

Beszámoló a 2004-2006 évek munkájáról (zárójelentés) (T046126)

Az elvégzett eredményeinket a piros színű bejegyzések mutatják, az eredeti fekete betűk a kutatási tervben vázoltakat ismertetik.

Részletes kutatási terv

A járás és a futás sebességváltoztatásának hatása a mozgás kinematikai és kinetikai paramétereire c. tematikus OTKA pályázathoz

2001-et követő három év során egy EU5-ös kutatás-fejlesztési projekt (REHAROB) és több elnyert OTKA műszerpályázat



eredményeként egy, közép-európai szemmel nézve is, igen korszerű 3D-s mozgásvizsgáló laboratórium került kialakításra a BME Műszaki Mechanikai Tanszékén. A mozgásvizsgálatokat a zebris ultrahang-bázisú on-line mozgásvizsgáló rendszerével végezzük. A három ultrahang adó által kiadott impulzusokat a vizsgált személy testfelületére

rögzített mik-rofonok veszik és a számítógépes rendszer háromszögelési módszerrel meghatározza 0.1 mm-nél kisebb hibával a mikrofonomok térbeli koordinátáit. Az említett REHAROB projekt keretében kidolgozott ArmModel program képes a testszeg-mensek felületére rögzített – egyetlen műanyag hordozó-ba beépített - mikrofonomhármashoz (triplet) a mérést megelőző ún. kalibrálási fázis során tetszőleges számú anatómiai pontot hozzárögzíteni. Így a mérés során a program a tripletek mozgása alapján rögtön az anatómiai pontok koordinátáit határozza meg, és a vizsgálat során a képernyőn meg is jeleníti. Az utófeldolgozáshoz kifejlesztett programok segítségével a mérési adatok simíthatóak, hibái javíthatók, és a kiválasztott pontok minden lehetséges kinematikai paramétere meghatározásra kerülnek. A programcsomagot agysérült betegek felső végtagi rehabilitációjához fejlesztettük, ezért a beteg karjaira rögzített ortézisekbe beépített F/T érzékelők mérik a passzív mozgás során a gyógytornász által kifejtett erő és nyomaték értékeket és a rendszer képes a mozgás során a könyök és a váll ízületben fellépő igénybevételeket (erő és nyomatékkomponensek) is meghatározni. Bár a korábbi években ezen a területen Magyarország jelentős elmaradásban volt akár a nyugat-európai, akár az amerikai lehetőségekhez képest, ma már ez a Laboratórium és az Országos

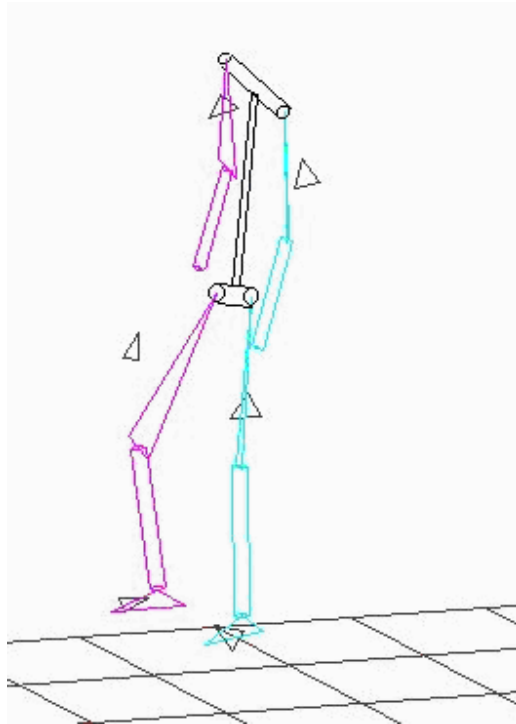
Orvosi Rehabilitációs Intézetben működő hasonló felső végtagi mozgásvizsgáló laboratórium lehetőségei felzárkóztak a világ élvonalához.

A terv részletei:

1./ Teljes testmodellek kidolgozása mind a WinGait mind az ArmModel programcsomaghoz.

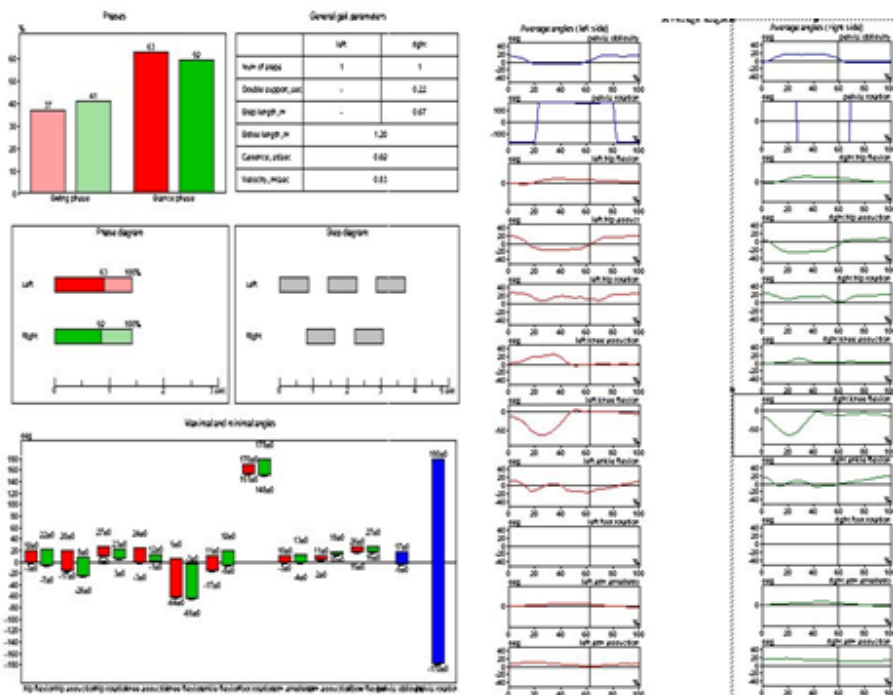
A modelleknek képesnek kell lenniük minden testszegmens mozgásának térbeli rögzítésére (3 anatómiai pont legalább testszegmensenként)

Elkészült a teljes tesmodell és ellenőrző méréseket végeztünk vele.



