

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**A csípő és térdízület normál és patológiás állapotainak modern
képalkotása különös tekintettel az EOS 2D/3D rendszerre**

Dr. Szuper Kinga



**Pécsi Tudományegyetem
Általános Orvostudományi Kar**

Pécs

2024

Doktori (PhD) értekezés tézisei

A csípő és térdízület normál és patológiás állapotainak modern
képalkotása különös tekintettel az EOS 2D/3D rendszerre

Dr. Szuper Kinga

Pécsi Tudományegyetem Klinikai Központ Ortopédiai Klinika

Prof. Dr. Than Péter

témavezető

Mozgásszervi Klinikai Tudományok programvezető

Dr. Horváth Gábor

társtémavezető

Pécsi Tudományegyetem Klinikai Központ Ortopédiai Klinika

Prof. Dr. Bogár Lajos

Klinikai Orvostudományok Doktori Iskolavezető

Pécsi Tudományegyetem

Általános Orvostudományi Kar

Pécs

2024

Tartalomjegyzék

RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE	2
1. BEVEZETÉS	3
2. A MINDENNAPI ORTOPÉDIAI GYAKORLATBAN ALKALMAZOTT KÉPALKOTÓ MÓDSZEREK.....	3
3. EOS 2D/3D ULTRA ALACSONY DÓZISÚ DIGITÁLIS KÉPALKOTÁS	5
4. A HAGYOMÁNYOS RÖNTGENVIZSGÁLAT ALKALMAZHATÓSÁGA AZ ORTOPÉDIAI GYAKORLATBAN	5
5. AZ MR VIZSGÁLAT ALKALMAZHATÓSÁGA AZ ORTOPÉDIAI GYAKORLATBAN	7
6. AZ ALSÓ VÉG TAG ANATÓMIAI JELLEMZÉSE EOS VIZSGÁLATTAL.....	11
7. MEGBESZÉLÉS	20
8. ÚJ EREDMÉNYEK.....	21
A DOLGOZAT ALAPJÁUL SZOLGÁLÓ SAJÁT PUBLIKÁCIÓK	23
A DOLGOZAT ALAPJÁUL SZOLGÁLÓ EGYÉB PUBLIKÁCIÓK	24
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	25

Rövidítések Jegyzéke

AP – anteroposterior

CD szög – collodiaphysealis szög

CT – computed tomography

EOS – extended orthopedic system

HHS – Harris Hip Score

HKA – hip-knee-ankle angle

HKS – hip-knee shift

MR/MRI – magnetic resonanace imaging

UH – ultrahang

1. Bevezetés

A radiológiai képalkotás fejlődésével a mozgásszervi diagnosztikában újabb és újabb vizsgáló eljárások jelentek meg, melyek az ortopédiai fizikális vizsgálat mellett egyre fontosabb szerepet kaptak napjainkra. A képalkotó vizsgálatok alkalmazása jelentős mértékben hozzájárul az ortopédiai elváltozások pontos diagnózisának felállításához, valamint segítséget nyújt a megfelelő műtéti indikáció felállításában. Ma már több korszerű vizsgálómódszer áll rendelkezésünkre, mint például a hagyományos röntgen, ultrahang, EOS, CT és MR vizsgálatok, melyek közül az alábbi szempontok figyelembevételével választhatunk: célzottság, hatékonyság, sugárterhelés kockázata, költség, időtartam. Ezek a vizsgálatok amellet, hogy megkönnyítik a napi orvosi munkát, bizonyos elváltozások túl- vagy alul diagnosztizálásához is vezethet.

2. A mindennapi ortopédiai gyakorlatban alkalmazott képalkotó módszerek

A legkorábbi vizsgáló eljárás a röntgen volt, melyet 1895-ben Wilhelm Conrad Röntgen fedezett fel, amit kezdetben a belgyógyászati betegségek diagnosztikájában pl.: vesekő kimutatása, mellkas és tüdőrontgen vizsgálatok használtak.

Ma a fő alkalmazási területe a csont és ízületi elváltozások diagnosztikai vizsgálata mellett elsősorban a műtéti tervezésben, vagy műtét utáni kontroll vizsgálatokban van.

Legfontosabb előnye a napi rutinban a széleskörű elérhetősége, gyorsasága és olcsósága, hátránya, hogy 3D térbeli képalkotást nem tesz lehetővé.

Az ultrahang széles körben hozzáférhető, olcsó, egészségügyi kockázattal nem járó vizsgáló eljárás, melynek állatkísérletes megfigyelése és fizikai leírása az 1790-es évekre tehető. Az első humán vizsgálatokra azonban csak 1942-ben került sor. Kezdetben agytumrok és agykamrák megfigyelésére, majd a hasi és kismencedei diagnosztikában használták. Muszkuloszkeletális alkalmazására csak jóval később az 1958-ban került sor. Az ultrahang igen értékes diagnosztikai eszköz az inak, az izmok és a szalagok diagnosztikájában. Ízületi folyadékgyülemek (hydrops, vagy haemarthros), illetve cysták kimutatására szintén alkalmas. A napi ortopédiai rutinban az ultrahang vizsgálat elvégzésére a leggyakrabban térd és vállízületi elváltozások, krónikus sérülések miatt kerül sor.

Míg a korábban ismertetett diagnosztikai módszerek csak 2D-s képalkotást tettek lehetővé, addig a most ismertetésre kerülő CT és MR vizsgálatokkal már a 3D képalkotás is lehetséges:

A CT fizikai elméleti hátterének kidolgozása Cormack nevéhez köthető. Az első CT gépet 1968-ban Hounsfield szabadalmaztatta, aki a korábbi röntgen csövet gamma sugárforrással helyettesítette, mellyel már élő szöveteket is tudott vizsgálni. Az első humán tomographiás vizsgáltot 1971-ben végezték el egy agytumor gyanús nőn.

Különösen nehéz szituációk, revíziós műtétek, nehéz primer esetek protézisalkotásakor a hagyományos röntgenfelvételhez képest a CT vizsgálat morfológiai részleteiben pontosabb képalkotást tesz lehetővé. A rendelkezésre álló 3D rekonstrukcióval előre megjósolhatók a várható intraoperatív nehézségek.

Előnye, hogy relatíve gyors, hozzáférhető, a 3D rekonstrukció miatt valós térbeli képalkotást tesz lehetővé, mely a röntgen vizsgálatához képest részletesebb, viszont a sugárterhelése a röntgenvizsgálat mintegy 300 szorososa.

Az MR vizsgálatot a napi betegellátásban az ízületek és a környező lágyrészek megítélésére használjuk. Az MR hátterét képező mágneses rezonancia elvének leírása 1946-ra tehető, azonban az első humán vizsgálatra csak 1977-ben került sor. Az MR kezdetben, az agyi diagnosztikában, majd a tumorok és infekciók széleskörű vizsgálatában terjedt el, később a muszkuloszkeletális képalkotásban is egyre nagyobb szerepet kapott.

Egyik előnye, hogy képes a porckárosodást noninvazívan olyan korán diagnosztizálni, hogy az irreverzibilis ízületi károsodás még visszafordítható legyen.

