

Metody měření malrotace končetiny po osteosyntéze femuru

Methods of Measuring Limb Malrotation Following Femoral Osteosynthesis

J. MALÉŘ^{1,2}, M. BUK³, M. MICHNA³, J. SKÁLA-ROSENBAUM²

¹ Lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Plzni

² Ortopedicko-traumatologická klinika Fakultní nemocnice Královské Vinohrady a 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy, Praha

³ Radiodiagnostická klinika Fakultní nemocnice Královské Vinohrady a 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy, Praha

SUMMARY

Significant malrotation of the femur after osteosynthesis is a serious complication of treatment and has a number of consequences for the patients and causes deterioration of their quality of life. Therefore, it is necessary to be familiar with intraoperative techniques to control the correct rotation, mostly clinical and radiological, which give us the possibility to minimize rotational errors. In the postoperative period, with even a slight suspicion of malrotation, it is necessary to proceed to its exact verification and, in indicated cases, to perform necessary correction. We recommend one of the CT techniques as a very reliable method, however in younger patients we prefer to use MRI. Early diagnosis of the rotational error and especially its size is essential from the point of view of potential reconstructive surgery, which is then chosen also with regard to the location of the original lesion.

Key words: femoral osteosynthesis, limb malrotation, methods of measuring.

ÚVOD

Pooperační změna úhlu antevertze krčku femuru související s peroperační rotační chybou mívá za následek malrotaci celé končetiny. To může vést k narušení posturální architektiky a hlavně k narušení stereotypu chůze pacienta, zejména pokud se jedná o větší chybu. Fyziologické rozmezí antevertze krčku femuru se pohybuje v rozmezí $7,4^\circ \pm 15^\circ$ (27). Malrotace končetiny do 15° je obecně díky antevertzi krčku femuru a zejména u starších pacientů s nižšími nároky dobře tolerována, větší chyba však může vést k funkčním obtížím (5, 10). V minulosti byla vytvořena celá řada metod s různou přesností k určení antevertze krčku femuru a tím i rotace femuru, ale až s příchodem modernějších zobrazovacích metod se stala přesnost vyšetření dostatečná. V tomto přehledu uvádíme možnosti měření rotace femuru v klinické praxi.

VYŠETŘOVACÍ METODY

1. Klinické vyšetření

Klinické vyšetření ke zhodnocení malrotace femuru bylo porovnávané v řadě prací. Klinicky lze rotační chybu stehenní kosti stanovit porovnáním vnitřní a vnější rotace poraněné a zdravé končetiny. Tato měření provádíme s pacientem v supinační poloze s kyčlí flektovanou do 90° a následně plně extendovanou. Změna rozsahu pohybu směrem k vnitřní nebo vnější rotaci značí rotační změnu ve stehenní kosti. Tuto metodu použili ve své práci ke srovnání klinického měření a zobrazovacích metod ve formě CT vyšetření Jaarsma a kol. (10). Při vyšetření pacienta nebylo klinicky dete-

kováno 10 z 21 pacientů (48 %) s CT determinovanou významnou torzní deformitou. Proto můžeme klinické vyšetření označit pouze za velmi orientační.

Další možnost klinického zhodnocení malrotace končetiny je použití tzv. Craigova testu (obr. 1). Ten se provádí u pacienta v pronační poloze s pokrčeným kolennem v 90° . Při změnách rotace v kyčli palpujeme polohu velkého trochanteru a jeho nejvíce laterální pozici. To nám při porovnání osy bérce s kolmicí udává stupeň antevertze krčku femuru. Přesnost tohoto testu zkoumali ve své práci na zdravých probandech Shogo Uota a kol. (22). V porovnání s dnešním zlatým standardem měření, což je CT vyšetření, byly výsledky malrotace při tomto testu statisticky významně nepřesné. U klinického vyšetření je dále velkou limitací celkový stav pacienta, artróza okolních kloubů, přidružená poranění či jiné patologie, což vede k tomu, že toto vyšetření případně malrotace považujeme za hrubě orientační.

