

Liečba osteoid osteómu u detí a adolescentov prostredníctvom rádiofrekvenčnej ablácie

Paulína Kubičková, Jana Bevilaqua, Matúš Halas, Pavol Rendek, Milan Kokavec

Ortopedická klinika Lekárskej fakulty Univerzity Komenského a Národného ústavu detských chorôb v Bratislave

Osteoid osteóm je tretí najčastejší benígny nádor kostí u detí a adolescentov. Predstavuje 11 % všetkých benígnych diagnostikovaných kostných nádorov a približne 5 % všetkých nádorov kostí. Najviac sa vyskytuje u detí a dospelých vo veku 5 až 25 rokov, pričom prevažne postihuje chlapcov. Typickým klinickým príznakom je nočná bolesť, ktorá ustupuje po podaní aspirínu alebo iných nesteroidných antiflogistík. V minulosti bola jedinou operačnou terapiou, popri konzervatívnej liečbe, en bloc resekcia nádoru. S pokrokom vedy a technických možností je k dispozícii perkutánna CT-navigovaná rádiofrekvenčná ablácia. Rádiofrekvenčná ablácia predstavuje miniinvazívnu možnosť liečby osteoid osteómu, ktorá je dnes zlatým štandardom.

Kľúčové slová: dieťa, kyselina acetylsalicylová, nidus, nočná bolesť, osteoid osteóm, rádiofrekvenčná ablácia.

Treatment of osteoid osteoma in children and adolescents by radiofrequency ablation

Osteoid osteoma is the third most common benign bone tumor in children and adolescents. It accounts for around 11 % of benign bone tumours and 5 % of all bone tumours. It occurs typically in children and adolescents between age of 5 and 25 years, with a predominance in boys. A typical clinical symptom is nocturnal pain, which resolves after administration of aspirin or other non-steroidal anti-inflammatory drugs. In the past, except of conservative treatment, only surgical therapy available for treatment, was en bloc resection of the tumour. With science and technological progress, there is percutaneous CT-guided radiofrequency ablation. Radiofrequency ablation is a mini-invasive treatment option for osteoid osteoma, and it is the gold standard nowadays.

Key words: child, acetylsalicylic acid, nidus, nocturnal pain, osteoid osteoma, radiofrequency ablation.

Osteoid osteóm

Osteoid osteóm je benígny ohraničený nádor, ktorý je dobre vaskularizovaný. Jeho priemer je menší ako 2 cm, zvyčajne je to však do 1 cm (1). Centrálne sa nachádza tzv. nidus, ktorý je obkolesený sklerotickou kosťou (2).

Tento nádor predstavuje 11 % všetkých benígnych diagnostikovaných kostných nádorov a približne 5 % všetkých nádorov kostného tkaniva. Vyskytuje sa najčastejšie u detí a adolescentov vo veku 5 – 25 rokov, pomer chlapcov a dievčat je 2 : 1 (2).

Osteoid osteóm je klasifikovaný ako kortikálny, spongiózny alebo subperiosteálny. Kortikálne lézie sú najčastejšie (3). Dolná končatina býva postihnutá vo väčšom percente ako horná končatina. Osteoid osteóm je prevažne lokalizovaný v dlhých kostiach (viac ako 50 % prípadov), hlavne

vo femure a túbii (metadiáfýza, diafýza), s predilekciou v proximálnych častiach stehennej kosti (krčok, veľký trochanter) a distálnych častiach femuru, túbie (1, 3, 4). Z krátkych kostí dolnej končatiny je zväčša miestom výskytu collum tali (2). V 10 – 15 % býva osteoid osteóm lokalizovaný v chrbtici, najmä v posteriorných elementoch (1). Na hornej končatine postihuje zvyčajne články prstov (3). Ojedinele, v 1 – 3 %, sa vyskytuje na panve, zvyčajne v acetabule (5).

Charakteristickým klinickým príznakom je nočná bolesť, ktorá dobre reaguje na podanie aspirínu alebo iných nesteroidných antiflogistík (NSAIDs) (6). Podanie aspirínu sa využíva aj ako diagnostický nástroj v diferenciálnej diagnostike (tzv. acetylsalicylový test). Presná etiopatogenéza bolesti osteoid osteómu nie je známa. Predpokladá sa, že bolesť je spôsobená uvoľňovaním prostaglandínov E₂ a prostacyklínu z nidu,

MUDr. Paulína Kubičková

Ortopedická klinika Lekárskej fakulty Univerzity Komenského a Národného ústavu detských chorôb v Bratislave

