

A csípőízület 3D modellezése gyermekkorban

DR. SCHLÉGL ÁDÁM TIBOR, DR. SZUPER KINGA,
DR. SOMOSKEÖY SZABOLCS, DR. THAN PÉTER

Érkezett: 2014. augusztus 11.

DOI: 10.21755/MTO.2014.057.0004.001

ÖSSZEFOGLALÁS

A csípőízület anatómiai és biomechanikai paramétereinek gyermekkori változása jól ismert. A normális tartományok rassz, kor és nem specifikus meghatározása nélkülözhetetlen a megfelelő diagnosztikai protokollok és kezelési indikációk felállításához. Kutatásunk céljával tűztük ki, hogy a rendelkezésünkre álló pontos és torzításmentes mérést lehetővé tévő eszköz (EOS 2D/3D) segítségével nemek szerinti bontásban meghatározzuk a gyermekkori csípőízület anatómiai paramétereinek normál tartományát a magyar populációban. A rutin diagnosztika során, ortopédiai indikációval készült EOS 2D felvételek közül kiválasztottuk azt az 523 felvételt, ami a 2–16 éves korosztályt ábrázolta és az alsó végtagok biomechanikáját befolyásoló eltérés nem igazolódott. A 4–16 éves korcsoportban elvégeztük az alsó végtag 3D modellezését, 2–3 éveseknél csak a femur fej átmérőjét mértük, majd a rekonstrukciós szoftver által kiszámított anatómiai paraméterek értékeit Kolmogorov–Szmirnov teszt, páros t-próba, Spearman korreláció és Welch-teszt segítségével vizsgáltuk. Minden mért paraméter összefüggést mutatott nemmel és korrallal. A paraméterek alábbi értékeket mutatták: femur fej átmérő fiúknál 23,8–45,7 mm, lányoknál 23,0–41,5 mm; femoralis eltoltság fiúknál 24,8–41,9 mm, lányoknál 23,7–37,6 mm; femurnyak hossza fiúknál 33,0–52,3 mm, lányoknál 31,4–48,0 mm; collodiaphysealis szög fiúknál 132,2°–127,3°, lányoknál 131,2°–129,3°; femur antetorziója fiúknál 22,4°–19,3°, lányoknál 21,6°–23,63°. Az EOS 2D/3D technológia alkalmas eszköznek bizonyult az alsó végtag anatómiai paramétereinek mérése gyermekkorban is. Sikerült a proximális femurvég anatómiai paramétereinek normális tartományát meghatározni kor és nem specifikus csoportokban. Az általunk mért értékek változási tendenciája megfelel az irodalomban megtalálhatóknak, azonban az abszolút értékek változása sokkal kisebb, amit a módszer pontossága magyarázhat.

Kulcsszavak: *Csípőízület; Gyermekkor, Háromdimenziós képalkotás; Radiográfiai módszerek;*

Á. T. Schlégl, K. Super, Sz. Somoskeőy, P. Than: *The 3D reconstruction of the hip in children*

Anatomical and biomechanical parameters of the hip are keys to a better understanding of underlying mechanisms leading to orthopaedic disorders. The definition of the race, age and gender specific normal values is essential for creating the adequate diagnostic and treatment protocols. This study was aimed at measurements of gender-specific hip parameters in Hungarian children and adolescents, to establish normal reference standards evaluated by the EOS 2D/3D System. EOS 2D images of 523 individuals (ages 2–16 years) were obtained as part of routine diagnostic. Patients with lower limb abnormalities were excluded. Lower limb surface 3D models were created and clinical parameters calculated in the 4–16 age group by sterEOS 3D reconstruction software. In the 2–3 age group the femoral head diameter was measured only. Data were evaluated using Kolmogorov–Szmirnov test, paired samples T-test, Welch-test and Spearman correlation. Changes in anatomical parameters were found to correlate with age and gender in all measured parameter. Our results: femoral head diameter: 23,8–45,7 mm in boys, 23,0–41,5 mm in girls; femoral offset: 24,8–41,9 mm in boys, 23,7–37,6 mm in girls; femoral neck length: 33,0–52,3 mm in boys, 31,4–48,0 mm in girls; collodiaphyseal angle: 132,2°–127,3° in boys, 131,2°–129,3° in girls, femoral torsion: : 22,4°–19,3° in boys, 21,6°–23,63° in girls. The EOS 2D/3D system proved to be a valuable method in the evaluation of developmental changes in the hips anatomical parameters of normal individuals less

then 16 years of age. We could define the normal ranges of the hips anatomical parameters in age and gender specific groups. The tendencies of our data correlate with the previously published values, however the changes of the absolute values are lower, what can be explained by the EOS 2D/3D Systems accuracy.

Key words: *Adolescence; Child; Hip joint – Radiography; Imaging, three-dimensional – Instrumentation; Radiography – Methods;*

BEVEZETÉS

A szabad alsó végtag anatómia és biomechanikai paramétereinek vizsgálata alapvető jelentőségén kívül a klinikai gyakorlatban is komoly horderővel bír.

A proximalis femurvég anatómiai paramétereinek eltérései számos gyermekortopédiai kórkép (például infantilis cerebralparézis, dislocatio coxae congenita, coxa vara symptomatica, protrusio acetabuli juvenilis, végtagrövidülés stb.) etiológiai tényezői, illetve következményei, így pontos mérésük a diagnosztika és kezelés során elengedhetetlen (22). Ezen túl a collodiaphysealis szög eltérése, a femoralis torzió kilengése és a végtaghossz különbség a coxarthrosis rizikótényezőinek is tekinthetők, így az idősebb populációban is jelentőséggel bírnak (6, 18).

A proximalis femurvég eltérései körjelzőként is funkcionálhatnak, hiszen rachitis, foszfát diabetes, renalis osteodistrophia, Marfan–szindróma, epiphyseolysis capitis femoris, achondroplasia, rachitis, osteomalacia, combnyakban elhelyezkedő aktív juvenilis csontciszta, dysplasia fibrosa és Paget–kór első jelei lehetnek (22).

