

# Maligntní tumory dlouhých kostí u dětí, diferenciatní diagnostika, přínos zobrazovacích metod

## Malignant Tumors of Long Bones in Children: Differential Diagnosis and the Role of Imaging Methods

J. SKOTÁKOVÁ<sup>1</sup>, V. MACH<sup>1</sup>, V. BAJČIOVÁ<sup>2</sup>, P. MÚDRÝ<sup>2</sup>, Š. ONDRUŠ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Klinika dětské radiologie, FN Brno

<sup>2</sup> Klinika dětské onkologie, FN Brno

<sup>3</sup> Klinika dětské chirurgie, traumatologie a ortopedie, FN Brno

### ABSTRACT

#### PURPOSE OF THE STUDY

The aim of the study was to analyze primary malignant tumors and tumor-like lesions of long bones, in relation to their localization, characteristics and distribution in age groups, in children and young adults, and to assess the role of radiography and magnetic resonance imaging (MRI) in their diagnosis.

#### MATERIAL

Sixty-four patients, aged between 3 and 20 years, who were referred to us with the diagnosis of a suspected malignant long-bone tumor of osseous or cartilage origin in the period from 2000 to 2004 were included in the study.

#### METHODS

Plain radiography and MRI were carried out on the same day. For MRI, the Magnetom Open Viva system (magnetic field strength of 0.2 T) was used and examination comprised a conventional STIR (corresponding to fat saturation) and a T1-weighted sequence. Most patients also underwent post-contrast examination with paramagnetic contrast medium infusion.

#### RESULTS

In 26 children (40.6 %) a primary malignant tumor of osseous or cartilage origin was diagnosed; one child (1.5 %) had a giant-cell tumor. The definitive diagnoses in 37 children (57.9 %) included osteomyelitis in 12, fatigue fracture in 11, post-traumatic myositis ossificans in three children, and miscellaneous diagnoses in the remaining 11 children (one, cartilaginous exostosis; three, unicameral bone cyst; two, non-ossifying fibroma; one, fibrous dysplasia; one, subperiosteal abscess; one, histiocytosis; one, foreign body; one, negative MRI findings).

#### CONCLUSIONS

To confirm the diagnosis of a malignant long-bone tumor, high quality X-ray and MRI are essential; CT examination is recommended in specific indications. The results of imaging methods cannot be assessed without reference to each other. Primary malignant tumors of long bones usually involve a large soft-tissue mass, and an exclusively intraosseous localization is rare. Osteosarcoma often invades the epiphysis. In making the differential diagnosis of primary malignant bone tumors, special attention must be paid to differentiation from osteomyelitis or fatigue fractures. The majority of juvenile bone lesions of any origin are usually detected between 10 and 13 years of age. These pathologic lesions are most frequently localized in the distal or proximal transition zones between the diaphysis and metaphysis.

**Key words:** primary bone tumors, long bones, children, imaging methods.

### ÚVOD

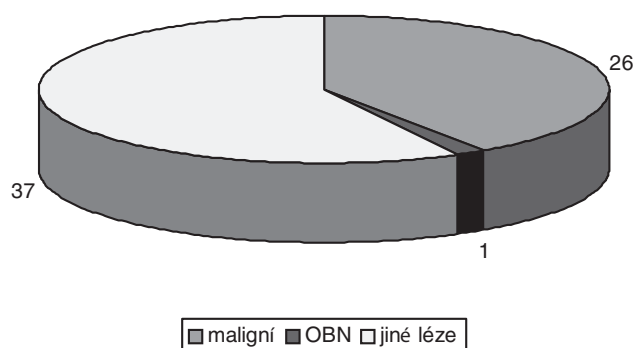
Maligntní i benigní kostní nádory jsou u dětí vzácné. Protože se touto problematikou zabýváme, považujeme za potřebné seznámit odbornou veřejnost se čtyřletými výsledky naší práce.

Maligntní kostní nádory tvoří 5 % všech malignit v dětském věku (18). Nejčastějšími jsou osteosarkom (OSA) a nádory Ewingova typu (rutinně se dělí na sarkom typický a primitivní neuroektodermální nádor (PNET) (24), v posledních letech se objevuje označení ESFT („Ewing’s sarcoma family of tumors“). Chondrosarkom

(CHS) se u dětí vyskytuje vzácně, obrovskobuněčný nádor (OBN) zcela výjimečně (15).