Teljes testmodell a mérő triplettekkel

Elkészültek a kiértékelő programok is, amelyek a következő ábrákon kerültek szemléltetésre



Riport funkció megjelenítése

2./ Komplex mérési és kiértékelési eljárások fejlesztése

A mérési eljárás során mérni kell a megfelelő izmok aktivitásait és a reakció erőt is az anatómiai pontok térbeli koordinátáinak meghatározásával egyidőben. A kiértékelő programnak képesnek kell lennie minden szokásos kinematikai és kinetikai paraméter meghatározására, amit a járásvizsgálatoknál a nemzetközi gyakorlatban használnak. Speciális feladat a járás ill. a futás vizsgálati eredmények ciklusonkénti szétvágása és grafikus szemléltetése a statisztikai adatok (átlag, szórás stb) meghatározása mellett.

Külön figyelmet kívánunk fordítani a reakcióerő változásának szemléltetésére és a változások numerikus leírására is. A kiértékelő program tartalmazza a korábbi térdvizsgálatok eredményeit is, azaz a járás és futás során a térdizület főmozgásait is érzékeltetni és értékelni tudjuk.

Megj: A kutatás egyik jelentős részét teszi ki a megfelelő érzékelőrendszer kialakítása ill. a megfogó és rögzítőszervek kialakítása, legyártása. A kiértékelő programcsomagok illeszkedni fognak a korábbi felsővégtagi és a járásvizsgálati kiértékelő programokhoz, de a teljes testmodelre vonatkoznak majd.

Elkészültek a megfelelő mérési eljárások és a mérési eredményeket feldolgozó kiértékelő programok is, amelyek a statisztikai eredményeket is megjelenítik.

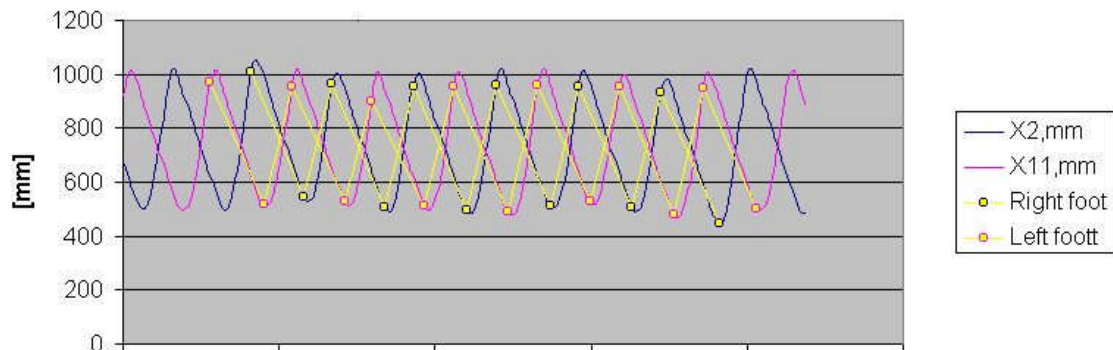
	átlag	szórás	átlag	szórás		
Általános						
Lépéstávolság [m m]	454.95	1.0%	429.44	8.8%		
Lépésszélesség [m m]	31.02	17.8%	35.91	14.9%		
Támaszó fázis [cycle %]	65.02%	1.0%	65.00%	1.8%		
Lendő fázis [cycle %]	34.98%	2.4%	34.97%	3.0%		
Kötőstámasz [cycle %]	14.45%	7.1%	15.81%	7.3%		
Cadence [step/min]	114.08	0.0%	114.13	0.0%		
Sebesség [km/h]	2.39	2.1%	2.30	6.7%		
Sebesség [m/s]	0.67	2.1%	0.64	6.7%		
Térdszög adatai						
Térd szög minimum	[Fok]	14.95	4.2%	13.84	9.1%	
Térd szög maximum	[Fok]	55.75	4.2%	60.58	0.8%	
Térdszög ROM	[Fok]	40.80	6.0%	46.71	2.7%	
Térdszög sarokütésnél	[Fok]	21.29	6.8%	21.71	9.5%	
Térdszög teljes talpra	[Fok]	22.21	12.4%	28.53	3.8%	
Szalagok						
Elülső keresztiszalag	[m m]	22.51	12.9%	20.02	4.9%	
Relatív		0.253	14.8%	0.281	6.0%	
Hátulsó keresztiszalag	[m m]	28.79	3.7%	20.72	5.8%	
Relatív		0.306	4.3%	0.321	7.8%	
Külső oldalszalag	[m m]	10.57	8.3%	30.11	2.7%	
Relatív		0.197	10.4%	1.064	5.4%	
Belső oldalszalag	[m m]	29.94	7.3%	48.05	3.8%	
Relatív		0.074	7.8%	0.119	4.2%	
csípő-cam b szalag	[m m]	12.85	12.4%	18.24	8.1%	
Relatív		0.098	12.9%	0.131	7.7%	
Trocanterek elmozdulása						
Relatív		0.000	6.2%			
Talpn nyomás						
F1 [Weight %]		100	1.5%	90	6.4%	
F2 [Weight %]		89	1.8%	89	4.8%	
F3 [Weight %]		106	3.4%	104	2.8%	
I1 [cycle %]		17%	11.7%	18%	12.1%	
I2 [cycle %]		27%	7.4%	25%	9.3%	
I3 [cycle %]		49%	3.2%	45%	7.1%	
F1/F3 [%]		98%	4.4%	89%	6.4%	
alpha [Weight %'s]		439	19.7%	520	12.4%	
beta [Weight %'s]		-457	-22.1%	-510	-7.8%	
Integral [Weight %'s]		50	4.1%	56	3.5%	
Csípő szögértékek						
	rotation		obliquity		flexion	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
minimum	0.04	3480.2%	-4.88	-14.3%	3.38	20.0%
maximum	8.18	7.9%	3.00	17.9%	8.69	6.5%
ROM	8.14	8.2%	7.98	9.8%	5.31	1.7%
Jobb térdhez viszonyítotlan						
sarokütésnél	1.45	110.7%	-4.46	-14.0%	6.17	10.0%
kelkalnál	5.16	30.1%	1.54	29.2%	3.91	27.3%
térdszög minimum nál	0.19	563.8%	-3.84	-5.2%	8.59	5.4%
térdszög maximum nál	5.18	33.0%	-0.76	-89.3%	4.86	23.5%
Bal térdhez viszonyítotlan						
sarokütésnél	5.91	15.4%	3.22	18.8%	4.58	27.2%
kelkalnál	2.88	89.9%	-2.96	-15.1%	4.17	15.8%
térdszög minimum nál	7.53	11.5%	2.37	23.8%	6.81	12.7%
térdszög maximum nál	3.12	38.9%	-10.50	-68.4%	5.25	18.0%