2. Radiodiagnostické metody

1. Rtg vyšetření

Celá řada prací se v historii věnovala možnostem měření antevertze krčku femuru biplanárním zobrazením femuru pomocí rentgenu. Práce prvních autorů se objevily v 50. letech 20. století (Dunlap a kol., 1953; Ryder and Crane, 1953; Rippstein, 1955; Magilligan, 1956). Za samostatnou zmínku stojí metoda Magilligana (14), který v roce 1956 publikoval vzorec a techniku, které byly později rozvíjené a používané dalšími autory (13). Základním principem metody je pořízení přesné anteroposteriorní projekce kyčle a přesného laterální rentgenového snímku kyčle. Ze snímku se poté vykreslí ostré

úhly (α a γ) mezi dlouhými osami diafýzy a krčku stehenní kosti na anteroposteriorních i laterálních rentgenových snímcích. Hodnoty se poté dosadí do relativně jednoduchého vzorce vypočítavajícího úhel antevertze krčku.

Další možností použití rtg vyšetření je 3D počítačová modelace femuru na základě přesných parametrů z několika rtg snímků kyčle (8). Tato metoda zpřesňuje a zjednodušuje výpočet antevertze krčku femuru, i když její nevýhodou je nutnost zajištění vlastního výpočetního softwaru. Obecnou výhodou těchto metod je cena, dostupnost a rychlost měření. Nevýhodou je pak nutnost použití ionizujícího záření, a hlavně nezanedbatelná nepřesnost. Například Rosskopf a kol. při porovnání této metody s CT vyšetřením našli průměrný rozdíl mezi oběma technikami 5° (19).

Mezi další možnosti patří využití zařízení EOS (EOS Imaging System), které v sobě kloubí nízkou radiační zátěž rtg snímků (3- až 5krát nižší ve srovnání s konvenční radiografií) s vysokou výpočetní přesností CT vyšetření a možnost 3D zobrazení. Toto zařízení původně určené pro analýzu sagitálních a frontálních deformit páteře umožňuje i měření různých úhlů dolních končetin, a to včetně postavení implantátů. Výsledky jsou nad očekávání velmi přesné (26). Za významný limitující faktor lze tak považovat vysokou pořizovací cenu přístroje, vysoké náklady na údržbu, případně další využitelnost tohoto přístroje u nespécializovaných pracovišť.

2. Ultrazukové vyšetření

Velkými výhodami ultrazukového (UZ) vyšetření obecně je absence ionizujícího záření, cena, rychlost a dostupnost. Vzhledem k možnosti zobrazení tkání o rozdílné tvrdosti však naráží při zobrazení kostních struktur na své limity. Při klasickém UZ vyšetření pozorujeme pouze dvourozměrné průřezové pohledy a identifikuje pouze vnější povrch zralých (plně mineralizovaných) kostí. Historicky byla vyvinuta celá řada metod UZ vyšetření. Jednou ze základních metod bylo umístění sondy vodorovně a měření sklonu obrazu na obrazovce nebo později na tištěném obrázku (4, 16). Výsledky získané touto technikou jsou však značně nekonzistentní, a to hlavně při vysokých úhlech antevertze krčku femuru, kde se distální část krčku femuru stává hlubší a obtížnější na zobrazení.

Další možností je použití úhloměru namontovaného na sondě a zobrazení vybraných rysů – tedy krčku a hlavice femuru nebo spojnice trochanteru a hlavice ve vodorovné ose (1, 3). U této metody popisují Aamodt a kol. ve své práci odchylku s porovnáním s CT maximálně do +/- 5° a doporučují ji jako jednu z možných a levných metod pro screening u pacientů s možnou malrotací femuru (1).



Obr. 1. Craighův test.
Fig. 1. Craig's test.

Nejmodernější technologii pomocí 3D ultrazukového vyšetření popisují ve své práci Passmore a kol., přičemž porovnávali přesnost vyšetření s výsledky z MRI (18). Přesnost měření v jejich práci byla poměrně vysoká s rozdílem +/- 3° antevertze. Další výhodou byla dobrá reprodukovatelnost vyšetření jinou osobou, na druhou stranu za nevýhodu vyšetření se jistě dá považovat vyšší cena přístroje a softwaru a delší čas vyšetření.