Az alsó végtag anatómia és biomechanikai paramétereinek változását és aktuális értékét számos tényező befolyásolhatja, így a normál tartományok meghatározása nehézkes, nagy elemszámú és populáció specifikus vizsgálatot igényel. A proximalis femurvég anatómiai paramétereinek megítélése – a vizsgált csontrészeket körülvevő izom és kötőszövetes köpeny vastagsága miatt – fizikális eljárásokkal nehéz, így elsősorban radiológiai módszerekkel történik.

Kiemelkedő klinikai jelentősége mellett nem meglepő a téma széleskörű irodalmi megjelenése, azonban a korábban leírtak miatt ezek a tanulmányok többnyire kis elemszámmal, vagy korlátozott pontosságú módszerrel rendelkeznek.

Az anatómiai viszonyok megítélésére a hagyományos AP röntgenfelvétel, valamint a Lauenstein-felvétel a legelterjedtebb. A sugárterhelés kiküszöbölésére csecsemőkorban a csípőízület ultrahangos vizsgálata használható. CT és MRI vizsgálat szintén alkalmas eljárás, azonban nagy sugárterhelése és/vagy költsége miatt a napi gyakorlatban is csak korlátozottan alkalmazható, kutatásra nem alkalmas.

A femoralis torzió megállapítására leggyakrabban alkalmazott fizikális vizsgálati módszer a *Craig* által leírt csípőforgatási teszt, aminek segítségével körülbelül 4°-os hibahatáron belül meghatározható a femoralis torzió értéke (19). Értékének radiológiai megállapítása – annak 3D jellege miatt – hagyományos röntgenfelvételeken nem lehetséges. Mérése CT, MR és 3D UH eljárások segítségével végezhető, de ezek korábban említett hátrányai miatt mindennapi alkalmazásra nem alkalmasak. *Sanfridsson* és munkatársai leírtak egy összetett eljárást, amiben QUESTOR Precision Radiography segítségével a femoralis és tibialis torzió, valamint a femorotibialis rotáció leírása is lehetséges, azonban a bonyolult és időigényes módszer nem terjedt el a klinikai gyakorlatban (20).

Georges Charpak Nobel díjas felfedezése az izotróp mikroszálás gázdetektor tette lehetővé, hogy az ezredfordulón létrejöjjön egy forradalmian új képalkotó eljárás az EOS 2D/3D System (5). A készülék egy C–karon vertikálisan mozgó röntgencső-detektor pár segítségével egy időben képes AP és oldalfelvétel készítésére. A technológia kiemelkedő előnye az ultra-alacsony sugárdózis, hiszen egy felnőtt számára is kevesebb, mint 0,30 mGy sugárterheléssel jár egy kétirányú teljes test felvétel (14, 17, 24). Ez az előny különösen fontos a gyermekortopédiai alkalmazás során.

A technológia másik fontos pozitívuma, hogy a vizsgálat során az alany álló, végtagot terhelő helyzetben van, lehetővé téve a mechanikai paraméterek vizsgálatát is.

A rendszerhez tartozó EOS 3D szoftver lehetővé teszi, hogy a felvételekből – általános modell illesztése révén – 3D modelleket készítsünk. Ez először csak a gerinc esetében volt lehetséges, de a szoftver fejlesztésével lehetővé vált az alsó végtag és a medence rekonstrukciója is (5, 8). Az EOS 3D modellezés megbízhatósága és alkalmazhatósága több közlemény témája volt a közelmúltban, azonban ezek közül csupán *Gheno* és munkatársai, illetve *Assy* és munkatársai foglalkoztak gyermek, illetve serdülő populációval (1, 11). Minden tanulmány kivétel nélkül alkalmas és megbízható módszernek találta az EOS technológiát az alsó végtag biomechanikai paramétereinek mérésére (1, 4, 9, 11, 12, 25). A módszert korlátozza, hogy általános modell alapján dolgozik, így olyan durva eltérések, mint törések vagy tumorok 3D rekonstrukciójára nem alkalmas.

Kutatásunk céljából tűztük ki, hogy a rendelkezésünkre álló pontos és torzításmentes módszer (EOS 2D/3D System) segítségével nagy populációban meghatározzuk a proximális femurvég anatómiai paramétereinek kor és nem szerinti normálértékeit.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Klinikánkon 2007 óta rendelkezésünkre áll EOS készülék, amely a napi klinikai diagnosztika és vizsgálati protokollok szerves részévé vált. Használatba vétele óta 7108 felvétel készült, kizárólag ortopédiai indikációval (elsősorban gerincdeformitások és bizonytalan alsó végtagi fájdalom tisztázására). Ezek közül 2360 képen szerepel az általunk vizsgált 16 év alatti populáció. Ebből a csoportból választottuk ki és dolgoztuk fel azokat a felvételeket, amelyeket alkalmasnak találtunk az egészséges alsó végtagú populáció reprezentálására.

A 2360 rendelkezésünkre álló felvételtől kiválogattuk azt a 727 esetet, amelynél az alsó végtag biomechanikáját befolyásoló eltérés nem igazolódott és korábban nem történt műtéti beavatkozás sem. Kizárásra kerültek azok az esetek, ahol az anamnézisben olyan betegsége derült fény, amely befolyásolhatja a növekedést. Azok a gyermekek sem kerültek be a vizsgált populációba, ahol bármelyik paraméternél jelentősebb oldalkülönbség igazolódott. 204 felvétel (a teljes 28%-a) esetében sikertelen volt a 3D modellezés

(helytelen pozicionálás következtében a femur trochanterek és condylusok azonosítása nem volt lehetséges). A fennmaradó 523 felvételtől (195 fiú, 328 lány) 374 enyhe scoliosist, 15 funkcionális kyphosist igazolt. Kilencvennyolc esetben a panaszok hátterében nem találtunk eltérést, 36 betegnél egyéb, az alsó végtag biomechanikáját nem befolyásoló eltéréseket találtunk (úgy, mint enyhe ízületi degeneráció, különböző típusú csontciszták, juvenilis aszeptikus csontelváltozások stb.).