Mérési eredmények és statisztikai adatok

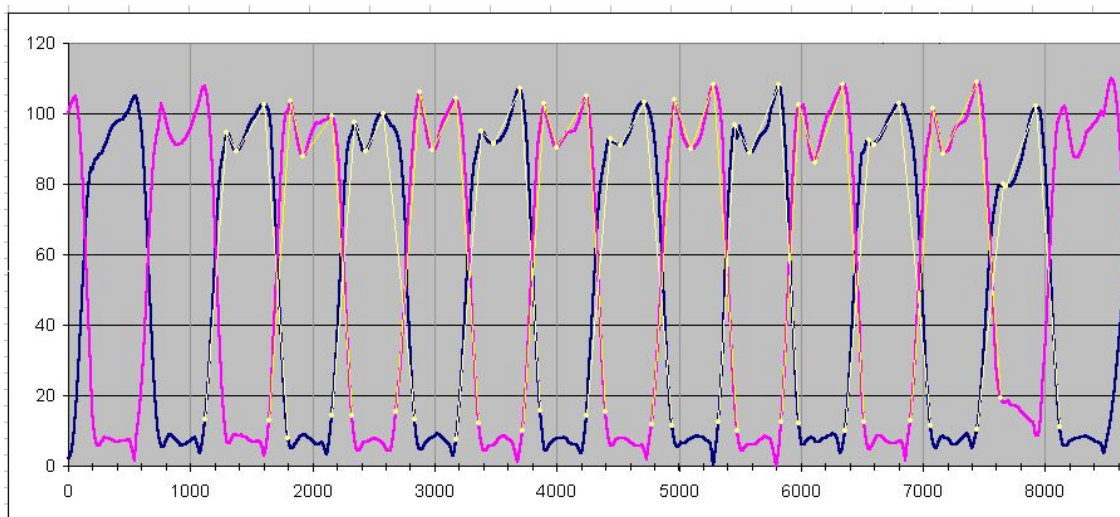
A program képes a járás ciklusainak automatikus meghatározására, a reakcióerők jellemző pontjainak kijelölésére is.

A járásciklus határpontjainak meghatározását a következő ábrák mutatják.