Kvalitní nativní snímek zůstává „zlatým standardem“ pro diferencování změn na kosti, které mohou signalizovat možný maligntní proces. Jestliže taková situace nastane, hodnotí se stav jako urgentní a další vyšetření se dělají bez prodlení. Po nativním snímku by mělo následovat vyšetření magnetickou rezonancí (MR). MR nahrazuje vyšetření výpočetní tomografií (CT), které má opodstatnění jen v přesných indikacích: například při postižení axiálního a obličejového skeletu, u osteoid osteomu (14). Navzdory moderním zobrazovacím

Graf 1



metodám zůstává diagnostický problém v odlišení primárního maligního kostního nádoru a osteomyelitidy, někdy i únavové zlomeniny.

Při podezření na maligní kostní nádor se u dětí provádí otevřená biopsie, zejména je-li tumor lokalizovaný pouze intraosálně (22). Odebírá se relativně velký objem tkáně k histologickému, imunohistochemickému a cytogenetickému vyšetření (OSA i ESFT mají specifické genetické znaky). Biopsie tenkou jehlou se u dětí nedělá. Peroperační biopsie ve specializovaných pracovištích je důležitá pro zlepšení diagnostiky patologického procesu (12,26).

### SOUBOR PACIENTŮ A METODIKA

V období 2000–2004 jsme vyšetřili 64 dětí (věk 3–20 roků) s diagnózou suspektní primární maligní kostní tumor lokalizovaný na dlouhé kosti. Na základě nálezů diagnostických zobrazovacích metod se tento soubor rozčlenil do 2 podskupin: 1. podskupina s potvrzenou malignitou kostního nebo chrupavčitého původu (26 dětí), u 1 dítěte byl diagnostikován obrovskobuněčný nádor (OBN), 2. podskupina s vyloučenou malignitou (37 dětí).

Po kontrolních skiagramech se na našem pracovišti dělalo MR vyšetření na přístroji Magnetom Open viva s magnetickým polem o síle 0,2 Tesla. Celou postiženou oblast je nutné vyšetřit ve dvou rovinách na sebe kolmých (většinou koronální nebo sagitální, a axiální). Běžný vyšetřovací protokol zahrnuje sekvenci s potlačením signálu tuku (STIR), běžnou T1 sekvenci (T1SE). Postkontrastní vyšetření (s intravenózní aplikací paramagnetické kontrastní látky) slouží k posouzení solidní, nekrotické nebo cystické části nádoru. MR určí intraosální a extraosální rozsah nádoru, jeho velikost (resp. objem), vztah k okolním strukturám a epifyzární postižení nádorem při jeho šíření přes růstovou ploténku.

### VÝSLEDKY

Maligní tumor byl diagnostikován celkem u 26 dětí (15 chlapců, 11 dívek, celkem 40,6 %). Jedna dívka (1,5 %) měla OBN. Maligní proces nebyl potvrzen u 37 dětí (22 chlapců, 15 dívek, 57,8 %) (graf 1).

Osteosarkom byl diagnostikován u 13 dětí (6 chlapců průměrného věku 13,5 roků, 7 dívek průměrného



Obr. 1a, b. Nativní snímky bérce v základních projekcích – nehomogenní struktura proximální diafýzy a metafýzy tibie

věku 14,5 roků). U jedné dívky byl nádor multifokální. U 5 dětí přestupoval osteosarkom do epifýzy (38,5 %). U všech pacientů byla přítomná objemná extraosální složka tumoru, pouze u jednoho chlapce byl nádor lokalizovaný intraosálně. Dva pacienti měli parosální osteosarkom, u obou byla intaktní dřevňová dutina, u jednoho z nich měl tumor objemnou extraosální složku.

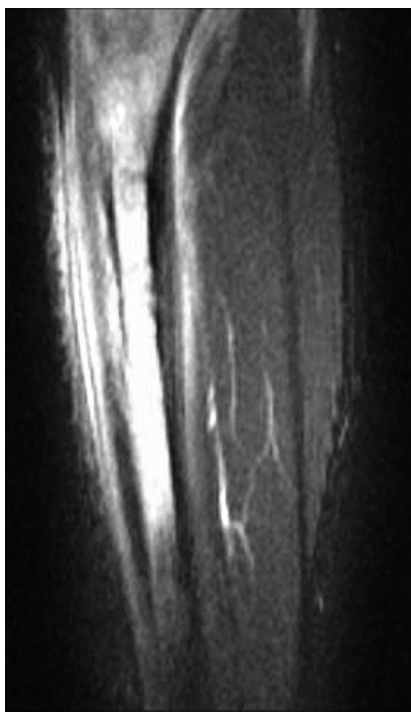
Ewingův sarkom a PNET byl u 10 nemocných (6 chlapců průměrného věku 8,6 roků, 2 dívek průměrného věku 20 roků, PNET u 2 chlapců průměrného věku 15 roků). Většina dětí s touto diagnózou měla extraosální složku nádoru, pouze u 2 dětí byl tumor intraosální (obr. 1a, b, 2a,b).