A 4–16 éves korosztályban elvégeztük mindkét alsó végtag teljes 3D rekonstrukcióját, így 1022 végtag modelljét kaptuk. A 2–3 éves korosztályban, a növekedési porcok okozta bizonytalanság miatt a teljes 3D modellezés nem volt lehetséges. Ezekben az esetekben a program „Lower limb alignment” funkcióját használtuk, amelynél csupán pár referenciapont megadására van szükség néhány fontosabb alsó végtagi paraméter méréséhez. Így 24 végtag mérését végeztük el.

A 2 évesnél fiatalabb populáció vizsgálatát nem tudtuk elvégezni, mivel az EOS vizsgálat feltétele, hogy az alany biztosan, önállóan és mozdulatlanul tudjon állni, ami ebben a korosztályban nem kivitelezhető.

A mért paraméterek:

1. Femurfej átmérő (1. ábra – a);
2. Femurnyak hossza (az a távolság, amely a femurnyak tengelyén a femurfej középpontja, valamint a femurnyak tengelyének és a femur anatómiai tengelyének metszéspontja által kijelölt pontok között mérhető) (2. ábra – a);
3. Femoralis eltoltság (femoral offset, a femurfej középpontja és az orthogonális síkban a proximális diaphysis tengelyére vetített femurfej középpontjának távolsága) (3. ábra – a);
4. Collodiaphysealis szög (az a frontális síkban vizsgált szög, amely femurnyak és a femur proximális diaphysis tengelye közt van) (4. ábra – a);
5. Femoralis torzió (az az orthogonális síkban vizsgált szög, amely a femurnyak tengelye és a hátsó bicondylaris tengely között van, értéke anteversioban pozitív, retroversioban negatív) (5. ábra – a);

A Lower limb alignment mód segítségével csak a femur fej átmérőjét tudtuk mérni.

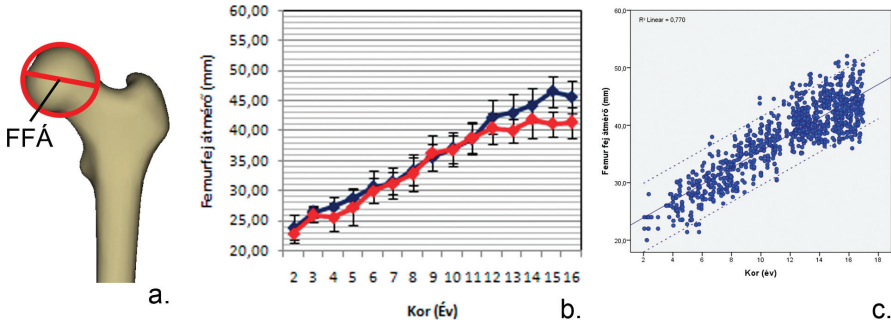
A betegeket – a mindennapi klinikai gyakorlatban való felhasználásra fókuszálva – a naptári koruk alapján csoportosítottuk (a betöltött éveket véve alapul). A vizsgált populáció megoszlása az 1. táblázatban olvasható.

A modelleket ugyanaz a speciálisan képzett, 2,5 év alsó végtag 3D modellezési tapasztalattal rendelkező, posztgraduális képzésben részt vevő orvos végezte, kizárva az interobszerver bizonytalanságot. Az intraobszerver megbízhatóság vizsgálatához az operátor elvégezte 30 véletlenszerűen választott eset rekonstrukcióját három alkalommal három különböző napon. Ebből 28 teljes 3D modellezés volt, két eset Lower limb alignment rekonstrukció.

Magyarországon a hasonló retrospektív radiológia vizsgálatok kivitelezéséhez nincs szükség etikai engedélyre. A radiológiai vizsgálat előtt a szülők minden esetben írásos

beleegyezéssel járultak hozzá ahhoz is, hogy az adatok később kutatási célra is felhasználhatóak legyenek.

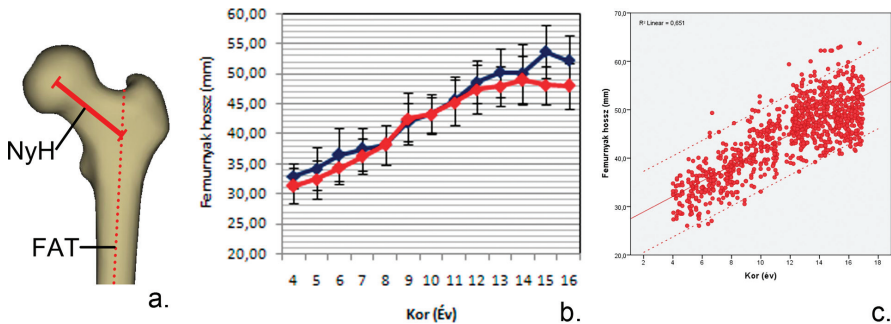
Az adatok feldolgozását IBM SPSS Statistics v22 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) és Microsoft Office Professional Plus v14.0.6112.5000 (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA) programcsomagokat használtunk. Az intraobszerver megbízhatóság vizsgálatához osztályon belüli korreláció (intraclass correlatio, ICC) vizsgálatot végeztünk. A vizsgált paraméter és az oldaliság összefüggését páros t-próba segítségével elemeztük. A mért adatok normalitását Kolmogorov–Szmirnov próbával vizsgáltuk. A korral fennálló összefüggést Spearman korrelációval, a nemek közti különbséget Welch-tesztel elemeztük. A $p < 0,05$ értéket tekintettük szignifikánsnak.



