

A humán mozgásláncot alkotó egyes ízületek egymásra hatásának elemzése járás közben

Csípőízületi kopás hatása a járás biztonságára

Kiss Rita M.

Előadás felépítése

Bevezetés

Célkitűzések

Előzmények

Eredmények bemutatása

- . Ultrahang-alapú járásvizsgáló-módszer hitelesítése
- . Csípőízületi kopás hatása a járás változékonyságára
- . A dinamikus egyensúly megtartásának vizsgálatához szükséges hirtelen irányváltoztatási teszt kidolgozása
- . Csípőízületi kopás hatása a dinamikus egyensúly megtartására hirtelen irányváltoztatás esetén

Összefoglalás

Csípőízületi kopás

A csípőízület eltorzulása nem-gyulladásos porcelváltozás, vagy csontelfajulás következtében

Tünetei:

- . fájdalom
- . csípőízület mozgásának beszűkülése
- . sántítás
- . radiológiai elváltozás

Előfordulás:

- . 65 év felett a lakosság 15-25%-ánál radiológiai jel
- . 6-10 %-ánál igényel kezelést
- . 3-5%-ánál csípőízületi protézis beültetés szükséges



Járás

Ciklikus, szimmetrikus mozgás, mert egyes szakaszai pontosan ismétlődve követik egymást.

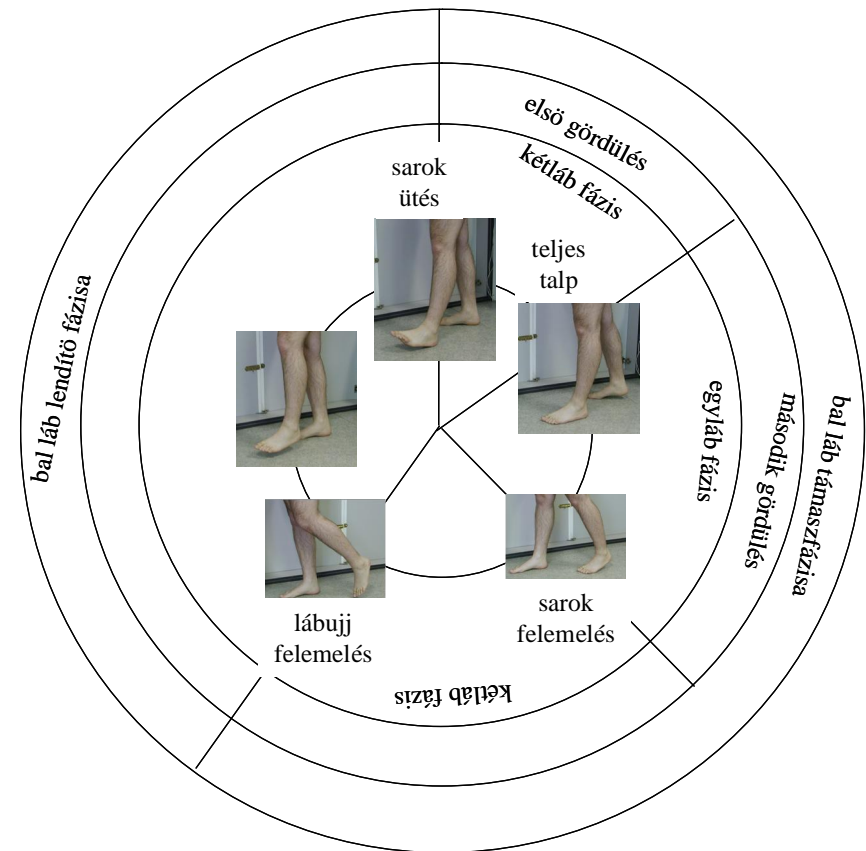
Járáselemzés alapjai:

. lépésciklus, ami a végtag teljes mozgásperiódusa, azaz a végtag sarokütésétől a következő sarokütéséig tart, szakaszai:

„Támaszfázis (támaszkodási fázis)

„Lendítő fázis (lengési fázis)

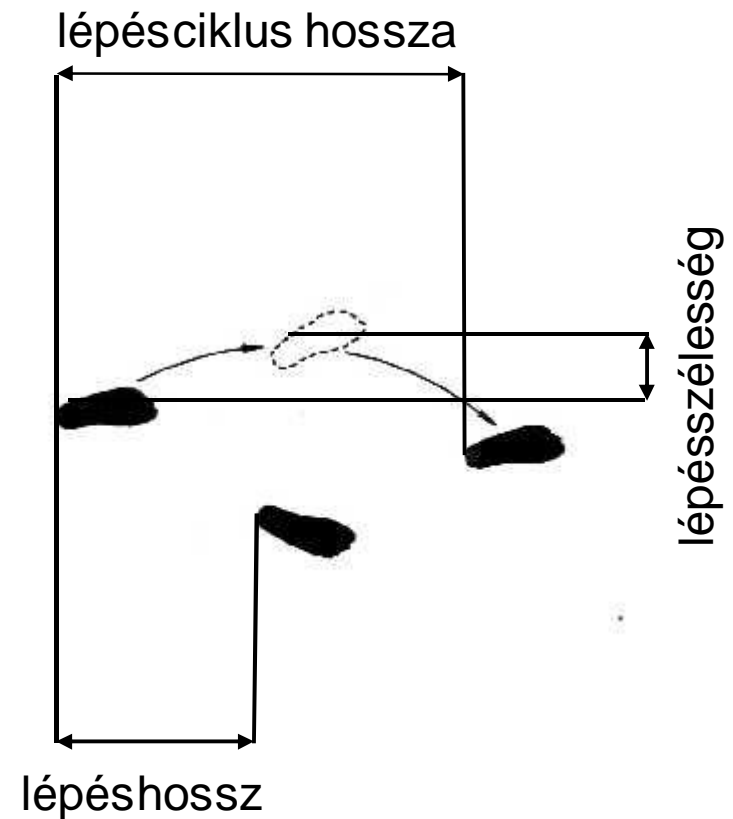
. lépés, ami az egyik végtag sarokütésétől a másik végtag sarokütéséig tart



Járás jellemzése

Járáskép jellemzése

- időjellegű
- távolságjellegű paraméterek



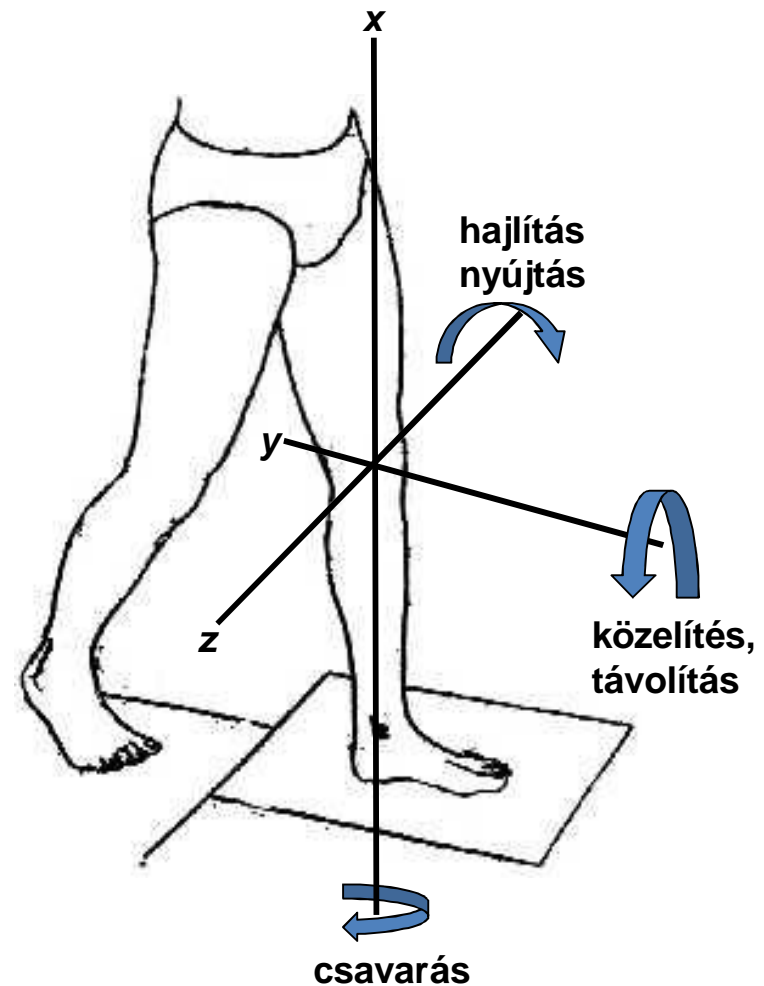
Járás jellemzése

Járáskép jellemzése

- időjellegű
- távolságjellegű paraméterek

Ízületi mozgások jellemzése

- szögjellegű paraméterek



[Szendrői M (szerk): Ortopédia]

A járás biztonságos, ha

- “ a járás harmonikus, szakaszai pontosan ismétlődnek
 - . Járáskép, a távolság- és időjellegű jellemzők minden lépés esetén közel azonosak
 - . A járáskép változékonysága kicsi
- “ a test az egyensúlyát mindig visszanyeri
 - . Göröngyös talajon, mozgó talajon (mozgólépcső, mozgójárda) történő járáskor is
 - . Hirtelen erőhatás, irányváltoztatás (pld. lökés) után is
 - . A dinamikus egyensúly megtartása minden körülmények között megfelelő

Célkitűzések

1. A különböző mértékű csípőízületi kopás hatásának vizsgálata a járás változékonyságára
2. A csípőízületi kopás hatásának vizsgálata a dinamikus egyensúly megtartására hirtelen irányváltoztatás esetén

Előzmények

- “ Korábbi kutatások [Bejek és mtsai, 2006; Bennett és mtsai, 2008; Möckel és mtsai, 2003] a járást jellemző paraméterek elemzésével bizonyították, hogy a csípőízületi kopás okozta ízületi mozgáskorlátozottság miatt a járás nem-szimmetrikus.
- “ Kang és Dingwell [2008] a távolságjellegű és időjellegű paraméterek szórásának elemzésével bizonyították, hogy az életkor lényegesen befolyásolja (növeli) a járás változékonyságát.
- “ Van den Akker-Scheek és mtsai [2007] a lépéshossz és a lépésidő paraméterek relatív szórásának elemzésével bizonyították, hogy a nagyfokú csípőízületi kopás lényegesen befolyásolja (növeli) a járás változékonyságát.
- “ Arakowski és mtsai [2006] nyomásközéppont helyzetének elemzésével bizonyították, hogy álláskor a csípőízületi kopás nem rontja az egyensúlyozó képességet.
- “ Majewskie és mtsai [2005] fejmozgás elemzésével bizonyították, hogy járáskor a csípőízületi kopás rontja az egyensúlyozó képességet.

