

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

Doktori értekezés

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

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék	2
1. RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE	4
2. BEVEZETÉS	6
2.1. Problémafelvetés.....	6
2.2. Irodalmi áttekintés	7
2.2.1. Járás és jellemzése	8
2.2.2. Járás szabályossága és jellemzése	11
3. CÉLKITŰZÉS	14
4. MÓDSZEREK	16
4.1. Vizsgált személyek	16
4.2. Műtéti eljárás és rehabilitációs protokoll.....	19
4.3. Ultrahang alapú járásvizsgálat módszere.....	19
4.3.1. A méréshez használt eszközök és a mérési módszer	19
4.3.2. A járásmintát jellemző távolság-, idő- és szögjellegű változók, valamint a járás szabályosságát jellemző járásváltozékonysági paraméterek.....	26
4.3.3. Statisztikai elemzés	30
5. EREDMÉNYEK.....	32
5.1. A futófolyosón meghatározott szabadon választott járássebesség válto- zása	32
5.2. A járásmintát és a járásszabályosságot befolyásoló hatások elemzése fiatal, egészséges személyek esetén	33
5.2.1. A szalagsebesség hatása	44
5.2.2. A vizsgált személy nemének hatása	44
5.3. A medialis meniscus sérülés és medialis, partialis meniscectomia hatása a járás kinematikai és izomaktivitási jellemzőire.....	45
5.3.1. A medialis meniscus sérülés hatása.....	46
5.3.2. A medialis, partialis meniscectomia hatása	49

5.4. A medialis meniscus sérülése és a medialis, partialis meniscectomia hatása a járásszabályosságát jellemző járásváltozékonysági paraméterekre.....	58
5.4.1. A medialis meniscus sérülés hatása.....	58
5.4.2. A medialis, partialis meniscectomia hatása.....	60
6. MEGBESZÉLÉS	65
6.1. A szabadon választott járássebesség változása.....	65
6.2. A járásmintát és a járásszabályosságot befolyásoló hatások elemzése fiatal, egészséges személyek esetén	66
6.2.1. A szalagsebesség hatása	66
6.2.2. A vizsgált személy nemének hatása	71
6.3. A medialis meniscus sérülés és a medialis, partialis meniscectomia hatása a járásmintára.....	72
6.4. A medialis meniscus sérülés és a medialis, partialis meniscectomia hatása a járásváltozékonyságra	77
7. KÖVETKEZTETÉSEK	84
8. ÖSSZEFOGLALÁS	89
9. IRODALOMJEGYZÉK.....	90
10. SAJÁT KÖZLEMÉNYEK JEGYZÉKE	98
11. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	99
FÜGGELÉKEK.....	100

1. Rövidítések jegyzéke

áltSD	átlagos szórás lépéscikluson belül
átICV	átlagos relatív szórás lépéscikluson belül
ANOVA	ANalysis Of VAriance (Variancia analízis)
BMI	Body Mass Index (testtömeg index)
CHAS	Current Health Assessment Form (Pillanatnyi egészségi állapotot felmérő kérdőív)
CMRR	Common Mode Rejection Ratio (közösmódus elnyomási tényező)
CMS-HS	Central Measuring System - High-end System (központi mérőrendszer-magas végértékű rendszer)
CV	relatív szórás (Coefficient Variance)
EEG	ElektroEnkefaloGráfia
EMG	ElektroMioGráfia
ESSKA	European Society of Sports Traumatology, Knee Surgery and Arthroscopy (Sport traumatológiai, Térdízületi és Artroszkópos műtétek Európai Társaság)
IKDC	International Knee Documentation Committee (Térdízületi állapot dokumentálását összeállító nemzetközi bizottság)
l.d. = lateralis dextri	jobb oldal
l.s. = lateralis sinistri	bal oldal
OA	OsteoArthritis
SD	szórás (StanDard error)
SENIAM	Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles (Az izmok nem-invazív vizsgálatára alkalmas felületi elektromyográfia)
VAS	Vizuál Analóg Skálán

β	térdszög
γ	csípőszög
δ	medence hajlítása
ϕ	medence billenése
ρ	medence rotatioja
ξ, η, ζ	medence lokális koordináta rendszerének tengelyei

2. Bevezetés

2.1. Problémafelvetés

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 térdízületet érintő műtétek közül a meniscus sérüléseket ellátó műtétek technikája fejlődött talán a legtöbbet (*Verdonk, 2011*), a nyitott műtéti technikáktól kezdődően, az artroszkópos térdműtéteken át a meniscus transzplantációig. *Smilie (1975)* a teljes meniscus eltávolítás helyett a meniscus resectiot ajánlotta. A meniscus resectio artroszkópos technikával Európában és hazánkban is a legelterjedtebb műtéti módszer (*Hangody, 2006; Verdonk, 2011*). *DeHaven és mtsai (1989)* a nyitott technikával történő meniscus varrást javasolták, de ez csak az Amerikai Egyesült Államokban terjedt el. A legmodernebb technika a meniscus transzplantáció, az elmúlt években a műtéti technika mellett az indikációk és a rehabilitációs protokollok is egyértelműen tisztázódtak (*Alentorn-Geri és mtsai, 2011; ElAttar és mtsai, 2011; van Arkel és Boer, 2002; Verdonk és mtsai, 2005; Wilmes és mtsai, 2011*). A jövő kezelési módja vélhetően a sejtbiológiai kutatások eredményeinek felhasználásával a „meniscus javítása” (*Verdonk, 2011*).

A medialis meniscus sérülés diagnosztizálása, a különböző műtéti technikák és rehabilitációs protokollok ismertetése és hatásvizsgálata fontos kérdése az ortopédiai kutatásoknak. Ezt az is mutatja, hogy 2011-ben a Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy (ESSKA-European Society of Sports Traumatology, Knee Surgery and Arthroscopy hivatalos lapja) című újság egy teljesen számot ennek a témának szentelt. Egyre fontosabb kérdés a meniscus resectio hatása a propiocepcióra (*Verdonk, 2011*). Egyes kutatók a meniscus sérülés és resectio utáni hosszútávú utánkövetésekor végzett radiológiai vizsgálatok eredményéből feltételezik, hogy a meniscus resectio kiinduló indikátora lehet a térdízületi arthrosinak (*Anetzberger és mtsai, 2014; Bedi és mtsai, 2010; Tengrootenhuysem és mtsai, 2011; Veith, 1985*).

A medialis meniscus sérüléssel kezelt betegek száma praxisomban is fokozatosan nő, és kezelésükre az artroszkópos technikával végzett partialis meniscectomiát használjuk. A nemzetközi és hazai protokollnak megfelelően a műtétet többhetes rehabilitáció követi. A betegek figyelemmel kísérése azonban azt mutatja, hogy a műtétet követően még egy évvel 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.

2.2. Irodalmi áttekintés

Az in vivo és in vitro biomechanikai vizsgálatok egyre fontosabb szerepet töltenek be az orvostudományban, ezen belül is a különböző hatásvizsgálatokban. A biomechanikának fontos területe a mozgásvizsgálat, amely magában foglalja az alsó- és felső végtag különböző mozgásainak elemzését, de ide tartoznak a különböző egyensúly vizsgálatok is. A mozgásvizsgálatok szabad szemmel és különböző típusú mozgáselemző rendszerekkel végezhetők, amelyek közül a legelterjedtebbek a videó alapú, az infravörösfény alapú, az elektromágnes alapú és az ultrahang alapú rendszerek (*Kiss és Kocsis, 2007*). A mozgásvizsgálatokat az orvostudomány széles területén használják: kiemelkedik a sportorvostan, az ortopédia, a neurológia és a rehabilitáció területe. A különböző orvostudományi szaklapok mellett speciális újságok (például: *J Biomech, Clinical Biomechanics, Gait & Posture, Human Movement Science, Journal of Electromyography and Kinesiology*) foglalkoznak a mozgásvizsgálatokkal végzett kutatások eredményeinek összefoglalásával, bemutatásával. Disszertációmban az alsó végtag legjellegzetesebb mozgását, a járást vizsgáljuk. A járásvizsgálattal elemezzük a medialis meniscus sérülés és a medialis, partialis meniscectomia hatását fiatal

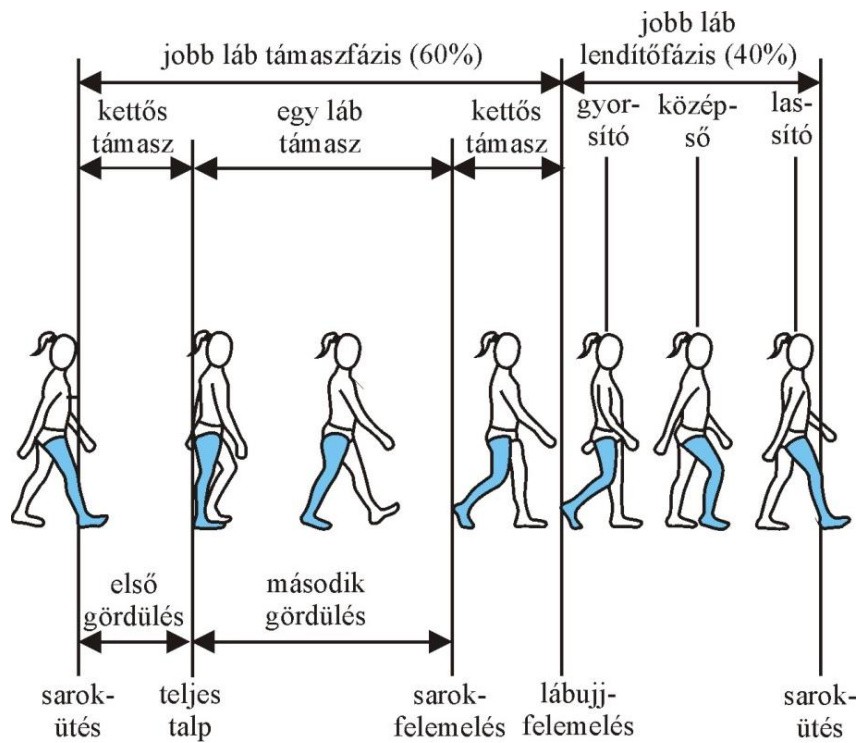
személyeken. A hasonló életkorú és antropometriai felépítésű egészséges személyeken végzett járásvizsgálat eredményei a kontrollcsoport adatait jelentik.

2.2.1. *Járás és jellemzése*

Járás során az alsó végtagok váltakozó mozgása következtében az egész test folyamatos haladó mozgást végez. A járás ciklikus, mert egyes szakaszai ismétlődve követik egymást. A járás szimmetrikus, mert a két végtag szakaszai közel megegyeznek. Az alsó végtag mozgásai szakaszosan ismétlődnek, valamint a két végtag egymáshoz viszonyított mozgása is összehangolt, szakaszos. A járás kialakulásában az alsó végtagok mozgása a meghatározó, de a járást a fej, a törzs és a felső végtagok mozgásának összehangoltsága is befolyásolja (Mészáros, 2006).

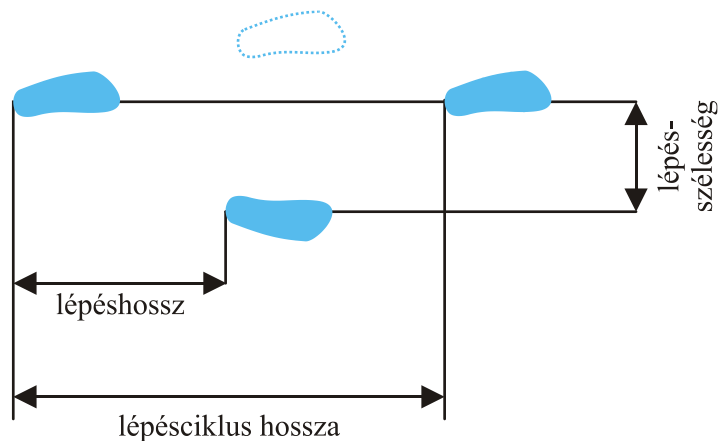
A járáselemzés alapja a lépésciklus, ami a végtag teljes mozgásperiódusa, azaz ugyanazon végtag két azonos helyzete közötti szakasz. Megegyezés szerint a lépésciklus a végtag sarokütésétől ugyanezen végtag következő sarokütéséig tart (1. ábra). A lépésciklus két fázisa: a támaszfázis és a lendítőfázis. A támaszfázis a sarok talajra érkezésétől (sarokütéstől) a lábujjnak a talajtól való elemelkedéséig (lábujjfelemelésig) tart, ami a lépésciklus időtartamának kb. a 60 %-a (1. ábra). A lendítőfázis a lábujjnak a talajtól való elemelkedésétől (lábujjfelemeléstől) a sarok ismételt talajra érkezéséig tart, ami a lépésciklus időtartamának kb. a 40 %-a (1. ábra). A járáselemzés másik alapja a lépés, ami a két különböző végtag azonos helyzete közötti szakasz. A lépés megegyezés szerint az egyik végtag sarokütésétől a másik végtag sarokütéséig tart (2. ábra) (Ángyán, 2005; Kiss és Kocsis, 2007).

A járásminta jellemzésére használható kinematikai jellemzők: lépésidő, ciklusidő, támaszfázis-időtartam, lendítőfázis-időtartam, kettős támaszfázis-időtartam, valamint lépéshossz, lépésciklushossz, lépésszélesség (2. ábra), továbbá az ízületi mozgások jellemzésére használt szögjellegű paraméterek. Az ortopédiai gyakorlatban az ízület mozgása a mozgássíkokban létrehozott elmozdulás szöge, azaz egy ízület mozgása három jellemzővel írható le (Mészáros, 2006).



1. ábra:

A lépésciklus szakaszai (Kiss, 2012)



2. ábra:

A járásminta jellemzésére használható távolság- és időjellelű változók (Vaughan és mtsai, 1999)

A korábbi kutatások egyértelműen megállapították, hogy egészséges, fiatal személyeknél a járás sebessége szignifikánsan befolyásolja a járás szögjellelű- és kinetikai paramétereit mellett az izomaktivitást is (Chiu és Wang, 2007; Holden és mtsai, 1997; Murray és mtsai, 1984; Roislien és mtsai, 2009). A járássebesség növelésében elsősorban a térd

flexiójának megnövekedése (*Chiu és Wang, 2007; Holden és mtsai, 1997; Murray és mtsai, 1984; Roislien és mtsai, 2009*), valamint a csípőszög megnövekedett mozgástartománya (*Chiu és Wang, 2007*) a meghatározó.

A futófolyosón végzett járásvizsgálatok egyértelműen bizonyították, hogy a vizsgált személy neme a járás kinematikai paramétereit befolyásolja. A járásképet jellemző paraméterek közül koreai férfiak lépéshossza és a lépésszélessége szignifikánsan nagyobb, mint a korai nőké (*Cho és mtsai, 2004*). A korábbi kutatások azt is megállapították, hogy férfiak esetén a térdszög és a csípőszög mozgástartománya, valamint az ízület flexiója és extensioja is szignifikánsan nagyobb, mint a nőké (*Cho és mtsai, 2004; Chumanov és mtsai, 2008; Kerrigan és mtsai, 1998; Nigg és mtsai, 1994*). Elsősorban a nők esetén a csípőízület rotatioja, valamint a medence rotatioja és billenése nagyobb, mint a férfiaké (*Cho és mtsai, 2004; Chumanov és mtsai, 2008*).

A *meniscus funkcionális fontosságát* mutatja, hogy a meniscectomia után a különböző klinikai és radiológiai vizsgálatok degeneratív elváltozásokat jeleznek (*Anetzberger és mtsai, 2014; Masouris és mtsai, 2008; Roos és mtsai, 1998; Tengrootenhuysem és mtsai, 2011; Veith, 1985*). Radiológia felvételekből látható, hogy meniscectomia után az érintkező felületek alakja és nagysága szignifikánsan megváltozik. Az in vitro vizsgálatok alapján a felületi nyomáseloszlás lényegesen módosul, helyi feszültségcsúcsok alakulnak ki, melyek térdízületi arthrosis kiinduló pontjai lehetnek (*Bedi és mtsai, 2010*). *Anetzberger és mtsainak (2014)* kutatása egyértelműsítette, hogy a partialis meniscectomia esetén a 2 héttel a műtét után az ízületi procborítás (üvegporc) sérülése (érdesedése), míg 24 héttel a műtét után a csontszövetet (subchondral felszín) érintő elváltozások láthatók, melyek későbbi osteoarthritisnek kiinduló pontjai lehetnek.

Ennek ellenére kevés irodalom foglalkozik azzal a kérdéssel, hogy a medialis meniscus sérülés és a medialis, partialis meniscectomia hogyan változtatja meg a járás biomechanikai paramétereit. *Durand és mtsai (1993)* megállapították, hogy a műtét előtt, valamint 8 héttel a műtét után a sérült férfiak szabadon választott járássebessége és lépéshossza kisebb, mint a kontrollcsoporté. Ellenben *Bulgheroni és mtsai (2007)* sem a műtét előtt, sem az egyéves posztoperatív időszak végén nem találtak szignifikáns eltérést

a kontrollcsoporthoz képes a járás távolság- és időjellelű változói (lépésszám, járássebesség, támaszfázis- és kettős támaszfázis időtartama) esetén. *McNicholas és mtsai (2000)* kutatása bizonyította, hogy a meniscectomia szignifikánsan megváltoztatja a térd valgus-varus szögét mind állás közben felvett röntgenfelvételeken, mind a járásvizsgálat közben mért értékek esetén. A röntgenfelvételeken mért szögértékek és a járás közben meghatározott szögérték között a korreláció magas. A medialis meniscus sérülés és a medialis, partialis meniscectomia következtében járás közben a támaszfázis elején és a lendítófázis végén szignifikánsan módosul a bokaízület, a térdízület és a csípőízület flexiója (*Bulgheroni és mtsai, 2007*). A medialis meniscus sérülés és a medialis, partialis meniscectomia következtében az érintett térdízület mozgása beszűkül, a hajlítónyomaték csökken (*Bulgheroni és mtsai, 2007; Kelln és mtsai, 2009; Sturnieks és mtsai, 2008*), de növekszik a térdízület addukciós nyomatéka (*Sturnieks és mtsai, 2008*), valamint a nem-érintett tibia rotációs mozgása (*Netrevali és mtsai, 2010*).

2.2.2. Járás szabályossága és jellemzése

A járásminta kinematikai jellemzői lépésről lépésre változnak, abban az esetben is, ha a külső körülmények azonosak. A járás szabályossága a járás paramétereinek ingadozásával modellezhető, ami a lépésciklusra jellemző idő-, távolság- és szögjellelű paraméterek változékonyságával jellemezhető. A járás változékonysági paraméterei a távolság-, az idő-, valamint a szögjellelű jellemzők szórása (*Dingwell és Marin, 2006; Dingwell és mtsai, 2008; Kang és Dingwell, 2008; Owings és Grabiner, 2003*) és relatív szórása (*Dubost és mtsai, 2006; Hollman és mtsai, 2007; Jordan és mtsai, 2007*). A járás harmonikus, ha szakaszai pontosan ismétlődnek, a járásképp jellemzésére használt távolság- és időjellelű változók minden lépés esetén közel azonosak, azaz a járásképp változékonysága kicsi (*Mészáros, 2006*).

A távolság- és időjellelű paraméterek a járásképp jellemzésére szolgálnak, azaz a jellemzők szórása a járásképp szabályosságát jellemzi. Ha a távolság- és időjellelű változók (relatív) szórása kicsi (általában 5% alatti), akkor a járásképp lépésről lépésre szabályosan, kis eltéréssel ismétlődik meg. Ekkor a járásképp összehangolt, automatikus és ritmikus (*Dubost és mtsai, 2006; Hausdorff, 2005; Heiderscheit, 2000; Newell és Corcos, 1993; Nutt és mtsai, 1993*). A járásképp szabályosságát jellemző változékonysági

paraméterek növekedése, azaz a járásképek szabályosságának romlása, az instabilitás egyik indexe lehet (England és Granata, 2007; Fuchs és Kelso, 1994; Hausdorff és mtsai, 2001; Heiderscheit, 2000; Lord és mtsai, 1996; Newell és Corcos, 1993). Ezt támasztja alá az is, hogy a lépéshossz és lépésszélesség szórása szignifikánsan nagyobb azon idős személyeknél, akik egy hónapon belül legalább ötször estek el, mint az azonos korú, de egy hónapon belül el nem esett személyek értékei (Hausdorff, 2005; Hausdorff és mtsai, 2001).

Az ízületi mozgás szabályosságát jellemző járásváltozékonysági paraméter a szögjellegű változók átlagos szórása. A szögjellegű változók magasabb átlagos szórása a jobb ízületi flexibilitásra utal, ami biztosítja a lépésről lépésre történő folyamatos korrigálást, egyes ízületek, egyes testrészek mozgásának összehangolását, koordinálását, a koordinált, ritmikus járásképek létrehozását (Heiderscheit, 2000). A járásszabályosság szempontjából a szögjellegű változók magasabb átlagos szórása a kedvezőbb.

Beauchet és mtsai (2007) egészséges, fiatal személyeknél korábbi kutatások (England és Granata, 2007; Hausdorff és mtsai, 2001; Heiderscheit, 2000; Maki, 1997; Newell és Corcos, 1993) eredményei alapján elméleti levezetéssel bizonyították, hogy a távolság- és időjellegű változók szórásának növekedése a szögjellegű változók átlagos szórásának csökkenésével együttesen jelenti a járás harmóniájának rosszabbodását. Általánosságban a járás harmonikus, ha a járásképek szabályosságát jellemző távolság- és időjellegű paraméterek szórása kicsi, de az ízület flexibilitását jellemző szögjellegű paraméterek átlagos szórása magas (Kiss, 2012).

A járás szabályossága egészséges személyeknél is lényegesen függ a vizsgált személy pillanatnyi hangulatától, idegi- és kardiovaszkuláris állapotától (Hausdorff, 2005). Az elülső keresztszalag (ACL) szakadása és rekonstrukciója (Georgoulis és mtsai, 2006; Moraiti és mtsai 2007; 2010; Stergiou és mtsai, 2004), a térdízület kopása és a beépített térdízületi endoprotézis (Kiss, 2011a; Kiss és mtsai, 2012; McClelland és mtsai, 2009) szignifikánsan befolyásolja a járás változékonyságát. A kutatások alapján elsősorban az ízületi mozgások szabályossága változik meg: az érintett ízület szabályosságát leíró változékonysági paraméterek csökkennek, míg a kompenzációban résztvevő ellenoldali ízületek és a medence mozgások változékonysági paraméterei növekednek (Georgoulis és mtsai, 2006; Kiss, 2011a; Kiss és mtsai, 2012; McClelland és mtsai, 2009; Moraiti és

mtsai 2007; 2010; Stergiou és mtsai, 2004). Térdízületi kopás és -endoportézis beültetés után a járáskép változékonyságát leíró paraméterek nőnek, az érintett ízület mozgása esetén a változékonysági paraméterek csökkennek, azaz itt is az ellentétes tendencia megfigyelhető (*Kiss, 2011a, Kiss és mtsai, 2012*). Az irodalom alapján a térdízületet érintő változások rontják a járás harmóniáját.

3. Célkitűzés

A kutatás általános célja radiológiai felvételek alapján diagnosztizált medialis meniscus sérülés, valamint medialis és részleges meniscectomia utáni egyéves utánkövetési időszakban a járásminta és a járásszabályosság numerikus jellemzése járáselemzéssel. 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, a következő hipotézisek állíthatók fel:

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.* Ennek a kérdéskörnek a vizsgálata annak eldöntéséhez szükséges, hogy a járásvizsgálatokat kontrollált sebességnél kell-e elvégezni, valamint a betegcsoportok kialakításánál a nemenkénti eloszlásra figyelni kell-e. Korábbi kutatások alapján a járássebesség szignifikánsan befolyásolja a fiatal személyeknél a szögjellegű paramétereket (*Chiu és Wang, 2007; Holden és mtsai, 1997; Murray és mtsai, 1984; Roislien és mtsai, 2009*), míg idős személyeknél a járásmintáját jellemző kinematikai (távolság-, idő- és szögjellegű), kinetikai (talajreakcióerő időbeni függvényének jellegzetes pontjai) (*Bejek és mtsai, 2006*), valamint a járás szabályosságát jellemző járásváltozékonysági paramétereket (*Kiss, 2010b; 2011a; 2012*). A korábbi vizsgálatok (*Chiu és Wang, 2007; Cho és mtsai, 2004; Chumanov és mtsai, 2008; Kerrigan és mtsai, 1998; Nigg és mtsai, 1994*) bizonyították, hogy a vizsgált személy neme a szabadon választott sebességű, futófolyosón történő járás esetén a kinematikai, ezen belül is a szögjellegű jellemzőket befolyásolja. Hasonló eredmények várhatóak futószalagon történő járás esetén is.
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.* A korábbi kutatások egyértelműen bizonyították, hogy a medialis meniscus sérülés és a medialis, partialis meniscectomia szignifikánsan befolyásolja az érintett oldali ízületi szögek

mozgását (*Bulgheroni és mtsai, 2007; Kelln és mtsai, 2009; McNicholas és mtsai, 2000; Sturniekis és mtsai, 2008*). A távolság- és időjellegű paraméterek esetén a megállapítások ellentmondásosak: míg *Durand és mtsai (1993)* a műtét előtt és a műtét után 8 héttel a járássebesség és a lépéshossz szignifikánsan csökkenését találták a kontrollcsoporthoz képest, addig a *Bulgheroni és mtsai (2007)* sem a műtét előtt, sem a műtét után nem találtak szignifikáns különbséget a járás távolság- és időjellegű paramétereire esetén. Feltételezhető, hogy kontrollált sebesség esetén a járás kinematikai paramétereiben történő változások jobban detektálhatók. Továbbá feltételezhető, hogy kompenzációs mechanizmusok alakulnak ki, amelyek az ellenoldali csípő-, térdízület, valamint a medence mozgásait is befolyásolják. A kutatásnak ki kell térnie ezen ízületek mozgásának mérésére, elemzésére is. Célszerű vizsgálni az alsó végtag legfontosabb izmainak intermuszkuláris koordinációját is.

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.* Feltételezhető, hogy a klinikai funkcionális, életminőségi tesztekkel és a járásmintát jellemző változókkal is jellemezhető különbségek a járásváltozékonysági változóban is megmutatkoznak az érintett és a nem-érintett oldal jellemzőinek összehasonlításakor, valamint a kontrollcsoport értékeivel történő összevetéskor.
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.* A kutatócsoport korábbi vizsgálataiból ismert, hogy a járássebesség szignifikánsan befolyásolja a térdízületi kopásban szenvedő az idős személyek járásmintáját jellemző kinematikai, kinetikai (*Bejek és mtsai, 2006*), és a járás szabályosságát jellemző járásváltozékonysági paramétereket (*Kiss, 2010b; 2011a; 2012*). A vizsgált személy nemének hatása a paraméterekre nem volt bizonyítható (*Kiss, 2010b; 2011a; 2012*). Feltételezhető, hogy meniscus sérülés pre- és korai posztoperatív időszakában csak a járás sebességének lesz szignifikáns hatása. A késői posztoperatív időszakban a vizsgált személy nemének hatása is szignifikánssá válik.

4. Módszerek

4.1. Vizsgált személyek

A medialis meniscus sérülés (laesio menisci medialis) és az azt követő medialis, partialis meniscus resectio (medialis, partialis meniscectomia) hatásvizsgálatba bevont, betegcsoportot alkotó személyeket a tatai Kastélypark Klinika és a budapesti Fájdalomambulancia betegei közül véletlenszerűen választottuk ki. A beválasztás kritériumai:

- 40 év alatti életkor;
- a medialis meniscus hátsó részén kialakult kosárfülszerű szakadás;
- a sérülés óta maximálisan eltelt idő 3 hónap;
- járóképesség segédeszköz nélkül 1,2 m/s szalagsebességű futószalagon legalább 10 percig.

A kizárás kritériumai:

- sérült térdszalagok;
- RTG-vel igazolható térdízületi osteoarthritis (OA);
- igazolt reumatid arthritis;
- az alsó végtagot, a gerincet érintő elváltozás, korábbi sérülés, műtét;
- neurológiai elváltozás (Parkinson, dementia, stroke, stb.), egyensúlyozó képességet érintő elváltozás, vesztibuláris elváltozások;
- nem-kontrollált, nem-karbantartott kardiovaszkuláris elváltozások;
- $\pm 5,0$ dioptriánál erősebb látáskorrekció.

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.

A betegcsoportot alkotó 18 férfi és 21 nő demográfiai adatait az *1. táblázat* foglalja össze. A vizsgált személyek közül kilencnek volt látáskorrekciója -3,75 és 2,5 dioptria közötti értékben.

1. táblázat: Vizsgálatba bevont személyek demográfiai adatai, valamint az egészségállapotot felmérő teszt (CHAS) és a Lysholm-Tegner skála eredményei (átlag±szórás)

Jellemzők	Betegcsoport		Kontrollcsoport	
	nő	férfi	nő	férfi
<i>Vizsgált személy neme</i>	nő	férfi	nő	férfi
<i>Esetszám, N</i>	21	18	20	31
<i>Életkor, év</i>	24,8±3,2	25,4±4,7	21,6±8,7	23,2±1,6
<i>Testtömeg, kg</i>	65,8±3,9	83,9±9,7	66,3±9,7	79,9±11,3
<i>Testmagasság, cm</i>	164,5±11,8	175,1±8,1	161,2±13,5	177,4±9,8
<i>BMI, kg/m²</i>	24,3±3,9	27,4±3,9	25,6±4,2	25,5±3,2
<i>Egészségállapotot felmérő teszt (CHAS) a műtét előtt</i>	44,8±15,7 [◇]	43,8±11,9 [◇]	97,4±1,8	98,6±2,9
<i>Egészségállapotot felmérő teszt (CHAS) a műtét után 6 héttel</i>	69,3±18,1 ^{◇,†}	71,2±19,2 ^{◇,†}		
<i>Egészségállapotot felmérő teszt (CHAS) 3 hónappal</i>	75,9±16,8 ^{◇,†}	77,1±17,5 ^{◇,†}		
<i>Egészségállapotot felmérő teszt (CHAS) a műtét után 12 hónappal</i>	97,2±2,1 [†]	97,2±3,6 [†]		
<i>Lysholm-Tegner skála műtét előtt</i>	55±16 [◇]	50±12 [◇]	97±3	98±2
<i>Lysholm-Tegner skála a műtét után 6 héttel</i>	80±11 ^{◇,†}	77±13 ^{◇,†}		
<i>Lysholm-Tegner skála a műtét után 3 hónappal</i>	92±8 [†]	89±9 [†]		
<i>Lysholm-Tegner skála a műtét után 12 hónappal</i>	96±4 [†]	94±5 [†]		

A demográfiai adatok tekintetében a csoportok közötti különbség nem volt szignifikáns.

Jelmagyarázat:

◇: szignifikáns különbség a kontrollcsoport értékeihez képest;

†: szignifikáns különbség a műtét előtt mért értékekhez képest.

A vizsgálat megkezdése előtt elvégzett ortopéd szakorvosi, fizikális vizsgálat részei:

- a vizsgált személy funkcionális állapotának rögzítése a Lysholm-Tegner skálán (Tegner és Lysholm, 1985);
- az életminőségi állapotának rögzítése az IKDC (International Knee Documentation Committee) által összeállított általános egészségi állapotot rögzítő skálán (Current Health Assessment Form-CHAS) (www.aossm.org).

A megadott szempontok szerint az elvégzett vizsgálat és kérdőív kitöltése alapján adott pontszámot személyenként rögzítettük; a csoportokra jellemző értékeket az *1. táblázat* tartalmazza.

Minden vizsgálat megkezdése előtt és a vizsgálat befejezése után 10 cm hosszú, vizuál analóg skálán (VAS) a betegcsoport tagjainak meg kellett adni a fájdalom mértékét. A műtét előtt elvégzett járásvizsgálatkor a vizsgálat megkezdése előtt a fájdalom átlagos értéke a VAS skálán 3,7 cm (tartomány: 2,4-4,8 cm), 1,0 m/s szalagsebességű járás után 6,5 cm (tartomány: 5,2-7,8 cm), míg 1,2 m/s szalagsebességű járás után 9,1 cm (tartomány: 7,5-9,9 cm). A műtét után 6 héttel a fájdalom átlagos értéke a VAS skálán 0,5 cm (tartomány: 0,0-1,3 cm), 1,0 m/s szalagsebességű járás után 1,1 cm (tartomány: 0,0-1,9 cm), míg 1,2 m/s szalagsebességű járás után 1,6 cm (tartomány: 0,0-2,1 cm). Műtét után 3 és 12 hónappal a mérés előtt és a mindkét mérés után a fájdalom átlagos értéke a VAS skálán 0,3 cm (tartomány: 0,0-0,7 cm).

A kontrollcsoportot alkotó 31 férfi és 20 nő demográfiai adatait szintén az *1. táblázat* foglalja össze. A vizsgált személyek közül kilencnek volt látáskorrekciója, -4,5 és 2,0 dioptria közötti értékben. A mozgásvizsgálat előtt elvégzett fizikális, ortopédiai vizsgálat szerint mindkét alsó végtag ízületeinek mozgástartománya, stabilitása, valamint az alsó végtag tengelyállása, izomereje és izomtónusa élettanilag megfelelő volt. A beválasztás és kizárás kritériumai a medialis meniscus sérülés meglétének kivételével megegyeztek a betegcsoport kritériumaival. A kontrollcsoport demográfiai adatai szignifikánsan nem tértek el a betegcsoport demográfiai adataitól.

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 paragrafusára alapján aláírásukkal is igazolták. A vizsgálatot a Szolnoki MÁV Kórház Intézetii Kutatásetikai Bizottsága engedélyezte.

4.2. Műtéti eljárás és rehabilitációs protokoll

A műtéti technika, a rehabilitációs protokoll és a dokumentáció egységesen, a hazai (Hangody, 2006) és a nemzetközi előírásoknak (Bulstrode és mtsai, 2002) megfelelően történt. Az összes műtétet a tatai Kastélypark Klinikán Knoll Zsolt végezte Magyar Mátyás asszisztálásával. Minden beteg műtéténél a kétszatornás (antero-lateralis és antero-medialis), artroszkópos eljárást alkalmaztuk. A medialis hátsó szarvból leszakadt rész átlagos hossza 2,1 cm (1,6-2,5 cm) volt, mely a műtét során eltávolításra került. Ez kisebb, mint 30 %-os érintettséget jelentett. A műtét közben a meniscus többi részének épességét ellenőriztük. 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 (Bulstrode és mtsai, 2002; Goodyear-Smith és Arroll, 2001; St Pierre, 1995). A mindennapi munkába történő visszatérés átlagos ideje 9,9 nap (tartomány: 2-23 nap) volt.