1. ábra

Femurfej átmérő

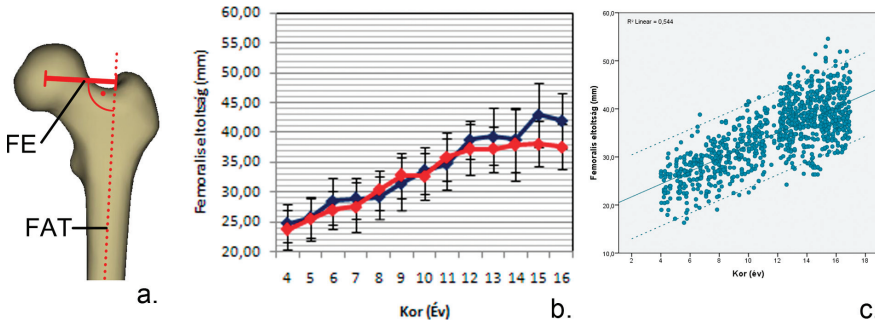
- a. A vizsgált paraméter ábrázolása saját EOS 3D modellen (FFÁ – femurfej átmérő)
- b. Vonaldiagram – az értékek ábrázolása átlag \pm S.D. formában, nemenként (piros = nő, kék = férfi) ábrázolva
- c. Pontdiagram – folytonos vonal jelzi a lineáris regressziós egyenest, szaggatott a 95%-os konfidencia intervallumot.



2. ábra

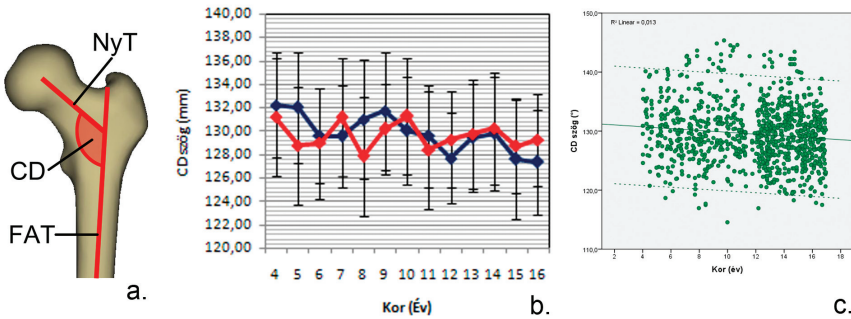
Femurnyak hossz

- a. A vizsgált paraméter ábrázolása saját EOS 3D modellen (NyH – (femur) nyakhossz; FAT – femur anatómiai tengely)
- b. Vonaldiagram – az értékek ábrázolása átlag \pm S.D. formában, nemenként (piros = nő, kék = férfi) ábrázolva
- c. Pontdiagram – folytonos vonal jelzi a lineáris regressziós egyenest, szaggatott a 95%-os konfidencia intervallumot.



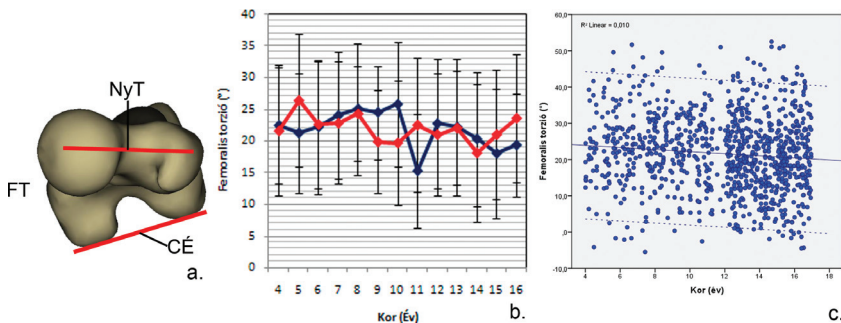
3. ábra
Femoralis eltoltás

- a. A vizsgált paraméter ábrázolása saját EOS 3D modellen (FE – femoralis eltoltás; FAT – femur anatómiai tengely)
 b. Vonaldiagram – az értékek ábrázolása átlag ± S.D. formában, nemenként (piros = nő, kék = férfi) ábrázolva
 c. Pontdiagram – folytonos vonal jelzi a lineáris regressziós egyenest, szaggatott a 95%-os konfidencia intervallumot.



4. ábra
Collodyphisealis szög

- a. A vizsgált paraméter ábrázolása saját EOS 3D modellen (CD – Collodyphisealis szög; NyT – (femur) nyak tengely; FAT – Femur anatómiai tengely)
 b. Vonaldiagram – az értékek ábrázolása átlag ± S.D. formában, nemenként (piros = nő, kék = férfi) ábrázolva
 c. Pontdiagram – folytonos vonal jelzi a lineáris regressziós egyenest, szaggatott a 95%-os konfidencia intervallumot.



5. ábra
Femoralis torzió

- a. A vizsgált paraméter ábrázolása saját EOS 3D modellen (FT – femoralis torzió; NyT – (femur) nyak tengely; CÉ – (femur) condylus érintő)
 b. Vonaldiagram – az értékek ábrázolása átlag ± S.D. formában, nemenként (piros = nő, kék = férfi) ábrázolva
 c. Pontdiagram – folytonos vonal jelzi a lineáris regressziós egyenest, szaggatott a 95%-os konfidencia intervallumot.

