

Járásvizsgálat fiatal egészséges személyeken, valamint meniscectomia pre- és posztoperatív időszakában

Doktori tézisek

Dr. Magyar Olivér Mátyás

Semmelweis Egyetem
Klinikai Orvostudományok Doktori Iskola



Témavezető: Dr. Kiss Rita M. egyetemi docens, MTA doktora

Hivatalos bírálók: Dr. Skaliczki Gábor egyetemi adjunktus, PhD
Dr. Tóth Kálmán egyetemi tanár, klinika igazgató, MTA
doktora

Szigorlati bizottság elnöke: Dr. Tihanyi József egyetemi tanár, DSc
Szigorlati bizottság tagjai: Dr. Szőke György egyetemi tanár, DSc
Dr. Borbás Lajos c. egyetemi tanár, PhD

Budapest
2014

1. Bevezetés

A fiatal korosztály körében az egyik legelterjedtebb sportsérülés a meniscus sérülés (leasio menisci), ezen belül is a medialis meniscus hátsó részén kialakult kosárfülszerű szakadás. Ennek oka egyrészt az extrém sportok egyre szélesebb körben való elterjedése, másrészt a nem megfelelő edzettségi állapotban történő sportolás. A medialis meniscus sérülés kezelése a meniscus resectio. A medialis meniscus sérülés diagnosztizálása, a különböző műtéti technikák és rehabilitációs protokollok ismertetése és hatásvizsgálata fontos kérdése az ortopédiai kutatásoknak. Egyes kutatók meniscus sérülés és resectio utáni hosszútávú utánkövetésekor végzett radiológiai vizsgálatok eredményeiből feltételezik, hogy a térdízületi arthrosinak a meniscus resectio kiinduló indikátora lehet.

A medialis meniscus sérüléssel kezelt betegek száma praxisomban is fokozatosan nő. A betegek figyelemmel kísérése azt mutatja, hogy akár egy évvel a műtétet követően is a betegek mozgása eltérhet az egészségesekétől. Felmerült bennem a kérdés, hogy medialis meniscus sérülés és a partialis meniscectomia hogyan változtatja meg a járás különböző paramétereit. Szakorvosi gyakorlatom egy részét a Szolnoki MÁV Kórházban töltöttem, amely lehetőséget adott arra, hogy a Kórház Biomechanikai Laboratóriumában járásvizsgálattal elemezzem a medialis meniscus sérülés és a partialis meniscectomia hatását a futószalagon történő járás kinematikai és izomaktivitási paramétereire.

2. Célkitűzés

A kutatás általános célja radiológiai felvételek alapján diagnosztizált medialis meniscus sérülés, valamint medialis és részleges meniscectomia utáni egyéves utánkövetési időszakban járáselemzéssel a járásminta és a járásszabályosság numerikus jellemzése. A kutatás részét képezi egészséges személyeken a járásmintát, a járásszabályosságot befolyásoló tényezők közül a járássebesség és a vizsgált személy nemének hatásvizsgálata is. Az irodalmi áttekintés után a következő célok megvalósítása tűzhető ki:

1. Az egészséges, fiatal személyeknél milyen mértékben befolyásolja a járássebesség, valamint a vizsgált személy neme a járásmintát jellemző kinematikai, valamint a járásszabályosságot jellemző járásváltozékonysági paramétereket.
2. A medialis meniscus sérülés, valamint a medialis, partialis meniscectomia utáni egyéves utánkövetési időszakban a járásminta elemzése a távolság-, idő- és szögjellegű változók,

valamint az izomaktivitási paraméterek összevetésével, valamint az azonos korú kontrollcsoport járásmintáját jellemző paraméterekkel történő összehasonlításával.

3. A medialis meniscus sérülés, valamint a medialis, partialis meniscectomia utáni egyéves utánkövetési időszakban a járásszabályosságának vizsgálata járásváltozékonysági paraméterek, azaz a távolság-, idő- és szögjellegű változók relatív szórásának elemzésével, összevetésével, valamint az azonos korú kontrollcsoport járásváltozékonysági paramétereivel történő összehasonlításával.
4. A medialis meniscus sérülés, valamint a medialis, partialis meniscectomia utáni egyéves utánkövetési időszakban a járássebességnek és a vizsgált személy nemének hatása a járás kinematikai és a járás szabályosságát jellemző járásváltozékonysági paraméterekre.

3. Módszerek

3.1. Vizsgált személyek

A medialis meniscus sérülés (laesio menisci medialis) és az azt követő medialis, partialis meniscus resectio (medialis, partialis meniscectomia) hatásvizsgálatba bevont kontrollcsoportot 31 férfi és 20 nő, betegcsoportot 18 férfi és 21 nő alkotta. A vizsgálatba a műtét előtti vizsgálatkor 34 férfi és 29 nő került bevonásra. A műtét elvégzése után 8 férfi- és 4 női beteget a vizsgálatból ki kellett zárni, mivel a műtét részleges keresztszalagszakadást tárt fel, mely kizárási kritérium. A műtét utáni 3. és 12. hónapban történő kontrollon 8 férfi és 4 nő nem jelent meg. Emiatt ezeket a betegeket is kizártuk a vizsgálatból.

Minden vizsgált személyt a vizsgálat menetéről, a vizsgálatról való bármikori visszalépés lehetőségéről a vizsgálatot megelőzően szóban és írásban is tájékoztattuk. Önálló részvételi szándékukat a Helsinkii nyilatkozat megfelelő paragrafusai alapján aláírásukkal is igazolták. A vizsgálatot a Szolnoki MÁV Kórház Intézeti Kutatásetikai Bizottsága engedélyezte.

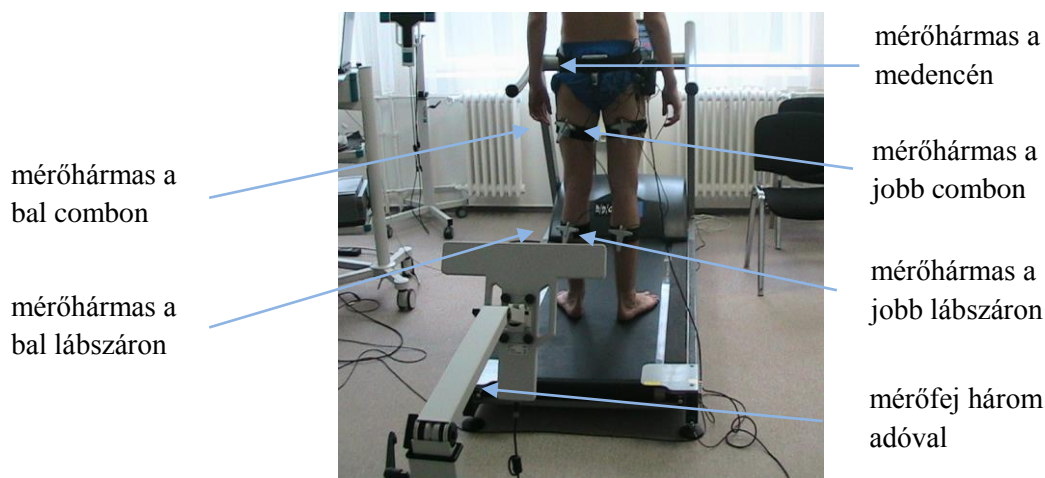
3.2. Műtét eljárási és rehabilitációs protokoll

A műtét eljárási technika, a rehabilitációs protokoll és a dokumentáció egységesen, a hazai és a nemzetközi előírásoknak megfelelően történt. Minden beteg műtéténél a kétcsatornás (antero-lateralis és antero-medialis), artroszkópos eljárást alkalmaztuk. A nyolc hetes rehabilitációs protokoll gyakorlatai a zárt és nyitott kinetikai láncú mozgássorokat egyaránt tartalmazták. A gyakorlatok célja a térdízület mozgásterjedelmének növelése és a térd körüli izmok megerősítése.

