

Výskyt a progresse časných radiolucenčních linií kolem TEP kolenního kloubu

Occurrence and Progression of Early Radiolucent Lines around Total Knee Arthroplasty

M. HOLINKA^{1,2}, J. GALLO², R. PAVLIČNÝ¹

¹ Ortopedické oddělení, Karvinská hornická nemocnice, a.s., Karviná

² Ortopedická klinika, Lékařská fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci

ABSTRACT

PURPOSE OF THE STUDY

Radiolucent (RL) lines may appear around the total knee arthroplasty (TKA); they occur much more frequently under the tibial component than under the femoral one. The RL lines are gaps between the TKA and the cement, or between the cement and the bone bed. They are clearly visible immediately after the surgery or may appear later. They constitute pathology of the interface and are subject to research mainly due to their potential association with aseptic loosening. The aim of this study was to assess how often they are clearly visible on the first postoperative radiograph in everyday clinical practice, how they develop during the following two years, and to compare the results with the available professional literature. Another aim was to assess the relation between RL lines and the alignment of components, the patient's habitus and clinical outcomes of the surgery.

MATERIAL AND METHODS

The group included 62 patients with a total number of 69 TKA implants, of which 28 were men (45.2%) and 34 women (54.8%) aged 46 to 79 years of age. The occurrence of RL lines was monitored on the first postoperative radiograph and subsequently at a one-year interval during the following 2 years. The location of RL lines and the placement of components were assessed radiographically in terms of the concept by Meneghini et al. The evaluation of surgical outcomes was done using the Knee Society Score (KSS), and the habitus was assessed with the BMI index. Subjective evaluation of the surgical outcome was done using the 4-point satisfaction scale.

RESULTS

The first postoperative radiographs showed a RL line at 9 (0.8%) locations in 9 (13.0%) TKAs. The control radiographs made 1 year after the surgery showed a RL line at 42 (3.8%) locations in 29 (42.0%) TKAs. During the last check conducted 2 years after the surgery, a RL line was detected at 60 (5.4%) locations in 33 (47.8%) TKAs. Throughout the follow-up period, progression of the existing RL line occurred at 6 locations in 6 (8.7%) TKAs. On the very contrary, the RL line disappeared at 8 locations in 6 (8.7%) TKAs. An association was found between the RL line occurrence and postoperative limb axis (a higher risk was posed by the varus deformity). Moreover, the frequency of RL lines increased with the growing BMI value. No relation was found between the KSS and satisfaction with the surgery and the occurrence of RL lines.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The occurrence of RL lines corresponds roughly with the frequency stated in literature. Some lines show progression, other disappear. So far, we have been unable to distinguish the predictively significant RL lines from the insignificant ones. Important will undoubtedly also be the size of surface of RL lines and their cause. More frequent RL lines were observed in the postoperative varus deformity of TKA and with the growing BMI value. The RL lines under the anterior part of the femoral component showed a tendency to progress. In order to avoid them we recommend modifying the cementing technique. Clinically significant is the fact that the RL lines occurrence correlates neither with subjective nor with clinical outcomes of the surgery.

Key words: total knee arthroplasty; total knee replacement; radiolucent lines; progression; alignment; Knee Society Score; BMI.

Práce byla podpořena prostředky „RVO“: 61989592 (CZ61989592).

ÚVOD

Totální endoprotéza (TEP) kolenního kloubu je osvědčenou léčebnou metodou, která významným způsobem zvyšuje kvalitu života (22). Jako každá operace má však také určitá úskalí. Jedním z nich je aseptické uvolnění endoprotézy, neboli ztráta jejího připojení ke kosti, případně k cementu. Stále se diskutuje o vztahu radiolu-

centních (RL) linií k aseptickému uvolnění. Tyto mezery mezi cementem a kostním lůžkem se mohou objevit ihned po operaci nebo kdykoliv později (2). Od počátku byl zaznamenáván různě častý výskyt RL linií, které se mnohem častěji vyskytovaly pod tibiální než pod femorální komponentou.

Podle některých autorů znamená přítomnost RL linií počínající aseptické uvolnění (29). Avšak například Aebli et al. ve své práci píše, že jejich výskyt neznamená automaticky uvolnění implantátu (2). RL linie se v naznačeném kontextu rozděluje na časné „fyziologické“ RL linie se sklerotickým lemem bez progresu v čase a na patologické, které progredují a uvádějí aseptické nebo infekční selhání (4). Zejména zpočátku není výskyt RL linií provázen žádnými symptomy a jejich výskyt podle literatury nekoreluje s bolestí, BMI (body mass indexem) nebo pohlavím (16). Mezi možnými příčinami vzniku časných RL linií se uvádí nesprávná technika implantace TEP, nedokonalé kostní řezy, termický efekt cementu při polymerizaci s následnou kostní resorpcí nebo působení hydrostatického tlaku na rozhraní cementu a kosti, případně nadměrný mikropohyb na rozhraní mezi protézou a kostí s proliferací fibrózní tkáně (12). Vznik pozdních patologických RL linií způsobuje chronický zánět vznikající v důsledku odpovědi na otěrový materiál či bakterie (29).

Tato práce si klade za cíl posoudit, jak často jsou RL linie patrné na prvním pooperačním snímku v běžné klinické praxi a jak se chovají během následujících dvou let, a výsledky pak porovnat s dostupnými literárními zdroji. Dalším cílem je posoudit vztah RL linií k uložení komponent, habitu a výsledku operace.

MATERIÁL A METODIKA

V rámci standardního provozu ortopedického oddělení proběhl nábor pacientů do studie v době od září 2013 do února 2014 (počet primoinplantací TEP kolene byl na pracovišti prvního autora 296 v roce 2013 a 291 v roce 2014). Do souboru jsme zařadili pouze ty pacienty, kteří byli indikováni k TEP kolenního kloubu na ortopedické ambulanci pracoviště prvního autora a následně zde prošli i kontrolou. Naopak ze studie jsme primárně vyloučili pacienty, kteří byli k TEP odesláni z periferních ambulančí, a u nichž jsme tedy nemohli standardizovat provedení pooperačních rtg snímků a sběr dat. Všechny kloubní náhrady byly cementované femorotibiální, ani v jednom případě jsme neprovedli náhradu česky.