A napi ortopédiai gyakorlatban elsősorban az ízületek, izmok, inak, szalagok elváltozásainak kimutatására használjuk. Leggyakoribb felhasználási területe a váll-, csípő és térd körüli és azokon beüli lágyrészek diagnosztikus megítélése.

3. EOS 2D/3D ultra alacsony dózisú digitális képalkotás

Az EOS 2D/3D ultra alacsony dózisú digitális röntgen berendezés, melyben a Charpack által felfedezett mikroszálas gázdetektorokkal történik a leképezés.

EOS vizsgálat során két egymásra merőleges röntgencső és a velük szemben elhelyezkedő gázdetektor páros vertikális irányú mozgatásával egyidejűleg készül egy AP és egy laterális felvétel a teljes testről.

Előnye, hogy a teljes testről készül a felvétel, álló (terhelt) helyzetben mely lehetővé teszi a mechanikai paraméterek meghatározását, mindezt rövid leképezési idővel és alacsony sugárterheléssel. A rendszer tovább előnye, hogy a SterEOS 3D szoftvercsomag segítségével utólag 3D rekonstrukció készíthető, mely térbeli geometriai paraméterek meghatározását is lehetővé teszi.

A rendszert kezdetben a scoliosis diagnosztikájában, illetve alsó végtagi geometriai paraméterek meghatározásához használták, azonban az alkalmazási kör folyamatosan bővül, napjainkban a térd és csípő protézisek posztoperatív helyzetének megítéléséről és a preoperatív tervezéssel kapcsolatban jelennek meg közlemények. Az új mikrodose protokoll további lehetőséget biztosít a kibocsátott sugárdózis csökkentésére, melynek jelentőségét a nemzetközi tanulmányok elsősorban az idiopathiás scoliosis progressziójának nyomon követésében látják.

4. A hagyományos röntgenvizsgálat alkalmazhatósága az ortopédiai gyakorlatban

4.1. A hagyományos röntgenfelvételek kiértékelése során célunk a következő volt:

1. A dysplasiás coxarthrosis radiológiai formáinak demonstrálása. Esetbemutatók segítségével az ízületi destrukció mértékének megfelelő protetizálási lehetőségek ismertetése.
2. Egy hibás pozícióba beültetett térdprotézis késői radiológiai következményeinek bemutatása.
3. A cement nélküli revíziók radiológiai áttekintése, különös tekintettel a heterotop csontképződés előfordulási gyakoriságára.

4.2. A hagyományos röntgenfelvételek értékelésének módszere

A hagyományos röntgen vizsgálat ortopédiai alkalmazhatóságának bemutatásához dysplasia miatt csípőprotézis beültetésén átesett 3 beteg preoperatív és közvetlen postoperatív két irányú röntgen felvételeit hasonlítottuk össze és értékeltük.

Hibás pozícióban beültetett totál térdprotézis aszeptikus lazulása és revíziója című esetismertetésünkben térdízületi arthrosis miatt TEP implantáción átesett beteg közvetlen postoperatív és a kontroll vizsgálatok során készült röntgen felvételeit elemeztük és hasonlítottuk össze.

A paraarticularis ossificatio vizsgálatánál intézetünkben 2000 és 2003 között cement nélküli implantátummal aszeptikus lazulás miatt operált 58 beteg adatait tekintettük át. A műtétek után a kontroll vizsgálatokra átlag 44 (30,52) hónap múlva került sor. A visszarendelt betegek közül 26-an jelentek meg (13 nő, 13 férfi). Minden beteg csípőjéről AP röntgenfelvételt készítettünk, melyet a közvetlen posztoperatív felvételekkel hasonlítottunk össze. A paraarticuláris ossificatio mértékének megállapítására a Brooker klasszifikációt alkalmaztuk.

4.3. Saját vizsgálatok eredmények

Az ortopédiai osztályokon leggyakrabban végzett beavatkozás a csípő protézis beültetés. A műtéti tervezéshez elengedhetetlen a standard 2 irányú röntgen elvégzése. Vizsgálatunkban a csípőízületi dysplasia késői szövődményét a dysplasiás coxarthrosist és annak radiológiai megjelenését vizsgáltuk. Három olyan beteg pre- illetve posztoperatív röntgenfelvételét mutattuk be, akiknél speciális technikai problémát jelentő szituációt kellett megoldani a primer implantáció során. A műtétek során kisméretű, és-vagy speciális formájú protézis szár került beültetésre.

A térdprotézis radiológiai megítélése során egy esetbemutatás segítségével demonstráltuk, milyen korai és késői következményekkel jár a komponensek malpozíciója. A femorális és a tibiális komponens egymást kompenzálva hibás pozícióba került beültetésre. A műtét után 3 évvel elvégzett röntgenvizsgálaton a tibialis komponens körül már enyhe reszorpció volt látható. A műtétet követő 10 éves kontrollon a tibialis komponens kifejezett csontvesztéssel járó egyértelmű lazulása és elbillenése, valamint a tibia lateralis corticalisának megszakadása volt látható. Az oldalfelvételen a femoralis komponens lazulása is megfigyelhető volt.

A paraarticularis ossificatio vizsgálata során intézetünkben 2000 és 2003 között aszeptikus lazulás miatt cement nélküli revízió átesett 58 beteg röntgenfelvételeit tekintettük át.

A radiológiai utánkövetés során aszeptikus lazulásra utaló jelet nem találtunk, 10 betegnél (38.46%) a kontroll röntgenfelvételeken paraarticularis ossificatio volt látható, ami a közvetlen posztoperatív felvételeken nem volt megfigyelhető. Ezeknél a betegeknél, 7 esetben csak a vápa, 2-nél a szár, 1-nél pedig mindkét komponens revíziója megtörtént. Allograftos vápafenék plasztika 8 esetben, 1 esetben pedig femur allograftos spongiosa plasztika történt. A paraarticularis ossificatiót mutató eseteknél átlag 24 (12,52) hónap telt el a revíziós műtét után. Mértéke Brooker klasszifikáció szerint Grade 1-3-ig terjedt. A 10 betegből 1-nek volt Grade 1, 3-nak Grade 2, 6-nak Grade 3 fokú paraarticularis ossificatioja.

Kifejezett paraarticularis ossificatio arányról számoltunk be primer csípő műtétek radiológiai utánkövetése során is. A Corail szárak középtávon aszeptikus lazulás tekintetében kiváló eredményt mutattak, azonban a hydroxiapatit bevonat miatt fokozott ossificatio arányt tapasztaltunk. Az 57 betegből a 7 esetben (12,28%) a kontroll felvételeken jelentős mértékű Brooker klasszifikáció szerint 2-3 paraarticularis ossificatio volt látható, ami a közvetlen posztoperatív röntgenfelvételeken nem volt megfigyelhető.

5. Az MR vizsgálat alkalmazhatósága az ortopédiai gyakorlatban

5.1. MR vizsgálat felhasználási lehetőségeinek ismertetése során célunk volt:

1. Az MR diagnosztikus megbízhatóságának meghatározása különböző eredetű térd sérülésekben. Az MR leletek összehasonlítása az arthroscopia eredményével.
2. Ritka térdízületi elváltozások diagnosztizálása. A mediális discoid meniscus radiológiai kivizsgálásának ismertetése.
3. Két ritka entitás a laterális meniscus cysta és az intraarticularis ganglion bemutatása.