4.3. Ultrahang alapú járásvizsgálat módszere

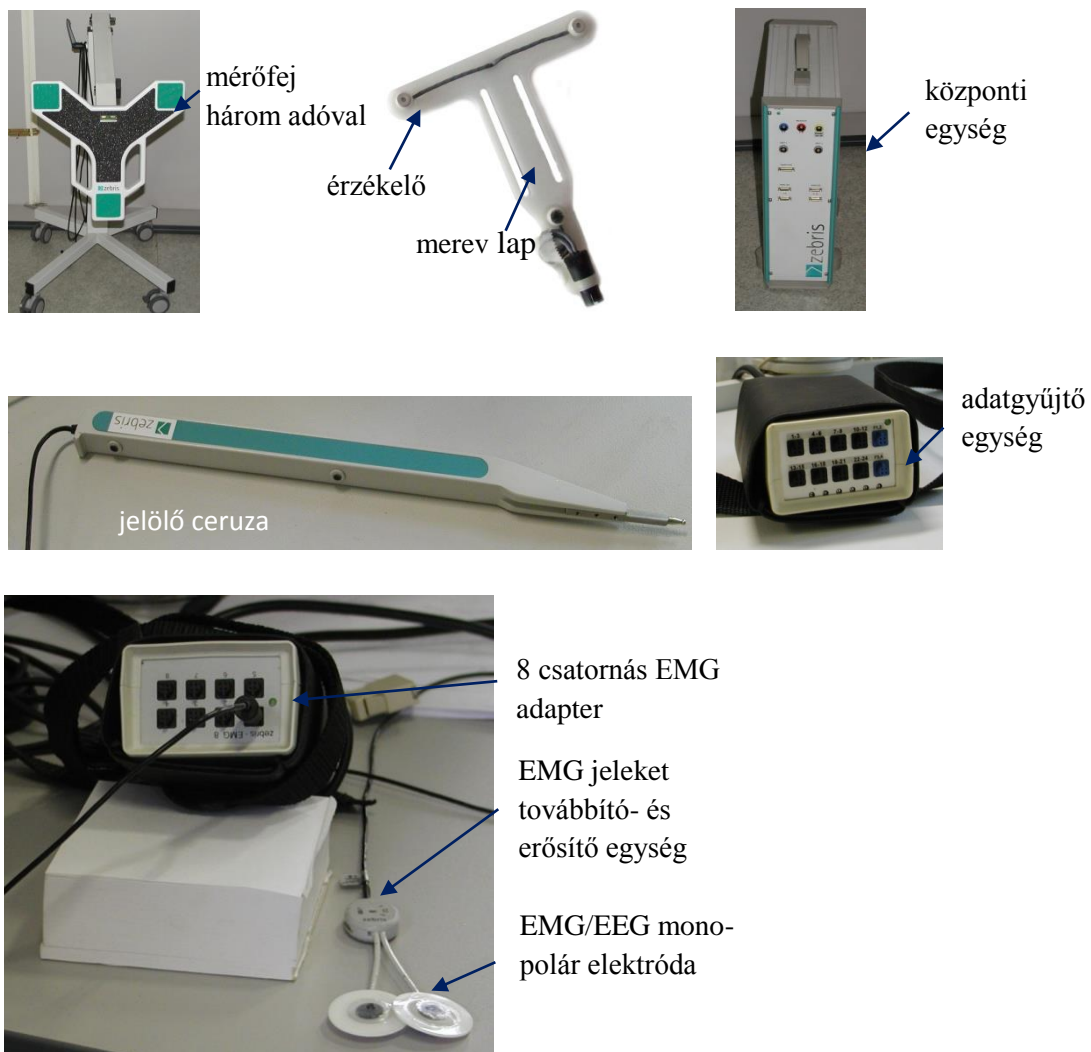
Az ultrahang alapú járásvizsgálat célja a kinematikai paraméterek számításához szükséges anatómiai pontok térbeli koordinátáinak meghatározása mellett a kijelölt izmok aktivitásának rögzítése felületi elektromiográfiával (EMG-vel). A vizsgálatokat a Szolnoki MÁV Kórház Biomechanikai Laboratóriumában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

4.3.1. A méréshez használt eszközök és a mérési módszer

A járásvizsgálathoz a zebris CMS-HS (zebris Medizintechnik GmbH, Németország) ultrahang alapú, mozgáselemző rendszert használtuk, amelynek részei (3. ábra):

- központi egység, ami PC-hez csatlakozik;
- az ultrahangjeleket kibocsátó mérőfej három érzékelővel;

- adatgyűjtő egység;
- mérőhármás (triplet), amely három egyedi érzékelőt tartalmazó merev lap, az érzékelők előre meghatározott távolságban és alakban, jelen esetben egyenlő oldalú háromszög sarokpontjain helyezkednek el;
- anatómiai pontok kijelöléséhez szükséges jelölőceruza;
- 2x8 csatornás EMG adapter;
- EMG jeleket továbbító egység (kapcsolódó vezeték);
- EMG jeleket rögzítő kör-alakú EEG elektródák.



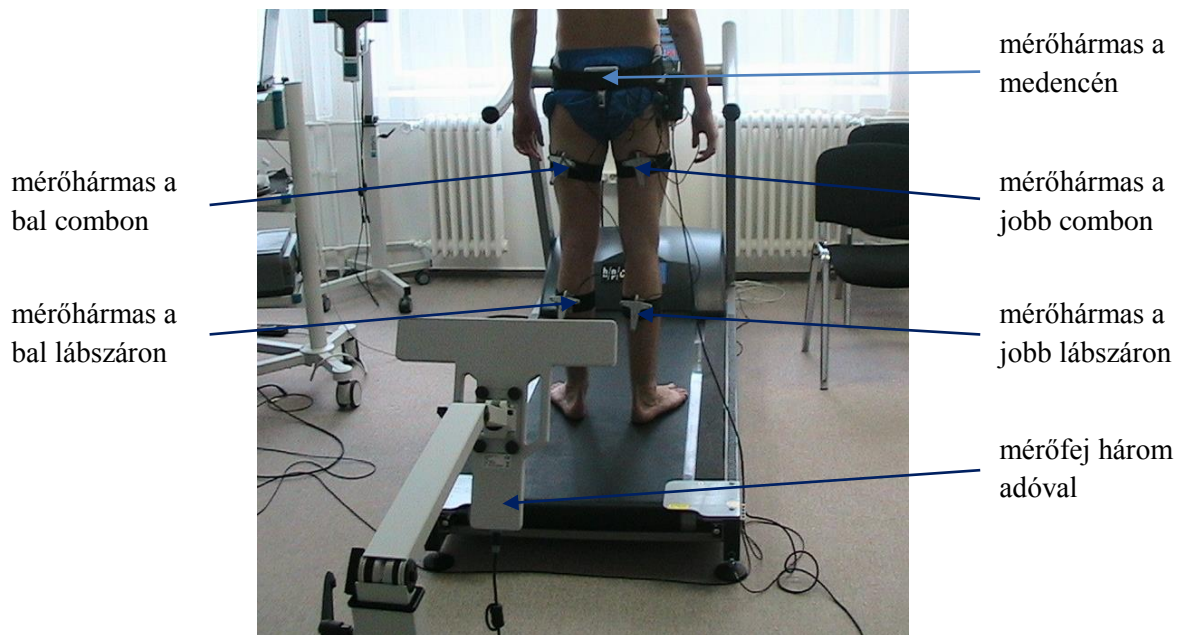
3. ábra: Az egy-mérőfejes, ultrahang alapú, zebra CMS-HS mérőhármásokat használó mérőrendszer, valamint a felületi elektromiograph (EMG) eszközei

A kinematikai jellemzők számításához szükséges anatómiai pontok térbeli helyzetének meghatározásához az egy-mérőfejes, ultrahang alapú, hátsó elrendezésű mérőmódszer került alkalmazásra (Kocsis, 2002; 2003). Az egy-mérőfejes, ultrahang alapú mérőmódszer használatkor a mérőfej a vizsgált személy mögött helyezkedik el (Kiss és mtsai, 2004) (4. ábra). A testszegmentum mozgásának rögzítésére három érzékelőt tartalmazó mérőhármast (triplet) használható. 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 (3. ábra). Az alapponthármast jelen esetben a testszegmentumokra rögzített mérőhármast három pontja. Az alapponthármast által meghatározott lokális koordináta-rendszerben az ultrahang alapú jelölőceruzával (pointerrel) (3. ábra) a mérés megkezdése előtti kalibrációs fázisban a testszegmentum tetszőleges helyzetű és számú pontjának helyvektora megadható. A jelen vizsgálatban a 19 pontos biomechanikai modellt használtuk (5. ábra) (Knoll és mtsai, 2004). A lábszárakra helyezett mérőhármashoz: a malleolus medialis és lateralis, tuber calcanei, tuberositas tibiae, caput fibulae; a combra helyezett mérőhármashoz: az epicondylus lateralis és medialis femoris, trochanter maior; míg a medencére helyezett mérőhármashoz: spina iliaca anterior superior, illetve a processus spinosus vertebrae sacralis I. anatómiai pontokat rendel a modell (5. ábra) (Knoll és mtsai, 2004). A mérőfej három adója meghatározott időközönként ultrahangjeleket bocsát ki, amelyeket a mért személyre rögzített érzékelő rögzít (a mérési frekvencia 100 Hz). Az adott hőmérsékletnek megfelelő, ismert ultrahangsebességből és a mért terjedési időből az érzékelő és az adó közötti távolság meghatározható. A mérés minden időpillanatában az érzékelő térbeli koordinátája a háromszögelés módszerével az érzékelő és a mérőfej mindhárom adója közötti távolság és az adók térbeli koordinátájának ismeretében számítható. Ez a számítási módszer az összes érzékelő esetén megismételhető. A mérőmódszerhez kidolgozott ArmModel mérésvezérlő program (Kocsis, 2002) a mozgás során tetszőleges számú testszegmentum esetén a vizsgálandó pontok térbeli koordinátáit az alapponthármastok mindenkor térbeli koordinátáiból és a vizsgálandó pontok lokális koordináta-rendszerben megadott helyvektoraiból folyamatosan számítja, rögzíti, numerikusan tárolja, és a képernyőn megjeleníti.

Az izmok és a bőr mozgásából keletkező mozgások kiküszöbölése miatt a mérőhármastokat egy 15 mm vastag, 25 cm magas és 30 cm széles, a comb és a lábszár

alakját követő, polisztirolanyagú övvel elmozdulás-mentesen kerül rögzítésre a merevnek tekintett testrészekre (4. ábra) (Kiss és mtsai, 2004).

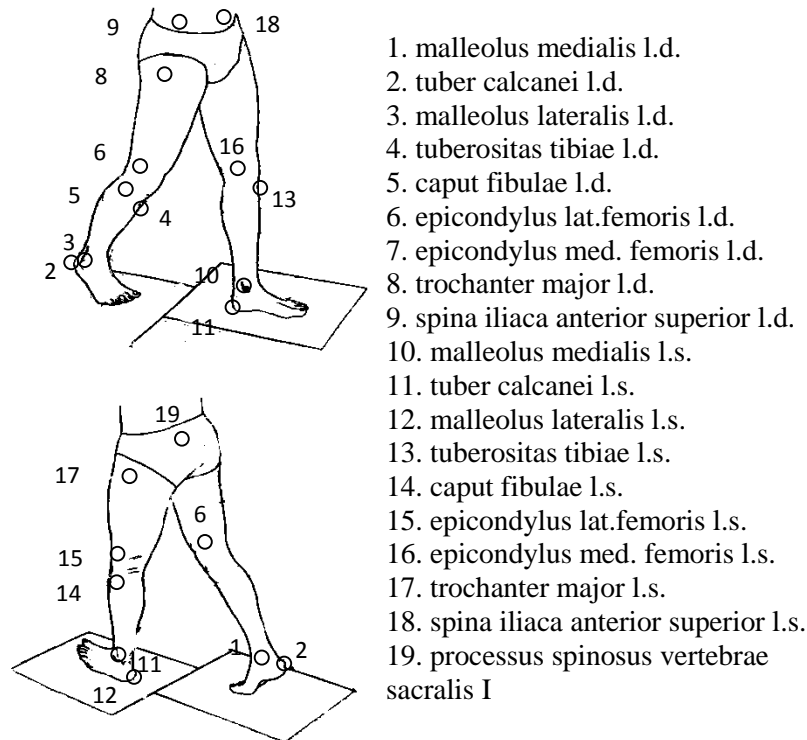
Az ultrahang alapú járásvizsgálat korábban elvégzett hitelesítése alapján az intraobserver-hiba (1,5 mm) és az interobserver-hiba legnagyobb értéke (3,9 mm) is nagyságrenddel kisebb, mint az ortopédiai elváltozások okozta eltérések (10-15 mm) (Kiss, 2007). A mérési hiba független a koordináta irányától és a térdszög nagyságától (Kiss, 2007).



4. ábra: Az ultrahang alapú járásvizsgálat elrendezése

A járás szabályosságát jellemző járásváltozékonysági paraméterek elemzésekor a járásjellemzők számításához szükséges anatómiai pontok térbeli helyzetét legalább 400 lépésciklus alatt kell rögzíteni (Owings és Grabiner, 2003), ezért a járásvizsgálatot futószalagon kell végezni. A villanymotor-meghajtású futószalag alkalmazásával a sebesség kontrollált, a vizsgálat időtartama alatt állandó. A futószalag használatának hátránya, hogy a futószalagon történő járás először szokatlan. Alton és mtsai (1998) megállapították, hogy megfelelő idejű gyakorlás után a járásmintát a futószalag használata nem befolyásolja, a futófolyosón és a futópadon történő járás távolság- és

időjellel paramétereierős korrelációt mutatnak. A vizsgálathoz 500 mm x 1500 mm futófelületű (Kistler Holding AG, Németország) futószalagot használtunk.



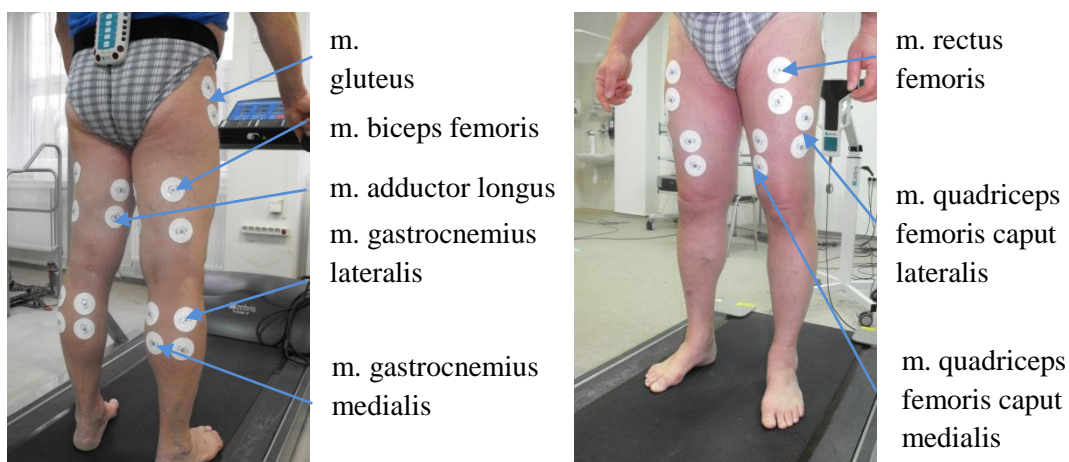
5. ábra: 19 pontos biomechanikai modell az ultrahang alapú járásvizsgálathoz (Knoll és mtsai, 2004)

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. Ezt a vizsgálatot az irodalom kineziológiai EMG vizsgálatnak nevezi (Hoff és mtsai, 1999). 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 (3. ábra).

Az elektródákat a SENIAM ajánlásokat figyelembe véve az izomhas közelében, izomrostokkal párhuzamosan helyeztük el (*Hermens és mtsai, 2000*). A vizsgálatba a következő izomcsoportokat vontuk be (6. ábra):

- m. quadriceps femoris caput medialis l.s.
- m. quadriceps femoris caput lateralis l.s.
- m. rectus femoris l.s.
- m. biceps femoris l.s.
- m. adductor longus l.s.
- m. gluteus medius l.s.
- m. gastrocnemius medialis l.s.
- m. gastrocnemius lateralis l.s.
- m. quadriceps femoris caput medialis l.d.
- m. quadriceps femoris caput lateralis l.d.
- m. rectus femoris l.d.
- m. biceps femoris l.d.
- m. adductor longus l.d.
- m. gluteus medius l.d.
- m. gastrocnemius medialis l.d.
- m. gastrocnemius lateralis l.d.



6. ábra: EMG érzékelők elhelyezése az alsó végtagon

A felületi EMG-jel kvázi-stochasztikus (random), Gauss-eloszlású jel, amelynek amplitudó értéke $-2000 - +2000 \mu\text{V}$ közötti, frekvencia spektruma 10-500 Hz értékű. Ennek megfelelően a zebris CMS-HS mozgásérzékelő rendszerbe épített 16-csatornás erősítő (amplifier) CMRR értéke 80-nál nagyobb, zajhatára $2\mu\text{V}$ kisebb, és a negyedrendű Butterworth szűrőt alkalmaz. A vételi frekvencia 1000 Hz. Az EMG-jeleket a mérést vezérlő program rögzíti.

Korábbi vizsgálatok megállapították, hogy a járás sebessége szignifikánsan befolyásolja a járásparamétereket (*Bejek és mtsai, 2006; Chiu és Wang, 2007; Holden és mtsai, 1997; Murray és mtsai, 1984; Roislien és mtsai, 2009*) és a járásszabályosságát jellemző járásváltozékonysági paramétereket (*Kiss, 2010b; 2011a; 2012*). A vizsgálatot kontrollált, állandó sebességen, de a vizsgálatot mind a kontroll, mind a betegcsoport szabadon választott járássebességén kell végezni (*Kiss, 2012*). A korábbi vizsgálatok megállapították, hogy a fiatal, egészséges személyek szabadon választott járássebességének átlaga 1,22 m/s (*Kang és Dingwell, 2008*). A meniscus sérülésben szenvedő betegek esetén a műtét előtt a járás szabadon választott sebességének átlaga 1,0 m/s, míg a műtét után egy évvel megegyezik az egészséges személyek szabadon választott járássebességével (*Bulgheroni és mtsai, 2007; Durand és mtsai, 1993*). Ennek megfelelően a vizsgálatunkat 1,0 m/s és 1,2 m/s szalagsebességű futószalagon történő járás közben végeztük. *Kivétel az izomaktivitás mérési eredményeinek feldolgoása és értékelése, melyet csak 1,2 m/s szalagsebesség esetén történt.*

A vizsgálat lépései:

1. A vizsgált személyek szabadon választott, kényelmes sebességének meghatározása 10 m hosszú futófolyosón.
2. Az alsó végtag szőrtelenítése, zsírtalanítása után (a bőr ellenállása 5000Ω -t nem haladhatja meg) a kábelek és gyűjtőtáska segítségével a csatmakiosztás szerint a meghatározott izomcsoportokra ragasztott felületi elektródáknak a mérőrendszerhez kapcsolása (*6. ábra*).
3. A három érzékelőt tartalmazó mérőhármassok rögzítése a medencére, polisztirolövel a bal és a jobb combra, továbbá a bal és a jobb lábszárra (*4. ábra*).

4. A mérőhármak kapcsolása speciális kábelekkel a vizsgált személy derekára rögzített adatgyűjtő egységhez.
5. A vizsgált személyek a villanymotor meghajtású futószalagra állítása oly módon, hogy a hátuk mögött elhelyezett mérőfej pontosan érzékelje a mérőhármakat (4. ábra).
6. A futópad dőlésszögének beállítása 1%-os meredekségre.
7. A mérés megkezdése előtt hatperces gyakorlás (*Alton és mtsai, 1998*).
8. A kalibrálás során az ultrahang alapú jelölőceruzával a globális koordináta-rendszer felvétele, majd a mérőhármak által meghatározott lokális koordináta-rendszerben a 19 pontos biomechanikai modellnek (5. ábra) megfelelő anatómiai pontok térbeli helyzetének megadása.
9. A vizsgált személyek futószalagon történő sétálása 10-10 perc hosszan különböző kontrollált szalagsebességgel (1,0 m/s és 1,2 m/s) előre tekintve, nappali természetes fényben, miközben a kijelölt anatómiai pontok térbeli helyzetét az ArmModel mérésvezérlő program rögzíti. A mérések között 5 perc pihenő van.

Az összes vizsgálatba bevont egészséges és sérült személy a vizsgálatot teljesíteni tudta. A mérésvezérlő program a kijelölt anatómiai pontok koordinátáit legalább 400 lépésciklus alatt rögzítette. A rögzített lépésciklusok átlaga 1,0 m/s szalagsebesség esetén 408 (tartomány: 402-417), 1,2 m/s szalagsebesség esetén 416 (tartomány: 410-422) volt. A felvett lépésciklusszámmal a járásszabályosság vizsgálatához *Owings és Grabiner (2003)* által ajánlott lépésciklusszám biztosítható.

4.3.2. A járásmintát jellemző távolság-, idő- és szögjellegű változók, valamint a járás szabályosságát jellemző járásváltozékonysági paraméterek

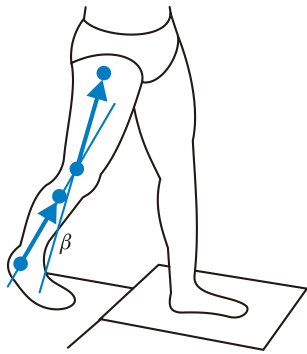
Távolság- és időjellegű változók (Vaughan és mtsai, 1999):

- Lépéshossz, mm: az egyik láb sarokütése és a másik láb sarokütése közötti távolság (2. ábra);
- Lépésszélesség, mm: két egymást követő lépés sarokütésekor a tuber calcanei pontok (sarokgumók) medio-lateralis távolsága (2. ábra);

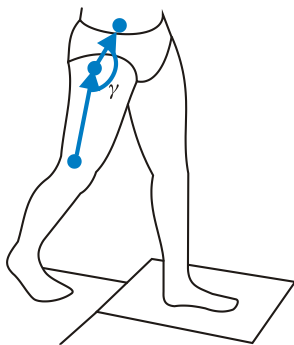
- Támaszfázis-időtartam, %: azon időtartam a teljes lépésciklus százalékában, amíg a láb a földdel érintkezik;
- Kettős támaszfázis-időtartam, %: azon időtartam a teljes lépésciklus százalékában, amíg mindkét láb a földdel érintkezik;
- Lépésfrekvencia, lépés/perc: az egységnyi idő (perc) alatti lépések száma.

Szögjellegű változók:

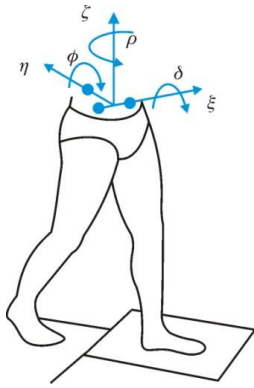
Az ízületek mozgását az ízülethez kapcsolódó testszegmentumokat modellező, lateralisán elhelyezkedő, distalis és proximalis anatómiai pontokat összekötő térbeli vektorok által bezárt, relatív szöggel jellemeztük. Így az ízület mozgását egy szög jellemzi, nincsenek vetítésből adódó torzítások. Az egyes szögek definícióját a 7-9. ábrákon adjuk meg.



7. ábra: A térdszög (β) definíciója: a malleolus lateralis és a caput fibulae, illetve az epicondylus lateralis femoris és a trochanter major anatómiai pontokat összekötő térbeli vektorok egymással bezárt szöge (Kiss, 2012)



8. ábra: A csípőszög (γ) definíciója: az epicondylus lateralis femoris, a trochanter major és a spina iliaca anterior superior anatómiai pontokat összekötő térbeli vektorok egymással bezárt szöge (Kiss, 2012)



9. ábra: Medence hajlítása (δ), billenése (ϕ) és rotációja (ρ) a medence lokális koordináta-rendszerében (ξ, η, ζ), a lokális koordináta-rendszert a két oldali spina iliaca anterior superior és a processus spinosus vertebrae sacralis I határozza meg (Kiss, 2012).

Az ultrahang alapú járásvizsgálattal a kijelölt anatómiai pontok térbeli helyzetét az idő függvényében rögzítettük, amelyből a módosított GaitParameters program a ciklusokra bontás után a távolság-, idő- és szögjellegű paramétereket számolta (Jurák és Kocsis, 2002; Kiss, 2010a). A módosított GaitParameters program a ciklusokra bontáshoz az ultrahang alapú, kinematikai azonosítási módszert használta. A módszer pontossága a függőleges reakcióerő-alapú, kinetikai azonosítási módszerhez viszonyítva megfelelő, mivel a számított sarokütés és lábujjfelemelés azonosításának ideje (maximális időkülönbség 19,4 ms), valamint a támaszfázis-időtartam (maximális időkülönbség 24,2 ms) nem tér el szignifikánsan egymástól lassú, normál és gyors tempójú járás esetén (Kiss, 2010a).

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, míg a járásképe szabályossága a távolság- és időjellegű paraméterek szórásával, relatív szórásával jellemezhető.

A szögjellegű paraméterek a lépésciklus során folyamatosan változnak. A ciklusra bontás után minden egyes lépésciklus esetén maximum és minimum szögérték, valamint a mozgástartomány meghatározható, az összes lépésciklusból meghatározott változóból az adott személy esetén a lépésciklusaira jellemző maximum, minimum szögérték és a mozgástartomány átlaga, szórása és relatív szórása számítható. Az értékek átlagával a vizsgált személy ízületi mozgása jellemezhető. Az ízületi mozgás változékonyságának

számításához a térdízület szöge, 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 ($Mean(i)$) és a szórást ($SD(i)$) meghatározni. Az ízület mozgásának szabályosságát jellemző változékonysági paraméter az átlagos szórás ($átlSD$), ami az egész lépésciklus-százalékokhoz tartozó szórások átlaga (*Kang és Dingwell, 2008*):

$$átlSD = \frac{\sum_{i=1}^{100} SD(i)}{100}, \quad i = 1, 2, \dots, 100.$$

Ezen számítási módszerhez hasonlóan definiálható az átlagos relatív szórás ($átlCV\%$) (*Kiss, 2010b*):

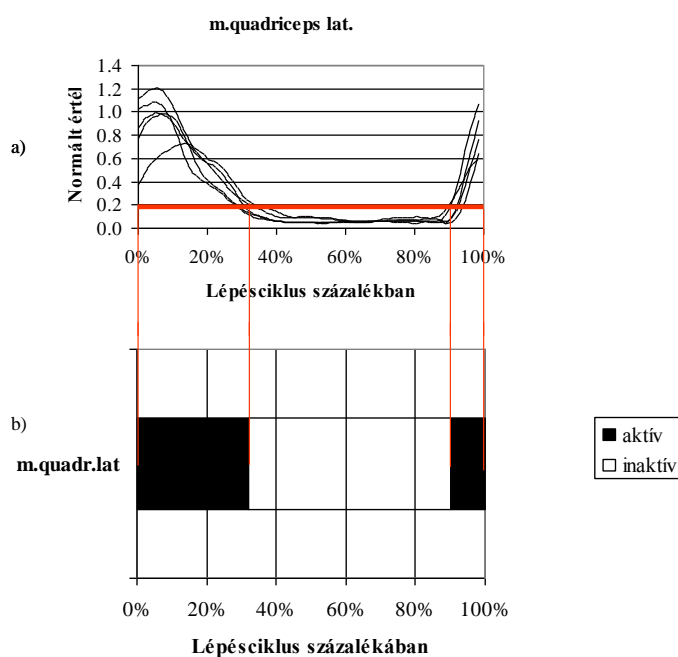
$$átlCV(\%) = \frac{\sum_{i=1}^{100} \frac{SD(i)}{Mean(i)} * 100}{100}, \quad i = 1, 2, \dots, 100.$$

A járás szabályosságának elemzéséhez a járásképp esetén a távolság- és időjellegű paraméterek relatív szórását (CV), míg az ízületmozgások esetén a szögjellegű paraméterek átlagos relatív szórásait ($átlCV$) használtuk.

A kutatásunk célja a kontrollcsoport és a betegcsoport esetén az alsó végtag vizsgált izmainak tekintetében az intermuszkuláris koordináció meghatározása (on-off pattern). A nyers EMG görbéből kellett megállapítani, hogy egyes izmok mikor aktívak és mikor nem. Ennek megfelelően az idő alapú feldolgozást kell használni. A nyers EMG görbék idő alapú feldolgozás lépései a rektifikáció, a filterezés, a simítás, átlagolás és a normalizáció. A legelterjedtebb feldolgozási módszer a legkisebb négyzetek módszere. A módszer használatának feltétele, hogy az EMG vételi frekvenciája – esetünkben

1000Hz – a mozgás vételi frekvenciájának – esetünkben 100 Hz – többszöröse, legalább kétszerese legyen. A rektifikáció során az EMG jel értékeinek az abszolút értékét kell venni (a negatív értékeket pozitív oldalra kell tükrözni), a filterezés 7 Hz – zel történt (Jurák és Kocsis, 2002).

A burkolóábra normalizálásához az összes ciklus görbét a maximális értékek átlagával normalizáltuk, ennek következtében a különböző izomcsoportok értékei összevethetőek, a különböző időpontban mért értékek egymással összehasonlíthatók. A nemzetközi gyakorlatnak megfelelően az adott izmot akkor tekintettük aktívnak, ha a normalizált értéke 0,2-nél nagyobb (Vaughan és mtsai, 1999). Az intermuszkuláris koordináció ábráján (10. ábra) telített sávval jeleztük az aktív, telítetlen sávval a nem-aktív időszakot. Az intermuszkuláris koordináció ábrája megadja, hogy az adott izom a lépésciklus mely szakaszában és milyen hosszan aktív (Bechtol, 1975) (10. ábra).



10. ábra:

Az izomaktivitás jellemzésére használt görbék

a) az adott izom normalizált burkoló ábrája (6 járásciklus esetén)

b) az adott izom intermuszkuláris koordinációja (on-off pattern)

3.3.3. Statisztikai elemzés

Az előzőekben bemutatott, a vizsgált személyek járásmintáját és járásszabályosságát jellemző értékekből a kontroll- és a betegcsoport 1,0 m/s és 1,2 m/s szalagsebességnél

meghatároztuk a csoporthoz tartozó személyek jellemzőiből a csoportátlagot és ennek szórását. A demográfiai adatok, a szabadon választott szalagsebességek, valamint Lysholm-Tegner skála, az általános egészségi állapotot rögzítő skála (CHAS) értékeinek 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 6 héttel, 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 $p \leq 0,05$.

A szignifikáns különbségek az eredményeket összefoglaló ábrákon és táblázatokban egységesen a következő módon jelöltek:

- ^a: szignifikáns különbség a kontrollcsoport értékeihez képest;
- ^b: szignifikáns különbség a műtét előtt mért értékekhez képest;
- ^c: szignifikáns különbség az érintett és a nem-érintett oldal értékei között;
- ^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. Eredmények

Ebben a fejezetben a kontrollcsoport és a betegcsoport szabadon választott járássebességének alakulását, valamint a járásmintát és a járás szabályosságát jellemző kinematikai paramétereket és az alsó végtag kijelölt izmainak aktivitását foglaljuk össze. A funkcionális állapot, és az életminőségi állapot rögzítésére használt skálák eredményeinek (*1. táblázat*) elemzése nem célja a kutatásnak.

Az ultrahang alapú járásvizsgálat a betegcsoport és a kontrollcsoport szabadon választott kényelmes sebességén (1,0 és 1,2 m/s) történt, így a meniscus sérülés és a medialis, partialis meniscectomia hatását a járásmintát és a járás szabályosságát leíró paraméterekre egyaránt vizsgálni tudtuk. A vizsgálatot minden személy el tudta végezni. A szabadon választott sebességek alakulását a *2. táblázat* foglalja össze. Különböző szalagsebességek esetén a távolság- és időjellelű paraméterek a *3. és 4. táblázatban*; a szögjellelű változók az *5. és 6. táblázatban*, míg az intermuszkuláris koordináció a *11-15. ábrákon* láthatók. A járásképp szabályosságát jellemző távolság – és időjellelű paraméterek relatív szórása a *7. és 8. táblázatban*, az ízületi mozgás szabályosságát jellemző szögjellelű változók átlagos relatív szórása a *9. és 10. táblázatban* kerültek összefoglalásra. A kapott eredmények normál eloszlásúak, és az F-próba alapján a szórásuk azonos.

5.1. A futófolyosón meghatározott szabadon választott járássebesség változása

A szabadon választott járássebességet minden egyes vizsgált személy esetén a járásvizsgálat megkezdése előtt 10 m hosszú futófolyosón határoztuk meg, az eredményeket a *2. táblázatban* foglaltuk össze.

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 szignifikánsan kisebb, mint a kontrollcsoport szabadon választott járássebessége. Műtét után 12 hónappal a betegcsoport szabadon választott járássebessége szignifikánsan nem tért el a kontrollcsoport szabadon választott járássebességétől (2. táblázat).

2. táblázat: A kontroll- és betegcsoport szabadon választott sebessége m/s-ban

		Férfiak		Nők	
		átlag	tartomány	átlag	tartomány
Kontrollcsoport		1,2	1,0-1,4	1,2	0,9-1,4
Betegcsoport	Menisectómia előtt	1,0 ^a	0,8-1,2	1,0 ^a	0,7-1,2
	6 héttel menisectómia után	1,0 ^a	0,9-1,2	1,0 ^a	0,7-1,3
	3 hónappal menisectómia után	1,0 ^a	1,0-1,1	1,0 ^a	0,9-1,1
	6 hónappal menisectómia után	1,2 ^b	1,0-1,4	1,2 ^b	0,9-1,5

Jelmagyarázat:

^a: szignifikáns különbség a kontrollcsoport értékeihez képest;

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

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

A kontrollcsoport és a mérési módszer összeállítása lehetővé tette, hogy fiatal, egészséges személyek esetén elemezzük a járássebesség és a vizsgált személy nemének hatását a járásminta jellemzésére használt kinematikai- és a járásszabályosság jellemzésére használt járásváltozékonysági paraméterekre. Megjegyezzük, hogy az izomaktivitás jellemzésére használt intermuszkuláris koordináció esetén nem elemeztük a befolyásoló tényezők hatását.