Výsledný soubor pacientů zahrnoval 62 jedinců s celkovým počtem 69 implantovaných TEP kolene. Z tohoto počtu bylo 28 mužů (45,2 %) a 34 žen (54,8 %) ve věku od 46 do 79 let. Z celkového počtu 69 TEP kolene byla v 24 případech (34,8 %) implantována endoprotéza typu Columbus (firmy B Braun), ve 43 případech (62,3 %) endoprotéza typu NexGen (firmy Zimmer) a ve 2 případech (2,9 %) byl implantován jiný typ endoprotézy. Všechny TEP zahrnovaly konstrukční řešení se zachováním zadního zkříženého vazů. K cementování byl použit Palacos® R+G. Technika cementování probíhala manuálním mícháním i manuální aplikací na komponenty. Potenciální vliv váhy na četnost RL linií jsme hodnotili prostřednictvím výpočtu BMI u každého pacienta. Bližší vstupní charakteristiku souboru shrnuje tabulka 1. Studie probíhala v rámci běžného provozu bez přidání klinických či rtg (rentgenových) vyšetření nad rámec běžné praxe.

Tab. 1. Vstupní charakteristika souboru sledovaných pacientů

Parametry	Hodnoty
Pohlaví (muži/ženy)	28/34 (45,2 %/54,8 %)
Věk	46–79 (Ø 66,9)
BMI	20,5–45,8 (Ø 32,1)
Artróza primární/pouřazová	68 (98,6 %) / 1 (1,4 %)
Celkem	62 pacientů (69 TEP)

Legenda: BMI – body mass index, Ø – průměr, TEP – totální endoprotéza.

Tab. 2. Výskyt a charakteristika RL linií v souboru pacientů během tří hodnocení rtg snímků

	Pooperační rtg	Rtg po 1 roce	Rtg po 2 letech
Nález RL linie	9 (0,8 %)	42 (3,8 %)	60 (5,4 %)
Šíře RL linie 1 mm	3 (0,3 %)	24 (2,2 %)	41 (3,7 %)
Šíře RL linie 2 mm	3 (0,3 %)	12 (1,1 %)	13 (1,2 %)
Šíře RL linie 3 mm	2 (0,2 %)	5 (0,5 %)	5 (0,5 %)
Šíře RL linie 4 mm	1 (0,1 %)	1 (0,1 %)	1 (0,1 %)
Sklerotický lem	0 (0 %)	12 (1,1 %)	12 (1,1 %)
Počet zón celkem	1 104	1 104	1 104

Legenda: rtg – rentgen, RL – radiolucenční.

Tab. 3. Tabulka ukazuje výskyt RL linií ve vztahu k úhlovému vychýlení komponenty do 5° a vyššímu než 5°, resp. k varozitě kolene

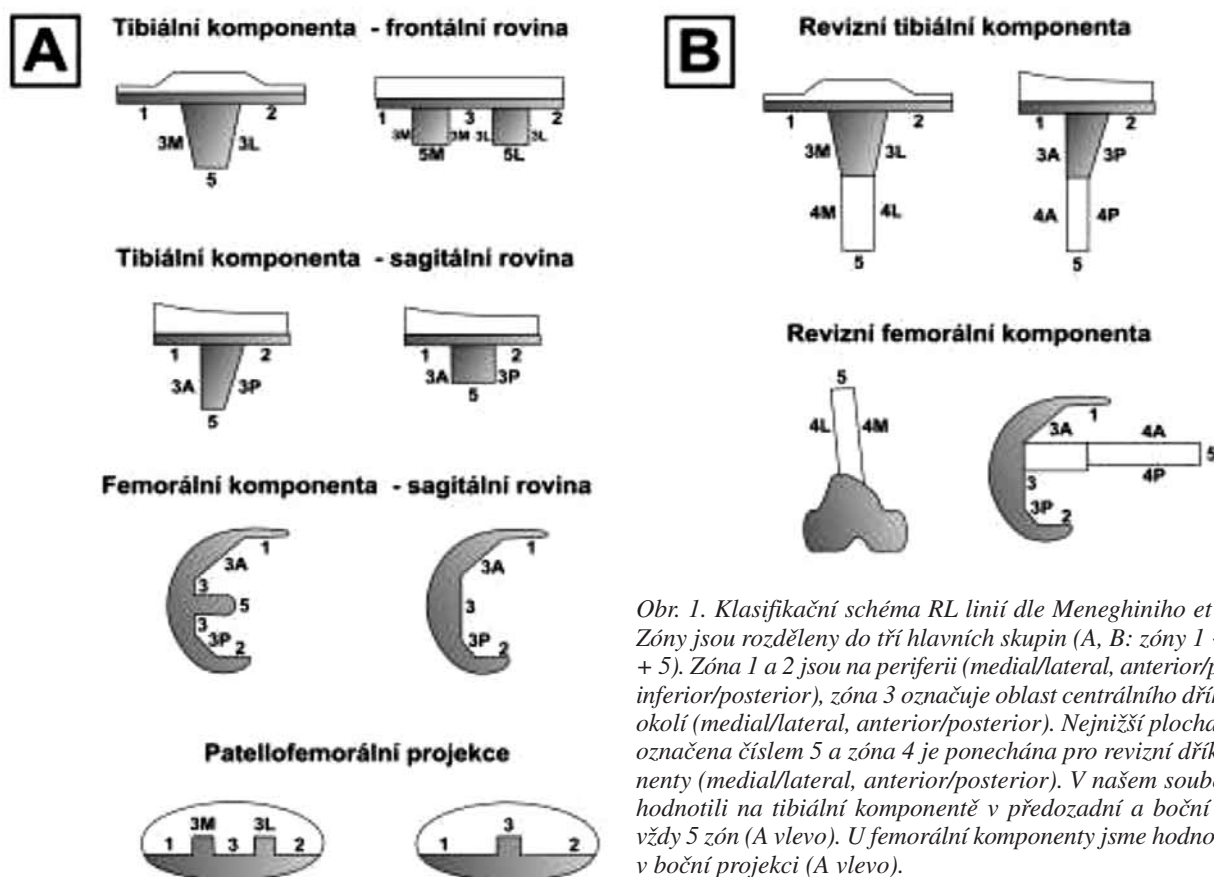
	Počet TEP	Četnost RL linií 0. rok	Četnost RL linií 1. rok	Četnost RL linií 2. rok
Valgozita 0–5°	45 (65,2 %)	8 (88,9 %)	27 (64,3 %)	37 (61,7 %)
Valgozita > 5°	12 (17,4 %)	1 (11,1 %)	9 (21,4 %)	8 (13,3 %)
Varozita (1–12°)	12 (17,4 %)	0 (0 %)	6 (14,3 %)	15 (25,0 %)
Flexe fem. komp. γ = 0–5°	53 (76,8 %)	6 (66,7 %)	30 (71,4 %)	37 (61,7 %)
Flexe fem. komp. γ > 5°	16 (23,2 %)	3 (33,3 %)	12 (28,6 %)	23 (38,3 %)
Sklon tib. komp. Φ = 0–5°	29 (42,0 %)	5 (55,6 %)	20 (47,6 %)	29 (48,3 %)
Φ > 5°	40 (58,0 %)	4 (44,4 %)	22 (52,4 %)	31 (51,7 %)
Celkem	69	9	42	60

