut Krawinkler, John Jai, Sapkás Ákos, Lachmann Botond



Biomechanika

Herman Ludwig von Helmholtz (1821-1894): A mechanika tudományának alkalmazása – általában élő – biológiai rendszerek vizsgálatára.

ELMÉLETI KUTATÁSOK

Mechanikai törvények alkalmazása a sejtek szintjétől kezdve a teljes szervezet különböző élettani funkcióinak modellezésére.

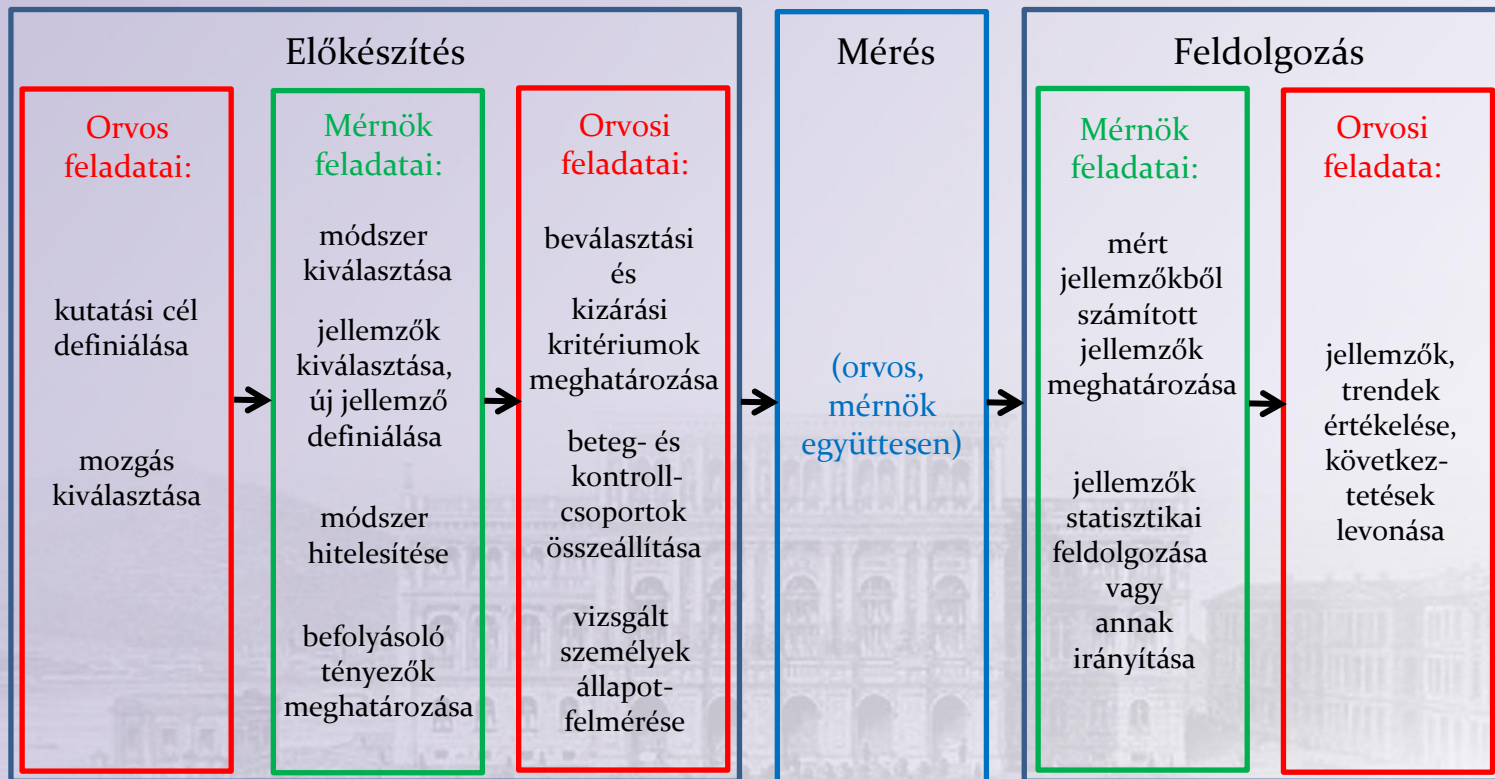
GYAKORLATI (KLINIKAI) KUTATÁSOK

Az emberi testrészek mozgásának, az érrendszernek, a csontrendszernek és a élő szövetek mechanikai működésének leírása.

Inter- és multidiszciplináris kutatások orvosok, biológusok, mérnökök, fizikusok együttgondolkodása az életminőség, életkörülmények javítása céljából.



Orvos-mérnök párbeszéd



Mérnök feladata a jelenségek leírására alkalmas eszközök, módszerek fejlesztése a diagnózis, a hatásmechanizmusok pontosításához.



Legfontosabb kutatások

A. CSONTOK, SZALAGOK ÉS INAK MECHANIKAI TULAJDONSÁGAINAK MEGHATÁROZÁSA

- befogási mód fejlesztése
- allograftok (szövetbanki graft) esetén a különböző hatások (tárolás, sterilizálás) elemzése

B. MOZGÁSVIZSGÁLATOK

- mérőeszközök: Zebris ultrahanggalapú, OptiTrack optikai alapú rendszer, akusztikus vizsgálatok
- mozgásfajták: testtartás (gerincalak) helyzet-, helyváltoztatás (járás, sportmozgások)

C. EGYENSÚLYOZÓ KÉPESSÉG VIZSGÁLATA

- állás közbeni egyensúlyozó képesség vizsgálata (stabilometria)
- hirtelen irányváltoztatás utáni egyensúlyozó képesség vizsgálata



NAGYMÁTÉ GERGELY
FELVÉTELE



Biológiai anyagok mechanikai jellemzői

CSONTOK, SZALAGOK ÉS INAK MECHANIKAI TULAJDONSÁGAINAK MEGHATÁROZÁSA

- befogási mód fejlesztése
- allograftok (szövetbanki ínak) esetén a különböző hatások (tárolás, sterilizálás) elemzése statikus, dinamikus terhelésre és kúszásra

Hangody György, Pap Károly, Hangody László, Szébenyi Gábor, Faragó Dénes, Göckler Daniella



Befogás hatása



ORVOSI
CÉRNA



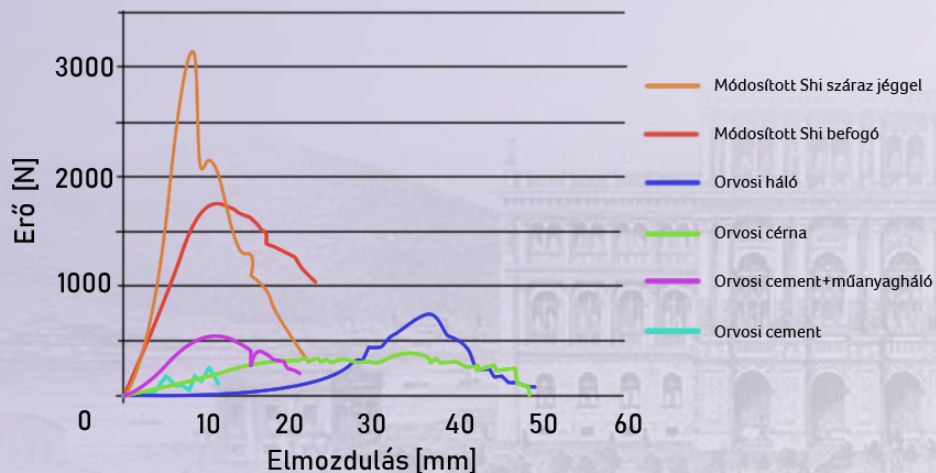
ORVOSI
CEMENT



ORVOSI
HÁLÓ



MÓDOSÍTOTT SHI-FÉLE BEFOGÁS
ORVOSI CÉRNAVAL SZÁRAZJÉGGEL



MÉRÉSI MÓDSZER

- Instron 8872 (25kN erőmérő cella), Fasttrack 8800 control unit
- Húzóerő-elmozdulás diagram
- Hőmérséklet mérése hőkamerával

EREDMÉNYEK

- Szakadás csak a szárazjéggel kombinált módosított Shi megfogás esetén.
- Maximális erő szignifikánsan változik.
- Nincs áthülés a vizsgálat alatt

Hangody, Gy; Szebényi, G; Abonyi, B; Kiss, RM; Hangody, L; Pap, K: Does a different dose of gamma irradiation have the same effect on five different types of tendon allografts? — a biomechanical study. *International Orthopaedics*, 41: 357-265. 2017.



Ínak mechanikai jellemzői– ciklikus vizsgálat

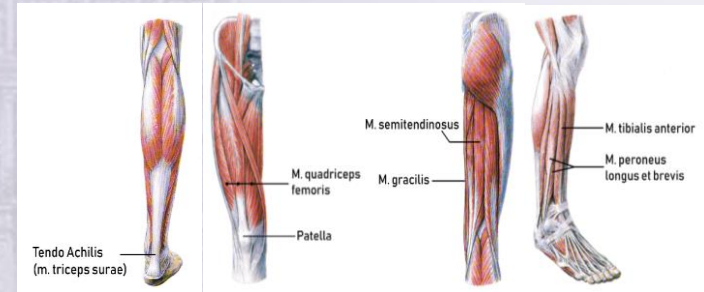
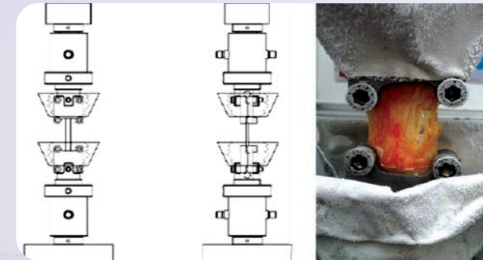
Gamma sugárzás (sterilizálás) hatása a szövetbanki (allograft) ínak a rugalmassági modulusra

KEZELÉS (50-50-50 ín)
kezelés nélküli (A),
21 kGy dózis (B baktérium ölés),
42 kGy dózis (C vírus ölés)

MÉRÉSI MÓDSZER

Instron 8872 (25kN erőmérő cella),
Fastrack 8800 control unit
Előterhelés: 50N, 30 sec
20-250 N 1000 ciklus (2Hz) majd
statikus törés