3. táblázat: A kontroll- és betegcsoport férfi tagjainak a járásmintáját jellemző távolság- és időjellelű paraméterei (átlag±szórás)

Jellemzők	Oldal	Egészséges		Meniscectomia előtt	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
Lépésfrekvencia (lépés/perc)		82,4±9,8	99,6±12,4 ^d	117,8±20,7 ^a	147,8±21,5 ^{a,d}
Lépéshossz (mm)	A	487,8±19,8	513,1±26,6 ^d	432,7±22,5 ^a	468,7±28,4 ^{a,d}
	B	486,4±18,7	511,3±23,3 ^d	308,2±29,7 ^{a,c}	315,8±34,7 ^{a,c}
Lépésszélesség (mm)		213,2±18,7	211,2±23,4	254,4±14,6 ^a	278,4±28,7 ^a
Támaszfázis időtartama (%)	A	61,4±6,5	59,8±5,9	63,5±4,8	60,8±4,4
	B	59,8±5,7	56,3±6,2	54,8±6,0 ^{a,c}	50,4±6,8 ^{a,c}
Kettős támaszfázis időtartama (%)		13,8±4,1	12,4±3,1	13,4±2,8	10,8±3,1

Jellemzők	Oldal	6 héttel a meniscectomia után		3 hónappal a meniscectomia után		12 hónappal a meniscectomia után	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
Lépésfrekvencia (lépés/perc)		103,8±19,7 ^a	135,1±20,5 ^{a,d}	99,4±15,8 ^{a,b}	122,4±19,8 ^{a,b,d}	83,4±8,7 ^b	105,4±18,3 ^{b,d}
Lépéshossz (mm)	A	444,2±20,2 ^a	470,1±24,1 ^{a,d}	452,8±17,8 ^{a,b}	471,8±25,8 ^{a,b,d}	472,7±19,4 ^b	504,2±32,1 ^{b,d}
	B	398,2±33,1 ^{a,b,c}	424,1±36,5 ^{a,b,c}	447,8±21,4 ^{a,b,c}	451,8±19,7 ^{a,b,c}	461,7±14,7 ^b	493,9±12,7 ^{b,d}
Lépésszélesség (mm)		214,1±19,9 ^b	235,2±32,1 ^b	208,7±25,4 ^b	218,7±37,4 ^b	211,4±23,4 ^b	219,7±30,1 ^b
Támaszfázis időtartama (%)	A	64,1±4,2	62,8±4,7	65,4±3,8	63,4±2,8	64,8±2,9	62,7±3,1
	B	58,4±6,3 ^c	54,0±6,9 ^c	61,4±5,4 ^{b,c}	58,8±6,4 ^{b,c}	59,8±2,8 ^b	57,9±2,6 ^b
Kettős támaszfázis időtartama (%)		14,4±3,9	11,8±3,6	14,9±4,1	12,2±3,8	13,9±4,2	12,4±3,1

Jelmagyarázat:

A: egészséges, domináns oldal; B: érintett, nem-domináns oldal;

^a: szignifikáns különbség a kontrollcsoport értékeihez képest; ^b: szignifikáns különbség a műtét előtt mért értékekhez képest; ^c: szignifikáns különbség az érintett és a nem-érintett oldal értékei között; ^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. táblázat: A kontroll- és betegcsoport női tagjainak a járásmintáját jellemző távolság- és időjellegű paraméterei (átlag±szórás)

Jellemzők	Oldal	Egészséges		Meniscectomia előtt	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
lépéshossz (mm)		440,5±18,7 ^e	470,7±20,1 ^{d,e}	385,4±28,7 ^{a,e}	420,7±34,4 ^{a,d,e}
lépésszélesség (mm)		180,5±17,5 ^e	184,5±24,5 ^e	251,2±20,4 ^a	270,4±14,5 ^a
Támaszfázis időtartama (%)	A	60,4±3,7	58,7±4,8	60,8±3,4	59,7±4,9
	B	59,2±4,1	57,2±4,1	56,4±2,8 ^{a,c}	51,7±3,8 ^{a,c}
Kettős támaszfázis időtartama (%)		12,9±4,2	12,3±2,9	12,4±2,7	9,8±2,8

Jellemzők	Oldal	6 héttel meniscectomia után		3 hónappal meniscectomia után		12 hónappal meniscectomia után	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
lépéshossz (mm)		403,6±25,5 ^{a,e}	433,3±29,1 ^{a,d,e}	430,8±24,5 ^{a,b,e}	450,7±31,5 ^{a,b,d,e}	434,3±27,8 ^{b,e}	469,5±30,3 ^{b,d,e}
lépésszélesség (mm)		215,2±20,8 ^{a,b}	227,9±19,9 ^{a,b}	209,3±20,4 ^b	214,5±21,4 ^b	201,4±27,4 ^{b,e}	204,2±31,2 ^{b,e}
Támaszfázis időtartama (%)	A	63,8±5,4	63,2±5,9	65,7±6,4	64,5±5,4	66,7±6,5	64,2±4,2
	B	55,6±3,3 ^c	53,7±3,9 ^c	54,8±4,7 ^{b,c}	55,8±4,7 ^{b,c}	61,9±4,5 ^b	60,7±3,9 ^b
Kettős támaszfázis időtartama (%)		12,5±2,8	10,9±3,2	12,7±3,9	12,0±3,8	11,9±4,7	11,4±3,7

Jelmagyarázat:

A: egészséges, domináns oldal; B: érintett, nem-domináns oldal;

^a: szignifikáns különbség a kontrollcsoport értékeihez képest; ^b: szignifikáns különbség a műtét előtt mért értékekhez képest; ^c: szignifikáns különbség az érintett és a nem-érintett oldal értékei között; ^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.

5a. táblázat: A kontroll- és betegcsoport férfi tagjainak a menisectomia előtti járásmintáját jellemző szögjellegű paraméterei (átlag±szórás)

Jellemzők	Oldal	Egészséges		Menisectomia előtt	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
<i>Térdszög</i>					
<i>Mozgásterjedelem</i>	A	51,8±2,3	56,8±2,9 ^d	43,7±3,4 ^a	49,8±3,1 ^{a,d}
	B	48,6±2,8	52,9±3,1 ^d	17,3±3,7 ^{a,c}	22,3±4,5 ^{a,c,d}
<i>Maximum</i>	A	57,4±2,5	61,9±3,4 ^d	50,1±3,8 ^a	55,7±4,1 ^{a,d}
	B	55,3±2,7	59,3±3,2 ^d	30,1±2,4 ^{a,c}	34,5±4,8 ^{a,c,d}
<i>Minimum</i>	A	5,6±1,1	5,1±2,2	6,4±0,7	5,9±0,8
	B	6,7±1,3	5,7±2,1	12,8±1,8 ^{a,c}	12,4±2,7 ^{a,c}
<i>Csípőszög</i>					
<i>Mozgásterjedelem</i>	A	58,2±4,3	64,1±3,5 ^d	79,2±6,9 ^a	84,2±8,7 ^{a,d}
	B	56,2±3,7	62,7±3,5 ^d	35,7±3,8 ^{a,c}	40,2±3,5 ^{a,c,d}
<i>Maximum</i>	A	63,4±4,5	68,6±5,6 ^d	83,1±8,7 ^a	87,4±10,2 ^{a,d}
	B	61,6±4,9	67,5±5,2 ^d	49,8±4,8 ^{a,c}	53,4±6,5 ^{a,c,d}
<i>Minimum</i>	A	5,2±1,2	4,6±1,4	3,9±3,1	3,2±4,5
	B	5,4±1,6	4,8±1,4	14,1±1,8 ^{a,c}	13,4±2,8 ^{a,c}
<i>Medence rotatioja</i>					
<i>Mozgásterjedelem</i>		5,7±1,3	6,6±2,0	2,7±1,4 ^a	2,5±1,5 ^a
<i>Maximum</i>		4,9±1,1	5,3±1,3	2,8±1,1 ^a	2,9±1,4 ^a
<i>Minimum</i>		-0,8±1,2	-1,2±2,3	0,2±0,4 ^a	0,4±0,9 ^a
<i>Medence billenése</i>					
<i>Mozgásterjedelem</i>		1,1±0,8	1,8±0,4 ^d	5,9±1,5 ^a	8,1±1,4 ^{a,d}
<i>Maximum</i>		2,7±0,8	3,1±1,3	7,2±1,6 ^a	8,9±1,7 ^{a,d}
<i>Minimum</i>		1,7±0,5	1,3 ±0,6 ^d	1,3±0,7	0,9±0,8
<i>Medence dőlése</i>					
<i>Mozgásterjedelem</i>		1,3±0,7	3,1±0,4 ^d	1,1±1,4	3,1±1,3 ^d
<i>Maximum</i>		14,1±1,7	15,5±1,2 ^d	14,2±1,6	16,0±1,4 ^d
<i>Minimum</i>		12,8±0,6	12,4±0,7	13,1±0,8	12,8±0,8

5b. táblázat: A betegcsoport férfi tagjainak a menisectómia utáni járásmintáját jellemző szögjellegű paraméterei (átlag±szórás)

Jellemzők	Oldal	6 héttel menisectomia után		3 hónappal menisectomia után		12 hónappal menisectomia után	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
<i>Térdszög</i>							
Mozgásterjedelem	A	46,9±2,4 ^a _ú	50,1±2,5 ^{a,d}	48,3±2,9 ^{a,b}	52,8±2,8 ^{a,b,d}	50,9±2,9 ^b	55,1±2,9 ^{b,d}
	B	24,7±2,2 ^{a,b,c}	30,1±2,9 ^{a,b,c,d}	31,2±1,8 ^{a,b,c}	37,1±2,8 ^{a,b,c,d}	35,3±3,3 ^{a,b,c}	40,5±3,1 ^{a,b,c,d}
Maximum	A	52,1±2,6 ^{a,b}	57,4±2,4 ^{a,d}	54,4±2,8 ^{a,b}	58,5±3,4 ^{a,b,d}	56,7±2,8 ^b	60,7±2,6 ^{b,d}
	B	35,2±3,7 ^{a,b,c}	39,2±2,9 ^{a,b,c,d}	40,6±3,2 ^{a,b,c}	45,8±2,4 ^{a,b,c,d}	44,7±2,7 ^{a,b,c}	49,4±3,8 ^{a,b,c,d}
Minimum	A	6,3±1,8	5,7±2,2	6,0±1,9	5,6±2,0	5,8±1,8	5,5±2,1
	B	11,4±1,9 ^{a,c}	10,9±2,9 ^{a,c}	9,6±1,7 ^{a,b,c}	8,7±2,7 ^{a,b,c,d}	9,4±1,9 ^{a,b,c}	8,9±2,9 ^{a,b,c}
<i>Csipőszög</i>							
Mozgásterjedelem	A	74,9±4,7 ^a	79,6±8,2 ^a	70,6±4,1 ^{a,b}	77,4±4,8 ^{a,b,d}	69,1±4,9 ^{a,b}	75,3±3,5 ^{a,b,d}
	B	38,8±3,6 ^{a,c}	44,2±4,9 ^{a,c,d}	40,9±3,1 ^{a,b,c}	47,9±4,1 ^{a,b,c,d}	48,9±3,1 ^{a,b,c}	54,3±3,3 ^{a,b,c,d}
Maximum	A	80,2±6,6 ^a	84,4±8,0 ^a	75,2±3,8 ^{a,b}	81,4±4,5 ^{a,b,d}	73,4±7,1 ^{a,b}	79,3±9,1 ^{a,b,d}
	B	50,4±5,1 ^{a,c}	57,8±6,9 ^{a,c,d}	52,4±5,1 ^{a,b,c}	57,8±6,9 ^{a,b,c,d}	59,8±4,7 ^{b,c}	63,7±8,5 ^{b,c,d}
Minimum	A	4,2±3,8	3,6±5,1	4,6±3,8	4,0±5,1	4,4±3,1	3,9±3,8
	B	13,4±2,9 ^{a,c}	11,9±3,7 ^{a,c}	11,4±3,9 ^{a,b,c}	9,9±3,7 ^{a,b,c}	10,8±2,8 ^{a,b,c}	9,6±3,9 ^{a,b,c}
<i>Medence rotatioja</i>							
Mozgásterjedelem		2,8±1,1 ^a	2,8±1,5 ^a	2,9±1,0 ^a	3,7±1,5 ^a	3,2±1,5 ^a	3,1±1,7 ^a
Maximum		3,1±1,6 ^a	3,0±1,7 ^a	3,0±1,5 ^a	3,5±1,4 ^a	3,1±1,7 ^a	3,4±1,3 ^a
Minimum		0,2±1,2 ^a	0,2±1,6 ^a	0,1±1,1	-0,2±1,4	-0,1±1,1	-0,3±1,2
<i>Medence billenése</i>							
Mozgásterjedelem		5,8±1,1 ^a	7,5±1,9 ^a	5,5±1,0 ^a	6,3±1,8 ^{a,b}	5,2±1,6 ^a	5,8±1,9 ^{a,b}
Maximum		7,3±1,7 ^a	8,5±1,9 ^a	7,1±1,6 ^a	7,5±1,7 ^{a,b}	6,6±1,3 ^a	6,9±1,5 ^{a,b}
Minimum		1,5±0,8	1,0±0,9	1,6±0,8	1,2±0,9	1,4±0,8	1,1±0,9
<i>Medence dőlése</i>							
Mozgásterjedelem		1,6±1,3	3,0±1,4 ^d	1,9±1,3	3,2±1,3 ^d	1,4±1,6	3,2±1,9 ^d
Maximum		14,0±1,9	15,9±1,9 ^d	13,9±1,6	15,7±1,8 ^d	14,7±1,3	15,9±1,5 ^d
Minimum		12,4±1,2	12,9±1,1	11,9±1,2	12,6±1,0	13,3±1,3	12,8±0,9

Jelmagyarázat: A: egészséges, domináns oldal; B: érintett, nem-domináns oldal; ^a: szignifikáns különbség a kontrollcsoport értékeihez képest; ^b: szignifikáns különbség a műtét előtt mért értékekhez képest; ^c: szignifikáns különbség az érintett és a nem-érintett oldal értékei között; ^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.

6a. táblázat: A kontroll- és betegcsoport női tagjainak a meniscectómia előtti járásmintáját jellemző szögjellegű paraméterei (átlag±szórás)

Jellemzők	Oldal	Egészséges		Meniscectomia előtt	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
<i>Térdszög</i>					
Mozgásterjedelem	A	54,7±2,5 ^e	59,1±3,4 ^{d,e}	48,2±1,4 ^{a,e}	53,7±3,1 ^{a,d,e}
	B	51,3±2,2 ^e	56,4±3,6 ^{d,e}	18,5±1,5 ^{a,c}	23,4±3,4 ^{a,c,d}
Maximum	A	60,1±2,8 ^e	63,9±3,1 ^{d,e}	53,4±2,7 ^{a,e}	58,7±4,6 ^{a,d,e}
	B	57,2±2,9 ^e	61,7±3,2 ^{d,e}	30,9±2,1 ^{a,c}	35,2±4,0 ^{a,c,d}
Minimum	A	5,4±2,8	4,8±3,5	5,3±0,6	5,0±0,8
	B	6,0±1,6	5,4±3,3	12,5±1,5 ^{a,c}	11,8±2,6 ^{a,c}
<i>Csipőszög</i>					
Mozgásterjedelem	A	62,5±3,9 ^e	69,6±3,8 ^{d,e}	81,1±2,8 ^{a,e}	86,3±4,7 ^{a,d,e}
	B	59,7±1,9 ^e	66,9±1,8 ^{d,e}	35,9±1,9 ^{a,c}	41,3±2,8 ^{a,c,d}
Maximum	A	66,6±3,8 ^e	72,7±4,6 ^{d,e}	84,7±4,5 ^{a,e}	89,2±5,8 ^{a,d,e}
	B	63,0±2,8 ^e	70,3±3,1 ^{d,e}	50,1±3,9 ^{a,c}	54,1±5,9 ^{a,c,d}
Minimum	A	3,8±1,0 ^e	3,1±1,3 ^e	3,6±2,8	3,0±3,7
	B	4,1±1,8 ^e	3,3±2,1 ^e	14,0±1,7 ^{a,c}	12,8±4,8 ^{a,c}
<i>Medence rotatioja</i>					
Mozgásterjedelem		6,8±1,5 ^e	8,4±1,4 ^{d,e}	3,1±0,9 ^a	3,8±1,2 ^a
Maximum		5,4±1,4 ^e	5,1±1,2 ^e	2,9±1,0 ^a	3,5±1,6 ^a
Minimum		-1,4±0,9 ^e	-2,3±1,3 ^{d,e}	-0,1±0,6 ^a	-0,3±0,8 ^a
<i>Medence billenése</i>					
Mozgásterjedelem		2,3±0,8 ^e	1,4±0,3 ^{d,e}	6,2±0,8 ^a	8,4±1,5 ^{a,d}
Maximum		3,7±1,0 ^e	3,6±2,3 ^e	7,6±1,8 ^a	9,2±1,8 ^{a,d}
Minimum		1,4±0,4 ^e	2,1±0,3 ^{d,e}	1,4±0,6	0,8±0,7 ^{a,d}
<i>Medence dőlése</i>					
Mozgásterjedelem		1,3±1,4	3,1±1,7 ^d	1,3±1,5	2,7±1,3 ^d
Maximum		14,8±1,5	16,2±2,3	15,0±0,6	15,9±0,7 ^d
Minimum		13,5±0,8	13,1±1,0	13,7±0,4	13,2±0,7

6b. táblázat: A betegcsoport női tagjainak a meniscectómia utáni járásmintáját jellemző szögjellegű paraméterei (átlag±szórás)

Jellemzők	Oldal	6 héttel meniscectomia után		3 hónappal meniscectomia után		12 hónappal meniscectomia után	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
<i>Térdszög</i>							
Mozgásterjedelem	A	49,2±1,6 ^{a,e}	54,9±1,7 ^{a,d,e}	50,6±1,8 ^{a,b,e}	56,1±1,4 ^{a,b,d,e}	54,6±2,0 ^{b,e}	58,2±1,9 ^{b,d,e}
	B	25,6±1,5 ^{a,b,c}	30,1±2,2 ^{a,b,c,d}	30,9±1,8 ^{a,b,c}	36,9±2,0 ^{a,b,c,d}	34,8±2,1 ^{a,b}	40,7±2,0 ^{a,b,c,d}
Maximum	A	54,6±2,7 ^a	59,4±1,9 ^{a,d}	56,4±2,0 ^{a,b,e}	61,7±1,7 ^{a,b,d,e}	60,1±1,8 ^{b,e}	63,9±1,3 ^{b,d,e}
	B	34,9±3,8 ^{a,b,c}	40,2±1,6 ^{a,b,c,d}	40,1±3,0 ^{a,b,c}	45,1±1,9 ^{a,b,c,d}	44,3±1,9 ^{a,b}	49,5±1,4 ^{a,b,c,d}
Minimum	A	5,6±1,0	5,4±1,2	5,8±1,1	5,6±1,8	5,5±1,6	5,7±2,1
	B	10,1±1,8 ^{a,c}	10,3±2,0 ^{a,c}	9,1±1,8 ^{a,b,c}	8,0±2,0 ^{a,b,c,d}	9,5±1,5 ^{a,b}	8,8±2,2 ^{a,b,c}
<i>Csipőszög</i>							
Mozgásterjedelem	A	78,3±4,2 ^a	83,6±9,2 ^a	75,7±5,8 ^{a,b,e}	81,8±4,8 ^{a,b,d,e}	76,2±5,1 ^{a,b,e}	82,3±4,2 ^{a,b,d,e}
	B	37,7±2,6 ^{a,c}	44,8±3,1 ^{a,c,d}	40,4±3,8 ^{a,b,c}	48,1±4,0 ^{a,b,c,d}	45,9±3,9 ^{a,b}	51,3±4,9 ^{a,b,c,d}
Maximum	A	82,5±5,6 ^a	87,3±6,4 ^a	79,2±6,4 ^{a,b,e}	84,9±7,1 ^{a,b,d,e}	80,3±6,8 ^{a,b,e}	85,5±6,8 ^{a,b,d,e}
	B	50,8±4,0 ^{a,c}	56,6±5,7 ^{a,c,d}	52,0±4,8 ^{a,b,c}	58,4±5,4 ^{a,b,c,d}	56,1±3,9 ^{a,b}	60,1±4,5 ^{a,b,c,d}
Minimum	A	3,6±2,9	3,0±3,5	3,5±2,8	2,8±3,2	4,1±1,8	3,2±3,8
	B	12,6±2,8 ^{a,c}	11,5±3,9 ^{a,c}	11,6±3,9 ^{a,b}	10,3±3,4 ^{a,b,c}	10,1±4,5 ^{a,b}	9,0±5,1 ^{a,b,c}
<i>Medence rotatioja</i>							
Mozgásterjedelem		3,3±1,1 ^a	4,0±1,1 ^a	3,5±1,4 ^a	4,3±1,2 ^a	3,3±1,3 ^a	4,1±1,3 ^a
Maximum		3,1±0,9 ^a	3,5±1,3 ^a	3,3±0,8 ^a	3,7±1,1 ^a	3,0±1,5 ^a	3,3±1,6 ^a
Minimum		-0,1±0,9 ^a	-0,5±1,1 ^a	-0,1±1,3 ^a	-0,6±1,3 ^a	-0,3±1,0 ^a	-0,7±0,3 ^a
<i>Medence billenése</i>							
Mozgásterjedelem		6,1±1,2 ^a	7,7±1,5 ^a	5,8±1,6 ^a	6,5±1,4 ^{a,b}	5,8±0,8 ^a	6,8±1,4 ^{a,b}
Maximum		7,7±1,8 ^a	8,6±1,5 ^a	7,6±1,9 ^a	7,9±1,3 ^{a,b}	6,9±1,1 ^a	7,6±1,6 ^{a,b}
Minimum		1,5±0,9	1,2±0,9 ^a	1,8±0,8	1,4±0,8	1,0±0,9	0,8±1,2
<i>Medence dőlése</i>							
Mozgásterjedelem		1,6±1,7	2,6±1,0 ^d	1,8±1,7	2,8±1,1 ^d	1,6±1,3	3,6±1,4 ^d
Maximum		15,1±0,7	15,7±1,0	15,1±0,8	15,8±1,3 ^d	15,3±1,1	16,6±1,6 ^d
Minimum		13,5±0,6	13,1±0,9	13,3±0,9 ^a	13,0±0,8	13,7±1,5	13,0±1,2

Jelmagyarázat:

A: egészséges, domináns oldal; B: érintett, nem-domináns oldal; ^a: szignifikáns különbség a kontrolcsoport értékeihez képest; ^b: szignifikáns különbség a műtét előtt mért értékekhez képest; ^c: szignifikáns különbség a érintett és a nem-érintett oldal értékei között; ^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.

7. táblázat: A kontroll- és betegcsoport férfi tagjainak a járásszabályosságát jellemző relatív szórás (CV) értékei (átlag±szórás)

Jellemzők	Oldal	Egészséges		Meniscectomia előtt	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
Lépéshossz		4,3±0,4	4,2±0,3	6,5±0,6 ^a	9,5±0,7 ^{a,d}
Lépéshossz	A	4,3±0,4	3,9±0,3	3,7±0,4 ^c	3,3±0,3 ^{c,d}
	B	4,5±0,3	4,1±0,2	6,3±0,7 ^a	8,9±0,6 ^{a,d}
Lépésszélesség		5,1±0,5	4,8±0,4	6,4±0,8 ^a	9,4±0,7 ^{a,d}
Támaszfázis időtartama	A	2,8±0,3	2,5±0,2	2,8±0,3 ^c	2,6±0,3 ^c
	B	2,9±0,3	2,7±0,2	5,5±0,5 ^a	6,8±0,7 ^{a,d}
Kettős támaszfázis időtartama		3,0±0,4	2,8±0,3	5,6±0,6 ^a	7,6±0,5 ^{a,d}

Jellemzők	Oldal	6 héttel meniscectomia után		3 hónappal meniscectomia után		12 hónappal meniscectomia után	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
Lépéshossz		6,1±0,4 ^a	8,1±0,6 ^{a,b,d}	5,8±0,3 ^{a,b}	6,5±0,5 ^{a,b,d}	4,8±0,5 ^b	4,6±0,4 ^b
Lépéshossz	A	3,4±0,5 ^c	3,0±0,6 ^{c,d}	4,2±0,2 ^c	3,9±0,3 ^{c,d}	4,3±0,2	4,0±0,3
	B	5,6±0,7 ^{a,b}	7,4±0,5 ^{a,b,d}	4,9±0,5 ^{a,b}	6,0±0,4 ^{a,b,d}	4,7±0,4 ^b	4,4±0,4 ^b
Lépésszélesség		5,8±0,6 ^{a,b}	7,5±0,8 ^{a,b,d}	5,1±0,4 ^{a,b}	5,5±0,6 ^{a,b}	5,2±0,7 ^b	4,9±0,6 ^b
Támaszfázis időtartama	A	2,7±0,4 ^c	2,5±0,5 ^c	2,7±0,2 ^c	2,6±0,4 ^c	2,8±0,4	2,7±0,1
	B	5,2±0,3 ^a	5,4±0,6 ^{a,b}	3,9±0,3 ^{a,b}	3,8±0,4 ^{a,b}	2,7±0,4 ^b	2,6±0,2 ^b
Kettős támaszfázis időtartama		4,5±0,5 ^{a,b}	6,3±0,4 ^{a,b,d}	4,4±0,4 ^{a,b}	5,8±0,3 ^{a,b,d}	2,7±0,3 ^b	2,6±0,2 ^b

Jelmagyarázat:

A: egészséges, domináns oldal; B: érintett, nem-domináns oldal;

^a: szignifikáns különbség a kontrollcsoport értékeihez képest;

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

^c: szignifikáns különbség az érintett és a nem-érintett oldal értékei között;

^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.

8. táblázat: A kontroll- és betegcsoport női tagjainak a járásszabályosságát jellemző relatív szórás (CV) értékei (átlag±szórás)

Jellemzők	Oldal	Egészséges		Meniscectomia előtt	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
Lépéshossz		3,2±0,5 ^e	3,0±0,3 ^e	5,4±0,3 ^a	8,9±0,8 ^{a, d}
Lépéshossz	A	3,2±0,3 ^e	2,7±0,2 ^e	3,5±0,5 ^c	2,9±0,4 ^{c, d}
	B	3,2±0,3 ^e	2,8±0,3 ^e	5,5±0,6 ^a	8,4±0,5 ^{a, d}
Lépésszélesség		4,1±0,6 ^e	3,9±0,3 ^e	6,0±0,7 ^a	9,0±0,6 ^{a, d}
Támaszfázis időtartama	A	2,7±0,1	2,6±0,4	2,8±0,2 ^c	2,5±0,2 ^c
	B	2,9±0,2	2,7±0,3	5,9±0,6 ^a	6,5±0,6 ^{a, d}
Kettős támaszfázis időtartama		2,9±0,5	2,7±0,2	5,2±0,7 ^a	6,9±0,4 ^{a, d}

Jellemzők	Oldal	6 héttel meniscectomia után		3 hónappal meniscectomia után		12 hónappal meniscectomia után	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
Lépéshossz		4,8±0,3 ^{a, b, e}	6,8±0,8 ^{a, b, d, e}	4,4±0,2 ^{a, b, e}	5,0±0,3 ^{a, b, d, e}	3,6±0,5 ^{b, e}	3,2±0,6 ^{b, e}
Lépéshossz	A	3,5±0,2 ^c	2,9±0,5 ^{c, d}	3,4±0,1 ^e	2,8±0,3 ^{c, d, e}	3,3±0,3 ^e	2,9±0,3 ^e
	B	4,7±0,6 ^{a, b, e}	5,4±0,5 ^{a, b, d, e}	3,6±0,4 ^{a, b, e}	4,9±0,4 ^{a, b, d, e}	3,5±0,3 ^{b, e}	3,1±0,5 ^{b, e}
Lépésszélesség		5,0±0,7 ^{a, b, e}	6,9±0,6 ^{a, b, d, e}	4,5±0,3 ^{a, b, e}	4,7±0,6 ^{a, b, e}	4,9±0,6 ^{b, e}	4,4±0,5 ^{b, e}
Támaszfázis időtartama	A	2,9±0,2 ^c	2,7±0,4 ^c	3,0±0,3 ^c	2,9±0,4 ^c	2,7±0,5	2,5±0,3
	B	5,8±0,5 ^a	5,7±0,6 ^{a, b}	5,7±0,4 ^{a, b}	5,4±0,4 ^{a, b}	2,8±0,3 ^b	2,7±0,3 ^b
Kettős támaszfázis időtartama		4,4±0,7 ^{a, b}	5,2±0,4 ^{a, b, d}	4,3±0,5 ^b	4,9±0,3 ^{a, b, d}	3,1±0,4 ^b	2,8±0,3 ^b

Jelmagyarázat:

A: egészséges, domináns oldal; B: érintett, nem-domináns oldal;

^a: szignifikáns különbség a kontrollcsoport értékeihez képest;

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

^c: szignifikáns különbség az érintett és a nem-érintett oldal értékei között;

^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.

9. táblázat: A kontroll- és betegcsoport férfitagjainak az ízületi mozgás szabályosságát jellemző átlagos relatív szórás (átlCV) értékei (átlag±szórás)

Jellemzők	Oldal	Egészséges		Meniscectomia előtt	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
Térdszög	A	7,4±0,8	8,2±0,9	14,1±1,6 ^{a,c}	15,9±1,6 ^{a,c,d}
	B	7,2±0,7	7,9±0,9	3,2±0,6 ^a	2,9±0,6 ^a
Csípőszög	A	2,4±0,3	2,9±0,5	6,4±0,3 ^{a,c}	8,6±0,9 ^{a,c,d}
	B	2,5±0,4	3,0±0,3	1,9±0,5 ^a	1,2±0,3 ^a
Medence rotatioja		15,4±1,8	17,1±1,8	7,1±1,1 ^a	4,8±0,5 ^{a,d}
Medence billenése		13,9±1,2	14,5±1,3	21,1±2,6 ^a	19,7±2,0 ^a
Medence dőlése		14,2±1,7	15,5±1,6	14,9±1,1	15,7±1,6

Jellemzők	Oldal	6 héttel meniscectomia után		3 hónappal meniscectomia után		12 hónappal meniscectomia után	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
Térdszög	A	12,7±1,3 ^{a,b,c}	14,4±1,6 ^{a,b,c,d}	11,5±1,6 ^{a,b,c}	13,2±1,5 ^{a,b,c,d}	9,1±0,9 ^{a,b,c}	10,5±1,1 ^{a,b,c,d}
	B	4,6±0,5 ^a	4,1±0,4 ^{a,b}	4,9±0,5 ^{a,b}	4,6±0,4 ^{a,b}	5,3±0,6 ^{a,b}	5,8±0,7 ^{a,b}
Csípőszög	A	5,4±0,4 ^{a,b,c}	7,6±0,5 ^{a,b,c,d}	4,9±0,5 ^{a,b,c}	6,1±0,6 ^{a,b,c,d}	3,5±0,3 ^{a,b,c}	4,9±0,5 ^{a,b,c,d}
	B	1,8±0,4 ^a	1,6±0,1 ^a	1,9±0,3 ^a	1,8±0,2 ^a	2,3±0,2 ^b	2,6±0,2 ^b
Medence rotatioja		7,5±0,9 ^a	5,0±0,6 ^{a,d}	7,9±0,7 ^a	5,3±0,4 ^{a,d}	11,0±1,0 ^{a,b}	13,8±1,2 ^{a,b,d}
Medence billenése		21,3±1,6 ^a	20,4±2,2 ^a	21,3±1,9 ^a	20,7±2,0 ^a	17,3±1,7 ^{a,b}	17,9±1,5 ^{a,b}
Medence dőlése		14,6±1,1	15,5±1,7	14,5±1,5	15,6±1,4	14,3±1,5	15,1±1,6

Jelmagyarázat:

A: egészséges, domináns oldal; B: érintett, nem-domináns oldal;

^a: szignifikáns különbség a kontrollcsoport értékeihez képest;^b: szignifikáns különbség a műtét előtt mért értékekhez képest;^c: szignifikáns különbség az érintett és a nem-érintett oldal értékei között;^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.

10. táblázat: A kontroll- és betegcsoport női tagjainak az ízületi mozgás szabályosságát jellemző átlagos relatív szórás (átlCV) értékei (átlag±szórás)

Jellemzők	Oldal	Egészséges		Meniscectomia előtt	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
Térdszög	A	8,8±0,9 ^e	9,6±0,7 ^e	16,4±1,5 ^{a,c,e}	18,1±1,8 ^{a,c,d,e}
	B	8,4±0,8 ^e	9,1±0,7 ^e	3,6±0,4 ^a	3,3±0,4 ^a
Csípőszög	A	3,4±0,4 ^e	3,8±0,2 ^e	8,9±0,7 ^{a,c,e}	10,9±1,1 ^{a,c,d,e}
	B	3,3±0,3 ^e	3,9±0,4 ^e	2,1±0,3 ^a	1,9±0,2 ^a
Medence rotatioja		17,1±1,6 ^e	19,0±1,4 ^e	9,7±0,9 ^{a,e}	7,3±0,4 ^{a,d,e}
Medence billenése		15,6±1,3 ^e	16,9±1,0 ^e	23,4±2,3 ^{a,e}	22,0±1,9 ^{a,e}
Medence dőlése		13,3±1,5	14,8±1,6	14,1±1,6	15,0±1,7

Jellemzők	Oldal	6 héttel meniscectomia után		3 hónappal meniscectomia után		12 hónappal meniscectomia után	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
Térdszög	A	15,4±1,5 ^{a,c,e}	17,0±1,5 ^{a,b,c,d,e}	14,0±1,4 ^{a,b,c,e}	15,8±1,4 ^{a,b,c,d,e}	11,7±0,8 ^{a,b,c,e}	13,2±0,9 ^{a,b,c,d,e}
	B	4,3±0,4 ^{a,b}	4,0±0,5 ^{a,b}	4,8±0,4 ^{a,b}	4,5±0,3 ^{a,b}	5,6±0,7 ^{a,b}	6,1±0,6 ^{a,b}
Csípőszög	A	7,6±0,5 ^{a,b,c,e}	9,6±0,8 ^{a,b,c,d,e}	7,1±0,6 ^{a,b,c,e}	8,3±0,4 ^{a,b,c,d,e}	5,9±0,4 ^{a,b,c,e}	7,1±0,5 ^{a,b,c,d,e}
	B	2,2±0,2 ^a	2,0±0,3 ^a	2,4±0,2 ^a	2,1±0,3 ^a	2,8±0,2 ^b	3,0±0,3 ^b
Medence rotatioja		9,8±0,7 ^{a,e}	7,8±0,4 ^{a,d,e}	10,2±0,8 ^{a,e}	8,1±0,5 ^{a,d,e}	13,4±1,2 ^{a,b,e}	16,2±1,4 ^{a,b,d,e}
Medence billenése		22,0±2,0 ^a	21,5±1,7 ^a	22,9±1,8 ^{a,e}	22,4±2,1 ^{a,e}	18,9±1,5 ^{a,b,e}	19,7±1,4 ^{a,b,e}
Medence dőlése		14,0±1,5	14,8±1,5	13,8±1,3	14,7±1,6	13,3±1,3	14,1±1,5

Jelmagyarázat:

A: egészséges, domináns oldal; B: érintett, nem-domináns oldal;

^a: szignifikáns különbség a kontrollcsoport értékeihez képest;

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

^c: szignifikáns különbség az érintett és a nem-érintett oldal értékei között;

^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.