Legenda: TEP – totální endoprotéza, RL – radiolucenční, fem. komp. – femorální komponenta, tib. komp. – tibiální komponenta.

Tab. 4. Počet pacientů v jednotlivých podskupinách rozdělených podle BMI s odpovídajícím výskytem RL linií

BMI	Počet TEP	Výskyt RL linií pooperačně	Výskyt RL linií 1. rok	Výskyt RL linií 2. rok
BMI ≤ 25	6 (8,7 %)	0 (0 %)	2 (4,8 %)	5 (8,3 %)
25 < BMI ≤ 30	16 (23,2 %)	3 (33,3 %)	15 (35,7 %)	15 (25,0 %)
30 < BMI ≤ 35	27 (39,1 %)	5 (55,6 %)	15 (35,7 %)	16 (26,7 %)
35 < BMI ≤ 40	15 (21,7 %)	1 (11,1 %)	7 (16,7 %)	21 (35,0 %)
BMI > 40	5 (7,2 %)	0 (0 %)	3 (7,1 %)	3 (5,0 %)
Celkem	69	9	42	60

Legenda: BMI – body mass index, TEP – totální endoprotéza, RL – radiolucenční.



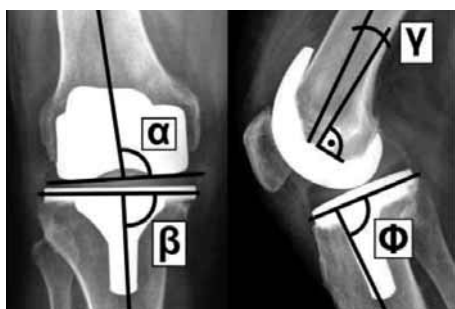
Obr. 1. Klasifikační schéma RL linií dle Meneghiniho et al. (28). Zóny jsou rozděleny do tří hlavních skupin (A, B: zóny 1 + 2; 3; 4 + 5). Zóna 1 a 2 jsou na periférii (medial/lateral, anterior/posterior, inferior/posterior), zóna 3 označuje oblast centrálního dřívku a jeho okolí (medial/lateral, anterior/posterior). Nejnižší plocha dřívku je označena číslem 5 a zóna 4 je ponechána pro revizní dřík komponenty (medial/lateral, anterior/posterior). V našem souboru jsme hodnotili na tibiální komponentě v předozadní a boční projekci vždy 5 zón (A vlevo). U femorální komponenty jsme hodnotili 6 zón v boční projekci (A vlevo).

Legenda: RL – radiolucenční, M – medial, L – lateral, A – anterior, P – posterior.



Obr. 2. Rtg snímky ze souboru pacientů ukazují RL linie u dvou různých pacientů v předozadní a boční projekci. Vlevo lze identifikovat projasnění mezi cementem a kostí v předozadní projekci v zóně 1 dle Meneghiniho. Vpravo v boční projekci lze identifikovat projasnění v zónách 1 a 2. Zároveň v detailu snímku vpravo je pod lemem projasnění přítomna i sklerotická vrstva kosti, což bývá typické u „fyzilogických“ RL linií.

Legenda: rtg – rentgenový, RL – radiolucenční.



Obr. 3. Ve frontální rovině je uložení femorální komponenty hodnoceno úhlem α , který svírá distální spojnice kondylů femuru s jeho anatomickou osou. Uložení tibiální komponenty se hodnotilo úhlem β , který svírá rovina procházející tibiálním plató s osou tibie. V sagitální rovině byl sklon femorální komponenty hodnocen úhlem γ mezi kolmicí k distální ploše femorální komponenty s anatomickou osou femuru. Sklon tibiální komponenty označoval úhel ϕ mezi rovinou procházející tibiálním plató a osou tibie. Vykreslení osy femuru a tibie na krátkém rtg snímku proběhlo prostřednictvím spojnice 2–3 středových bodů femuru nebo tibie.

Legenda: rtg – rentgenový.

Hodnocení radiolucenčních linií

První snímek TEP kolenního kloubu se na našem pracovišti standardně provádí mezi 2. až 4. pooperačním dnem po vytažení Redonova drénu. Při běžném snímkování dochází často k rotačním nepřesnostem v postavení kolena.

Z tohoto důvodu byli radiologičtí asistenti poučeni o nutnosti provedení přesné předozadní a boční projekce. Provedení rtg snímku v předozadní projekci probíhalo na extendovanémoleni s rtg paprskem směřujícím kolmo ke kloubní šterbině s nohou a přednožím ve směru tohoto

paprsku k odstranění případné rotace. Boční projekce byla provedena v rovině kolmé na předchozí, s rtg paprskem směřujícím kolmo ke kloubní štěrbině.

Do domácí nebo lůžkové rehabilitační péče pacienty propouštíme při dobrém klinickém stavu mezi 7. až 12. pooperačním dnem. Další rtg kontroly probíhají již ambulantně. První ambulantní kontrolní rtg vyšetření provádíme po ukončení 3. měsíce od operace, dále nepravidelně v 6. až 9. měsíci a následně s odstupem jednoho roku od operace. Další rtg kontroly probíhají dle zvyklostí jednotlivých operátorů jednou za 1 až 2 roky. V naší studii jsme porovnávali první pooperační snímky provedené za hospitalizace se snímkem provedeným za jeden a dva roky od operace.

Sledované rtg snímky TEP kolenního kloubu obsahovaly vždy předozadní a boční projekci. Pro posouzení lokalizace RL linií jsme zvolili radiologické schéma dle Meneghiniho (obr. 1), (28). Na rozhraní kostního cementu a kostěného lůžka komponenty jsme hledali jemné linie projasnění, které svědčí o neúplném kontaktu mezi kostí a TEP v daném místě (obr. 2).