MÓDOSÍTOTT SHI-FÉLE BEFOGÁS SZÁRAZJÉGGEL



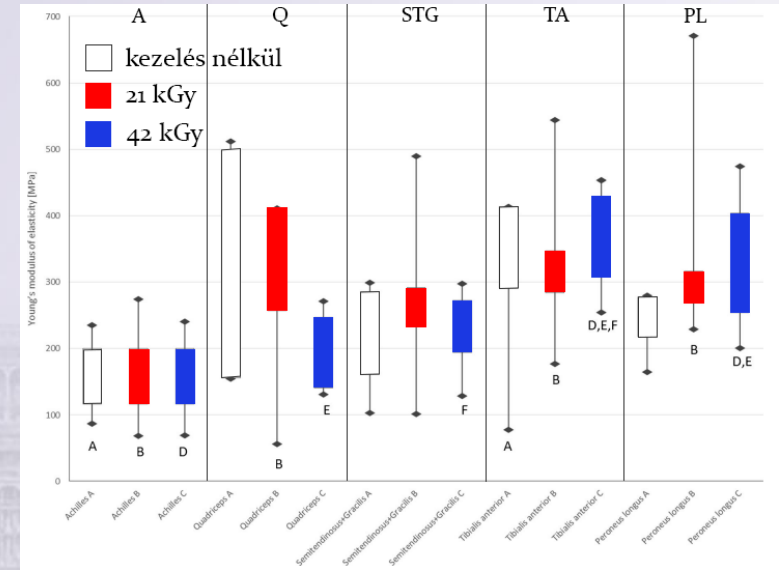
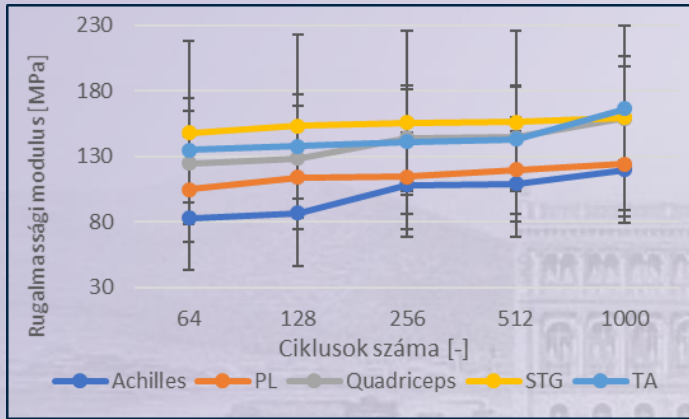
Hangody, Gy; Szebényi, G; Abonyi, B; Kiss, RM; Hangody, L; Pap, K: Does a different dose of gamma irradiation have the same effect on five different types of tendon allografts? — a biomechanical study. *International Orthopaedics*, 41: 357-265. 2017.



Ínak mechanikai jellemzői– ciklikus vizsgálat

RUGALMASSÁGI MODULUS ELEMZÉSE

- A különböző ínak másképp reagálnak
- A quadriceps (saját graft esetén a legelterjedtebb) a legérzékenyebb (ellentétes viselkedés)



Tibialis anterior és peroneus longus alkalmazása ajánlott

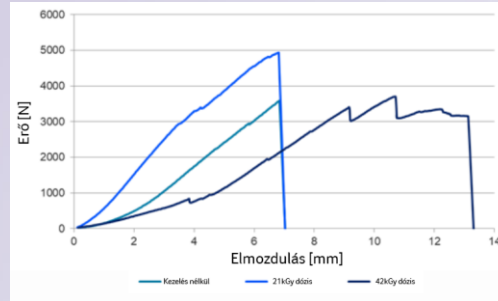
Nagy dózisú gamma sugárzás után az átlagos rugalmassági modulus értékek alakulása

Hangody, Gy; Szebényi, G; Abonyi, B; Kiss, RM; Hangody, L; Pap, K: Does a different dose of gamma irradiation have the same effect on five different types of tendon allografts? — a biomechanical study. *International Orthopaedics*, 41: 357-265. 2017.



Ínak mechanikai jellemzői– statikus vizsgálat

Gamma sugárzás (sterilizálás) hatása az erő-elmozdulás diagramra



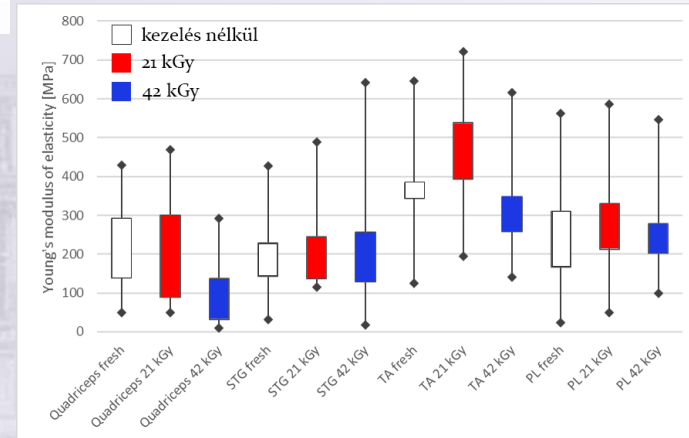
KEZELÉS (50-50-50 ín)

kezelés nélküli (A),
21 kGy dózis (B baktérium ölés),
42 kGy dózis (C vírus ölés)

MÉRÉSI MÓDSZER

Instron 8872 (25kN erőmérő cella),
Fasttrack 8800 control unit
Előterhelés: 50N, 30 sec

Statikus vizsgálat: 20 mm/perc Tibialis anterior és peroneus longus alkalmazása ajánlott



Hangody, Gy; Szebényi, G; Abonyi, B; Kiss, RM; Hangody, L; Pap, K: Does a different dose of gamma irradiation have the same effect on five different types of tendon allografts? — a biomechanical study. *International Orthopaedics*, 41: 357-265. 2017.



Ínak mechanikai jellemzői- kúszás vizsgálata

Elektron és gamma sugárzás hatása a kúszás jellemzőire

KEZELÉS (6o Tibialis anterior és 6o Peroneus longus)

21 kGy gamma-sugárzás (G)

21 kGy elektron-sugárzás (E)

Tárolási idő: 5 és 6 hónap

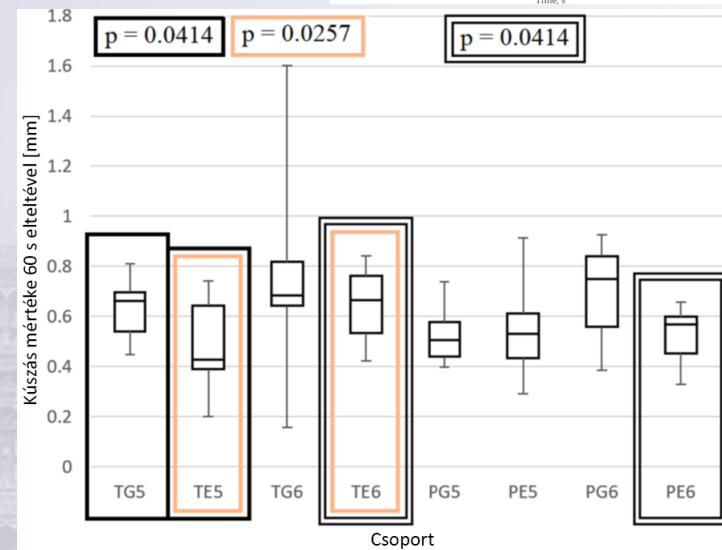
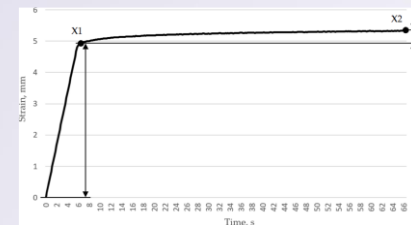
MÉRÉSI MÓDSZER

Instron 8872 (25kN erőmérő cella), Fasttrack 8800 control unit

Terhelés: 250 N 60 s

KÚSZÁS ELEMZÉSE

- Egyes esetekben nagy szórás
- A sterilizálás módja, tárolás időtartama megváltoztatja a kúszást
- Legkedvezőbb 5 hónapig tárolt elektronsugárzással kezelt ín
- Tibialis anterior érzékenyebb



Minimális, maximális, 25% és 75%-os percentilis kúszási deformáció (X₂) értéke (60 s 250 N)

Göckler, DJ ; Faragó, D; Szebényi, G; Kiss, RM; Pap, K: The effect of sterilization and storage on the viscoelastic properties of human tendon allografts. Journal of Biomechanics, 127: Paper 110697, 8 p. 2021.



B./ Mozcászvizsgálatok

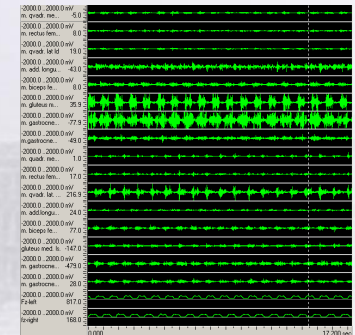
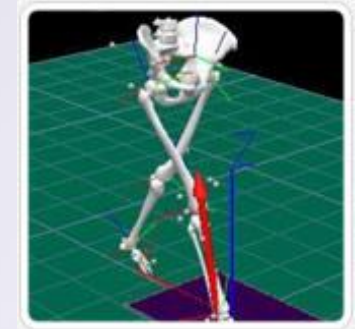
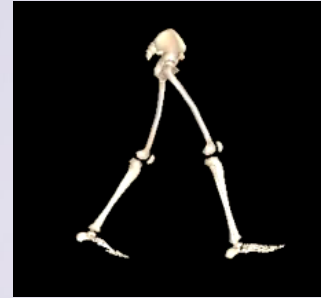
CÉL:

Rögzíteni és megjeleníteni

- a mozgás kinematikáját;
- a reakcióerő nagyságát, irányát;
- az izmok elektromos potenciál-változását.

Számítani

- mozgást leíró jellemzőket;
- ízületekben keletkező erőket;
- izmok aktivitási jellemzőit.