5.2.1. A szalagsebesség hatása

A járásmintát leíró kinematikai jellemzőket és a járás szabályosságát leíró járásváltozékonysági paramétereket elsősorban a járás sebessége befolyásolhatja (*Bejek és mtsai, 2006; Kiss, 2010b*). Az előző (5.1. pont) bemutatott eredmények (2. táblázat) azt mutatják, hogy vizsgálatot elegendő két – 1,0 m/s és 1,2 m/s – szalagsebesség esetén elvégezni. A következőkben e két szalagsebesség esetén mért jellemzőket hasonlítjuk össze (a szignifikancia szintek táblázatosan a Függelékben találhatóak meg).

Mindkét nem esetén a távolság- és időjellegű paraméterek közül (3. és 4. táblázat) a futószalag sebességének növekedésével szignifikánsan növekedett a lépésfrekvencia és mindkét oldali lépéshossz (F1. táblázat). Mind a férfiak mind a nők esetén a szögjellegű paraméterek közül (5. és 6. táblázat) a szalagsebesség növekedésével mindkét térdszög mozgástartománya, maximális hajlítása, mindkét csípőszög mozgástartománya és maximális hajlítása, valamint a medencebillenés mozgástartománya és minimum értéke, valamint a medencedőlés mozgástartomány értéke szignifikánsan növekedett (F1. táblázat). A nők esetén a szalagsebesség változása szignifikánsan befolyásolta a medencerotatio mozgástartományát és minimum értékét (6. és F1. táblázat). A többi távolság-, idő-, szögjellegű paraméterek esetén szignifikáns eltérés nem volt (3-6. és F1. táblázat).

Mindkét nem esetén 1,2 m/s szalagsebességnél – amely a kontrollcsoport szabadon választott, kényelmes sebessége – a járásképp szabályosságát jellemző távolság- és időjellegű paraméterek relatív szórása kisebb volt, mint az 1,0 m/s szalagsebességnél számított értékek (7. és 8. táblázat). Mind a férfiak mind a nők esetén az 1,2 m/s szalagsebességnél az ízületi mozgás szabályosságát jellemző szögjellegű paraméterek átlagos relatív szórása nagyobb volt, mint az 1,0 m/s szalagsebességnél számított értékek (9. és 10. táblázat). Szignifikáns különbség egyik paraméter esetén sem volt kimutatható (F2. táblázat).

5.2.2. A vizsgált személy nemének hatása

A korábbi kutatások felhívták a figyelmet arra, hogy a vizsgált személy neme szignifikánsan befolyásolhatja mind a járásképet (*Cho és mtsai 2004; Chumanov és mtsai,*

2008; Roislien és mtsai 2009), mind a járás szabályosságát leíró paramétereket (Kiss, 2011a; 2012). Az előző ponthoz hasonlóan a szignifikanciaszinteket táblázatosan a Függelékben adjuk meg.

Mindkét szalagsebesség esetén a férfiak (3. táblázat) lépésfrekvenciája szignifikánsan kisebb, míg mindkét oldal lépéshossza, valamint a lépésszélesség szignifikánsan nagyobb volt, mint a nők értékei (4. és F3. táblázat). Mindkét szalagsebesség esetén a szögjellegű paraméterek értékét – mindkét oldali térdízület extensioja és a medencedőlés kivételével – a vizsgált személy neme szignifikánsan befolyásolta (5, 6. és F3. táblázat). A többi távolság-, idő-, szögjellegű paraméterek esetén szignifikáns eltérés nem volt (3-6. és F3. táblázat).

Mindkét szalagsebesség esetén a járáskép szabályosságát jellemző távolság- és időjellegű paraméterek relatív szórása közül a nők esetén a lépésfrekvencia, mindkét oldal lépéshossza, valamint a lépésszélesség relatív szórása szignifikánsan kisebb volt, mint a férfiak értékei (7, 8. és F4. táblázat). Mindkét szalagsebesség esetén az ízületi mozgás szabályosságát jellemző szögjellegű változók átlagos relatív szórása közül a nők esetén mindkét oldali térdszög, csípőszög, valamint a medencebillenés és medencerotatio átlagos relatív szórása szignifikánsan nagyobb volt, mint a férfiaké (9, 10. és F4. táblázat). A medencedőlés átlagos relatív szórása esetén a különbség nem volt szignifikáns (9, 10. és F4. táblázat).

5.3. A medialis meniscus sérülés és medialis, partialis meniscectomia hatása a járás kinematikai és izomaktivitási jellemzőire

A következőkben a medialis meniscus sérülés és medialis, partialis meniscectomia hatását vizsgáljuk a járás kinematikai és izomaktivitási jellemzőire, amelyhez a műtét előtt és a posztoperatív időszak 6. hetében, 3. és 12. hónapjában végzett mérési eredményeket a kontrollcsoport értékeihez, valamint a posztoperatív értékeket a műtét előtti értékekhez viszonyítjuk (a szignifikanciaszintek táblázatosan a Függelékben

találhatók). A járás szimmetriájának elemzése az érintett és a nem-érintett oldal összehasonlításával történik. Minden egyes vizsgált időszakban elemezzük a járássebesség és a vizsgált személy nemének hatását is.

5.3.1. A medialis meniscus sérülés hatása

A medialis meniscus sérülés hatására a távolság- és időjellegű paraméterek (3. és 4. táblázat) közül a lépéshossz és a lépésszélesség szignifikánsan nőtt, míg mindkét oldal lépéshossza, valamint az érintett oldal támaszfázis időtartama szignifikánsan csökkent a kontrollcsoport értékeihez képest (F5. és F6. táblázat). Az érintett és a nem-érintett oldal lépéshossza (férfiak: $p^{1,0}=0,0007$; $p^{1,2}=0,0002$; nők: $p^{1,0}=0,0003$; $p^{1,2}=0,0006$) és támaszfázis időtartama (férfiak: $p^{1,0}=0,007$; $p^{1,2}=0,008$; nők: $p^{1,0}=0,01$; $p^{1,2}=0,009$) között a különbség szignifikáns, azaz a járáskép nem volt szimmetrikus (3 és 4. táblázat).

A sebesség növekedésével szignifikánsan nőtt a lépéshossz (férfiak: $p=0,02$; nők: $p=0,01$), a nem-érintett oldal lépéshossza (férfiak: $p=0,03$; nők: $p=0,03$). Ez azt jelenti, hogy a sebesség növelésében az érintett oldal a lépéshossz növelésével (férfiak: $p=0,17$; nők: $p=0,24$) nem vett részt (3 és 4. táblázat). A távolság- és időjellegű paraméterek közül nők esetén csak a nem-érintett oldal lépéshossza volt szignifikánsan nagyobb, mint a férfiaké ($p^{1,0}=0,0009$; $p^{1,2}=0,007$). A kontrollcsoporttal ellentétben a férfiak és nők értékei között nem tudunk szignifikáns különbséget kimutatni a lépéshossz (férfiak: $p^{1,0}=0,41$; $p^{1,2}=0,47$), az érintett oldali lépéshossz ($p^{1,0}=0,27$; $p^{1,2}=0,31$), valamint a lépésszélesség ($p^{1,0}=0,12$; $p^{1,2}=0,09$) esetén (3 és 4. táblázat).

A következőkben elemezzük a szögjellegű paraméterekben (5. és 6. táblázat) bekövetkező változásokat. A medialis meniscus sérülés hatására a kontrollcsoporthoz képest mindkét szögsebesség és mindkét nem esetén szinte az összes szögjellegű paraméter szignifikánsan megváltozott (5, 6. és F7, F8. táblázat). Mindkét oldali térdízület, az érintett oldal csípőízületének mozgása, valamint a medence rotatioja szignifikánsan csökkent, míg a kompenzációban szerepet vállaló nem-érintett oldal csípőízületének mozgása, a medencebillenés nőtt (F7 és F8. táblázat). A medence dőlése nem vett részt a kompenzációban (F7 és F8. táblázat). Az érintett és a nem-érintett oldali térdízület (férfiak: $p^{1,0}\leq 0,0008$; $p^{1,2}\leq 0,0006$; nők: $p^{1,0}\leq 0,0007$; $p^{1,2}\leq 0,0005$) és csípőízület

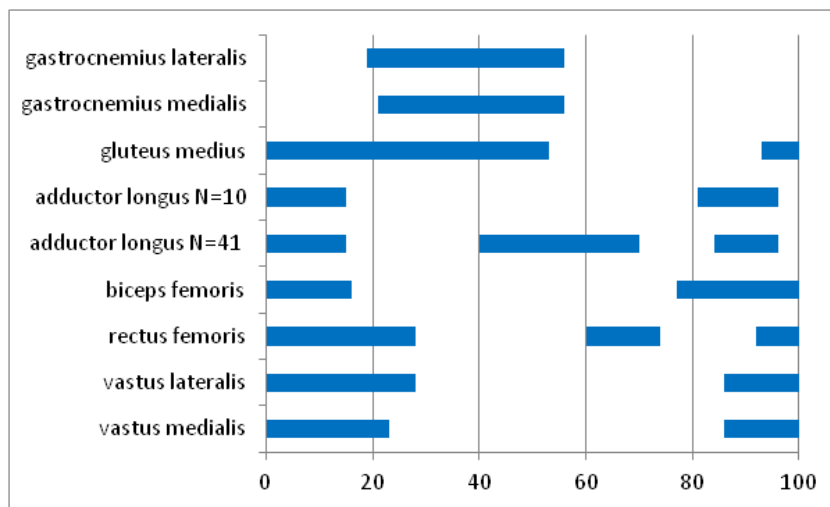
(férfiak: $p^{1,0} \leq 0,0001$; $p^{1,2} \leq 0,0003$; nők: $p^{1,0} \leq 0,0001$; $p^{1,2} \leq 0,0006$) mozgása között az eltérés szignifikáns volt, azaz a két ízület mozgása nem-szimmetrikus (5. és 6. táblázat).

A sebesség növekedésével néhány kivételtől eltekintve a kontrollcsoporttal megegyező tendencia érvényesült. A következőkben csak a kivételeket adjuk meg: a meniscus sérült férfiak esetén a szalagsebesség növekedésével szignifikánsan változott a medencebillenés maximuma ($p=0,03$), de szignifikáns eltérés nem volt kimutatható a medencebillenés minimuma ($p=0,08$) esetén (5. és 6. táblázat). A nők esetén a medencerotatio mozgásterjedelme ($p=0,09$), minimum értéke ($p=0,12$) esetén a különbség nem volt szignifikáns, de a medencebillenés maximum értéke ($p=0,006$) szignifikáns eltérést mutatott (5. és 6. táblázat). A férfiak és nők szögjellegű paramétereinek összehasonlítása azt mutatja, hogy az eltérés szignifikáns volt a nem-érintett oldali térdszög és csípőszög mozgástartományára és maximum értéke ($p \leq 0,02$) esetén. Szignifikáns eltérés nem volt kimutatható az érintett oldali térdízület és csípőízület mozgása ($p \geq 0,09$), valamint a medencerotatio ($p \geq 0,07$), és a medencebillenés ($p \geq 0,08$) esetén (5. és 6. táblázat).

Az intermuszkuláris koordináció értékelésekor az egészséges csoport esetén *Vaughan és mtsai (1999)* ajánlása alapján nem bontottuk szét az eredményeket férfiak és nők, valamint domináns és nem-domináns oldal szerint (11. ábra). A betegcsoport esetén külön vizsgáltuk az érintett és nem-érintett oldalt, de a nemek szerint történő bontást itt sem végeztük el (12-15. ábrák). Az eredményeket csak 1,2 m/s szalagsebesség esetén értékeltük és elemeztük.

A medialis meniscus sérülés hatására az alsó végtag kijelölt izmainak intermuszkularis koordinációját (12. ábra) a kontrollcsoport kijelölt izmainak intermuszkularis koordinációjával (11. ábra) összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy a nem-érintett oldali izmok aktivitási időszakai is szignifikánsan megváltoztak. Ennek következtében nemcsak az érintett oldal, hanem a nem-érintett oldal kijelölt izmainak intermuszkuláris koordinációját is összehasonlítottuk a kontrollcsoport intermuszkularis koordinációjával. A m. vastus lateralis és medialis aktivitása a támaszfázis középső szakaszában csökkent a kontrollcsoportéhoz képest, de a változás nem szignifikáns ($p=0,06$). A támaszfázis középső szakaszában m. rectus femoris aktivitása szignifikánsan csökkent ($p=0,03$), míg

m. biceps femoris aktivitása szignifikánsan nőtt ($p=0,04$) a kontrollcsoporthoz képest. Szignifikáns változást mutatott a m. adductor longus működése is: a nem-érintett oldal esetén kétfázisú működés mutatott, de támaszfázisban és a lendítő fázis késői szakaszában aktivitási időszak hosszabb volt ($p=0,0007$) a kontrollcsoporthoz hasonlóan. A nem-érintett oldal m. gluteus medius is háromfázisú működésű volt, a támaszfázis középső szakaszában inaktivitás mutatott, de a támaszfázis végén és a lendítőfázis elején ismét aktívvá vált.

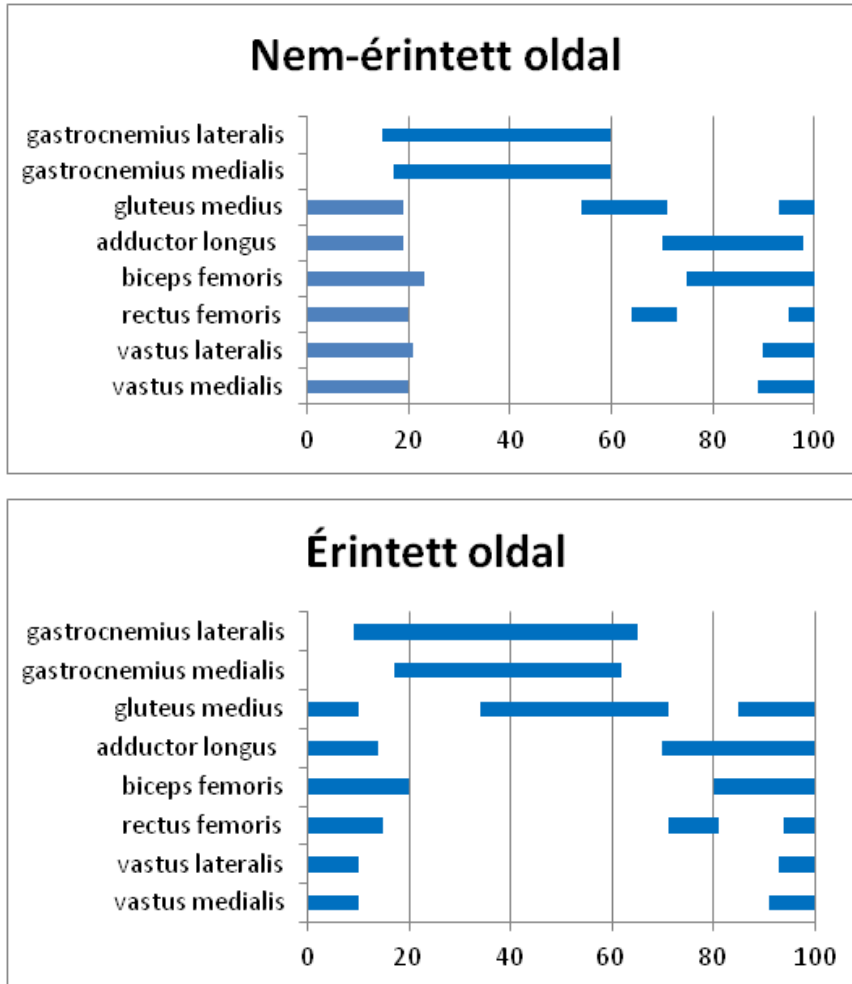


11. ábra:

Kontrollcsoport esetén az alsó végtag kijelölt izmainak intermuszkularis koordinációja 1,2 m/s szalagsebességű járás esetén

Az érintett oldal izomaktivitását (12. ábra) egyrészt összehasonlítottuk a nem-érintett oldal izomaktivitásával (12. ábra), valamint a kontrollcsoport kijelölt izmainak aktivitásával (11. ábra). A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a m. vastus medialis és lateralis aktivitása a támaszfázis középső szakaszában és a lendítő fázis végén szignifikánsan rövidebb volt, mint a kontrollcsoporté ($p=0,00003$) és a nem-érintett oldalé ($p=0,0008$). A m. adductor longus kétfázisú: a támaszfázis végén és a lendítőfázis elején az izom inaktív volt, de aktivitása szignifikánsan megnövekedett a lendítő fázis végén mind a kontrollcsoporthoz ($p=0,00001$), mind a nem-érintett oldalhoz képest ($p=0,007$). A m. biceps femoris aktivitása a támaszfázis középső részén szignifikánsan kisebb volt, mint a kontrollcsoporté ($p=0,0006$). A m. gluteus medius aktivitása – a nem-érintett oldalhoz hasonlóan – háromfázisú: a támaszfázis középső szakaszán inaktív volt, de a támaszfázis végén aktivitási időtartama szignifikánsan megnőtt a nem-érintett oldalhoz

képest is ($p=0,003$). A m. gastrocnemius lateralis és medialis aktivitása szignifikánsan megnőtt, mind a kontrollcsoporthoz ($p=0,0004$), mind a nem-érintett oldalhoz ($p=0,007$) képest.



12. ábra:

A betegcsoport esetén az alsó végtag kijelölt izmainak inter-muskularis koordinációja a műtét előtt 1,2 m/s szalagsebességű járás esetén

5.3.2. A medialis, partialis meniscectomia hatása

5.3.2.1. A medialis, partialis meniscectomia után 6 héttel

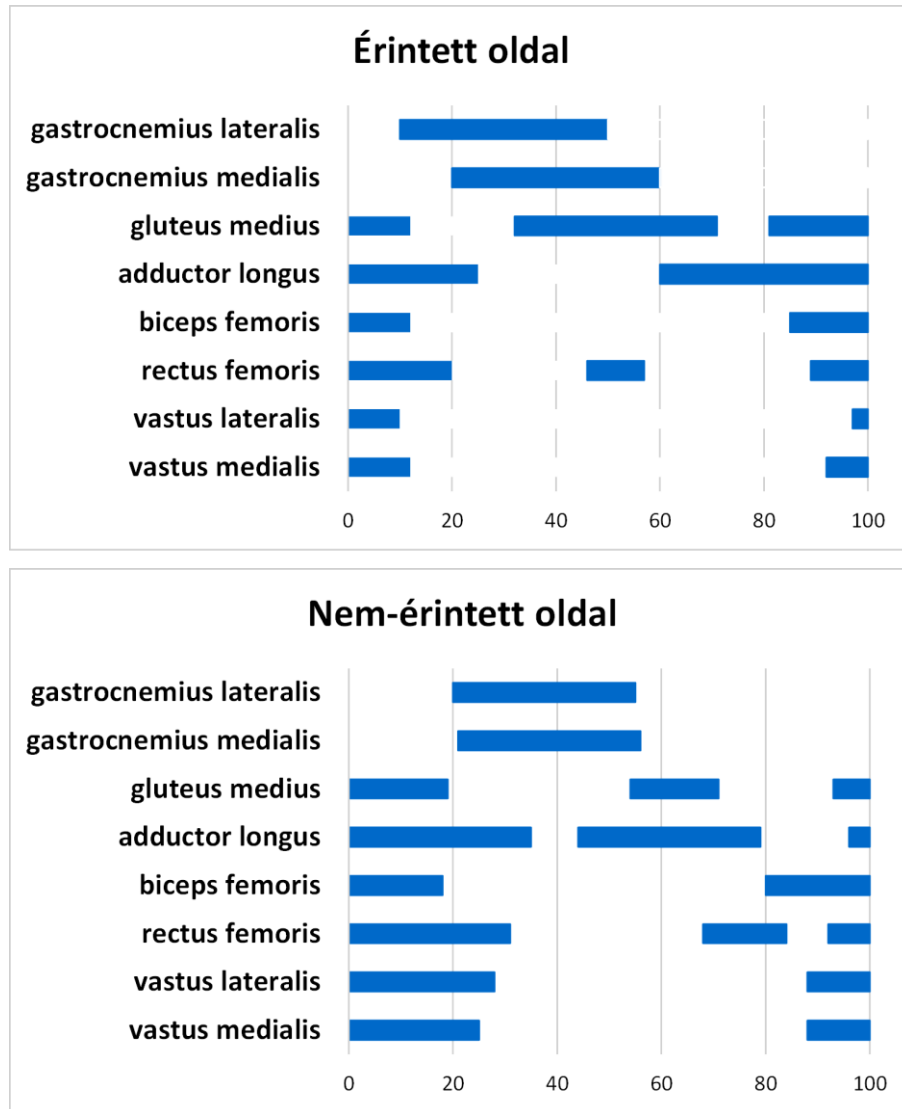
A távolság- és időjellelű paraméterek (3. és 4. táblázat) közül a lépésfrekvencia és mindkét oldali lépéshossz szignifikánsan kisebb volt a kontrollcsoporthoz hasonlítva (F5. és F6. táblázat). A lépésszélesség esetén (3. és 4. táblázat) már nem lehetett szignifikáns

különbséget kimutatni a kontrollcsoporthoz képest (*F5. és F6. táblázat*). A műtét előtti értékekhez hasonlítva érintett oldal lépéshossza és a lépésszélesség szignifikánsan megváltozott (*3, 4. és F9, F10. táblázat*). Az érintett és a nem-érintett oldal lépéshossza (férfiak: $p^{1,0}=0,006$; $p^{1,2}=0,002$; nők: $p^{1,0}=0,0009$; $p^{1,2}=0,01$) és támaszfázis időtartama (férfiak: $p^{1,0}=0,008$; $p^{1,2}=0,006$; nők: $p^{1,0}=0,01$; $p^{1,2}=0,005$) között a különbség szignifikáns volt, azaz a járásképp a műtét után 6 héttel nem volt szimmetrikus (*3. és 4. táblázat*).

A szalagsebesség szignifikánsan befolyásolta a lépésfrekvenciát (férfiak: $p=0,0002$; nők: $p=0,0003$) és a nem-érintett oldal lépéshosszát (férfiak: $p=0,009$; nők: $p=0,01$). A férfiak és nők eredményei között különbség szignifikáns volt a nem-érintett oldal lépéshossza esetén ($p^{1,0}_{\text{nem-érintett}}=0,003$; $p^{1,2}_{\text{nem-érintett}}=0,01$) (*3. és 4. táblázat*).

A szögjellegű paraméterek esetén (*5. és 6. táblázat*) mind a férfiaknál, mind a nőknél mindkét oldali térdízület és az érintett oldali csípőízület mozgása, valamint a medence rotatioja a kontrollcsoport értékéhez képest beszűkült (*F7. és F8. táblázat*). A beszűkült mozgás kompenzációjában a nem-érintett oldali csípőízület mozgása és a medencebillenés vett részt, míg a medence dőlése nem (*5, 6. és F7, F8. táblázat*). A műtét előtti értékekhez képest mind a férfiak mind a nők esetén szignifikánsan megnőtt az érintett oldali térdízület mozgása (*5, 6. és F9, F10. táblázat*). A műtét után 6 héttel a térdízület (férfiak: $p^{1,0}\leq 0,002$; $p^{1,2}\leq 0,001$; nők: $p^{1,0}\leq 0,003$; $p^{1,2}\leq 0,0008$) és a csípőízület mozgása (férfiak: $p^{1,0}\leq 0,003$; $p^{1,2}\leq 0,0004$; nők: $p^{1,0}\leq 0,001$; $p^{1,2}\leq 0,0006$) nem volt szimmetrikus (*5. és 6. táblázat*).

A sebesség növekedésével a kontrollcsoporttal megegyező értékek változtak néhány kivételtől eltekintve: a medencebillenés a szalagsebesség növekedésével egyik nemnél sem változott szignifikánsan ($p\geq 0,09$). A nőknél a férfiakhoz hasonlóan medencerotatio értékeinél szignifikáns különbség nem volt kimutatható ($p\geq 0,14$) (*5. és 6. táblázat*). A férfiak és nők szögjellegű paramétereinek összehasonlítása azt mutatja, hogy szignifikáns eltérés csak a nem-érintett oldal térdízület mozgásterjedelmében lehet kimutatni ($p=0,02$) (*5. és 6. táblázat*).



13. ábra:

A betegcsoport esetén az alsó végtag kijelölt izmainak intermuszkularis koordinációja a műtét után 6 héttel 1,2 m/s szalagsebességű járás esetén

Az alsó végtag kijelölt izmainak intermuszkularis koordinációját (13. ábra) a kontrollesoport kijelölt izmainak intermuszkularis koordinációjával (11. ábra) összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy a nem-érintett oldali izmok aktivitási időszakai szintén szignifikánsan megváltoztak. Ennek következtében nemcsak az érintett oldal, hanem a nem-érintett oldal kijelölt izmainak intermuszkuláris koordinációját is összehasonlítottuk a kontrollesoport intermuszkularis koordinációjával. A m. vastus lateralis és medialis aktivitása a támaszfázis középső szakaszában szignifikánsan csökkent ($p=0,02$). A támaszfázis középső szakaszában a m. rectus femoris aktivitása szignifikánsan csökkent ($p=0,02$), míg m. biceps femoris aktivitása szignifikánsan nőtt ($p=0,01$) a kontrollesoporthoz képest. Szignifikáns változást mutatott a m. adductor

longus működése is: a nem-érintett oldal esetén kétfázisú működés mutatott, de támaszfázisban és a lendítő fázis késői szakaszában aktivitási időszak hosszabb volt ($p=0,001$) a kontrollcsoporthoz hasonlítva. A nem-érintett oldal m. gluteus medius is háromfázisú működésű volt, a támaszfázis középső szakaszában inaktivitás mutatott, de a támaszfázis végén és a lendítőfázis elején ismét aktívvá vált.

Az érintett oldal izomaktivitását (13. ábra) egyrészt összehasonlítottuk a nem-érintett oldal izomaktivitásával (13. ábra), valamint a kontrollcsoport kijelölt izmainak aktivitásával (11. ábra). A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a m. vastus medialis és lateralis aktivitása a támaszfázis középső szakaszában és a lendítő fázis végén szignifikánsan rövidebb volt, mint a kontrollcsoporté ($p=0,00001$) és a nem-érintett oldalé ($p=0,0006$). A m. adductor longus kétfázisú: a támaszfázis végén és a lendítőfázis elején az izom inaktív volt, de aktivitása szignifikánsan megnövekedett a lendítő fázis végén mind a kontrollcsoporthoz ($p=0,0003$), mind a nem-érintett oldalhoz képest ($p=0,005$). A m. biceps femoris aktivitása a támaszfázis középső részén szignifikánsan kisebb volt, mint a kontrollcsoporté ($p=0,001$). A m. gluteus medius aktivitása – a nem-érintett oldalhoz hasonlóan – háromfázisú: a támaszfázis középső szakaszán inaktív volt, de a támaszfázis végén aktivitási időtartama szignifikánsan megnőtt a nem-érintett oldalhoz képest is ($p=0,001$). A m. gastrocnemius lateralis és medialis aktivitása szignifikánsan megnőtt, mind a kontrollcsoporthoz ($p=0,0007$), mind a nem-érintett oldalhoz ($p=0,003$) képest.

5.3.2.2. A medialis, partialis meniscectomia után 3 hónappal

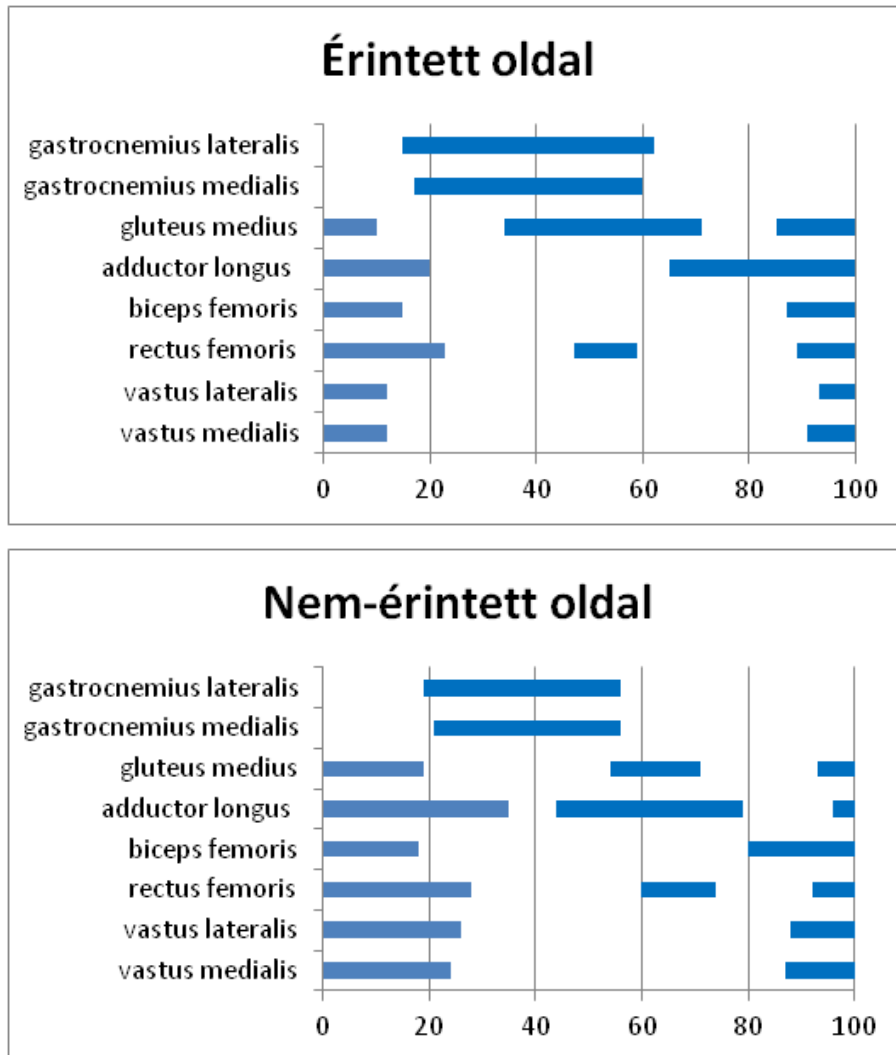
A távolság- és időjellegű paraméterek (5. és 6. táblázat) közül a lépésfrekvencia és mindkét oldali lépéshossz szignifikánsan kisebb volt a kontrollcsoporthoz hasonlítva (F5. és F6. táblázat). A műtét előtti értékekhez hasonlítva a lépésfrekvencia szignifikánsan csökkent, míg mindkét oldal lépéshossza és az érintett oldal támaszfázis időtartama szignifikánsan megnőtt (3, 4. és F9, F10. táblázat). Az érintett és a nem-érintett oldal lépéshossza (férfiak: $p^{1,0}=0,008$; $p^{1,2}=0,007$; nők: $p^{1,0}=0,005$; $p^{1,2}=0,009$) és támaszfázis időtartama (férfiak: $p^{1,0}=0,02$; $p^{1,2}=0,009$; nők: $p^{1,0}=0,009$; $p^{1,2}=0,006$) között a különbség

szignifikáns volt, azaz a járásképe a műtét után 3 hónappal sem volt még szimmetrikus (3. és 4. táblázat).

A szalagsebesség szignifikánsan befolyásolta – a műtét előtt mért értékekhez hasonlóan – a lépésfrekvenciát (férfiak: $p=0,009$; nők: $p=0,007$) és a nem-érintett oldal lépéshosszát (férfiak: $p=0,01$; nők: $p=0,009$) (3. és 4. táblázat). A férfiak és nők eredményei között – a kontrollcsoporthoz hasonlóan – szignifikáns különbség volt kimutatható a lépésfrekvencia ($p^{1,0}=0,01$; $p^{1,2}=0,009$) és mindkét oldal lépéshossza esetén ($p^{1,0}_{\text{érintett}}=0,03$; $p^{1,0}_{\text{nem-érintett}}=0,0008$; $p^{1,2}_{\text{érintett}}=0,007$; $p^{1,2}_{\text{nem-érintett}}=0,001$), de a lépésszélesség esetén a különbség már nem volt szignifikáns ($p^{1,0}=0,12$; $p^{1,2}=0,21$) (3. és 4. táblázat).

A szögjellegű paraméterek esetén (5. és 6. táblázat) mind a férfiaknál, mind a nőknél mindkét oldali térdízület és az érintett oldali csípőízület mozgása, valamint a medence rotatioja a kontrollcsoport értékéhez képest beszűkült (F7. és F8. táblázat). A beszűkült mozgás kompenzációjában a nem-érintett oldali csípőízület mozgása és a medencebillenés vett részt, míg a medence dőlése nem. A műtét előtti értékekhez képest mind a férfiak mind a nők esetén szignifikánsan megnőtt mindkét oldali térdízület mozgása, az érintett oldali csípőízület mozgása, a nem-érintett oldal csípőízületének mozgása szignifikánsan csökkent (5. és 6. és F9, F10. táblázat). A műtét után 3 hónappal a térdízület (férfiak: $p^{1,0}\leq 0,008$; $p^{1,2}\leq 0,006$; nők: $p^{1,0}\leq 0,005$; $p^{1,2}\leq 0,001$) és a csípőízület mozgása (férfiak: $p^{1,0}\leq 0,001$; $p^{1,2}\leq 0,001$; nők: $p^{1,0}\leq 0,003$; $p^{1,2}\leq 0,0008$) még nem volt szimmetrikus (5. és 6. táblázat).

A sebesség növekedésével a kontrollcsoporttal megegyező értékek változtak néhány kivételtől eltekintve: a medencebillenés a szalagsebesség növekedésével egyik nemnél sem változott szignifikánsan ($p\geq 0,09$). A nőknél medencerotatio értékeinél szignifikáns különbség nem volt kimutatható ($p\geq 0,24$) (5. és 6. táblázat). A férfiak és nők szögjellegű paramétereinek összehasonlítása azt mutatja, hogy az egészségesekhez hasonlóan szignifikáns eltérés volt a nem-érintett oldali térdszög és csípőszög mozgástartománya és maximum értéke ($p\leq 0,01$) esetén. De szignifikáns eltérés nem volt kimutatható az érintett oldali térdízület és csípőízület mozgása ($p\geq 0,09$), a medencerotatio ($p\geq 0,27$) és a medencebillenés ($p\geq 0,14$) esetén (5. és 6. táblázat).