I. táblázat A vizsgált populáció megoszlása*Egyéb: enyhe degeneratív jelek, különböző típusú csontciszták, juvenilis aszeptikus csontelváltozások.*

Kor (év)	Nem	n	Idiopátiás scoliosis	Funkcionális kyphosis	Ismeretlen ered. ízületi fájdalom	Egyéb
2	Fiú	4	3	0	0	1
	Lány	3	3	0	0	0
3	Fiú	2	2	0	0	0
	Lány	3	3	0	0	0
4	Fiú	5	3	0	0	2
	Lány	13	12	0	1	0
5	Fiú	11	9	0	0	2
	Lány	18	17	0	1	0
6	Fiú	13	12	0	1	0
	Lány	14	14	0	0	0
7	Fiú	12	8	0	1	3
	Lány	18	14	0	0	4
8	Fiú	11	7	0	0	4
	Lány	17	13	0	2	2
9	Fiú	16	4	1	5	6
	Lány	14	10	0	3	1
10	Fiú	18	10	1	6	1
	Lány	17	15	0	1	1
11	Fiú	11	4	1	6	0
	Lány	19	10	1	8	0
12	Fiú	14	9	1	3	1
	Lány	37	30	1	6	0
13	Fiú	17	9	0	8	0
	Lány	36	29	3	4	0
14	Fiú	19	8	1	10	0
	Lány	37	33	2	2	0
15	Fiú	18	10	0	6	2
	Lány	48	32	1	11	4
16	Fiú	24	20	0	3	1
	Lány	34	21	2	10	1
SZUM	Fiú	195	118	5	49	23
	Lány	328	256	10	49	13

EREDMÉNYEK

Az intraobszerver megbízhatóság vizsgálata során az operátor minden vizsgált paraméter esetében kiváló eredményt ért el (ICC koeficiens értékek: femur fej átmérő (Full 3D mód) = 0,96; femur fej átmérő (Lower limb alignment mód) = 0,99; femurnyak hossz = 0,93; femoralis eltoltság = 0,94; collodiaphysealis szög = 0,94; femoralis torzió = 0,91).

A korcsoportonkénti vizsgálatnál minden paraméter normális eloszlásának bizonyult ($p_{\min}=0,245$).

Az oldalisággal egyik paraméter sem mutatott összefüggést ($p_{\min}=0,689$), így a továbbiakban a két oldal átlagával számoltunk.

Minden mért paraméter szignifikáns összefüggést mutatott a korrallal ($p_{\max}=0,04$). Nemek közti különbség a femurfej átmérő ($p<0,000$), femurnyak hossz ($p=0,01$), femoralis eltoltság ($p=0,02$) és a femoralis torzió ($p=0,04$) esetében az egész populációban megfigyelhető, míg a collodiaphysealis szög esetében ez a különbség csak 12 éves kortól válik jelentéktenné ($p_{\max}=0,03$).

A femurfej átmérőnél – leszámítva a 9 és 11 éves korcsoportot – a teljes vizsgált populációban a fiúknál mértünk magasabb értéket. Azonban a 9 és 11 éveseknél a különbség nem éri el az egy teljes mm-t. Fiúknál 23,75 mm-ről (2 éves) 45,73 mm-re (16 éves), míg lányoknál 23,00 mm-ről 41,44 mm-re nő a fejátmérő. A nemek közti különbség 12 éves kortól válik jelentőssé, 15 évesen a fiúk javára meghaladja a fél cm-t (1. ábra, II. táblázat).

A femurnyak hosszánál szintén elmondhatjuk, hogy egyenletesen emelkedő értékeket figyeltünk meg – a 9 éves korcsoport kivételével – végig a fiúknál mért magasabb értékekkel. A 9 éveseknél sem éri el a különbség a 0,5 mm-t a lányok javára. A különbség itt

is 12 éves kortól válik egyre nagyobbá, 15 éves korban meghaladja a fél cm-t. A lányoknál 31,41 mm-ről 48,03 mm-re, a fiúknál 33,00 mm-ről 52,29 mm-re nő a nyak hossza (2. ábra, II. táblázat).

A femoralis eltoltság értéke lányoknál 23,73 mm-ről (4 éves kor) 37,62 mm-re nő, fiúknál 24,81 mm-ről 41,98 mm-re változik. A nemi sajátságokat vizsgálva 12 éves korig ingadozó értékeket figyelhetünk meg: 4–6 és 10 éves korban a fiúk esetében, 7–9 és 11 éves korban a lányoknál mérhetőek magasabb értékek, igaz a különbség sehol sem haladja meg a 1,5 mm-t. 12 éves kortól kezd el egymástól eltávolodni a két nem, a legnagyobb különbség megközelíti a fél cm-t a fiúk javára (3. ábra, II. táblázat).

A collodiaphysealis szög esetében a nemek közti különbség már közel sem ennyire egyértelmű. A 4–6, 8–9 és 11 éves korcsoportban a fiúknál mértünk magasabb értéket, míg 12 éves kortól folyamatosan a lányoknál volt nagyobb a CD szög értéke, de a különbség sehol sem haladta meg a 1,2°-ot. Az értékek – kis ingadozás mellett – enyhe csökkenő tendenciát mutatnak 131,48°-ról 128,47°-ra csökken a teljes populáció tekintetében (4. ábra, II. táblázat).

A femoralis torzió esetében a 4–5 éves és 11 éves korcsoportot leszámítva egészen 14 éves korig a fiúknál mérhetünk magasabb értéket. A fiúknál 11 éves korban mért 15,22°-os érték jelentősen eltér az addig mutatott tendenciától. A 15–16 éves korcsoportban a lányok javára mértünk egyre növekvő különbséget, 16 évesen ez eléri a 4,3°-ot. A teljes populációban egy enyhe csökkenő tendencia figyelhető meg: az 5–8 éves korcsoportban megfigyelt 24° körül ingadozó érték, 21° körülire változik (5. ábra, II. táblázat).

II. táblázat A proximális femurvég anatómiai paramétereikorcsoport és nem szerinti bontásban. Az értékeket átlag ± S.D. formában ábrázoltuk.