Knoll Zsolt, Illyés Árpád, Bejek Zoltán, Holnapy Gergely, Takács Mária, Bodzay Tamás, Pethes Ákos, Kocsis László, Zsidai Attila, Paróczai Róbert, Nagymáté Gergely, Petró Bálint, Pálya Zsófia, Rácz Kristóf, Molnár Cecília

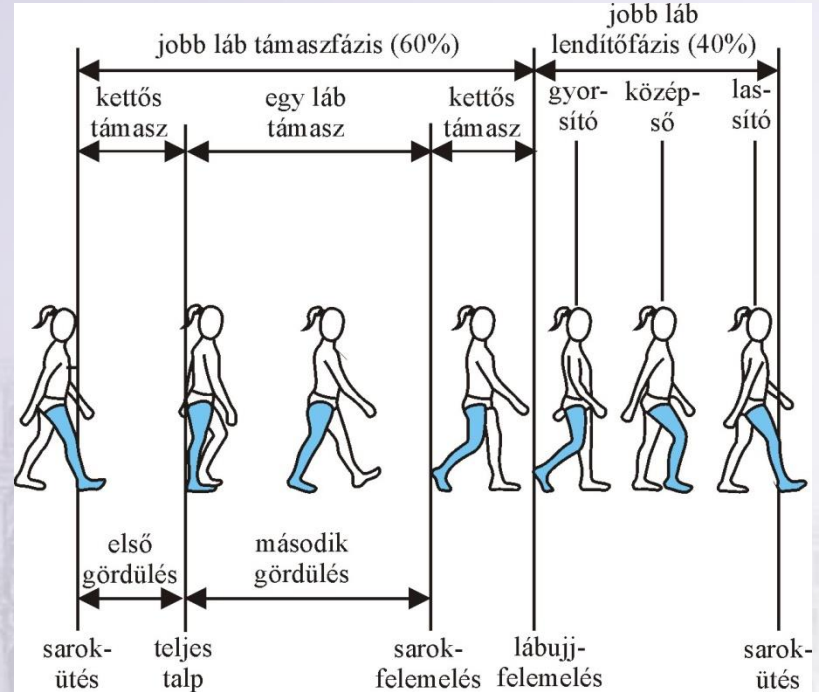


Járás

Leonardo: „az isteni, tökéletes mozgás”
részt vesz 200 csont, 650 izom, a nagy
ízületek, szalagok;

Jellemzője:

komplex,
ciklikus,
folyamatos,
szabályos,
stabil, egyensúlyozó.



Járás



[Takács M]

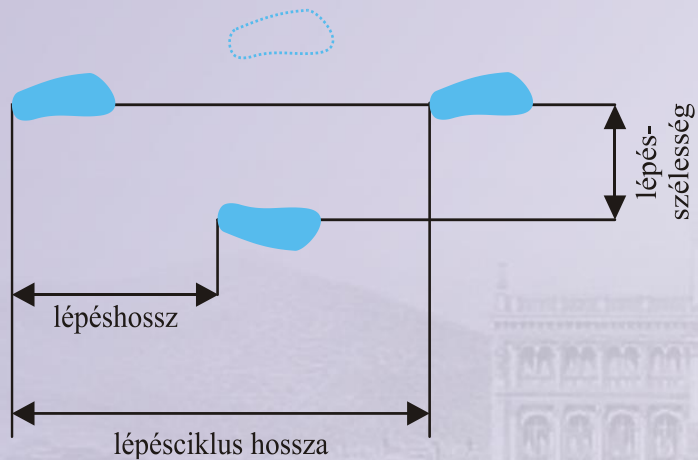
Hogyan jellemezhető és hasonlítható össze numerikusan?



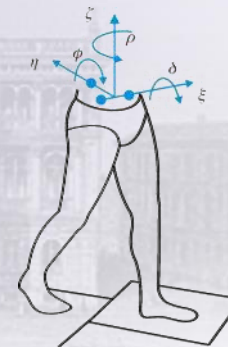
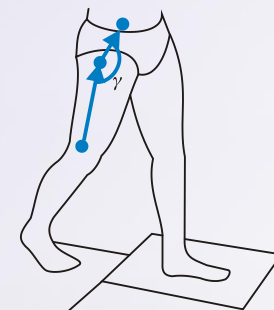
Járásparaméterek

Távolság- és időjellegű paraméterek

[Vaughan és mtsai, 1999]



Szögjellegű paraméterek



Kiss, RM; Kocsis, L; Knoll, Zs: Joint kinematics and spatial temporal parameters of gait measured by an ultrasound based system *Medical Engineering & Physics*, 26: 611-620, 2004.



B./ Mozcásvizsgálatok

TÍPUSAI

- **Zebris utrahang alapú mozgásvizsgálat kidolgozása (járás, sportmozgások, gerincvizsgálatok)**
- OptiTrack optikai alapú rendszerrel új mérési módszer kidolgozása (hitelesítés, járás, sportmozgások)
- Akusztikus járásvizsgálat módszerének kidolgozása

Knoll Zsolt, Illyés Árpád, Bejek Zoltán, Holnapy Gergely, Takács Mária, Bodzay Tamás, Pethes Ákos, Kocsis László, Zsidai Attila, Paróczai Róbert, Nagymáté Gergely, Petró Bálint, Pálya Zsófia, Rácz Kristóf, Molnár Cecília



Ultraszhang alapú járásvizsgálat

Anatómiai pontok térbeli helyzetének meghatározása

mérőhármás a
bal combon

mérőhármás a
bal lábszáron

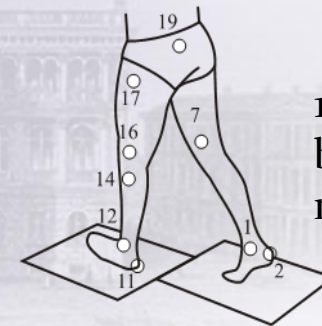
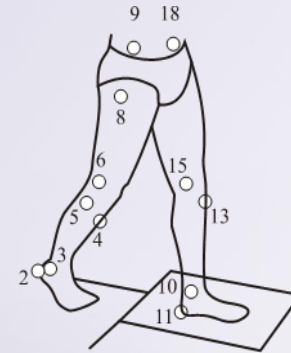


mérőhármás a
medencén

mérőhármás a
jobb combon

mérőfej három
adóval

mérőhármás a
jobb lábszáron



19-pontos
biomechanikai
modell

Egymérőfejes-hátsó elrendezésű
járásvizsgálat [Kocsis L.]

Kiss, RM; Kocsis, L; Knoll, Zs: Joint kinematics and spatial temporal parameters of gait measured by an ultrasound based system
Medical Engineering & Physics, 26: 611-620, 2004.



Zebris ultrahang alapú járásvizsgálat

Zebris ultrahang alapú mozgásvizsgálattal bizonyítottuk, hogy

- a járásképet elemzéshez azonos sebességen, míg a járás szabályosságának vizsgálatához a szabadon választott sebességen kell a vizsgálatokat elvégezni;
- a különböző ortopédiai elváltozások, műtétek és műtéti típusok szignifikánsan, de eltérő módon befolyásolják a járásképet és a járás szabályosságát;
- a beszűkült ízületi mozgásokat általában megnövekedett medence mozgás kompenzálja;
- a ízületi kopások romlásával a járássebesség növelésének módja megváltozik;
- a menisectómia hatására az ízületi kopás jelei korán megjelennek.



Bejek, Z; Paróczai, R; Illyés, Á; Kiss, RM: The influence of walking speed on gait parameters in healthy people and in patients with osteoarthritis. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 14: 612-622. 2006.

Kiss, RM: Effect of walking speed and severity of hip osteoarthritis on gait variability. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20: 1044-1051. 2010.

Kiss, RM; Illyés Á: Comparison of gait parameters in patients following total hip arthroplasty with a direct-lateral or antero-lateral surgical approach. *Human Movement Science*, 31: 1302-1316. 2012.

Holnapy, G; Illyés, Á; Kiss, RM: Impact of the method of exposure in total hip arthroplasty on the variability of gait in the first 6 months of the postoperative period. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23: 966-976. 2013.

Bejek, Z; Paróczai, R; Szendrői, M; Kiss, RM: Gait analysis following TKA: comparison of conventional technique, computer-assisted navigation and minimally invasive technique combined with computer assisted navigation. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 19: 285-291. 2011.

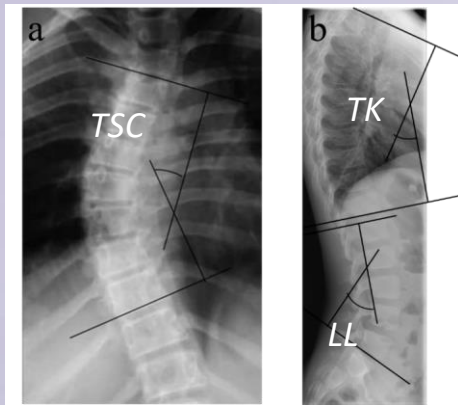
Kiss, RM; Bejek, Z; Szendrői, M: Variability of gait parameters in patients with total knee arthroplasty. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 20: 1252-1260. 2012.

Magyar, M; Knoll, Zs; Kiss, RM: The influence of medial meniscus injury and meniscectomy on the variability of gait parameters. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 20: 290-297. 2012.



Gerincvizsgálatok

RTG felvétel



Cobb módszer

TK: háti görbület

LL: deréki görbület

TSC: háti scoliosis görbület

LSC: deréki scoliosis görbület

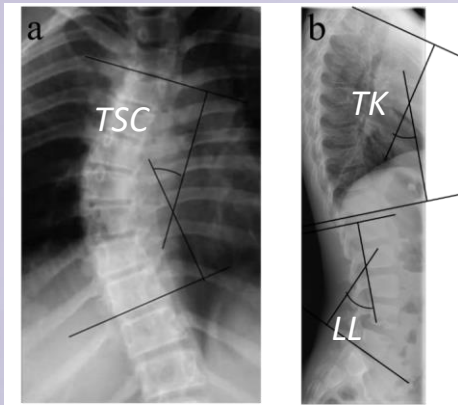
Takács Mária, Orlovits Zsanett, Jáger Bence, Tamás Péter



Gerincvizsgálatok

Cél: RTG sugárzás csökkentése mellett a gerinc alakjának numerikus jellemzése – noninvazív mérések (Zebris gerincvizsgálat)