Járás változékonyságának elemzése

Cél: Csípőízületi kopás mértékének a hatása

járás változékonyságának modellezése a távolság-, idő-, szögjellegű paraméterek szórásával és relatív szórásával

A járásjellemzők számításához szükséges anatómiai pontok térbeli helyzetét sok járásciklus közben kell rögzíteni.

A vizsgálatnak futószalagon kell történnie.

A feldolgozás fontos kérdése a felvett, hosszúidejű járás ciklusokra bontása egyszerű, de megfelelően pontos legyen.

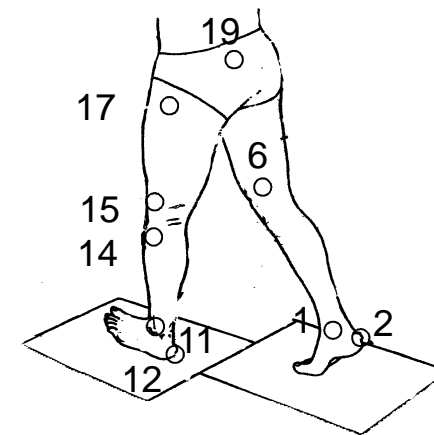
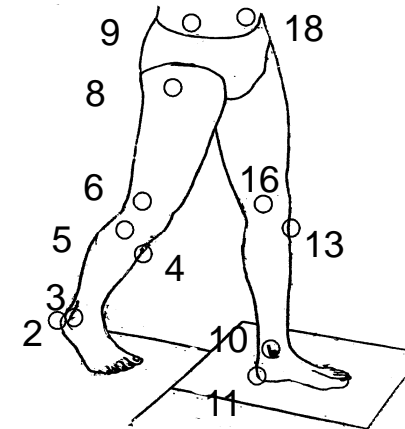
Ultrahang-alapú járásvizsgáló módszer



Ultrahang-alapú egymér fejes-hátsó elrendezés vizsgáló-módszer [Kocsis, 2002]

Mér eszköz: zebris CMS-HS

+

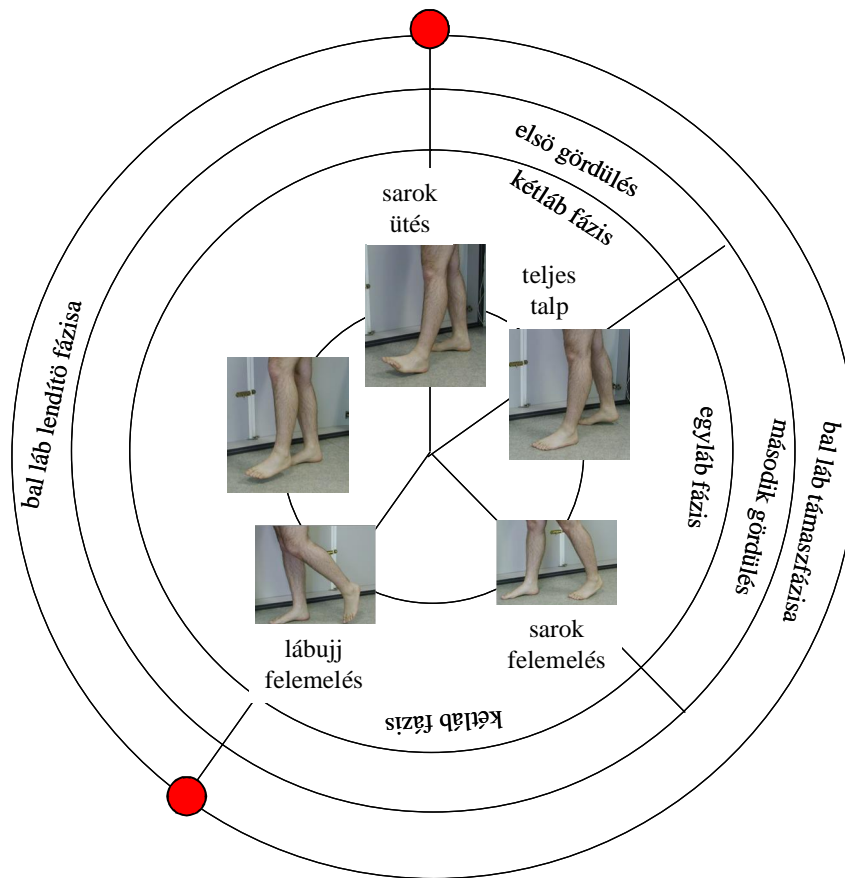


19-pontos biomechanikai modell [Knoll és mtsai, 2004]

Az ultrahang-alapú járásvizsgáló módszer hitelesítése

1. Az ultrahang-alapú járásvizsgáló módszer hibájának megállapítása statisztikai módszerekkel [Kiss, 2007]
 - a. Az ultrahang-alapú járásvizsgáló módszer hibája 1 mm alatt
 - b. Az ultrahang-alapú járásvizsgáló módszer hibája kisebb, mint az ortopédiai elváltozások nagyságrendje
 - c. A különböző időpontban és/vagy különböző személyek által végzett mérések eredményei összehasonlíthatók
2. Az ultrahang-alapú járásvizsgáló módszerrel végzett mérések eredményeinek összehasonlítása más módszerrel végzett mérések eredményeivel

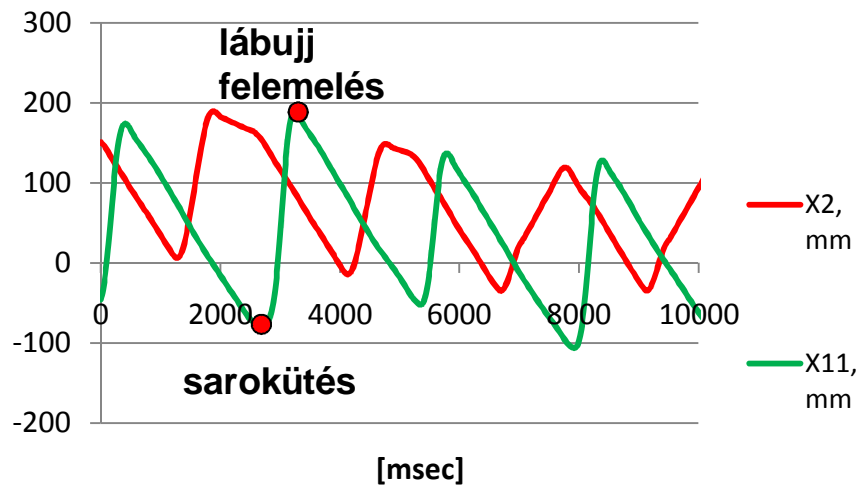
Két különböző típusú járásvizsgálat összehasonlítása



A járáselemzés fontos kérdése a felvett járásnak lépésciklusokra, valamint támaszfázisra és lendítőfázisra történő bontása. Ehhez a sarokütés és a lábujj felemelés járászakaszok azonosítása szükséges.

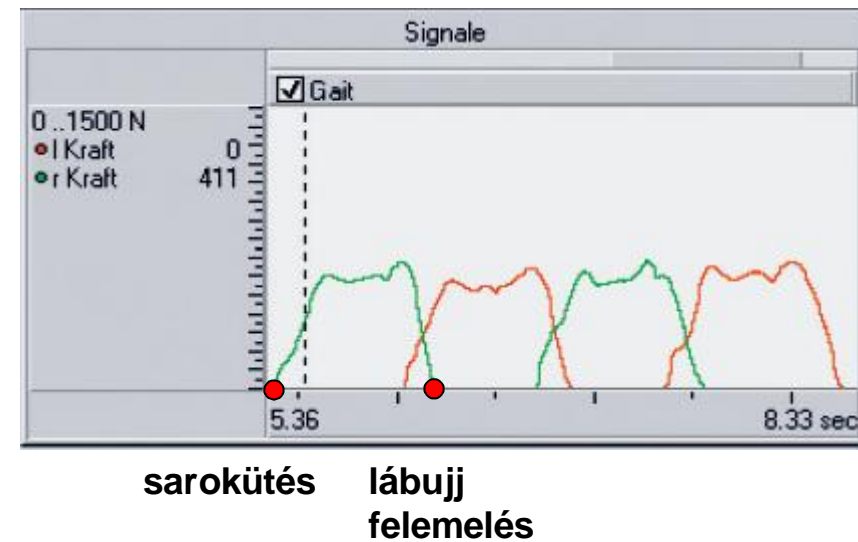
A különböző típusú járásvizsgálatok összehasonlításánál célszerű a sarokütés és a lábujj felemelés azonosítása közötti időeltérést meghatározni és elemezni.