OSA a ESFT jsou zastoupeny prakticky se stejnou četností. ESFT predilekčně postihuje chlapce (v našem souboru 8: 2).

Chondrosarkom (CHS) se u dětí na dlouhých kostech vyskytuje ojediněle, v souboru byl u 3 dětí (16letý chlapec, a 2 dívky s průměrným věkem 13 roků).

OBN byl prokázán u jedné 13leté pacientky (graf 2).

37 dětí odeslaných pro podezření na maligní proces mělo různorodé výsledné diagnózy (graf 3):



Obr. 2a. MR vyšetření (STIR sekvence, sagitální rovina vyšetření) – patologický signál kostní dřeně (jde o téhož pacienta jako na obr. 1a, b)

Obr. 2b. MR vyšetření (T1SE, sagitální rovina vyšetření) – nehomogenní signál kostní dřeně diafýzy tibie, periostální reakce dorzálně (jde o téhož pacienta jako na obr. 1a, b)

Osteomyelitida byla diagnostikována u 12 dětí (6 chlapců průměrného věku 10,6 roku a 6 dívek průměrného věku 11 roku). Šest z nich bylo odeslaných s diferenciální diagnózou kostní nádor – osteomyelitida.

Únavovou zlomeninu mělo 11 dětí (7 chlapců s průměrným věkem 10,1 roku a 4 dívky průměrného věku 12,2 roku) (obr. 3a, b, 4a, b).

Myositis ossificans posttraumatica byla diagnostikována u 3 pacientů (2 chlapci průměrného věku 17 roku, jedna 13letá dívka).

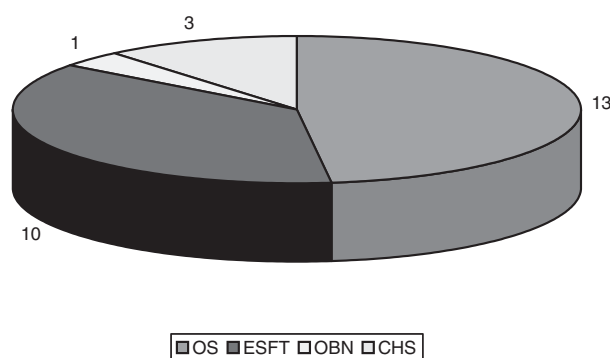
U 11 zbývajících dětí této skupiny byly definitivní diagnózy následující: kartilaginózní exostóza (1 pacient), metafyzární fibrózní defekt (2 pacienti), prostá kostní cysta (3 pacienti), histiocytóza, subperiostální absces, cizí těleso, negativní nález při MR vyšetření (vždy 1 pacient).

V tabulce 1 jsou uvedeny diagnózy, které byly stanoveny na základě zobrazovacích vyšetřovacích metod a definitivní diagnózy.

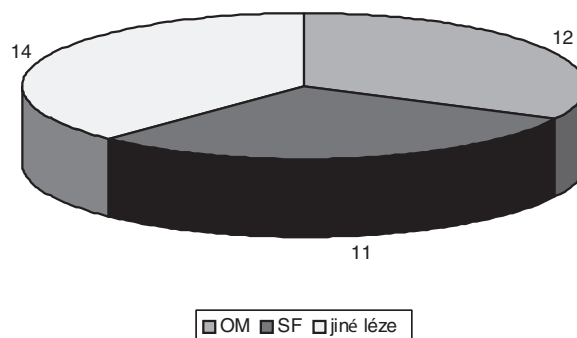
U 2 pacientů byl závěr zobrazovacích metod osteosarkom změněn po biopsii na Ewingův sarkom (ES). Jedenkrát byl skiagram odečten chybně jako fibrózní dysplazie u pacienta s chondrosarkomem. Jeden pacient odeslaný k dalšímu vyšetření s diagnózou osteosarkom měl kartilaginózní exostózu. U jednoho pacienta byla diagnóza osteosarkom, s kterou byl odeslán, změněna na základě kontrolních skiagramů na fibrózní dysplazii (diagnóza byla potvrzena MR vyšetřením).