RTG felvétel



Cobb módszer

TK: háti görbület

LL: deréki görbület

TSC: háti scoliosis görbület

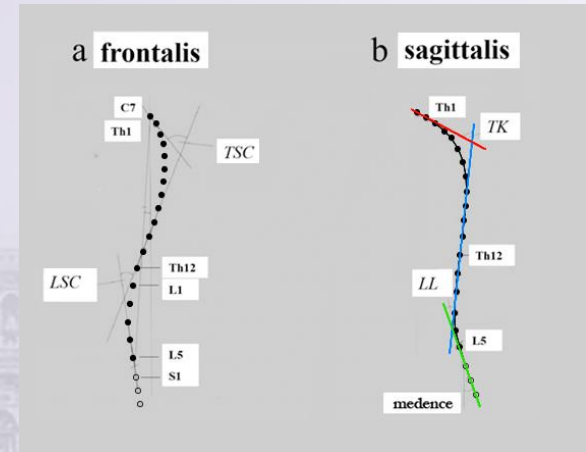
LSC: deréki scoliosis görbület

Zebris gerincvizsgálat



Gerinctövis térbeli helyzetének meghatározása

Pontfelhőre Spline módszer a térbeli görbe illesztése



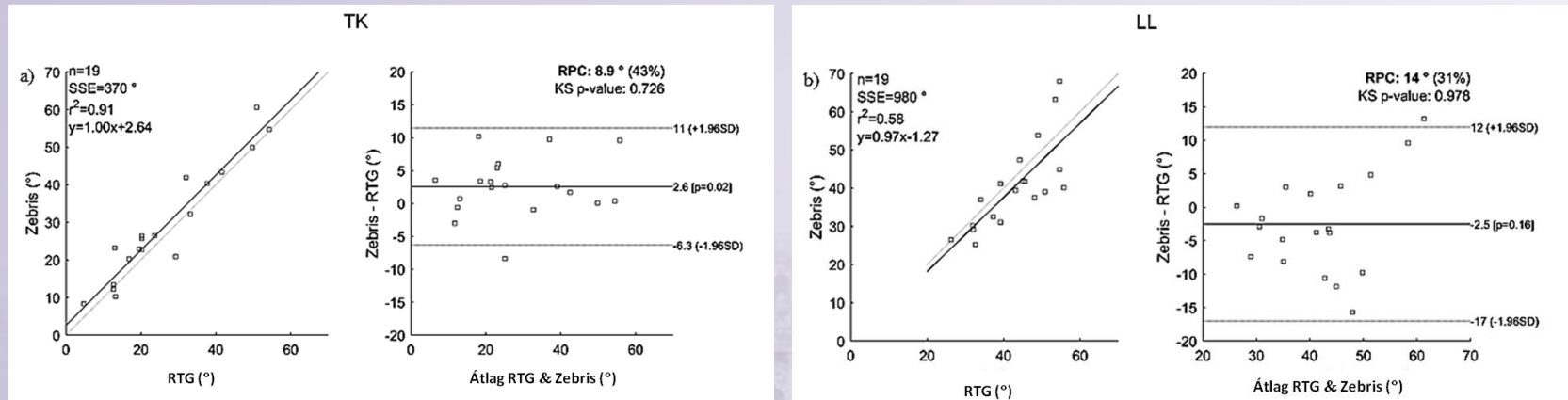
Cobb módszernél használt csigolyáknál érintők, érintők által bezárt szögek

Takács Mária, Orlovits Zsanett, Jáger Bence, Tamás Péter



Pontosság

Cobb módszerrel RTG-n meghatározott szögekkel való összehasonlítás Bland-Altman módszerrel - 19 gerincferdülésben szenvedő gyermek



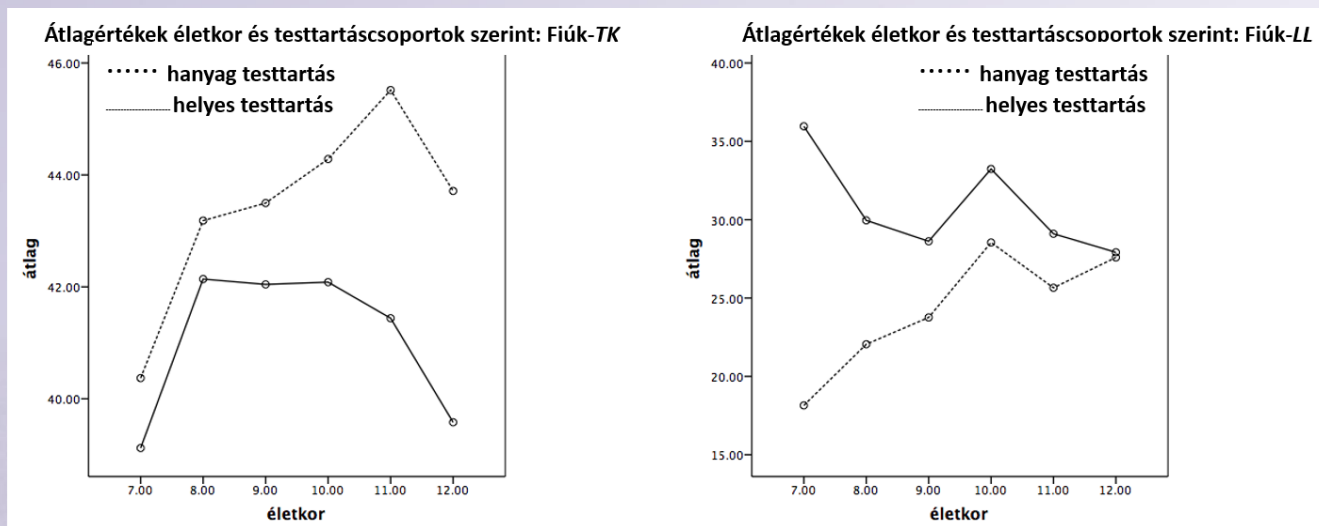
A sagittalis görbületek értékei ($r_{TK}=0,95$; $r_{LL}=0,76$) közötti korreláció kiváló és nagyon jó, de az 50° -nál nagyobb LL értékek esetén a különbségek növekednek. A frontalis thoracolumbalis/lumbalis görbületek korrelációja kiváló ($r_{LSC}=0,85$), de nagysága szisztematikusan alábecsült, elsősorban a scoliosisos csigolyák rotációs és csontos deformitása miatt.

Takács, M; Orlovits, Zs; Jáger, B; Kiss, RM: Comparison of spinal curvature parameters as determined by the ZEBRIS spine examination method and the Cobb method in children with scoliosis. *PLoS One*, 13: Paper: e0200245, 19p. 2018.



Felhasználási területek

Zebris gerincvizsgáló rendszerrel megfelelően pontos és precíz mérés végezhető.



Hanyagtartás hatására a gerincgörbületek, és az életkor okozta változás tendenciája lényegesen megváltoznak.

Takács, M; Rudner, E; Kovács, A; Orlovits, Z; Kiss, RM: The assessment of the spinal curvatures in the sagittal plane of children using an ultrasound-based motion analysing system. *Annals of Biomedical Engineering*, 43: 348–62. 2015.



Mozgásvizsgálatok

TÍPUSAI

- Zebris ultrahang alapú mozgásvizsgálat kidolgozása (járás, sportmozgások, gerinc-vizsgálatok)
- **OptiTrack optikai alapú rendszerrel új mérési módszer kidolgozása** (hitelesítés, járás, sport-mozgások)
- Akusztikus járásvizsgálat módszerének kidolgozása

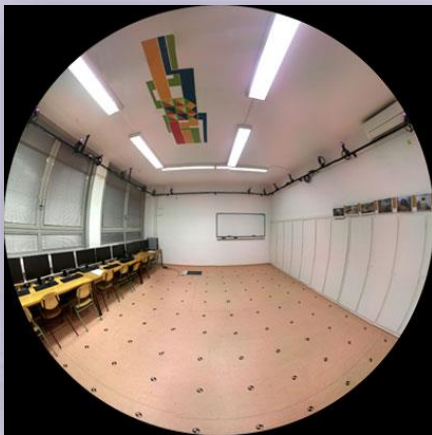
Knoll Zsolt, Illyés Árpád, Bejek Zoltán, Holnapy Gergely, Takács Mária, Bodzay Tamás, Pethes Ákos, Kocsis László, Zsidai Attila, Paróczai Róbert, Nagymáté Gergely, Petró Bálint, Pálya Zsófia, Rácz Kristóf, Molnár Cecília



OptiTrack optikai alapú mozgásvizsgáló rendszer

Cél:

- pontosság meghatározása
- marker csoport fejlesztése
- anatómiai pont kijelölés precizitásának meghatározása



URBIN ÁGNES FELVÉTELE



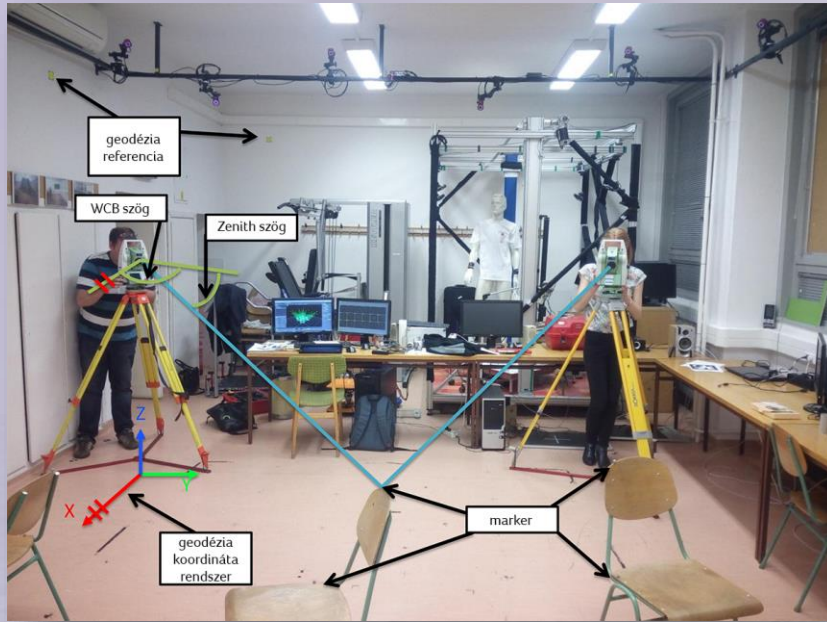
NAGYMÁTÉ GERGELY FELVÉTELE

Optitrack (NaturalPoint, Corvallis, OR, USA):
18 db Flex13 kamera 3 méterrel a föld felszíne felett
3 db USB hubs
OptiTrack Motive v1.10.3 software
120 Hz mintavételi frekvencia

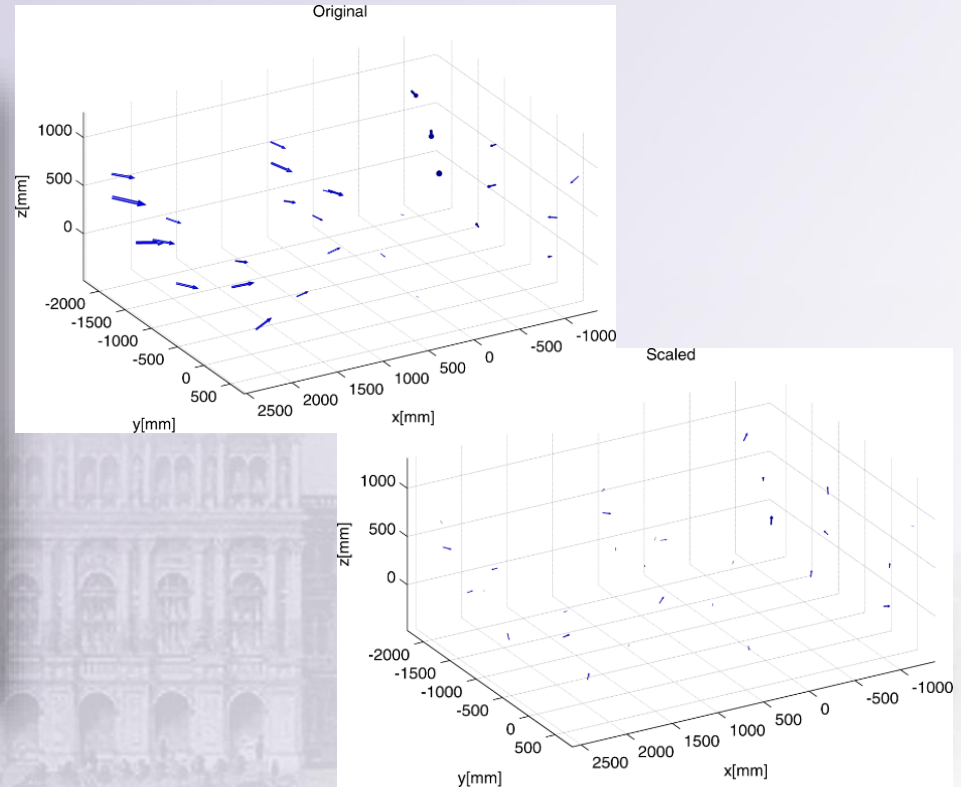
Molnár Cecilia, Nagymáté Gergely, Pálya Zsófia, Petró Bálint, Rácz Kristóf, Tamás Péter, Tuchband Tamás, Rózsa Szabolcs



Pontosság meghatározása – geodéziai mérés



NAGYMÁTÉ GERGELY FELVÉTELE



Nagymáté, G; Tuchband, T; Kiss, RM: A novel validation and calibration method for motion capture systems based on micro-triangulation. Journal of Biomechanics, 74: 16-22. 2018.