3. CT vyšetření

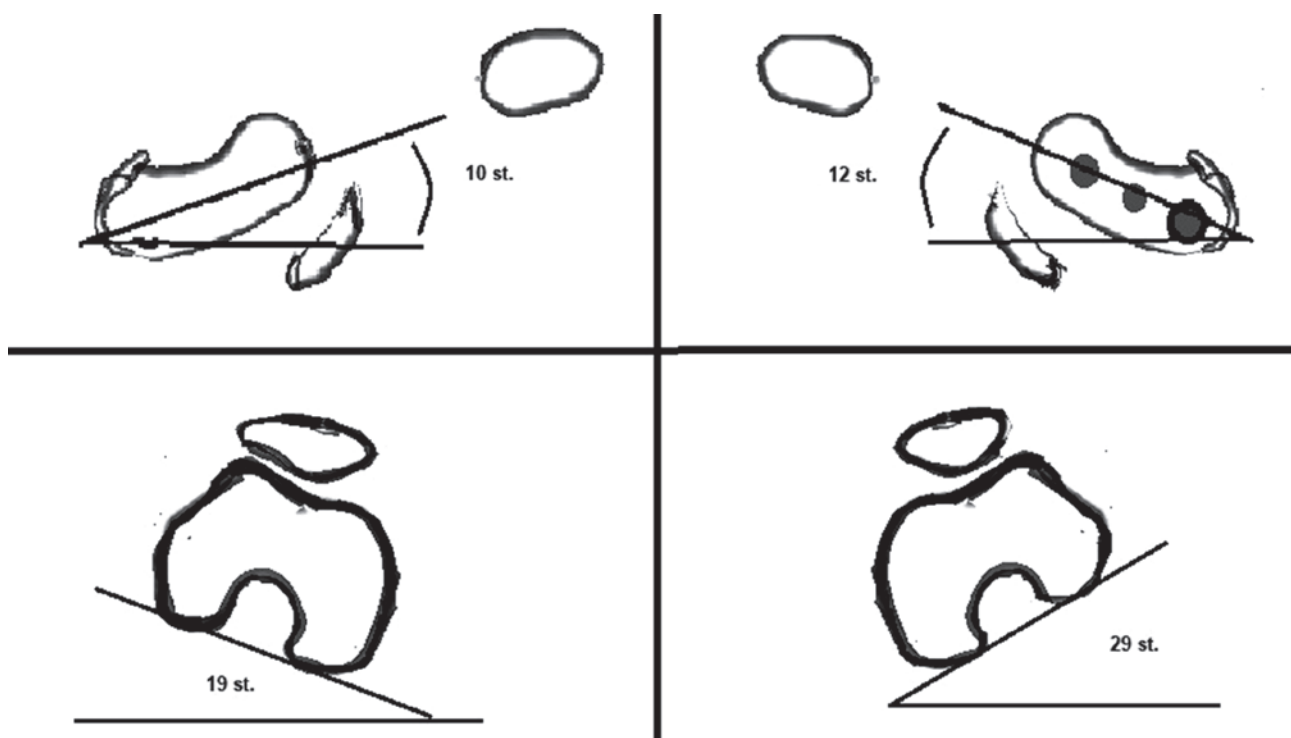
Zlatým standardem pro měření strukturálních odchylek femuru, včetně jeho torze, je CT vyšetření (6). Hlavní výhodou CT je jeho dostupnost, rychlost vyšetření a zejména přesnost výsledků. Na druhou stranu jsou pacienti vystaveni škodlivé expozici ionizujícího záření (přibližně 0,5 mSv na CT) s malým celoživotním rizikem (0,034–0,177% po dobu 20 let), ale i s větším relativním rizikem (5- až 17krát) malignity ve srovnání se samotnými rentgenovými snímky (25).

Vyšetření je standardně prováděno na helikálním víceradím CT přístroji. Pacient je položen na desku přístroje v poloze na zádech s plně extendovanými kolena. U vyšetřovaných pacientů doporučujeme imobilizovat dolní končetiny, a to například zalepením palců nohou páskou k sobě tak, aby se předešlo pohybovým artefaktům nebo nepřesnosti měření z důvodu změny polohy dolní končetiny v průběhu skenování. Nejprve je získán topogram zahrnující oblast od pánve až pod kolenní klouby, podle kterého jsou vybrány dvě oblasti zájmu k vlastnímu skenování.

První oblastí zájmu je oblast kyčelních kloubů, ohraničená kranálně stropem obou acetabul a kaudálně malými trochantery. Druhou oblastí zájmu je oblast distálních femorálních kondylů. Tloušťka vrstvy výsledných axiálních řezů bývá nejvýše 5 mm. Pro redukci dávky záření lze použít různé techniky, například automatizovanou modulaci proudu na rentgence.