Celkově jsme u každého pacienta sledovali 16 možných lokalizací výskytu RL linií, z toho bylo 10 lokalizací kolem tibiální komponenty v předozadní a boční projekci a 6 kolem femorální komponenty v boční projekci. Při celkovém počtu 69 TEP kolena jsme tedy posuzovali při každé kontrole celkem 1 104 zón.

Hodnocení uložení komponent

Uložení komponent jsme hodnotili dle postupu popsaného Meneghinim a spol. (28). Toto rentgenologické schéma využívá k hodnocení prostý předozadní a boční snímek kolene (obr. 3). Uložení femorální a tibiální komponenty ve vztahu k ose femuru a tibie bylo vyjádřeno úhlem α , β , γ a Φ . Součet úhlů frontální roviny ve vztahu k vertikále ($\alpha + \beta - 180$) vypovídá o valgozitě (+) nebo o varozitě (-) kolene. Pro srovnání jsme hodnotili odchylky do 5° a nad 5° . Hranici 5° jsme vybrali proto, že tuto odchylku je již možné spolehlivě registrovat pouhým okem.

Hodnocení KSS a spokojenosti

Operační výsledky jsme hodnotili po 2 letech sledování pomocí validovaného Knee Society Score (KSS), které popisuje několik domén (18). Podle počtu získaných bodů se pak výsledek pohybuje v kategoriích výborný (100–80), dobrý (79–70), ucházející (69–60), špatný (< 60).

V posledních letech se zdůrazňuje hodnocení operace pacientem, proto jsme při poslední kontrole pacienty vyzvali, aby se pokusili zařadit „výsledek operace kolena“ do stupnice: 1 = spokojen/a; 2 = spíše spokojen/a; 3 = spíše nespokojen/a; 4 = nespokojen/a.

V neposlední řadě posuzoval výsledek operace operátor ve stupnici: 1 = výborný; 2 = dobrý; 3 = uspokojivý; 4 = špatný.

Statistická analýza

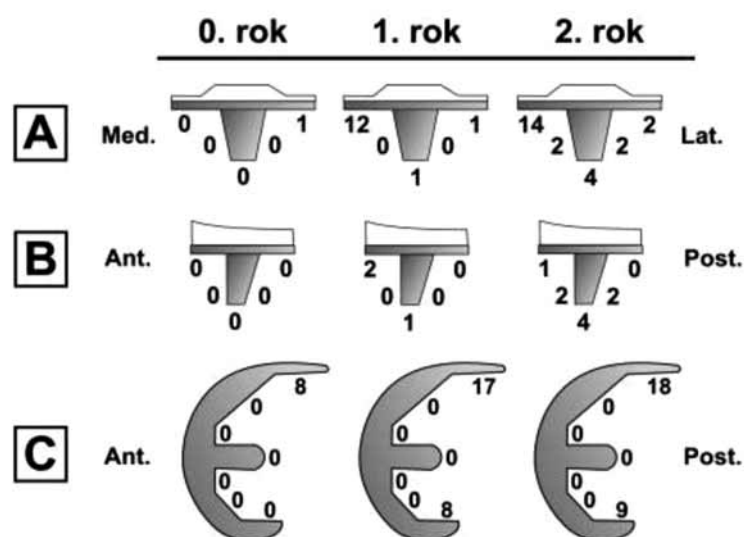
Ke statistické analýze dat byl použit software IBM SPSS Statistics verze 22. Závislost mezi počtem linií a sledovanými kvantitativními parametry byla posouzena pomocí Spearmanovy korelační analýzy. Závislost mezi výskytem linií a spokojeností pacienta, resp. spokojeností operátora byla analyzována pomocí Fisherova přesného testu. Závislost mezi výskytem linií a kvantitativními parametry byla posouzena pomocí Mannova-Whitneyova U testu. Normalita dat byla ověřována Shapirovým-Wilkovým testem. Všechny testy byly počítány na hladině signifikance 0,05.

VÝSLEDKY

Výskyt radiolucenčních linií

Na prvních pooperačních rtg snímcích jsme našli RL linií v 9 zónách (0,8 %) u 9 TEP kolene (13,0 %). Na kontrolních rtg snímcích po 1 roce se RL linie objevila ve 42 lokalizacích (3,8 %) u 29 TEP kolene (42,0 %). Při poslední kontrole po 2 letech od operace jsme RL linií našli v 60 lokalizacích (5,4 %) u 33 TEP kolene (47,8 %). Blíže výsledky představuje obrázek 4.

Progresi RL linie, tedy rozšíření již existující RL linie o minimálně 1 mm v době mezi prvními pooperačními snímky a kontrolními snímky po jednom roce sledování, jsme zjistili ve 3 zónách u 3 TEP kolene (4,3 %). Progresi RL linie mezi kontrolami po 1. a 2. roce sledování jsme identifikovali ve 4 lokalizacích u 4 TEP kolene (5,8 %). Během celé délky sledování došlo k progresi již existující RL linie v 6 lokalizacích u 6 TEP kolene (8,7 %).



Obr. 4. Vývoj lokalizací RL linií v čase na prvním pooperačním snímku (0. rok) a na kontrolním snímku po 1. roce a po 2 letech sledování. Uváděn je absolutní počet nálezů RL linie v lokalizaci dle Meneghiniho na tibiální komponentě v předozadní (A), boční projekci (B) a na femorální komponentě v boční projekci (C).

Legenda: RL – radiolucenční, Lat. – laterální, Post. – posteriorní.



Obr. 5. Nedostatečné podcementování pod štítem femorální komponenty se projeví projasněním na pooperačním rtg snímku na rozhraní komponenty a kosti (A – červený rámeček). V některých případech došlo v této oblasti k progresi RL linií na následujících rtg snímcích po 1. roce (B – červený rámeček) a po 2. roce sledování (C – červený rámeček).

Legenda: rtg – rentgenový, RL – radiolucenční.