Precizitás meghatározása

Cél: az anatómiai pont kijelölésének precizitása
HÁROMDIMENZIÓS NÉGYZETES KÖZÉPÉRTÉK
HIBA DEFINIÁLÁSA:

$$TDRMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n TDE_i}{n}}$$

$$TDE_i = \sqrt{(x_i - \bar{x})^2 + (y_i - \bar{y})^2 + (z_i - \bar{z})^2}$$



RÁCZ KRISTÓF FELVÉTELE

Rácz, K; Nagymáté, G; Kovács, T; Bodzay, T; Kiss, RM: Accuracy of anatomical landmark placement methods for gait analysis. International Journal of Mechanics and Controls, 19: 3-10. 2018.

	TDRMSE (mm)
Vizsgáló #1	6,33±4,13
Vizsgáló 2#	5,42±2,30
Vizsgáló #3	6,72±3,80
Interexaminer	8,79±5,14

Az anatómiai pontok valós mérete, elhelyezkedése szignifikánsan meghatározza a precizitást.

Egy mérésorozat esetén azonos legyen a vizsgáló.



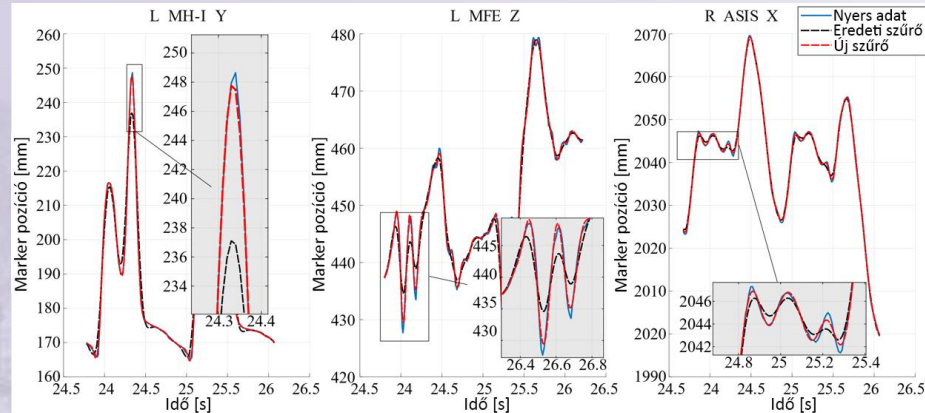
Mérés – mozgásadatok szűrése

Cél: szélsőértékek pontosabb meghatározása

Általános (Winter et al.,) mért értéktől független módszer – 2nd order, Butterworth 6Hz lowpass, zero-lagg szűrés.

A gyakorlatban azonban az anatómiai pontok mozgásának spektruma függ a személy lépésfrekvenciájától. A módszer hajlamos a jel lokális szélsőértékeinek alulbecslésére.

Új megoldás: a vágási frekvencia meghatározása a lépésfrekvencia függvényében



Rácz, K; Kiss, RM: Marker displacement data filtering in gait analysis: A technical note. Biomedical Signal Processing and Control, 70: Paper: 102974, 5p. 2021.



Mérés – felhasználási terület

OptiTrack optikai alapú mérőrendszerrel megfelelően pontos és precíz mérés végezhető.



NAGYMÁTÉ GERGELY FELVÉTELE

- mérőcsoportok alkalmazása
- markerek térbeli helyzetéből az anatómiai pontok térbeli helyzetének számítása homogén transzformációval
- anatómiai pontok térbeli helyzetéből járásjellemzők számítása (OpenSim)



Mérés – felhasználási terület

OptiTrack optikai alapú mérőrendszerrel megfelelően pontos és precíz mérés végezhető.



**Idős/patológiás
járás elemzése**

NAGYMÁTÉ GERGELY FELVÉTELE

- mérőcsoportok alkalmazása
- markerek térbeli helyzetéből az anatómiai pontok térbeli helyzetének számítása homogén transzformációval
- anatómiai pontok térbeli helyzetéből járásjellemzők számítása (OpenSim)

NAGYMÁTÉ GERGELY FELVÉTELE



Mérés – felhasználási terület

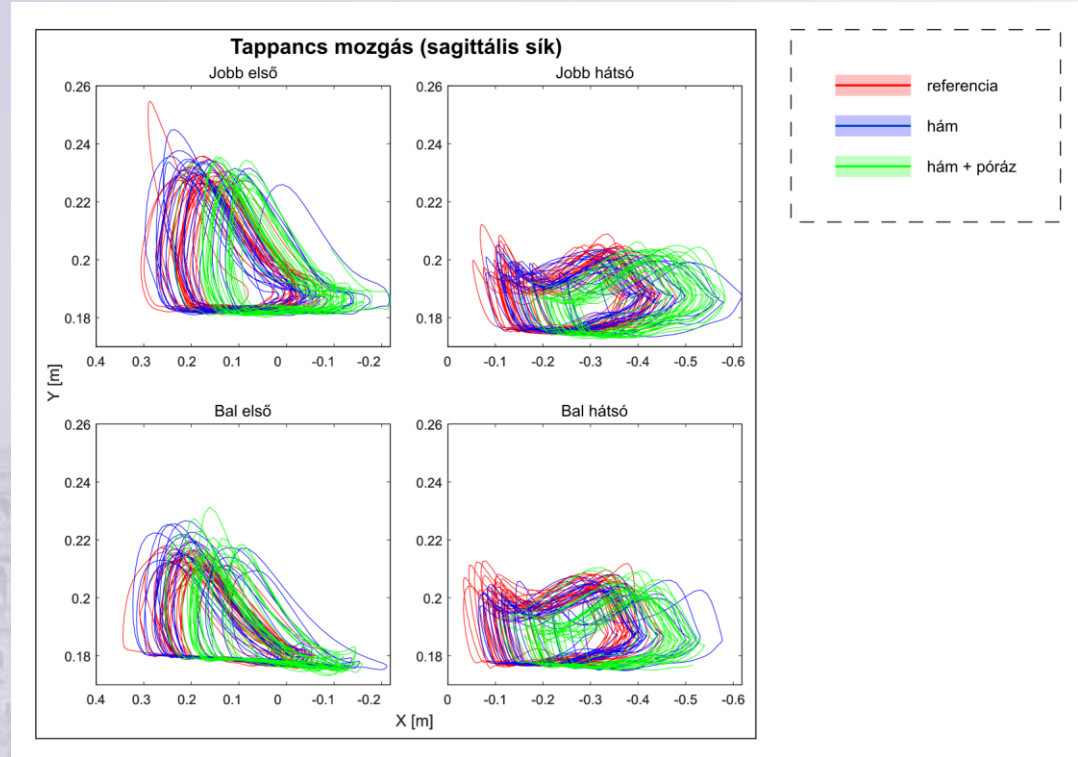
OptiTrack optikai alapú mérőrendszerrel megfelelően pontos és precíz mérés végezhető.



Állatok mozgásának elemzése



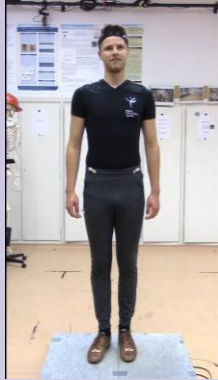
Mérés – felhasználási terület



Pálya, Zs; Rácz, K; Nagymáté, G; Kiss, Rita M.: Development of a detailed canine gait analysis method for evaluating harnesses: A pilot study
PLOS ONE 17 : 3 Paper: e0264299 2022

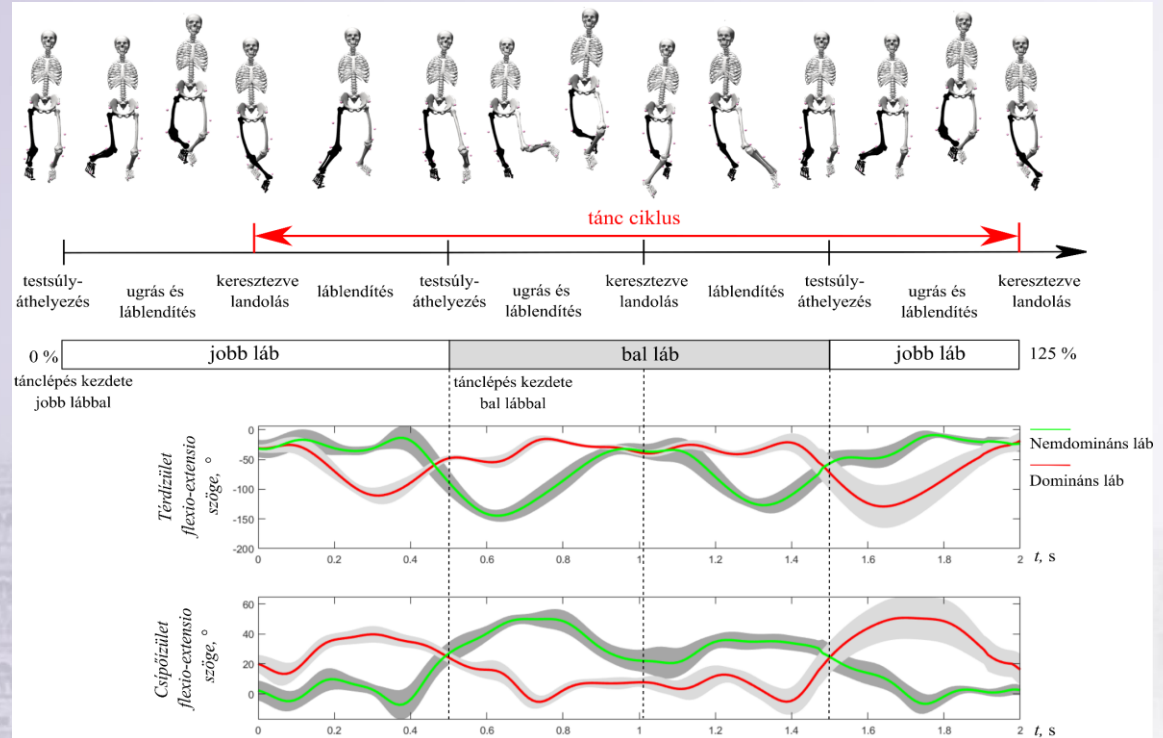


Kalocsai mars elemzése



MOLNÁR CECILIA
FELVÉTELE

5 nő és 6 férfi vizsgálata
1 éves intenzív táncolás
után
10-szer fél perc táncolás
fél perces pihenőkkel