paulina.kubickova@nudch.eu

Cit. zkr: Clin Osteol 2025;30(2):90-95

Článok prijat redakci: 10. 2. 2025

Článok prijat k tisku: 28. 3. 2025

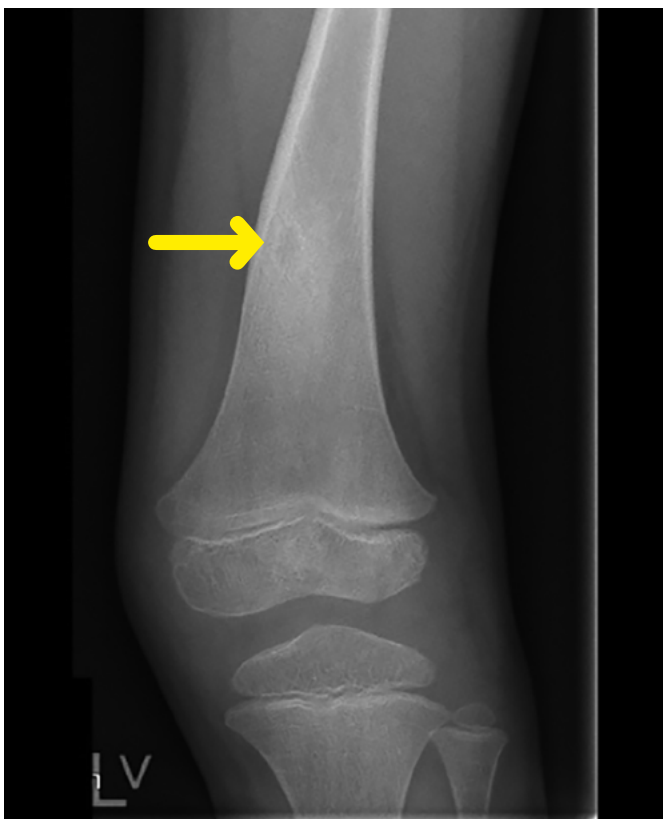
dochádza k vazodilatácii, lokálnemu zápalu a edému. Edém tkaniva spôsobuje kompresiu okolitých nervových vlákien, čo vyvoláva bolesť (6). V štúdiu Mungo a kol. objavili zvýšenú tvorbu cyklooxygenázy-2 osteoblastami v nide (7). To by objasňovalo ústup bolestí po podaní inhibítorov cyklooxygenázy-2, ako sú NSAIDs (6).

Na röntgene (rtg) sa zobrazuje osteoid osteóm ako centrálné oválne ložisko s okolitou sklerózou (Obr. 1). Priemer nidu je menší ako 2 cm (4). Nidus nemusí byť vždy viditeľný na rtg pre veľkú sklerózu kosti (2). V prípade subperiosteálneho osteoid osteómu dochádza k nadvihovaniu periostu (Obr. 2).

CT (computed tomography, počítačová tomografia) vyšetrenie je preferovanou zobrazovacou metódou v diagnostike osteoid osteómu (Obr. 3, 4). Pomocou tejto zobrazovacej modality dokážeme lepšie vizualizovať nidus a špecifikovať lokalizáciu lézie (kortikálny, subperiosteálny alebo intramedulárny osteoid osteóm). Nidus sa na CT s kontrastnou látkou zobrazuje ako hypodenzné hypervaskulárne oválne ložisko s okolitou sklerózou. CT vyšetrenie s kontrastnou látkou sa využíva v diferenciálnej diagnostike na odlíšenie Brodieho abscesu alebo stresovej fraktúry, ktoré sú avaskulárne (2). Okolitá reaktívna sklerotizácia kosti býva rôzneho stupňa, od menej výraznej až po rozsiahlu periosteálnu reakciu (4).

K ďalším zobrazovacím metódam, ktoré sa využívajú v diagnostike, patria magnetická rezonancia (MRI), pozitronová emisná tomografia/počítačová tomografia (PET/CT), kostná scintigrafia (gamagrafia). Tieto zobrazovacie modality sa podieľajú na diagnostike v menšej miere v porovnaní s rtg a CT, a to hlavne v prípade diagnostickej neistoty.

Obr. 1. Osteoid osteóm femuru (červená šípka), RTG AP projekcia. Zdroj: ORK LF UK a NÚDCH