Kor (év)	Nem	n (végtag)	Femurfej átmérő (mm)	Femoralis eltoltság (mm)	Femur nyak hossz (mm)	CD szög (°)	Femoralis torzió (°)
2	Fiú	8	23,75±2,25				
	Lány	6	23,00±1,10				
2 Total		14	23,42±1,83				
3	Fiú	4	26,50±1,00				
	Lány	6	26,00±1,26				
3 Total		10	26,20±1,14				
4	Fiú	10	27,36±1,57	24,81±3,07	33,00±2,08	132,22±4,46	22,41±9,17
	Lány	26	25,67±2,35	23,73±3,34	31,41±2,97	131,19±5,24	21,61±10,29
4 Total		36	26,14±2,28	24,03±3,26	31,85±2,82	131,48±4,98	21,83±9,87
5	Fiú	22	28,84±1,68	25,75±3,33	34,24±3,61	132,01±4,71	21,19±9,40
	Lány	36	27,29±2,65	25,53±3,66	32,49±3,19	128,79±5,23	26,45±10,46
5 Total		58	27,88±2,34	25,62±3,51	33,16±3,43	130,05±5,23	24,46±10,31
6	Fiú	26	30,68±2,72	28,50±3,93	36,56±4,45	129,59±4,08	22,16±10,63
	Lány	28	30,04±2,06	27,08±3,20	34,41±2,76	128,99±4,72	22,61±10,01
6 Total		54	30,35±2,40	27,76±3,61	35,44±3,79	129,28±4,39	22,34±10,73
7	Fiú	24	31,35±2,55	28,91±3,41	37,49±3,47	129,57±4,37	23,98±10,04
	Lány	36	31,33±1,77	27,53±4,10	36,26±2,94	131,16±4,30	22,84±9,64
7 Total		60	31,34±2,10	28,08±3,87	36,75±3,19	130,54±4,33	23,29±9,78
8	Fiú	22	33,53±2,62	29,20±3,55	38,25±3,39	131,01±5,04	25,01±10,36
	Lány	34	32,85±2,80	30,44±3,30	38,24±3,31	127,84±5,06	24,34±7,52
8 Total		56	33,12±2,73	29,95±3,43	38,25±3,31	129,09±5,24	24,60±8,61
9	Fiú	32	35,66±2,14	31,55±4,41	42,05±3,20	131,70±5,03	24,47±7,34
	Lány	28	36,34±2,30	32,79±3,71	42,53±4,30	130,17±3,88	19,86±8,10
9 Total		60	35,98±2,24	32,13±4,11	42,28±3,58	130,99±4,20	22,32±7,98
10	Fiú	36	37,04±2,79	33,59±3,89	43,36±3,39	130,04±5,06	25,75±9,80
	Lány	34	36,92±2,35	32,67±3,91	43,26±2,99	131,26±4,93	19,70±9,91
10 Total		70	36,98±2,57	33,15±3,90	43,31±3,18	130,62±5,09	22,68±10,24
11	Fiú	22	38,74±3,62	34,79±4,24	45,58±4,62	129,59±5,03	15,22±9,01
	Lány	38	38,91±2,60	35,89±4,02	45,31±3,79	128,40±5,02	22,53±10,65
11 Total		60	38,85±2,98	35,50±4,10	45,41±4,07	128,84±5,01	19,85±10,61
12	Fiú	28	42,29±2,79	38,80±3,21	48,69±3,57	127,69±3,87	22,70±10,20
	Lány	74	40,45±2,66	37,19±4,36	47,51±4,09	129,29±4,11	21,03±9,57
12 Total		102	40,96±2,81	37,64±4,13	47,84±3,97	128,85±4,09	21,49±10,02
13	Fiú	34	43,08±2,79	39,36±4,79	50,32±4,06	129,43±4,60	22,14±10,71
	Lány	72	40,06±1,98	37,28±3,82	47,96±3,37	129,74±4,68	22,05±8,97
13 Total		106	41,03±2,47	37,95±4,25	48,71±3,75	129,65±4,66	22,08±9,52
14	Fiú	38	44,31±2,84	38,86±4,37	50,18±4,25	129,80±4,89	20,25±10,51
	Lány	74	42,00±2,88	37,94±4,94	49,08±4,08	130,23±4,77	18,09±10,92
14 Total		112	42,79±2,86	38,26±4,74	49,45±4,14	130,09±4,78	18,81±10,76
15	Fiú	36	46,64±2,59	42,98±4,38	53,76±4,45	127,61±5,09	17,98±10,16
	Lány	96	41,24±2,12	38,10±3,76	48,16±3,19	128,74±4,03	21,03±10,26
15 Total		132	42,71±2,30	39,43±4,12	49,69±4,35	128,43±4,36	20,18±10,56
16	Fiú	48	45,73±2,70	41,98±4,58	52,29±4,18	127,36±4,50	19,31±8,10
	Lány	68	41,44±2,59	37,62±3,82	48,03±3,81	129,25±3,94	23,63±10,10
16 Total		116	43,21±2,65	39,43±4,46	49,79±4,48	128,47±4,26	21,86±9,82

MEGBESZÉLÉS

Az EOS technológia az ezredfordulón megjelent, modern módszer az alsó végtag és gerinc vizualizálására és értékelésére. A viszonylag nagyszámú felnőtt populációt vizsgáló tanulmányal szemben csupán néhány tanulmány foglalkozik a gyermek és serdülő csoporttal. Klinikánkon korábban már alkalmaztuk a módszert az egészséges és arthrotikus térdek geometriai paramétereinek vizsgálatára, valamint a femur és tibia diaphysis törések műtétet követő vizsgálatára (23, 25). *Azmy* és munkatársai a patellofemoralis ízület kinematikájának vizsgálatához használták az EOS rendszert, míg *Lazennec* és munkatársai a módszer alkalmazhatóságát vizsgálták a patellofemoralis szindróma diagnosztizálása során (2, 16). *Schmitz* és munkatársai tünetmentes serdülőknél állapították meg a femoroacetabularis impingement szindróma prevalenciáját (21). *Gaumétou* és munkatársai 114 6–30 év közötti alany alsó végtagi torziós paramétereit állapították meg (10).

Assi és munkatársaihoz, illetve *Gheno* és munkatársaihoz hasonlóan mi is megbízható módszernek találtuk az EOS 3D technológiát az alsó végtag anatómiai és biomechanikai paramétereinek mérésére mind gyermek, mind serdülő populációban, annak ellenére is, hogy a növekedési porcok jelenléte némi bizonytalanságot okozhat és megnyújthatja a rekonstrukciós időt a 10 év alatti populációban (1, 11).