Pacientka s cizím tělesem lokalizovaným na diafýze tibie dorzálně měla na skiagramu v této lokalizaci periostální reakci, při MR vyšetření rozsáhlý edém kostní dřeně, proto bylo vyjádřeno podezření na maligní kost-

Graf 2



Graf 3



ní proces. Operační nález prokázal cizí těleso se zánětlivou reakcí v okolí.

U jedenácti dětí s osteomyelitidou (5 hochů, 6 dívek) a 11 dětí s únavovou zlomeninou byl diagnostický závěr MR vyšetření. U jednoho pacienta s osteomyelitidou





Obr. 3a, b. Nativní snímek distální poloviny bérce – periostální reakce v oblasti distální diafýzy fibuly zevně

distální metafýzy tibie a u jednoho pacienta s histiocytózou v oblasti diafýzy humeru byl závěr diagnostických zobrazovacích metod chybný – suspektní primární maligní kostní tumor.

V souboru 63 dětí mělo pozitivní nález na nativních skiagramech 98,4 %, negativní skiagrafický nález byl u 1,56 % (1 pacient s intraosálně lokalizovaným PNET-primitivní neuroektodermální tumor).

Senzitivita MR vyšetření byla u pacientů souboru 100%.

Specifitu MR vyšetření nelze přesně stanovit, protože jednotlivé typy vyšetření se neposuzují izolovaně.

Závěry hodnocení nativních snímků a MR vyšetření nejsou vždy diagnostické, nedílnou součástí stanovení definitivní diagnózy je biopsie, což je v plné shodě s výsledky z jiných pracovišť. Změna diagnózy na základě analýzy biopsie je uvedena v textu.

V tabulce 2 je uvedena lokalizace patologických procesů u všech pacientů souboru.

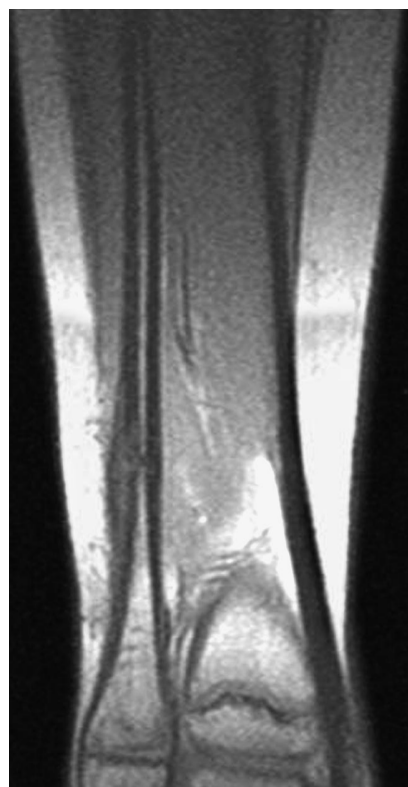
Nejvíce ohroženou kostí je femur: krček femuru, intertrochanterická oblast je lokalizací ES, PNET, osteomyelitidy i nádorům podobných lézí. V oblasti distálního konce femuru se častěji vyskytují OSA a nádorům podobné léze.

Na druhém místě je to tibie. Vedle maligních nádorů je oblast proximální metafyzodiafýzy typická pro únavovou zlomeninu. Distální konec tibie je často postižený osteomyelitidou.

Diafýza tibie byla lokalizací únavové zlomeniny, osteomyelitidy, primární maligní proces se v našem souboru v této lokalizaci nevyskytl. Proximální konec fibuly může být lokalizací maligních procesů, jiné léze se na fibule vyskytují ojediněle. Distální konec humeru, diafýza fibuly, radius, byly jen ojedinělou lokalizací patologického procesu, ulna byla zcela ušetřena.