Gait cycles

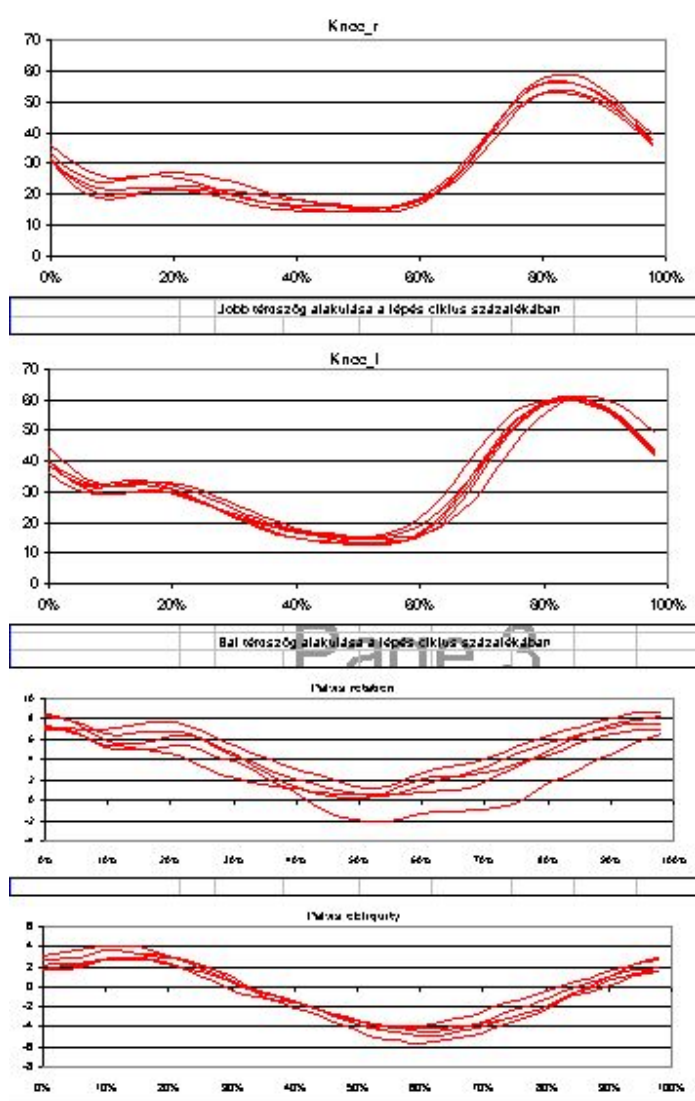


A ciklusok határpontjainak kijelölése a sarokra helyezett markerek helyzete alapján

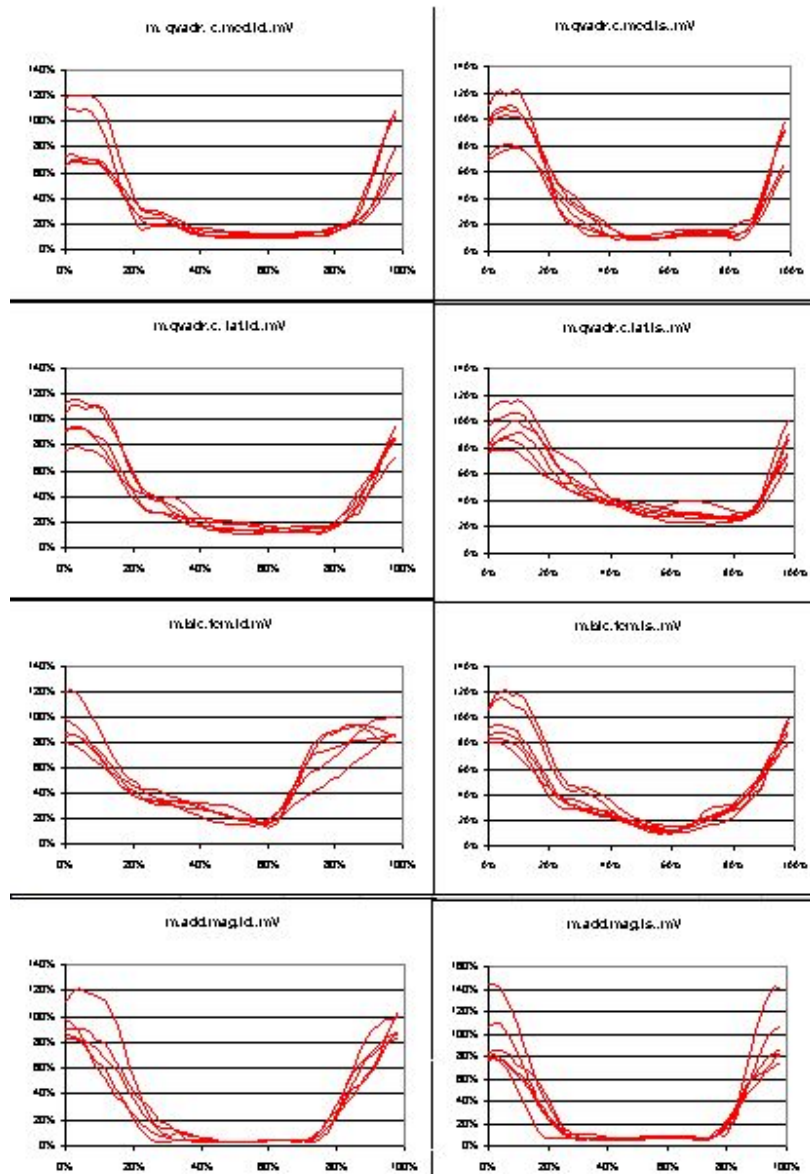


A reakcióerők változásait jellemző pontok meghatározása

Ezek alapján történt a kinematikai, dinamikai és az izomaktivitásokat jellemző EMG jelek ugyancsak ciklusokra bontása és a ciklus százaléka függvényében való megjelentetése, mint azt a következő ábrák is szemléltetik. Nagyszerűen mutatják az ábrák a mérőrendszer pontosságát is, hiszen az egymást követő lépésciklusok görbéi alig térnek el egymástól.