5.2. Vizsgálati módszerek az MR ortopédiai felhasználása során

Az MR diagnosztikus megbízhatóságának vizsgálata során intézetünkben 2010 és 2013 között 327 beteg adatait tekintettük át, ahol 110 esetben előzetesen MR vizsgálat is készült.

A 110 beteg nemi megoszlása a következőt mutatta: 45 férfi és 65 nő. A betegek átlagéletkora 37 (21,53) év volt. Az MR felvételeket minden esetben a Pécsi Diagnosztikai Központban Siemens Magnetom 1,5, illetve 3 Teslás MR-rel végeztük.

Ritka térdízületi entitás mediális discoid meniscus című esetismertetésünkben egy 35 éves nőbeteg röntgen és MR vizsgálatát, majd ezt követően diagnosztikus arthroscopiáját végeztük el. Elemeztük a képalkotó vizsgálatok eredményeit és összehasonlítottuk az arthroscopia során talált lelettel. Mivel az MR során a mediális discoid meniscus nem került leírásra a leletet radiológusokkal revideáltattuk.

Térdközeli laterális cystosus elváltozások differenciál diagnosztikája című közleményünkben egy laterális meniscus cystás, illetve egy ganglion cystás beteg preoperatív röntgen és MR felvételeit tekintettük át és hasonlítottuk össze a diagnosztikus arthroscopia eredményével.

5.3. Eredményeink az MR vizsgálat gyakorlati ortopédiai alkalmazásában

A MR vizsgálat térdízületi diagnosztikus megbízhatóságának vizsgálata során arra voltunk kíváncsiak, hogy az MR leletezés milyen pontosságúnak tekinthető. Vizsgálatunkban 110 olyan beteget vizsgáltunk, ahol arthroscopia és ezt megelőzően MR vizsgálat is történt.

Arthroscopia során az alábbi elváltozásokat találtuk: 52 mediális meniscus szakadás, 12 laterális meniscus szakadás, 39 elülső keresztszalag szakadás, 1 osteochondritis dissecans, 1 mediális discoid meniscus, 1 villonoduláris synovitis.

A műtétet követően összehasonlítottuk az MR és az arthroscopia során talált eredményeket és csoportosítottuk a szerint, hogy volt-e leletegyezés, vagy sem.

Vizsgálatunk során a következő eredményeket kaptuk. Az esetek 68%-ánál találtunk egyezést az MR és arthroscopia során, 15%-ban az MR által leírt elváltozást igazolni nem tudtuk, vagy egészen

más lézió került felismerésre. A fennmaradó 17%-ban az MR-en leírt elváltozásoknak csak egy részét sikerült arthroscopiával kimutatni.

A leggyakoribb térdízületi sérülés a mediális meniscus szakadás, amit 52 esetben az MR, majd az azt követő arthroscopos vizsgálat is megerősített. Kisebb esetszámban (15 eset) találtunk csak pozitív MR lelet mellett negatív arthroscopos leletet, ugyanakkor 8 esetet az MR vizsgálat nem írt le. Meghatároztuk az MR vizsgálat mediális meniscus sérülésre vonatkozó szenzitivitását, valamint pozitív prediktív értékét, ami 86,66% és 77,61%-nak adódott.

Elülső keresztszalag szakadás önmagában kisebb esetszámban fordult elő és általában a mediális meniscus sérülésével társult. Ennél a sérülésformánál az MR vizsgálat szenzitivitása 81,25%-nak, pozitív prediktív értéke 86,66%-nak mutatkozott.

Laterális meniscus szakadást lényegesen ritkábban írt le az MR vizsgálat, ami az elváltozás előfordulásának ritkaságát is jelentheti. Ebben az esetben az MR szenzitivitása, valamint pozitív prediktív értéke 70,58% és 54,54%.

Véleményünk szerint az MR vizsgálat elvégzésének indikációját képezik a nem egyértelmű fizikális tünetek, valamint a komplex térd-sérülés, illetve a ritka elváltozások.

A ritka térdízületi elváltozások diagnosztikai nehézségére klinikánk beteganyagából egy 35 éves nőbeteg esetbemutatásának kapcsán hívtuk fel a figyelmet.

A beteg évek óta fennálló bal oldali mediális térd panaszok miatt jelentkezett ambulanciánkon. Elmondása szerint a panaszait megelőző időszakban térdét trauma nem érte. Reumatológián fizioterápiás kezelést, valamint per os chondroitin-szulfát kúrát kapott. Fizikális vizsgálata során a bal térd 10 fokos extenziós elmaradását észleltük, a további flexió 140 fokig volt kivihető. A mediális ízrés kifejezetten nyomásérzékeny volt, rotációs tesztekre a fájdalom fokozódott. A klinikai kivizsgálási protokollnak megfelelően kétirányú röntgenfelvételt készítettünk, melyen strukturális csontszerkezeti eltérés nem igazolódott. A beteg szubjektív, illetve klinikai tünetei alapján a mediális meniscus szakadás gyanúja merült fel, ezért pontosabb diagnózis céljából elvégeztettük az MR vizsgálatot. Az MR leírta a mediális meniscus parameniscalis cystával járó degeneratív szakadását, azonban discoid meniscust nem észleltek.

A műtétet követően az MR lelet revízióját kértük és ekkor már egyértelműen leírták az elváltozást. A klinikai és radiológiai leletek alapján arthroscopos műtétet végeztünk, mely során teljes mediális discoid meniscust és annak hátsó részéről induló vastag lap szerinti lebenyszerű szakadást találtuk.

A szakadt részeket eszközösen eltávolítottuk majd shaver segítségével a normál meniscusra jellemző C formát alakítottuk ki.

Az MR vizsgálatnak nemcsak a ritka elváltozásokban van diagnosztikus jelentősége, hanem térd körüli lágyrészelváltozások differenciáldiagnosztikájában is.

A térd közeli cysták ritka elváltozások, melyek nemcsak az ortopéd sebésznek, hanem olykor a leletező radiológusnak is diagnosztikai nehézséget jelenthetnek. A térdízületben leggyakrabban előforduló cystás elváltozások a meniscus cysták és a ganglion cysták. Tanulmányunkban a laterális meniscus cystát, valamint az intraartikuláris ganglion cystat ismertettük.

Klinikailag a laterális meniscus cysta a laterális ízrés felett a tractus iliotibiális tapadása alatt elhelyezkedő, relatíve kemény tapintatú lágyrészterime. Ritka esetben, mint ahogyan az a közleményünkben is megfigyelhető volt, a kétirányú röntgenfelvételen a terimének megfelelően a tibia laterális condylusán csonterózió jelenhet meg. A diagnózisunk pontosítására elvégzett MR vizsgálat egyértelműen kimutatta a laterális ízületi résből kiinduló, a meniscussal összefüggő, a tibiacondylust erodáló meniscus cystát.

A ganglion cysta klinikai megjelenése alapján nem különíthető el a térdízület egyéb cystás elváltozásaitól, szintén megjelenhet laterális lágyrészterime képében. Kétirányú röntgenfelvételen radiológiai eltérést ez sem okoz.