3.3. Ultrahang alapú járásvizsgálat módszere

Az ultrahang alapú járásvizsgálat célja a kinematikai paraméterek számításához szükséges anatómiai pontok térbeli koordinátáinak meghatározása mellett felületi elektromiográfiával (EMG-vel) a kijelölt izmok aktivitásának rögzítése. A vizsgálatokat a Szolnoki MÁV Kórház Biomechanikai Laboratóriumában végeztük a zebris CMS-HS (zebris Medizintechnik GmbH, Németország) ultrahang alapú, mozgáselemző rendszerrel.

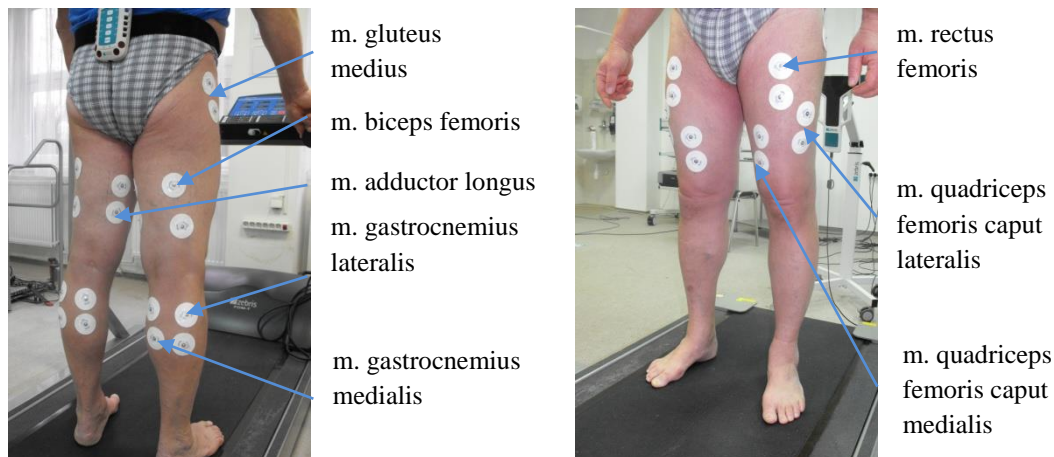
Az ultrahang alapú járásvizsgálat során a mérőfej a vizsgált személy mögött helyezkedik el (1. ábra). Az alsó végtagi szegmentumok térbeli helyzetének rögzítésére öt mérőhármast kell használni, ezek a medencén, a jobb és bal combon, valamint a jobb és bal lábszáron helyezkednek el (1. ábra). Az egy-mérőfejes, hátsó elrendezésű, ultrahang alapú járásvizsgálat (továbbiakban ultrahang alapú járásvizsgálat) a 19 pontos biomechanikai modellt használja. A járás szabályosságát jellemző járásváltozékonysági paraméterek elemzésekor a járásjellemzők számításához szükséges anatómiai pontok térbeli helyzetét legalább 400 lépésciklus közben kell rögzíteni, ezért a járásvizsgálatot célszerű futószalagon végezni.



1. ábra: Az ultrahang alapú járásvizsgálat elrendezése

A vizsgálatnak fontos része volt 8-8 alsó végtagi izom aktivitásának rögzítése. A zebris CMS-HS mozgáselemző rendszer és az ArmModel mérést vezérlő program alkalmas a kijelölt anatómiai pontok térbeli helyzetének rögzítésével egyidőben felületi elektromiográffal az izomaktivitás során keletkező elektromos potenciálváltozás mérésére. A mért értékekből következtetni lehet egyes izmok mozgás közbeni funkciójára, aktivitására. Az izmok elektromos potenciál-változás detektálásához Ag-AgCl, 18 mm átmérőjű kör alakú mono-polár elektródokat (blue sensor P-00-S, Németország) használtunk. Az elektródokat a SENIAM (Surface Electromyography for

the Non-Invasive Assessment of Muscles - Az izmok nem-invazív vizsgálatára alkalmas felületi elektromyográfia) ajánlásokat figyelembe véve az izomhas közelében, izomrostokkal párhuzamosan helyeztük el. A vizsgálatba bevont izomcsoportok a 2. ábrán láthatók.



2. ábra: EMG érzékelők elhelyezése az alsó végtagon

A vizsgálatot kontrollált, állandó sebességen, de a vizsgálatot mindkét csoport szabadon választott járássebességén kell végezni. A korábbi vizsgálatok alapján a vizsgálatunk 1,0 m/s és 1,2 m/s szalagsebességű futószalagon történő járás közben történtek. *Kivétel az izomaktivitás mérési eredményeinek feldolgozása és értékelése, melyet csak 1,2 m/s szalagsebesség esetén történt.*

A kijelölt anatómia pontok térbeli helyzetéből távolság-, idő- és szögjellegű paramétereket számoltam. A távolság- és időjellegű változók lépésciklusonként egy-egy adatot jelentenek, azaz minden egyes szalagsebesség esetén minden vizsgált személy összes lépésciklusa esetén (több, mint 400) meghatározott változókból számítható a vizsgált személy lépésciklusaira jellemző átlag, szórás és relatív szórás. Az átlaggal a vizsgált személy járásképe jellemezhető, míg a járásképe szabályosságát jellemző paraméter a távolság- és időjellegű paraméterek szórása, relatív szórása. A szögjellegű paraméterek a lépésciklus során folyamatosan változnak. Az ízületi mozgás változékonyságának számításához a térdszög, a csípőszög, valamint a medence hajlítása, billenése és rotatioja esetén a vizsgált személy összes lépésciklusa esetén 0 – 100 % ciklusra történő normálás után a lépésciklus minden egész százalékában kell a szögjellegű változókat számítani. Majd az *i*-edik egész lépésciklus-százalékhoz tartozó szögértékekből kell az átlagot, szórást és átlagos relatív szórást számítani, és ezeknek az átlagát venni (átlagos relatív szórás).

A kutatásunk célja a kontrollcsoport és a betegcsoport esetén az alsó végtag vizsgált izmainak tekintetében az intermuszkuláris koordináció meghatározása (on-off pattern). A nemzetközi gyakorlatnak megfelelően az adott izmot akkor tekintettük aktívnek, ha a normálizált értéke 0,2-nél nagyobb.

A szabadon választott szalagsebességek csoportok közötti összehasonlítását a kétmintás t-próbával végeztük. A járás és a járásszabályosság paramétereinek statisztikai elemzése a többváltozós, ismételt méréshez tartozó ANOVA-moddal történt post hoc vizsgálattal kiegészítve. Az egészséges csoport esetén a változók: a szalagsebesség (1,0 m/s és 1,2 m/s) és az oldal (domináns és nem-domináns). A betegcsoport esetén a változók: a szalagsebesség (1,0 m/s és 1,2 m/s), az oldal (érintett és nem-érintett), a vizsgálat időpontja (műtét előtt, a műtét után 3 és 12 hónappal). Az izomaktivitás eredményeinek feldolgozása csak 1,2 m/s szalagsebesség esetén történt, így az eredmények a kontrollcsoport és a betegcsoport összehasonlításakor a két-mintás t-próbát, míg a betegcsoport összehasonlításakor az egy-mintás t-próbát használtuk. A statisztikai vizsgálatok a Statistica (ver. 12.0 SAS Institute Inc, Cary NY, USA) programmal történtek; az eltérés szignifikáns, ha $p \leq 0,05$.