14. ábra:

A betegcsoport esetén az alsó végtag kijelölt izmainak intermuszkularis koordinációja a műtét után 3 hónappal 1,2 m/s szalagsebességű járás esetén

Az alsó végtag kijelölt izmainak intermuszkularis koordinációját (14. ábra) a kontrollesoport kijelölt izmainak intermuszkularis koordinációjával (11. ábra) összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy a nem-érintett oldali izmok aktivitási időszakai szintén szignifikánsan megváltoztak. Ennek következtében nemcsak az érintett oldal, hanem a nem-érintett oldal kijelölt izmainak intermuszkuláris koordinációját is összehasonlítottuk a kontrollesoport intermuszkularis koordinációjával. Szignifikáns változást mutatott a m. adductor longus működése: a nem-érintett oldal esetén háromfázisú működés mutatott, de támaszfázisban és a lendítő fázis korai szakaszában aktivitási időszak hosszabb volt ($p=0,003$) a kontrollesoporthoz hasonlóan. A nem-érintett oldal m. gluteus medius is háromfázisú működésű volt: a támaszfázis középső

szakaszában inaktivitás mutatott, de a támaszfázis végén és a lendítőfázis elején ismét aktívvá vált.

Az érintett oldal izomaktivitását (14. ábra) egyrészt összehasonlítottuk a nem-érintett oldal izomaktivitásával (14. ábra), valamint a kontrollcsoport kijelölt izmainak aktivitásával (11. ábra). A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a m. vastus medialis és lateralis aktivitása a támaszfázis középső szakaszában és a lendítő fázis végén szignifikánsan rövidebb volt, mint a kontrollcsoporté ($p=0,0004$) és mint a nem-érintett oldalé ($p=0,0009$) (14. ábra). A m. adductor longus a műtét után 3 hónappal is kétfázisú: a támaszfázis végén és a lendítőfázis elején az izom inaktív, de a lendítő fázis végén aktivitása szignifikánsan megnövekedett mind a kontrollcsoportéhoz ($p=0,000008$), mind a nem-érintett oldalhoz képest ($p=0,003$). A m. biceps femoris aktivitása a támaszfázis középső részén szignifikánsan kisebb volt, mint a kontrollcsoporté ($p=0,0008$) és mint a nem-érintett oldalé ($p=0,0004$). A m. gluteus medius aktivitása – a nem-érintett oldalhoz hasonlóan – háromfázisú volt, a támaszfázis középső szakaszban inaktív, de a támaszfázis végén aktivitási időtartama megnőtt, még a nem-érintett oldalhoz képest is ($p=0,003$). A m. gastrocnemius lateralis és medialis aktivitása szignifikánsan megnőtt, mind a kontrollcsoportéhoz ($p=0,002$) (11. ábra), mind a nem-érintett oldalhoz ($p=0,007$) képest.

5.3.2.3. A medialis, partialis meniscectomia után 12 hónappal

A műtét után 12 hónappal mért értékekből számított távolság- és időjellegű változók szignifikánsan nem tértek el a kontrollcsoport értékeitől (3, 4. és F5, F6. táblázat). A műtét előtti értékekhez képest szignifikánsan csökkent a lépésfrekvencia és lépésszélesség, míg szignifikánsan nőtt mindkét oldal lépéshossza, valamint az érintett oldal támaszfázis időtartama (3, 4. és F9, F10. táblázat). Minden esetben a nem-érintett oldal volt a domináns, és az értékek nem mutattak szignifikáns eltérést az érintett oldal értékeihez képest ($p \geq 0,07$) (3. és 4. táblázat).

A szalagsebesség változásának hatására bekövetkezett távolság- és időjellegű paraméterek változása is megegyezett a kontrollcsoportéval (3. és 4. táblázat). A vizsgált személy neme a kontrollcsoportéhoz hasonlóan a lépésfrekvenciát, a lépésszélességet,

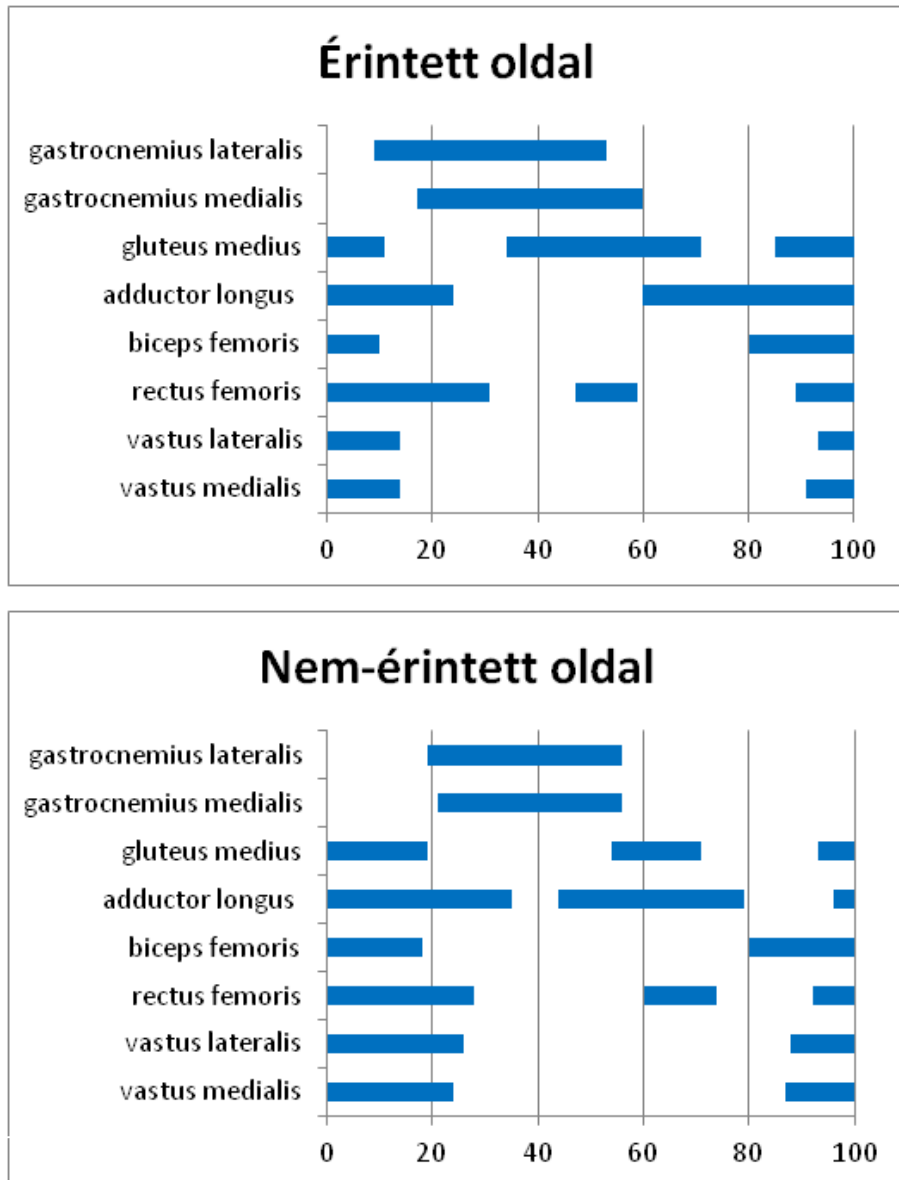
valamint mindkét oldal lépéshossz értékét szignifikánsan befolyásolta ($p \leq 0,02$) (3. és 4. táblázat).

A szögjellegű paraméterek elemzésével (5. és 6. táblázat) megállapítható, hogy mind a férfiak mind a nők esetében az érintett oldali térdízület és csípőízület mozgása, valamint a medence rotatioja a kontrollcsoport értékéhez képest beszűkült (F7. F8. táblázat). A beszűkült mozgás kompenzációjában a nem-érintett oldali csípőízület mozgása, és a medencebillenés vett részt (5, 6. és F7, F8. táblázat). A műtét előtti értékekhez képest mind a férfiak mind a nők esetén szignifikánsan nőtt mindkét oldal térdízületének, az érintett oldal csípőízületének mozgása, szignifikánsan csökkent a nem-érintett oldali csípőízület mozgása (5, 6. és F9, F10 táblázat). A térdízület (férfiak: $p^{1,0} \leq 0,02$; $p^{1,2} \leq 0,009$; nők: $p^{1,0} \leq 0,007$; $p^{1,2} \leq 0,005$) és a csípőízület mozgása (férfiak: $p^{1,0} \leq 0,007$; $p^{1,2} \leq 0,002$; nők: $p^{1,0} \leq 0,006$; $p^{1,2} \leq 0,001$) műtét után 12 hónappal sem volt szimmetrikus (5. és 6. táblázat).

A sebesség növekedésével néhány kivételtől eltekintve a kontrollcsoporttal megegyező értékek változtak. A szalagsebesség növekedésével a medencebillenés egyik nem esetén sem változott szignifikánsan ($p \geq 0,06$). A nőknél a kontrollcsoporttól eltérően a medencerotatio esetén nem volt kimutatható szignifikáns különbség ($p \geq 0,08$) (5. és 6. táblázat). A férfiak és nők szögjellegű paramétereinek összehasonlítása azt mutatja, hogy az egészségesekhez hasonlóan az eltérés szignifikáns volt a nem-érintett oldali térdszög és csípőszög mozgástartomány, maximum értéke ($p \leq 0,03$) esetén (5. és 6. táblázat). Szignifikáns eltérés nem volt kimutatható az érintett oldali térdízület és csípőízület mozgása ($p \geq 0,06$), a medencerotatio ($p \geq 0,21$), medencebillenés ($p \geq 0,18$) és a medencedőlés ($p \geq 0,24$) esetén (5. és 6. táblázat).

Az alsó végtag kijelölt izmainak intermuszkularis koordinációját (14. ábra) a kontrollcsoport kijelölt izmainak intermuszkularis koordinációjával (11. ábra) összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy a nem-érintett oldali izmok aktivitási időszakai szintén szignifikánsan megváltoztak. Ennek következtében nemcsak az érintett oldal, hanem a nem-érintett oldal kijelölt izmainak intermuszkularis koordinációját is összehasonlítottuk a kontrollcsoport intermuszkularis koordinációjával. Szignifikáns változást mutatott a m. adductor longus működése: a nem-érintett oldal esetén háromfázisú működést mutatott, valamint a támaszfázisban és a lendítő fázis korai

szakaszában az aktivitási időszak hosszabb ($p=0,008$) a kontrollesoporthoz hasonlítva. A nem-érintett oldali m. gluteus medius is háromfázisú működésű volt: a támaszfázis középső szakaszában inaktivitás mutatott, de a támaszfázis végén és a lendítőfázis elején ismét aktívvá vált.



15. ábra:

A betegcsoport esetén az alsó végtag kijelölt izmainak intermuszkularis koordinációja a műtét után 12 hónappal 1,2 m/s szelvénysebességű járás esetén

Az érintett oldal izomaktivitását (15. ábra) egyrészt összehasonlítottuk a nem-érintett oldal izomaktivitásával (15. ábra), valamint a kontrollesoport kijelölt izmainak aktivitásával (11. ábra). A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a m. vastus

medialis és lateralis aktivitása a támaszfázis középső szakaszában és a lendítő fázis végén szignifikánsan rövidebb volt, mint a kontrollcsoporté ($p=0,0008$) és mint a nem-érintett oldalé ($p=0,002$). A m. adductor longus a műtét után 12 hónappal is kétfázisú volt: a támaszfázis végén és a lendítőfázis elején az izom inaktív, de aktivitása a lendítő fázis végén szignifikánsan megnövekedett mind a kontrollcsoportéhoz ($p=0,00002$), mind a nem-érintett oldalhoz képest ($p=0,004$). A m. biceps femoris aktivitása a támaszfázis középső részén volt szignifikánsan kisebb, mint a kontrollcsoporté ($p=0,0008$) és mint a nem-érintett oldalé ($p=0,0004$). A m. gluteus medius aktivitása – a nem-érintett oldalhoz hasonlóan – háromfázisú volt, a támaszfázis középső szakaszán inaktív, de a támaszfázis végén aktivitási időtartama megnőtt. A m. gastrocnemius lateralis és medialis aktivitása szignifikánsan megnőtt, mind a kontrollcsoportéhoz ($p=0,006$), mind a nem-érintett oldalhoz ($p=0,009$) képest.

5.4. A medialis meniscus sérülése és a medialis, partialis meniscectomia hatása a járásszabályosságát jellemző járásváltozékonysági paraméterekre

A következőkben a medialis meniscus sérülés és medialis, partialis meniscectomia hatását vizsgáljuk a járás szabályosságára, amelyhez a műtét előtt és a posztoperatív időszak 6. hetében, 3. és 12. hónapjában végzett mérési eredményeket a kontrollcsoport értékeihez, valamint a posztoperatív értékeket a műtét előtti értékekhez viszonyítjuk (a szignifikanciaszintek táblázatosan a Függelékben található). A járás szimmetriájának elemzése az érintett és a nem-érintett oldal összehasonlításával történik. Minden egyes vizsgált időszakban elemezzük a járássebesség és a vizsgált személy nemének hatásait is.

5.4.1. A medialis meniscus sérülés hatása

Elemezzük először a járásképp szabályosságát jellemző távolság- és időjellegetű változók változékonyságát (7. és 8. táblázat). Mindkét nem és mindkét szalagsebesség esetén a kontrollcsoport értékeihez képest a lépésszélesség, a lépésszélesség és a kettős

támaszfázis időtartam, valamint az érintett oldali lépéshossz, és támaszfázis időtartam relatív szórása szignifikánsan nőtt (*F11. és F12. táblázat*). Szignifikáns eltérés nem volt kimutatható sem a nem-érintett oldali lépéshossz, sem a támaszfázis időtartam relatív szórása esetén (*7. 8. és F11, F12. táblázat*). Az érintett és a nem-érintett oldali lépéshossz (férfiak: $p^{1,0}=0,0008$; $p^{1,2}=0,0007$; nők: $p^{1,0}=0,0002$; $p^{1,2}=0,0004$) és a támaszfázis időtartam (férfiak: $p^{1,0}=0,0004$; $p^{1,2}=0,0005$; nők: $p^{1,0}=0,0007$; $p^{1,2}=0,0003$) relatív szórása szignifikánsan különböző volt (*7. és 8. táblázat*).

A járásképek szabályosságát jellemző változékonysági paraméterek esetén a szalagsebesség szignifikánsan befolyásolta a lépéshossz (férfiak: $p=0,0002$; nők: $p=0,0008$), mindkét oldali lépéshossz (férfiak: $p_{\text{érintett}}=0,0001$, $p_{\text{nem-érintett}}=0,03$; nők: $p_{\text{érintett}}=0,0004$, $p_{\text{nem-érintett}}=0,04$), támaszfázis időtartam (férfiak: $p=0,02$; nők: $p=0,0086$) és a kettős támaszfázis időtartam (férfiak: $p=0,0004$; nők: $p=0,0007$) relatív szórását (*7. és 8. táblázat*). A nem-érintett oldal járásképek szabályosságát a szalagsebesség nem befolyásolta (férfiak: $p \geq 0,09$; nők: $p \geq 0,17$) (*7. és 8. táblázat*). A vizsgált személy neme egyik jellemző relatív szórását sem befolyásolta (*7. és 8. táblázat*).

A következőkben az ízületi mozgás szabályosságát jellemző szögjellegű változók átlagos relatív szórását elemezzük (*9. és 10. táblázat*). A kontrollcsoport értékeihez képest az érintett oldali térdszög, csípőszög, valamint a medencerotatio átlagos relatív szórása szignifikánsan csökkent, míg a nem-érintett oldali térdszög, csípőszög, valamint a medencebillenés átlagos relatív szórása szignifikánsan nőtt (*9, 10. és F11, F12. táblázat*). Az érintett és a nem-érintett oldali térdszög (férfiak: $p^{1,0}=0,00006$; $p^{1,2}=0,00002$; nők: $p^{1,0}=0,00003$; $p^{1,2}=0,00001$), csípőszög (férfiak: $p^{1,0}=0,00007$; $p^{1,2}=0,00006$; nők: $p^{1,0}=0,00008$; $p^{1,2}=0,00003$) átlagos relatív szórása szignifikánsan eltérő (*9. és 10. táblázat*).

A járássebesség elemzésénél a kép a kontrollcsoportéhoz képest árnyaltabb, és eltér a járásképek tendenciájához képest is. Az érintett oldali térdszög (férfi: $p=0,08$; nő: $p=0,06$), csípőszög (férfi: $p=0,12$; nő: $p=0,09$), valamint a medencebillenés (férfi: $p=0,17$; nő: $p=0,08$) átlagos relatív szórása 1,2 m/s szalagsebesség esetén – nem szignifikánsan, de – kisebb, mint 1,0 m/s szalagsebesség esetén (*9. és 10. táblázat*). A nem-érintett oldali térdszög (férfi: $p=0,002$; nő: $p=0,004$), csípőszög (férfi: $p=0,006$; nő: $p=0,001$) átlagos relatív szórása 1,2 m/s szalagsebesség esetén szignifikánsan nagyobb, mint 1,0 m/s

szalagsebesség esetén (9. és 10. táblázat). A medencerotatio átlagos relatív szórása 1,2 m/s szalagsebesség esetén szignifikánsan kisebb (férfi: $p=0,006$; nő: $p=0,003$), mint 1,0 m/s szalagsebesség esetén (9. és 10. táblázat). A vizsgált személy neme szignifikánsan befolyásolta a nem-érintett oldali térdszög ($p^{1,0}=0,02$; $p^{1,2}=0,006$), csípőszög ($p^{1,0}=0,01$; $p^{1,2}=0,007$), a medencebillenés ($p^{1,0}=0,03$; $p^{1,2}=0,01$) és a medencerotatio ($p^{1,0}=0,004$; $p^{1,2}=0,002$) átlagos relatív szórását (9. és 10. táblázat).

5.4.2. A medialis, partialis meniscectomia hatása

5.4.2.1. A medialis, partialis meniscectomia után 6 héttel

A medialis meniscus sérülés hatásának elemzéséhez hasonlóan először a járásképp szabályosságát jellemző távolság- és időjellegű változók relatív szórásának a változását célszerű összefoglalni (9. és 10. táblázat). Mindkét nem és mindkét szalagsebesség esetén a kontrollcsoporthoz viszonyítva a lépésfrekvencia, a lépésszélesség és kettős támaszfázis időtartam, valamint az érintett oldali lépéshossz, támaszfázis időtartam relatív szórása szignifikánsan nőtt (7, 8. és F11, F12. táblázat). Mindkét nem esetén a műtét előtt mért értékekhez képest a lépésfrekvencia, a lépésszélesség, a kettős támaszfázis időtartam, valamint az érintett oldali lépéshossz, támaszfázis időtartam relatív szórása szignifikánsan csökkent (7, 8. és F13, F14. táblázat). Az érintett és a nem-érintett oldali lépéshossz (férfiak: $p^{1,0}=0,004$; $p^{1,2}=0,001$; nők: $p^{1,0}=0,0009$; $p^{1,2}=0,0008$) és a támaszfázis időtartam (férfiak: $p^{1,0}=0,001$; $p^{1,2}=0,003$; nők: $p^{1,0}=0,0005$; $p^{1,2}=0,002$) relatív szórása szignifikánsan különböző volt (7. és 8. táblázat).

A járásképp szabályosságát jellemző változékonysági paraméterek esetén a járássebesség szignifikánsan befolyásolta a lépésfrekvencia (férfiak: $p=0,008$; nők: $p=0,02$), lépésszélesség (férfiak: $p=0,01$; nők: $p=0,009$), kettős támaszfázis időtartam (férfiak: $p=0,007$; nők: $p=0,01$), a mindkét oldali lépéshossz (férfiak: $p_{\text{nem-érintett}}=0,002$; $p_{\text{érintett}}=0,008$; nők: $p_{\text{nem-érintett}}=0,0005$; $p_{\text{érintett}}=0,0006$) relatív szórását (7. és 8. táblázat). A nők esetén a lépésfrekvencia ($p^{1,0}=0,003$; $p^{1,2}=0,001$), érintett oldali lépéshossz ($p^{1,0}=0,002$; $p^{1,2}=0,0005$), és a lépésszélesség ($p^{1,0}=0,009$; $p^{1,2}=0,007$) relatív szórása szignifikánsan kisebb volt, mint a férfiaké (7. és 8. táblázat).

Az ízületi mozgás szabályosságát jellemző szögjellegű változók átlagos relatív szórását elemezve (9. és 10. táblázat) megállapítható, hogy a kontrollcsoport értékeihez képest az érintett oldali térdszög, csípőszög, valamint a medencerotatio átlagos relatív szórása szignifikánsan csökkent, míg a nem-érintett oldali térdszög, csípőszög, valamint a medencebillenés átlagos relatív szórása szignifikánsan nőtt (F11. és F12. táblázat). A betegcsoport műtét előtti értékeihez képest az érintett oldali térdszög átlagos relatív szórása szignifikánsan nőtt, míg a nem-érintett oldali térdszög, csípőszög átlagos relatív szórása szignifikánsan csökkent (9, 10. és F13, F14. táblázat). Az érintett és a nem-érintett oldali térdszög (férfiak: $p^{1,0}=0,006$; $p^{1,2}=0,00005$; nők: $p^{1,0}=0,0002$; $p^{1,2}=0,0003$), csípőszög (férfiak: $p^{1,0}=0,0003$; $p^{1,2}=0,0002$; nők: $p^{1,0}=0,0005$; $p^{1,2}=0,0004$) átlagos relatív szórása szignifikánsan eltérő (9. és 10. táblázat).

A járássebesség elemzésénél a kép a kontrollcsoportéhoz képest árnyaltabb. Az érintett oldali térdszög (férfi: $p=0,11$; nő: $p=0,08$), csípőszög (férfi: $p=0,09$; nő: $p=0,21$), valamint a medencebillenés (férfi: $p=0,31$; nő: $p=0,22$) átlagos relatív szórása 1,2 m/s szalagsebesség esetén – nem szignifikánsan, de – kisebb volt, mint 1,0 m/s szalagsebesség esetén. A medencerotatio átlagos relatív szórása 1,2 m/s szalagsebesség esetén szignifikánsan kisebb volt, mint 1,0 m/s szalagsebesség esetén (férfi: $p=0,03$; nő: $p=0,009$). A nem-érintett oldali térdszög (férfi: $p=0,004$; nő: $p=0,02$), csípőszög (férfi: $p=0,006$; nő: $p=0,001$) átlagos relatív szórása 1,2 m/s szalagsebesség esetén szignifikánsan nagyobb volt, mint 1,0 m/s szalagsebesség esetén. A medencedőlés átlagos relatív szórása 1,2 m/s szalagsebességnél nagyobb volt – de nem szignifikánsan – mint 1,0 m/s szalagsebesség (férfi: $p=0,07$; nő: $p=0,16$) esetén (9. és 10. táblázat). A vizsgált személy neme szignifikánsan befolyásolta a nem-érintett oldali térdszög ($p^{1,0}=0,02$; $p^{1,2}=0,01$), csípőszög ($p^{1,0}=0,03$; $p^{1,2}=0,01$), valamint medencerotatio ($p^{1,0}=0,01$; $p^{1,2}=0,03$) átlagos relatív szórását (9. és 10. táblázat).

5.4.2.2. A medialis, partialis meniscectomia után 3 hónappal

A járásképek szabályosságát jellemző távolság- és időjellegű változók relatív szórásának (7. és 8. táblázat) elemzésével megállapítható, hogy mindkét nem és mindkét szalagsebesség esetén a kontrollcsoportéhoz viszonyítva a lépésszélesség, a lépésszélesség, a kettős

támaszfázis időtartam, valamint az érintett oldali lépéshossz, támaszfázis időtartam relatív szórása szignifikánsan nőtt (7, 8. és F11, F12. táblázat). A műtét előtt mért értékekhez képest a lépésfrekvencia, a lépésszélesség, a kettős támaszfázis időtartam, valamint az érintett oldali lépéshossz, támaszfázis időtartam relatív szórása szignifikánsan csökkent (7, 8. és F13, F14. táblázat). Az érintett és a nem-érintett oldali lépéshossz (férfiak: $p^{1,0}=0,006$; $p^{1,2}=0,002$; nők: $p^{1,0}=0,004$; $p^{1,2}=0,003$) és a támaszfázis időtartam (férfiak: $p^{1,0}=0,005$; $p^{1,2}=0,007$; nők: $p^{1,0}=0,002$; $p^{1,2}=0,008$) relatív szórása szignifikánsan különböző volt (7. és 8. táblázat).

A járásképp szabályosságát jellemző változékonysági paraméterek esetén a járássebesség szignifikánsan befolyásolta a lépésfrekvencia (férfiak: $p=0,02$; nők: $p=0,01$), kettős támaszfázis időtartam (férfiak: $p=0,04$; nők: $p=0,03$), és a mindkét oldali lépéshossz (férfiak: $p_{\text{nem-érintett}}=0,0006$; $p_{\text{érintett}}=0,01$; nők: $p_{\text{nem-érintett}}=0,0008$; $p_{\text{érintett}}=0,009$) relatív szórását (7. és 8. táblázat). A nők esetén a lépésfrekvencia ($p^{1,0}=0,001$; $p^{1,2}=0,003$), mindkét oldali lépéshossz ($p^{1,0}$ érintett= $0,008$; $p^{1,0}$ nem-érintett= $0,006$; $p^{1,2}$ érintett= $0,007$; $p^{1,2}$ nem-érintett= $0,003$), és a lépésszélesség ($p^{1,0}=0,02$; $p^{1,2}=0,03$) relatív szórása kisebb volt, mint a férfiaké (7. és 8. táblázat).

Az ízületi mozgás szabályosságát jellemző szögjellegű változók átlagos relatív szórását elemezve (9. és 10. táblázat) megállapítható, hogy a kontrollcsoport értékeihez képest az érintett oldali térdszög, csípőszög, valamint a medencerotatio átlagos relatív szórása szignifikánsan csökkent, míg a nem-érintett oldali térdszög, csípőszög, valamint a medencebillenés átlagos relatív szórása szignifikánsan nőtt (F11. és F12. táblázat). A betegcsoport műtét előtti értékeihez képest az érintett oldali térdszög átlagos relatív szórása szignifikánsan nőtt, míg a nem-érintett oldali térdszög, csípőszög átlagos relatív szórása szignifikánsan csökkent (9, 10. és F13, F14. táblázat). Az érintett és a nem-érintett oldali térdszög (férfiak: $p^{1,0}=0,0001$; $p^{1,2}=0,00009$; nők: $p^{1,0}=0,0006$; $p^{1,2}=0,0006$), csípőszög (férfiak: $p^{1,0}=0,0001$; $p^{1,2}=0,0004$; nők: $p^{1,0}=0,0003$; $p^{1,2}=0,0009$) átlagos relatív szórása szignifikánsan eltérő (9. és 10. táblázat).

A járássebesség elemzésénél a kép a kontrollcsoportéhoz képest árnyaltabb. Az érintett oldali térdszög (férfi: $p=0,13$; nő: $p=0,12$), csípőszög (férfi: $p=0,16$; nő: $p=0,18$), valamint a medencebillenés (férfi: $p=0,21$; nő: $p=0,28$) átlagos relatív szórása 1,2 m/s szalagsebesség esetén kisebb volt, mint 1,0 m/s szalagsebesség esetén, de az eltérés nem

szignifikáns. A nem-érintett oldali térdszög (férfi: $p=0,007$; nő: $p=0,01$), csípőszög (férfi: $p=0,009$; nő: $p=0,008$) átlagos relatív szórása 1,2 m/s szalagsebesség esetén szignifikánsan nagyobb volt, mint 1,0 m/s szalagsebesség esetén. A medencedőlés átlagos relatív szórása 1,2 m/s szalagsebességnél nagyobb volt – de nem szignifikánsan – mint 1,0 m/s szalagsebesség esetén (férfi: $p=0,09$; nő: $p=0,14$) (9. és 10. táblázat). A medencerotatio átlagos relatív szórása 1,2 m/s szalagsebesség esetén szignifikánsan kisebb (férfi: $p=0,03$; nő: $p=0,03$), mint 1,0 m/s esetén. A vizsgált személy neme szignifikánsan befolyásolta a nem-érintett oldali térdszög ($p^{1,0}=0,03$; $p^{1,2}=0,009$), csípőszög ($p^{1,0}=0,008$; $p^{1,2}=0,003$), valamint a medencebillenés ($p^{1,0}=0,02$; $p^{1,2}=0,03$) és medencerotatio ($p^{1,0}=0,007$; $p^{1,2}=0,006$) átlagos relatív szórását (9. és 10. táblázat).

5.4.2.3. A medialispartialis meniscectomia után 12 hónappal

Műtét után 12 hónappal mért értékeiből számított távolság- és időjellelű változók relatív szórása szignifikánsan nem tért el ($p \geq 0,13$) a kontrollcsoport értékeitől (7, 8. és F11, F12. táblázat). A betegcsoport műtét előtt mért értékeihez képest szignifikáns eltérés volt a lépéshossz, a lépésszélesség és kettős támaszfázis időtartam, valamint az érintett oldali lépéshossz, támaszfázis időtartam esetén (7, 8. és F11, F12. táblázat). Minden esetben a nem-érintett oldal volt a domináns, de az értékek nem mutatnak szignifikáns eltérést az érintett oldal értékeihez képest ($p \geq 0,09$) (7. és 8. táblázat).

A távolság- és időjellelű paraméterek relatív szórása 1,2 m/s szalagsebesség esetén kisebb volt, mint 1,0 m/s szalagsebesség esetén, de a kontrollcsoportéhoz hasonlóan szignifikáns különbség nem volt kimutatható (7. és 8. táblázat). A kontrollcsoportéhoz hasonlóan a nők esetén a lépéshossz ($p^{1,0}=0,001$; $p^{1,2}=0,0007$), mindkét oldali lépéshossz ($p^{1,0}$ érintett=0,006; $p^{1,0}$ nem-érintett=0,001; $p^{1,2}$ érintett=0,003; $p^{1,2}$ nem-érintett=0,01), valamint a lépésszélesség ($p^{1,0}=0,04$; $p^{1,2}=0,008$) relatív szórása szignifikánsan kisebb volt, mint a férfiak értékei (7. és 8. táblázat).

Az ízületi mozgás szabályosságát jellemző szögjellelű változók átlagos relatív szórását elemezve (9. és 10. táblázat) megállapítható, hogy a kontrollcsoportéhoz képest az érintett oldali térdszög, valamint medencerotatio átlagos relatív szórása szignifikánsan csökkent, míg a nem-érintett oldali térdszög, csípőszög, valamint a medencebillenés átlagos relatív

szórása szignifikánsan nőtt (9, 10. és F13, F14. táblázat). A betegcsoport műtét előtti értékeihez képest az érintett oldali térdszög, csípőszög mozgásának szabályosságát jellemző átlagos relatív szórás szignifikánsan nőtt, míg a nem-érintett oldali térdszög, csípőszög, medencebillenés átlagos relatív szórása szignifikánsan csökkent, a medencerotatio átlagos relatív szórása szignifikánsan nőtt (9, 10. és F13, F14. táblázat). Az érintett és a nem-érintett oldali térdszög (férfiak: $p^{1,0}=0,007$; $p^{1,2}=0,003$; nők: $p^{1,0}=0,005$; $p^{1,2}=0,009$), csípőszög (férfiak: $p^{1,0}=0,03$; $p^{1,2}=0,03$; nők: $p^{1,0}=0,02$; $p^{1,2}=0,01$) átlagos relatív szórása szignifikánsan eltérő volt (9. és 10. táblázat).

A műtét után 12 hónappal az ízületi mozgások szabályosságát a járás sebessége befolyásolta: 1,2 m/s szalagsebesség esetén minden jellemző esetén az átlagos relatív szórás nagyobb, mint 1,0 m/s szalagsebesség esetén. Szignifikáns eltérést mutatott a nem-érintett oldali térdszög (férfi: $p=0,03$; nő: $p=0,04$), csípőszög (férfi: $p=0,01$; nő: $p=0,008$), valamint a medencerotatio (férfi: $p=0,02$; nő: $p=0,08$) átlagos relatív szórása (9. és 10. táblázat). A vizsgált személy neme szignifikánsan befolyásolta a nem-érintett oldali térdszög ($p^{1,0}=0,008$; $p^{1,2}=0,005$), csípőszög ($p^{1,0}=0,003$; $p^{1,2}=0,001$), valamint a medencebillenés ($p^{1,0}=0,007$; $p^{1,2}=0,006$), a medencerotatio ($p^{1,0}=0,01$; $p^{1,2}=0,003$) átlagos relatív szórását (9. és 10. táblázat).

6. Megbeszélés

Az ultrahang alapú járásvizsgálattal a medialis meniscus sérülés és a medialis, partialis meniscectomia biomechanikai hatását vizsgáltuk. Futószalagon történő járás közben a kijelölt anatómiai pontok térbeli helyzetéből meghatároztuk a járásmintát jellemző kinematikai paramétereket, a járás szabályosságát jellemző járásváltozékonysági paramétereket, valamint a mért elektromyogramból az izomaktivitását jellemző intermuszkularis koordinációt. A mérési módszer, a kontroll- és betegcsoport összeállítása lehetőséget adott arra is, hogy a járásmintát és a járásszabályosságot jellemző paramétereket befolyásoló tényezők közül a járássebesség és a vizsgált személy nemének hatását is elemezzük.

6.1. A szabadon választott járássebesség változása

A járásmintát leíró kinematikai jellemzőket és a járás szabályosságát leíró járásváltozékonysági paramétereket elsősorban a járás sebessége befolyásolhatja (Roislien és mtsai, 2009). Fiatal személyek esetén a korábbi kutatások (Chiu és Wang, 2007; Holden és mtsai, 1997; Murray és mtsai, 1984; Roislien és mtsai, 2009) egyértelműen igazolták, hogy a járássebesség szignifikánsan befolyásolja az alsó végtag ízületi mozgásait, egyes izmok aktivitását és a kinetikai paramétereket. Idős személyeknél a korábbi kutatások megállapították, hogy a járássebesség szignifikánsan befolyásolja a járás kinematikai, kinetikai paramétereit (Bejek és mtsai, 2006; Möckel és mtsai, 2003) és a járásváltozékonysági paramétereket is (Kiss, 2010b; 2011a; 2012). Idős személyeken végzett korábbi kutatások azt is megmutatták (Kiss, 2010b; 2012), hogy a járás szabályosságának vizsgálatát az összes vizsgált csoport szabadon választott járássebességén el kell végezni. Ennek megfelelően a kutatás fontos feladata volt a kontroll- és a betegcsoport szabadon választott járássebességének meghatározása.