A térszögek és a csipő mozgását jellemző szögek megjelenítése



Az izomaktivitások (EMG) megjelenítése a járás ciklusának függvényében

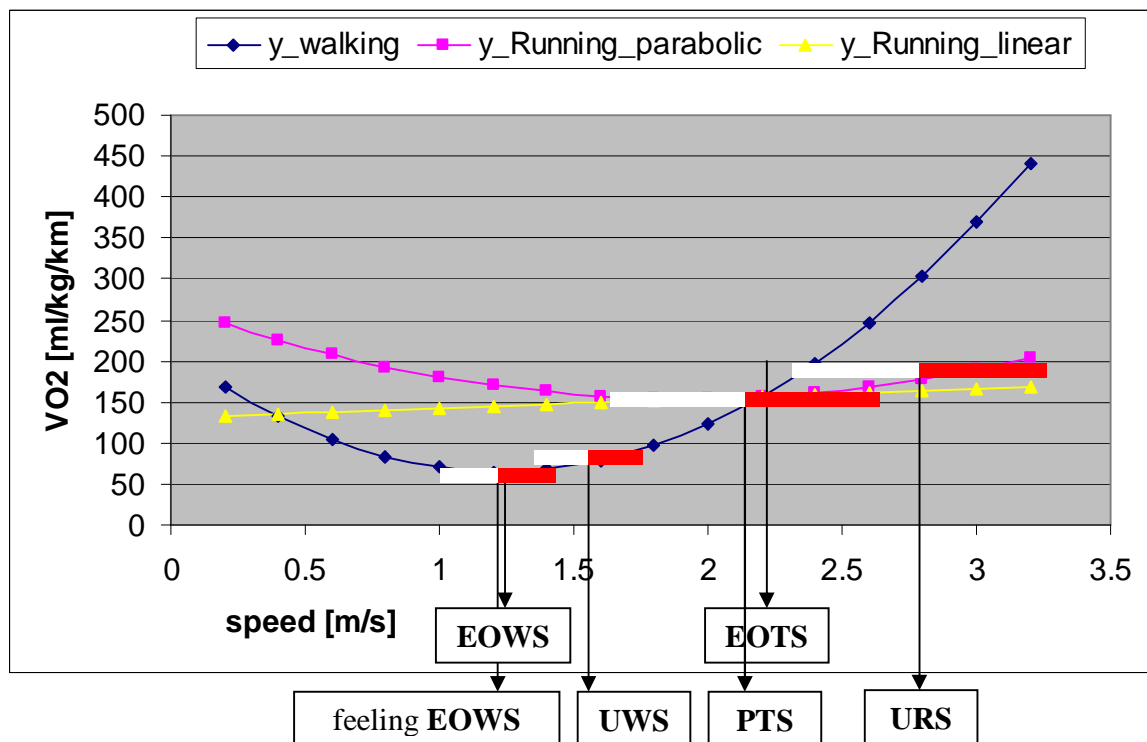
3./ Mérések végzése futófolyosón a szokásos járásvizsgálati paraméterek meghatározására a járás és a futás sebességének változtatása esetén.

Mérések végzése futófolyosón:

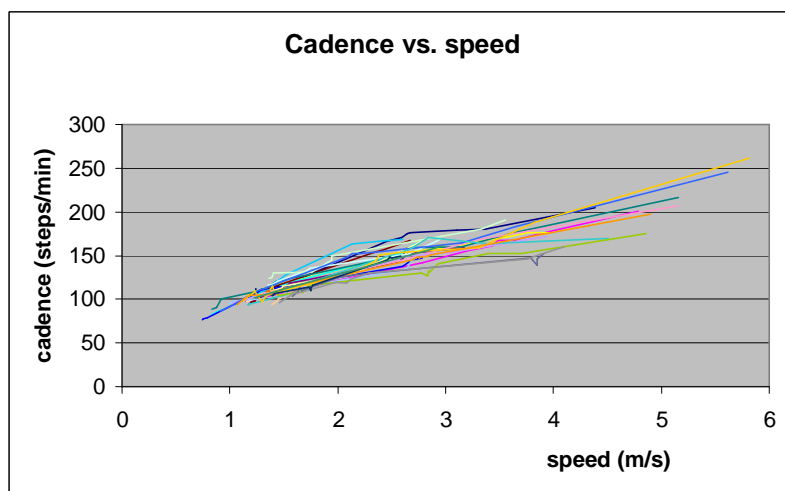
23 klinikailag egészséges önkéntest vizsgáltunk meg eddig (12 férfi és 11 nő). Mindannyian normál egészségi állapotúak voltak, nem álltak orvosi kezelés alatt, valamint korábbi járási problémájuk, betegségük sem volt. Az alábbi táblázat a vizsgálatok eredményeit összegzi.

Paraméterek	Sebesség [m/s]		Frekvencia [steps/min]		Kettős lépés [m]	
	Férfi	Nő	Férfi	Nő	Férfi	Nő
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD
Feeling EOWS	1.25±0.21	1.15±0.21	100.7±6.1	102.7±14.9	1.48±0.18	1.33±0.1
UWS	1.61±0.26	1.49±0.17	112.6±8.17	116.75±9.9	1.71±0.17	1.53±0.08
URS	2.75±0.55	2.83±0.35	148.2±6.9	161.7±7.27	2.24±0.47	2.11±0.26
PTS	2.56±0.26	1.72±0.18	151.4±15.7	133.43±7.7	2.04±0.13	1.55±0.08

A mérési eredmények feldolgozását mutatja a következő diagram, ahol a sebesség és a felhasznált oxigénmennyiség diagramjába rajzoltuk be a mérési eredményeinket, amelyek jó egyezést mutatnak a legújabb nemzetközi mérési adatokkal is (Sacramento State University).



A következő ábrák a percenkénti lépésszám és a lépéshossz változásait mutatják a sebesség függvényében a méréseink alapján.





4./ A járás és a futás során a reakcióerők változásának vizsgálata a sebesség függvényében műszerezett futópádon a beépített erőmérők , valamint a “mérőpapucs” adatainak felhasználásával. A hagyományos kinematikai paraméterek és a kinetikai paraméterek kapcsolatának feltérképezése.

A korábbi pontok teljesítése után került sor egy nagyobb létszámot érintő mérési sorozatra. A mérések során az orvosi felügyeletet Dr. Knoll Zsolt (MEDICaMENTOR alapítvány) látta el, mert a korábbi, járásvizsgálatokhoz kapcsolódó mérések során is ő látta el ezt a feladatot és a szükséges Etikai Bizottsági engedélyekkel is rendelkezik.