Molnár, C; Pálya, Zs; Kiss, RM: Static Balancing Ability and Lower Body Kinematics Examination of Hungarian Folk Dancers: A Pilot Study Investigating the “Kalocsai Mars” Dance Sequence. Applied Sciences-Basel 11(18): Paper: 8789, 14p. 2021





Akusztikus járásvizsgálat



Ráczi Kristóf



Akusztikus járásvizsgálat



fiatal lány járása magassarkú cipőben



Rácz Kristóf



Akusztikus járásvizsgálat



fiatal lány járása magassarkú cipőben



Ráczi Kristóf



Akusztikus járásvizsgálat



fiatal lány járása magassarkú cipőben



Rácz Kristóf



idős férfi csoszogása



Akusztikus járásvizsgálat

Járás és az általa gerjesztett hang egyedi. Milyen információkat tartalmaz?



Életkor?
Testtömeg?
Nem?

Hangulat?

Egészségi állapot?

Járásparaméterek
(frekvencia)?

Lehet-e a járás hangja alapján ilyen jellemzőket megállapítani (megvalósíthatóság)?

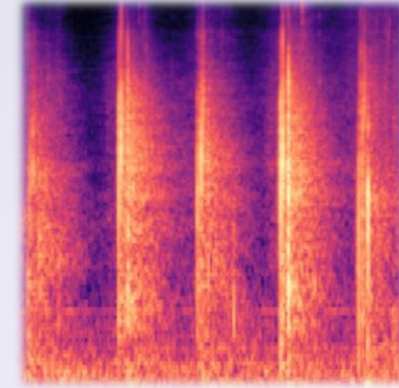
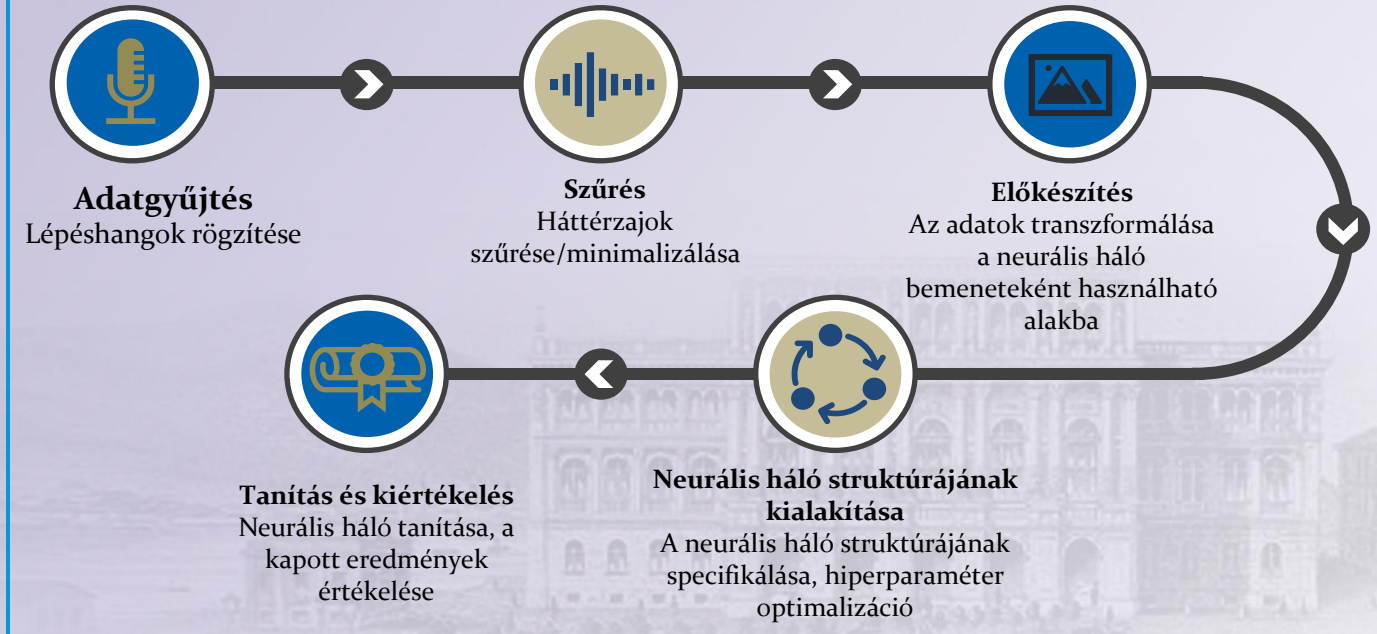
Van-e értelme a jelenlegi járásvizsgálati módszerek mellett (létfogosultság)?

RácZ,K; Kiss, RM: Footstep Sounds as Biometric Authentication Using a Deep Convolutional Neural Network. In: Helmut, J. Holl Book of Abstracts 37th Danubia Adria Symposium on Advances in Experimental Mechanics Linz, Ausztria : Johannes Kepler University 163-164. 2021

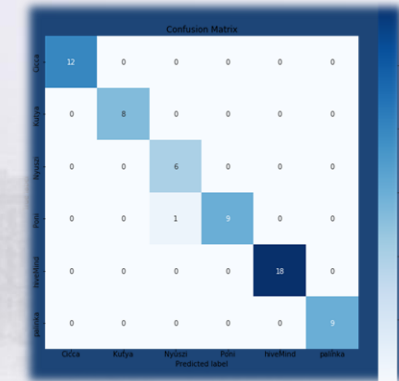


Folyamatábra

Folyamat



spectrogram

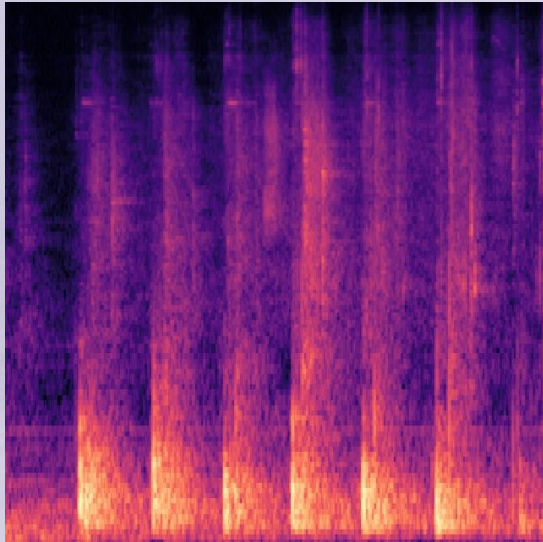


Rácz,K; Kiss, RM: Footstep Sounds as Biometric Authentication Using a Deep Convolutional Neural Network. In: Helmut, J. Holl Book of Abstracts 37th Danubia Adria Symposium on Advances in Experimental Mechanics Linz, Ausztria : Johannes Kepler University 163-164. 2021

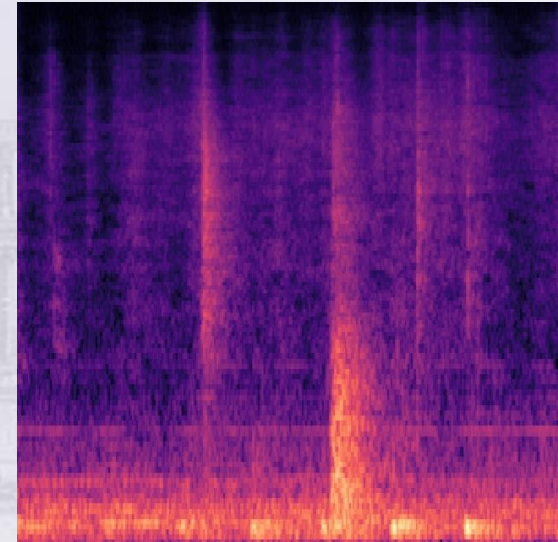


Akusztikus járásvizsgálat

fiatal lány járása magassarkú cipőben

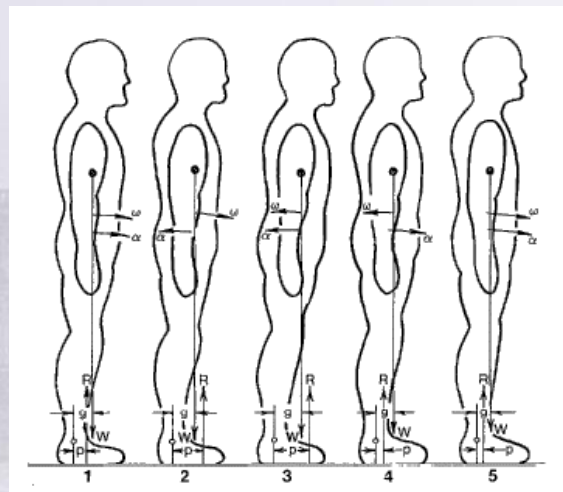


idős férfi csoszogása



Egyensúlyozó képesség vizsgálata

- állás közbeni egyensúlyozó képesség vizsgálata (paraméterek definiálása, paraméterek szűrése)
- hirtelen irányváltatás utáni egyensúlyozó képesség vizsgálata (új módszer fejlesztése, hitelesítése, új paraméterek definiálása, adatbank)
- Fordított ingamodell



Illyés Árpád, Bejek Zoltán, Holnapy Gergely, Takács Mária, Molnár Cecília, Nagymáté Gergely, Pálya Zsófia, Petró Bálint