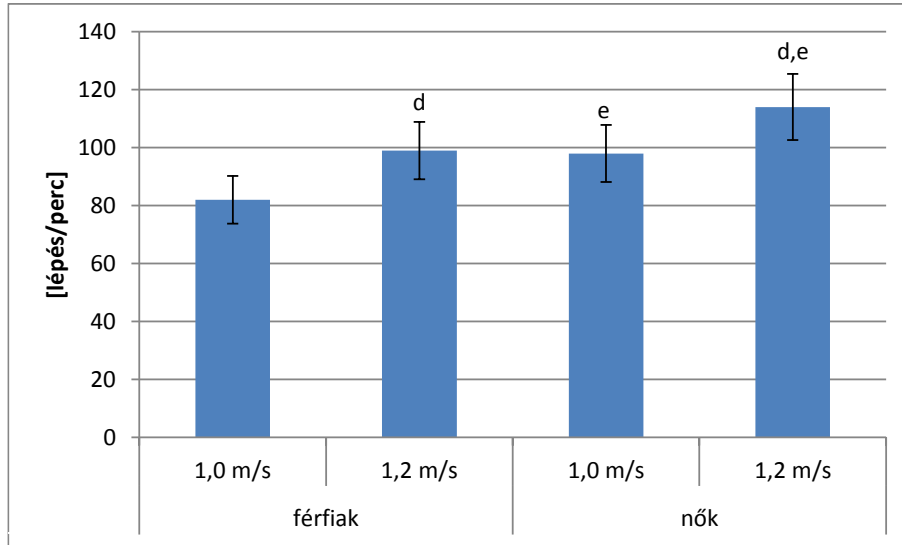
A kontrollcsoport szabadon választott járássebessége megegyezik a korábbi kutatás eredményeivel (*Kang és Dingwell, 2008*). A betegcsoport szabadon választott járássebessége a műtét előtt és a műtét után 6 héttel és 3 hónappal szignifikánsan lassabb, mint a kontrollcsoport szabadon választott sebessége (2. táblázat). Kutatásaink megerősítik *Durand és mtsainak (1993)* azon megállapítását, hogy a medialis, partialis meniscectomia előtt és a műtét után 8 héttel a járás sebessége szignifikánsan lassabb, mint az egészséges személyeké. A műtét után 12 hónappal a kontrollcsoport értékeihez képest az eltérés már nem szignifikáns (2. táblázat), ami megegyezik *Bulgheroni és mtsai (2007)* azon megállapításával, hogy a részleges meniscectomia után 6 és 12 hónappal a járás sebessége szignifikánsan nem tér el a kontrollcsoport értékétől.

A korábbi kutatások (*Bulgheroni és mtsai, 2007; Durand és mtsai, 1993*) és jelen kutatás eredményei alapján *a medialis meniscus sérülés következtében és a medialis, részleges meniscectomia korai (első három hónap) posztoperatív időszakában a járás szabadon választott sebessége szignifikánsan lassabb, mint a kontrollcsoport szabadon választott járássebessége. A műtét után egy évvel szignifikánsan eltérés már nem figyelhető meg. A futófolyosón végzett vizsgálatok eredményei megerősítették, hogy a futópádon végzett járásvizsgálatot 1,0 m/s és 1,2 m/s szalagsebesség esetén célszerű végezni.*

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

6.2.1. A szalagsebesség hatása

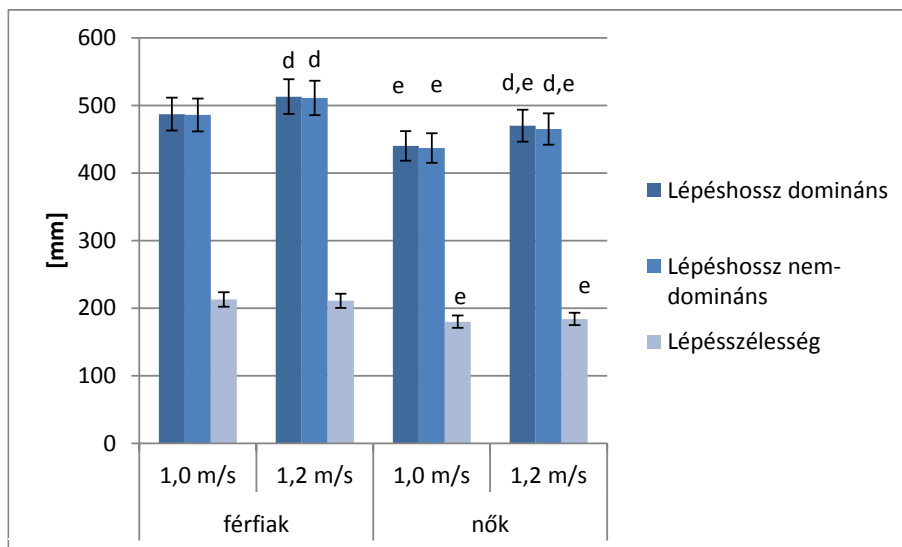
A járásmintát leíró kinematikai változók elemzéséből látható, hogy a szalagsebesség növekedésével a paraméterek értékei néhány kivételtől eltekintve növekednek (3-6. táblázatok). Az eredmények alapján a fiatal férfiak és nők esetén a medence különböző módon vesz részt a sebesség növelésében (5. és 6. táblázat). A jellemzők értékeléséből látható, hogy a járássebesség növelését a fiatal, egészséges személyek a lépésfrekvencia (16. ábra) és lépéshossz növelésével érik el (17. ábra), amelyet a térdízületi és a csípőízületi mozgás szignifikáns növelésével biztosítanak (18. ábra).



16. ábra:

Egészséges férfiak és nők lépéshajlési frekvenciája 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.



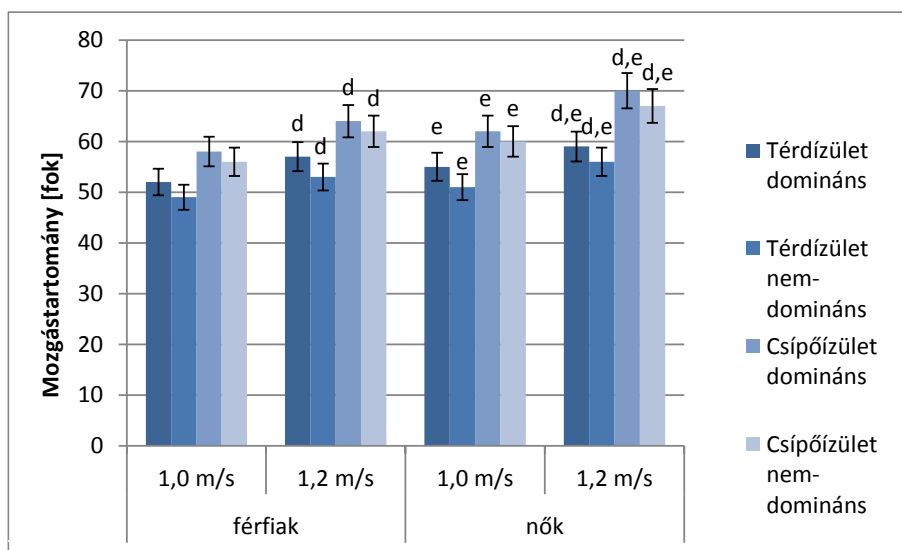
17. ábra:

Egészséges férfiak és nők lépéshajlési hossz és lépéshajlési szélesség 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.

Mind a térdízület, mind a csípőízület flexiója szignifikánsan nő (5. és 6. táblázat), míg az extenziojának növekedése nem szignifikáns (5. és 6. táblázat), de a flexió szignifikáns növekedése következtében a mozgástartomány növekedése is szignifikáns (18. ábra). Az egészséges, fiatal személyeknél a járás szimmetriája megtartott, szignifikáns különbség a két oldal járás képe között nem mutatható ki (17. és 18. ábrák). A térdízület és a csípőízület mozgására kapott eredmények megegyeznek a korábbi kutatások

eredményeivel (Chiu és Wang, 2007; Holden és mtsai, 1997; Murray és mtsai, 1984; Roislien és mtsai, 2009). A fiatal személyek esetén nem áll rendelkezésre irodalmi adat arra nézve, hogy a járássebesség hogyan befolyásolja a medence mozgását. A medencemozgásnak a sebesség növelésében betöltött szerepe a fiatal férfiak és nők esetén különböző. A férfiak esetén a sebesség növelésében a medencebillenés mozgásterjedeleme növekedése – melyet a minimum érték növelése okoz –, valamint a medencedőlés mozgásterjedeleme növekedése – melyet a maximum érték növelése biztosít – vesz részt (19. ábra). A fiatal, egészséges nők esetében a járássebesség növekedésével e két medencemozgás növekedése mellett a medencerotatio mozgásterjedelme is megnövekedett, melyet a minimum érték növelése okoz (19. ábra). Ez ellentétes az idős nők esetén tett megállapítással, mivel ott a medencerotatio növekedése nem figyelhető meg (Bejek és mtsai, 2006).

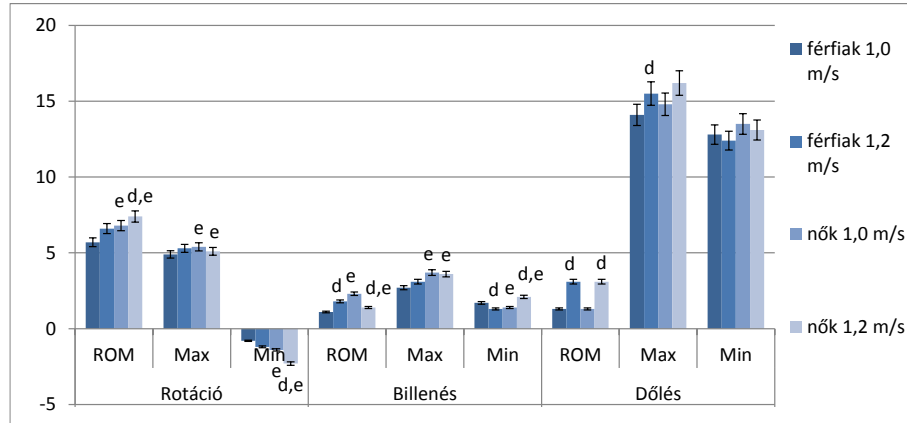


18. ábra:

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.



19. 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;

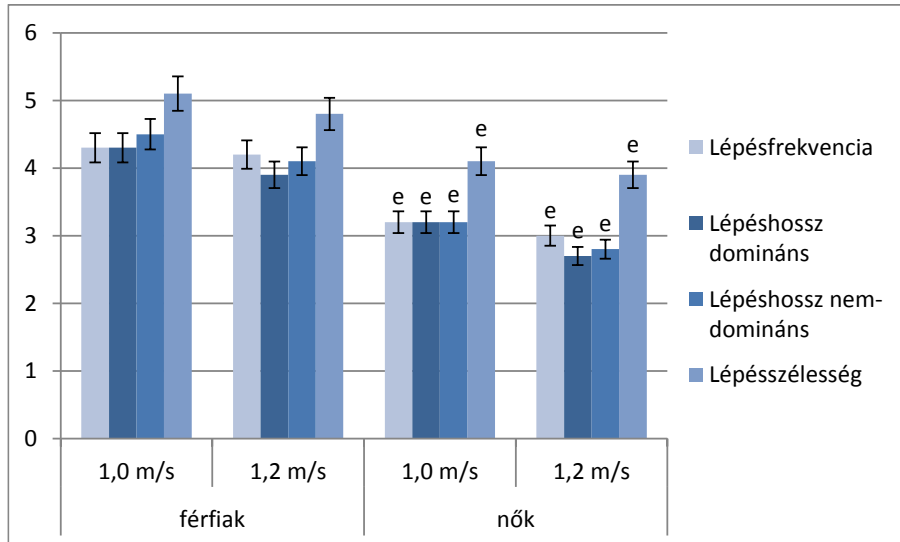
^e: szignifikáns különbség a férfiak és a nők eredményei között.

A járás szabályosságát leíró járásváltozékonysági paraméterek elemzésekor a fiatal, egészséges személyek (kontrollcsoport) esetén a szabadon választott járássebesség környezetében (1,2 m/s) a járáskép szabályosságát jellemző változékonysági paraméterek, azaz a távolság- és időjellegű paraméterek relatív szórása (20. ábra) a legkisebb, míg az ízületi mozgás változékonysági paraméterei, azaz a szögjellegű paraméterek átlagos relatív szórása (21. ábra) a legnagyobb. Szignifikáns különbség egyik járásváltozékonysági paraméter esetén sem kimutatható.

Ha a szalagsebesség eltér a szabadon választott járássebesség értékétől a távolság- és időjellegű paraméterek relatív szórása nő, a szögjellegű változók átlagos relatív szórása csökken, azaz a változás tendenciája ellentétes (Kiss, 2010b; 2012) (20. és 21. ábra). Fiatal, egészséges személyeknél *Beauchet és mtsai (2007)* korábbi kutatások (*England és Granata, 2007; Hausdorff és mtsai, 2001; Heiderscheit, 2000; Newell és Corcos, 1993*) eredményei alapján elméleti levezetéssel bizonyították, hogy a távolság- és időjellegű változók szórásának növekedése a szögjellegű változók átlagos szórásának csökkenésével együttesen jelenti a járás harmóniájának romlását, de ez nem szignifikáns. Jelen kutatás a fenti megállapítást mérési eredmények statisztikai feldolgozásával bizonyítja.

Összefoglalásként megállapítható, hogy a járássebesség idős, egészséges személyekhez hasonlóan fiatal, egészséges személyek esetén is a járásmintát jellemző kinematikai jellemzőit szignifikánsan befolyásolja. A járás szabályosságát jellemző járásváltozékonysági paraméterek esetén a változás nem szignifikáns, de a járás képe és

az ízületi mozgások szabályosságát leíró változékonysági paraméterek változása közötti tendencia ellentétes.

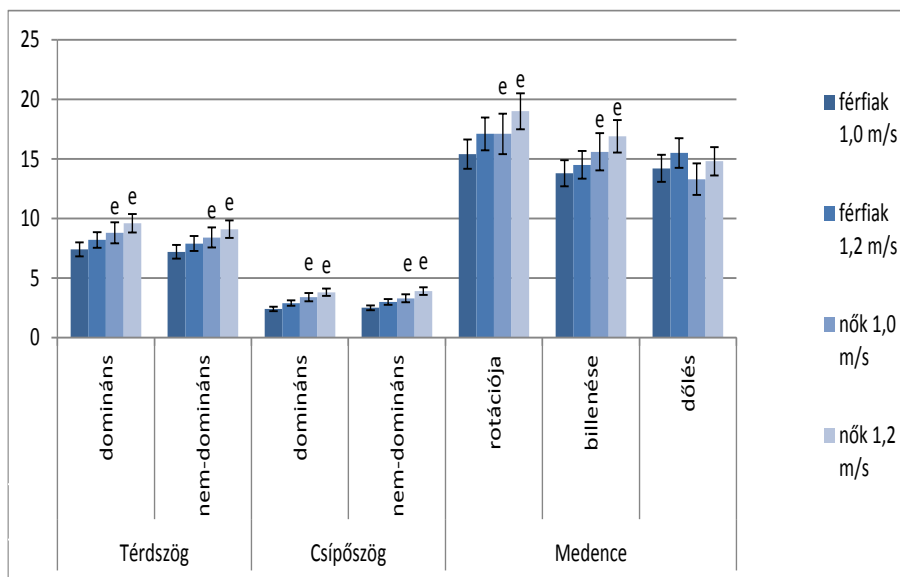


20. ábra:

Egészséges férfiak és nők esetén a járásképek szabályosságát leíró relatív szórások 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.



21. ábra

Egészséges férfiak és nők esetén az ízületi mozgás szabályosságát leíró átlagos relatív szórások 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.

6.2.2. *A vizsgált személy nemének hatása*

A járásmintát leíró kinematikai változók elemzéséből látható, hogy a vizsgált személy neme szignifikánsan befolyásolja a kinematikai paraméterek nagy részét (3-6. táblázatok). A jellemzők értékelése alapján férfiak esetén a lépésfrekvencia szignifikánsan kisebb (16. ábra), valamint a lépéshossz és a lépésszélesség szignifikánsan nagyobb (17. ábra) a nők értékeihez képest. A vizsgált személy neme a támaszfázis és a kettős támaszfázis időtartamát nem befolyásolja (3. és 4. táblázat). Az eredmények azt mutatják, hogy a nők járása esetén a lépések kisebbek, de szaporábbak (16. és 17. ábrák). Ez az eredmény megegyezik *Cho és mtsai (2004)* koreai személyeken történt vizsgálatának eredményeivel. A férfiak – a sebesség növeléséhez – a lépéshossz növelését (17. ábra) a térdízület és a csípőízület mozgásának szignifikáns megváltoztatásával biztosítják (18. ábra). A térdízület és a csípőízület flexiója szignifikánsan nő (5. és 6. táblázat), aminek következtében a mozgástartomány is szignifikánsan nő (18. ábra). Az eredmény részben megegyezik a korábbi kutatási eredményekkel (*Cho és mtsai, 2004; Chumanov és mtsai, 2008; Kerrigan és mtsai, 1998; Nigg és mtsai, 1994*). A térdízület extensioja esetén az eltérés nem szignifikáns (5. és 6. táblázat), ami ellentmond a korábbi kutatások eredményeinek (*Cho és mtsai, 2004; Chumanov és mtsai, 2008*). Az eltérés oka valószínűsíthetően az, hogy a vizsgálatunk futószalagon, míg a korábbi vizsgálatok futófolyosón történtek. A vizsgált személy neme szignifikánsan befolyásolja a medencerotációt és medencebillenést, de a medencedőlés esetén az eltérés nem szignifikáns (19. ábra). A medencemozgásra tett a megállapításunk megegyezik az irodalomban található megállapításokkal (*Cho és mtsai, 2004; Chumanov és mtsai, 2008*).

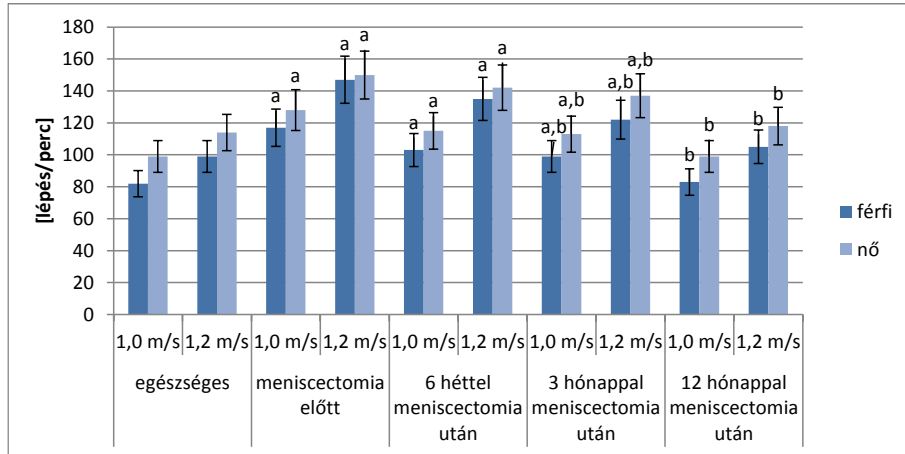
A járás szabályosságát leíró járásváltozékonysági paraméterek elemzésével megállapítható, hogy nők esetén a távolság- és időjellegű paraméterek relatív szórása (20. ábra) kisebb, mint a férfiaké. Az ízületi mozgás változékonysági paraméterei, azaz a szögjellegű paraméterek átlagos relatív szórása esetén ellentétes trend figyelhető meg, mivel a nők szögjellegű paramétereinek átlagos relatív szórása (21. 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. A járásképp és az ízületi mozgás szabályossága közötti ellentétes tendencia nemcsak a sebességváltozás esetén, hanem a nemek összehasonlítása esetén is kimutatható. A korábbi kutatás (*Kiss, 2011a; 2012*) idős,

egészséges személyek esetén bizonyította, hogy a járás sebessége és a vizsgált személy neme egyaránt szignifikánsan befolyásolja a járás szabályosságát leíró járásváltozékonysági paramétereket. A mérési eredmények alapján megállapítható, hogy férfiak esetén a járás harmóniája rosszabb, mint nők esetén.

Összefoglalásként *a vizsgált személy neme fiatal, egészséges személyek esetén nemcsak a járásmintát jellemző kinematikai, hanem a járás szabályosságát jellemző járásváltozékonysági paramétereket is szignifikánsan befolyásolja.*

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

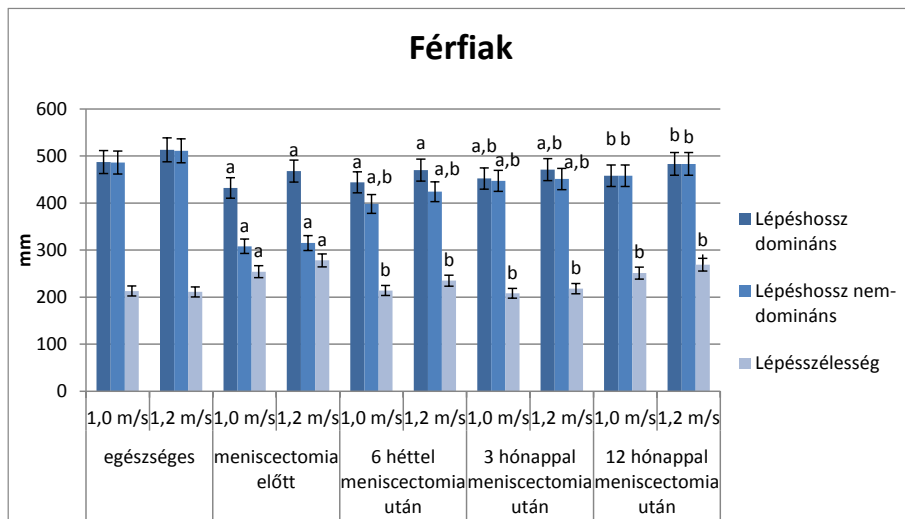
A járásmintát jellemző távolság- és időjellelű paraméterek alapján (3. és 4. táblázat) a medialis, partialis meniscectomia előtt, valamint a műtét után 6 héttel és 3 hónappal a lépésfrekvencia szignifikánsan nő (22. ábra), míg mindkét oldal lépéshossza szignifikánsan csökken (23. ábra). A medialis meniscus sérülés és a partialis meniscectomia utáni korai posztoperatív szakaszban a járás apróbb, de szaporább lépésekből áll (22. és 23. ábrák). A járásbiztonság növelése érdekében a műtét előtt a lépésszélesség szignifikánsan nagyobb, mint a kontrollcsoport értéke (23. ábra). *Duran és mtsai (1993)* megállapították, hogy a lépéshossz a műtét előtt és a műtét után 8 héttel is szignifikánsan csökken, ami kutatásaink eredményével megegyezik. A medialis, partialis meniscectomia után 12 hónappal a távolság- és időjellelű paraméterek megegyeznek a kontrollcsoport értékeivel, amely *Bulgheroni és mtsai (2007)* eredményeit megerősíti.



22. ábra:

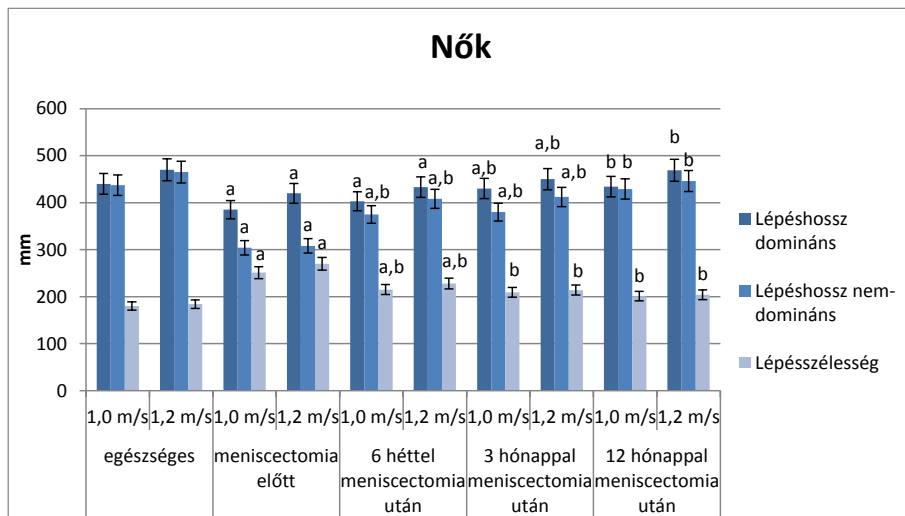
A lépésfrekvencia a kontrollcsoport és a betegcsoport esetén

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



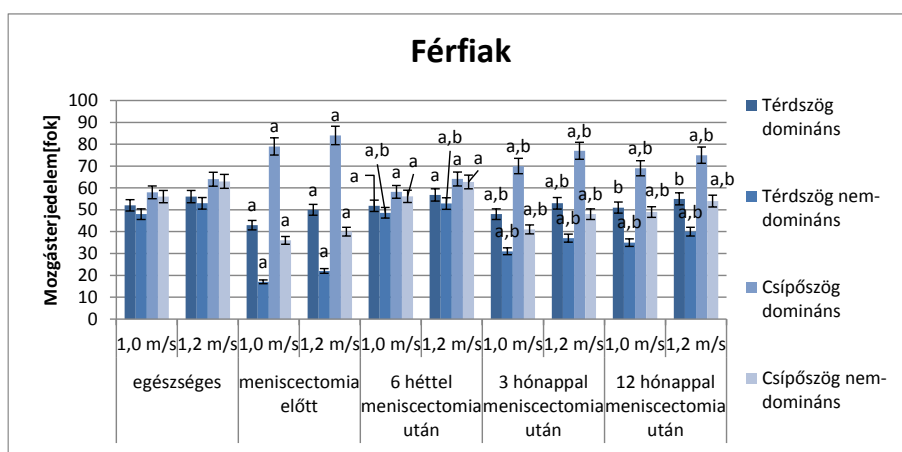
23. ábra:

A lépéshossz és a lépésszélesség a kontrollcsoport és a betegcsoport esetén



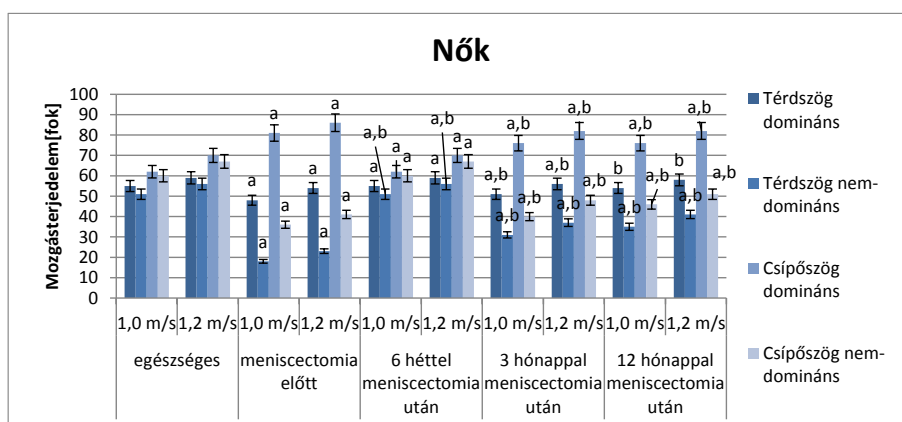
a: szignifikáns különbség a kontrollcsoport értékeihez képest; b: szignifikáns különbség a műtét előtt mért értékekhez képest;

A járásmintát jellemző szögjellegű paraméterek elemzése sokkal árnyaltabb képet mutat (5. és 6. táblázat). Az érintett oldali térdízület és csípőízület mozgása a medialis meniscus sérülés következtében szignifikánsan beszűkül (24. 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 (24. 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 (24. ábra). A nem-érintett oldali csípőízület mozgása a műtét előtt és a posztoperatív időszakban egyaránt szignifikánsan nagyobb, mint a kontrollcsoport értékei (24. ábra). Ezek az eredmények megegyeznek a korábbi kutatások eredményeivel (Bulgheroni és mtsai, 2007; McNicholas és mtsai, 2000; Sturnieks és mtsai, 2008).



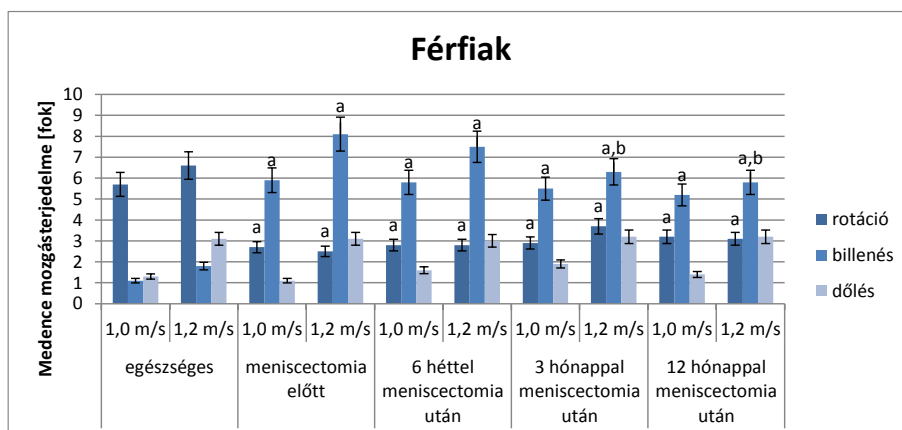
24. ábra:

A térdszög és a csípőszög mozgásterjedelme a kontroll- és a betegcsoport esetén

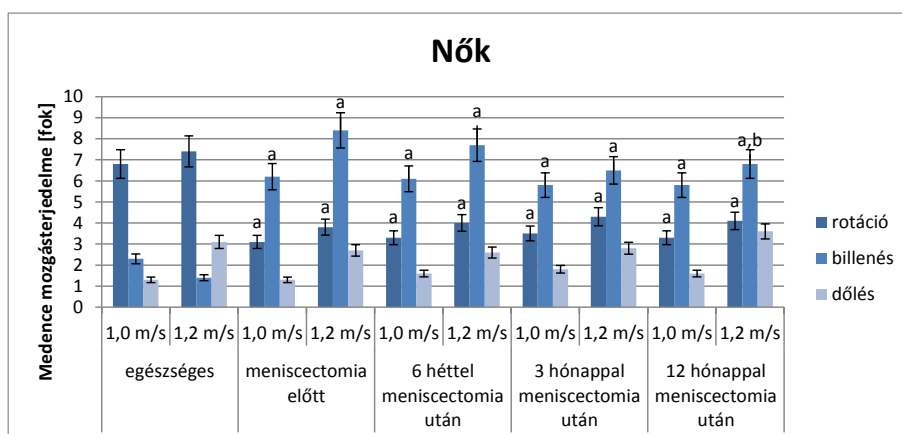


^a: szignifikáns különbség a kontrollcsoport értékeihez képest;
^b: szignifikáns különbség a műtét előtt mért értékekhez képest;

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 (25. ábra). Ez a szignifikáns csökkenés annak ellenére látható, hogy az érintett oldal beszűkült ízületi mozgásai, valamint a posztoperatív időszak alatt a medencemozgások szignifikánsan növekednek (25. ábra). A műtét előtt, valamint az egyéves posztoperatív időszakban az érintett oldal csökkent mozgásának kompenzációjában a fentiek alapján a nem-érintett oldali térdízület nem vesz részt (24. ábra), míg a nem-érintett oldali csípőízület szignifikánsan megnövekedett mozgással vesz részt (24. ábra). A kompenzációban fontos szerepet vállal a szignifikánsan megnövekedett medencebillenés is (25. ábra).



25. ábra: A medencerotatio, -billenése és -dőlés mozgásterjedelme a kontrollcsoport és a betegcsoport esetén



a: szignifikáns különbség a kontrollcsoport értékeihez képest;
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 (12-15. ábrák) a

kontrollcsoporthoz képest (11. ábra). A m. vastus lateralis és medialis, valamint a m. rectus femoris csökkent működése jelenik meg a térdízület beszűkült mozgásában. A m. gluteus medius, valamint a m. gastronemius medialis és lateralis megnövekedett mozgása okozza a medence megváltozott mozgását. A medence csökkent rotatioját mutatja, hogy m. adductor longus működése kétfázisú. Az intermuszkularis koordináció megváltozása a járás kinematikai jellemzőiben bekövetkezett változásokra tett megállapításunkat megerősíti.

A medialis meniscus sérülés következtében és a medialis, partialis meniscectomia utáni posztoperatív egyéves időszakban a járássebesség növelésében eltérések figyelhetők meg az egészséges személyekhez képest (3-6. táblázatok). Eltérések:

- A műtét előtt és a műtét után 6 héttel és 3 hónappal a sebesség növelésével az érintett oldali lépéshossz nem növekszik szignifikánsan, bár az érintett oldali térdszög mozgástartománya a sebesség növelésében részt vesz.
- A pre- és posztoperatív időszakban egyaránt a sebesség növelésével a lépésszélesség nem növekedik szignifikánsan.
- A sebesség növelésében műtét előtt a medencebillenés vesz részt, addig a posztoperatív időszakban a medencebillenés szignifikánsan nem változik a sebesség növekedésével.
- A medialis meniscus sérülés és a medialis partialis meniscectomia után nők esetén a sebesség növekedésével a medence rotatioja nem növekszik szignifikánsan.
- A betegcsoport esetén a sebesség növelésében az érintett és a nem-érintett oldali ízületek és a medencedőlés megnövekedett mozgása, valamint a lépésfrekvencia növekedése játszik szerepet, az érintett oldal lépéshossza csak a posztoperatív időszak 3. hónapjától vesz részt (3-6. táblázatok).

A vizsgált személy neme nem befolyásolja a lépésfrekvenciát és az érintett oldali lépéshosszát a műtét előtt és a műtét után 6 héttel, a lépésszélességet a műtét előtt és a műtét után 6 héttel és 3 hónappal (3. és 4. táblázat). Az érintett oldali térdszög és csípőszög mozgástartománya (5. és 6. táblázat), valamint a medencerotatio, és – billenés sem a műtét előtt, sem a posztoperatív időszakban nem különbözik szignifikánsan (5. és 6. táblázat). Ez azt mutatja, hogy a nemek okozta eltérés elsősorban a nem-érintett oldali térdízület és csípőízület mozgásában figyelhető meg.