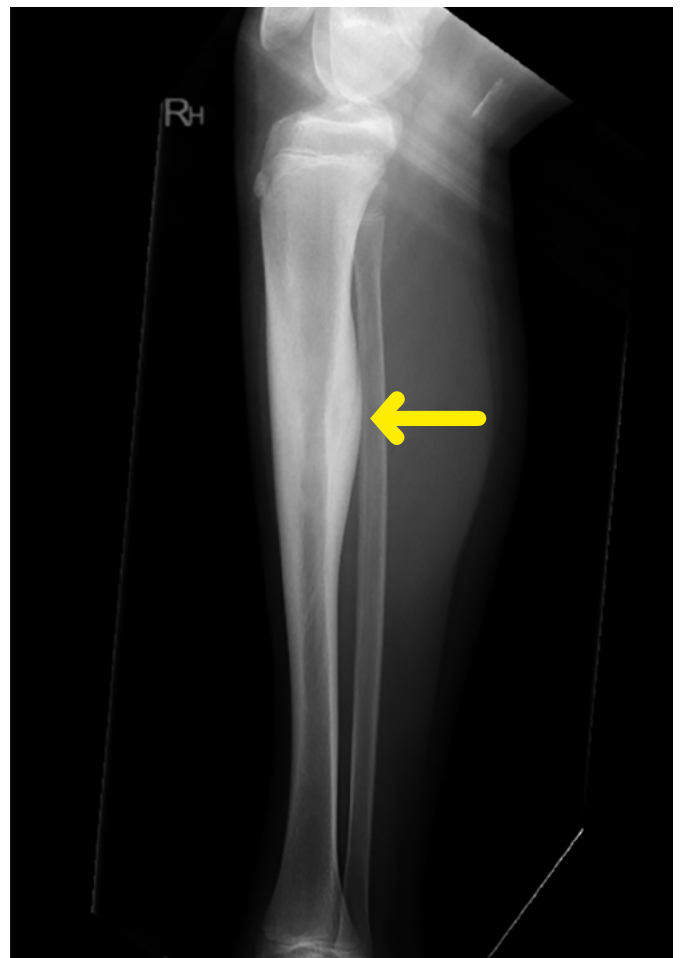


Liečba osteoid osteómu

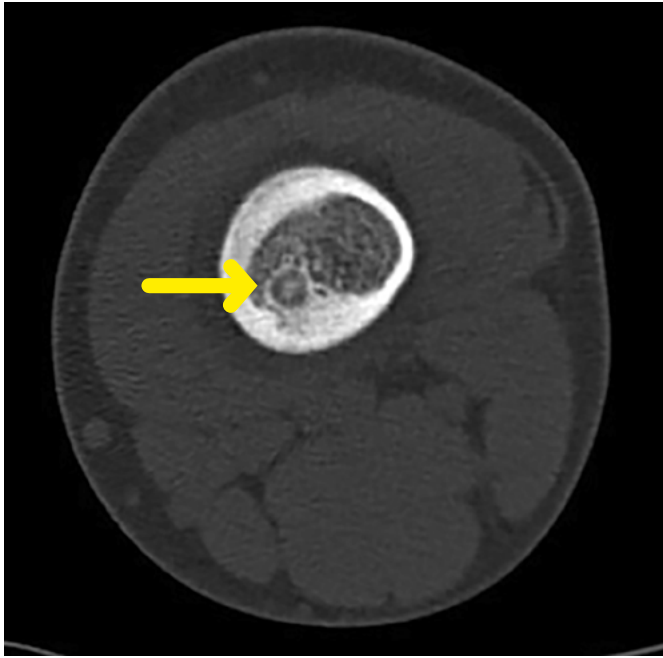
V liečbe osteoid osteómu aktuálne existujú viaceré možnosti. Prvou je konzervatívna liečba NSAIDs. Symptomatická liečba aspirínom alebo inými NSAIDs sa viac využívala v čase, keď rádiofrekvenčná ablácia (RFA) nebola dostupná a alternatívnou možnosťou liečby bola operačná en block resekcia ložiska (8). Užívanie aspirínu alebo iných NSAIDs skracaie čas liečby na 2 – 3 roky (9). Avšak dlhodobé užívanie aspirínu a NSAIDs je zaťažované nežiaducimi účinkami hlavne zo strany gastrointestinálneho traktu (2).

Ďalšou možnosťou liečby je operačná liečba. Pred zavedením RFA do praxe a prvých úspešných pokusoch liečby osteoid osteómu pomocou RFA (10) sa osteoid osteóm odstraňoval kompletou blokovou resekciou (en block resekcia) (Obr. 5). Nevýhodou tejto metódy je, že pri väčších resekciách dochádza k oslabeniu kosti. V prípade, že by sa takáto kosť nestabilizovala pomocou osteosyntetického materiálu, mohlo by dôjsť k fraktúre. S tým je neskôr spojená aj potreba extrakcie osteosyntetického materiálu v opakovanej anestézii. Takisto pooperačný manažment u pacientov, ktorí podstúpia en block resekciu, je náročnejší. Zatažovanie končatiny a športová aktivita je u nich možná až neskôr (1 – 6 mesiacov od operácie) (2), čas hospitalizácie býva dlhší, v priemere 4 dni. Keďže ide o otvorený prístup, riziko pooperačnej infekcie je vyššie ako pri perkutánnej RFA. Úspešnosť liečby sa udáva 88 – 97 % (11). Výhodou je možnosť odobratia vzorky na histologické vyšetrenie,

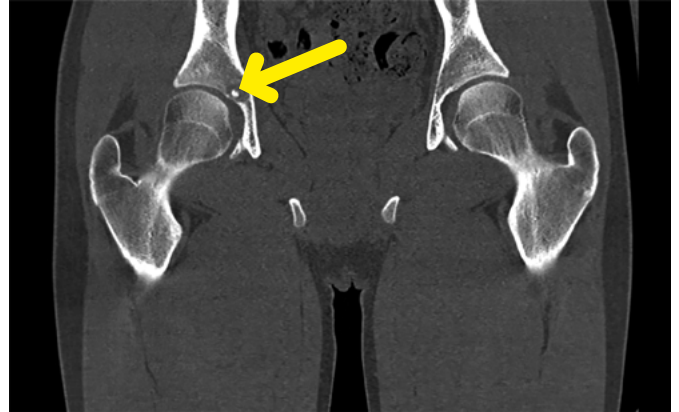
Obr. 2. Subperiosteálny osteoid osteóm diafýzy tibiae, RTG zhrubnutie kortiky (šípka). Zdroj: ORK LF UK a NÚDCH



Obr. 3. Intramedulárny osteoid osteóm, nidus (šípka), transverzálna rovina. Zdroj: ORK LF UK a NÚDCH



Obr. 4. Osteoid osteóm v acetabule (šípka), frontálna rovina. Zdroj: ORK LF UK a NÚDCH