A végső diagnózishoz MR vizsgálatral jutottunk, mely multiloculáris ganglion cystát igazolt a subcután zsírszövetben ventrolaterálisan, illetve a Hoffa zsírtestben, valamint a laterális retinaculum rétegeiben, illetve két, a ganglion cystával összefüggő, valószínűleg a patella porcból származó ízületi szabadtestet írt le.

6. Az alsó végtag anatómiai jellemzése EOS vizsgálattal

6.1. Az alsó végtagi EOS vizsgálattal célunk a következő volt:

1. EOS 2D/3D módszerrel a gyermek, valamint a felnőtt korcsoportokban a normál alsó végtag anatómiai és biomechanikai paramétereinek mérése, a kapott értékek életkorral mutatott összefüggéseinek ábrázolása.
2. Populációra jellemző normál referenciaértékek megadása.

Degeneratív és traumás alsó végtagi állapotok EOS 3D jellemzésével célunk a következő volt:

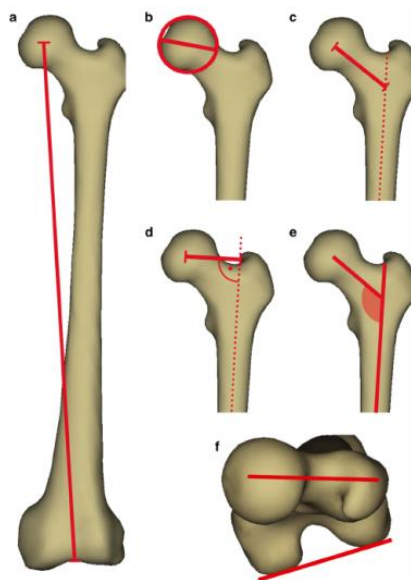
1. EOS 2D/3D módszerrel kis esetszámú cox- és gonarthrosisos betegpopuláció anatómiai és biomechanikai paramétereinek megállapítása.
2. Alsóvégtagi törést szenvedett betegeinknél a végtag hosszának, tengelyének és rotációjának pontos mérése.

6.2. Egészséges gyermekek EOS vizsgálatának módszere

Intézetünkben 2007 és 2012 között 4-16 éves gyermekpopuláció körében elvégzett EOS vizsgálatokat tekintettük át. 716 vizsgálatból kiválasztottunk 508 olyan felvételt, ahol a növekedést befolyásoló rendellenesség kizárható volt.

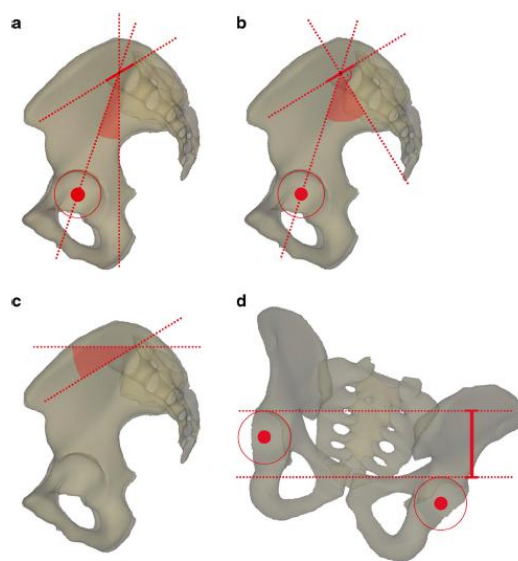
Az 508 vizsgálatot enyhe vagy közepes fokú scoliosis, funkcionális kyphosis, chondromalacia patellae, idiopátiás ízületi fájdalom miatt végeztünk. A csontkor becslésére a Risser jelet használtuk, a korcsoportokat a betegek életkora alapján képeztük.

Elvégeztük mindkét alsó végtag teljes 3D rekonstrukcióját, így 1016 végtag modelljét kaptuk meg. Vizsgálatunk során a 1. ábrán látható femur, - illetve a 2. ábrán látható medence paramétereket határoztuk meg.



1. ábra A femur anatómiai paraméterei:

a femur mechanikai tengelyhossz, **b** femurfej átmérő, **c** femur nyakhossz, **d** femorális offset
e collodiaphyseális szög, **f** femur torzió

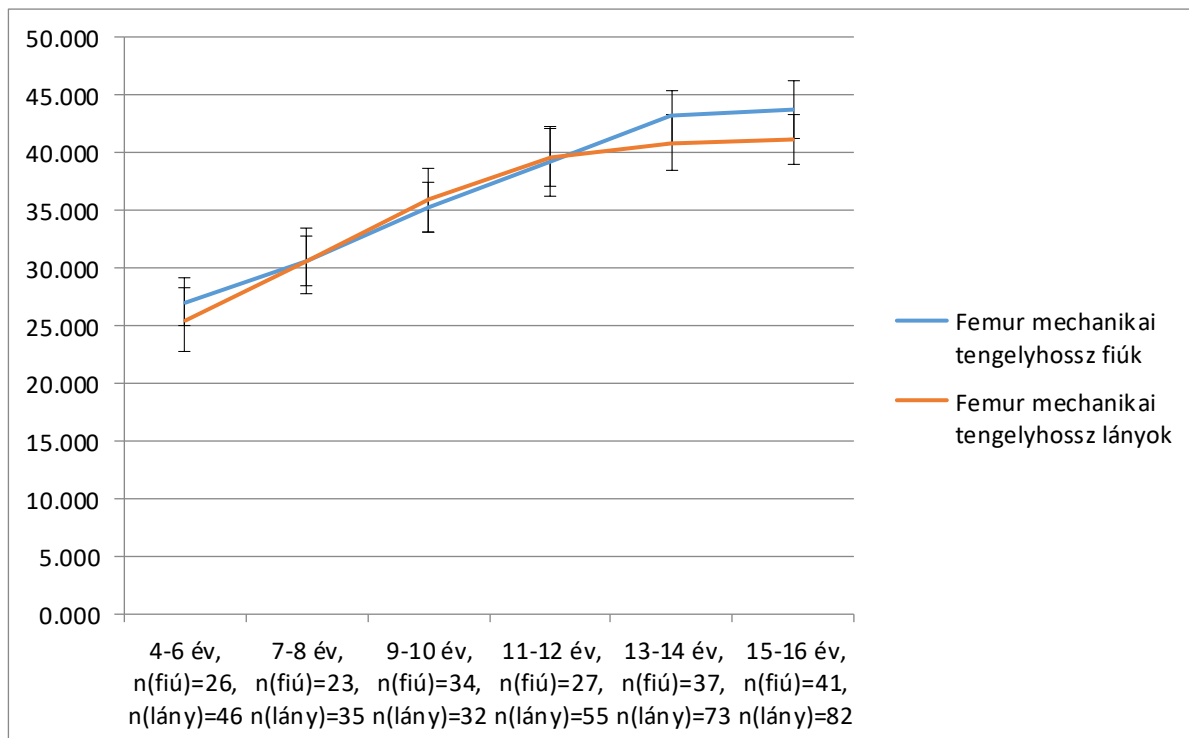


2. ábra A medence anatómiai paraméterei:

a sagittális medencebillenés, **b** medence incidencia, **c** sacrum lejtés, **d** laterális medencebillenés