Obr. 4a. MR vyšetření (STIR sekvence, koronální rovina vyšetření) – hyperémie v oblasti distální diafyzometafýzy fibuly (jde o téhož pacienta jako na obr. 3a, b)

Obr. 4b. MR vyšetření (T1SE, koronální rovina vyšetření) – sklerotická linie lomu a známky hojení v oblasti distální diafyzometafýzy fibuly při únavové zlomenině (jde o téhož pacienta jako na obr. 3a, b)



Tab. 1. Výchozí a definitivní diagnózy

Diagnóza	def.	OS	ES	CHS	OBN	SF	OM	MO	Hi	FD	Exo	MFD	PKC	Abs	Neg	cizí t.
primární																
Susp. nádor					1	10	12	3		1	1	2	3	1	1	1
OS		13	2			1			1							
ESFT			8													
CHS				2												
FD				1												

Vysvětlivky:

OS = osteosarkom, ESFT = nádory Ewingova typu, CHS = chondrosarkom, SF = únavová zlomenina, OBN = obrovskobuněčný nádor, OM = osteomyelitida, MO = myositis ossificans, Hi = histiocytóza, FD = fibrózní dysplazie, Exo = kartilaginózní exostóza, MFD = metafyzární fibrózní defekt, PKC = prostá kostní cysta, Abs = absces, Neg = negativní, cizí t. = cizí těleso, def. = definitivní, primární = původní.

Tab. 2. Lokalizace patologických procesů

			Femur				Humerus			Fibula			Tibie			Rad.
		lokal.	krček	prox.	dia	dist.	prox.	dia	dist.	prox.	dia	dist.	prox.	dia	dist.	dist.
Typ léze		zkrat.														
Kost. etiol.	mal.	OS			2	5	1	1		1			1		1	1
Chrup. etiol.	mal.	CHS			1	1		1								
	benig.	Exo					1									
Obrovskobun.		OBN				1										
Kulatobun.		ESFT	2		3		1	1		1		1	1			
Jiné léze		SF										1	8	2		
		OM	4			1							1	2	4	
		MO		1	2											
		Hi						1								
		FD												1		
		MFD	1			1										
		PKC	1	1		1										
		Abs				1										
		Cizí t.					1									
		Neg.				1										
Celkem			8	2	8	12	3	4		2		2	11	6	5	1

Vysvětlivky:

OS = osteosarkom, ES = Ewingův sarkom, PNET = primitivní neuroektodermální nádor, ESFT = nádory Ewingova typu, CHS = chondrosarkom, SF = únavová zlomenina, OBN = obrovskobuněčný nádor, OM = osteomyelitida, MO = myositis ossificans, Hi = histiocytóza, FD = fibrózní dysplazie, Exo = kartilaginózní exostóza, MFD = metafyzární fibrózní defekt, PKC = prostá kostní cysta, Abs = absces, Cizí t. = cizí těleso, Neg. = negativní, lokal. = lokalizace, prox. = proximální, dia = diafýza, dist. = distální

## DISKUSE

Maligní kostní nádory tvoří asi 5 % všech maligních procesů u dětí (18),

OSA a ESFT jsou v nich zastoupeny v 90 %. Navzdory tomu jsou vzácné, a jejich diagnostika může být obtížná (16).

Maligní kostní nádory se vyskytují na dlouhých kostech s největším růstovým potenciálem (distální konec femuru, krček humeru, proximální konec tibie a fibuly a distální konec tibie). OSA se zřídka vyskytuje u dětí před sedmým rokem věku (9), vrchol výskytu je mezi 10–20 roky věku (18). V našem souboru měl nejmladší pacient 8 roků, nejstarší 18 roků. ESFT se vyskytuje nejčastěji ve věku 5–20 roků (23). Nejmladší pacient v našem souboru měl 2 roky, nejstarší byl 20letý. ES bývá na dlouhých kostech lokalizovaný diafyzárně, s šířením do metafýzy (18). Ve srovnání s osteosarkomem postihuje častěji axiální skelet.

Kostní nádory se mohou diagnostikovat náhodně, na nativních snímcích zhotovených například pro trauma, což je všeobecně známá skutečnost.

Kvalitní skiagram je nezbytný k tomu, aby se vyslovalo podezření na možný maligní kostní proces (25).

Ke stanovení diagnózy nebo diferenciální diagnózy mohou přispět některé specifické rysy patologického kostního procesu. Osteosarkom je lokalizovaný typic-

ky intramedulárně, je větší než 6 cm, má objemnou extraosální složku (23) a je možné diferencovat Codmanův trojúhelník. Teleangiektatický osteosarkom je méně častý, působí osteolýzu, při diafyzární lokalizaci může imitovat ES (je-li periostální reakce cibulovitá). Parosální typ je u dětí vzácný, je vždy na povrchu kosti, tj. extraosálně, později prorůstá dovnitř kosti. Patří k „low grade“ nádorům, může recidivovat (7), s četností asi 15 % (13). Periostální osteosarkom vychází z periostu, má extraosální část, může ztenčit nebo erodovat kortikalis, postižení kostní dřene není obvyklé. Tumor je lokalizovaný v oblasti diafýzy tibie a femuru. Tento typ osteosarkomu tvoří pouze 1 % osteosarkomů (19).