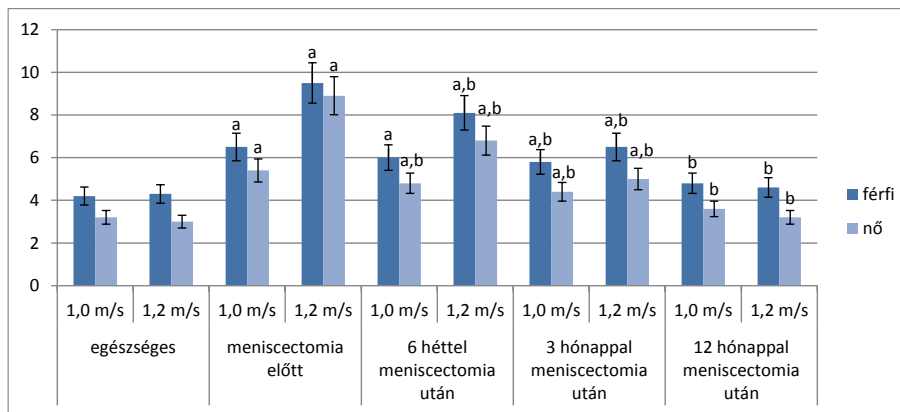
Összefoglalóan megállapítható, hogy a medialis meniscus sérülés és a korai posztoperatív időszakban kimutatható szignifikáns járáskép módosulás a késői posztoperatív időszakban eltűnik, de az érintett ízület kíméléséből adódó mozgás beszűkülések a műtét után 12 hónappal is kismértékben megmaradnak. A kompenzációban az ellenoldali csípőízület és a medencebillenés vesz részt. Ezt az izmok aktivitását jellemző intermuszkuláris koordináció megváltozása is alátámasztja.

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. A vizsgált személy nemének befolyásoló hatása a járásképre a késői posztoperatív időszakban figyelhető meg. Az érintett oldal kímélése jól megmutatkozik abban, hogy vizsgált beteg nemének hatása a nem-érintett oldali ízületek esetén mutatható ki.

6.4. A medialis meniscus sérülés és a medialis, partialis meniscectomia hatása a járásváltozékonyságra

A távolság- és időjellelű paraméterek megváltozott relatív szórása alapján a járáskép szabályosságát a medialis meniscus sérülés és a medialis, partialis meniscectomia szignifikánsan befolyásolta (7. és 8. táblázat). 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 (26. és 27. ábra). Ennek alapján a járáskép szabályossága, összehangoltsága romlott (Beauchet és mtsai, 2007, Dubost és mtsai, 2006; Hausdorff, 2005; Newell és Corcos, 1993). A két oldal járásképeinek szabályosságát leíró relatív szórások összehasonlítása szignifikáns különbséget mutatott, ami megerősíti a járáskép elemzésekor tett azon megállapításunkat, hogy a járás (a járáskép és a járásszabályosság egyaránt) nem szimmetrikus. A medialis, partialis meniscectomia után 12 hónappal a távolság- és időjellelű paraméterek relatív szórása megegyezett a kontrollcsoportéval (26. és 27. ábra). Ez azt jelenti, hogy egy évvel a műtét

után a járás automatikus, ritmikus, összehangolt, azaz járás képe lépésről lépésre szabályosan, kis eltéréssel ismétlődik meg (Newell és Corcos, 1993). Ez megerősíti korábbi kutatások eredményei alapján tett azon megállapítást, miszerint a járásképző szignifikánsan megváltozik a meniscus sérülést követően (Durand és mtsai, 1993), a posztoperatív időszakban közelíti, majd a késői posztoperatív időszakban eléri a kontrollcsoport értékeit (Bulgheroni és mtsai, 2007).



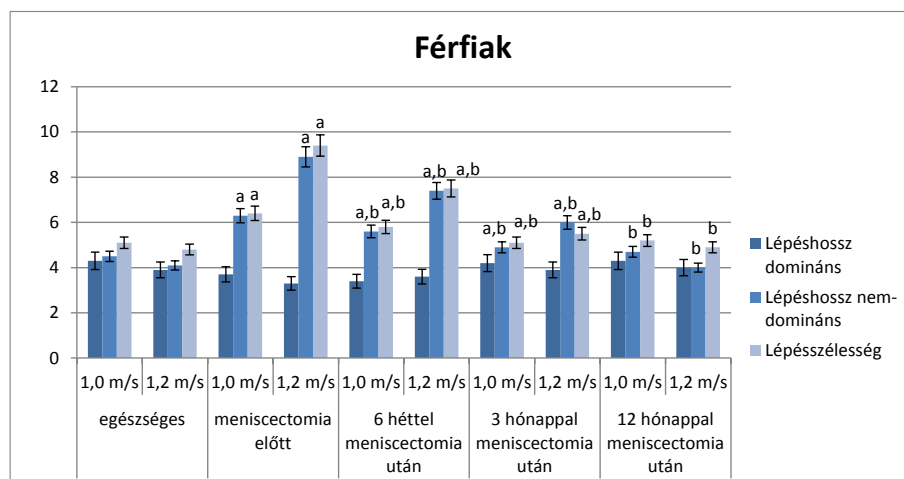
26. ábra:

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;

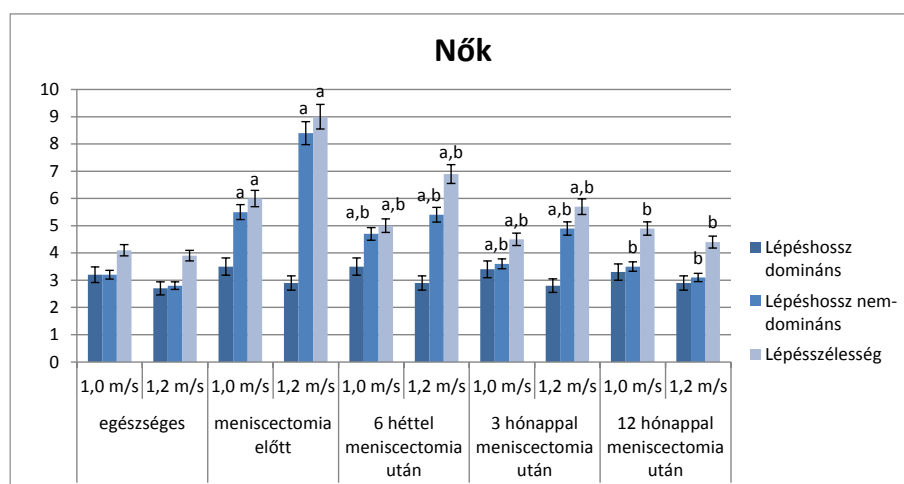
Az ízületi mozgások szabályossága, amely a szögjellegű paraméterek átlagos relatív szórásával jellemezhető, a medialis meniscus sérülés és a medialis, partialis meniscectomia következtében szignifikánsan megváltozik (9. és 10. táblázat). Az érintett oldali csípő- és térdszög átlagos relatív szórása a kontrollcsoportéhoz képest szignifikánsan csökken a preoperatív és a posztoperatív időszakban egyaránt (28. 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 (28. ábra). Az érintett oldali ízületek szabályosságát jellemző átlagos relatív szórás csökkenésének vélhetően az az oka, hogy az ízületek mozgása (24. ábra) beszűkült. Ez azt jelenti, hogy az érintett oldali ízületek flexibilitása, szerepe a folyamatos korrigálásban, korrekcióban csökken (Dubost és mtsai, 2006; Hausdorff, 2005; Maki, 1997; Newell és Corcos, 1993; Nutt és mtsai, 1993). A medialis meniscus sérülése esetén az ízület flexibilitásának csökkenését a fájdalom okozhatja (Hubley-Kozey és

mtsai, 2006). A medialis partialis meniscectomiát követően a műtött oldali csípő- és térdszög átlagos relatív szórásának csökkenését, mozgásának beszűkülését a fájdalom már nem okozhatja, mert a VAS-skálán bejelölt fájdalomérték alacsony (0,3 cm; tartomány 0,0-0,7 cm). A posztoperatív időszakban a térdízület csökkent átlagos relatív szórása feltételezhetően kóros elváltozásra utalhat (*Hausdorff, 2005*), és a röntgenfelvétellel kimutatható degeneratív változások előjele lehet (*McClelland és mtsai, 2009; Roos és mtsai, 1998; Tengrootenhuysem és mtsai, 2011; Veith, 1985*). A csökkent medencerotatio átlagos relatív szórása csökkent (29. ábra), ami a csökkent funkcionális reakcióképességet és a mozgáskorrekcióban való csökkent szerepét mutathatja (*Moraiti és mtsai, 2007; 2010; Stergiou és mtsai, 2004*).

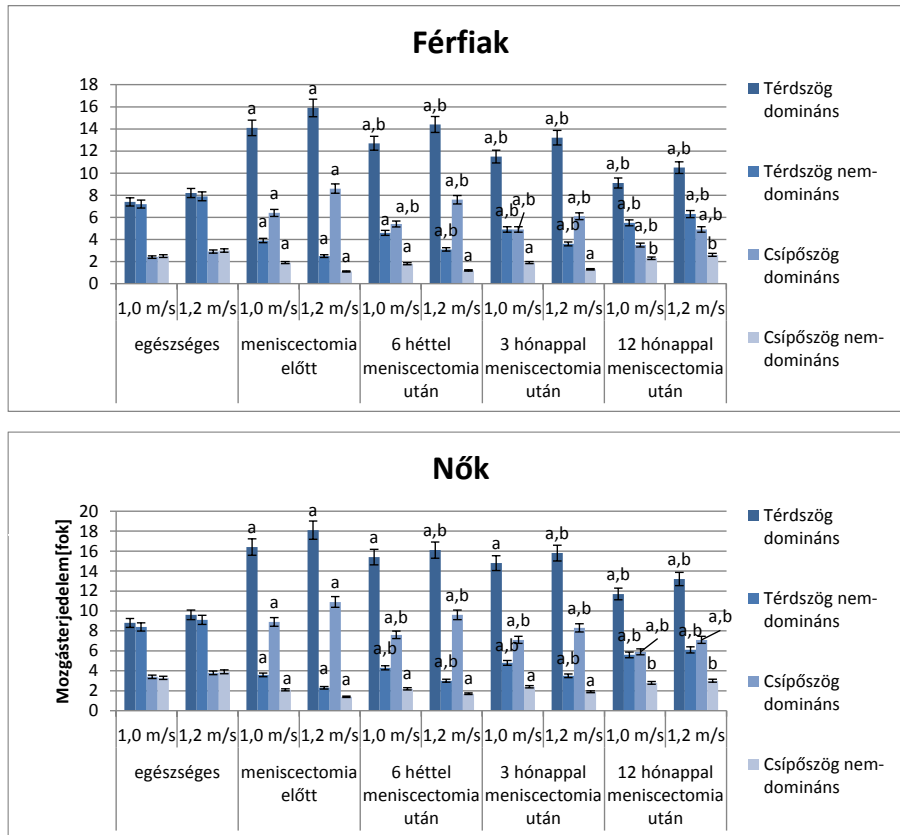


27. ábra:

A lépéshossz és a lépésszélesség relatív szórása a kontrollcsoport és a betegcsoport esetén



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



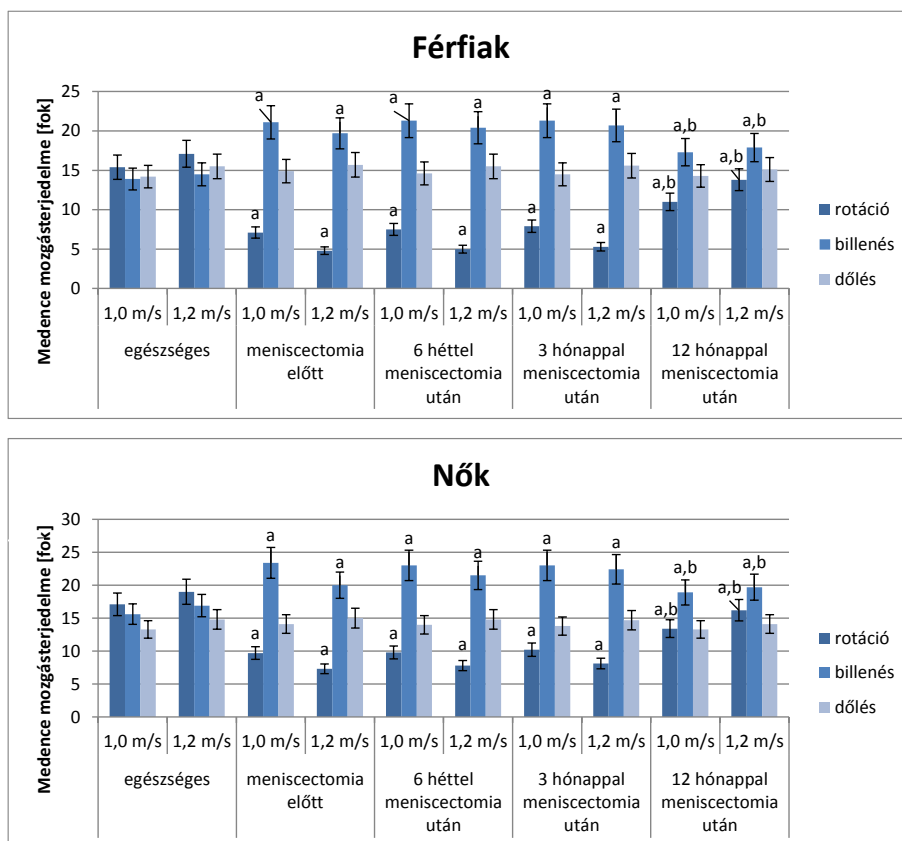
28. ábra:

A térdízületi és a csípőízületi 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 medialis meniscus sérülés és a medialis, partialis menisectomia következtében a távolság- és időjellelű paraméterek relatív szórása nő, az érintett oldali ízületek szögjellelű változóinak átlagos relatív szórása csökken. E kettő együttesen azt mutatja, hogy a medialis, partialis menisectomia preoperatív és korai posztoperatív szakaszában a járásképp lépésről lépésre történő megismétlési pontossága, szabályossága romlik; az érintett oldali ízületek flexibilitása, valamint a folyamatos korrigálásban, korrekcióban betöltött szerepe csökken (Dubost és mtsai, 2006; Hausdorff, 2005; Maki, 1997; Newell és Corcos, 1993; Nutt és mtsai, 1993). A posztoperatív időszakban a járásképp szabályosságát jellemző változékonysági paraméterek megközelítik és eléri a kontrollcsoport értékeit, azaz a járásképp szabályossága, összehangoltsága a posztoperatív időszak végére tér vissza. Az érintett ízületek mozgásának szabályosságát jellemző átlagos relatív szórása a posztoperatív időszak végén a kontrollcsoport értékénél szignifikánsan kisebb, azaz flexibilitása rosszabb, szerepe a mozgás koordinálásában, korrekciójában csökken. Ez azt jelentheti, hogy a vizsgált személynek a változó

körülményekhez történő alkalmazkodó képessége romlik (Heidersheit, 2000; Stergiou és mtsai, 2004). Egyben a meniscectomia következtében kialakuló elváltozásokat is előrejelezheti, mint például a megnövekedett hajlamot a térdízületi kopásra (Alentorn-Geri E, 2011; Bedi és mtsai, 2010; Masouris és mtsai, 2008; Roos és mtsai, 1998; Tengrootenhuysem és mtsai, 2011; Veith, 1985).



29. 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 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 (28. és 29. ábra) a kontrollcsoportéhoz képest. Az ízületi mozgások szabályosságát jellemző átlagos relatív szórás növekedése azt jelzi, hogy ezen ízületeknek a flexibilitása, a mozgás korrigálásában, a mozgás összehangolásában, a stabil járás kialakításában betöltött szerepe nő (Beauchet és mtsai, 2007; Hausdorff, 2005). Ezek az eredmények megerősítik a járásmintát jellemző kinematikai paraméterek alapján tett azon megállapításunkat

(6.3. fejezet), hogy a beszűkült mozgás kompenzációjában a nem-érintett oldali ízületek és a medence billenése játszik fontos szerepet. Hasonló kompenzációs mechanizmusok figyelhetők meg az idős emberek járásképeben (Kiss, 2010b; 2011a; 2012) és a különböző mértékű térdízületi (Kiss, 2011a) és csípőízületi kopásban szenvedő betegek esetén (Kiss, 2010b).

A járás sebességének változásával a betegcsoport esetén is a járásváltozékonysági paraméterek (7-10. táblázatok) szignifikánsan változnak. A medialis, partialis meniscectomia előtt és után az érintett oldali távolság- és időjellegű paraméterek relatív szórása szignifikánsan nő (7. és 8. táblázat), az érintett oldali ízületek szögjellegű paramétereinek és a medencerotatio átlagos relatív szórása szignifikánsan csökken (9. és 10. táblázat), ha a szalagsebesség eltért a szabadon választott járássebességtől. A távolság- és időjellegű paraméterek megnövekedett relatív szórása (7. és 8. táblázat) és a szögjellegű paraméterek csökkent átlagos relatív szórása (9. és 10. táblázat) együtt azt mutatja, hogy a járás harmóniája, biztonsága a kontrollcsoporthoz hasonlóan a betegcsoport esetén is szignifikánsan romlik, ha a járás sebessége eltér szabadon választott járássebességtől. Ezek az eredmények megegyeznek a térdízületi- vagy csípőízületi kopásban szenvedő betegeknél tett megállapításokkal (Kiss, 2010b; 2011a). A nem-érintett ízületek esetén a járásváltozékonysági paraméterek 1,2 m/s esetén mutatnak maximumot. Ebből arra következtethetünk, hogy a nem-érintett ízületek optimális sebessége a kontrollcsoporthoz képest nem változik.

A vizsgált személy nemének hatását a betegcsoport esetén is elemeztük (7-10. táblázatok). A kontrollcsoporthoz képest eltérés, hogy a preoperatív időszakban a vizsgált személy neme szignifikánsan nem befolyásolja sem a távolság- és időjellegű paraméterek relatív szórását (7. és 8. táblázat) sem az érintett oldali ízületek mozgásának szabályosságát jellemző átlagos relatív szórását (9. és 10. táblázat). A posztoperatív időszakban a nők és férfiak esetén a járásképző szabályosságát jellemző változékonysági paraméterek közötti különbség már szignifikáns (7. és 8. táblázat). Az érintett oldali ízületek mozgásának változékonysága nem mutat szignifikáns eltérést (9. és 10. táblázat). A nők esetén a nem-érintett ízületek és a medencebillenés és -rotatio szögjellegű paramétereinek átlagos relatív szórása a kontrollcsoporthoz hasonlóan nagyobbak, mint a férfiaké (9. és 10. táblázat).

Összefoglalóan a medialis meniscus sérülés és a medialis, partialis meniscectomia korai posztoperatív időszakában a járáskép lépésről lépésre történő megismétlési pontossága, szabályossága romlik; az érintett oldali ízületek flexibilitása, szerepe a folyamatos korrigálásban, korrekcióban szintén csökken. Az egyéves posztoperatív időszak végén a járáskép szabályossága, összehangoltsága visszatért, de az érintett ízületek flexibilitása rosszabb, azaz szerepe a mozgás koordinálásában, korrekciójában csökken. Ez azt jelentheti, hogy posztoperatív időszak végén a járás biztonsága, a vizsgált személynek a változó körülményekhez való alkalmazkodó képessége a kontrollcsoporthoz képest rosszabb. A járásváltozékonysági paraméterek elemzése alapján – a járásminta paraméterek elemzéséhez hasonlóan – is megállapítható, hogy a nem-érintett oldali ízületek és a medencebillenés fontos szerepet töltenek be a kompenzációban, a stabil járás kialakításában.

A kontrollcsoporthoz hasonlóan a járás harmóniája, biztonsága romlik, ha a járás sebessége eltér a szabadon választott járássebesség értékétől. A vizsgált személy neme a járáskép szabályosságát csak a medialis, partialis meniscectomia után befolyásolja szignifikánsan. A vizsgált személy neme az érintett oldal ízületi mozgásának szabályosságát leíró járásváltozékonysági paramétereket sem a partialis, medialis meniscectomia előtt, sem utána nem befolyásolja.

7. 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 (16-19. ábrák). A járás szabályosságát jellemző járásváltozékonysági paramétereket szignifikánsan csak a vizsgált személy neme befolyásolja (20-21. ábrák).
 - a. A futószalag-sebesség és ennek következtében a járássebesség növelésével a járás kinematikai paraméterei növekednek: a sebesség növelése a lépéshossz, valamint a térdízület és csípőízület mozgásának szignifikáns növekedésével biztosítható (16-18. 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 (19. 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 (19. ábra). A férfiak esetén a lépéshossz szignifikánsan kisebb, a lépéshossz és lépésszélesség, a térdízület és csípőízület mozgásterjedelme szignifikánsan nagyobb (16-18. ábrák) a nők értékeihez hasonlítva. A térdízület minimum értéke nem mutatott szignifikáns különbséget. Ennek oka valószínűsíthetően az, hogy vizsgálataink futószalagon, és nem futófolyosón történtek. A vizsgált személy neme szignifikánsan befolyásolta a medencerotatio és

medencebillenés mozgását, de a medencedőlés esetén szignifikáns eltérést nem találtunk (19. ábra).

- b. Ha a szalagsebesség a szabadon választott járássebesség értékétől eltért, akkor a távolság- és időjellegű paraméterek relatív szórása növekedett (20. ábra), a szögjellegű változók átlagos relatív szórása csökkent (21. ábra), azaz a változás tendenciája ellentétes. Az eltérés nem volt szignifikáns.

A férfiak távolság- és időjellegű paramétereinek relatív szórása szignifikánsan nagyobb (20. ábra), míg a férfiak szögjellegű változóinak átlagos relatív szórása szignifikánsan kisebb (21. 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 (22-25. ábrák) és izomaktivitási jellemzőit (12-15. ábrák).

A medialis partialis meniscectomia előtt és a korai posztoperatív időszakban kimutatható szignifikáns járásképmódosulás a késői posztoperatív időszakban eltűnik (22. és 23. ábra), de a műtét után egy évvel is az érintett ízület kíméléséből adódó szignifikáns mozgás beszűkülés, mely térdízületet, csípőízületet és medencerotatót érinti, látható (24. és 25. ábra). A beszűkült mozgás kompenzációjában az ellenoldali csípőízület és a medencebillenés vesz részt (24. és 25. ábra). Ezt az izmok aktivitását jellemző intermuszkularis koordináció megváltozása is alátámasztja (12-15. ábrák).

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

3. A medialis meniscus sérülés és a medialis, partialis meniscectomia megváltoztatja a járás szabályosságát (26-29. ábrák).

A medialis, partialis meniscectomia preoperatív és korai posztoperatív szakaszában a távolság- és időjellegű paraméterek relatív szórása a kontrollcsoportéhoz képest

szignifikánsan nő (26. és 27. ábra), azaz a járásképp lépésről lépésre történő megismétlési pontossága, szabályossága romlik. Az érintett oldali ízületek esetén az átlagos relatív szórás szignifikánsan csökken, azaz az ízület flexibilitása, szerepe a folyamatos korrigálásban, korrekcióban szintén csökken (28. ábra). A posztoperatív időszak végén a távolság- és időjellegű paraméterek relatív szórása szignifikánsan nem tér el a kontrollcsoport értékeitől (26. és 27. ábra), a járásképp szabályossága, összehangoltsága visszatér. Az érintett ízületek esetén az átlagos relatív szórás továbbra is a kontrollcsoportéhoz képest szignifikánsan kisebb (28. 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 kontrollcsoportéhoz képest rosszabb. A nem-érintett oldali ízületek és a medencebillenés megnövekedett átlagos relatív szórása azt mutatja (28. és 29. 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 (3-6. táblázatok). 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 (7-10. táblázatok). A vizsgált személy nemének hatása járásképre és a járás szabályosságára a késői posztoperatív időszakban figyelhető meg (3-10. táblázatok). 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 (5, 6, 9, 10. táblázatok).
 - 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 (3-6. táblázatok).

Ha a járássebesség eltér a szabadon választott sebességtől, akkor a járásváltozékonysági paraméterek szignifikánsan megváltoznak, azaz a járás harmóniája romlik (7-10. táblázatok). 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 oldali csípőízület mozgásának kivételével – a preoperatív időszakban és a korai posztoperatív időszakban szignifikánsan nem befolyásolja (3-6. táblázatok). 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 (7. és 8. táblázat), sem az érintett oldali ízületek mozgásának szabályosságát jellemző átlagos relatív szórását (9. és 10. táblázat). A posztoperatív időszakban a nők és férfiak esetén a járásképp szabályosságát jellemző változékonysági paraméterek közötti különbség már szignifikáns (7. és 8. táblázat). Az érintett oldali ízületek mozgásának változékonysága nem mutat szignifikáns eltérést (9. és 10. táblázat), míg a nem-érintett ízületek és a medencebillenés és -rotatio mozgásának szabályossága nők esetén jobb, mint a férfiaké (9. és 10. táblázat).

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 járásképp 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. A Szolnoki MÁV Kórház Biomechanikai Laboratóriumának eszközállománya, valamint

a témavezetőm által kidolgozott hirtelen irányváltoztatási teszt (*Kiss, 2011b*) segítségével a dinamikus egyensúlyozó képesség vizsgálható. A kutatás alapján megállapítottuk, hogy a medialis meniscus sérülés és a medialis, partialis meniscectomia egyaránt rontja a dinamikus, hirtelen irányváltoztatás utáni egyensúlyozó képességet (*Magyar és mtsai, 2012b*).

A kutatási eredmények alkalmazásának következő lépése a rehabilitációs protokoll módosítása, majd bevezetése. A módosított rehabilitációs protokollnak a mozgásterjedelem és az izomerő növelése mellett hangsúlyt kell fektetni az egyensúlyozó képesség javítására is. Ez különösen fontos szabadidő- és professzionális sportolók rehabilitációja esetén. A gyógytornászokkal közösen kialakított protokoll eredményességének hatásvizsgálata jelenleg is folyamatban van. Az eddigi eredmények azt mutatják, hogy az egyensúlyozó képesség korai fejlesztése eredményesen javítja a dinamikus egyensúlyozó képesség mellett a járás szabályosságát is.

Fontos, hogy középkorosztály esetén is vizsgáljuk a medialis meniscus sérülés és a medialis, partialis meniscectomia hatását a járásmintára, a járásszabályosságra és a dinamikus egyensúlyozó képességre.

8. Összefoglalás

A fiatalkorú lakosság körében egyre növekszik a medialis meniscus sérülés, melynek oka egyrészt az extrém sportok elterjedése, másrészt a szabadidő sportolók az edzettségi állapotuknak nem megfelelő terhelése. A vizsgálatainkat fiatal (40 év alatti) személyeken végeztük, akiknél a medialis meniscus hátsó részén kosárfülszerű szakadás alakult ki. A járásjellemzők meghatározásához szükséges anatómiai pontok térbeli koordinátait az egy-mérőfejes ultrahang alapú járásvizsgálattal, míg az alsó végtag izmainak aktivitását felületi elektromyografiával határoztuk meg a betegcsoport esetén a műtét előtt, valamint a műtét után 6 héttel, 3 és 12 hónappal, míg a kontrollcsoport járásvizsgálata egyszer történt.

A fiatal egészséges személyek esetén a vizsgált személy neme szignifikánsan befolyásolja mind a járásmintát mind a járásszabályosságát jellemző paramétereket. A járássebesség a járásmintát jellemző kinematikai paramétereket befolyásolja szignifikánsan.

A medialis meniscus sérülés következtében az érintett oldal beszűkült mozgásának kompenzációjában a nem-érintett oldal csípőízülete és a medencebillenés vesz részt, melyet az izmok aktivitási időszakainak szignifikáns változása is megerősített. A járásszabályosságának romlása azt is mutatja, hogy a változó körülményekhez történő alkalmazkodó képesség romlik. A járásmintát a vizsgált személy neme nem befolyásolja. A járássebesség növelés módja megváltozott, a járás szabályosságát a járássebesség szignifikánsan módosítja.

A műtét után egy évvel az érintett térdízület mozgása beszűkült, melyet az ellenoldali csípőízület és a medencebillenés kompenzál. A kontrollcsoporttól szignifikánsan különböző járásszabályossága az alkalmazkodó képesség romlását mutatja. A posztoperatív időszak végén mind a vizsgált személy neme, mind a járás sebessége szignifikánsan befolyásolja a járásjellemzőket. A kapott eredmények alapján a rehabilitációt ki kell terjeszteni a járásszabályosság fejlesztését célzó propriocepciós elemekkel.

9. Irodalomjegyzék

Alentorn-Geri E, Vázquez RS, Balletbó MG, Díaz PÁ, Steinbacher G, Segarra XC, Vilarrubia MR, Bertomeu RC (2011). Arthroscopic meniscal allograft transplantation without bone plugs. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 19: 174-182.

Alton F, Baldey L, Caplan S, Morrissey MC (1998). A kinematic comparison of over ground and treadmill walking. *Clin Biomech*, 13: 434-440.

Anetzberger H, Mayer A, Glaser C, Lorenz S, Birkenmaier C, Müller-Gerbl M (2014). Meniscectomy leads to early changes in the mineralization distribution of subchondral bone plate. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 22: 112-119.

Ángyán L (2005). Az emberi test mozgástana. Pécs: MOTIO, 79-86.

Beauchet O, Allali G, Berrut G, Dubost V (2007). Is low lower-limb kinematic variability always an index of stability? (Letter to editor) *Gait Posture*, 26: 327-328.

Bechtol CO (1975). Normal human gait. In Bowker JH, Hall CB (eds). *Atlas of orthotics: American Academy of Orthopedic Surgeon*. 133-143.

Bedi A, Kelly NH, Baad M, Fox AJS, Brophy RH, Warren RF, Maher SA (2010). Dynamic contact mechanics of the medial meniscus as a function of radial tear, repair and partial meniscectomy. *J Bone Joint Surg Am*, 92: 1398-1408.

Bejek Z, Paróczai R, Illyés A, Kiss RM (2006). The influence of walking speed on gait parameters in healthy people and in patients with osteoarthritis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 14: 612–622.

Bulgheroni P, Bulgheroni MV, Ronga M, Manelli A (2007). Gait analysis of pre- and post-meniscectomy knee: A prospective study. *Knee*, 14: 472-477.

Bulstrode C, Buckwalter J, Carr A, Marsh I, Fairbank J, Wilson-MacDonald J, Bowden G (eds) (2002). *Oxford Textbook of Orthopaedics and Trauma*. Oxford: Oxford University Press, 784-804.

Chiu MC, Wang MJ (2007). The effect of gait speed and gender on perceived exertion, muscle activity, joint motion of lower extremity, ground reaction force and heart rate during normal walking. *Gait Posture*, 25: 385-392.

Cho SH, Park JM, Kwon OY (2004). Gender differences in three dimensional gait analysis data from 98 healthy Korean adults. *Clin Biomech*, 19: 145-152.

Chumanov ES, Wall-Scheffler C, Heidersheit BC (2008). Gender differences in walking and running level and inclined surfaces. *Clin Biomech*, 23: 1260-1268.

DeHaven KE, Black K, Griffiths HJ (1989). Open meniscus repair. Technique and two to nine year results. *Am J Sports Med*, 17: 788-795.

Dingwell JB, Marin LC (2006). Kinematic variability and local dynamic stability of upper body motions when walking at different speed. *J Biomech*, 39: 444-452.

Dingwell JB, Robb RT, Troy KL, Grabiner MD (2008). Effects of an attention demanding task on dynamic stability during treadmill walking. *J Neuroeng Rehabil*, 5: 12-21.

Dubost V, Kressig RW, Gonthier R, Herrmann FR, Aminian K, Najafi B, Beauchet O (2006). Relationship between dual task related changes in stride velocity and stride time variability in healthy older adults. *Hum Mov Sci*, 25: 372-382.

Durand A, Richards CL, Malouin F, Bravo G (1993). Motor recovery after arthroscopic partial meniscectomy. Analyses of gait and the ascent and descent of stairs. *J Bone Joint Surg Am*, 75A: 202-214.

ElAttar M, Dhollander A, Verdonk R, Almqvist KF, Verdonk P (2011). Twenty-six years of meniscal allograft transplantation: is it still experimental? A meta-analysis of 44 trials. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 19: 147-157.

England SA, Granata KP (2007). The influence of gait speed on local dynamic stability of walking. *Gait Posture*, 25: 172-178.

Fuchs A, Kelso JA (1994). A theoretical note on models of interlimb coordination. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 20: 1088-1097.

Georgoulis AD, Moraiti C, Ristanis S, Stergiou N (2006). A novel approach to measure variability in the anterior cruciate ligament deficient knee during walking: the use of Approximate Entropy on Orthopaedics. *J Clin Monit Comp*, 20: 11-18.

Goodyear-Smith F, Arroll B (2001). Rehabilitation after arthroscopic meniscectomy: a critical review of the clinical trials. *Int Orthop*, 24: 350-353.

Hangody L (2006). Mensicus sérülések. In: Szendrői M (szerkesztő). *Ortopédia*. Budapest: Semmelweis Kiadó, 371-373.

Hausdorff JM (2005). Gait variability: Methods, modeling and meaning. *J Neuroeng Rehabil*, 20: 19.

Hausdorff JM, Rios DA, Edelberg HK (2001). Gait variability and fall risk in community-living older adults: a 1-year prospective study. *Arch Phys Med Rehabil*, 82: 1050-1056.

Heiderscheit BC (2000). Movement variability as a clinical measure for locomotion. *J Appl Biomech*, 16: 419-427.

Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol*, 10: 361-374.

Hoff AL, Grimmus W, Elzinga H, Halbertsma JPK (1999). Quantification of non-standard EMG patterns. *Gait Posture*, 10: 78-79.

Holden JP, Cho G, Stanhope SJ (1997). Changes in knee joint function over a wide range of walking speed. *Clin Biomech*, 12: 375-382.

Hollman JH, Kovash FM, Kubik JJ, Linbo RA (2007). Age-related differences in spatiotemporal markers of gait stability during dual task walking. *Gait Posture*, 26: 113-119.

Hubley-Kozey CL, Deluzio KJ, Landry SC, McNutt JS, Stanish WD (2006). Neuromuscular alterations during walking in persons with moderate knee osteoarthritis. *J Electromyogr Kinesiol*, 16: 365-378.

Jordan K, Challis JH, Newell KM (2007). Walking speed influences on gait cycle variability. *Gait Posture*, 26: 128-134.

Jurak M, Kocsis L (2002). New package for calculation of gait parameters using instrumented treadmill. *Proceedings of the Third Conference on Mechanical Engineering*, 500-504.

Kang HG, Dingwell JB (2008). Separating the effects of age and walking speed on gait variability. *Gait Posture*, 28: 572-579.

Kelln BM, Ingersoll CD, Saliba S, Miller MD, Hertel J (2009). Effect of early active range of motion rehabilitation on outcome measures after partial meniscectomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 17: 607-616.

Kerrigan DC, Todd MK, Delta Croce U (1998). Gender differences in joint biomechanics. *Am J Phys Med Rehabil*, 77: 2-7.

Kiss RM (2007). Verification of determining the spatial position of the lower extremity by ultrasound-based motion analyser. *Periodica Polytechnica Ser Civil Eng*, 51: 39-43.

Kiss RM (2010a). Comparison between kinematic and ground reaction force techniques for determining gait events during treadmill walking at different walking speeds. *Med Phys*, 32: 662-667.