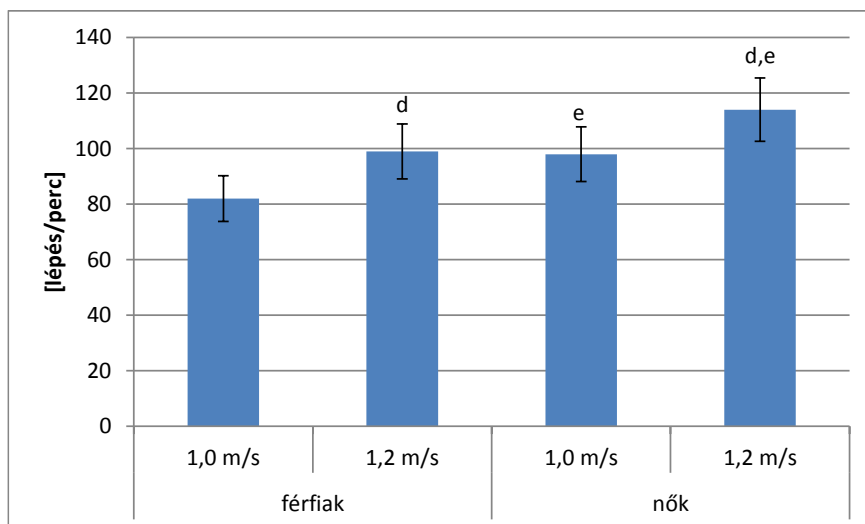
4. Eredmények

4.1. A szabadon választott járássebesség hatása

A szabadon választott járássebességet minden egyes vizsgált személy esetén a járásvizsgálat megkezdése előtt 10 m hosszú futófolyosón határoztuk meg. A betegcsoport esetén műtét előtt ($p=0,02$) és a műtét után 6 héttel ($p=0,02$), 3 hónappal ($p=0,04$) futófolyosón meghatározott szabadon választott járássebesség, amely 1,0 m/s szignifikánsan kisebb, mint a kontrollcsoport szabadon választott járássebessége (1,2 m/s). Műtét után 12 hónappal a betegcsoport szabadon választott járássebessége (1,2 m/s) szignifikánsan nem tért el a kontrollcsoport szabadon választott járássebességétől.

4.2. A járásmintát és a járásszabályosságot befolyásoló hatások elemzése fiatal, egészséges személyek esetén

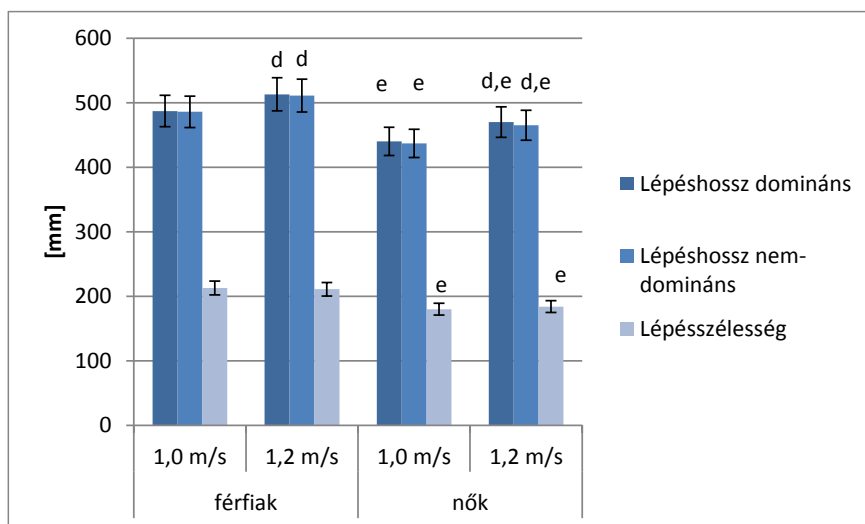
A járásmintát leíró kinematikai változók elemzéséből látható, hogy a szalagsebesség növekedésével a paraméterek értékei néhány kivételtől eltekintve növekednek (3-6. ábra).



3. ábra:

Egészséges férfiak és nők lépésfrekvenciája 1,0 és 1,2 m/s szalagsebesség esetén

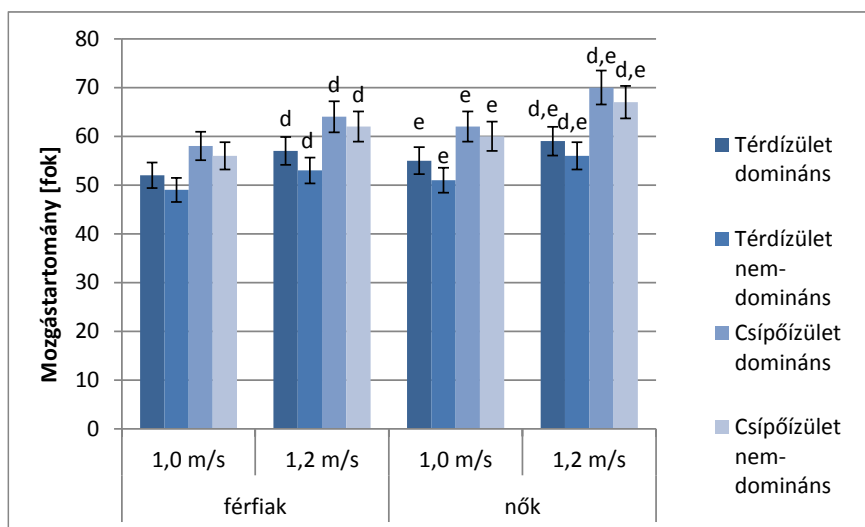
^d: szignifikáns különbség 1,0 m/s és 1,2 m/s szalagsebességű járás jellemzői között;
^e: szignifikáns különbség a férfiak és a nők eredményei között.



4. ábra:

Egészséges férfiak és nők lépéshossz és lépésszélesség 1,0 és 1,2 m/s szalagsebesség esetén

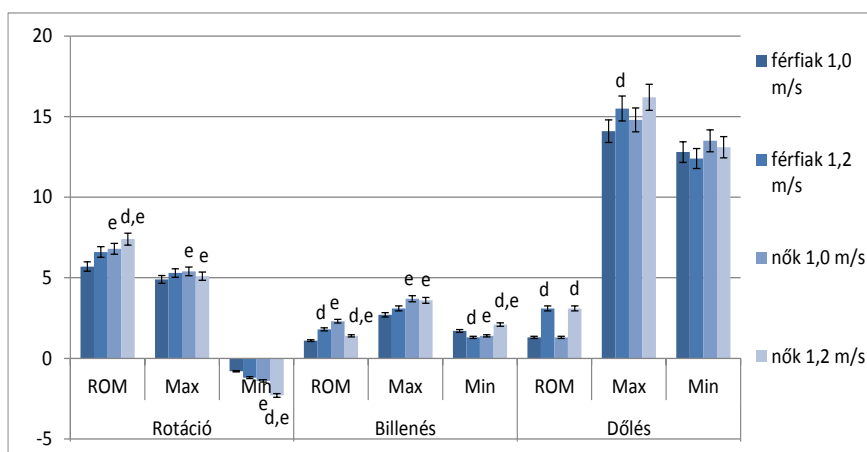
^d: szignifikáns különbség 1,0 m/s és 1,2 m/s szalagsebességű járás jellemzői között;
^e: szignifikáns különbség a férfiak és a nők eredményei között.



5. ábra:

Egészséges férfiak és nők térdszög és csípőszög mozgásterjedelme 1,0 és 1,2 m/s szalagsebesség esetén

^d: szignifikáns különbség 1,0 m/s és 1,2 m/s szalagsebességű járás jellemzői között;
^e: szignifikáns különbség a férfiak és a nők eredményei között.



6. ábra:

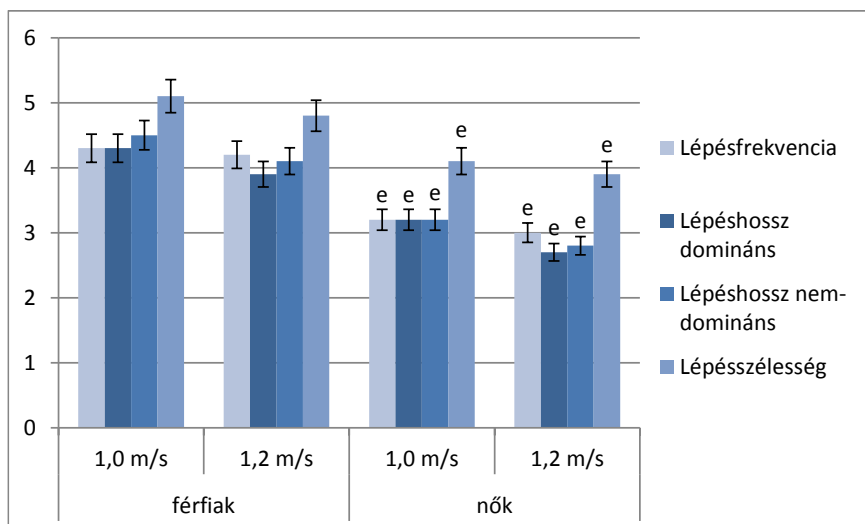
Egészséges férfiak és nők medence mozgása 1,0 és 1,2 m/s szalagsebesség esetén

^d: szignifikáns különbség 1,0 m/s és 1,2 m/s szalagsebességű járás jellemzői között;

^e: szignifikáns különbség a férfiak és a nők eredményei között.