ES působí osteolýzu, osteosklerózu nebo je smíšeného typu, může mít doprovodný Codmanův trojúhelník. Extraosální složka nádoru bývá většinou objemná (8), ale může být minimální nebo zcela chybět. Periostální reakce má podobu cibulovitých apozic nebo spikul.

Chondrosarkom kost destruuje, jeho ohraničení je proti okolí chabé, vyskytují se skvrnitě („morušovitě“) kalcifikace.

Pro OBN je typická epifyzární lokalizace, s možným šířením metafyzárně při zašlé růstové zóně. Postižení metafýzy může být rozsáhlejší než postižení epifyzy. Nádor je expanzivní, lokalizovaný excentricky, tvoří obraz mýdlových bublin („soap bubble“).

V současné době se doporučuje po skiagramech volit u pacientů s podezřením na primární maligní kostní nádor jako další zobrazovací metodu MR vyšetření. MR vyšetření se musí provést před biopsií (biopsie může indukovat intramedulární edém kostní dřeně, který ruší hodnocení „stagingu“ nádoru). K vyšetření se využívají celotělové i povrchové cívky. Pokud je to možné, doporučuje se vyšetřit obě končetiny ke srovnání signálu kostní dřeně (4), která představuje zóny krvetvorby. Vyšetřuje se ve třech rovinách (17).

Velmi důležitá je sekvence, která potlačuje signál tuku a zvyšuje signál nádoru (T2\*SE nebo její obdoba – STIR= „short tau inversion recovery“). Je podstatná k hodnocení intramedulárního rozsahu nádoru. Další sekvence jsou nativní a postkontrastní T1 vážení (T1 SE) (po intravenózním podání paramagnetické kontrastní látky – gadolinia Gd- DTPA). Konvenční T2 sekvence se dělají pouze při intraartikulárním šíření nádoru. T1 SE je považována u kostních nádorů za nejvíce specifickou sekvenci a STIR za nejvíce senzitivní sekvenci (11).

Pomocí MR se dá určit rozsah intramedulárního postižení kosti, měřit objem extraosální složky, stanovit „staging“ tumoru (2).

U maligních nádorů může dojít k naddiagnóze při hodnocení rozsahu nádoru, například u ES bývá rozsáhlý doprovodný edém kostní dřeně.

MR je jediná zobrazovací metoda, která spolehlivě (100%) prokáže epifyzární šíření nádoru (21). Epifyzární šíření lze očekávat u 50–88 % nemocných s osteosarkomem (10). V našem souboru to bylo u 38,5 % dětí.

Některé procesy mohou při MR vyšetření imitovat maligní nádor. V takovém případě je interpretace této zobrazovací metody obtížná, například u histiocytózy (označované „great imitator“), únavové zlomeniny, osteomyelitidy, myositis ossificans (2).

V diferenciální diagnostice zejména OSA se na prvním místě uvádí osteomyelitída. V časném stadiu zánětu kosti umožní MR vyšetření určit rozsah postižení kosti i při negativním skiagramu, stejně jako scintigrafie (5). Obdobná je situace u chronické osteomyelitidy. Při MR vyšetření se používají obdobné sekvence jako při vyšetřování maligních nádorů (STIR, T1 SE).

U pacientů s únavovou zlomeninou je první skiagram pozitivní pouze v 15 %, kontrolní v 50 %. Výsledek MR vyšetření může být v počáteční fázi únavové zlomeniny nejasný a je nutné kontrolní vyšetření s časovým odstupem. V našem souboru byl závěr MR vyšetření diagnostický u většiny pacientů (jedenácti). V poslední době se u pacientů s maligním kostním nádorem ve velké míře využívá dynamické MR vyšetření, které podá informace týkající se perfúze, kapilární permeability, a intersticiálního objemu nádoru (27). Má význam při hodnocení viability reziduálního nádoru po neoadjuvantní chemoterapii (6,24), má i prognostický přínos. Předpokladem pro tento typ vyšetření je přístroj se silným magnetickým polem (1,5T), s možností rychlých sekvencí.