Obr. 5. Stav po en block resekcii osteoid osteómu, stabilizácia OS, AP proj. Zdroj: ORK LF UK a NÚDCH



čo v niektorých prípadoch RFA nie je možné. Na Ortopedickej klinike LF UK a NÚDCH liečime pacientov s osteoid osteómom preferenčne pomocou CT-navigovanej RFA, avšak v niektorých prípadoch volíme liečbu pomocou en block resekcii. Indikačným kritériom je diagnostická neistota vyplývajúca z klinického stavu, anamnézy alebo zobrazovacích metód, a preto je potrebné odobratie vzorky na histologické vyšetrenie. Ďalším indikačným kritériom je lokalizácia osteoid osteómu – keď sa nádor nachádza na ťažšie dostupných miestach, kde nie je možné zaviesť perkutánne sondy RFA, alebo je nádor lokalizovaný v oblasti, kde by RFA mohla poškodiť dôležité štruktúry (napr. blízkosť nervov). En block resekcii indikujeme aj vtedy, ak RFA opakovane zlyhá a pacient udáva pretrvávajúce ťažkosti.

Rádiovfrekvenčná ablácia osteoid osteómu

Perkutánne metódy liečby pomocou RFA sú pomerne nové. Avšak základný princíp RFA bol opísaný v roku 1891. D'Arsonval preukázal, že prechod rádiovfrekvenčných vln cez tkanivo spôsobuje zvýšenie jeho teploty (12). McGahan objasnil princíp tvorby tepla v tkanive po pôsobení rádiovfrekvenčných vln. Dochádza ku kmitaniu iónov a vzniku tepla v okolitom tkanive, ktoré následne spôsobuje nekrózu (13). RFA vyvoláva fokálnu koagulačnú nekrózu tkaniva prostredníctvom tepla, ku ktorému dochádza pomocou vysokofrekvenčného striedavého prúdu. Cieľom je ireverzibilná bunková smrť prostredníctvom koagulačnej nekrózy, ktorá nastáva pri použití teploty viac ako 70 °C (8, 14). Aplikácia rádiovfrekvenčných vln môže prebiehať otvorene, laparoskopicky alebo perkutánne (zvyčajne pod CT) (15).

Termín osteoid osteóm prvýkrát použil Jaffe v roku 1935 (16). V liečbe osteoid osteómu sa RFA využíva vo svete od roku 1989 (17), prvé výsledky boli publikované v roku 1992 (10). Na Ortopedickej klinike LF UK a NÚDCH liečime pacientov s osteoid osteómom pomocou CT-navigovanej rádiovfrekvenčnej ablácie od roku 2017.

CT-navigovaná RFA predstavuje miniinvazívnu liečbu osteoid osteómu a považuje sa za terapeutickú voľbu číslo jeden. Efektivita liečby osteoid osteómu pomocou RFA je takmer 100 % (18). Okrem ablácie osteoid osteómu sa v ortopedii môže rádiovfrekvenčná ablácia použiť na liečbu iných benígnych tumorov, ako sú napr. chondroblastóm, osteoblastóm alebo obrovskobunkový nádor (8). Taktiež sa využíva na zmiernenie bolestí lokalizovaných metastáz a myelómových lézií v kostiach (14).

Technika

Perkutánna RFA osteoid osteómu sa vykonáva priamo pod CT. V prípade detského pacienta sa používa celková anestézia. Prvým

krokom RFA je lokalizácia nidu pomocou CT a zakreslenie miesta vstupu na koži. Následne sa približne 15 cm od miesta vpichu nalepia uzemňovacie platničky, ktoré uzatvárajú elektrický obvod. Pokračuje sa sterilnou prípravou operačného poľa. Pri zavedení ihly do ložiska je za aseptických podmienok prítomný ortopéd s asistentom. Po vykonaní kožnej incízie si pomocou biptickej ihly s troakrom vytvárajú kanál pre zavedenie elektródy. Následne operatéri opustia miestnosť, kde je CT, prejdú do miestnosti s ovládacím pultom, kde je rádiologický asistent (laborant), ktorý ovláda CT prístroj. Po kontrole správneho umiestnenia ihly v jednotlivých CT rezoch sa vrátia naspäť k pacientovi a zavádzajú RF elektródu, ktorá je napojená na generátor rádiofrekvenčných vln.

Na Ortopedickej klinike LF UK a NÚDCH používame generátor rádiofrekvenčných vln Mygen M-3004. Výstupná rádiofrekvenčná frekvencia je 480 kHz, výkon 200 W, maximálna možná dosiahnutá teplota je 200 °C. Abláciu vykonávame prostredníctvom monopolárnej elektródy V-Tip VCTM 15XXB s priemerom 1,65 mm, dĺžkou 150 mm a aktívnou špičkou v dĺžke 5 – 40 mm (19). Na elektróde sa nachádza snímač teploty, ktorý nám umožňuje sledovať aktuálnu teplotu tkaniva. Zavedením elektródy priamo do nidu vykonáva ortopéd rádiofrekvenčnú abláciu teplotou 75 – 90 °C počas 4 – 5 minút. Dochádza k lokálnej koagulačnej nekroze tkaniva. Posledným krokom je sutúra kože, ktorá väčšinou nie je potrebná, a aseptické krytie rany (Obr. 6 – 10). Lekár rádiológ nie je pri operácii prítomný.