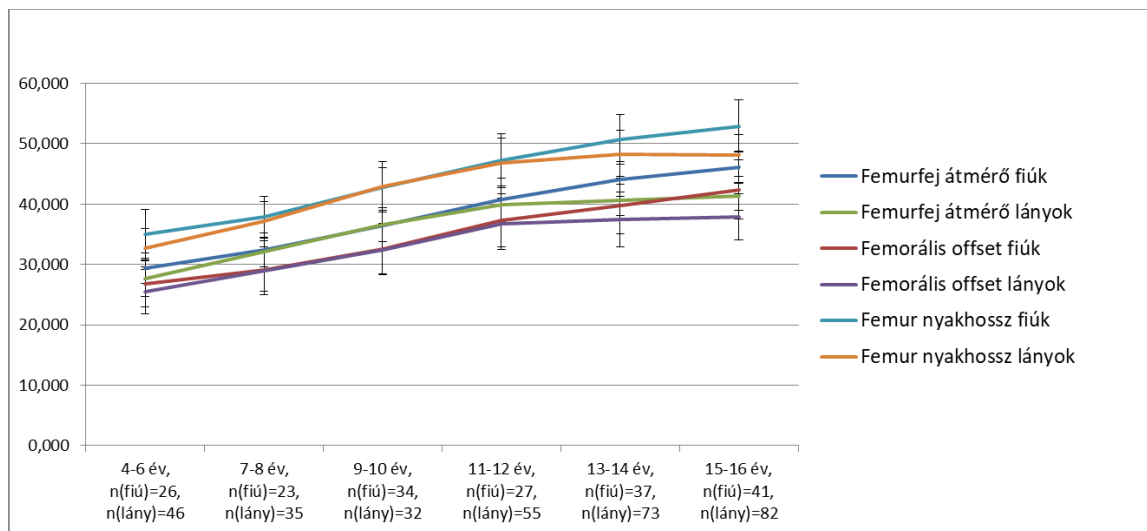
6.3. Normál alsó végtagi anatómia gyermekkorban

A vizsgált 4-16 év közötti gyermekpopuláció eredményeinek átlagolásával megkaptuk a gyermekkorra jellemző normál femur geometriai, és medence paramétereket, melyet a 3-6. ábrákkal szemléltetünk. A sagittális medencedőlés kivételével minden vizsgált paraméter szignifikáns összefüggést mutatott az életkorral. A sagittális medencedőlés, minden korcsoportban azonos értéket mutatott. Az oldalisággal egyik paraméter sem mutatott összefüggést, így a továbbiakban a két oldal átlagával számoltunk.



3. ábra Femur mechanikai tengelyhossz gyermekkorban korcsoportonként EOS mérések alapján.

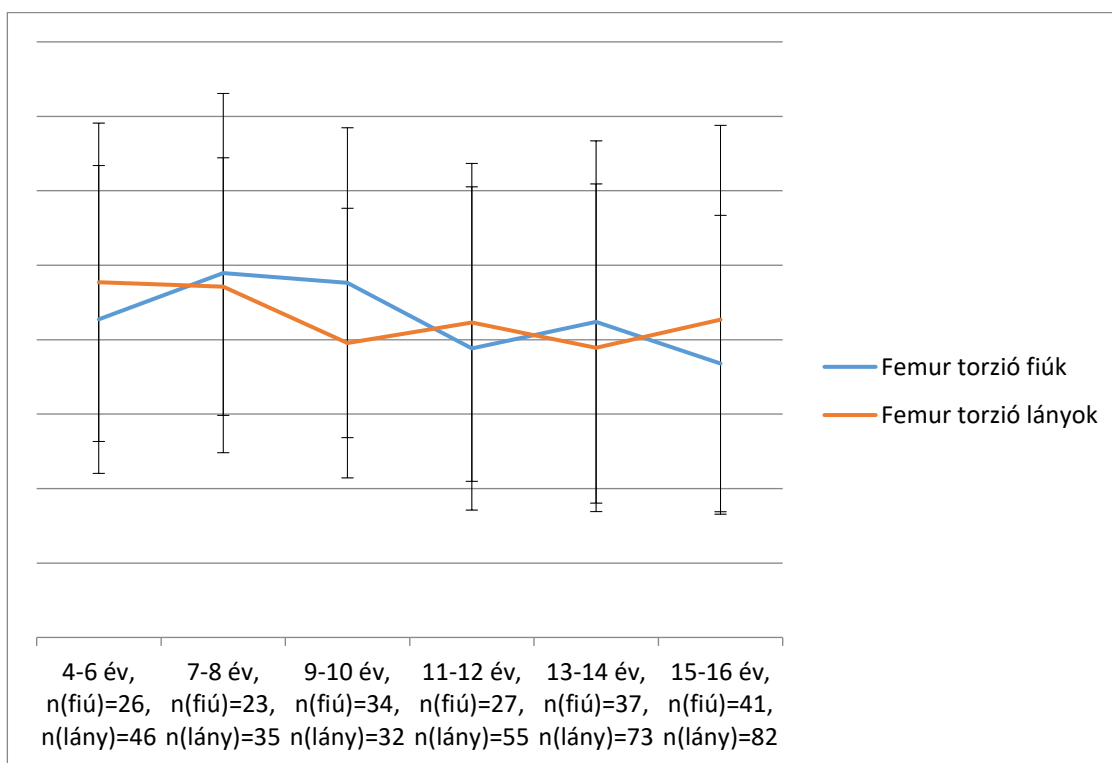
A 3. ábrán jól látható, hogy az életkorral és a nemmel a femur mechanikai tengely hossza szignifikánsan nő. A férfi és női csontváz közötti különbségek 11 éves kor felett válnak kifejezetté, ebben az életkorban magasabbak a fiúk értékei. A 4-16 év közötti korcsoportban a fiúknál a combcsont mechanikai tengelyének hossza 27,0 cm-ről 43,7 cm-re nő, míg a lányoknál ugyanez 25,5 cm-ről 41,2 cm -re növekszik.



4. ábra Proximális femur adatok gyermekkorban korcsoportonként EOS mérések alapján