CT vyšetření se v současné době doporučuje pouze při primárním nádoru, který postihuje pánev, obličejový skelet a u některých konkrétních diagnóz (například

osteoid osteom). (K vyloučení metastatického postižení plicního parenchymu je CT plic nezbytné.)

Kostní scintigrafie techneciem 99m metylen difosfonátem (Tc<sup>99m</sup> – MDP) je důležitá k vyloučení skip metastáz.

Pozitronová emisní tomografie s použitím 2-[F- 18] -fluoro-2-deoxy-D-glukózy (FDG-PET) nemá v diagnostice primárních kostních nádorů dostatečnou specifitu, protože obdobné nálezy akumulace FDG jsou u osteosarkomu a fibrózní dysplazie nebo chondrosarkomu (1), ovšem FDG-PET slouží k hodnocení odpovědi na neoadjuvantní léčbu a k detekci recidivy nádoru (3, 20).

Angiografické vyšetření se k diagnostice primárních kostních nádorů již nepoužívá.

U dětí se dělá široká otevřená biopsie, která musí poskytnout dostatek materiálu pro histologické, imuno-histochemické a cytogenetické vyšetření. Je známá mutace RB genu na 13q chromozomu u 60–75 % pacientů s osteosarkomem, translokace t (11; 22) u 90–95 % pacientů s ES a reciproční translokace t (21; 22) u 10–15 % pacientů (23, 28).

## ZÁVĚR

V současné době je lékařům dostupná škála moderních zobrazovacích vyšetřovacích metod. U dětí s patologickým procesem lokalizovaným na dlouhé kosti je to vedle skiografie MR vyšetření na většině pracovišť moderní multidetektorové CT vyšetření. Navzdory tomu zůstává určitým problémem diferenciální diagnóza mezi maligním kostním procesem, osteomyelitidou a únavovou zlomeninou. Jednotlivé vyšetřovací metody se nesmí hodnotit izolovaně, protože by to mohlo vést k závažným diagnostickým chybám. Maligní kostní nádory jsou u dětí diagnostikovány většinou až mají velkou extraosální složku.

Deset až třináct roků je věková kategorie dětí, v níž diagnostikujeme patologický proces jakékoliv etiologie nejčastěji.

## Literatura

1. AOKI, J., WATANABE, H., SCHINOZAKI, T., TAKAGISHI, K., ISHIJIMA, H., OYA, N., SATO, N., INOUE, T., ENDO, K.: PDG PET of primary benign and malignant bone tumors: Standardized uptake value in 52 lesions. *Radiol.*, 219: 774–777, 2001.
2. BADER, T. R., IMHOF, H., DOMINKUS, M.: Primäre maligner Knochentumore: Pitfalls in der MR- Diagnostik primär maligner Knochentumoren. *Der Radiologe*, 38: 530–538, 1998.
3. BRENNER, W., BOHUSLAVIZKI, K. H., EARY, J. F.: PET imaging of osteosarcoma. *J. Nucl. Med.*, 44: 930–942, 2003.
4. BRISSE, H., OLLIVIER, L., EDELINE, V., PACQUEMENT, H., MICHON, J., GLORION, Ch., NEUENSCHWANDER, S.: Imaging of malignant tumours of the long bones in children: monitoring response to neoadjuvant chemotherapy and preoperative assessment. *Pediat. Radiol.*, 34: 595–605, 2004.