A járás szabályosságát leíró járásváltozékonysági paraméterek elemzésekor a fiatal, egészséges személyeknél (kontrollcsoport) a szabadon választott járássebesség környezetében (1,2 m/s) a járáskép szabályosságát jellemző változékonysági paraméterek, azaz a távolság- és időjelleget paraméterek relatív szórása (7. ábra) a legkisebb, míg az ízületi mozgás változékonysági paraméterei, azaz a szögjellegű paraméterek átlagos relatív szórása (8. ábra) a legnagyobb. Szignifikáns különbség egyik járásváltozékonysági paraméter esetén sem kimutatható.

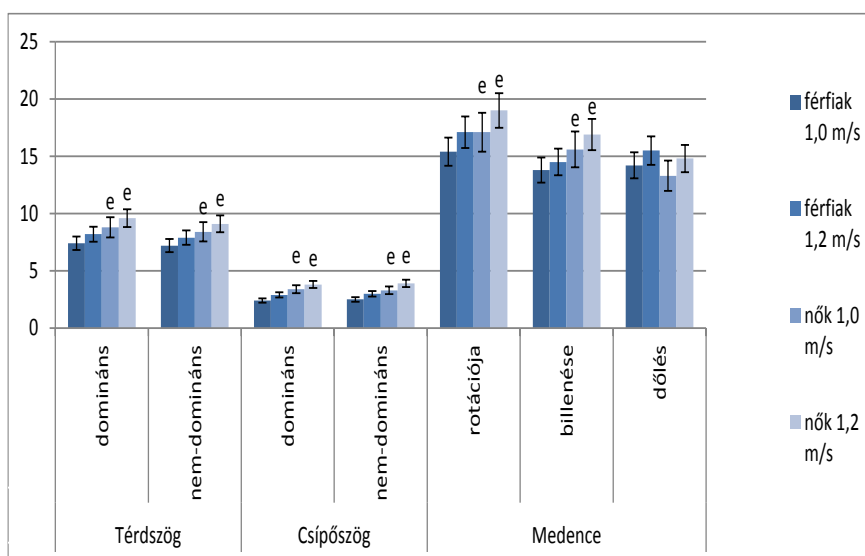
A járásmintát leíró kinematikai változók elemzéséből látható, hogy a vizsgált személy neme szignifikánsan befolyásolja a kinematikai paraméterek nagy részét (3-6. ábra). A jellemzők értékelése alapján férfiak esetén a lépéshossz szignifikánsan kisebb (3. ábra), valamint a lépéshossz és a lépésszélesség szignifikánsan nagyobb (4. ábra) a nők értékeihez képest. A férfiak – a sebesség növeléséhez – a lépéshossz növelését (4. ábra) a térdízület és a csípőízület mozgásának szignifikáns megváltoztatásával biztosítják (5. ábra). A térdízület és a csípőízület flexiója szignifikánsan nő, aminek következtében a mozgástartomány is szignifikánsan nő (5. ábra). A vizsgált személy neme szignifikánsan befolyásolja a medencerotációt és medencebillenést, de a medencedőlés esetén az eltérés nem szignifikáns (6. ábra).



7. ábra:

Egészséges férfiak és nők esetén a járásképp szabályosságát leíró relatív szórások 1,0 és 1,2 m/s szalagsebesség esetén

e: szignifikáns különbség a férfiak és a nők eredményei között.



8. ábra

Egészséges férfiak és nők esetén az ízületi mozgás szabályosságát leíró átlagos relatív szórások 1,0 és 1,2 m/s szalagsebesség esetén

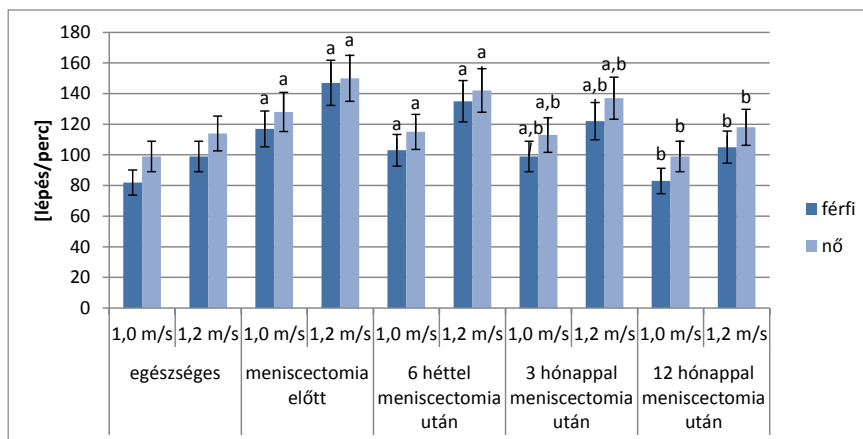
e: szignifikáns különbség a férfiak és a nők eredményei között.

A járás szabályosságát leíró járásváltozékonysági paraméterek elemzésével megállapítható, hogy nők esetén a távolság- és időjellegű paraméterek relatív szórása (7. ábra) kisebb, mint a férfiaké. Az ízületi mozgás változékonysági paraméterei, azaz a szögjellegű paraméterek átlagos relatív szórása esetén ellentétes trend figyelhető meg, mivel a nők szögjellegű paramétereinek átlagos relatív szórása (8. ábra), nagyobb, mint a férfiaké. A különbség szignifikáns a legtöbb – kivétel a támaszfázis és a kettős támaszfázis időtartam relatív szórása és a medencedőlés átlagos relatív szórása – járásváltozékonysági paraméter esetén.

4.3. A medialis meniscus sérülés és a medialis, partialis meniscectomia hatása a járásmintára

A járásmintát jellemző távolság- és időjellegű paraméterek a medialis, partialis meniscectomia előtt, valamint a műtét után 6 héttel és 3 hónappal a lépéshossza szignifikánsan nő (9. ábra), míg mindkét oldal lépéshossza szignifikánsan csökken (10. ábra). A járásbiztonság növelése érdekében a műtét előtt a lépésszélesség szignifikánsan nagyobb, mint a kontrollcsoport értéke (10. ábra). A medialis, partialis meniscectomia után 12 hónappal a távolság- és időjellegű paraméterek megegyeznek a kontrollcsoport értékeivel (9. és 10. ábra).

A járásmintát jellemző szögjellegű paraméterek elemzése sokkal árnyaltabb képet mutat (11. és 12. ábra). Az érintett oldali térdízület és csípőízület mozgása a medialis meniscus sérülés következtében szignifikánsan beszűkül (11. ábra). A posztoperatív időszakban az érintett oldali térdízület és csípőízület mozgása folyamatosan növekszik, de a műtét után 12 hónappal sem éri el a kontrollcsoport értékét (11. ábra). A nem-érintett oldali térdízület esetén szignifikáns csökkenés csak műtét előtt és műtét után 6 héttel és 3 hónappal figyelhető meg. A posztoperatív időszakban a nem-érintett oldali térdízület mozgása is fokozatosan növekszik, a műtét után 12 hónappal a kontrollcsoport értékeivel megegyezik (11. ábra).