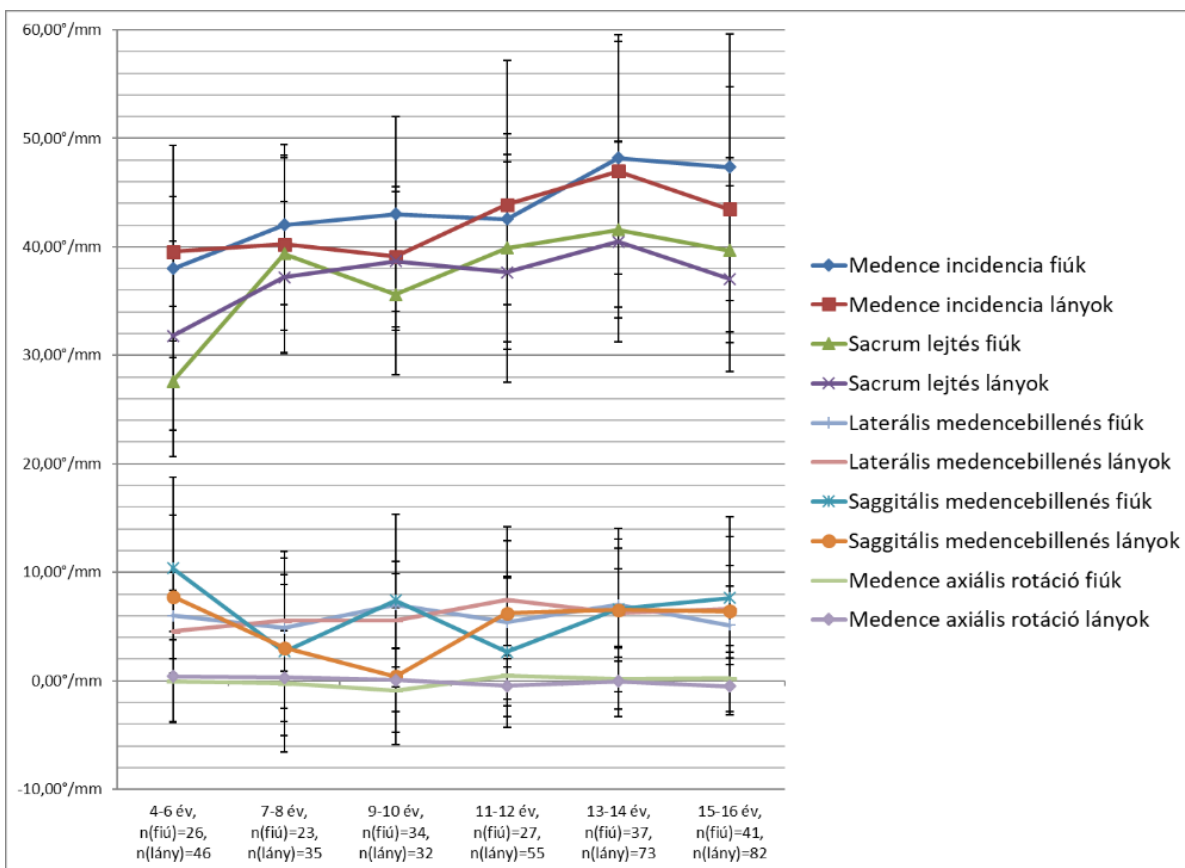
További statisztikailag szignifikáns összefüggést mutat az életkor a femurfej átmérőjével, a combnyak hosszával és a femoralis offsettel. A nemek közötti különbség a femurfej átmérőjében és a nyakhosszban egyértelműen kimutatható volt. A 4-16 éves korcsoportban, a fiúknál a femurfej átmérője 29,4 mm-ről 46,1 mm-re, a lányoknál 27,7 mm-ről 41,3 mm-re nő. A combnyak hossza fiúknál 35,1 mm-ről 52,9 mm-re, a lányoknál 32,8 mm-ről, 48,1 mm-re nő.

A femorális offsetben meglévő nemi különbségek 12 éves korig ingadozó értékeket mutatnak, és ezután kezdenek jelentős növekedést mutatni. A femorális offset fiúknál 26,8 mm-ről 42,4 mm-re nőtt, a lányoknál 25,5 mm-ről 37,9 mm-re változik (4. ábra).



5. ábra Femur torzió gyermekkorban korcsoportonként EOS mérések alapján

A collodiaphysealis szög is szignifikánsan változik az életkorral. A fiúknál 131,0 °-ról, 127,4 °-ra, a lányoknál 129,8 °-ról a 128,8 °-re csökken nemi különbség nélkül. Szignifikáns összefüggést találtunk a femur torzió és az életkor között is, de nemek közötti összefüggést nem igazoltunk. A femur torzió az életkor növekedésével a fiúknál 21,4 °-ról 18,4 °-ra, a lányoknál 23,9 °-ról 21,4 °-ra csökken. Úgy tűnik, hogy ebben a paraméterben nagyobb volt az interindividuális különbség. (5. ábra).



6. ábra Medence paraméterek korcsoportonként gyermekkorban EOS mérések alapján

Megfigyelhető, hogy a négy medence paraméterből csak a sagittális medencebillenés nem mutat összefüggést az életkorral, azonban jelentős az interindividuális különbség és egy 6,4°-os átlagérték körüli ingadozás figyelhető meg. Az életkorral összefüggést mutató paraméterek a következők voltak: a sacrum lejtés 29,6°-ról 39,7°-ra nő, a medence incidencia szintén növekvő értéket mutat 39,09°-ról 44,4°-ra, valamint a laterális medencebillenés 5,1mm-ről 6,2 mm-re nő (6.ábra). A medence paraméterek egyike sem mutat összefüggést a nemmel. Gyermekeknél nem igazolható a felnőtt férfiak és nők medencéje közötti anatómiai különbség sem.

6.4. Egészséges, valamint csípő és térdízületi arthrosisban szenvedő felnőttek EOS vizsgálatának módszere

A normál alsó végtag anatómiai jellemzése során intézetünkben 2008 és 2010 között készült EOS 2D/3D vizsgálatok közül 65 egészséges felnőtt 128 alsó végtagi 3D rekonstrukcióját vettük alapul. Az átlagéletkor a felvételek készítésének időpontjában 26,3 év (19,39) volt. A Kellgren és Lawrence által leírt radiológiai stádiumbeosztás alapján a betegek a normál csoportba tartoztak, tehát nem volt arthrosisra utaló jel sem a csípő, sem a térdízületeikben. A klinikai eredményeket Excel táblázatba gyűjtöttük, majd a statisztikai analízist végeztünk SPSS programmal.

Arthrosisos betegek alsó végtagi paramétereinek megállapítására intézetünkben 37 coxarthrosisos betegnél végeztük EOS 2D/3D vizsgálatot. A vizsgált 16 beteg mindkét oldali csípője érintett volt, így összesen 53 csípőízületet vizsgáltunk.

A nemek megoszlása a következőt mutatta: 28 nő, 9 férfi. A páciensek átlagéletkora a felvételek készítésének időpontjában 67,8 év (45, 80) volt.

Megvizsgáltunk 32 gonarthrosisos beteget is, melyből 18-nál csak az egyik, 14-nél viszont mindkét oldali térd érintett volt, így összesen 46 db térdízületet vizsgáltunk. A nemek közötti megoszlás a vizsgálat idején a következő volt: 28 nő és 4 férfi, átlagéletkoruk 67 (53-80) évet mutatott. Az arthrosis foka Kellgren Lawrence beosztás szerint mind a coxarthrosisos, mind a gonarthrosisos betegeknél 2 vagy a fölötti értéket mutatott, tehát hagyományos röntgenfelvételen is igazolható volt. Az előző vizsgálatokhoz hasonlóan a 1. ábrán látható geometriai paramétereket határoztuk meg.

6.5. Egészséges, valamint csípő és térdízületi arthrosisban szenvedő felnőttek geometriai paraméterei

A vizsgált 19 és 39 év közötti, egészséges populációból származó minta eredményeinek átlagolásával megkaptuk a fiatal felnőttkorra jellemző alsó végtagi normál geometriai paramétereket. Amit az I. táblázattal szemléltetünk.