5. CONNOLLY, L. P., CONNOLLY, S. A., DRUBACH L. A., JARAMILLO, D., TREVES, S. T.: Acute hematogenous osteomyelitis of children: assessment of skeletal scintigraphy – based diagnosis in the era of MRI. *J. Nucl. Med.*, 43: 1310–1316, 2002.
6. EL KHADRAWY, A. M., HOFFER, F. A., REDDICK, W. E.: Ewing's sarcoma recurrence vs radiation necrosis in dynamic contrast-enhanced MR imaging: a case report. *Pediat. Radiol.*, 29: 272–4, 1999.
7. FERGUSON, W. S., GOORIN, A. M.: Current treatment of osteosarcoma. *Cancer*, 19: 292–315, 2001.
8. GRIER, H. E.: The Ewing family of tumors. *Pediat. Clin. N. Amer.*, 34: 991–1004, 1997.
9. GURNEY, J. G., SEVERSON, R. K., DAVIS, S. et al.: Incidence of cancer in children in the United States. *Cancer*, 49: 1890–1897, 1982.
10. HOFFER, F. A., NIKANOROV, A. Y., REDDICK, W. E. et al.: Accuracy of MR imaging for detection epiphyseal extension of osteosarcoma. *Pediat. Radiol.*, 30: 289–298, 2000.
11. HOFFER, F. A.: Primary skeletal neoplasia: osteosarcoma and Ewing sarcoma. *Topics Magn. Reson. Imag.*, 13: 231–240, 2002.
12. JANÍČEK, P., JELÍNEK, O., ONDRUŠEK, Š.: Is it really tumour? Abstract Book, CEOC 2004, Prague 9.–12. 6., Suppl. 1, 35.
13. JOHNSON, K., DAVIES, A. M., EVANS, N., GRIMER, R. J.: Imaging recurrent parosteal osteosarcoma. *Europ. Radiol.*, 11: 460–466, 2001.
14. KILIJÁN, J., DUNGL, P., ZÍDKOVÁ, H.: Osteoidní osteom acetabula: úskalí diagnostiky a léčby. *Acta Chir. orthop. Traum.čech.*, 63: 21–24, 1996.
15. KORDOŠ, J., sen., MAKAI, F., KORDOŠ, M. jun.: Obrovskobunkový nádor-osteoclastoma: I. část. *Acta Chir. orthop. Traum.čech.*, 68: 117–121, 2001.
16. LANG, S., SULZBACHER, I.: Spezielle diagnostische probleme bei primär malignen Knochentumoren. *Radiologe*, 38: 458–466, 1998.
17. MECHL, M.: Novinky v MR zobrazování muskuloskeletálního aparátu. *Čes. Radiol.*, 58: 305–307, 2004.
18. MEYER, J. S., MACKENZIE, W.: Malignant bone tumors and limb-salvage surgery in children. *Pediat. Radiol.*, 34: 606–613, 2004.
19. MURPHEY, M. D., JELINEK, J. S., TEMPLE, T., FLEMMING, D. J., GANNON, F. H.: Imaging of periosteal osteosarcoma: Radiologic-pathologic comparison. *Radiol.*, 233: 129–138, 2004.
20. NADEL, H. R., STILWELL, M. E.: Nuclear medicine topics in pediatric musculoskeletal disease. *Radiol. Clin. N. Amer.*, 39: 619–651, 2001.
21. PANUEL, M., GENTET, J. C., SCHEINER, C. et al.: Physeal and epiphyseal extent of primary malignant bone tumors in childhood. Correlation of preoperative MRI and the pathologic examination. *Pediat. Radiol.*, 23: 421–424, 1993.
22. PEABODY, T. D., SIMON, M. A.: Making the diagnosis- keys to a successful biopsy in children with bone and soft-tissue tumors. *Orthop. Clin. N. Amer.*, 27: 453–459, 1996.
23. PIERZ, K. A., WOMER, R. B., DORMANS, J. P.: Pediatric bone tumors: osteosarcoma, Ewing's sarcoma and chondrosarcoma associated with multiple hereditary osteochondromatosis. *J. Pediatr. Orthop.*, 21: 412–418, 2001.
24. SCHOVANEC, J., MRÁČEK, J., TRČ, T.: Ewingův sarkom u dětí- možnosti současné chirurgické terapie, zhodnocení našeho souboru pacientů. *Acta Chir. orthop. Traum.čech.*, 71: 220–227, 2004.
25. SUNDARAM, M.: Magnetic resonance imaging for solitary lesions of bone: when, why, how useful? *J. Orthop. Science*, 4: 384–396, 1999.
26. TRNKA, V., MATĚJOVSKÝ, Z.: Význam peroperační biopsie v diagnostice a léčbě nádorů pohybového aparátu. *Acta Chir. orthop. Traum.čech.*, 61: 276–279, 1994.
27. VERSTRAETE, K. L., LANG, P.: Bone and soft tissue tumors: the role of contrast agents for MR imaging. *Europ. J. Radiol.*, 34: 229–246, 2000.
28. ZOUBEK, A., KOVAR, H., GADNER, H.: Zytogenetische und molekulargenetische Veränderungen bei bösartigen primären Knochentumoren. *Radiologe*, 38: 467–471, 1998.

MUDr. Jarmila Skotáková, CSc.,  
Klinika dětské radiologie FN Brno,  
Černopolní 9,  
615 00 Brno  
e-mail: j.skotakova@post.cz  
tel.: 532 234 703

Práce byla přijata 2. 3. 2006.