Stabilometria

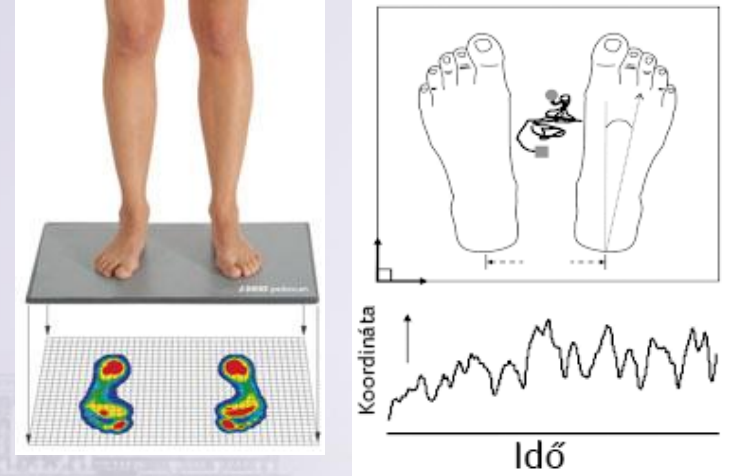
Gyors, egyszerű és elterjedt tudományos és diagnosztikus mérés:

Állás közben a talp alatti nyomáseloszlás mérése

- két lábon/egy lábon állás nyitott vagy csukott szemmel
- 30s vagy 60s (ritkán 90s vagy 120s)

A nyomáseloszlásból számítható a nyomásközéppont helyzete és annak változása

- távolság- és időjellegű paraméterek
- frekvenciajellegű paraméterek

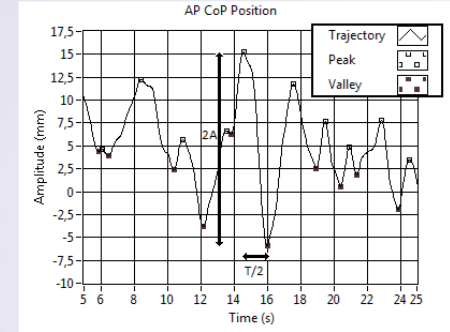
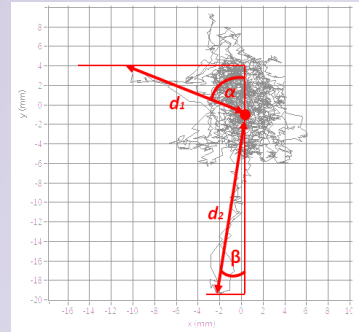
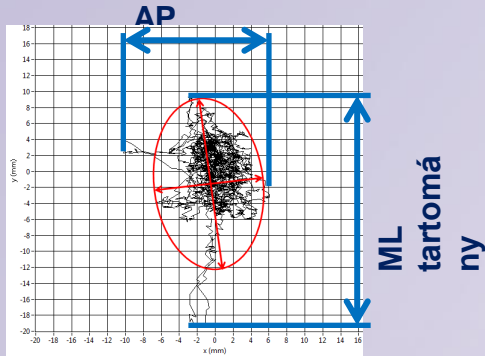


A paraméterek használata nem egységes, a paraméterek függetlensége nem ismert.

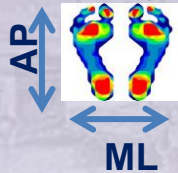
Cél: A paraméterek számának csökkentése szükséges statisztikai analízissel két lábon nyitott és csukott szemmel, valamint egy lábon nyitott szemmel történő mérés adatai alapján.



Távolság- idő- és frekvenciajellegű paraméterek



pálya hossza
 konfidencia ellipszis átlói,
 átlóinak aránya, **területe**
maximális sebesség
 AP-ML tartomány aránya **irányok**



anterior (d_1) és posterior (d_2) irányú maximális kitérés

legnagyobb amplitúdó az egyensúlyozás alatt (LA)
 frekvencia-teljesítmény arányok (LMR, MHR)
 átlag teljesítmény frekvencia (MPF)
 spektrális teljesítmény aránya (SPR)

Távolság-, időjellegű paraméterek megbízhatósága jó, a frekvenciajellegű paramétereké gyenge (egyediség?)

Nagymate, G; Orlovits, Z; Kiss, RM: Reliability analysis of a sensitive and independent stabilometry parameter set. PLoS One, 13: Paper: e0195995, 14p. 2018.



Hanyag testtartás hatása

	Helyes testtartású gyermekek (113 fő)	Hanyag testtartású gyermekek (22 fő)	U-teszt (p)
<i>Pálya hossza (mm)</i>	923,13±350,32	975,95±326,67	0,158
<i>LDD (%)</i>	6,25±5,19	8,15±5,9	0,021
<i>AP LA (mm)</i>	31,13±17,24	28,45±12,32	0,633
<i>ML LA (mm)</i>	26,92±14,91	26,64±16,32	0,788
<i>A_{max} kitérés (mm)</i>	28,86±14,23	27,39±12,97	0,489
<i>P_{max} kitérés (mm)</i>	28,35±13,09	28,24±14,06	0,763
<i>AP MPF (Hz)</i>	0,15±0,07	0,16±0,07	0,56
<i>ML MPF (Hz)</i>	0,19±0,07	0,19±0,09	0,484
<i>AP MHR</i>	11,72±6,25	10,37±5,52	0,108
<i>ML MHR</i>	11,53±5,00	9,18±4,25	0,002

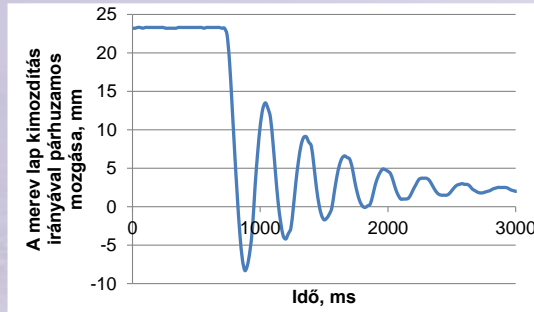
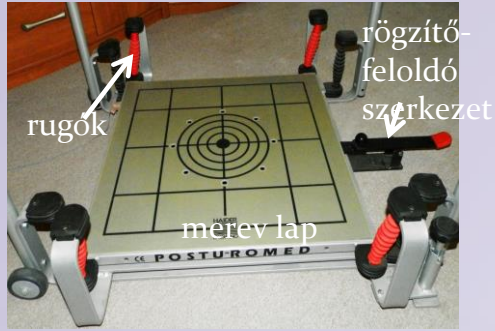
A hanyag testtartású gyermekek állásstabilitása eltér a helyes testtartású gyermekekétől, a két csoport között szignifikáns különbséget a két oldal közötti tehereloszlás (*LDD*) és a medio-laterális frekvenciateljesítmény arányok (*ML MHR*) mutatnak. A központi idegrendszer a stabilitást a testtartás megváltoztatásával megfelelően képes korrigálni. A központi idegrendszer kompenzációs szerepe a frekvencia alapú *ML MHR* paraméterben mutatkozik meg.

AP: anteroposterior, *ML*: mediolateralis, *LDD*: terheléselosztási különbség a két végtag között, *LA*: legnagyobb amplitúdó, *A*: anterior, *P*: posterior, *MPF*: átlag teljesítmény-frekvencia, *MHR*: frekvencia teljesítmény arányok közepes-magas frekvenciasávok között

Nagymaté, G; Takács, M; Kiss, RM: Does bad posture affect the standing balance? *Cogent Medicine*, 5: Paper: 1503778 , 12p. 2018



Hirtelen irányváltóztatási teszt



D LEHR-FÉLE CSILLAPÍTÁSI
SZÁM SZÁMÍTÁSA

Kiss, RM: A new parameter for characterizing balancing ability on an unstable oscillatory platform. Medical Engineering & Physics, 33: 1160-1166. 2011.

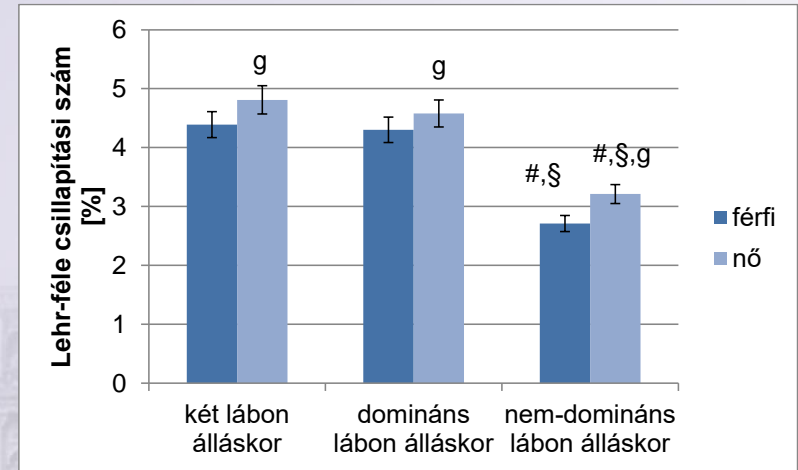


Vizsgált személy neme

Nők egyensúlyozó képessége jobb. Ennek vélhető okai:

- a férfiak és nők közötti élettani különbség az egyensúly biztosításában;
- az ízületi flexibilitás közötti különbség;
- az életkor növekedésével a férfiak és a nők szomato-szenzoros, vizuális és vesztibuláris képességei különbözőképpen változnak [Masui és mtsai, 2005]

70 év felett a stabilometriás vizsgálatok is ezt mutatják [Era és mtsai, 1997; Masui és mtsai, 2005]



Szignifikáns különbség # két láb on állás; § domináns láb on állás; § férfiak jellemzőihez.

Kiss, RM: A new parameter for characterizing balancing ability on an unstable oscillatory platform. Medical Engineering & Physics, 33: 1160-1166. 2011.



Ultrahang alapú hirtelen irányváltoztatási teszt

Bizonyítottuk, hogy az egyensúlyozó képességet

- a Lehr-féle csillapítási szám jellemzi
- befolyásolja a nem, az életkor, a dominancia
- szignifikánsan rontja a térdízületi és a csípőízületi elváltozás
- a korai dementia rontja

Kiss, RM: A new parameter for characterizing balancing ability on an unstable oscillatory platform. *Medical Engineering & Physics*, 33: 1160-1166. 2011.

Kiss, RM: Effect of the degree of hip osteoarthritis on equilibrium ability after sudden changes in direction. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 20: 1052-1057. 2010.

Holnapy, G; Kiss, RM: Impact of the method of exposure in total hip arthroplasty on balancing ability in response to sudden unidirectional perturbation in the first six months of the postoperative period. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23: 727-733. 2013.

Kiss, RM: Effect of degree of knee osteoarthritis on balancing capacity after sudden perturbation. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22: 575-581. 2012.