Ultrahang-alapú járásvizsgáló módszer



Kinematikai-alapú azonosítás Pont helyzetén-alapuló módszer

Reakcióerő-mérés alapú járásvizsgáló módszer



Kinetikai-alapú azonosítás ETALON

Hitelesítés:



Azonosítás:
(azonosítási idő)

Választott paraméterek:

45 egészséges személy lassú (1.2 m/s), normál (1.5 m/s) és gyors (1.8 m/s) tempójú, futószalagon történő járásakor mértük és rögzítettük

”az ultrahang-alapú járásvizsgáló módszerrel a kijelölt anatómiai pontok térbeli helyzetét

”a futószalagba épített erőmérő lappal a reakcióerő függőleges komponensét

Kinematikai: a sarokütés a sarokgumó és a csípőtővis haladásiránnyal párhuzamos koordinátái különbségének maximuma; a lábujj felemelés ennek a minimuma [Zeni és mtsai, 2008]

Kinetikai: sarokütés, amikor a reakcióerő először nullától különböző; lábujj felemelés, amikor utoljára nullától különböző [Mills és mtsai, 2008]

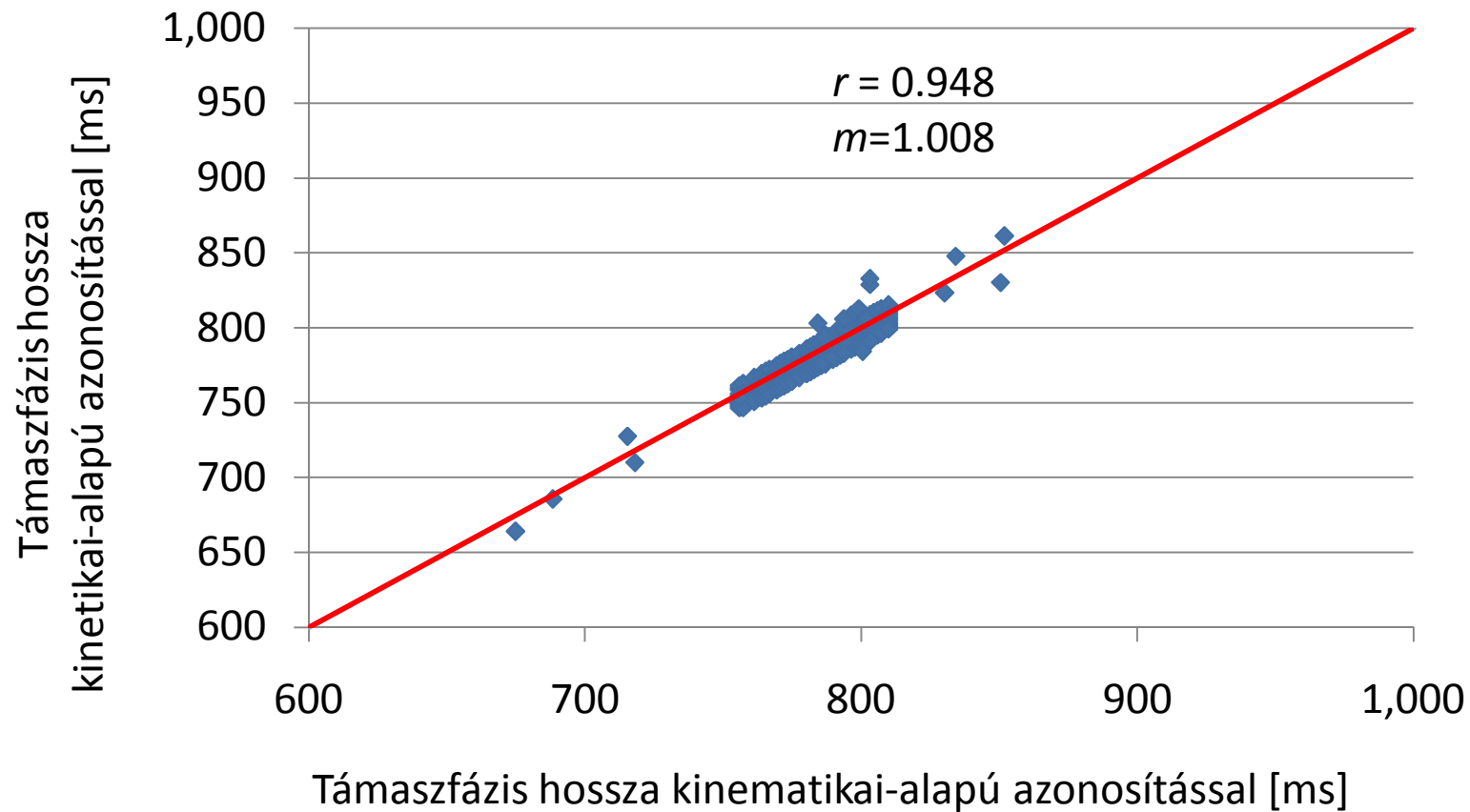
a két módon azonosított sarokütés közötti időkülönbség

a két módon azonosított lábujj felemelés közötti időkülönbség

a támaszfázis hossza közötti időkülönbség

Statisztikai elemzés

a két módon meghatározott támaszfázis hosszak között a Pearson-féle korrelációs együttható azonosítás időkülönbségek, támaszfázis hossza közötti időkülönbségek átlaga, szórása, 95%-os megbízhatósági tartománya



A különböző azonosítási módszerrel meghatározott támaszfázis hossza közötti korreláció erős

		1.2 m/s	1.5 m/s	1.8 m/s
Sarokütés azonosítás	átlag±SD	6.9±4.1	3.2±3.3	-2.3±0.9
id - különbsége	tartomány	19.4. -2.8	13.4. -4.9	7.9 . -10.1
Lábujj felemelés azonosítás	átlag±SD	-3.6± 0.9	-1.7±3.1	1.6±3.2
id különbség	tartomány	8.4. -14.5	10.7. -14.8	11.9. -6.4
Támaszfázis hossza	átlag±SD	-10.6±4.8	-4.9±1.4	3.9±4.2
közötti id különbség	tartomány	2.5. -24.2	3.5 . -14.5	14.9. -4.8

+ a kinetika-alapú azonosítás korábbi, mint a kinematikai-alapú

A járásszakaszok azonosítása közötti id különbség kicsi

Az ultrahang-alapú és a reakcióerő-mérés alapú járásvizsgáló módszerrel mért adatokból számított sarokütés és lábujj felemelés közötti időkülönbség, valamint a támaszfázis hossza közötti időkülönbség elemzésével megállapítottam, hogy a két vizsgálómódszerrel mért értékekből számított jellemzők nem térnek el szignifikánsan egymástól.

Az ultrahang-alapú járásvizsgálathoz használt kinematikai-alapú azonosítási módszer lassú, normál és gyors tempójú járás esetén is használható.

Kiss, R.M., Comparison between kinematic and ground reaction force techniques for determining gait events during treadmill walking at different walking speeds, *Medical Engineering and Physics*, 2010.

Előadás felépítése

Bevezetés

Célkitűzések

Előzmények

Tudományos eredmények bemutatása

- . Ultrahang-alapú járásvizsgáló-módszer hitelesítése
- . **Csípőízületi kopás hatása a járás változékonyságára**
- . A dinamikus egyensúly megtartásának vizsgálatához szükséges hirtelen irányváltoztatási teszt kidolgozása
- . Csípőízületi kopás hatása a dinamikus egyensúly megtartására hirtelen irányváltoztatás esetén

Összefoglalás

Csípőízületi kopás mértékének a hatása a járás változékonyságára

Vizsgált személyek:

22 egyoldali kislökű,
18 egyoldali nagyfokú
csípőízületi kopásban szenvedő
idős beteg (radiológiai lelet
alapján)
20 idős, egészséges személy

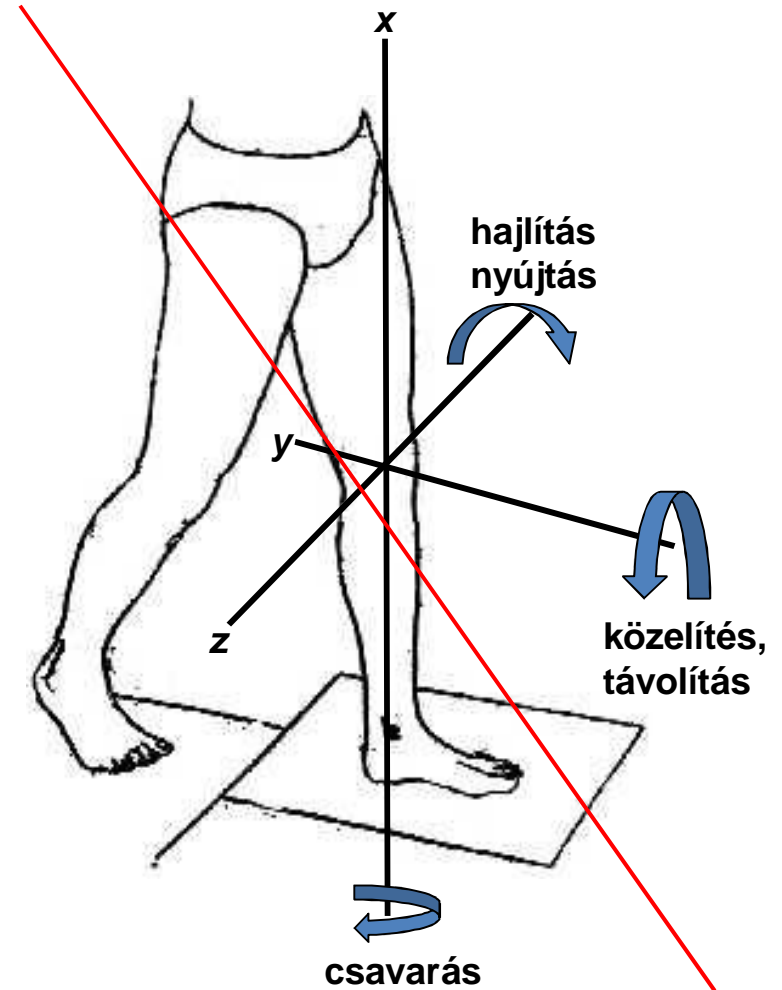
Vizsgálat módja:

Ultrahang-alapú járásvizsgáló
módszerrel 0.8, 1.0 és 1.2 m/s
sebességű járáskor a kijelölt
anatómiai pontok térbeli
helyzetének rögzítése



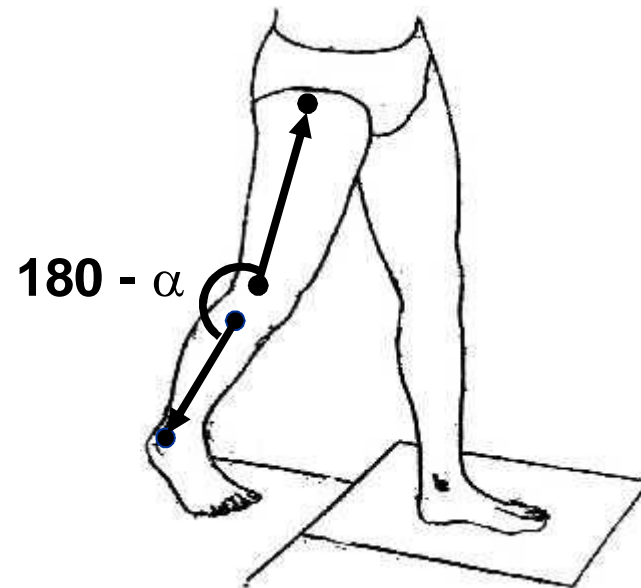
Jellemzők

- ” Távolság-idő jellegű paraméterek
- ” Szögjellegű paraméterek



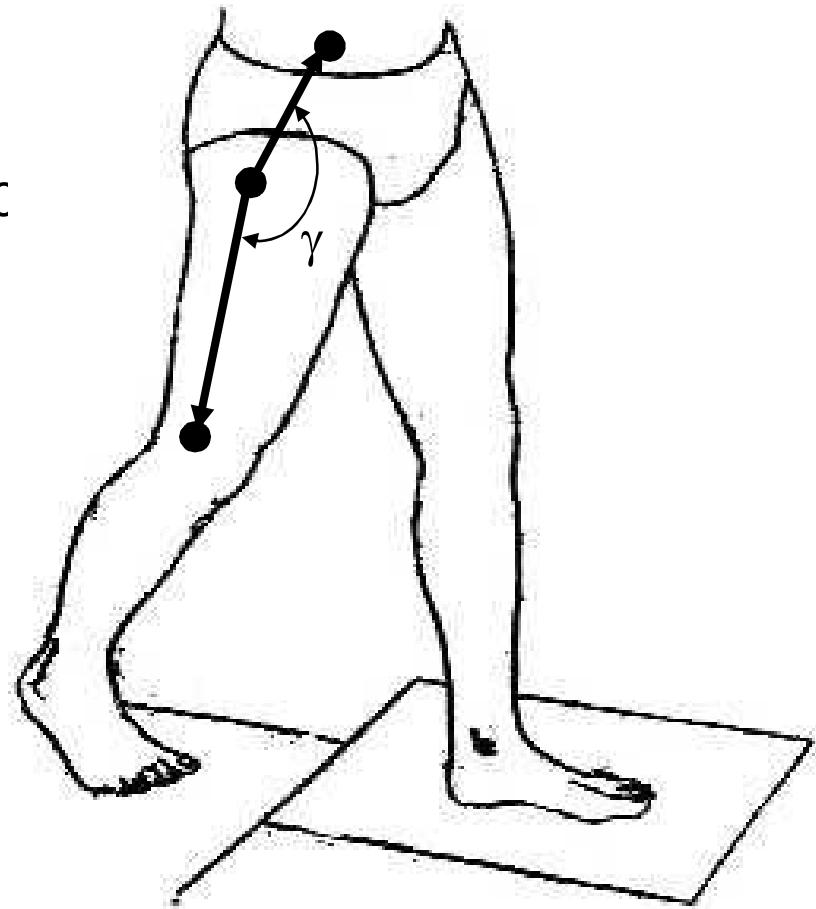
Jellemzők

- ” Távolság-idő jellegű paraméterek
- ” Szögjellegű paraméterek
 - . általános térdszög [Knoll és mtsai, 2004]



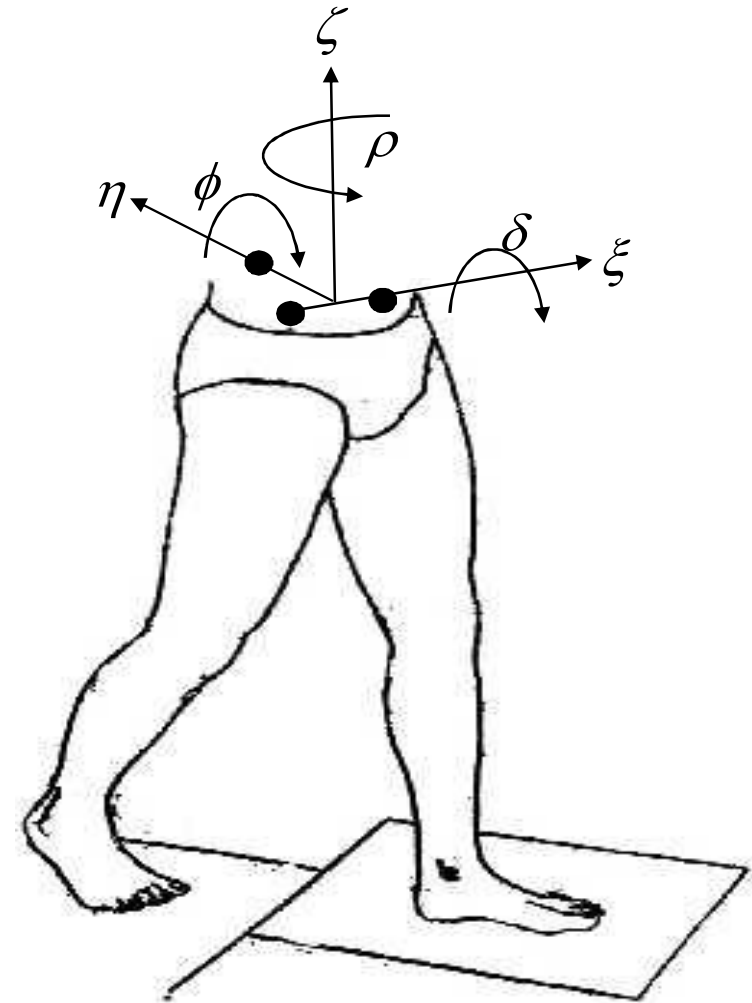
Jellemzők

- ” Távolság-idő jellegű paraméterek
- ” Szögjellegű paraméterek
 - . általános térdszög [Knoll és mtsai, 200
 - . általános csípőszög [Kiss, 2007]



Jellemzők

- ” Távolság- és időjellegű paraméterek
- ” Szögjellegű paraméterek
 - . általános térdszög
 - . általános csípőszög
 - . medenceövi mozgásokat leíró abszolút szögek [Kiss, 2007]



Vizsgált ciklusok száma: Több, mint 400 ciklus [Owings és Grabnier,2003],
átlagosan 576 ciklus mindhárom járássebességnél

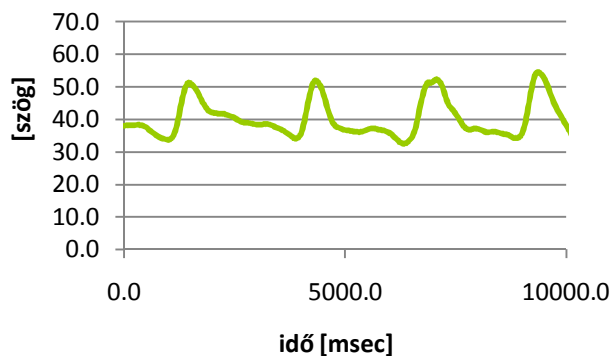
Járáskep változékonysága - Lépésciklusonként egy – egy adat
távolság-, időjellegű Jellemezhető az összes vizsgált ciklus adatainak
paraméterek : szórásával, relatív szórásával