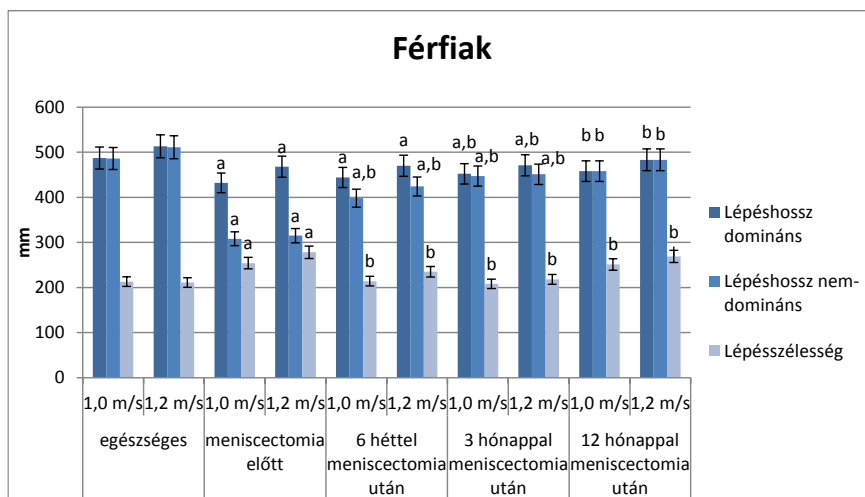


9. ábra:

A lépéshékvencia a kontrollcsoport és a betegcsoport esetén

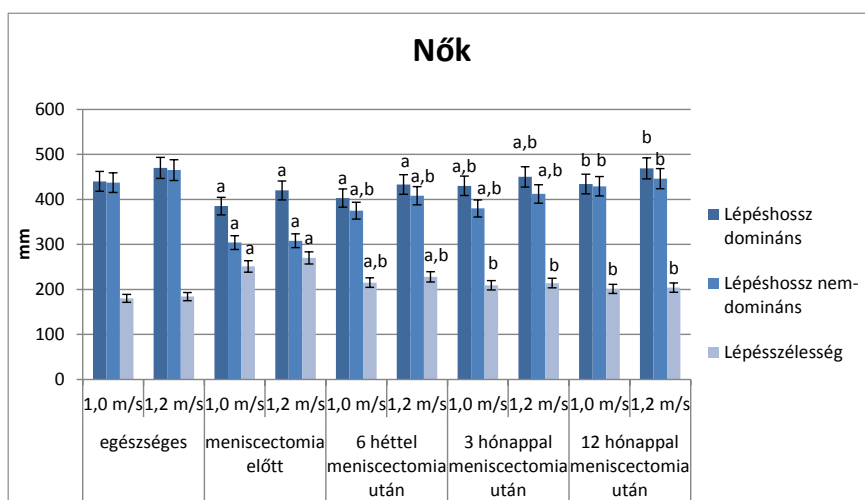
^a: szignifikáns különbség a kontrollcsoport értékeihez képest;

^b: szignifikáns különbség a műtét előtt mért értékekhez képest;



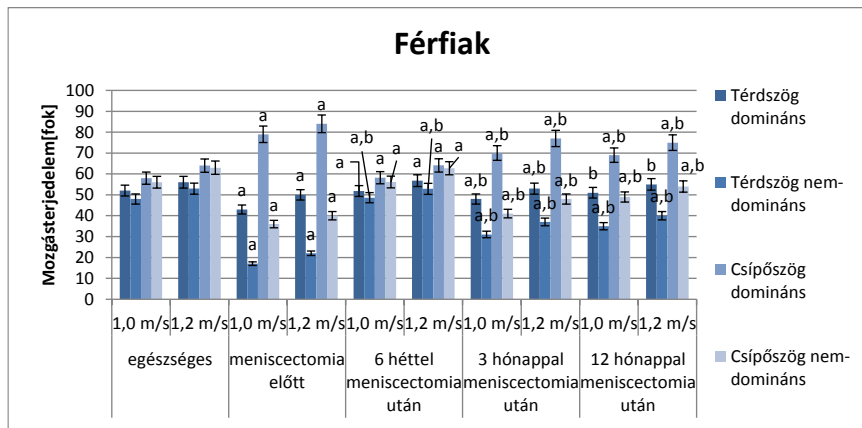
10. ábra:

A lépéshossz és a lépésszélesség a kontrollcsoport és a betegcsoport esetén



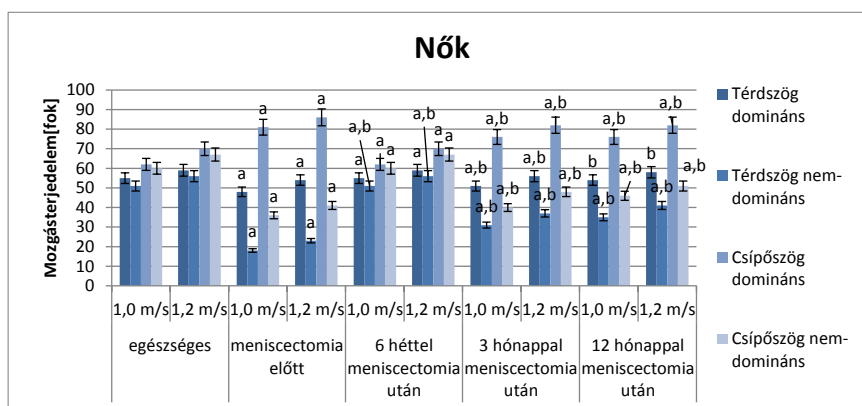
a: szignifikáns különbség a kontrollcsoport értékeihez képest;
 b: szignifikáns különbség a műtét előtt mért értékekhez képest;

A nem-érintett oldali csípőízület mozgása a műtét előtt és a posztoperatív időszakban egyaránt szignifikánsan nagyobb, mint a kontrollcsoport értékei (11. ábra). Az érintett oldal ízületeinek védelme érdekében a medence rotatioja nemcsak a medialis meniscus sérülés után, hanem a medialis partialis meniscectomia után még 12 hónappal is szignifikánsan kisebb, mint a kontrollcsoport értéke (12. ábra). Ez a szignifikáns csökkenés annak ellenére látható, hogy az érintett oldal beszűkült ízületi mozgásai, valamint a posztoperatív időszak alatt a medencemozgások szignifikánsan növekednek (12. ábra).



11 ábra:

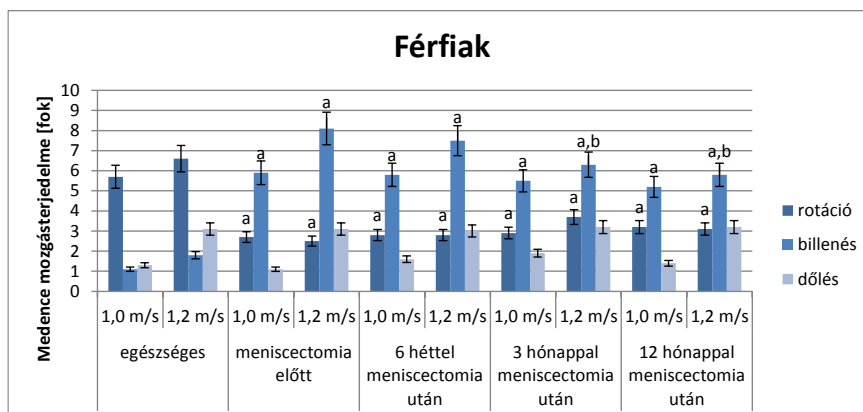
A térdszög és a csípőszög mozgásterjedelme a kontrollcsoport és a betegcsoport esetén



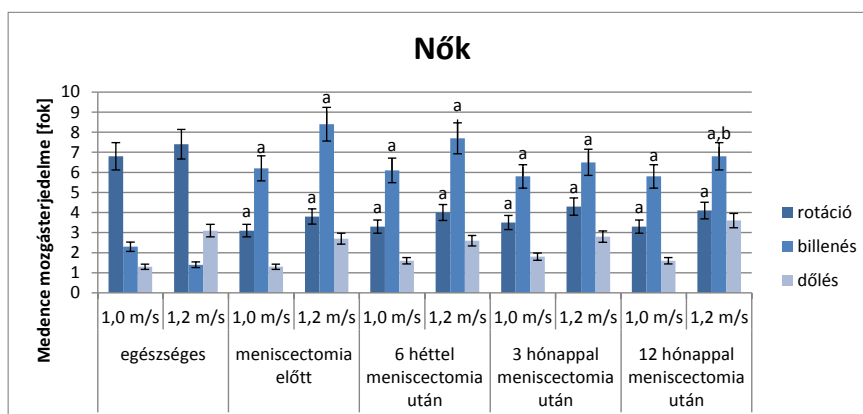
a^a: szignifikáns különbség a kontrollcsoport értékeihez képest;
 b^b: szignifikáns különbség a műtét előtt mért értékekhez képest;

Az alsó végtag kijelölt izmainak aktivitását jellemző intermuszkularis koordináció a medialis, partialis meniscectomia előtt és a műtét után még 12 hónappal is szignifikáns eltérést mutat, mind az érintett mind a nem-érintett oldal esetén.