Metody měření torze femuru na CT

Úhel femorální torze je určen jako úhel mezi osou probíhající v proximální a distální části femuru, jinými slovy úhlem mezi osou krčku femuru a osou femorálních kondylů (obr. 2). V literatuře je popisovaných několik způsobů CT měření torze femuru v závislosti na tom, jak je definovaná osa krčku femuru a osa kondylů femuru a v závislosti v jaké rovině (axiální nebo šikmá axiální) měříme úhel krčku (20). Kvantifikace úhlu torze se podle této práce mezi metodami signifikantně liší (s maximálním rozdílem až 16°). Proto je nezbytné při měření rotace femuru uvést použitou metodu měření a je nutné výsledné hodnoty interpretovat v souvislosti s použitou metodou (12, 21). V současnosti není ucelen konsenzus o tom, která z metod by se měla preferenčně používat.



Obr. 2. CT řez proximálního a distálního femuru: součtem úhlu osy krčku femuru a osy kondylární linie distálního femuru získáme antevertzi obou femurů; konkrétně zde 29° na neoperované straně a 41° na straně operované – odečtem získáme rozdíl mezi oběma femury a výslednou malrotaci operované končetiny (v tomto případě 12°).

Fig. 2. CT section of the proximal and distal femur: by adding up the angle of the femoral neck axis and the condylar line axis of the distal femur the anteversion of both femurs is obtained; in this case 29° on the non-operated side and 41° on the operated side - by subtraction we obtain the difference between the two femurs and the resulting malrotation of the operated limb (12°).

V současné době je popsáno sedm základních metod na měření malrotace femuru pomocí CT (Hernandes, Jarrett, Murphy, Yoshioka 1+2, Waydelich, Weiner) (7, 11, 17, 23, 24, 27). Techniky se zejména odlišují podle techniky určení osy krčku femuru na axiálním či šikmém řezu. Na našem pracovišti preferujeme metodu podle Weinaera, která měří úhel krčku z jednoho axiálního řezu (24). Tento úhel je dán linií procházející středem krčku, která je paralelní s ventrální i dorzální kortikou krčku femuru. Jedná se, co do technické náročnosti i zkušenosti radiologa, o jednodušší metodu a je z toho důvodu nejvíce rozšířená.

Nejpoužívanější způsob měření osy kondylů femuru je tečna k dorzální části kondylů, která se měří na CT řezu, kde kondyly mají největší předozadní rozměr (tzv. zadní kondylární osa). Osa distální částí femuru ještě může být definována linií spojující vrcholy epikondylů v axiálním řezu (epikondylární či transepikondylární linie).

4. Magnetická rezonance

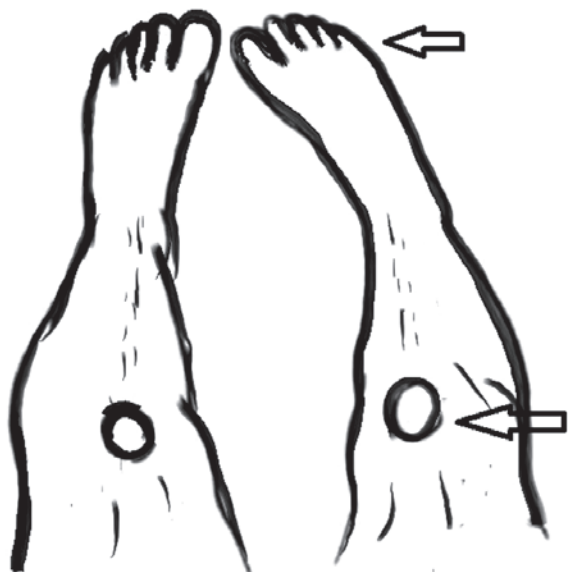
Vyšetření pomocí MRI má srovnatelnou spolehlivost a přesnost v porovnání s CT (21). Jeho hlavní výhodou je nepřítomnost ionizačního záření, a proto by MRI měla být metodou volby zejména u mladších pacientů. Využití MRI může limitovat relativně dlouhý

čas skenování, cena vyšetření a přítomnost kontraindikací. Mezi ně se řadí přítomnost starších kovových předmětů v těle pacienta, a to zejména elektronických zařízení (kardiostimulátor, kochleární implantát, inzulinová pumpa), přítomnost osteosyntetického materiálu v místě vyšetření (artefakty vedoucí k nepřesnostem), a dále je v případě osteosyntetického materiálu či chirurgických svorek doporučováno vyšetření odložit minimálně o 6 týdnů po jejich implantaci.