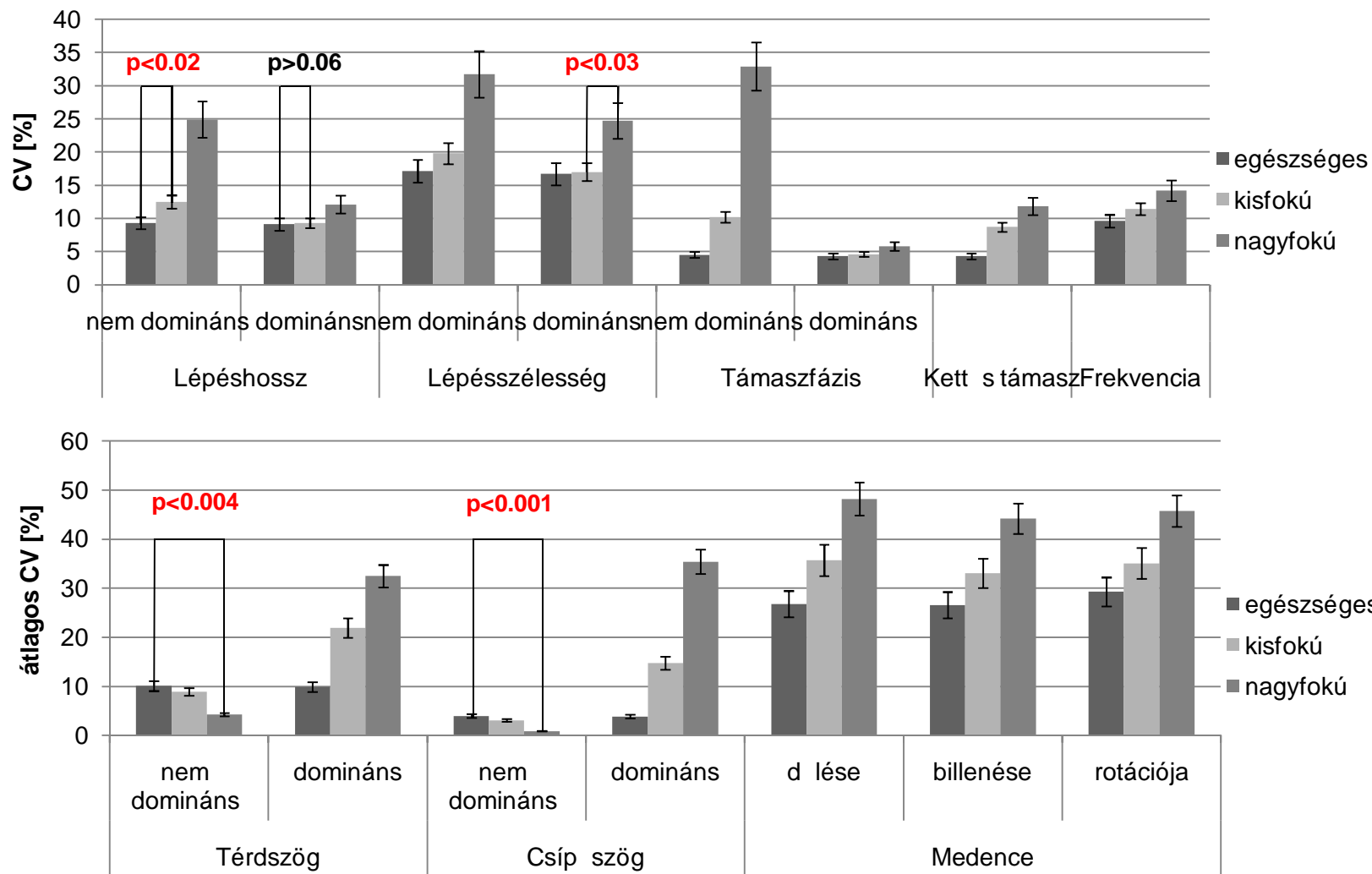
Ízületi mozgás Idő függvényében változik
változékonysága - Ciklusra bontás után, a ciklus minden egész
Szögjellegű paraméterek: százalékában az értékek számítása, majd

$$\text{átlagosSD} = \langle SD(i) \rangle_i \quad i \in \{\text{lépésciklus } 0 - 100\%\}$$

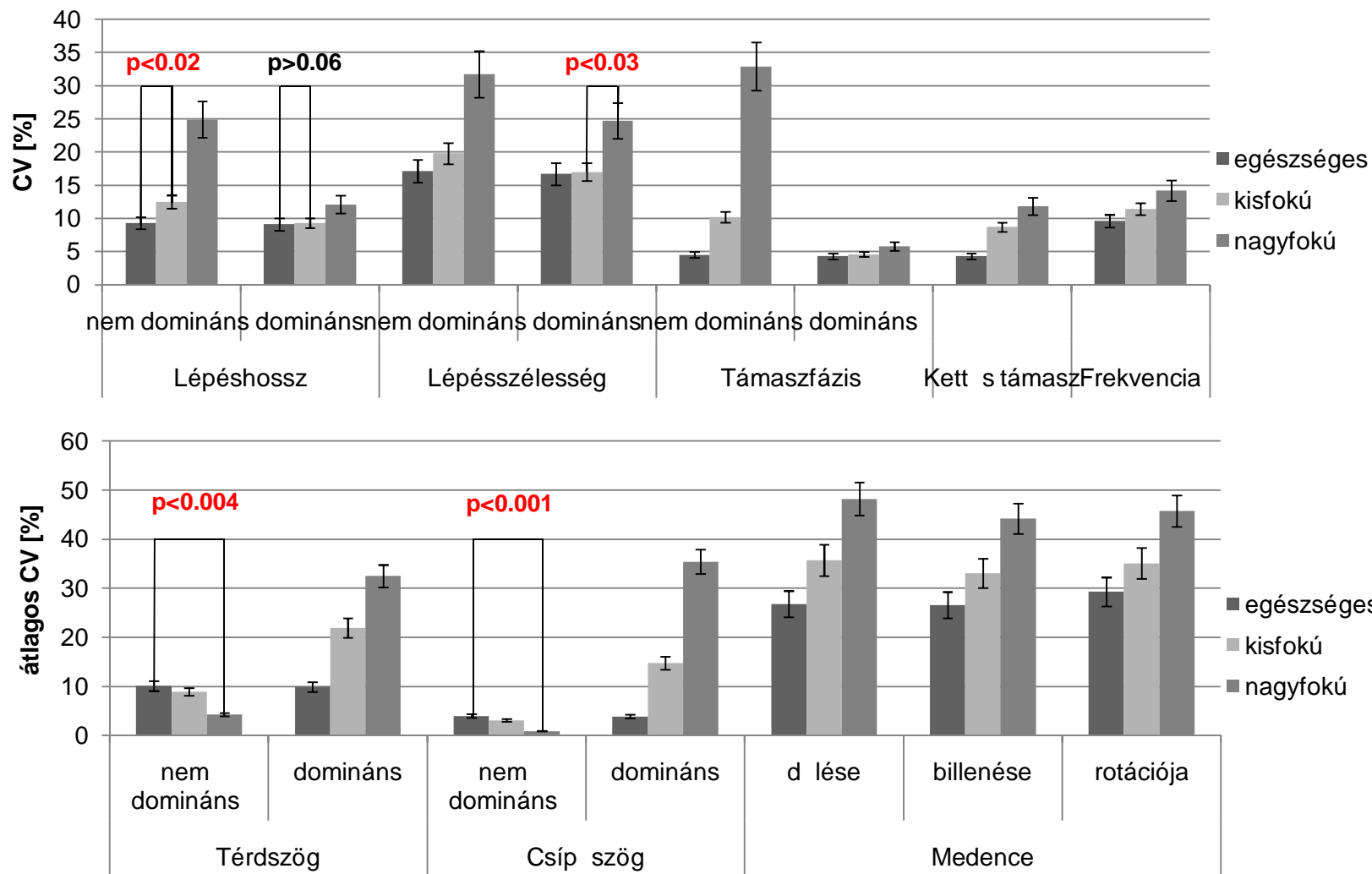
$$\text{átlagosCV}(\%) = \langle \frac{SD(i)}{Mean(i)} \rangle_i \times 100 \quad i \in \{\text{lépésciklus } 0 - 100\%\}$$

[Kang és Dingwell, 2008]

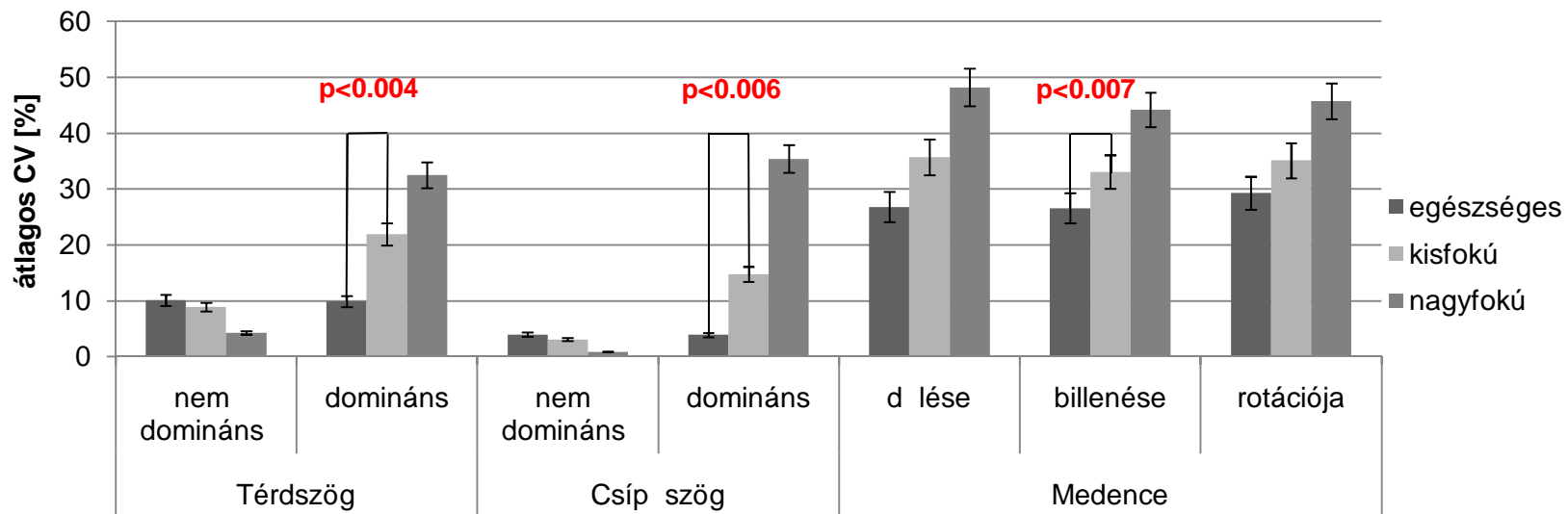




A csíp ízületi kopás romlásával az érintett (nem domináns) oldal távolság- és időjelleg paramétereinek relatív szórása (CV%) szignifikánsan növekedett, nem érintett (domináns) oldal esetén szignifikáns növekedés csak a nagyfokú kopás esetén figyelhető meg.



A csíp ízületi kopás romlásával az érintett oldali csíp szög és a térdszög átlagos relatív szórása (átlagosCV%) csökkent, ami az ízület flexibilitásának csökkenésével, mozgásának beszűkülésével magyarázható.