A betegcsoport esetén járássebesség növelés módja megváltozott, mivel az érintett oldal lépéshossz növekedése csak a késői posztoperatív időszakban jelentkezik. A medencebillenés és –rotatio egyáltalán nem vesz részt a sebesség növelésében. A vizsgált személy nemének befolyásoló hatása a járásképre a késői posztoperatív időszakban figyelhető meg.



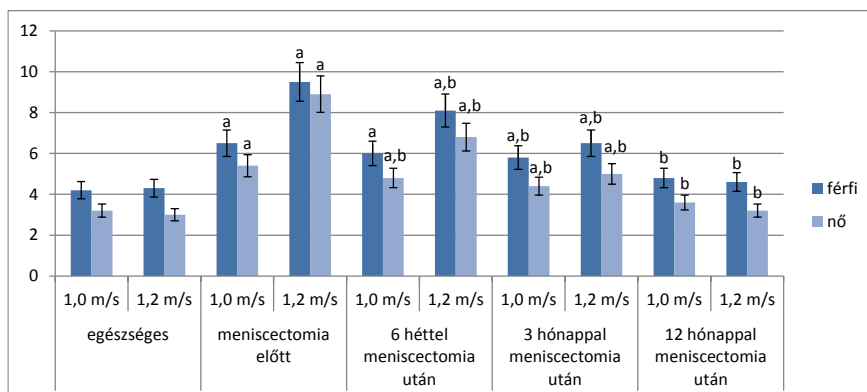
12. ábra: A medencerotatio, -billenése és -dőlése mozgás-terjedelme a kontrollcsoport és a betegcsoport esetén



a: szignifikáns különbség a kontrollcsoport értékeihez képest;
b: szignifikáns különbség a műtét előtt mért értékekhez képest;

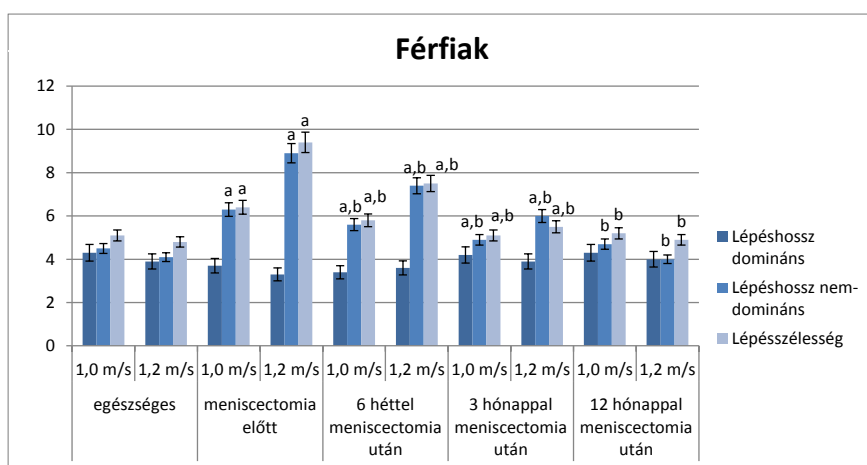
4.4. A medialis meniscus sérülés és a medialis, partialis meniscectomia hatása a járás szabályosságára

A távolság- és időjellelű paraméterek megváltozott relatív szórása alapján a járásképzés szabályosságát a medialis meniscus sérülés és a medialis, partialis meniscectomia szignifikánsan befolyásolta (13. és 14. ábra). A betegcsoport esetén a műtét előtt és a műtét után 6 héttel és 3 hónappal a távolság- időjellelű paraméterek relatív szórása szignifikánsan magasabb a kontrollcsoporténál (13. és 14. ábra). A medialis, partialis meniscectomia után 12 hónappal a távolság- és időjellelű paraméterek relatív szórása megegyezett a kontrollcsoportéval (13. és 14. ábra).



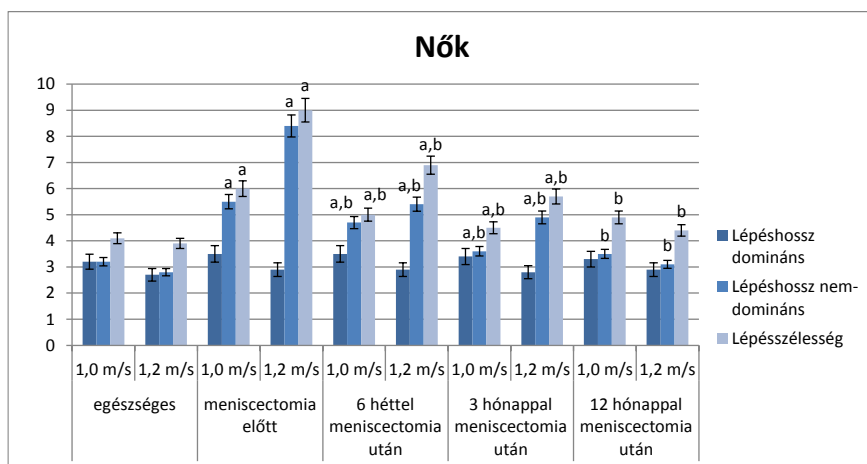
13. ábra:
A lépésfrekvencia relatív szórása a kontrollcsoport és a betegcsoport esetén

^a: szignifikáns különbség a kontrollcsoport értékeihez képest;
^b: szignifikáns különbség a műtét előtt mért értékekhez képest;



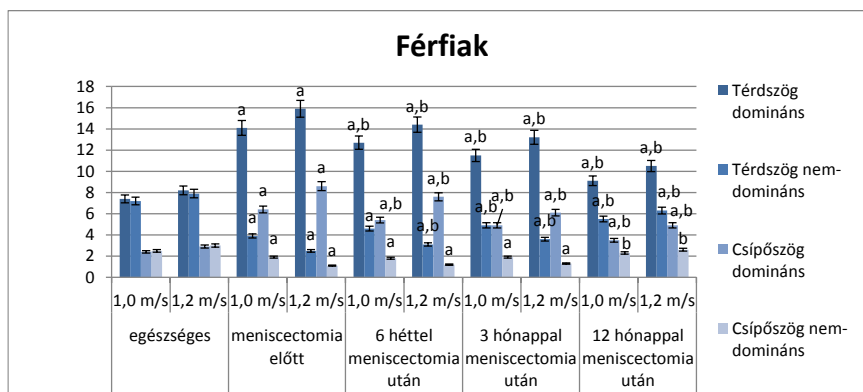
14. ábra:

A lépéshossz és a lépés-szélesség relatív szórása a kontrollcsoport és a betegcsoport esetén



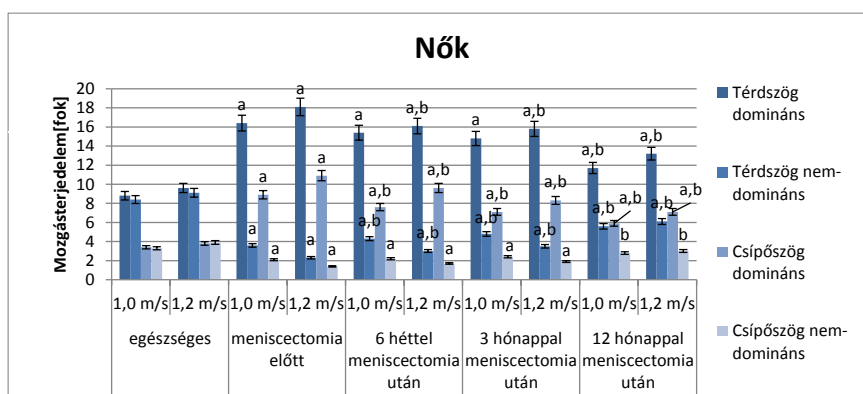
^a: szignifikáns különbség a kontrollcsoport értékeihez képest;
^b: szignifikáns különbség a műtét előtt mért értékekhez képest;

Az érintett oldali csípő- és térdszög átlagos relatív szórása a kontrollcsoportéhoz képest szignifikánsan csökken a preoperatív és a posztoperatív időszakban egyaránt (15. ábra). A műtét után az érintett oldali csípő- és térdszög átlagos relatív szórása ugyan szignifikánsan nő a preoperatív értékhez képest, de nem éri el a kontrollcsoport értékeit (15. ábra).