Tab. 5. Porovnání KSS s výskytem RL linií pooperačně a s odstupem 1 roku a 2 let

KSS	Počet TEP	Četnost RL linií 0. rok	Četnost RL linií 1. rok	Četnost RL linií 2. rok
100–80	66 (95,7 %)	9 (100 %)	41 (97,6 %)	59 (98,3 %)
79–70	1 (1,4 %)	0	0	0
69–60	2 (2,9 %)	0	1 (2,4 %)	1 (1,7 %)
< 60	0	0	0	0
Celkem	69	9	42	60

Legenda: KSS – Knee Society Score, TEP – totální endoprotéza, RL – radiolucenční.

Tab. 6. Porovnání spokojenosti pacienta a výskytu RL linií pooperačně a s odstupem 1 roku a 2 let

Spokojenost pacienta	Počet TEP	Četnost RL linií 0. rok	Četnost RL linií 1. rok	Četnost RL linií 2. rok
1	52 (75,4 %)	5 (55,6 %)	30 (71,4 %)	47 (78,3 %)
2	13 (18,8 %)	2 (22,2 %)	8 (19,0 %)	9 (15,0 %)
3	4 (5,8 %)	2 (22,2 %)	4 (9,5 %)	4 (6,7 %)
4	0	0	0	0
Celkem	69	9	42	60

Legenda: TEP – totální endoprotéza, RL – radiolucenční.

Tab. 7. Porovnání výskytu RL linií s hodnocením výsledku operace operátorem

Hodnocení operátora	Počet TEP	Četnost RL linií 0. rok	Četnost RL linií 1. rok	Četnost RL linií 2. rok
1	56 (81,2 %)	5 (55,6 %)	28 (66,7 %)	47 (78,3 %)
2	11 (15,9 %)	4 (44,4 %)	11 (26,2 %)	12 (20,0 %)
3	2 (2,9 %)	0	3 (7,1 %)	1 (1,7 %)
4	0	0	0	0
Celkem	69	9	42	60

Legenda: TEP – totální endoprotéza, RL – radiolucenční.

Naopak k vymizení RL linie (tzn. RL linie byla patrná při předchozím vyšetření, ale už ne při následující kontrole nebo následujících kontrolách) došlo v 8 lokalizacích u 6 TEP kolene (8,7 %). Současně jsme zaznamenali i zmenšení šíře již existující RL linie alespoň o 1 mm ve 2 lokalizacích u 2 TEP kolene (2,9 %). Souhrnné informace uvádíme v tabulce 2.

Progrese RL linie na štítu femorální komponenty

U všech 8 TEP kolene (11,6 %), u nichž se na pooperačním rtg snímku vyskytla RL linie na štítu femorální komponenty, byla vidět různě široká mezera nedostatečného podcementování. U 4 TEP kolene (5,8 %) došlo na kontrolních rtg snímcích v průběhu doby sledování k progresi šíře této linie o 1 až 2 mm (obr. 5). Ani v jednom případě RL linie v této lokalizaci nevymizela, na rozdíl od RL linií kolem tibiální komponenty.

Sklerotický lem

Z celkového nálezu RL linie ve 111 lokalizacích byl sklerotický lem přítomen ve 24 lokalizacích (21,6 %) u 13 TEP kolene (18,8 %) v průběhu celé doby sledování. U 12 RL linií se sklerotickým lemem byl u 5 (41,7 %) nález stacionární, u 4 (33,3 %) došlo k jejich regresi v rozsahu minimálně 1 mm anebo úplnému vymizení a u 3 (25,0 %) došlo k progresi jejich šíře o minimálně 1 mm. Souhrnně můžeme konstatovat, že v průběhu 2 let sledování byly RL linie se sklerotickým lemem stacionární v 75 % případů, resp. progredovaly u 25 % hodnocených kolene.

Porovnání uložení komponent s výskytem RL linie

Naměřený úhel α se pohyboval v rozmezí od 90° do 100° (průměr 94,9°). Úhel β varioval mezi 78,8° a 92° (průměr 87,4°). Hodnoty úhlu γ se nacházely v rozmezí od 0° do 9,3° (průměr 3,7°). Úhel Φ jsme naměřili v hodnotách od 77° do 93° (průměr 83,9°). Dle naměřených úhlů α a β se kolenní kloub nacházel v rozmezí od 10° valgozity po 12° varozitu, průměrně se jednalo o 2,3° valgozitu. Blíže jsou data uvedena v tabulce 3.

Uložení komponent s odchylkou do 5° od ideální polohy nevykazovalo výraznější změny v rozložení RL linií. Stejně tak v případě uložení komponent s odchylkou větší než 5° jsme nepozorovali ve většině případů výraznější změny. Naopak procentově největší nárůst výskytu RL linií v průběhu doby sledování jsme zaznamenali u varozity kolene. Statistická analýza neprokázala významnou souvislost mezi vzrůstající odchylkou uložení komponent, vyjádřenou úhly α , β , γ a Φ , a vzrůstající četností RL linií.

Porovnání BMI s výskytem RL linie

Skupinu pacientů jsme rozdělili podle BMI do několika podskupin. V rámci nich jsme sledovali výskyt RL linií v čase. Ve 2. roce sledování bylo procentuální zastoupení RL linie u BMI do 25 v 8,3 %, u BMI od 25 do 30 v 25 %, u BMI od 30 do 35 v 26,7 %, u BMI od 35 do 40 v 35 % a u BMI nad 40 u 5 %. Jak ukazuje tabulka 4, lze pozorovat trend k vyšší četnosti RL linií s narůstající hodnotou BMI, a to v rozmezí od 20,5 do 40. Nicméně statistická analýza souvislost mezi narůstající hodnotou BMI a vzrůstající četností výskytu RL linií neprokázala.

Porovnání KSS a spokojenosti s výskytem RL linií

Výsledky TEP kolena se po 2 letech sledování pohybovaly podle KSS v rozmezí od 67 do 100 (průměr 93,6). Na naší čtyřstupňové škále udávali pacienti spokojenost v rozmezí od 1 do 3 (průměr 1,22) a velmi podobně hodnotil výsledek operace operátor (v rozmezí od 1 do 3; průměr 1,3). Zajímavou distribuci RL linií jsme zjistili v závislosti na pooperačním KSS, kdy byla většina RL linií zjištěna v klinicky nejlépe hodnocené skupině pacientů, konkrétně se 100 % RL linií vyskytlo v 0. roce u pacientů se skóre 100 až 80 bodů. Ve stejné skupině bylo následně 97,6 % (1. rok) a 98,3 % (2. rok) RL linií. Vcelku podobně probíhala distribuce RL linií v závislosti na hodnocení výsledku operace pacientem, resp. operátorem. Blíže jsou výsledky uvedeny v tabulkách 5 až 7. Nezjistili jsme, že by existovala souvislost mezi výskytem RL linie v časném pooperačním období a horším klinickým výsledkem operace.