5./ A járás és futás komplex modelljének kezelése

- az anatómiai pontok térbeli koordinátáinak felvétele
- a testszegmensek helyzetének leírása a szokásos szögek alkalmazásával
- a testszegmensek szögsebességének meghatározása
- EMG adatok rögzítése (izomaktivitások mérése)
- reakcióerők rögzítése, azok változásának leírása
- az inverz dinamikai feladat megoldása , azaz mind a felsővégtagok mind az alsó végtagok esetén a csuklóponthi igénybevételek változásának meghatározása a mozgás során.

6./ A mérési eredmények feldolgozása, kiértékelése és a sebesség változtatásának hatásvizsgálata.

A vizsgálatok és az azokat követő kiértékelések eredményeként egy komplett, az emberi járásra és a futásra vonatkozó adatbázis fog rendelkezésre állni, a Zebris ultrahanbázisú mérési rendszeréhez kapcsolódóan.

Ezen adatokat, eredményeket a későbbiek során jól lehet alkalmazni és felhasználni egyrészt egészségesek és betegek járásvizsgálata során nyert eredmények értékeléséhez, sportszerek (cipők) diagnosztizálásához és sportolók mozgásvizsgálataihoz is. Az adatbázisban minden olyan kinematikai és kinetikai paraméter szerepel amellyeket a teljes test mozgásvizsgálatai során fel lehet használni, és ezen paraméterek együttes hatásai, kapcsolatai is feltérképezhetők. Remélhetően ezen vizsgálatok eredményeként számos PhD dolgozat keletkezik és több nemzetközi együttműködés is létrejöhet.

Egészséges fiatal személyek járás és futásvizsgálata 10, 50 méteres futófolyosón és futószalagon:

15 vizsgálati alany (5 nő és 10 férfi), átlag életkor 23.9 ± 1.7 év, átlagos testmagasság 176.2 ± 9.3 cm, átlagos testsúly 71.3 ± 14.1 kg.

Különböző sebességek mellett végeztünk vizsgálatokat:

- Futófolyosó:
 - Kényelmes járás
 - Átlagos járás
 - Preferált váltó sebesség
 - Átlagos futás
 - Fokozatos futás (egészen a sprintig)
- Futószalag:
 - Kényelmes járás
 - Átlagos járás
 - Preferált váltó sebesség
 - Átlagos futás

Hasonló vizsgálatokra került sor a Sacramento State University biomechanikai laboratóriumában. A kinti labor vezetője Alan Hreljak 2005 május 4 – 21 között tett látogatást Budapesten. Megismerkedett a labor vizsgálati lehetőségeivel és bekapcsolódott a munkákba. E látogatás viszonzásaként dr. Kocsis László tartózkodott 4 héten keresztül a Sacramentoi laboratóriumában 2006 augusztusában, ahol kicserélték a kapcsolódó mérési eredményeket. Sajnos nem sikerült a további utazások költségeinek fedezéséhez támogatást szerezni, és a jelenlegi kutatás – az eredeti tervekhez képesti - erősen megkurtított pénzügyi lehetőségei nem teszik lehetővé az ígéretesnek induló együttműködés további fejlesztését, kibővítését.

Gonarthrosisos betegek járásvizsgálata

26 vizsgálati alany (18 nő és 8 férfi), 57 mérés.

A mérések eredményeinek feldolgozása megtörtént, és ezen eredmények egy másik OTKA által támogatott kutatásnak is segítséget nyújtanak.

Elvégeztük az alábbi programok tesztelését, leírását. Ezek mindegyikét felhasználtuk a laborban végzett mérések kiértékelése során:

- simító, javító és utófeldolgozó eljárások
- EMG jelek kezelése, utófeldolgozása
- reakcióerőmérők analóg jeleinek utófeldolgozása
- Mérési eredmények szétválasztása
- Anatómiai szögek meghatározása a mérési adatokból
- A kinematikai adatok utófeldolgozása (deriváltak, foronómiai görbék, fázisdiagrammok stb)
- A csuklóponthoz (izületi) igénybevételek meghatározása (inverz dinamikai feladat megoldása)
- A testszögmérések szögsebességének, szöggyorsulásának meghatározása a mérési adatokból
- A pillanatnyi forgástengelyek szemléltetése, a mozgások utólagos vizualizálása, stb

Összegzés:

Az elmúlt hét év során egy EU5-ös kutatás-fejlesztési projekt (REHAROB) és több (4) elnyert OTKA műszerpályázat (M 36208 M36251 és M041408 , M041022) eredményeként egy, közép-európai szemmel nézve is, igen korszerű 3D-s mozgásvizsgáló laboratórium került kialakításra.

A biomechanikai laboratórium kutatásai a mozgásvizsgálatok szinte teljes tartományára kiterjedtek és ezekhez a kapcsolódó OTKA kutatások is jelentős segítséget nyújtottak.

Nehéz szétválasztani – ill. úgy gondolom, hogy nem is szükséges – az OTKA által támogatott kutatásokat a biomechanikai laboratóriumban folytatott egyéb kutatásoktól, de leszögezhető, hogy a pályázatban vállalt feladatokat messze túlteljesítettük, aminek oka elsősorban az, hogy a folyó egyéb kutatások időközben jelentkező újabb és újabb igényeit is ki kellett elégíteni.