Materiál a metóda

Náš súbor pacientov, ktorí podstúpili perkutánnu CT RFA od roku 2017 do roku 2024, tvorí 35 pacientov, z toho jeden pacient podstúpil RFA trikrát pre recidívu a taktiež metachrónnny výskyt osteoid osteómu. Z toho vyplýva, že celkový počet vykonaných RFA je 37. Priemerný vek pacientov je 13 rokov. Počet chlapcov v skupine je 29, dievčat je 6. Diagnóza bola stanovená na základe klinických a zobrazovacích nálezov.

Obr. 6. Zavedenie a ozrejenie polohy biptickej kanyly s troakrom pod CT. Zdroj: ORK LF UK a NÚDCH



Klinickým kritériom bola nočná bolesť, ktorá ustúpila po podaní NSAIDs. Na zobrazovacích vyšetreniach (rtg, CT a/alebo MRI) sa zobrazoval typický nález nidu s okolitou sklerózou kosti, pričom jeho priemer bol menší ako 2 cm. Retrospektívne sme hodnotili úspešnosť RFA osteoid osteómu. Parametre, ktoré sme sledovali, sú vek, pohlavie, lokalizácia tumoru. Vyhodnocovali sme úspešnosť RFA na základe hodnotenia intenzity bolesti na 1. a 10. pooperačný deň podľa škály VAS (vizuálna analógová škála). Ako kritérium dlhodobej úspešnosti liečby sme si stanovili zníženie skóre VAS o > 50 % a žiadnu potrebu užívania liekov proti bolesti minimálne 2 mesiace po výkone. Okrem už spomenutých parametrov sme zaznamenávali čas pôsobenia rádiofrekvenčných vln a teplotu pôsobenia. Vyhodnocovali sme výskyt recidív a percento komplikácií.

Výsledky

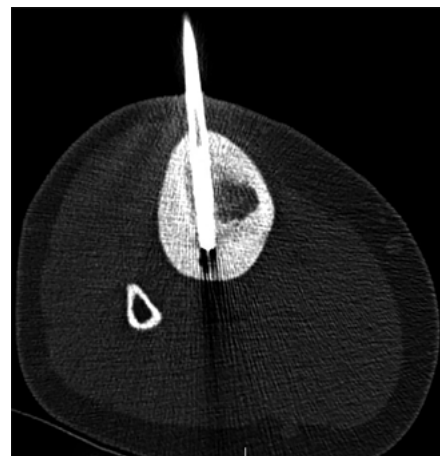
Osteoid osteóm (OO) sa nachádza prevažne v dlhých kostiach dolných končatín, hlavne v metadiáfýze a diáfýze femuru alebo tibie (3). Táto predilekcia sa potvrdila aj v našom súbore pacientov, prevažoval výskyt osteoid osteómu v túbii (n = 20) a femure (n = 14). U jedného pacienta sa vyskytol OO v tale (n = 1). V panve, konkrétne v acetabule, sa vyskytol osteoid osteóm v 2 prípadoch.

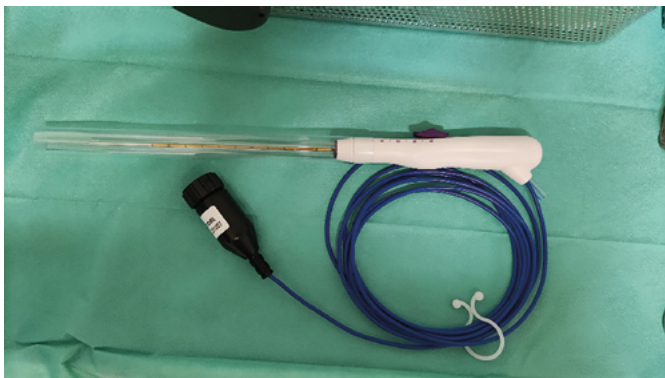
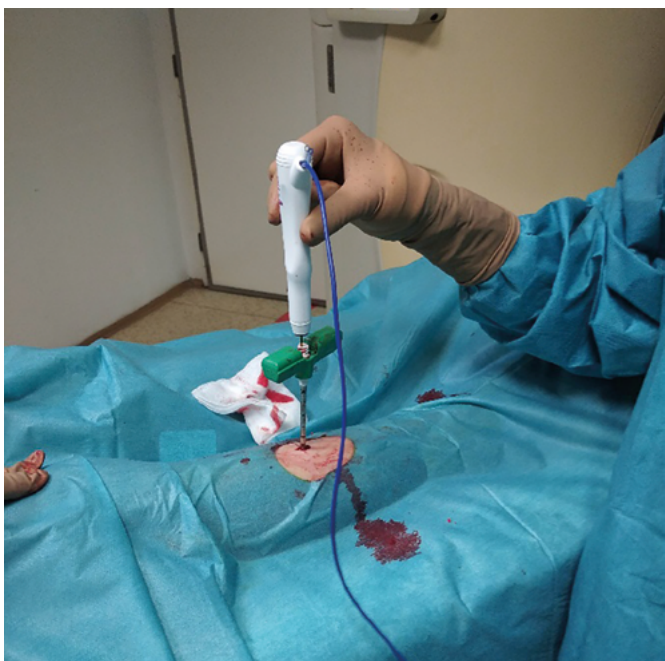
Priemerný čas pôsobenia RFA bol 4 minúty. Minimálna teplota, ktorú sme aplikovali, bola 75 °C, maximálna použitá teplota bola 90 °C. Po zhodnotení výsledkov sme zistili, že čím bola teplota pôsobenia vyššia, tým kratšie sme vykonávali RFA.