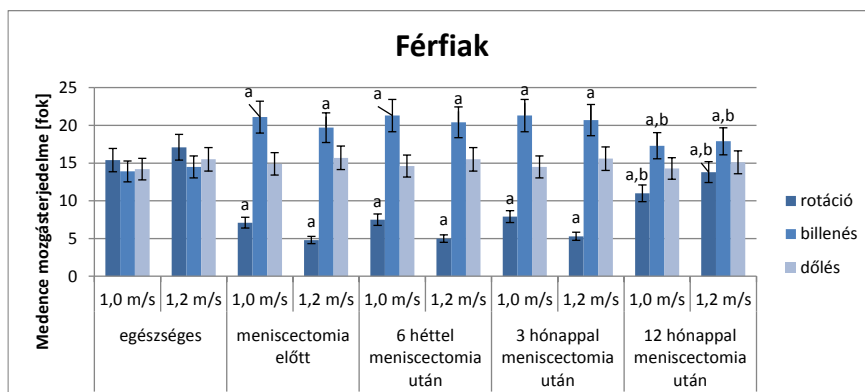
15. ábra:

A térdizületi és a csípőizületi mozgás szabályosságát jellemző átlagos relatív szórás a kontrollcsoport és a betegcsoport esetén



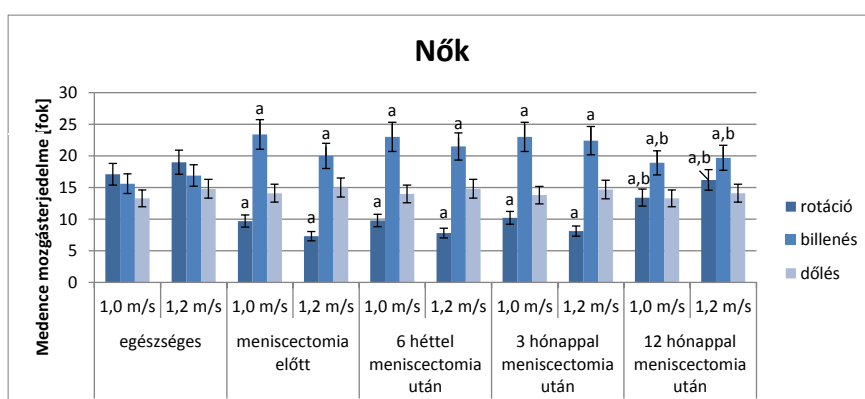
^a: szignifikáns különbség a kontrollcsoport értékeihez képest;
^b: szignifikáns különbség a műtét előtt mért értékekhez képest;

A jelen vizsgálat eredményei azt mutatják, hogy a medialis, partialis meniscectomia preoperatív és teljes posztoperatív időszakában a nem-érintett oldali csípő- és térdszög, valamint a medencebillenés átlagos relatív szórása szignifikánsan nagyobb (15. és 16. ábra) a kontrollcsoportéhoz képest.



16. ábra:

A medence-mozgások szabályosságát jellemző átlagos relatív szórás a kontrollcsoport és a betegcsoport esetén



a: szignifikáns különbség a kontrollcsoport értékeihez képest;
b: szignifikáns különbség a műtét előtt mért értékekhez képest;

A járás sebességének változásával a betegcsoport esetén is a járásváltozékonysági paraméterek szignifikánsan változnak. A medialis, partialis meniscectomia előtt és után az érintett oldali távolság- és időjellegű paraméterek relatív szórása szignifikánsan nő, az érintett oldali ízületek szögjellegű paramétereinek és a medencerotatio átlagos relatív szórása szignifikánsan csökken, ha a szalagsebesség eltért a szabadon választott járássebességtől.

A vizsgált személy nemének hatását elemezve a kontrollcsoportéhoz képest eltérés, hogy a preoperatív időszakban a vizsgált személy neme szignifikánsan nem befolyásolja sem a távolság- és időjellegű paraméterek relatív szórását sem az érintett oldali ízületek mozgásának szabályosságát jellemző átlagos relatív szórását. A posztoperatív időszakban a nők és férfiak esetén a járásképek szabályosságát jellemző változékonysági paraméterek közötti különbség már szignifikáns. Az érintett oldali ízületek mozgásának változékonysága nem mutat szignifikáns eltérést. A nők esetén a nem-érintett ízületek és a medencebillenés és -rotatio szögjellegű paramétereinek átlagos relatív szórása a kontrollcsoportéhoz hasonlóan nagyobbak, mint a férfiaké.

5. Következtetések

Az eddigiekben összefoglalt, biomechanikai módszerekkel végzett kutatás célja annak megállapítása volt, hogyan befolyásolja járás sebessége, a vizsgált személy neme, valamint a medialis meniscus sérülés és a medialis, partialis meniscectomia a járásmintát és a járás szabályosságát. Az elvégzett járásvizsgálatok eredményeinek statisztikai feldolgozása alapján következtetésként az új tudományos eredmények fogalmazhatók meg:

1. A fiatal, egészséges személyek futószalagon történő járása esetén a járásmintát jellemző kinematikai paramétereket a járás sebessége és a vizsgált személy neme szignifikánsan befolyásolja (3-6. ábrák). A járás szabályosságát jellemző járásváltozékonysági paramétereket szignifikánsan csak a vizsgált személy neme befolyásolja (7-8. ábrák).
 - a. A futószalag-sebesség és ennek következtében a járássebesség növelésével a járás kinematikai paraméterei növekednek: a sebesség növelése a lépésfrekvencia, a lépéshossz, valamint a térdízület és csípőízület mozgásának szignifikáns növekedésével biztosítható (3-5. ábrák). A fiatal férfiak és fiatal nők esetén a medence mozgásának a sebesség növelésében betöltött szerepe különböző. A férfiak esetén a sebesség növelésében a medencebillenés mozgásterjedelmének szignifikáns növekedése, melyet a minimum érték növelése okoz, valamint a medencedőlés mozgásterjedelmének szignifikáns növekedése, melyet a maximum érték növelése biztosít, vesz részt (6. ábra). A nők esetében a járássebesség növelésében e két medencemozgás szignifikáns növekedése mellett a medencerotatio mozgásterjedelmének szignifikáns növekedése is részt vesz, melyet a minimum érték növelése okoz (6. ábra). A férfiak esetén a lépésfrekvencia szignifikánsan kisebb, a lépéshossz és lépésszélesség, a térdízület és csípőízület mozgásterjedelme szignifikánsan nagyobb (3-5. ábrák) a nők értékeihez hasonlítva. A térdízület minimum értéke nem mutatott szignifikáns különbséget. Ennek oka valószínűsíthetően az, hogy vizsgálatunk futószalagon, és nem futófolyosón történtek. A vizsgált személy neme szignifikánsan befolyásolta a medencerotatio és medencebillenés mozgását, de a medencedőlés esetén szignifikáns eltérést nem találtunk (6. ábra).
 - b. Ha a szalagsebesség a szabadon választott járássebesség értékétől eltért, akkor a távolság- és időjellegű paraméterek relatív szórása növekedett (7. ábra), a szögjellegű változók átlagos relatív szórása csökkent (8. ábra), azaz a változás tendenciája ellentétes. Az eltérés nem volt szignifikáns. A férfiak távolság- és időjellegű paramétereinek relatív szórása szignifikánsan nagyobb (7. ábra), míg a férfiak szögjellegű változóinak átlagos relatív szórása szignifikánsan kisebb (8. ábra), mint a nők értékei. A járássebesség változás

hatásához hasonlóan a változás tendenciája ellentétes. A nők járása szabályossága jobb, mint a férfiaké.