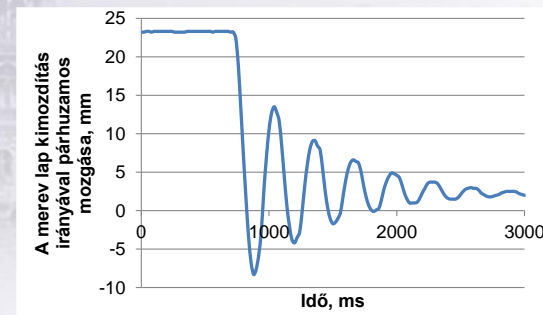
Pethes, Á; Bejek, Z; Kiss, RM: The effect of knee arthroplasty on balancing ability in response to sudden unidirectional perturbation in the early postoperative period. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 25: 508-514. 2015.

Magyar, OM; Knoll, Zs; Kiss, RM: Effect of medial meniscus tear and partial meniscectomy on balancing capacity in response to sudden unidirectional perturbation. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22: 440-445.

2012.



ULTRAHANGALAPÚ MOZGÁSVIZSGÁLÓ RENDSZERREL A LAP MOZGÁSÁNAK MÉRÉSE



D LEHR-FÉLE CSILLAPÍTÁSI SZÁM SZÁMÍTÁSA



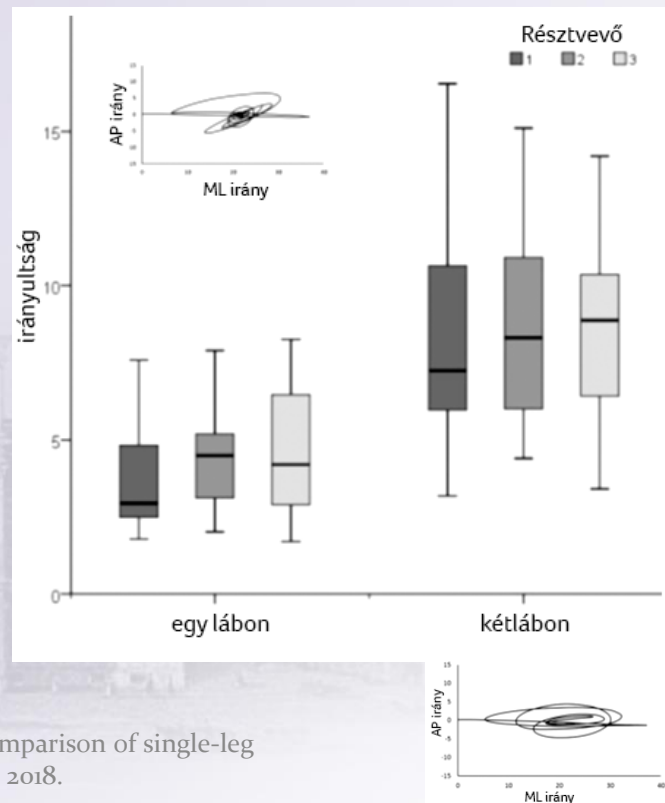
Új paraméterek definiálása

Cél: a lap mozgásirányának leírásához új paraméterek definiálása



Távolság- és időjellelű paraméterek

- lecsengési idő (2 mm)
- bejárt út hossza
- maximális elmozdulás
- Lehr-féle csillapítási szám
- kétirányban megtett út aránya (irányultság)



Petró, B; T Nagy, J; Kiss, RM: Effectiveness and recovery action of a perturbation balance test – a comparison of single-leg and bipedal stances. Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering, 21: 593-600. 2018.



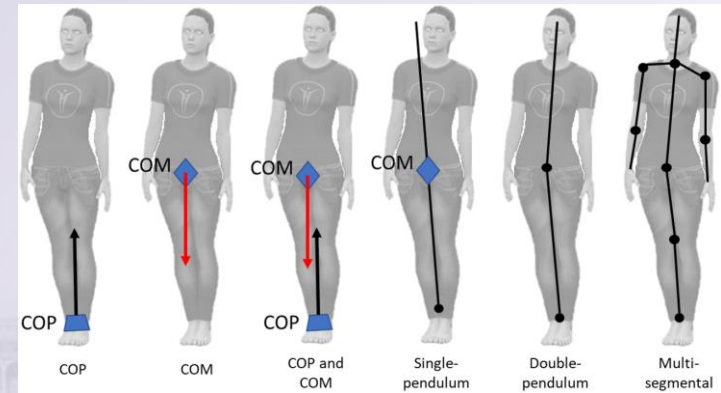
Fordított ingamodell

Bevett koordinációs stratégiák állás esetén

- Boka-, csípő-, vegyes stratégiák

A detektálható stratégiának megfelelő térbeli biomechanikai modell alkotás

- Denavit-Hartenberg konvenció alapján
- két tag: alsó- és felsőtest



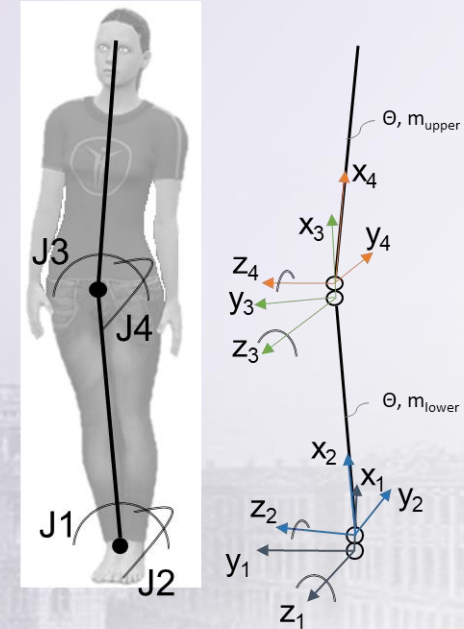
Fordított ingamodell

Bevett koordinációs stratégiák állás esetén

- Boka-, csípő-, vegyes stratégiák

A detektálható stratégiának megfelelő térbeli biomechanikai modell alkotás

- Denavit-Hartenberg konvenció alapján
- két tag: alsó- és felsőtest
- két-két szabadsági fok: boka- és csípőízület
- Nyomatékok a mozgásegyenletekből (Lagrange II.)



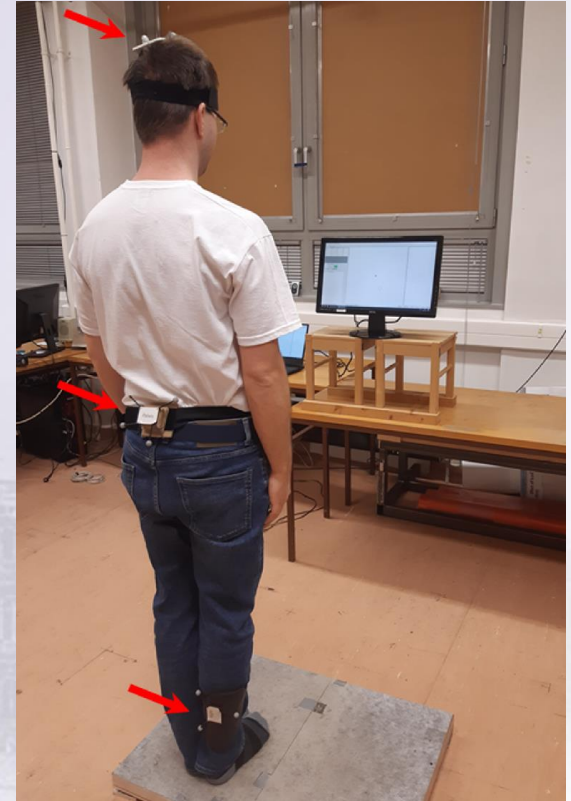
Modell validálása méréssel

Inhomogén mérési csoport

- 11 nő, 22-56 év; 11 férfi, 22-61 év

Boka nyomatéka:

- Közvetett méréssel (talaj reakcióerő és boka pozíció méréséből)
- Becslés a modellel (boka-, csípő- és fejpozíciókból)



Modell validálása méréssel

Inhomogén mérési csoport

- 11 nő, 22-56 év; 11 férfi, 22-61 év

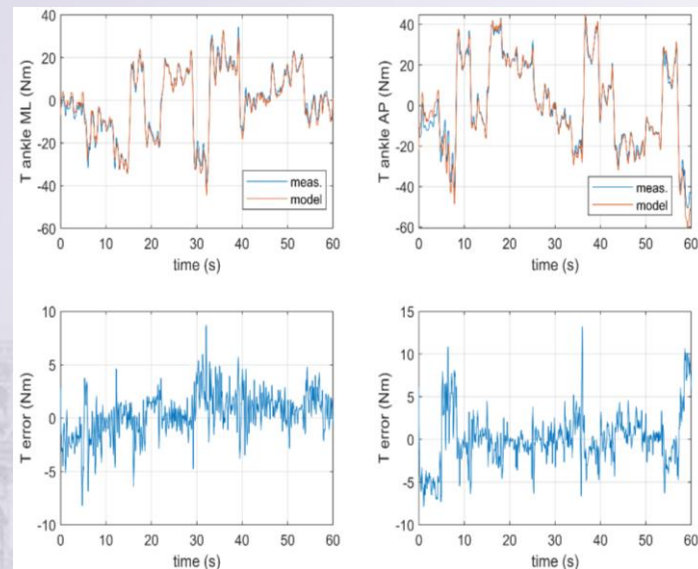
Boka nyomatéka:

- Közvetett méréssel (talaj reakcióerő és boka pozíció méréseiből)
- Becslés a modellel (boka-, csípő- és fejpozíciókból)

Előre-hátra irányban statikus hiba, oldalirányban ez is kiküszöbölhető

Nagyobb nyomatékváltozásoknál jelentkezik kiugró hiba

- Időkésleltetésből, nem modellezett testrészekből



Összefoglalás

A. CSONTOK, SZALAGOK ÉS INAK MECHANIKAI TULAJDONSÁGAINAK MEGHATÁROZÁSA

- befogási mód fejlesztése
- allograftok (szövetbanki graft) esetén a különböző hatások (tárolás, sterilizálás) elemzése

B. MOZGÁSVIZSGÁLATOK

- mérőeszközök: Zebris ultrahanggalapú, OptiTrack optikai alapú rendszer, akusztikus vizsgálatok
- mozgásfajták: testtartás (gerincalak) helyzet-, helyváltoztatás (járás, sportmozgások)

C. EGYENSÚLYOZÓ KÉPESSÉG VIZSGÁLATA

- állás közbeni egyensúlyozó képesség vizsgálata (stabilometria)
- hirtelen irányváltoztatás utáni egyensúlyozó képesség vizsgálata



NAGYMÁTÉ GERGELY
FELVÉTELE



Köszönöm a figyelmet!