A femur és tibia condylusok azonosítását lehetővé tévő előreléptet pozíció nem befolyásolja statisztikailag igazolhatóan a mérési eredményt, hiszen nem találtunk összefüggést az oldal és a mért paraméterek között.

A femurfej átmérő, femurnyak hossz és femoralis eltoltság folyamatos növekedést mutattak a korról. Bár a nemek közti különbség a teljes korcsoportban megfigyelhető, igazán jelentőssé 12 éves kortól válik. Ennek oka a serdülőkori növekedés nemi különbségeiben lehet, hiszen ekkor kezdődik a fiúk serdülőkori gyorsnövekedési fázisa, a lányok azonban eddigre már túl vannak a serdülőkori testmagasság-növekedési csúcsebességükön (15). Az általunk áttekintett irodalomban nem találtunk olyan tanulmányt, amellyel adatainkat összehajthattuk volna.

Megfigyeltük a collodiaphysealis szög

132°-ról 128°-ra csökkenését, ami bár tendencia tekintetében megfelel a korábbi publikációknak, azonban az általunk mért változás nem olyan nagy mértékű. *Birkenmaier* és munkatársai ugyanebben a korcsoportban a CD szög értékének 145°-ról 133°-ra csökkenését írták le (3). A különbség hátterében az EOS technológia nyújtotta pontos, háromdimenziós mérési lehetőség állhat, mivel ez kiküszöböli a pozíció és a további anatómiai paraméterek (például femoralis torzió) változásából adódó vetületi bizonytalanságot. A nemek közti különbség ennél a paraméternél már nem olyan egyértelmű. Szignifikáns különbség csak 12 éves kortól jelenik meg, aminek magyarázata lehet a serdülőkori növekedés nemi különbségei, azonban erre vonatkozó referenciaértéket nem találtunk az általunk áttekintett irodalomban.

Csak kevés publikáció található az irodalomban, amely a femoralis torziót nagy populációnál, képalkotó eljárással vizsgálja. Ezek adatai is széles skálán mozognak. *Fabry* és munkatársai az 1–15 éves korcsoportban a femoralis torzió 32°-ról 16°-ra történő csökkenését írták le (8). *Hamacher* és munkatársai 1 éves korban 47°-ot figyeltek meg, ami felnőttkorra 15°-ra csökkent (13). A korábbi módszerekkel végzett vizsgálatokkal összehasonlítva mi sokkal kisebb változást figyeltünk meg a 4–16 éves korcsoportban. *Gaumétou* és munkatársai által publikált adatokkal – amik azonos mérési módszer segítségével születtek – összhangban vannak eredményeink. Ők, hasonlóan hozzánk, 22°-ot mértek a 6–7 éves korcsoportban, 18°-ot a 16–30 éves korcsoportban (10). Feltételezzük, hogy ez a különbség az EOS 2D/3D System pontosságával magyarázható. A fiúknál 11 éves korban mért kiugró értéket a mérés megismétlésével ellenőriztük, ezáltal a mérési hibát kizártuk, így feltételezésünk szerint ennek oka a minta összetételében lehet. A vizsgált populációban 6 alkalommal tapasztalt 50° feletti antetorziót, illetve 12 alkalommal mért (7°-nál kisebb) retrotorziót az anamnézis ellenőrzésével és az ismételt méréssel kontrolláltuk. Egyik esetben sem találtunk eltérést az anamnézisen vagy mérési pontatlanságot. Ez alapján kijelenthető, hogy panaszmentes, negatív anamnéziséű gyermekeknél is előfordulhatnak ilyen szélsőséges torziós értékek.

Vizsgálatunkat behatárolja, hogy a

módszer jelenleg még nem rendelkezik klinikai validálással a 15 év alatti korcsoportban, bár több tanulmányt is publikáltak már az EOS rendszer gyermekkori alkalmazásáról (1, 10, 11, 21). Egy teljesen egészséges, bármilyen ortopédiai panasztól mentes vizsgálati populáció lenne az optimális vizsgálati csoport a referenciaértékek meghatározásához, azonban ennek a csoportnak az ionizáló sugárzással történő terhelése – különösen gyerekkorban – etikai szempontból elfogadhatatlan. Retrospektív tanulmányként sem a nemek, sem a korcsoportok eloszlása nem egyenletes. A női populáció több mint 1,5 szerez jelenlétét a vizsgálati populáció nagyját kitevő enyhe scoliosos csoportban való nagyobb arányú megjelenése

okozza. Hiányosságnak tekinthető még, hogy a 2 évesnél fiatalabb populáció adatai nem állnak rendelkezésre.

Sikerült igazolnunk, hogy az EOS 2D/3D technológia alkalmas a proximális femurvég anatómiai paramétereinek mérésére a 2–16 éves korcsoportban, igaz 4 éves kor alatt a növekedési porcok miatti bizonytalanság csak a Lower limb alignment mód segítségével végzett méréseket teszi lehetővé. Így sikerült olyan paraméterek pontos normál tartományát megállapítani a 2–16 éves korosztályban, nemekénti bontásban, melyek közül több – tudomásunk szerint – eddig nem állt rendelkezésre, vagy csak kis vizsgált populációval, illetve kevésbé pontos mérési eljárással határozták meg.