DISKUSE

V naší studii jsme zjistili obdobný výskyt časných RL linií, jaký se uvádí v literatuře. Při sledování jejich „chování“ během prvních 2 let od operace se ukázalo, že některé mohou již v tomto období vymizet či se významně zmenšit; nejsou tedy stacionární. Sklerotický lem u RL linií se jeví spíše jako signál svědčící pro „benigní“ typ RL linie. U jiných linií jsme naopak pozorovali progresi, která by mohla souviset s uložením komponent a vyšší hodnotou BMI. S četností výskytu RL linií klinický výsledek operace nesouvisel.

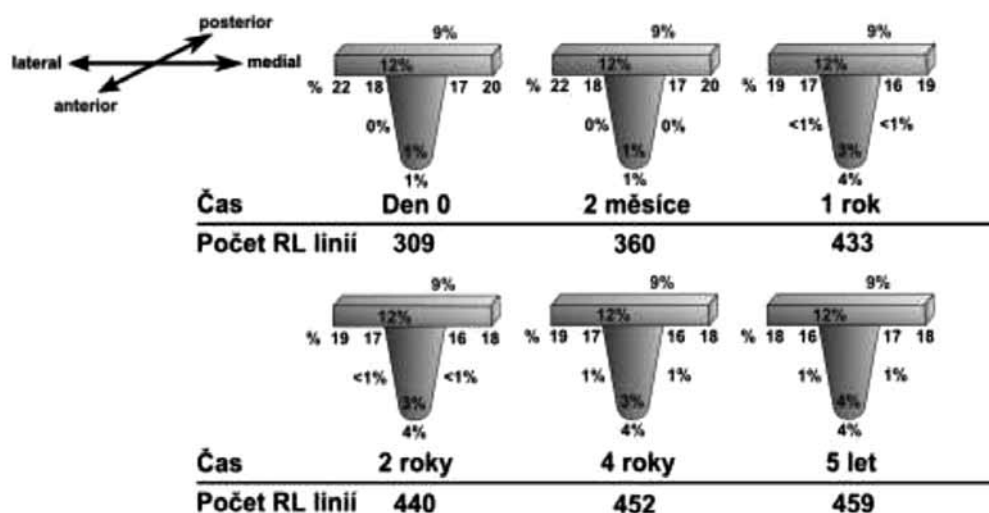
První studie, které hodnotily výskyt RL linií po kloubních náhradách kyčle a kolene, vznikaly již v 80. letech minulého století (29). Ahlberg et al. už

v té době uváděli, že výskyt RL linií lze pozorovat od prvního měsíce po operaci se zvyšující se frekvencí a rozsahem v následujícím půlroce (4). Jedná se o rentgenové změny na rozhraní cementu a kosti, které se projevují více či méně jemným lemem projasnění. Jejich výskyt a progresi nekorelovaly s pooperačními klinickými symptomy. Tento fakt podpořily i studie se scintigrafickým vyšetřením bez průkazu vztahu mezi zvýšeným vychytáváním radionuklidu a rtg průkazem RL linií u symptomatických TEP kolena (9).

RL linie patrně již na prvních pooperačních snímcích souvisejí nepochybně s operační technikou. Na jedné straně spektra příčin jsou chyby při cementování, na straně druhé stojí nekróza kosti způsobená například termickým efektem cementu či působením pilového listu. V prvním případě RL linie pravděpodobně přetrvává, ve druhém může dojít k regeneraci kosti po resorpci nekrózy. Z tohoto pohledu by mohlo být řešením použití jiné techniky cementování, například se současnou aplikací cementu na komponentu a kostní lůžko. Některé studie zabývající se vyhodnocováním cementovací techniky to potvrzují. Labutti et al. dokládají na 19 zmražených preparátech odebraných *post mortem* nedostatečné podcementování nebo úplnou absenci cementu u několika vzorků v zóně 1 a 2 dle Meneghiniho na femorální komponentě (24).

Frekvence výskytu RL linií

Primárním cílem studie bylo podat přehled o výskytu časných RL linií kolem TEP kolenního kloubu. Dostupné literární zdroje udávají velmi široké rozmezí jejich výskytu v různých dlouhých obdobích od implantace endoprotézy od 4,4 % po 100,0 % (tab. 8). Z toho lze odvodit, že žádné pracoviště nedosáhne u všech svých operací výsledku rozhraní zcela bez RL linií a že v tomto parametru existuje značná variabilita. Uváděnou variabilitu výskytu RL linií ovlivňují nepochybně metodologické chyby (5). V naší studii byly rtg projekce standardizovány



Obr. 6. Rozložení výskytu RL linií kolem tibiální komponenty během 5 let sledování ve studii Aebliho et al. (2). Legenda: RL – radiolucenční.

Tab. 8. Porovnání výskytu RL linií dle dostupných literárních zdrojů

Vstupní soubor (počet TEP kolene)	Hodnocený soubor	Četnost RL linií	Průměrná délka sledování (roky)	Zdroj
80	80	96,3 %	1	Tibrewal et al. (30)
214	214	4,7 %	1	Katipalli et al. (20)
43	40	47,5 %	1	Cheng et al. (17)
28	18	100,0 %	2,6	Freeman et al. (13)
346	301	20,0 %	4	Baldwin et al. (7)
57	57	81 %	4,5	Farron et al. (11)
65	65	17 %	5	Aglietti et al. (3)
45	45	4,4 %	5,4	Kim et al. (21)
200	169	16,6 %	6,5	Vavřík et al. (31)
134	91	100,0 %	7,5	Aebli et al. (2)
95	94	12,8 %	8,6	Meding et al. (27)
108	–	59 %	9	Buehler et al. (8)
36	36	27,8 %	15	Ito et al. (19)
69	69	47,8 %	2	Studie autorů

Legenda: TEP – totální endoprotéza, RL – radiolucenční.