Hossz értékek	Össz. átlag	Szórás	Férfiak	Nők
Femur hossz (cm)	42,9	3,11	44,1	41,8
Tibia hossz (cm)	37,1	2,81	38	35,3
Teljes végtaghossz (cm)	80,5	5,82	82,5	78,5
Proximális femur				
Femurfej átmérő (mm)	44,5	3,78	47,1	42
Femurnyak hossz (mm)	50,5	4,65	52,7	48,8
Collodiaphyseális szög (°)	128,4	4,93	129	127,8
Térd				
Varus/ Valgus (°)	-0,8	3,13	-2,3	0,7
Flessum/ Recurvatum (°)	-1,2	7,37	1,2	-3,7
HKS (°)	4,8	1,33	4,9	4,6
Tibia mechanikai szög (°)	88	3,57	86,4	89,6
Torziók				
Femur antetorzió (°)	17,1	11,51	15,1	19,2
Femorotibiális rotáció (°)	2,3	7,16	0,9	2,6
Tibia torzió (°)	36	8,35	34,3	37,7

I. táblázat EOS vizsgálattal meghatározott normál alsóvégtagi paraméterek értékei felnőttekben

A táblázat alapján a következő következtéseket vontuk le: A férfiak hossz- és átmérő értékei, valamint a collodiaphysealis szög nagyobb, mint a nőké.

A HKS (hip-knee-shaft) a femur anatómiai és mechanikai tengelye által bezárt szög a frontális síkban átlag 4.8°-t mutatott érdemi nemi különbség nélkül.

A tibia és a femur mechanikai tengelyeinek egymással alkotott szöge a frontális síkban a femorotibialis tengely szöge. A programban varus állás esetén negatív, valgus irányban pedig pozitív. A vizsgált páciensek átlaga alapján varus irányú a normál tengelyállás. Érdekesség, hogy a férfiaknál ez a paraméter inkább varus irányban, míg a nők csoportjában valgus irányban tér el. Ha a sagittális síkban mérjük a két mechanikai tengely által bezárt szöget a flessum a 0-nál

nagyobb, a recurvatum a 0-nál kisebb értékeket jelöli. Az átlag enyhe recurvatumot mutatott. A nemek között itt is jelentős volt a különbség a nők javára.

A torziók értékei meglehetősen változatosak voltak. A combnyak torziók átlaga $17,1^\circ$ a nők antetorziója nagyobb, mint a férfiaké. A tibia plató két leghátsó pontját érintő egyenes és a bimalleolaris egyenes közötti szög a tibia mechanikai tengelyére merőleges síkban a tibia torzió. Átlagértéke méréseink által 36° , ami jelentős kifelé rotációt jelent. A női csoport átlaga itt is magasabb volt, mint a férfiaké. A sterEOS 3D szoftver a femorotibialis rotációt a femur mechanikai tengelyére merőleges síkban a hátsó bimalleolaris egyenes és a tibia plató két leghátsó pontját érintő egyenes szögéből számítja. A tibia kifelé rotációjakor pozitív, befelé rotációjakor negatív. Az összes eset átlaga $2,3^\circ$ női átlag itt is meghaladta a férfit.

A vizsgált 37 coxarthrosisos, illetve 32 gonarthrosisos beteg geometriai paramétereit, a II. és III. táblázatokban foglaljuk össze.

Össz. csípő (n=53)	Átlag	Szórás
Életkor (év)	67,8	29,5
Femur hossz (cm)	40,8	2,6
Tibia hossz (cm)	35,2	2,56
Teljes végtaghossz (cm)	76	56,16
Femurfej átmérő (mm)	46	4,13
Femurnyak hossz (mm)	50,8	4,83
Collodiaphysealis szög ($^\circ$)	122,8	6,03
Femur antetorzió ($^\circ$)	15,6	11,21
Femoro-tibiális rotáció ($^\circ$)	2,2	7,2
Tibia torzió ($^\circ$)	26,8	9,4

II. táblázat: Geometriai paraméterek coxarthrosisos csípők esetén (37 beteg 53 csípőizület EOS vizsgálata)

Össz. térdízület (n= 46)	Átlag	Szórás
Életkor	67.0	12.73
Valgus/Varus (°)	-6.0	2.55
Flessum/Recurvatum (°)	7.0	6.44
HKS (°)	7.0	2.25
Tibiális mechanikai szög (°)	85.2	3.41

Normál tengely (n=7)	Átlag	Szórás
Életkor	70.3	11,7
Valgus/Varus (°)	-0.9	1.86
Flessum/Recurvatum (°)	7.0	4.71
HKS (°)	6.4	2.38
Tibiális mechanikai szög (°)	85.7	4.31

Varus tengely (n=35)	Átlag	Szórás
Életkor	69.1	29.9
Valgus/Varus (°)	-8.8	4.19
Flessum/Recurvatum (°)	8.8	7.52
HKS (°)	7.0	2.34
Tibiális mechanikai szög (°)	85.0	3.31

Valgus tengely (n=4)	Átlag	Szórás
Életkor	67.0	29.6
Valgus/Varus (°)	9.6	1.61
Flessum/Recurvatum (°)	5.2	7.09
HKS (°)	7.0	2.05
Tibiális mechanikai szög (°)	93.9	2.96

III. táblázat Geometriai paraméterek gonarthrosis esetén EOS vizsgálattal

A kapott eredményeinket az egészséges populáció adataival hasonlítottuk össze. A táblázatokból kiolvasható, hogy a coxarthrosisos betegek esetében az átlagos collodyaphisealis szög, az antetorzió, a femur és tibia hossz, valamint a teljes végtaghossz, a normál populáció értékeihez képest csökkent értékeket mutat. A femorális offset és a femur fej átmérője a normál értékhez képest viszont nagyobb értéket mutat. A combnyak hosszára a méréseink alapján a betegség nincs hatással.

Gonarthrosisos betegek esetén az alsó végtagi tengelyállás alapján végeztük el a felosztást és a következő megfigyelésekhez jutottam.

A vizsgált betegek közül 7 volt normál tengelyállású, átlag $-0,9^\circ$, 35 volt varusos, átlag $-8,8^\circ$ és a fennmaradó 4 valgusos, átlag $9,6^\circ$ értékekkel. Eredményeink azt mutatják, hogy gonarthrosis esetén a leggyakoribb tengelyállás a varus.

7. Megbeszélés

A napi betegellátás számára ma már széles körben elérhetők a legmodernebb képalkotó berendezések, melyek segítségével jelentősen lerövidíthető a diagnózisig eltelt idő és ezáltal minél előbb elkezdhető a beteg célzott kezelése. Tudományos munkámban igyekeztem részletesen bemutatni a napi ortopédiai ambuláns betegellátásban hozzáférhető képalkotó eljárásokat, a röntgent a CT és MR, valamint EOS vizsgálatokat. Ismertettem a berendezések főbb működési elveit, alkalmazhatóságukat az alsó végtag diagnosztikájában. Esetismertetések segítségével igyekeztem alátámasztani, hogy az egyes vizsgáló eljárások egymáshoz képest mennyivel nyújthatnak többlet információt, illetve miként segíthetik a műtéti tervezést. Új röntgenalapú, az alsó végtag diagnosztikájában egyedülálló berendezésről számoltam be és közöltem le a normál és patológiás alsó végtagra jellemző háromdimenziós geometriai paramétereket gyermek és felnőttkorban egyaránt.