IRODALOM

1. Assi A., Chaibi Y., Presedo A., Dubousset J., Ghanem I., Skalli W.: Three-dimensional reconstructions for asymptomatic and cerebral palsy children's lower limbs using a biplanar X-ray system: A feasibility study. *Eur. J. Radiol.* 2013. 82. (7): 2359-2364.
2. Azmy C., Guérard S., Bonnet X., Gabrielli F., Skalli W.: EOS orthopaedic imaging system to study patellofemoral kinematics: assessment of uncertainty. *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2010. 96. (1): 28-36.
3. Birkenmaier C., Jorysz G., Jansson V., Heimkes B.: Normal development of the hip: a geometrical analysis based on planimetric radiography. *J. Pediatr. Orthop.* 2010. 19. (1): 1-8.
4. Chaibi Y., Cresson T., Aubert B., Hausselle J., Neyret P., Hauger O., de Guise J. A., Skalli W.: Fast 3D reconstruction of the lower limb using a parametric model and statistical inferences and clinical measurements calculation from biplanar X-rays. *Comput. Methods Biomech. Biomed. Engin.* 2012. 15. (5): 457-466.
5. Charpak G.: Prospects for the use in medicine of new detectors of ionizing radiation. *Bull. Acad. Natl. Med.* 1996. 180. (1): 161-168.
6. Chitnavis J., Sinsheimer J. S., Suchard M. A., Clipsham K, Carr A. J.: End-stage coxarthrosis and gonarthrosis. Aetiology, clinical patterns and radiological features of idiopathic osteoarthritis. *Rheumatology (Oxford)*, 2000. 39. (6): 612-619.
7. Dietrich T. J., Pfirrmann C. W., Schwab A., Pankalla K., Buck F. M.: Comparison of radiation dose, workflow, patient comfort and financial break-even of standard digital radiography and a novel biplanar low-dose X-ray system for upright full-length lower limb and whole spine radiography. *Skeletal Radiol.* 2013. 42. (7): 959-967.
8. Fabry G., MacEwen G. D., Shands A. R.: Torsion of the femur. A follow-up study in normal and abnormal conditions. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1973. 55. (8): 1726-1738.
9. Folinais D., Thelen P., Delin C., Radier C., Catonne Y., Lazennec J. Y.: Measuring femoral and rotational alignment: EOS system versus computed tomography. *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2013. 99. (5): 509-516.
10. Gaumétou E., Quijano S., Ilharreborde B., Presedo A., Thoreux P., Mazda K., Skalli W.: EOS analysis of lower extremity segmental torsion in children and young adults. *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2014. 100. (1): 147-151.
11. Gheno R., Nectoux E., Herbaux B., Baldissarotto M., Glock L., Cotten A., Boutry N.: Three-dimensional measurements of the lower extremity in children and adolescents using a low-dose biplanar X-ray device. *Eur. Radiol.* 2012. 22 (4): 765-771.
12. Guenoun B., Zadegan F., Aim F., Hannouche D., Nizard R.: Reliability of a new method for lower-extremity measurements based on stereoradiographic three-dimensional reconstruction. *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2012. 98. (5): 506-513.
13. Hamacher P.: Röntgenologische normale werte des hüftgelenks, CCD- und AT-Winkel. *Orthop. Praxis.* 1974. 10: 23-28.
14. Illés T., Somoskeőy S.: The EOS™ imaging system and its uses in daily orthopaedic practice. *Int. Orthop.* 2012. 36. (7): 1325-1331.
15. Joubert K., Mag K., van't Hof M., Darvay S., Ágfalvi R.: A testmagasság növekedési sebessége 3 és 18 év között Magyarországon az ezredforduló időszakában (Az Országos Longitudinális Gyermeknövekedés-vizsgálat adatai alapján). *Gyermekgyógyászat*, 2006. 57. 5: 517-527.
16. Lazennec J.Y., Rangel A., Baudoin A., et al.: The EOS imaging system for understanding a patellofemoral disorder following THR. *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2011. 97. (1): 98-101.
17. Lévai A., Battyányi I., Járny Á., Csete M., Somoskeőy Sz., Illés T.: EOS a klinikai gyakorlatban (Ultra alacsony dózisz, teljes test digitális röntgenfelvétel technikája, jelentősége, klinikai indikációja, információ tartalma). *IME.* 2008. 7. (3): 41-43.
18. Ortopédiai Szakmai Kollégium: Az Egészségügyi Minisztérium szakmai protokollja. *Coxarthrosis.* Budapest, Egészségügyért Felelős Államtitkárság, 2013.
19. Ruwe P.A., Gage J.R., Ozonoff M.B., DeLuca P. A.: Clinical determination of femoral anteversion. A comparison with established techniques. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1992. 74. (6): 820-830.
20. Sanfridsson J., Ryd L., Svahn G., Fridén T., Jonsson K.: Radiographic measurement of femorotibial rotation in weight-bearing. The influence of flexion and extension in the knee on the extensor mechanism and angles of the lower extremity in a healthy population. *Acta Radiol.* 2001. 42. (2): 207-217.
21. Schmitz M.R., Bittersohl B., Zaps D., Bomar J. D., Pennock A. T., Hosalkar H. S.: Spectrum of radiographic femoroacetabular impingement morphology in adolescents and young adults: an EOS-based double-cohort study. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2013. 95. (13): 901-908.
22. Szendrői, M.: *Ortopédia.* Semmelweis, Budapest, 2009.
23. Szuper K., Dömse E., Nőt L., Somoskeőy Sz., Than P.: Femur és tibia diaphysis törések műtétet követő vizsgálata EOS 2D/3D röntgenkészülékkel. *Magyar Traumatológia, Ortopédia, Kézsebészet, Plasztikai Sebészet.* 2013. 56. (2): 119-126.
24. Szuper K., Somoskeőy Sz., Than P., Illés T.: EOS 2D/3D képalkotás alkalmazási lehetőségei az alsó végtagon. *Magyar Traumatológia, Ortopédia, Kézsebészet, Plasztikai Sebészet.* 2012. 55. (3): 203-212.
25. Than P., Szuper K., Warta V., Illés T.: Geometrical values of the normal and arthritic hip and knee detected with the EOS imaging system. *Int. Orthop.* 2012. 36. (6): 1291-1297.

Dr. Schlégl Ádám Tibor

PTE KK MSI Ortopédiai Klinika
7632 Pécs, Akác u. 1.