Az ellenoldal (nem-érintett, domináns) esetén a csíp szög, a térdszög, valamint a medenceövi szögek átlagos relatív szórása a kopás romlásával növekedett. Ennek alapján feltételezhető, hogy az ellenoldali ízületek mozgása és a medenceövi mozgás fontos szerepet játszik a kompenzációban és a biztonságos járásra való törekvésben.

A járás jellemzésére használt távolság-, idő- és szögjellegű paraméterek együttes elemzésével megállapítottam, hogy a csípőízületi kopás romlásával a járás változékonysága növekedett. A csípőízületi kopás romlásával a járáskép jellemzésre használt távolság- és időjellegű paraméterek szórása és relatív szórása növekedett, míg az érintett oldal térdízületi és csípőízületi mozgását leíró szögek átlagos szórása, átlagos relatív szórása csökkent, ami együttesen a járás biztonságának csökkenését, az elesés megnövekedett kockázatát jelzi.

Az ellenoldal (nem-érintett, domináns) csípőízületi és térdízületi, valamint medenceövi mozgásokat leíró szögek átlagos szórásának és átlagos relatív szórásának növekedése azt mutatja, hogy ezek az ízületek fontos szerepet játszanak a kompenzációban és a biztonságos járásra való törekvésben.

Kiss R.M, A járás sebességének és a csípőízületi arthrosis fokának hatása a járás változékonyságára, *Biomechanica Hungarica*, 2010.

Előadás felépítése

Bevezetés

Célkitűzések

Előzmények

Eredmények bemutatása

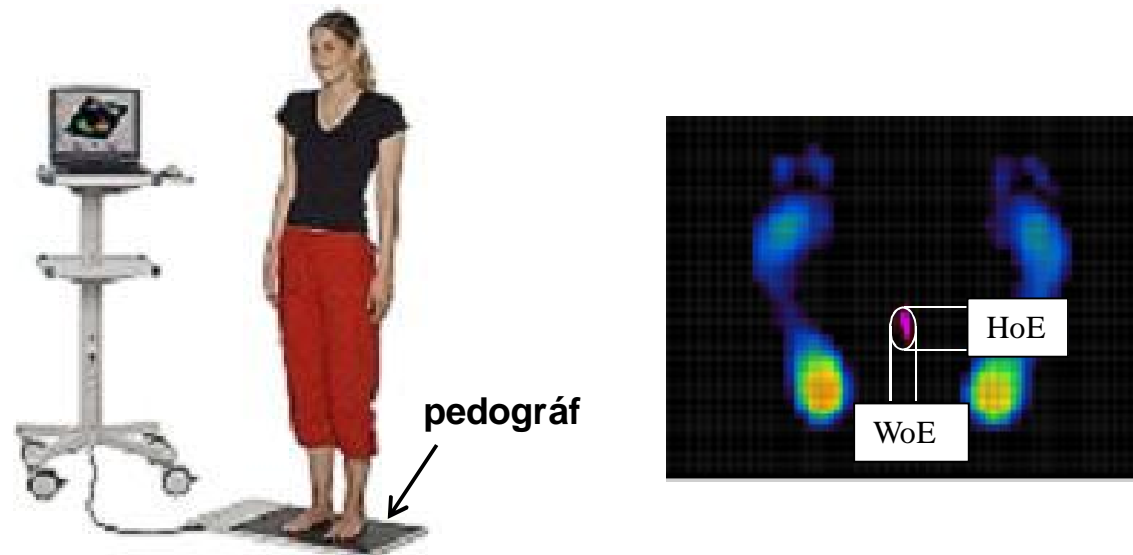
- . Ultrahang-alapú járásvizsgáló-módszer hitelesítése
- . Csípőízületi kopás hatása a járás változékonyságára
- . **A dinamikus egyensúly megtartásának vizsgálatához szükséges hirtelen irányváltoztatási teszt kidolgozása**
- . **Csípőízületi kopás hatása a dinamikus egyensúly megtartására hirtelen irányváltoztatás esetén**

Összefoglalás

Egyensúly megtartása

Egyensúlyozás: stabil állapot elérése, fenntartása

Propriocepció — statikus egyensúly megtartása: Nyugalmi, stabil testhelyzetekben a testrészek egymáshoz való viszonyának érzékelése



Nyomásközéppont különböző irányú elmozdulásának vizsgálata talpnyomáseloszlás mérésével

[Horváth M, 2007]

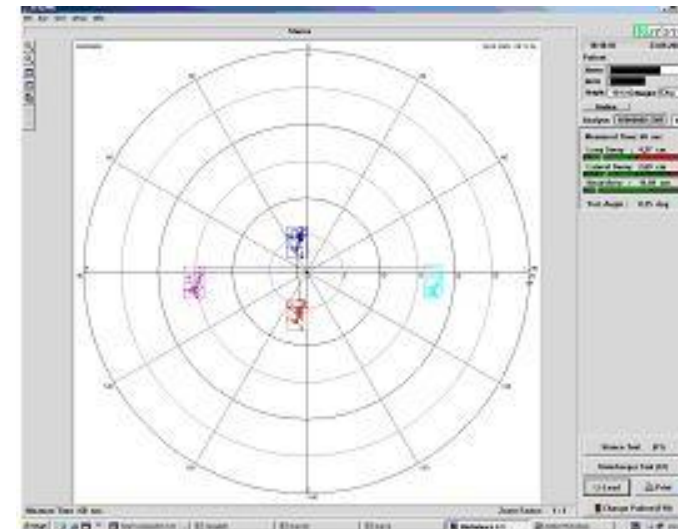
Egyensúly megtartása

Egyensúlyozás: stabil állapot elérése, fenntartása

Propriocepció - statikus egyensúly megtartása: Nyugalmi, stabil testhelyzetekben a testrészek egymáshoz való viszonyának érzékelése



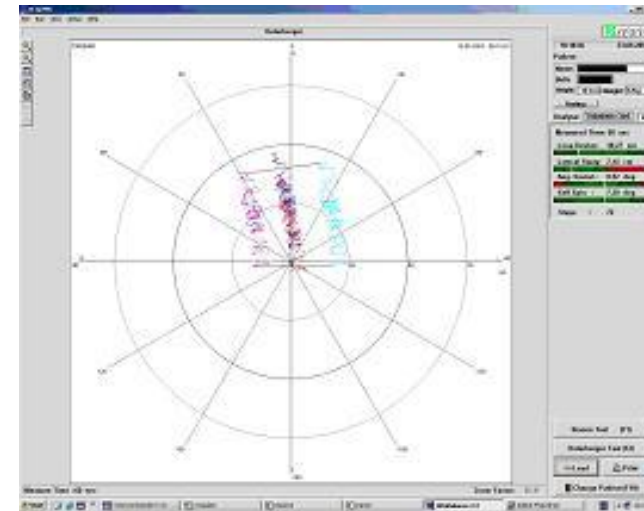
Kranio-korpográfiás vizsgálómódszer



Romberg próba Æ állás közben a fej (és a vállcsúcs) mozgásának rögzítése

Egyensúly megtartása

Kinesztézis – dinamikus egyensúly megtartása: Mozgó testrészek egymáshoz való viszonyának érzékelése



Fukuda (Unterberger) próba – járás közben a fej (és a vállcsúcs) mozgásának rögzítése

Eddig használatos módszerek

Előnyei:

- . Ismert módszerek, jellemzők
- . Nagy orvosi gyakorlat a vizsgálat végzésében és az eredmények kiértékelésében

Hátrányai:

- . Stabilitásvizsgálat
- . Elsősorban a neurológiai problémák hatásának elemzésére alkalmas
- . A mozgólépcsőn, a göröngyös utcán, utcán történő kisebb lökések, házi kedvencek „támadásai” következtében történő eséseket nem modellezi
- . Az egyensúly megtartását hirtelen irányváltoztatás után és mozgó talajon történő járáskor nem elemzi

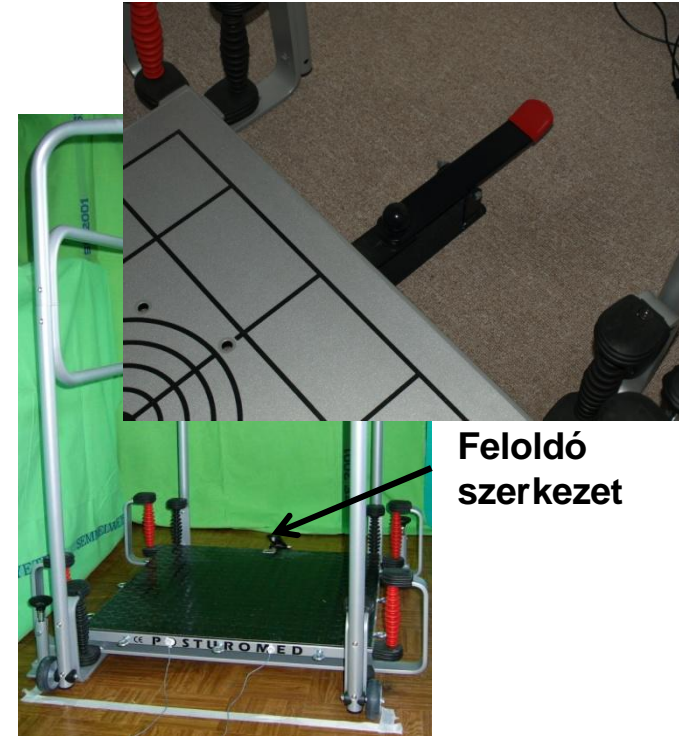
Ultrahang-alapú hirtelen irányváltó teszt