Poloha pacienta je stejná jako při CT vyšetření. Opět je nutná neměnná poloha dolních končetin během vyšetření. Oblasti zájmu jsou taktéž srovnatelné. Používají se nejčastěji T1 vážené sekvence. Na některých přístrojích je nutné použít specifické cívkové pro oblast kyčlí a oblast kolen a skenovat tak každou oblast zvlášť (21); zatímco modernější přístroje umožňují oskenovat celý femur v rámci jedné sekvence (6). Tloušťka vrstvy výsledných axiálních skenů je nejvýše 5 mm. Principy metod samotného měření jsou obdobné jako u výše zmínovaného CT vyšetření.

DISKUSE

Malrotace femuru po osteosyntéze patří mezi jednu z nejčastějších komplikací při ošetřování zlomenin diafýz femuru (5,10). Avšak i po osteosyntéze trochanté-



Obr. 3. Vnitřní rotace celé končetiny při pozici pacienta na zádech: dochází k vnitřní rotaci špičky nohy a mediálnímu směřování pately.

Fig. 3. Internal rotation of the whole limb with the patient in the supine position: internal rotation of the foot and medial direction of the patella.

rických zlomenin jde o relativně častou a opomíjenou komplikaci (15). Je tak velmi důležité se zaměřit na pacienty s potenciálně vzniklou pooperační malrotací. Toto podezření vzniká většinou na bázi prostého klinického vyšetření, případně díky nepřímým známkám malrotace na pooperačních rtg snímcích (2). Z klinického vyšetření by nás měla jako první upozornit prostá poloha pacienta na lůžku s rotovanou končetinou a nesymetrickým postavením patel (obr. 3). Dále je důležitý rozsah pohybu v kyčelním kloubu, kde by nás mělo upozornit omezení rotace ve flexi, případně i v extenzi (10). Vždy musíme při tomto vyšetření reflektovat případnou jinou patologii proximálního femuru, nejčastěji artrózu kyčelního kloubu, která může rotace omezovat. Součástí základního screeningu malrotace by mělo být provedení Craighova testu (9).

U prostých rtg snímků pátráme po dalších možných náznacích malrotace. Ty je možné odečítat ze snímku celého femuru v přesné AP projekci, ideálně při porovnání s kontralaterálním femurem. Při přesné anteroposteriorní projekci směřuje vrchol malého trochanteru mediálně a velmi užitečnou potenciální známkou malrotace potom může být nesymetrické postavení patel. Častější bývá mediální směřování pately při vnitřní malrotaci, laterální směřování vidáme u zevní rotační chyby (obr. 4). Další nepřímou známkou malrotace je postavení fragmentů v lomné linii, kdy porovnáváme šířku kortikalis proximálního a distálního fragmentu a zda sobě navzájem odpovídají. Tyto nepřímé známky by nás měly upozornit na možnost malrotace femuru (2). Je třeba zdůraznit, že rtg a klinické vyšetření nás pouze upozorní na možnou malrotaci, ale nepřinášejí přesné a spolehlivé výsledky měření.



Obr. 4. Schéma AP projekce rtg snímku celého femuru: základní projekce s mediálním postavením malého trochanteru – oproti kontralaterálnímu femuru dochází k mediálnímu či laterálnímu směřování pately.

Fig. 4. Femur X-ray, AP view: baseline projection with medial position of the lesser trochanter – medial or lateral direction of the patella compared to the contralateral femur.