Kapcsolódó publikáció: Magyar és mtsai, 2012a

2. A medialis meniscus sérülés és a medialis partialis meniscectomia megváltoztatja a járás kinematikai (9-12. ábrák) és izomaktivitási jellemzőit.

A medialis partialis meniscectomia előtt és a korai posztoperatív időszakban kimutatható szignifikáns járáskép módosulás a késői posztoperatív időszakban eltűnik (9. és 11. ábra), de a műtét után egy évvel is az érintett ízület kíméléséből adódó szignifikáns mozgás beszűkülés, mely térdízületet, csípőízületet és medencerotatiót érinti, látható (11. és 12. ábra). A beszűkült mozgás kompenzációjában az ellenoldali csípőízület és a medencebillenés vesz részt (11. és 12. ábra). Ezt az izmok aktivitását jellemző intermuszkularis koordináció megváltozása is alátámasztja.

Kapcsolódó publikáció: Magyar és mtsai, 2008a; 2008b

3. A medialis meniscus sérülés és a medialis, partialis meniscectomia megváltoztatja a járás szabályosságát (13-16. ábrák).

A medialis, partialis meniscectomia preoperatív és korai posztoperatív szakaszában a távolság- és időjellegű paraméterek relatív szórása a kontrollcsoporthoz képest szignifikánsan nő (13. és 14. ábra), azaz a járáskép lépésről lépésre történő megismétlési pontossága, szabályossága romlik. Az érintett oldali ízületek esetén az átlagos relatív szórás szignifikánsan csökken (15. ábra), azaz az ízület flexibilitása, szerepe a folyamatos korrigálásban, korrekcióban szintén csökken. A posztoperatív időszak végén a távolság- és időjellegű paraméterek relatív szórása szignifikánsan nem tér el a kontrollcsoport értékeitől (13. és 14. ábra), a járáskép szabályossága, összehangoltsága visszatér. Az érintett ízületek esetén az átlagos relatív szórás továbbra is a kontrollcsoporthoz képest szignifikánsan kisebb (15. ábra), azaz az ízület flexibilitása rosszabb, a mozgás koordinálásában, korrekciójában betöltött szerepe csökken. Ez azt jelentheti, hogy még a posztoperatív időszak végén is a vizsgált személynek a változó körülményekhez történő alkalmazkodó képessége a kontrollcsoporthoz képest rosszabb. A nem-érintett oldali ízületek és a medencebillenés megnövekedett átlagos relatív szórása azt mutatja (15. és 16. ábra), hogy fontos szerepet töltenek be a kompenzációban, a stabil járás kialakításában, amely alátámasztja a járásminta elemzés alapján tett megállapítást.

Kapcsolódó publikáció: Magyar és mtsai, 2012a

4. A medialis meniscus sérülés és a medialis, partialis meniscectomia megváltoztatja a sebesség növelés módját. A medialis meniscus sérülés követően, és a medialis, partialis meniscectomia után egy évvel is, a járás szabályossága romlik, ha a járás sebessége eltér a szabadon választott járássebesség értékétől. A vizsgált személy nemének hatása járásképre és a járás szabályosságára a késői posztoperatív időszakban figyelhető meg. Az érintett oldal kímélése jól megmutatkozik abban, hogy járás sebessége és vizsgált beteg neme az érintett oldali ízületek mozgásának nagyságát és szabályosságát sem a partialis, medialis meniscectomia előtt, sem utána nem befolyásolja.
 - a. A betegcsoport esetén megállapíthatjuk, hogy járássebesség növelés módja megváltozott, mivel az érintett oldal lépéshossz növekedése csak a késői posztoperatív időszakban jelentkezik. A medencebillenés és –rotatio egyáltalán nem vesz részt a sebesség növelésében.

Ha a járássebesség eltér a szabadon választott sebességtől, akkor a járásváltozékonysági paraméterek szignifikánsan megváltoznak, azaz a járás harmóniája romlik. A távolság- és időjellegű paraméterek relatív szórás és a szögjellegű változók átlagos relatív szórás változásának ellentétes tendenciája a betegcsoport esetén is megfigyelhető volt.
 - b. A vizsgált személy neme a járás kinematikai paramétereit – a nem-érintett oldal csípőízület mozgásának kivételével – a preoperatív időszakban és a korai posztoperatív időszakban szignifikánsan nem befolyásolja.

A vizsgált személy nemének befolyásoló hatása a járásképre – az érintett oldali ízületek kivételével – a késői posztoperatív időszakban figyelhető meg. A preoperatív időszakban a vizsgált személy neme szignifikánsan nem befolyásolja sem a távolság- és időjellegű paraméterek relatív szórását, sem az érintett oldali ízületek mozgásának szabályosságát jellemző átlagos relatív szórást. A posztoperatív időszakban a nők és férfiak esetén a járásképe szabályosságát jellemző változékonysági paraméterek közötti különbség már szignifikáns. Az érintett oldali ízületek mozgásának változékonysága nem mutat szignifikáns eltérést, míg a nem-érintett ízületek és a medencebillenés és -rotatio mozgásának szabályossága nők esetén jobb, mint a férfiaké.

A járásvizsgálat eredményei egyértelműen bizonyították, hogy nemcsak a medialis meniscus sérülés, hanem a medialis, partialis meniscectomia is szignifikánsan megváltoztatja a járásmintát és a járásszabályosságot még az egyéves posztoperatív időszak végén is. Célszerű az utánkövetést 3-5 éves időtartamra kiterjeszteni, hogy a hosszabb távú változások feltérképezhetőek, továbbá a járásképe stabilitásának a degeneratív változásokban betöltött szerepe, a járásváltozékonyság és a röntgenfelvétellel kimutatható klinikai változások közötti összefüggés elemezhető legyen.

A járásszabályosság romlása elsősorban a járás harmóniájának romlását jelenti, de utalhatnak a propriocepcióban bekövetkezett változásokra is. Így fontos kérdéssé vált az egyensúlyozó képesség és ezen belül is a dinamikus egyensúlyozó képesség vizsgálata.

6. Saját közlemények jegyzéke

A disszertáció témájához közvetlenül kapcsolódó közlemények:

Magyar OM, Illyés Á, Knoll Zs, Kiss RM (2008a). Effect of medial meniscectomy on gait parameters. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 16: 427-433.

Magyar O M, Illyés Á, Knoll Zs, Kiss RM (2008b). A járás kinematikai és izomaktivitási paramétereinek változása medialis meniscus partialis reszekciója után. *Magy Traumatol Ortop Kézseb Plaszt Seb*, 51(3): 215-222.

Magyar OM, Knoll Zs, Kiss RM (2012a). The influence of medial meniscus injury and meniscectomy on the variability of gait parameters. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 20: 290-297.

A mozgásvizsgálathoz kapcsolódó egyéb közlemények:

Knoll Zs, Kiss RM, Kocsis L, Jurák M, Magyar M. (2003). A járás vizsgálat pontosságának ellenőrzése. *Magyar Traumatológia, Ortopédia, Kézsebészet és Plasztikai Sebészet*, 46: 237-243.

Illyés Á, Magyar OM, Kiss RM (2004). Szabadidő sportolók és gerelyhajítók vállizületének összehasonlító elektromiográfiai vizsgálata elemi karmozgások és dobás közben. *Sportorvosi Szemle*, 45(4): 271-284.

Magyar OM, Knoll Zs, Kiss RM (2012b). Effect of medial meniscus tear and partial meniscectomy on balancing capacity in response to sudden unidirectional perturbation. *J Electromyogr Kinesiol*, 22: 440-445.