V skupine pacientov, ktorí podstúpili RFA, bola priemerná hodnota VAS na 1. pooperačný deň 1, čo predstavuje veľmi slabú bolesť. Na 10. pooperačný deň bolo skóre podľa VAS u 34 pacientov 0, čo znamená, že nemali žiadnu bolesť. Jeden pacient, ktorý podstúpil RFA, mal skóre 2 a vyžadoval podávanie analgetík. Bolesť sa uňho zmiernila, ale 3 mesiace po operácii došlo k recidíve. U tohto pacienta bola navrhnutá reoperácia. Po vykonaní opakovanej RFA mal pacient skóre VAS 0.

V súbore pacientov sme zaznamenali komplikáciu u jedného z nich, čo predstavuje 2,7 %. Tento výsledok je porovnateľný s percentom komplikácií v zahraničných štúdiách (15). Išlo o nekrozu podkožného tkaniva a kože po aplikácii RFA. OO sa v tomto prípade nachádzal

Obr. 7. Zavedenie biptickej kanyly do nidu, CT transverzálna rovina. Zdroj: ORK LF UK a NÚDCH



Obr. 8. Elektróda RFA. Zdroj: ORK LF UK a NÚDCH**Obr. 10.** Zavedenie elektródy. Zdroj: ORK LF UK a NÚDCH

v oblasti diafýzy tibiae, subkortikálne. Miesto bolo dobre prístupné, avšak vzhľadom na menšie množstvo podkožného tkaniva došlo pri dotyku troakaru a podkožia k nekróze podkožného tkaniva a popáleniu kože. V literatúre je to najčastejšie sa vyskytujúca komplikácia po RFA (20). Žiadne dlhodobé komplikácie sme u pacientov nezaznamenali. Percento relapsu osteoid osteómu po CT RFA bolo 2,7 %, čo je porovnateľné so štúdiami v zahraničnej literatúre (21).

Prvotná úspešnosť RFA v našom súbore pacientov je 97,3 %, sekundárna 100 %. Tieto výsledky sú porovnateľné so zahraničnými štúdiami (22, 23, 24).

Diskusia

Na súbore pacientov Ortopedickej kliniky LF UK a NÚDCH sledovaných v rokoch 2017 až 2024 sme dokázali, že RFA osteoid osteómu je vhodnou a preferovanou terapeutickou metódou u detí. Technika RFA predstavuje bezpečnú a efektívnu metódu liečby OO. Pacientom sa výrazne zlepšila kvalita života, percento komplikácií a recidív je malé. U jedného pacienta sme pozorovali recidívu bolesti po 3 mesiacoch, bol to pacient s OO v krčku talu. RFA absolvoval bez komplikácií ešte raz. Išlo o pacienta, u ktorého sa následne OO vyskytol aj v diafýze tibiae tej

Obr. 9. Generátor RF vln. Zdroj: ORK LF UK a NÚDCH

istej končatiny. V takom prípade hovoríme o metachrónnom výskyte OO, čo je veľmi ojedinelý jav opísaný v literatúre.

Úspešnosť liečby sa rokmi skúmania a nadobúdania nových poznatkov a pokrokom technických možností zvyšuje. De Berg s kolektívom realizovali úspešne perkutánnu termokoaguláciu OO u 17 pacientov (25). Rosenthal s kolektívom publikovali 11-ročné výsledky perkutánnnej CT RFA OO u 263 pacientov. Uskutočnili celkovo 271 RFA operácií, z toho 249 bolo vykonaných ako prvotná liečba u pacienta, 14 ako sekundárna liečba po otvorenej resekcii a 8 sekundárne pre pretrvávajúce symptómy tumoru. Úspešnosť liečby RFA, ak bola realizovaná ako prvotná, bola 91 % (26). Garge a kolektív uverejnili v roku 2017 výsledky CT RFA OO v pediatrickej skupine 30 pacientov vo veku 4 – 20 rokov. Prvotná úspešnosť liečby bola 96,66 % (29 z 30 pacientov). Jeden pacient mal pretrvávajúce bolesti, preto sa u neho RFA vykonala druhýkrát. Sekundárna úspešnosť bola 100 %. Autori považujú CT RFA OO za bezpečnú a vysoko efektívnu techniku liečby OO v pediatrickej populácii aj v technicky ťažšie dostupných lokalizáciách OO (22). Prehľad doterajších zahraničných štúdií s minimálne 15 pacientmi, ktorí podstúpili CT RFA OO do roku 2018, zosumarizoval Nooordin a kolektív (2). Parmeggiani a kolektív publikovali prehľadový článok v roku 2021, v ktorom sú uverejnené aktuálne doterajšie výsledky. Podľa tohto článku sa recidíva OO vyskytuje v 10 – 16 %, reablácia je takmer vždy úspešná a vedie k vymiznutiu symptómov (27). Vo väčšej štúdii, ktorú publikoval Rimondi, to bolo 2 %. Aplikoval teplotu 90 °C, následne 2 minúty plató 60 °C a pokračoval RFA 15 minút. Touto technikou v porovnaní s inými autormi, ktorí aplikovali teplotu 90 °C a čas 4 minúty, dosiahol menšie percento recidív a komplikácií (28).