Nejrozšířenější a zároveň nejpresnější metodou měření malrotace femuru je použití CT vyšetření (6). V porovnání s ostatními metodami poskytuje nejkonzistentnější a nejspolehlivější výsledky. Jde o jednoduchou a v dnešní době relativně levnou metodu. Hodnoty ionizujícího záření se dají při správně kalibraci a zkušenostech výrazně snížit. Proto je to obecně rozšířená metoda první volby (24). U mladších pacientů však zvažujeme použití MRI, která má srovnatelnou přesnost s vyšetřením CT (21). Nevýhodou však bývá přítomnost artefaktů způsobených implantovaným kovovým materiálem, což znepřesňuje pooperační vyšetření. Navíc radiologové doporučují odložit MRI vyšetření minimálně 6 týdnů od provedené osteosyntézy (21). Využití UZ k ozřejnění antevertze krčku femuru a tím k určení malrotace není příliš rozšířeno. Vyžaduje určitou zkušenost vyšetřujícího, často speciální pomůcky a nákladný software. Zároveň mohou být výsledky zkrusleny i pooperačním otokem měkkých tkání, který zhoršuje přehlednost zkoumaného pole. Na druhou stranu obrovskou výhodou lze vidět v absenci ionizujícího záření, rychlosti a také možnosti užití jako screeningové metody.

ZÁVĚR

Výraznější malrotace femuru po osteosyntéze je vážnou komplikací operační léčby a způsobuje závažné následky pro pacienta a zhoršuje jeho kvalitu života. Proto je nutné znát pooperační techniky kontroly správné rotace, většinou klinické a rentgenové, které nám umožňují možnou rotační chybu minimalizovat. V pooperačním období je i při minimálním podezření

na vzniklou malrotaci nutné přistoupit k její přesné verifikaci a v indikovaných případech včas provést potřebnou korekci. Jako dostupnou a spolehlivou metodu doporučujeme jednu z technik CT vyšetření, u mladších pacientů zvažujeme použití MRI. Včasná diagnóza rotační chyby a zejména její velikosti je významná z pohledu možné rekonstrukční operace, která je pak zvolena i s ohledem na výšku lokalizace původní léze.