Egyéb kutatások (általában PhD témákhoz kapcsolódó mérések):

Knoll Zsolt (Kiss R):

egészséges szabadidő és versenysportolók járásának összehasonlítása

LCA sérülés hatása a járás paramétereire

LCA műtét és a rehabilitáció hatása a járás paramétereire

PhD védés: 2003 december 10

Ormos Gábor (Kiss R, Kocsis L.)

nyakizmok működése
nyaki szakasz mobilitása

Magyar Mátyás (Kiss R, Kocsis L.)

terheléses bicikli vizsgálat
sportolás hatása a tanult mozgások izom működésére (futás és bicikli-tenisz, foci, öttusa, triatlon, vovas, kerékpár, atléták)

Horváth Mónika és Tihanyi Tekla (Tihanyi József-Kiss R, Kocsis L)

hemipleg betegek talpnyomás eloszlása, stabilitása, járása (Win Gait-tel)

Illyés Árpád (Vízkelety - Kiss)

életkor hatása a járásra
csipőkopás hatása a járásra
csipőprotézis típusa és a rehabilitáció hatása a járásra
váll mozgások (izom biztos, kinematika kérdéses)

Bejek Zoltán, (Szendrői – Kiss)

térdprotézis

Kecskés Klára (gyógytorna diplomamunka - Kiss)

lovaglás hatása benuktaknál az adductor mozgására (3 csak EMG mérés)

Zsidai Attila (Kocsis László) gerincvizsgálatok, rehabilitáció nyomonkövetése a budai Gyermekkorházzal

(dr. Viola Sándor közreműködésével)

Paróczai Róbert (Kocsis László)

a járási sebesség hatása a járásvizsgálati paraméterekre

Keresztényi Zoltán (Laczkó József)

Izületi hajlásszögváltozások vizsgálata

Tóth Zoltán (Országos Mentőszolgálat)

újraélesztési eljárások műszeres vizsgálata

Mindezekben a vizsgálatokban az OTKA pályázatokhoz kapcsolódóan továbbfejlesztett mérési eljárásokat és kiértékelő, feldolgozó programokat használtuk.

Az elvégzett mérések száma meghaladja az ötezret és a megszerzett tudásra alapozva a szolnoki MÁV Kórházban – egy GVOP projekt keretében – kialakítottuk Európa jelenleg legmodernebb mozgásvizsgáló laboratóriumát.

Ezzel egy igen sikeres és nemzetközileg is elismert kutatássorozatot zártunk le, fejeztük be az alapkutatásokat úgy, hogy ezek eredményei már a klinikai gyakorlatban alkalmazható mérési, diagnosztizálási és rehabilitációs eljárásokat valósítottak meg, amelyeket ma már Magyarországon több helyen is alkalmaznak.

Publikációk:

Kocsis L., Kiss R.M., Kocsis L., Knoll Zs.: Biomechanical models and measuring techniques for ultrasound-based measuring system during gait. *Periodica Politechnica Ser. Mech. Eng.* 48 pp. 41-54. 2004

Kocsis L., Kiss R.M., Kocsis M.: Application of biomechanics in military sciences. *Academic and Applied Research in Military Science (Miklós Zrinyi National Defence University)* 3. (4) pp. 483-488. 2004.

Zsidai A., Kocsis L.: Development trends and results in spinal tests *Periodica Politechnica, Mechanical Engineering, Vol. (1), (2004) pp.*

Knoll Zs., Kiss R.M., Kocsis L.: Gait adaptation in ACL deficient patients before and after anterior cruciate ligament reconstruction surgery *Journal of Electromyography and Kinesiology* 14 pp.287-297. 2004. (IF=1.43)

Kiss, R. M., Kocsis, L., Knoll, Zs.: Joint kinematics and spatial temporal parameters of gait measured by an ultrasound-based system, *Medical Engineering and Physics* (IF=0.604) 26 (2004) pp.611-620

Paróczai, R., Kocsis, L.: Analysis of human gait and running parameters *Applied Mechanics* 2004, 2004 március 22-25, Kočovce.

Knoll, Zs., Kiss, R. M., Kocsis, L.,: Kinematics and muscle activity of professional fencers, *Proceedings of Fourth Conference on Mechanical Engineering, Budapest, (2004) pp.754-758*

Jurák, M., Kocsis, L.: Algorithms for the automatic calculation of the gait reaction force parameters measured on instrumented treadmill, *Proceedings of Fourth Conference on Mechanical Engineering, Budapest, (2004) pp. 749 - 753*

Knoll, Zs., Kiss, R. M., Kocsis, L.: New monitoring method for rehabilitation following ACL Reconstruction, *ESSKA 2004 pp.*

Kocsis, L.: Application of modern motion analysis methods on the field of the Hungarian sport sciences *Proceedings of the First Hungarian Conference on Biomechanics, Budapest 2004, június 11-12. pp. 223-228*

Illyés A., Kiss R.M.: Kinematic analysis of patient with coxarthrosis. *MEDICON and HEALTH Telematics 2004. X. Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering. 31 July- 5 August 2004. Naples-Ischia, Italy* 4p. (Megjelent CD -n) (ISBN 88 7780 308 8

Illyés Á., Kiss R.M.: The influence of osteoarthritis of the hip joint on kinematic, kinetic and EMG gait pattern. *8th International Conference Orthopaedics, Biomechanics, Sports rehabilitation* November 19-21 2004. Abstract book, pp.312-317.

Kiss R.M., Bejek Z., Illyés Á.: Gait analysis of elderly people. *Biomechanics of Man 2004. Congress of the Czech Society of Biomechanics. Hotel Horizont. November 16-19. 2004. 6p (Megjelent CD n)*

Illyés,Á., Bejek Z.: „Gait adaptation in the elderly” *First Hungarian Conference on Biomechanics (Research Centre for Biomechanics, BUTE)* June 11-12 Budapest pp. 170 – 175.

Illyés, Á., Kiss R.: The gait pattern of patients with coxarthrosis. *First Hungarian Conference on Biomechanics (Research Centre for Biomechanics, BUTE)* June 11-12 2004. Budapest pp. 176 – 181.