8. Új eredmények

8.1. A hagyományos röntgen vizsgálat ortopédiai alkalmazásában

8.1.1 A dysplasiás femur protetizálási eredményeinek radiológiai értékelése

-Közleményünkben esetbemutatók segítségével ismertettük a hagyományos protézis száruk alkalmasságát a dysplasias csípőízület protetizálásában. Ilyen irányú közlésünk a hazai irodalomban újszerű, a nemzetközi irodalmi ajánlásokat jól követi.

8.1.2 A paraarticularis ossificatio radiológiai megítélése

-A hazai irodalomban elsőként közöltük a cement nélküli revíziós csípőprotézisek radiológiai eredményeit.

-Az irodalommal ellentétben magas paraarticularis ossificatiót találtunk, mellyel kapcsolatban a prevencióra hívtuk fel a figyelmet.

8.1.3 Térd protézis pozíciójának radiológiai elemzése

-Esetismertetésünk kapcsán felhívtuk a figyelmet a femorális komponens helyes pozícionálásának fontosságára, valamint a tibiális komponens egyidejű malpozíciójának késői következményeire, továbbá ismertettük annak revíziós lehetőségét is.

8.2 A térdízületi MR diagnosztika klinikai felhasználásában

-Igazolni tudtuk mediális és laterális meniscus sérülés, valamint kereszt és oldalszalag szakadás esetén az MR diagnosztikus megbízhatóságát, e tekintetben eredményeink jól közelítették a nemzetközi irodalmi adatokat.

-A hazai irodalomban egyedülálló módon határoztuk meg az MR vizsgálat szenzitivitás, valamint pozitív prediktív értékét mediális és laterális meniscus szakadás, továbbá elülső keresztszalag szakadás esetén.

-Ritka térdízületi entitásokat (mediális discoid meniscus, laterális meniscus cysta, intrartikuláris ganglion) mutattunk be, részleteztük az MR leletezés nehézségeit, ortopédiai ellátásukkal kapcsolatban áttekintettük a nemzetközi ajánlásokat.

8.3 Az EOS alsó végtagi használatában

-A hazai és nemzetközi irodalomban elsőként közöltük le az EOS vizsgálat szerepét a teljes alsó végtag radiológiai vizsgálatában.

-Fiatal felnőttkori normál, és patológiás csípő, valamint térdízületek paramétereit mértük meg. Eredményeinket egyéb nemzetközi közleményekkel hasonlítottuk össze.

-EOS vizsgálattal meghatároztuk a gyermekkori normál proximális femur, valamint medence paramétereit.

-Igazoltuk az EOS vizsgálat alsó végtagi törés egyesítő műtétek kontroll vizsgálatban való létjogosultságát a különböző hossz és rotációs paraméterek mérésére.

A dolgozat alapjául szolgáló saját publikációk

Szuper K, Giyab O, Than P. Térdközeli laterális cystosus elváltozások differenciál diagnosztikája. Orv Hetil 2019, 160:593-599. **IF:0,497**

Szuper K, Schlégl AT, Leidecker E, Vermes C, Somoskeőy S, Than P. Three-dimensional quantitative analysis of the proximal femur and the pelvis in children and adolescents using an upright biplanar slot-scanning X-ray system. Pediatr Radiol 2015, 45:411-421. **IF:1,57**

Szuper K, Rosta B, Than P, Bogner P, Hetényi Sz, Vermes Cs. Térdízületi MR vizsgálat ortopédiai diagnosztikai megbízhatósága M Traumatol 2015, 58:123-128.

Szuper K, Kuzsner J, Vermes Cs, Than P. A dysplasiás femur protetizálásának eltérő megoldási lehetőségei csípő TEP beültetésekor M Traumatol 2014, 57:57-63.

Szuper K, Dömse E, Nót L, Somoskeőy Sz, Than P. Femur és tibia diaphysis törések műtétet követő vizsgálata EOS 2D/3D röntgenkészülékkel. M Traumatol 2013, 56:119-126.

Szuper K, Bogner P, Hetényi Sz, Vermes Cs, Than P. Ritka térdízületi entitás: mediális discoid meniscus. Esetismertetés M Traumatol 2013, 56:227-230.

Szuper K, Than P. Hidroxiapatit bevonatú cement nélküli csípőprotézis szárral elért középtávú eredmények klinikánkon M Traumatol 2012, 55:261-267.

Szuper K, Somoskeőy Sz, Than P, Illés T. EOS 2D/3D képalkotás alkalmazási lehetőségei az alsó végtagon. M Traumatol 2012, 55:203-212.

Szuper K, Horváth G, Bellyei Á, Than P. Cement nélküli implantátummal végzett csípőrevíziók eredményei különös tekintettel a heterotop csontképződésre. M Traumatol 2009, 52:37-44.

A dolgozat alapjául szolgáló egyéb publikációk

Schlégl ÁT, **Szuper K**, Somoskeőy S, Than P. 3D radiological imaging of the normal lower limb alignment in children Int Orthop 2015, 39: 2073-2080. **IF:2,11**

Schlégl ÁT, **Szuper K**, Somoskeőy S, Than P. Az alsó végtag tengelyállásának vizsgálati lehetőségei. Tapasztalataink az új EOS 2D/3D technológiával. M Traumatol 2015, 58:131-143.

Schlégl Á, **Szuper K**, Somoskeőy Sz, Than P. Az EOS 2D/3D System alkalmazhatóságának vizsgálata a szabad alsó végtag anatómiai és biomechanikai paramétereinek mérésére gyermekkorban Orv Hetil 2014, 155:1701-1712. **IF:0,354**

Antal H, **Szuper K**, Than P. Nyakban rögzülő szárral végzett csípőízületi totál endoprotézis rövid távú eredményei klinikánkon. Két eset ismertetése. M Traumatol 2013, 56:233-239.

Than P, **Szuper K**, Somoskeőy Sz, Warta V, Illés T. Geometrical values of the normal and arthritic hip and knee detected with the EOS imaging system Int Orthop 2012, 36:1291-1297. **IF: 2,770**

Than P, **Szuper K**, Somoskeőy Sz. Hibás pozícióban beültetett totál térdprotézis aszeptikus lazulása és revíziója: Esetismertetés M Traumatol 2012, 55:79-84.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom mindenekelőtt Prof. Dr. Than Péternek témavezetőmnek, PTE ÁOK Ortopédiai Klinika igazgatójának, aki pályám kezdete óta folyamatos támogatásáról biztosított, és segítette klinikai és tudományos tevékenységemet.

Társtémavezetőmnek Dr. Horváth Gábornak is igen hálás vagyok. Tanácsai, szakmai tapasztalatából eredő meglátásai rendkívüli segítséget jelentettek e disszertáció megírásában.

A publikációkban való közreműködéséért Dr. Schlégl Ádám kollégámnak tartozom hálával.

Továbbá köszönetet mondok a PTE-ÁOK Ortopédiai Klinika munkatársainak, kollégáimnak, akik a különböző közlemények elkészítése, és napi munkám során segítségemre voltak.

Hálával tartozom családomnak, akik munkám során mindvégig mellettem álltak szeretetükkel és megértésükkel.