V našej praxi aplikujeme teplotu v rozmedzí 75 °C až 90 °C. Táto teplota je dostatočná na vznik nekrózy nádorového tkaniva. Priemerný čas pôsobenia je 4 minúty. Čím bola teplota pôsobenia vyššia, tým kratšie sme vykonávali RFA. Parametre určuje operatér na základe lo-

kalizácie, veľkosti osteoid osteómu a okolitej sklerózy. Čím bol osteoid osteóm väčší a okolitá skleróza kosti výraznejšia, tým sme aplikovali vyššiu teplotu pri kratšom čase. Naopak, ak sa OO nachádzal v blízkosti citlivých štruktúr, použili sme nižšiu teplotu a dlhší čas. Podľa štúdie, ktorá skúmala vplyv teploty na veľkosť ablačnej zóny pri teplotách 70 °C, 80 °C a 90 °C, vyššie teploty viedli k väčšej ablačnej zóne. Taktiež dlhší čas pôsobenia zväčšuje ablačnú zónu. Rozsah ablácie závisí nielen od vlastností nádoru, ale aj od okolitého tkaniva a jeho prekrvenia. Pri ablácii v oblasti menej prekrveného tkaniva s nižšou elektrickou vodivosťou pozorovali v uvedenej štúdiu väčšiu ablačnú zónu. Anatomické rozdiely pri rovnakých parametroch RF môžu spôsobiť odlišné výsledky, preto je dôležité individuálne plánovanie výkonu (29). V našej praxi máme zatiaľ malý súbor pacientov, aby sme mohli vyhodnotiť efektívnosť na základe zvolených parametrov RF.

Pomocou RFA sa deti na ORK LF UK a NÚDCH liečia od roku 2017. Dovtedy pacienti s OO podstupovali buď konzervatívnu liečbu, alebo en block resekciu (30). Otvorená resekcia OO sa v minulosti považovala za štandard liečby. Avšak môže dôjsť k recidíve v dôsledku neúplnej resekcii nidu. En block resekcia si môže vyžadovať intramedulárnu fixáciu pomocou osteosyntetického materiálu vzhľadom na možné oslabenie kosti. RFA OO je taktiež výhodná v anatomicky menej dostupných oblastiach, ako je napríklad proximálny femur, acetabulum.

ZDROJE

- Santini-Araujo E, Kalil RK, Bertoni F et al. Tumors and Tumor-like Lesions of Bone. 2nd ed. Springer: London 2020:1002.
- Noordin S, Allana S, Hilal K et al. Osteoid osteoma: Contemporary management. *Orthopedic Reviews*. 2018;10(3):108-119.
- Kitsoulis P, Mantellos G, Vlychou M. Osteoid osteoma. *Acta Orthop Belg*. 2006;72(2):119-25.
- Chai JW, Hong SH, Choi JY et al. Radiologic Diagnosis of Osteoid Osteoma: From Simple to Challenging Findings. *RadioGraphics*. 2010;30(3):737-49.
- Ishikawa Y, Okada K, Miyakoshi N et al. Osteoid osteoma of the scapula with synovitis of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg*. 2005;14(3):329-332.
- Motamedi D, Learch TJ, Ishimitsu DN et al. Thermal Ablation of Osteoid Osteoma: Overview and Step-by-Step Guide. *RadioGraphics*. 2009;29(7):2127-2141.
- Mungo DV, Zhang X, O'Keefe RJ et al. COX-1 and COX-2 expression in osteoid osteomas. *J Orthop Res*. 2002;20(1):159-62.
- Santiago FR, Del Mar Castellano García M, Montes JL et al. Treatment of bone tumours by radiofrequency thermal ablation. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine* 2009; 2(1): 43-50.
- Carpintero-Benitez P, Aguirre MA, Serrano JA et al. Effect of rofecoxib on pain caused by osteoid osteoma. *Orthopedics* 2004;27(11):1188-91.
- Rosenthal DI, Alexander A, Rosenberg AE et al. Ablation of osteoid osteoma with percutaneously placed electrode: a new procedure. *Radiology*. 1992;183(1):29-33.
- Bonomo S, Giordano G, Santonocito SM et al. Rf ablation for treatment of osteoid osteoma in pediatric patients: Our experience and literature review. *rev. European Society of Radiology* 2016.
- D, Arsonval MA. Action physiologique des courants alternatifs. *C R Soc Biol*. 1891;43:283-286.
- McGahan JP, van Raalte VA. History of Ablation. *rev. Tumor Ablation. Principles and Practise*. Springer: New York. 2005:3-16.
- Palussièrre J, Pellerin-Guignard A, Descat E et al. Radiofrequency ablation of bone tumours. *Diagnostic and Interventional Imaging*. 2012;93(9):660-4.
- Shah DR, Green S, Elliot A, McGahan JP et al. Current oncologic applications of radiofrequency ablation therapies. *World J Gastrointest Oncol*. 2013;5(4):71-80.
- Jaffe HL. Osteoid osteoma: a benign osteoblastic tumor composed of osteoid and atypical bone. *Arch Surg*. 1935;31:709-28.
- Tillotson CL, Rosenberg AE, Rosenthal DI. Controlled thermal injury of bone: report of a percutaneous technique using radiofrequency electrode and generator. *Invest Radiol*. 1989;24(11):888-92.
- Callstrom MR, Charboneau JW. Percutaneous ablation: safe, effective treatment of bone tumors. *Oncology*. 2005;19(11 Suppl 4):22-6.