Illyés Á., Kiss R.M.: Kinematic and EMG analysis in patients with osteoarthritis of the hip joint. *Gait and Posture* 20S pp.S62. 2004 (IF=1.585)

Paróczai Róbert: Analysis of human gait and running parameters on treadmill and running corridor. I. Magyar Biomechanikai Konferencia, 2004. Június 11-12, Budapest

Zsidai Attila, Dr. Kocsis László:

Gyermekkori gerincdeformitások diagnosztizálását segítő adatfeldolgozó és kiértékelő program ultrahangbázisú gerincvizsgálatokhoz
Orvos- és Kórháztechnika, XLIII. (2): 35-39. 2005.

Dr. Illyés Árpád, Dr. Bejek Zoltán, Dr. Knoll Zsolt, Paróczai Róbert, Dr. Kocsis László, Dr. Kiss Rita:

Gait analysis of patients with osteoarthritis of the hip joint

Journal of Computational and Applied Mechanics; (2005) ISSN 1580-2070

Róbert Paróczai, László Kocsis:

Analysis of human walking and running parameters as a function of speed
Technology and Health Care (2005)

Zsidai Attila, Kocsis László: Ultrahang-alapú gerincdiagnosztikai rendszer klinikai alkalmazási lehetőségei

BUDAMED '05 Konferencia Orvosbiológiai és Klinikai Mérnököknek (44-49.)

Budapest, 2005. október 13. ISBN 963 8231 93 9

Zsidai Attila, Kocsis László: Ultrahang-alapú gerincdiagnosztikai rendszer klinikai alkalmazási lehetőségei

BUDAMED '05 Konferencia Orvosbiológiai és Klinikai Mérnököknek (44-49.)

Budapest, 2005. október 13. ISBN 963 8231 93 9

Zsidai Attila, Dr. Kocsis László:
Study of the motion characteristics of the cervical spine section
*FUDoM 05. Finno-Ugric International Conference of Mechanics with ESI Group
Symposium Ráckeve, 2005. május 29.- június 4.*

Paróczai Róbert, Kocsis László:
Járásanalízis ultrahang-alapú mozgásvizsgáló rendszer segítségével
*BUDAMED'05 – 13. MATE, 4. MEDING Orvostechnikai Konferencia
2005. október 13. Budapest ISBN 963 8231 939*

Róbert Paróczai, László Kocsis:
Ganganalyse mit der Anwendung des Ultraschal-Mess-Systems
*17. Frühlingsakademie und Expertentagungen, pp. 99-103
Mai 4-8. 2005. Balatonfüred, Ungarn ISBN 963 86697 3X*

Illyés Á., Kiss R.M.: Method for determining the spatial position of the shoulder with ultrasound-based motion analyzer. *Journal and Electromyography and Kinesiology* 16 (1) 79-88. 2006. (IF=2.181)

Bejek Z., Paróczai R., Illyés Á., Kiss R.M.: The influence of walking speed on gait parameters in healthy people and in patients with osteoarthritis. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy* 14(7) pp.612-622. 2006. (IF=1.018)

Illyés Á., Kiss R.M.: Kinematic and muscle activity characteristics of multidirectional shoulder joint instability during elevation. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy* 14(7) pp.673-685. 2006 (IF=1.018)

Bejek Z., Paróczai R., Illyés Á., Kocsis L., Kiss R.M.: Gait parameters of Patients with osteoarthritis of the knee joint. *FACTA UNIVERSITATIS Series Physical Education (University of Nis)* 4 (1) pp. 9-16. 2006.

Illyés Á., Bejek Z., Szilávik I., Paróczai R., Kiss R.M.: Three-dimensional gait analysis after unilateral cemented total hip arthroplasty. *FACTA UNIVERSITATIS Series Physical Education (University of Nis)* 4 (1) pp. 27-34. 2006.

Paróczai R., Bejek Z., Illyés Á., Kocsis L., Kiss R.M.: Gait parameters of healthy, elderly people. *FACTA UNIVERSITATIS Series Physical Education (University of Nis)* 4 (1) pp. 49-58. 2006.

Kiss R.M., Illyés Á.: New parameters for modeling shoulder motion. *Proceedings of the 24th IASTED International Multiconference Biomedical Engineering BioMED 2006.* February 15-17, 2006. Innsbruck Austria pp. 174-179. (ISBN 0-88986-578-7)

Illyés Á., Holnapy G., Szendrői M., Kiss R.M.: Importance of proprioception after total hip replacement. *Proceedings of the 24th IASTED International Multiconference Biomedical Engineering BioMED 2006.* February 15-17, 2006. Innsbruck Austria pp. 379-383. (ISBN 0-88986-578-7)

Bejek Z., Illyés Á., Paróczai R., Kiss R.M.: Kinematics of Knee Replacement in patients during gait. *Proceeding of the 4th IASTED International Conference on Biomechanics* August 28-29, 2006. Palma de Mallorca, Spain pp 77-80. (ISBN 0-88986-604-X)

Illyés Á., Bejek Z., Paróczai R., Szlávik I., Kiss R.M.: Recovery of gait parameters of lower extremities after unilateral total cemented hip replacement. *Proceeding of the 4th IASTED International Conference on Biomechanics* August 28-29, 2006. Palma de Mallorca, Spain pp 81-84. (ISBN 0-88986-604-X)

Paróczai R., Bejek Z., Illyés Á., Kiss R.M., Kocsis L.: The impact of osteoarthritis on gait parameters. *Gépészet* 2006. Proceedings of the fourth conference on Mechanical Engineering (2006. május 25-26.). pp.754-758. (ISBN 963 593 465 3)