Literatura

- Aamodt A, Terjesen T, Eine J, Kvistad KA. Femoral anteversion measured by ultrasound and CT: a comparative study. *Skeletal Radiol.* 1995;24:105–109. doi: 10.1007/BF00198071.
- Branca Vergano L, Coviello G, Monesi M. Rotational malalignment in femoral nailing: prevention, diagnosis and surgical correction. *Acta Biomed.* 2020;91(14-S):e2020003. doi: 10.23750/abm.v91i14-S.10725.
- Ehrenstein T, Rikli DA, Peine R, Gutberlet M, Mittlmeier T, Banzer D, Mäurer J, Felix R. A new ultrasound-based method for the assessment of torsional differences following closed intramedullary nailing of femoral fractures. *Skeletal Radiol.* 1999;28:336–341. doi: 10.1007/s002560050527.
- Elke R, Ebnetter A, Dick W, Fliegel C, Morscher E. Die sonographische Messung der Schenkelhalsantetorsion [Ultrasound measurement of femur neck anteversion]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 1991;129:156–163. German. doi: 10.1055/s-2008-1040176.
- Gugenheim JJ, Probe RA, Brinker MR. The effects of femoral shaft malrotation on lower extremity anatomy. *J Orthop Trauma.* 2004;18:658–664. doi: 10.1097/00005131-200411000-00002.
- Häller TV, Schenk P, Jud L, Hoch A, Götschi T, Zingg PO. Consistency of 3D femoral torsion measurement from MRI compared to CT gold standard. *BMC Musculoskelet Disord.* 2021;22:739. doi: 10.1186/s12891-021-04633-7.
- Hernandez RJ, Tachdjian MO, Poznanski AK, Dias LS. CT determination of femoral torsion. *AJR Am J Roentgenol.* 1981;137:97–101. doi: 10.2214/ajr.137.1.97.
- Chaibi Y, Cresson T, Aubert B, Hausselle J, Neyret P, Hauger O, de Guise JA, 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;15:457–466. doi: 10.1080/10255842.2010.540758.
- Choi BR, Kang SY. Intra- and inter-examiner reliability of goniometer and inclinometer use in Craig's test. *J Phys Ther Sci.* 2015;27:1141–1144. doi: 10.1589/jpts.27.1141.
- Jaarsma RL, Pakvis DF, Verdonschot N, Biert J, van Kampen A. Rotational malalignment after intramedullary nailing of femoral fractures. *J Orthop Trauma.* 2004;18:403–409. doi: 10.1097/00005131-200408000-00002.
- Jarrett DY, Oliveira AM, Zou KH, Snyder BD, Kleinman PK. Axial oblique CT to assess femoral anteversion. *AJR Am J Roentgenol.* 2010;194:1230–1233. doi: 10.2214/AJR.09.3702.
- Kaiser P, Attal R, Kammerer M, Thauerer M, Hamberger L, Mayr R, Schmoelz W. Significant differences in femoral torsion values depending on the CT measurement technique. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2016;136:1259–1264. doi: 10.1007/s00402-016-2536-3.
- Lee DY, Lee CK, Cho TJ. A new method for measurement of femoral anteversion. A comparative study with other radiographic methods. *Int Orthop.* 1992;16:277–281. doi: 10.1007/BF00182711.
- Magilligan DJ. Calculation of the angle of anteversion by means of horizontal lateral roentgenography. *J Bone Joint Surg Am.* 1956;38:1231–1246.
- Malér J, Džupa V, Buk M, Michna M, Marvan J, Skála-Rosenbaum J. CT analysis of femoral malrotation after intramedullary nailing of trochanteric fractures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2022;142:1865–1871. doi: 10.1007/s00402-021-03902-3.
- Moulton A, Upadhyay SS. A direct method of measuring femoral anteversion using ultrasound. *J Bone Joint Surg Br.* 1982;64:469–472. doi: 10.1302/0301-620X.64B4.7096425.
- Murphy SB, Simon SR, Kijewski PK, Wilkinson RH, Griscom NT. Femoral anteversion. *J Bone Joint Surg Am.* 1987;69:1169–1176. doi: 10.2106/00004623-198769080-00010.
- Passmore E, Pandy MG, Graham HK, Sangeux M. Measuring femoral torsion in vivo using freehand 3-D ultrasound imaging. *Ultrasound Med Biol.* 2016;42:619–623. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2015.10.014.
- Roskopf AB, Ramseier LE, Sutter R, Pfirrmann CW, Buck FM. Femoral and tibial torsion measurement in children and adolescents: comparison of 3D models based on low-dose biplanar radiography and low-dose CT. *AJR Am J Roentgenol.* 2014;202:W285–291. doi: 10.2214/AJR.13.11103.
- Scorcelletti M, Reeves ND, Rittweger J, Ireland A. Femoral anteversion: significance and measurement. *J Anat.* 2020;237:811–826. doi: 10.1111/joa.13249.
- Schmaranzer F, Kallini JR, Miller PE, Kim YJ, Bixby SD, Novais EN. The effect of modality and landmark selection on MRI and CT femoral torsion angles. *Radiology.* 2020;296:381–390. doi: 10.1148/radiol.2020192723.
- Uota S, Morikita I, Shimokochi Y. Validity and clinical significance of a clinical method to measure femoral anteversion. *J Sports Med Phys Fitness.* 2019;59:1908–1914. doi: 10.23736/S0022-4707.19.09733-0.
- Waidelich HA, Strecker W, Schneider E. Computertomographische Torsionswinkel- und Längenmessung an der unteren Extremität. Methodik, Normalwerte und Strahlenbelastung [Computed tomographic torsion-angle and length measurement of the lower extremity. The methods, normal values and radiation load]. *Rofo.* 1992;157:245–251. German. doi: 10.1055/s-2008-1033007.
- Weiner DS, Cook AJ, Hoyt WA Jr, Oravec CE. Computed tomography in the measurement of femoral anteversion. *Orthopedics.* 1978;1:299–306.
- Wylie JD, Jenkins PA, Beckmann JT, Peters CL, Aoki SK, Maak TG. Computed tomography scans in patients with young adult hip pain carry a lifetime risk of malignancy. *Arthroscopy.* 2018;34:155–163.e3. doi: 10.1016/j.arthro.2017.08.235.
- Yan W, Xu X, Xu Q, Yan W, Sun Z, Jiang Q, Shi D. Femoral and tibial torsion measurements based on EOS imaging compared to 3D CT reconstruction measurements. *Ann Transl Med.* 2019;7:460. doi: 10.21037/atm.2019.08.49.
- Yoshioka Y, Cooke TD. Femoral anteversion: assessment based on function axes. *J Orthop Res.* 1987;5:86–91. doi: 10.1002/jor.1100050111.

Korespondující autor:

MUDr. Jakub Malér

Lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Plzni
Ortopedicko-traumatologická klinika Fakultní nemocnice
Královské Vinohrady a 3. lékařské fakulty Univerzity
Karlový

E-mail: jakub.maler@fnkv.cz, +420608401241