Kiss RM (2010b). Effect of walking speed and severity of hip osteoarthritis on gait variability. *J Electromyogr Kinesiol*, 20: 1044-1051.

Kiss RM (2011a). Effect of severity of knee osteoarthritis on the variability of gait parameters. *J Electromyogr Kinesiol*, 21: 695-703.

Kiss RM (2011b). A new parameter for characterizing balancing ability on an unstable oscillatory platform. *Med Phys*, 33: 1160-1166.

Kiss RM (2012). Biomechanikai módszerek a csípőízületi kopás hatásának vizsgálatára. *Doktori értekezés, MTA*, 127p

Kiss RM, Bejek Z, Szendrői M (2012) Variability of gait parameters in patients with total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 20: 1252-1260.

Kiss RM, Kocsis L (2007). Járásvizsgálat. In: Kocsis L, Kiss RM, Illyés Á (szerkesztők). *Mozgásszervek biomechanikája*. Budapest: Terc Kiadó, 169-184.

Kiss RM, Kocsis L, Knoll Zs (2004). Joint kinematics and spatial temporal parameters of gait measured by an ultrasound based system. *Med Phys*, 26: 611-620.

Knoll Z, Kocsis L, Kiss RM (2004). Gait patterns before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 12: 7-14.

Kocsis L (2002). More precise measurement method for gait analysis. *Proceedings of the Third Conference on Mechanical Engineering*, 848-852.

Kocsis L (2003). Biomechanikai modellek és mérési eljárások rehabilitációs és sportmozgások elemzéséhez. Tudományos összefoglaló rehabilitációs eljáráshoz. BME Gépészmérnöki Kar. 10-16.

Lord SR, Lloyd DG, Li SK (1996). Sensori-motor function, gait patterns and falls in community-dwelling women. *Age Aging*, 25: 292-299.

Magyar OM, Illyes A, Knoll Z, 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.

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.

Maki BE (1997). Gait changes in older adults: predictors of falls or indicators of fear? *J Am Geriatr Soc*, 45: 313-320.

Masouris SD, Mc Dermott ID, Amis AA, Bul AM (2008). Biomechanics of the meniscus-meniscal ligament construction of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 16: 1121-1132.

McClelland JA, Webster KE, Feller JA (2009). Variability of walking and other daily activities in patients with total knee replacement. *Gait Posture*, 30: 288-295.

McNicholas MJ, Gibbs S, Linsell JR, Barker S, McGurty D, Rowley DI (2000). The influence of external knee moments on the outcome of total meniscectomy. A comparison of radiological and 3D gait analysis measurements. *Gait Posture*, 11: 233-238.

Mészáros T (2006). A járás vizsgálata: emberi állás, járás. In: Szendrői M (szerkesztő). *Ortopédia*. Budapest: Semmelweis Kiadó, 27-32.

Moraiti C, Stergiou N, Ristanis S, Georgoulis A (2007). ACL deficiency affects stride-to-stride variability as measured using nonlinear methodology. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 12: 406-413.

Moraiti CO, Stergiou N, Vasilidid HS (2010). Anterior cruciate ligament reconstruction results in alteration in gait variability. *Gait Posture*, 32: 169-175.

Möckel G, Perka C, Labs K, Duda G (2003). The influence of walking speed on kinetic and kinematic parameters in patients with osteoarthritis of the hip using a force-instrumented treadmill and standardised gait speeds. *Arch Orthop Trauma Surg*, 123: 278-282.

Murray MP, Mollinger LA, Gardnes GM, Sepic SB (1984). Kinematic and EMG patterns during slow, free and fast walking. *J Orthop Res*, 2: 272-280.

Netravali NA, Giori NJ, Andriacchi TP (2010). Partial medial meniscectomy and rotational differences at the knee during walking. *J Biomech*, 43: 2948-2953.

Newell KM, Corcos DM (1993). Issues in variability and motor control. In: Newell KM, Corcos DM (eds). *Variability and motor control*. Champaign: Human Kinetics Publishers, 1-12.

Nigg BM, Fisher V, Ronsky IL (1994). Gait characteristics as a function of age and gender. *Gait Posture*, 2: 213-220.

Nutt JG, Marsden CD, Thompson PD (1993). Human walking and higher-level gait disorders, particularly in the elderly. *Neurology*, 43: 268-279.

Owings TM, Grabiner MD (2003). Measuring step kinematic variability on an instrumented treadmill: How many steps are enough? *J Biomech*, 36: 1215-1218.

Roislien J, Skare O, Gustavsem M, Broch NL, Rennie L, Opheim A (2009). Simultaneous estimation of effect of gender, age and walking speed on kinematic data. *Gait Posture*, 30: 441-445.

Roos H, Lauren M, Adalberth T, Roos EM, Jonsson K, Lohmander LS (1998). Knee osteoarthritis after meniscectomy: prevalence of radiographic changes after twenty-one years, compared with matched control. *Arthritis Rheum*, 41: 687-693.

Smilie I (1975). *Injuries of the knee joints*. London: Churchill Livingstone. 182-222.

Stergiou N, Moraiti C, Glakas G, Ristanis S, Georgoulis A (2004). The effect of walking speed on the stability of the anterior cruciate ligament deficient knee. *Clin Biomech*, 19: 57-63.

St-Pierre DM (1995). Rehabilitation following arthroscopic meniscectomy. *Sports Med*, 20: 338-347.

Sturnieks DL, Besier TF, Mills PM, Ackland TR, Maguire KF, Stachowiak GW, Podsiadlo P, Lloyd DG (2008). Knee joint biomechanics following arthroscopic partial meniscectomy. *J Orthop Res*, 26: 1075-1080.

Tegner Y, Lysholm J (1985). Rating system in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res*, 198: 42-49.

Tengrootenhuysem M, Meermans G, Pittoors L, van Riet R, Victor J (2011). Long-term outcome after meniscal repair. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 19: 236-241.

Van Arkel ER, Boer HH (2002). Survival analysis of human meniscal transplantation. *J Bone Joint Surg Br*, 84: 227-231.

Vaughan CL, Davis BL, O'Connor JC (1999). Dynamics of human gait. Cape Town, South Africa: Kiboho Publisher. 141p.

Veith RP (1985). Clinical significance of knee joint changes after meniscectomy. Clin Orthop Relat Res, 198: 56-60.

Verdonk PCM, Demurie A, Almqvist KF, Veys EM, Verbruggen G, Verdonk R (2005). Transplantation of viable meniscal allograft: survivorship analysis and clinical outcome of one hundred cases. J Bone Joint Surg Am, 87: 715-724.

Verdonk R (2011). The meniscus: past, present and future. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 19: 145-146.

Wilmes P, Lorbach O, Weth C, Kohn D, Seil R (2011). Radiographic guided drilling of bony tibial tunnels for fixation of meniscus transplants using percentage references. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 19: 168-173.

10. 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 vállízületének 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.

11. Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom Dr. Knoll Zsoltnak a beteganyag egy részének biztosításáért, a műtétekben való közreműködésért, továbbá egyetemista éveim alatt ő ismertetett meg a járásvizsgálatok fontosságával.

Hálásan köszönöm a gyógytornászoknak áldozatos munkáját, és együttműködésüket a rehabilitációs protokollok összeállításában és alkalmazásában. Köszönettel tartozom betegeimnek, akik szabadidejüket feláldozva vettek részt a vizsgálatokon.

Köszönettel tartozom Dr. Rudner Ervinnek, a Szolnoki MÁV Kórház igazgatójának, hogy a kutatást befogadta, támogatta. Köszönet illeti a Kórház Biomechanikai Laboratóriumának dolgozóit a mérések elvégzésében nyújtott önzetlen segítségükért. Köszönöm Dr. Illyés Árpádnak, Paróczai Róbertnek, Dr. Zsidai Attilának a mérésekben való közreműködést, valamint Dr. Kocsis László főiskolai tanárnak támogató, segítő megjegyzéseit, kritikáit, ötleteit.

Szeretnék köszönetet mondani Dr. Kiss Rita témavezetőmnek, aki hozzájárult kutatásom elvégzéséhez és a dolgozat megvalósulásához.

Nem utolsó sorban hálával és köszönettel tartozom Családomnak.

A kutatás az Országos Tudományos Kutatási Alap T49471 és K83650 kutatása támogatta. A munka szakmai tartalma kapcsolódik a "Minőségorientált, összehangolt oktatási és K+F+I stratégia, valamint működési modell kidolgozása a Műegyetemen" c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását az Új Széchenyi Terv TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0002 támogatta.

Függelékek

F1. táblázat: A kontrollcsoport esetén a járást jellemző paraméterek összehasonlításának szignifikanciaszintjei azonos csoporton belül (szalagsebesség hatása)

Jellemzők	Oldal	Férfiak	Nők
Lépéshossz		0,02	0,01
Lépéshossz	A	0,009	0,007
	B	0,01	0,004
Lépésszélesség		0,34	0,23
Támaszfázis időtartama	A	0,09	0,11
	B	0,13	0,15
Kettős támaszfázis időtartama		0,42	0,49
<i>Térdszög</i>			
Mozgásterjedelem	A	0,009	0,007
	B	0,01	0,004
Maximum	A	0,005	0,02
	B	0,008	0,01
Minimum	A	0,34	0,41
	B	0,17	0,24
<i>Csípőszög</i>			
Mozgásterjedelem	A	0,007	0,004
	B	0,008	0,001
Maximum	A	0,01	0,006
	B	0,009	0,001
Minimum	A	0,08	0,07
	B	0,06	0,07
<i>Medence rotatioja</i>			
Mozgásterjedelem		0,28	0,006
Maximum		0,21	0,29
Minimum		0,42	0,008
<i>Medence billenése</i>			
Mozgásterjedelem		0,04	0,01
Maximum		0,08	0,54
Minimum		0,01	0,03
<i>Medence dőlése</i>			
Mozgásterjedelem		0,007	0,01
Maximum		0,009	0,08
Minimum		0,42	0,47

Jelmagyarázat:

A: egészséges, domináns oldal; B: érintett, nem-domináns oldal

F2. táblázat: A kontrollcsoport esetén a járásszabályosságát jellemző paraméterek összehasonlításának szignifikanciaszintjei azonos csoporton belül (szalagsebesség hatása)

Jellemzők	Oldal	Férfiak	Nők
<i>Lépésfrekvencia</i>		0,24	0,11
<i>Lépéshossz</i>	A	0,22	0,06
	B	0,34	0,06
<i>Lépésszélesség</i>		0,14	0,09
<i>Támaszfázis időtartama</i>	A	0,09	0,14
	B	0,08	0,08
<i>Kettős támaszfázis időtartama</i>		0,11	0,06
<i>Térdszög</i>	A	0,07	0,08
	B	0,09	0,07
<i>Csípőszög</i>	A	0,06	0,06
	B	0,06	0,07
<i>Medence dőlése</i>		0,07	0,08
<i>Medence billenése</i>		0,08	0,07
<i>Medence rotatioja</i>		0,07	0,08

Jelmagyarázat:

A: egészséges, domináns oldal; B: érintett, nem-domináns oldal

F3. táblázat: A kontrollcsoport esetén a járást jellemző paraméterek összehasonlításának szignifikanciaszintjei azonos sebesség esetén (vizsgált személy nemének hatása)

Jellemzők	Oldal	1,0 m/s	1,2 m/s
<i>Lépésfrekvencia</i>		0,003	0,002
<i>Lépéshossz</i>	A	0,0006	0,002
	B	0,0003	0,0009
<i>Lépésszélesség</i>		0,0008	0,001
<i>Támaszfázis időtartama</i>	A	0,35	0,37
	B	0,48	0,57
<i>Kettős támaszfázis időtartama</i>		0,17	0,54
<i>Térdszög</i>			
<i>Mozgásterjedelem</i>	A	0,01	0,02
	B	0,006	0,009
<i>Maximum</i>	A	0,009	0,09
	B	0,008	0,007
<i>Minimum</i>	A	0,24	0,28
	B	0,29	0,34
<i>Csípőszög</i>			
<i>Mozgásterjedelem</i>	A	0,04	0,03
	B	0,009	0,01
<i>Maximum</i>	A	0,02	0,007
	B	0,01	0,01
<i>Minimum</i>	A	0,03	0,02
	B	0,008	0,009
<i>Medence rotatioja</i>			
<i>Mozgásterjedelem</i>		0,02	0,03
<i>Maximum</i>		0,04	0,01
<i>Minimum</i>		0,02	0,009
<i>Medence billenése</i>			
<i>Mozgásterjedelem</i>		0,008	0,01
<i>Maximum</i>		0,007	0,009
<i>Minimum</i>		0,007	0,007
<i>Medence dőlése</i>			
<i>Mozgásterjedelem</i>		0,08	0,12
<i>Maximum</i>		0,14	0,11
<i>Minimum</i>		0,11	0,17

Jelmagyarázat:

A: egészséges, domináns oldal; B: érintett, nem-domináns oldal

F4. táblázat: A kontrollcsoport esetén a járásszabályosságát jellemző paraméterek összehasonlításának azonos sebesség esetén (vizsgált személy nemének hatása)

Jellemzők	Oldal	1,0 m/s	1,2 m/s
<i>Lépéshossz</i>		0,0008	0,0006
	A	0,003	0,005
	B	0,004	0,009
<i>Lépésszélesség</i>		0,03	0,01
<i>Támaszfázis időtartama</i>	A	0,42	0,48
	B	0,43	0,41
<i>Kettős támaszfázis időtartama</i>		0,37	0,31
<i>Térdszög</i>	A	0,0008	0,004
	B	0,006	0,01
<i>Csípőszög</i>	A	0,0009	0,0005
	B	0,0007	0,001
<i>Medence dőlése</i>		0,11	0,14
<i>Medence billenése</i>		0,01	0,008
<i>Medence rotatioja</i>		0,008	0,003

Jelmagyarázat:

A: egészséges, domináns oldal; B: érintett, nem-domináns oldal

F5. táblázat: A kontroll- és a betegcsoport férfitagjainak a járásmintáját jellemző paraméter összehasonlításának szignifikanciaszintjei

Jellemzők	Oldal	Meniscectomia előtt		6 héttel a meniscectomia után		3 hónappal a meniscectomia után		12 hónappal a meniscectomia után	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
Lépésszélesség (mm)		0,007	0,003	0,009	0,007	0,01	0,009	0,24	0,19
Lépéshossz (mm)	A	0,04	0,01	0,01	0,009	0,04	0,03	0,09	0,08
	B	0,0003	0,0002	0,002	0,002	0,008	0,007	0,07	0,06
Lépésszélesség (mm)		0,005	0,004	0,08	0,06	0,07	0,06	0,24	0,31
Támaszfázis időtartama (%)	A	0,07	0,06	0,07	0,06	0,09	0,06	0,14	0,09
	B	0,03	0,02	0,07	0,08	0,08	0,09	0,21	0,08
Kettős támaszfázis időtartama (%)		0,42	0,14	0,32	0,28	0,44	0,49	0,46	0,24

F6. táblázat: A kontroll- és a betegcsoport női tagjainak a járásmintáját jellemző paraméter összehasonlításának szignifikanciaszintjei

Jellemzők	Oldal	Meniscectomia előtt		6 héttel a meniscectomia után		3 hónappal a meniscectomia után		12 hónappal a meniscectomia után	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
Lépésszélesség (mm)		0,01	0,009	0,01	0,008	0,02	0,01	0,42	0,37
Lépéshossz (mm)	A	0,009	0,0007	0,004	0,0009	0,01	0,04	0,36	0,41
	B	0,0008	0,0003	0,001	0,008	0,006	0,01	0,21	0,08
Lépésszélesség (mm)		0,001	0,003	0,04	0,03	0,10	0,08	0,09	0,07
Támaszfázis időtartama (%)	A	0,17	0,14	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,11
	B	0,02	0,04	0,06	0,06	0,08	0,09	0,17	0,19
Kettős támaszfázis időtartama (%)		0,32	0,09	0,28	0,23	0,37	0,39	0,24	0,38

Jelmagyarázat:

A: egészséges, domináns oldal; B: érintett, nem-domináns oldal

F7. táblázat: A kontroll- és a betegcsoport férfitagjainak az ízületi mozgásait jellemző paraméter összehasonlításának szignifikanciaszintjei

Jellemzők	Oldal	Meniscectomia előtt		6 héttel a meniscectomia után		3 hónappal a meniscectomia után		12 hónappal a meniscectomia után	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
<i>Térdszög</i>									
<i>Mozgásterjedelem</i>	A	0,0008	0,0006	0,009	0,007	0,03	0,02	0,14	0,21
	B	0,0003	0,0003	0,0004	0,0007	0,005	0,003	0,004	0,003
<i>Maximum</i>	A	0,001	0,0008	0,008	0,006	0,04	0,03	0,21	0,34
	B	0,002	0,0007	0,0005	0,0006	0,001	0,002	0,003	0,0009
<i>Minimum</i>	A	0,06	0,06	0,06	0,08	0,09	0,11	0,34	0,29
	B	0,002	0,0008	0,005	0,001	0,006	0,005	0,002	0,001
<i>Csípőszög</i>									
<i>Mozgásterjedelem</i>	A	0,0006	0,0003	0,0007	0,0006	0,0006	0,0007	0,0004	0,0004
	B	0,0008	0,0006	0,0006	0,0004	0,0009	0,001	0,004	0,002
<i>Maximum</i>	A	0,009	0,0004	0,0006	0,0008	0,0007	0,0009	0,0009	0,001
	B	0,006	0,009	0,006	0,004	0,003	0,006	0,07	0,06
<i>Minimum</i>	A	0,08	0,06	0,08	0,09	0,09	0,11	0,14	0,21
	B	0,0009	0,0007	0,001	0,0009	0,004	0,003	0,008	0,002
<i>Medence rotatioja</i>									
<i>Mozgásterjedelem</i>		0,0003	0,0002	0,0003	0,0004	0,0002	0,0006	0,0002	0,001
<i>Maximum</i>		0,0005	0,0007	0,004	0,001	0,0005	0,0002	0,008	0,001
<i>Minimum</i>		0,02	0,009	0,04	0,03	0,06	0,06	0,07	0,06
<i>Medence billenése</i>									
<i>Mozgásterjedelem</i>		0,0008	0,0006	0,0009	0,0007	0,001	0,0009	0,0008	0,0006
<i>Maximum</i>		0,0009	0,001	0,001	0,0008	0,0009	0,0007	0,0004	0,0002
<i>Minimum</i>		0,06	0,07	0,07	0,08	0,07	0,09	0,06	0,08
<i>Medence dőlése</i>									
<i>Mozgásterjedelem</i>		0,22	0,21	0,18	0,20	0,26	0,19	0,28	0,26
<i>Maximum</i>		0,20	0,19	0,11	0,21	0,09	0,24	0,24	0,38
<i>Minimum</i>		0,17	0,21	0,11	0,30	0,08	0,35	0,31	0,41

Jelmagyarázat:

A: egészséges, domináns oldal; B: érintett, nem-domináns oldal

F8. táblázat: A kontroll- és a betegcsoport női tagjainak az ízületi mozgásait jellemző paraméter összehasonlításának szignifikanciaszintjei

Jellemzők	Oldal	Meniscectomia előtt		6 héttel a meniscectomia után		3 hónappal a meniscectomia után		12 hónappal a meniscectomia után	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
<i>Térdszög</i>									
<i>Mozgásterjedelem</i>	A	0,0009	0,0006	0,006	0,004	0,009	0,03	0,21	0,19
	B	0,0003	0,0004	0,0008	0,001	0,002	0,007	0,001	0,005
<i>Maximum</i>	A	0,0006	0,0007	0,001	0,004	0,03	0,04	0,32	0,29
	B	0,0004	0,0002	0,0009	0,0006	0,001	0,005	0,004	0,0009
<i>Minimum</i>	A	0,08	0,06	0,11	0,08	0,10	0,09	0,28	0,11
	B	0,0002	0,0003	0,0008	0,0007	0,004	0,0009	0,002	0,007
<i>Csípőszög</i>									
<i>Mozgásterjedelem</i>	A	0,0005	0,0009	0,0001	0,0008	0,0007	0,001	0,0003	0,0007
	B	0,0004	0,0007	0,0006	0,001	0,004	0,002	0,003	0,001
<i>Maximum</i>	A	0,0002	0,009	0,0008	0,0004	0,0005	0,0004	0,0001	0,0004
	B	0,008	0,0002	0,006	0,0001	0,008	0,0004	0,0001	0,009
<i>Minimum</i>	A	0,06	0,09	0,06	0,08	0,07	0,06	0,08	0,11
	B	0,0009	0,0008	0,0004	0,0006	0,0001	0,0002	0,0008	0,0002
<i>Medence rotatioja</i>									
<i>Mozgásterjedelem</i>		0,0008	0,0001	0,001	0,0006	0,005	0,0003	0,007	0,004
<i>Maximum</i>		0,0004	0,0002	0,0002	0,001	0,0004	0,0009	0,002	0,008
<i>Minimum</i>		0,02	0,007	0,0009	0,01	0,01	0,03	0,009	0,008
<i>Medence billenése</i>									
<i>Mozgásterjedelem</i>		0,0002	0,0003	0,0003	0,0008	0,0005	0,0009	0,0004	0,0007
<i>Maximum</i>		0,0008	0,001	0,0006	0,0009	0,0004	0,0005	0,0002	0,0006
<i>Minimum</i>		0,07	0,02	0,08	0,04	0,07	0,06	0,06	0,09
<i>Medence dőlése</i>									
<i>Mozgásterjedelem</i>		0,18	0,16	0,16	0,21	0,14	0,17	0,24	0,27
<i>Maximum</i>		0,13	0,19	0,18	0,20	0,21	0,19	0,21	0,32
<i>Minimum</i>		0,19	0,26	0,12	0,18	0,09	0,13	0,35	0,39

Jelmagyarázat:

A: egészséges, domináns oldal; B: érintett, nem-domináns oldal

F9. táblázat: A betegcsoport férfitagjainak a műtét utáni és a műtét előtti járását jellemző paraméter összehasonlításának szignifikanciaszintjei

Jellemzők	Oldal	6 héttel a menisectomia után		3 hónappal a menisectomia után		12 hónappal a menisectomia után	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
Lépéshossz (mm)		0,07	0,08	0,008	0,006	0,009	0,006
Lépéshossz (mm)	A	0,07	0,06	0,03	0,03	0,0005	0,03
	B	0,01	0,03	0,006	0,003	0,007	0,03
Lépésszélesség (mm)		0,001	0,003	0,0003	0,0004	0,003	0,002
Támaszfázis időtartama (%)	A	0,15	0,21	0,14	0,09	0,12	0,07
	B	0,07	0,08	0,04	0,03	0,01	0,007
Kettős támaszfázis időtartama (%)		0,18	0,14	0,11	0,07	0,21	0,06
<i>Térdszög</i>							
Mozgásterjedelem	A	0,01	0,008	0,003	0,002	0,0001	0,0009
	B	0,006	0,004	0,001	0,0007	0,0003	0,0005
Maximum	A	0,01	0,006	0,008	0,009	0,009	0,01
	B	0,0005	0,0006	0,0007	0,0005	0,0008	0,0002
Minimum	A	0,08	0,09	0,09	0,14	0,13	0,21
	B	0,008	0,006	0,008	0,007	0,0004	0,005
<i>Csípőszög</i>							
Mozgásterjedelem	A	0,08	0,09	0,001	0,0006	0,0008	0,0004
	B	0,04	0,008	0,004	0,001	0,002	0,0009
Maximum	A	0,07	0,06	0,01	0,02	0,0007	0,0006
	B	0,01	0,02	0,008	0,01	0,0009	0,0006
Minimum	A	0,06	0,07	0,07	0,06	0,09	0,16
	B	0,02	0,02	0,01	0,009	0,01	0,008
<i>Medence rotatioja</i>							
Mozgásterjedelem		0,08	0,09	0,07	0,11	0,09	0,09
Maximum		0,10	0,14	0,17	0,21	0,08	0,07
Minimum		0,28	0,11	0,34	0,13	0,24	0,09
<i>Medence billenése</i>							
Mozgásterjedelem		0,20	0,08	0,24	0,04	0,18	0,03
Maximum		0,12	0,09	0,27	0,03	0,13	0,01
Minimum		0,24	0,14	0,34	0,09	0,21	0,11
<i>Medence dőlése</i>							
Mozgásterjedelem		0,24	0,32	0,18	0,41	0,16	0,31
Maximum		0,14	0,31	0,11	0,34	0,14	0,29
Minimum		0,14	0,24	0,08	0,33	0,09	0,34

Jelmagyarázat:

A: egészséges, domináns oldal; B: érintett, nem-domináns oldal

F10. táblázat: A betegcsoport női tagjainak a műtét utáni és a műtét előtti járását jellemző paraméter összehasonlításának szignifikanciaszintjei

Jellemzők	Oldal	6 héttel a meniscectomia után		3 hónappal a meniscectomia után		12 hónappal a meniscectomia után	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
Lépésfrekvencia (lépés/perc)		0,14	0,09	0,005	0,03	0,02	0,01
Lépéshossz (mm)	A	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02
	B	0,008	0,006	0,005	0,002	0,0003	0,0001
Lépésszélesség (mm)		0,001	0,0008	0,0008	0,0001	0,0006	0,0007
Támaszfázis időtartama (%)	A	0,06	0,12	0,07	0,06	0,06	0,08
	B	0,07	0,06	0,04	0,04	0,03	0,04
Kettős támaszfázis időtartama (%)		0,29	0,14	0,27	0,09	0,12	0,15
<i>Térdszög</i>							
Mozgásterjedelem	A	0,08	0,12	0,004	0,003	0,002	0,0009
	B	0,02	0,008	0,0008	0,001	0,006	0,0007
Maximum	A	0,06	0,07	0,009	0,01	0,002	0,008
	B	0,01	0,009	0,0007	0,0005	0,0002	0,0004
Minimum	A	0,08	0,09	0,09	0,08	0,12	0,09
	B	0,06	0,09	0,007	0,009	0,003	0,004
<i>Csipőszög</i>							
Mozgásterjedelem	A	0,08	0,12	0,02	0,009	0,0007	0,003
	B	0,09	0,11	0,03	0,006	0,001	0,0003
Maximum	A	0,11	0,08	0,03	0,04	0,04	0,02
	B	0,09	0,07	0,04	0,03	0,03	0,01
Minimum	A	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09	0,10
	B	0,06	0,12	0,02	0,04	0,008	0,01
<i>Medence rotatioja</i>							
Mozgásterjedelem		0,16	0,17	0,14	0,13	0,11	0,16
Maximum		0,08	0,28	0,09	0,21	0,14	0,21
Minimum		0,29	0,31	0,34	0,27	0,24	0,14
<i>Medence billenése</i>							
Mozgásterjedelem		0,08	0,14	0,22	0,01	0,14	0,008
Maximum		0,09	0,021	0,14	0,009	0,08	0,006
Minimum		0,14	0,08	0,09	0,06	0,08	0,14
<i>Medence dőlése</i>							
Mozgásterjedelem		0,21	0,23	0,28	0,39	0,31	0,34
Maximum		0,28	0,34	0,44	0,31	0,41	0,38
Minimum		0,31	0,47	0,27	0,51	0,40	0,48

Jelmagyarázat:

A: egészséges, domináns oldal; B: érintett, nem-domináns oldal

F11. táblázat: A kontroll- és a betegcsoport férfitagjainak a járásszabályosságát jellemző paraméter összehasonlításának szignifikanciaszintjei

Jellemzők	Oldal	Meniscectomia előtt		6 héttel a meniscectomia után		3 hónappal a meniscectomia után		12 hónappal a meniscectomia után	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
<i>Lépéshossz (mm)</i>		0,003	0,002	0,006	0,003	0,008	0,006	0,09	0,07
<i>Lépéshossz (mm)</i>	A	0,13	0,12	0,06	0,08	0,21	0,32	0,28	0,31
	B	0,002	0,001	0,008	0,005	0,03	0,008	0,18	0,21
<i>Lépésszélesség (mm)</i>		0,003	0,001	0,009	0,005	0,04	0,007	0,24	0,29
<i>Támaszfázis időtartama (%)</i>	A	0,23	0,32	0,24	0,21	0,15	0,17	0,34	0,24
	B	0,003	0,003	0,006	0,004	0,008	0,007	0,21	0,18
<i>Kettős támaszfázis időtartama (%)</i>		0,005	0,004	0,007	0,006	0,08	0,04	0,09	0,08
<i>Térdszög</i>	A	0,00008	0,00003	0,0001	0,0008	0,001	0,002	0,008	0,007
	B	0,00002	0,00006	0,0007	0,001	0,002	0,004	0,009	0,007
<i>Csípőszög</i>	A	0,00005	0,0001	0,005	0,004	0,008	0,009	0,01	0,02
	B	0,00003	0,00004	0,00009	0,002	0,008	0,009	0,11	0,13
<i>Medence rotatioja</i>		0,0002	0,00009	0,004	0,006	0,01	0,008	0,03	0,02
<i>Medence billenése</i>		0,0005	0,0005	0,0008	0,001	0,008	0,004	0,01	0,006
<i>Medence dőlése</i>		0,14	0,17	0,18	0,21	0,24	0,31	0,21	0,28

Jelmagyarázat:

A: egészséges, domináns oldal; B: érintett, nem-domináns oldal

F12. táblázat: A kontroll- és a betegcsoport női tagjainak a járásszabályosságát jellemző paraméter összehasonlításának szignifikanciaszintjei

Jellemzők	Oldal	Menisectomia előtt		6 héttel a menisectomia után		3 hónappal a menisectomia után		12 hónappal a menisectomia után	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
<i>Lépésfrekvencia (lépés/perc)</i>		0,001	0,004	0,003	0,002	0,005	0,003	0,08	0,09
<i>Lépéshossz (mm)</i>	A	0,21	0,24	0,14	0,18	0,10	0,25	0,19	0,24
	B	0,0009	0,0007	0,001	0,003	0,004	0,009	0,34	0,26
<i>Lépésszélesség (mm)</i>		0,003	0,002	0,004	0,00	0,04	0,009	0,07	0,06
<i>Támaszfázis időtartama (%)</i>	A	0,10	0,12	0,11	0,19	0,15	0,17	0,28	0,24
	B	0,002	0,001	0,007	0,009	0,005	0,01	0,31	0,27
<i>Kettős támaszfázis időtartama (%)</i>		0,003	0,004	0,006	0,004	0,09	0,04	0,09	0,18
<i>Térdszög</i>	A	0,00006	0,00001	0,0002	0,0006	0,0009	0,001	0,01	0,006
	B	0,00004	0,00005	0,0009	0,0006	0,003	0,007	0,005	0,008
<i>Csípőszög</i>	A	0,0004	0,0002	0,0005	0,0007	0,004	0,003	0,007	0,007
	B	0,00007	0,00009	0,008	0,002	0,01	0,009	0,06	0,07
<i>Medence rotatioja</i>		0,0001	0,0008	0,001	0,005	0,006	0,003	0,009	0,006
<i>Medence billenése</i>		0,0004	0,0001	0,0009	0,0008	0,006	0,003	0,007	0,008
<i>Medence dőlése</i>		0,12	0,17	0,19	0,24	0,34	0,28	0,28	0,29

Jelmagyarázat:

A: egészséges, domináns oldal; B: érintett, nem-domináns oldal

F13. táblázat: A betegcsoport férfitagjainak a műtét utáni és a műtét előtti járásszabályosságát jellemző paraméter összehasonlításának szignifikanciaszintjei

Jellemzők	Oldal	6 héttel a meniscectomia után		3 hónappal a meniscectomia után		12 hónappal a meniscectomia után	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
<i>Lépésfrekvencia (lépés/perc)</i>		0,04	0,007	0,007	0,006	0,008	0,006
<i>Lépéshossz (mm)</i>	A	0,21	0,32	0,24	0,38	0,14	0,18
	B	0,02	0,01	0,004	0,006	0,0002	0,001
<i>Lépésszélesség (mm)</i>		0,02	0,04	0,004	0,004	0,002	0,006
<i>Támaszfázis időtartama (%)</i>	A	0,09	0,13	0,18	0,21	0,12	0,21
	B	0,06	0,008	0,06	0,006	0,007	0,008
<i>Kettős támaszfázis időtartama (%)</i>		0,02	0,01	0,008	0,006	0,0003	0,0004
<i>Térdszög</i>	A	0,03	0,04	0,01	0,03	0,0007	0,0002
	B	0,009	0,008	0,007	0,006	0,002	0,001
<i>Csípőszög</i>	A	0,03	0,02	0,02	0,02	0,0003	0,00009
	B	0,29	0,21	0,24	0,18	0,0006	0,0001
<i>Medence rotatioja</i>		0,14	0,19	0,09	0,08	0,0001	0,00003
<i>Medence billenése</i>		0,32	0,29	0,14	0,21	0,006	0,008
<i>Medence dőlése</i>		0,34	0,39	0,28	0,32	0,24	0,23

Jelmagyarázat:

A: egészséges, domináns oldal; B: érintett, nem-domináns oldal

F14. táblázat: A betegcsoport női tagjainak a műtét utáni és a műtét előtti járásszabályosságát jellemző paraméter összehasonlításának szignifikanciaszintjei

Jellemzők	Oldal	6 héttel a meniscectomia után		3 hónappal a meniscectomia után		12 hónappal a meniscectomia után	
		1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s	1,0 m/s	1,2 m/s
<i>Lépésfrekvencia (lépés/perc)</i>		0,04	0,03	0,003	0,008	0,0004	0,0003
<i>Lépéshossz (mm)</i>	A	0,12	0,16	0,19	0,24	0,21	0,18
	B	0,03	0,04	0,001	0,002	0,0006	0,004
<i>Lépésszélesség (mm)</i>		0,009	0,008	0,005	0,004	0,0006	0,001
<i>Támaszfázis időtartama (%)</i>	A	0,18	0,28	0,28	0,47	0,34	0,38
	B	0,08	0,01	0,06	0,007	0,001	0,003
<i>Kettős támaszfázis időtartama (%)</i>		0,01	0,04	0,003	0,007	0,001	0,003
<i>Térdszög</i>	A	0,06	0,04	0,07	0,03	0,0008	0,00009
	B	0,01	0,009	0,009	0,01	0,003	0,006
<i>Csípőszög</i>	A	0,008	0,02	0,03	0,009	0,0005	0,00002
	B	0,21	0,15	0,14	0,06	0,0004	0,0003
<i>Medence rotatioja</i>		0,29	0,31	0,08	0,09	0,0006	0,0007
<i>Medence billenése</i>		0,18	0,21	0,12	0,17	0,003	0,007
<i>Medence dőlése</i>		0,42	0,30	0,31	0,28	0,29	0,22

Jelmagyarázat:

A: egészséges, domináns oldal; B: érintett, nem-domináns oldal