Naše doterajšie skúsenosti a výsledky sa zhodujú so zahraničnými výsledkami. Preukázali sme vysokú úspešnosť a bezpečnosť liečby OO pomocou RFA, ktorá je vo väčšine prípadov liečebnou metódou prvej voľby aj vo svete.

V súčasnosti sa RFA OO považuje za zlatý štandard liečby napriek tomu, že sa vyvíjajú nové techniky. Medzi tie patria intersticiálna laserová ablácia (ILA), MRI-navigovaná fokusovaná ultrasonografická ablácia (MRg-FUS) a mikrovlnná ablácia (27, 31). Aktuálne sú však dostupné obmedzené publikované výsledky týchto techník (32).

V zahraničnej literatúre nie sú jednotné algoritmy sledovania detí po RFA OO. V našej doterajšej praxi sme realizovali klinické kontroly na 14. deň, následne 3., 6., 12. mesiac. Žiadne zobrazovacie metódy nebolo potrebné indikovať.

Limitáciou práce je malý súbor pacientov, taktiež chýba kontrolná skupina a porovnanie s en block resekciou. Úspešnosť liečby sa posudzuje na základe subjektívneho vyjadrenia pacienta ohľadom redukcie bolesti, čo môže ovplyvniť výsledky.

Záver

Technika RFA OO predstavuje bezpečnú a efektívnu metódu liečby OO. Pacientom sa výrazne zlepšila kvalita života, percento komplikácií a recidív je malé.

- RF MEDICAL [online]. RF Medical Co., Ltd. © 2022 [cit. 8.3.2025]. Dostupné z: https://www.rfa.co.kr/product?category_srl=7365.
- Tordjman M, Perronne L, Madelin G et al. CT-guided radiofrequency ablation for osteoid osteomas: a systematic review. *Eur Radiol*. 2020;30(11):5952-5963.
- Raux S, Abelin-Genevois K, Canterino I et al. Osteoid osteoma of the proximal femur: treatment by percutaneous bone resection and drilling (PBRD) A report of 44 cases. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2014;100(6):641-5.
- Garge S, Keshava SN, Moses V et al. Radiofrequency ablation of osteoid osteoma in common and technically challenging locations in pediatric population. *Indian J Radiol Imaging*. 2017;27(1):88-91.
- Tepelenis K, Skandalakis GP, Papathanakos G et al. Osteoid Osteoma: An Updated Review of Epidemiology, Pathogenesis, Clinical Presentation, Radiological Features, and Treatment Option. *In Vivo*. 2021;35(4):1929-1938.
- Düzgün F, Tosyalı HK, Tarhan S. Our Single Center Experience in Osteoid Osteoma Patients Treated with CTGuided Percutaneous Radiofrequency Ablation Treatment and Follow-up. *Curr Med Imaging*. 2024;20:e270623218293.
- De Berg JC, Pattynama PM, Obermann WR et al. Percutaneous computed tomography-guided thermocoagulation for osteoid osteomas. *Lancet*. 1995;346(8971):350-1.
- Rosenthal DI, Ouellette H. Radiofrequency Ablation of Osteoid Osteoma. *rev. Tumor Ablation. Principles and Practise*. Springer: New York. 2005:389-401.
- Parmeggiani A, Martella C, Ceccarelli L et al. Osteoid Osteoma: which is the best minimally invasive treatment option? *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 2021;31(8):1611-1624.
- Rimondi E, Bianchi G, Malaguti MC et al. Radiofrequency thermoablation of primary non-spinal osteoid osteoma: optimization of the procedure. *Eur Radiol*. 2005;15(7):1393-9.
- Rivas R, Hijlkema RB, Cornelissen LJ et al. Effects of control temperature, ablation time, and background tissue in radiofrequency ablation of osteoid osteoma: A computer modeling study. *International journal for numerical methods in biomedical engineering*. 2021;37(9):e3512.
- Janečková P, Rendek P, Jakimová J et al. Liečba osteoid osteómu rádiovfrekvenčnou abláciou. *rev. Anatómia – 100 rokov LF UK. Trebišov*. 2019:59-61.
- Shah J, Gandhi D, Chauhan A et al. Imaging Review of Pediatric Benign Osteocytic Tumors and Latest Updates on Management. *Journal Clinical Medicine*. 2021;10(13):2823.
- Reis J, Chang Y, Sharma AK. Radiofrequency ablation vs microwave ablation for osteoid osteomas: long-term results. *Skeletal Radiology*. 2020;49(12):1995-2000.
- Bruneau M, Polivka M, Cornelius JF et al. Progression of an osteoid osteoma to an osteoblastoma: case report. *J Neurosurg Spine*. 2005;3(3):238-41.