Seřazení jsme provedli dle průměrné délky sledování; hodnocený soubor udává počet TEP kolena po odečtení zemřelých pacientů, pacientů ztracených ze souboru apod.; v případě nedostupnosti full textu byla vyhodnocena data z abstraktu.

a RL linie posuzoval první autor. Z přehledu literatury mimo jiné vyplývá, že studie uvádějící výsledky konkrétní endoprotézy mají tendenci publikovat nižší četnost RL linií, jako by byl vznik RL linie ovlivněn typem implantátu (3, 7, 8, 11, 13, 17, 19–21, 27, 30, 31) (tab. 8).

Prediktivní hodnota RL linií zatím není dořešena. Všichni máme tendenci pohlížet na ně jako na patologii fixačního rozhraní. Zatím však není dostatek prací, které by jednoznačně posoudily jejich chování v dlouhodobějším časovém intervalu. Aebli et al. (2) uvádějí výsledky sledování 91 TEP kolena v průběhu 7,5 let od operace. Převážná většina RL linií (97 %) se objevila kolem tibiální komponenty a z tohoto počtu se 91 % nacházelo v zónách 1 a 2 podle Meneghiniho. Podle stejných autorů bylo 67 % všech tibiálních RL linií zaznamenáno hned na prvním pooperačním rtg snímku a 95 % ze všech tibiálních RL linií pak viděli na rtg snímcích v průběhu prvního roku od operace. Co se týče „přežívání“ RL linie, bylo 88 % evidentních po celou dobu sledování. Podobně jako v naší studii pozorovali Aebli et al. vznik nových RL linií (obr. 6) během prvního roku od operace (v naší studii byl nárůst během prvního roku z 0,8 % na 3,8 % pozitivních nálezů v rámci sledovaných lokalit).

Vztah mezi orientací komponent, BMI, KSS skóre, subjektivním hodnocením výsledku a četností RL linií

V naší studii jsme v souladu s literaturou neprokázali vztah mezi výskytem RL linií a spokojeností pacientů s výsledkem operace. Obdobná byla situace u KSS i hodnocení operatérů. Naopak u malpozice komponent jsme

pozorovali tendenci k vyššímu výskytu RL linií. Jde o hodnocení časného výsledku operace, kdy se možná patologie rozhraní „nestihne“ klinicky projevit. Navíc je spokojenost pacientů s výsledkem operace vícerozměrovým parametrem (25), přestože recentní studie udávají signifikantně vyšší spokojenost u pacientů s optimálně uloženými komponentami TEP (15). Negativní vliv obezity na TEP kolenního kloubu je velmi dobře dokumentován, a to jak v souvislosti se zvýšením morbidit a mortality perioperační (32), tak ve vztahu ke snížení celkové doby přežívání endoprotézy (1). Váha těla se přenáší přes endoprotézu na rozhraní cementu a kosti, kde může vznikat napětí indukující vznik RL linií, které posléze mohou progredovat do stadia aseptického uvolnění (14).

Posuzování zón fixačního rozhraní

V roce 1989 byl představen radiografický skórovací systém pro TEP kolenního kloubu (10). Ten umožňoval porovnání výsledků a jejich sledování v čase mezi jednotlivými pracovišti.

I přes velké rozšíření výše jmenované klasifikace se objevily studie, které poukazyvaly na její nízkou shodu při srovnání jednotlivých výsledků mezi různými hodnotícími lékaři (5). Bach et al. také uvádějí, že možnou příčinou je přílišná složitost systému, a proto navrhli vlastní zjednodušenou klasifikaci (6). Nicméně tato klasifikace, stejně jako některé další, se v praxi příliš nerozšířila.

V květnu 2015 byla představena nová metodika pro hodnocení RL linií (28), která vychází z původního Ewaldova systému z roku 1989. Cíle implementace byly jasné: zlepšit přesnost a reprodukovatelnost hodnocení. Zároveň už nový postup zohledňuje různé konstrukční varianty včetně revizních implantátů. Proto jsme ji využili také v naší studii.

Jaká je povaha časných RL linií?

Z novějších prací se histologií RL linií zabývali Kwong et al. (23), kteří na souboru 13 kadaverů s 14 TEP kyčelního kloubu s RL linií provedli odběr vzorků z rozhraní cementu a kosti. V této oblasti pozorovali ve většině případů okrsky osteoporózy bez přítomnosti fibrózní tkáně a v menší části vzorků okrsky osteolýzy a přítomnost tenké vazivové membrány. V naší studii jsme neměli k dispozici tkáň z rozhraní cement-kost u stabilního implantátu v časném pooperačním období.

Limitace studie

Přesné hodnocení RL linií je v klinické praxi často obtížné z důvodu nedodržení přesných projekcí provedených horizontálně a kolmo ke šterbině TEP kolene. Lundberg-Jensen et al. dokonce uvádějí, že běžné rtg snímky se pro přesné hodnocení RL linií nehodí. Odůvodňují to měření na modelu proximální tibie, kde odchylka pouhý 1 stupeň od ideální pozice rtg paprsku vede ke skrytí 0,5 mm tloušťky RL linie (26). Přitom změna i několikánásobné hodnoty 1 úhlového stupně není pouhým okem rozeznatelná. Toto může být jednou z příčin snížení tloušťky nebo vymizení RL linie v čase, které jsme pozorovali v naší studii. Dalším omezením je relativně malý soubor sledovaných případů a krátká doba sledování.

ZÁVĚR

Časné RL linie tvoří heterogenní skupinu radiologických nálezů po implantaci TEP kolena. V našem souboru pacientů jsme pozorovali v průběhu prvních 2 let od implantace mírně vzrůstající četnost RL linií. Většina RL linií se nacházela pod tibiální komponentou. Potvrdili jsme, že RL linie mají rozdílnou prognózu. K progresi RL linií došlo u 6 TEP kolene (8,7 %), pozorovali jsme však také jejich vymizení. RL linie zřejmě již na prvních pooperačních snímcích souvisejí nepochybně s operační technikou. Rizikovým faktorem při aplikaci femorální komponenty může být setření vrstvy cementu o hranu kosti, což zapříčiní vznik nedostatečného podcementování na jejím štítu. Z tohoto pohledu by ke snížení výskytu RL linií měla přispět moderní operační technika. Velmi důležité je, že časné RL linie jsou – podobně jako periprotetická osteolýza – asymptomatické. Vyšší četnost RL linií jsme zaznamenali u varózního uložení TEP kolena a u pacientů s vyšší hodnotou BMI.

Poděkování: Autoři děkují Dr. Janě Zapletalové, Ph.D., z Ústavu lékařské biofyziky LF UP v Olomouci za statistické zpracování dat.