Ultrahang-alapú egyedi érzékelés vizsgálómódszer

Mérészköz: zebris CMS10

+



8 azonos erősségű rugóval felfüggesztett merev lap

PosturoMed

Mérés

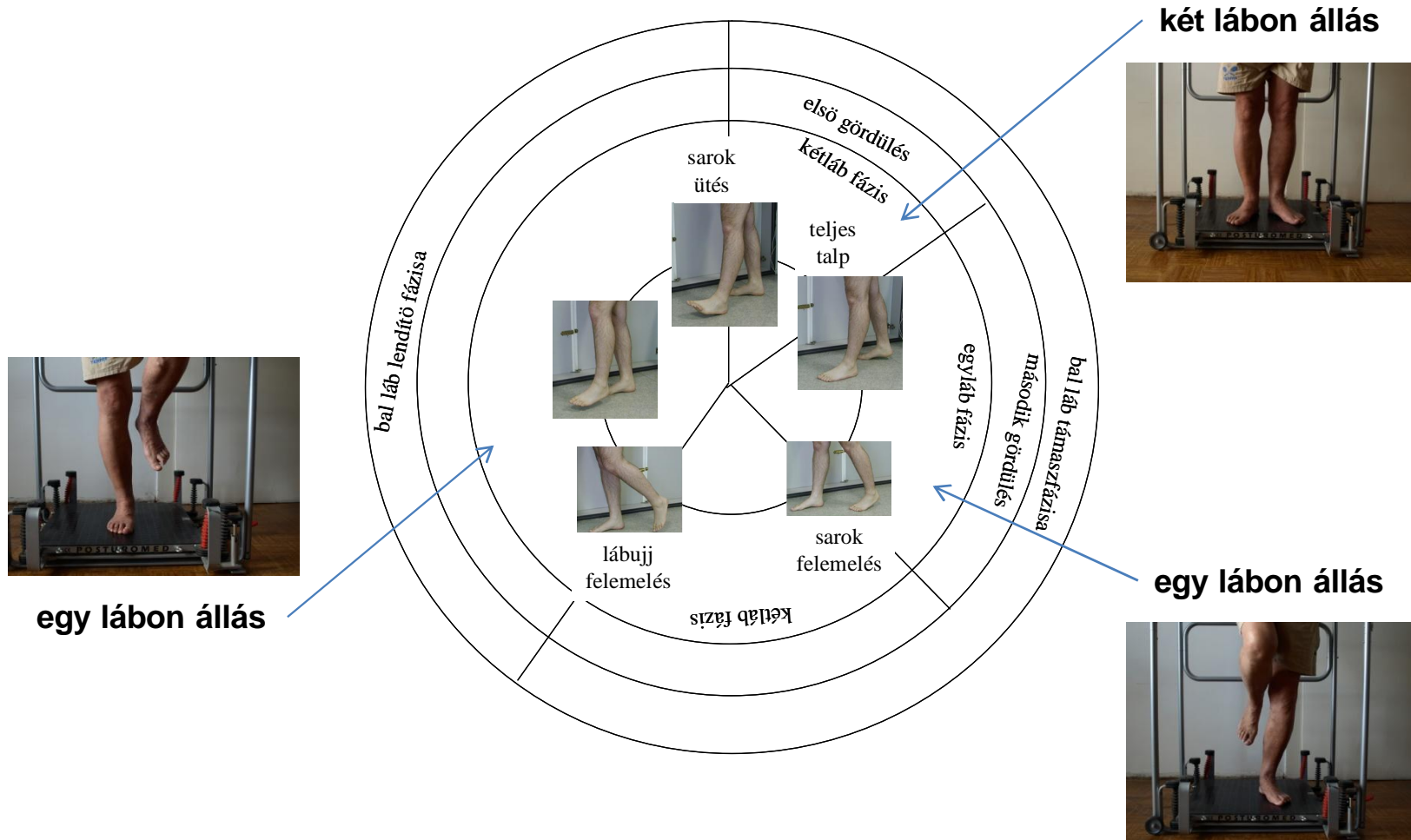
Hirtelen irányváltoztatás járás közben

1. Helybenjárás fix (mozdulatlan) lapon
2. Feloldás (hirtelen lökés)
3. Egyensúlyozás mozgó lapon



BALESETVESZÉLYES

Módosítás



Mérés

Három külön mérés: a vizsgált személy először két lábon, majd a bal, és ezt követően a jobb lábán áll, amikor a rugók kiengedésével a merev lapot mozgásba hozzuk

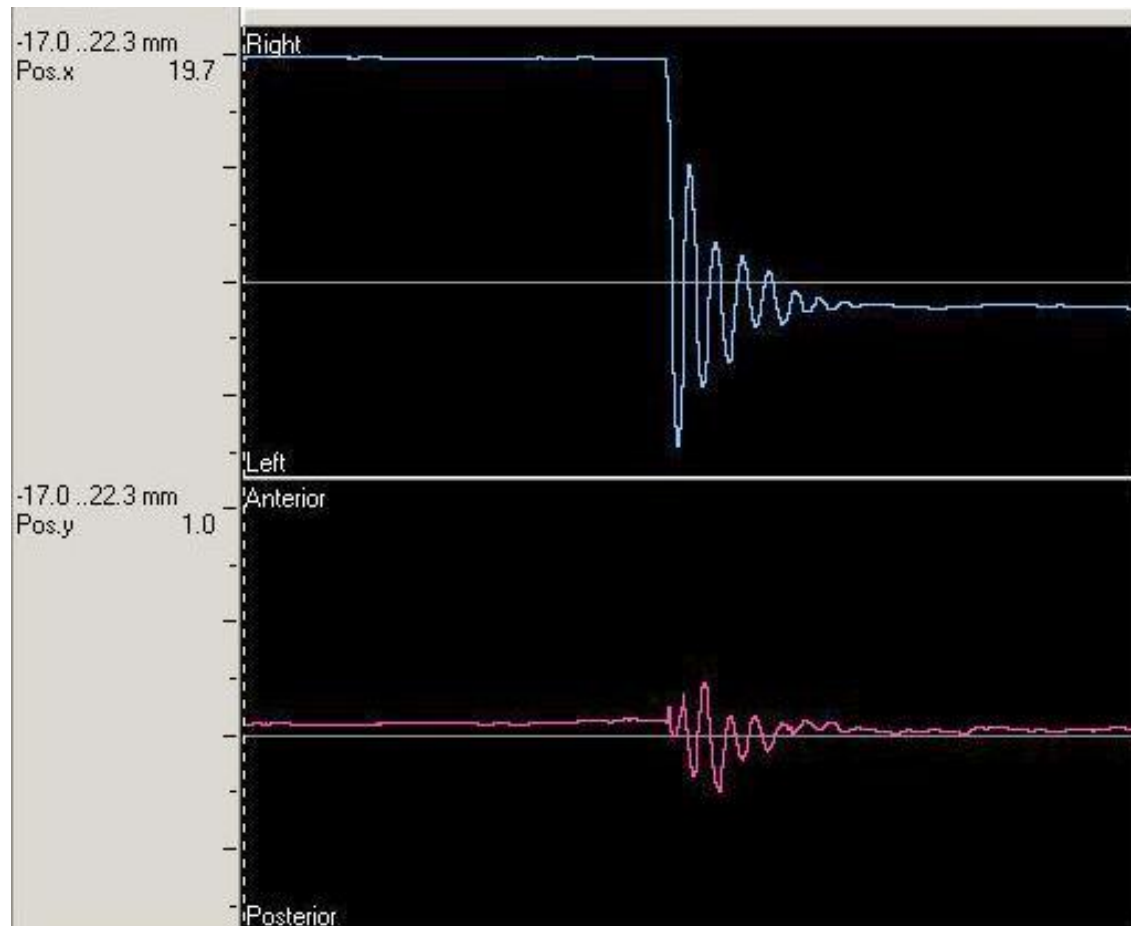
Feladat: a vizsgált személynek az egyensúlyát vissza kell nyernie

Mért jellemző: a lapra helyezett két érzékelő térbeli koordinátái



Mért jellemző

A lapnak a kimozdítás irányával párhuzamos mozgása csillapított lengőmozgás



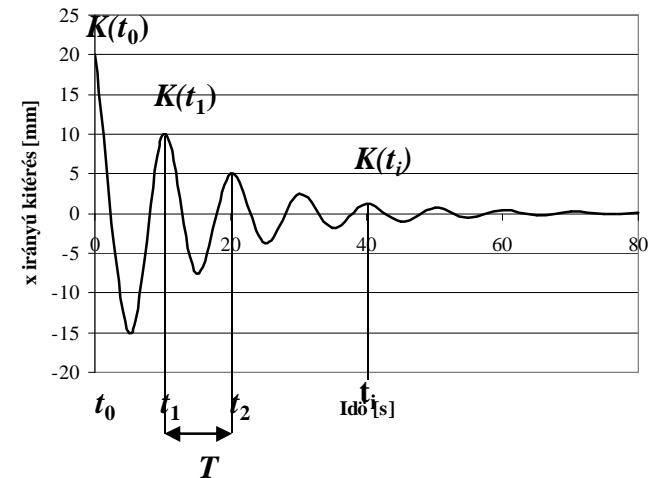
Számított jellemzők

átlagos logaritmikus
dekrementum:

$$\mathcal{D}_i = \frac{1}{i-1} \ln \frac{K(t_1)}{K(t_i)}$$

Lehr-féle csillapítási
szám:

$$D = \frac{\mathcal{D}}{\sqrt{\mathcal{D}^2 + 4\pi^2}}$$



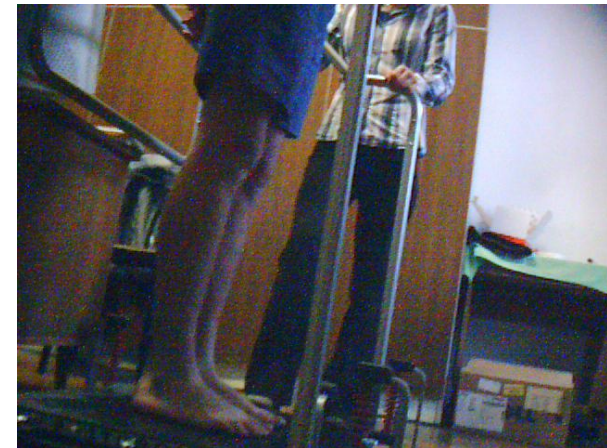
Módszer használhatósága

Vizsgált személyek:

45 fiatal egészséges,
20 idős egészséges személy

Vizsgálat módja:

Ultrahang-alapú hirtelen irányváltatási teszttel egy lábon és két lábon állás közben mért értékekből az átlagos logaritmikus dekrementum és a Lehr-féle csillapítási szám meghatározása

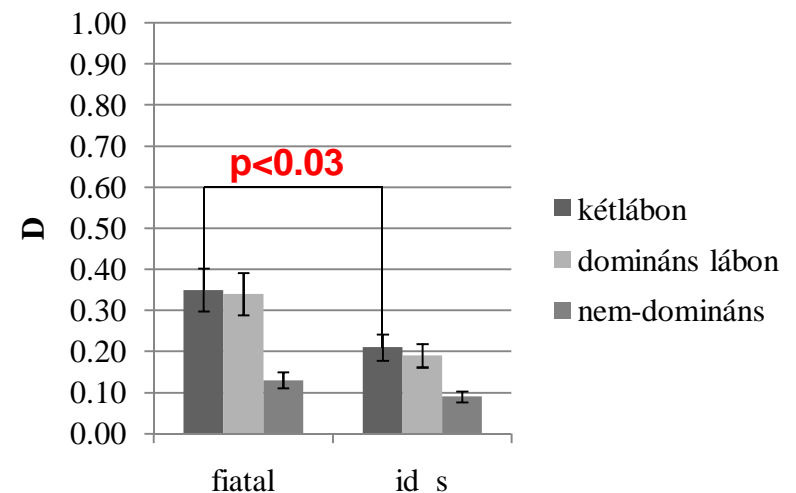
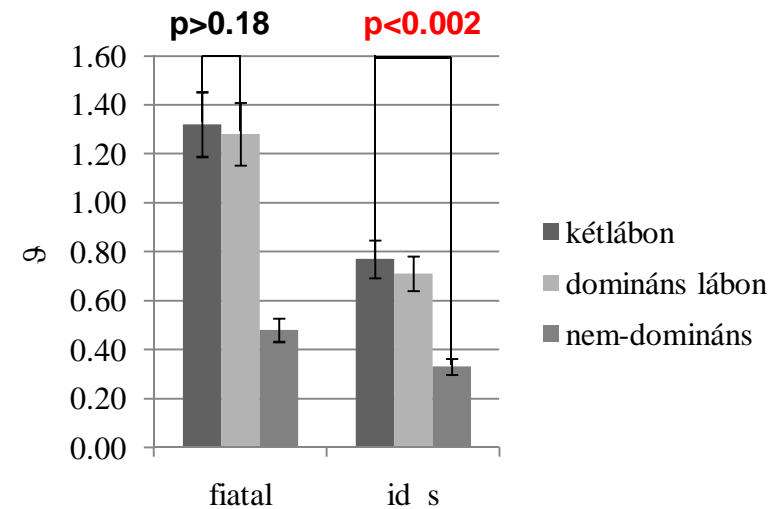


Eredmények

Az egyensúlyozási képesség szignifikánsan a domináns oldal egyensúlyozási képességétől függött, mivel a két lábon állás közben végzett mérés eredményéből számított lengéssparaméterek szignifikánsan nem tértek el a domináns lábon állás közben végzett mérés eredményéből számított értékektől.

A két lábon állás és a domináns lábon állás közben végzett mérés eredményéből meghatározott lengéssparaméterek szignifikánsan eltértek a nem domináns lábon állás közben végzett mérés eredményéből számított értékektől.

Idős személyeknél mindhárom vizsgálat eredményéből számított átlagos logaritmikus dekrementum és Lehr-féle csillapítási szám szignifikánsan kisebb volt, mint a fiatal egészséges személyek értékei.



Egészséges fiatal és egészséges idős személyeken végzett mérések eredményeiből számított átlagos logaritmikus dekrementum és Lehr-féle csillapítási szám összehasonlításával megállapítottam, hogy az ultrahang-alapú hirtelen irányváltoztatási teszttel és a mérési adatokból meghatározott lengéssparaméterekkel a dinamikus egyensúlyozási képesség (dinamikus egyensúly megtartása) jól modellezhető.

Csípőízületi kopás hatása a dinamikus egyensúly megtartására hirtelen irányváltoztatás esetén

Vizsgált személyek:

20 egyoldali, nagyfokú csípőízületi kopással rendelkező beteg,
20 idős, egészséges személy

Vizsgálat módja:

Ultrahang-alapú hirtelen irányváltoztatási teszttel egy lábon és két lábon állás közben mért értékekből az átlagos logaritmikus dekrementum és a Lehr-féle csillapítási szám meghatározása

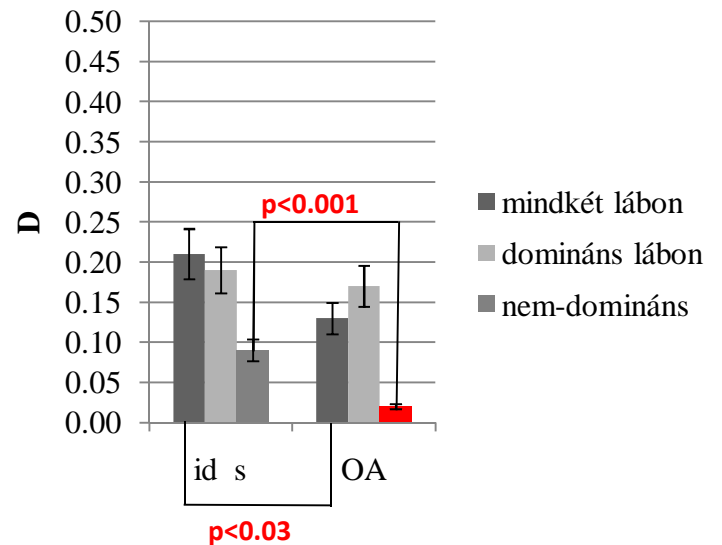
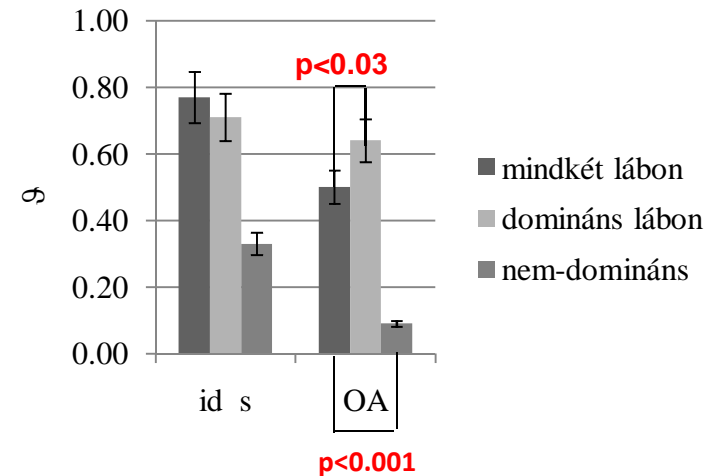


Eredmények

Idős, csípőízületi kopásban szenvedő betegeknél (OA) mindhárom vizsgálat eredményéből számított átlagos logaritmikus dekrementum és Lehr-féle csillapítási szám szignifikánsan kisebb volt, mint az azonos korú egészséges személyeken végzett mérések eredményeiből számított értékek. A csípőízületi kopás mindkét végtag egyensúlyozó képességét rontotta.

Az érintett lábon állás közben végzett vizsgálat eredményéből számított lengéssparaméterek lényegesen kisebbek, mint a nem érintett lábon állás közben végzett vizsgálat eredményéből számított értékek, azaz az egyensúlyozó képesség ekkor lényegesen rosszabb.

Az egyensúlyozó képességet az egészséges végtag egyensúlyozó képessége határozta meg.



Az ortopédiai és neurológiai tapasztalatok alapján ismert, hogy a dinamikus egyensúlyozó képesség a csípőízületi kopás hatására lényegesen csökken. Az ultrahang-alapú hirtelen irányváltoztatási teszt eredményeiből számított lengéssparaméterek elemzésével megállapítottam, hogy az egyensúlyozó képesség szignifikánsan csökken a csípőízületi kopás hatására, az egyensúlyozásban az egészséges oldal szerepe szignifikáns.

A járás biztonságos, ha

- “ a járás harmonikus, szakaszai pontosan ismétlődnek
A járásképp változékonysága kicsi
- “ a test egyensúlyát mindig visszanyeri
A dinamikus egyensúly megtartása megfelelő minden körülmény között

Összefoglalás

Járás változékonysága:

A csípőízületi kopás romlásával

- . az érintett végtag ízületi mozgásának változékonysága csökken a mozgásbeszűkülés miatt,
- . a nem érintett végtag ízületi mozgásának változékonysága nő, a kompenzációban való szerepvállalás miatt,
- . a járáskép változékonysága nő.

A dinamikus egyensúly megtartása:

- . A csípőízületi kopás romlásával a dinamikus egyensúly megtartása a hirtelen irányváltoztatás esetén romlik, amelyet a hirtelen irányváltoztatási teszttel meghatározott lengéssparaméterek csökkenése modellez.

A csípő ízületi kopás hatására a járás biztonsága romlik, az elesés kockázata nagy.

Kutatás támogatói

OTKA (T49471, T34150)

Semmelweis Alapítvány

Öveges Ösztöndíj

Köszönöm a megtisztelő figyelmet!