Literatura

- Abdel MP, Bonadurer GF, 3rd, Jennings MT, Hanssen AD. Increased aseptic tibial failures in patients with a BMI ≥ 35 and well-aligned total knee arthroplasties. *J Arthroplasty*. 2015;30:2181–2184.
- Aebli N, Krebs J, Schwenke D, Hii T, Wehrli U. Progression of radiolucent lines in cementless twin-bearing low-contact-stress knee prostheses: a retrospective study. *J Arthroplasty*. 2004;19:783–789.
- Aglietti P, Buzzi R, Segoni F, Zaccherotti G. Insall-Burstein posterior-stabilized knee prosthesis in rheumatoid arthritis. *J Arthroplasty*. 1995;10:217–225.
- Ahlberg A, Linden B. The radiolucent zone in arthroplasty of the knee. *Acta Orthop Scand*. 1977;48:687–690.
- Bach CM, Biedermann R, Goebel G, Mayer E, Rachbauer F. Reproducible assessment of radiolucent lines in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2005;434:183–188.
- Bach CM, Steingruber IE, Peer S, Nogler M, Wimmer C, Ogon M. Radiographic assessment in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2001;385:144–150.
- Baldwin JL, Rubinstein RA, Jr. The effect of bone quality on the outcome of ingrowth total knee arthroplasty. *Am J Knee Surg*. 1996;9:45–49.
- Buehler KO, Venn-Watson E, D'Lima DD, Colwell CW, Jr. The press-fit condylar total knee system: 8- to 10-year results with a posterior cruciate-retaining design. *J Arthroplasty*. 2000;15:698–701.
- Duus BR, Boeckstyns M, Kjaer L, Stadeager C. Radionuclide scanning after total knee replacement: correlation with pain and radiolucent lines. A prospective study. *Invest Radiol*. 1987;22:891–894.
- Ewald FC. The Knee Society total knee arthroplasty roentgenographic evaluation and scoring system. *Clin Orthop Relat Res*. 1989;248:9–12.
- Farron A, Rakotomanana RL, Zambelli PY, Leyvraz PF. Total knee prosthesis. Clinical and numerical study of micromovements of the tibial implant. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 1995;80:28–35.
- Fehring TK, Odum S, Griffin WL, Mason JB, Nadaud M. Early failures in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2001;392:315–318.
- Freeman MA, Bradley GW, Revell PA. Observations upon the interface between bone and polymethylmethacrylate cement. *J Bone Joint Surg Br*. 1982;64:489–493.
- Gallo J, Goodman SB, Konttinen YT, Wimmer MA, Holinka M. Osteolysis around total knee arthroplasty: a review of pathogenetic mechanisms. *Acta Biomater*. 2013;9:8046–8058.
- Giurea A, Fraberger G, Kolbitsch P, Lass R, Schneider E, Kubista B, Windhager R. The impact of personality traits on the outcome of total knee arthroplasty. *BioMed Res Int*. 2016;2016:5282160.
- Gulati A, Chau R, Pandit HG, Gray H, Price AJ, Dodd CA, Murray DW. The incidence of physiological radiolucency following Oxford unicompartmental knee replacement and its relationship to outcome. *J Bone Joint Surg Br*. 2009;91:896–902.
- Cheng CL, Gross AE. Loosening of the porous coating in total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br*. 1988;70:377–381.
- Insall JN, Dorr LD, Scott RD, Scott WN. Rationale of the Knee Society clinical rating system. *Clin Orthop Relat Res*. 1989;248:13–14.
- Ito J, Koshino T, Okamoto R, Saito T. 15-year follow-up study of total knee arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis. *J Arthroplasty*. 2003;18:984–992.
- Katipalli G, Deakin AH, Greaves J, Reynolds T, Picard F. One-year followup of 214 total knee arthroplasties with navigated columbus implants. *Orthopedics*. 2008;10:(Suppl 1).
- Kim JY, Cheon SH, Kyung HS. Mid-term results of total knee arthroplasty using PFC Sigma RP-F. *Knee Surg Relat Res*. 2012;24:221–226.
- Krivanek S, Hrubina M, Chmurny M, Rovnak M, Melisik M, Necas L. [Bilateral total knee arthroplasty. short-term results]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2016;83:405–410.
- Kwong LM, Jasty M, Mulroy RD, Maloney WJ, Bragdon C, Harris WH. The histology of the radiolucent line. *J Bone Joint Surg Br*. 1992;74:67–73.
- Labutti RS, Bayers-Thering M, Krackow KA. Enhancing femoral cement fixation in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2003;18:979–983.
- Lostak J, Gallo J, Zapletalova J. [Patient satisfaction after total knee arthroplasty. analysis of pre-operative and peri-operative parameters influencing results in 826 patients]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2016;83:94–101.
- Lundberg-Jensen A, Kourakis AH, Rossen B, Kofoed H. Radiolucency adjacent to the tibial component in total knee arthroplasty. *Orthopedics*. 2002;25:49–51.
- Meding JB, Keating EM, Ritter MA, Faris PM. Total knee arthroplasty after high tibial osteotomy. *Clin Orthop Relat Res*. 2000;375:175–184.
- Meneghini RM, Mont MA, Backstein DB, Bourne RB, Dennis DA, Scuderi GR. Development of a modern knee society radiographic evaluation system and methodology for total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2015;30:2311–2314.
- Reckling FW, Asher MA, Dillon WL. A longitudinal study of the radiolucent line at the bone-cement interface following total joint-replacement procedures. *J Bone Joint Surg Am*. 1977;59:355–358.
- Tibrewal SB, Grant KA, Goodfellow JW. The radiolucent line beneath the tibial components of the Oxford meniscal knee. *J Bone Joint Surg Br*. 1984;66:523–528.
- Vavrik P, Landor I, Tomaides J, Popelka S. [Medin modular implant for total knee arthroplasty--mid-term results]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2009;76:30–34.
- Ward DT, Metz LN, Horst PK, Kim HT, Kuo AC. Complications of morbid obesity in total joint arthroplasty: risk stratification based on BMI. *J Arthroplasty*. 2015;30:42–46.

Korespondující autor:

prof. MUDr. Jiří Gallo, Ph.D.
Ortopedická klinika LF UP a FN Olomouc
I. P. Pavlova 6, 775 15 Olomouc
E-mail: jiri.gallo@fnol.cz