

DIAGNOSTIKA NÁDORŮ MĚKKÝCH TKÁNÍ POMOCÍ MAGNETICKÉ REZONANCE

DIAGNOSTIC IMAGING OF THE SOFT TISSUE TUMORS USING MAGNETIC RESONANCE

přehledový článek

Hynek Mírka¹
Jiří Ferda¹
Jan Kastner¹
Boris Kreuzberg¹
Tomáš Pavelka²
Michal Michal³

¹Klinika zobrazovacích metod LF UK a FN, Plzeň

²Klinika ortopedie a traumatologie pohybového ústrojí LF UK a FN, Plzeň

³Šiklův ústav patologie LF UK a FN, Plzeň

Přijato: 15. 8. 2012.

Korespondenční adresa:

MUDr. Hynek Mírka, Ph.D.
Klinika zobrazovacích metod LF UK a FN
Alej Svobody 80, 304 60 Plzeň
e-mail: mirka@fnplzen.cz

Práce podpořena Programem rozvoje Univerzity Karlovy (projekt číslo P36).

SOUHRN

Mírka H, Ferda J, Kastner J, Kreuzberg B, Pavelka T, Michal M. Diagnostika nádorů měkkých tkání pomocí magnetické rezonance

Nádory měkkých tkání jsou rozsáhlou a značně heterogenní skupinou onemocnění vyžadující multimodální diagnostický přístup. Magnetická rezonance se stala díky vysoké senzitivitě a kontrastnímu rozlišení nejefektivnější metodou při jejich detekci a lokálním stagingu. Její možnosti při stanovení histologického typu nádoru a často i při rozhodnutí, zda je léze benigní či maligní jsou značně omezené. Z tohoto důvodu musí být až na výjimky kombinována s histologickým vyšetřením, které je rovněž nezbytné pro kompletní staging. Článek se zabývá technikou vyšetřování nádorů měkkých tkání pomocí magnetické rezonance a využitím metody při stagingu a diferenciatální diagnóze. Krátce jsou zmíněny i možnosti dalších zobrazovacích modalit.

Klíčová slova: magnetická rezonance, nádory měkkých tkání, klasifikace, diferenciatální diagnóza, staging.

SUMMARY

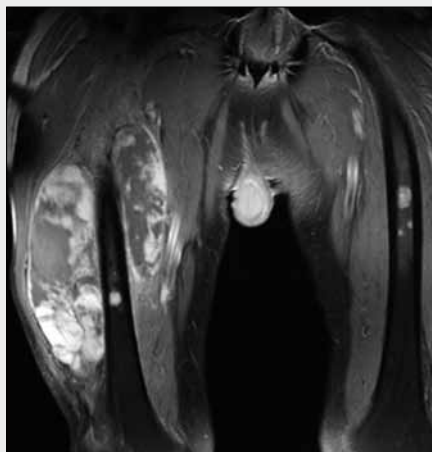
Mírka H, Ferda J, Kastner J, Kreuzberg B, Pavelka T, Michal M. Diagnostic imaging of the soft tissue tumors using magnetic resonance

Soft tissue tumors are large and heterogeneous group of diseases requiring multimodality diagnostic approach. Magnetic resonance is, thanks to its high sensitivity and contrast resolution, the most effective method for their detection and local staging. Its possibilities in determining the histological type of tumor and in the decision whether the lesion is benign or malignant are quite limited. For this reason it MRI must be, with few exceptions, combined with histological examination, which is also necessary for complete staging. This article deals with MRI examination technique and the use of this method for staging and differential diagnosis. The possibilities of other imaging modalities are also briefly mentioned.

Key words: magnetic resonance imaging, soft tissue tumors, classification, differential diagnosis, staging.



▲ Obr. 1A



▲ Obr. 1B

Obr. 1. **Liposarkom s metastázami v obou stehenních kostech, srovnání MDCT a MR.** A – MDCT, rekonstrukce v koronární rovině. Tumor je jen mírně hypodenzní vůči přilehlým svalům, metastázy v kostní dřeni jsou obtížně odlišitelné; B – MR, T1 TSE s potlačením signálu tuku. Je velmi dobře patrná hranice tumoru i metastázy v obou stehenních kostech.

Fig. 1. **Liposarcoma with metastases to both femoral bones, comparison between CT and MRI.** A – MDCT, coronal reformation. Tumor is slightly hypodense compared to adjacent muscles, metastases in the bone marrow are poorly visible; B – MRI, T1 TSE with fat saturation. Tumor border and bone marrow metastases are clearly visible.

ÚVOD

Nádory měkkých tkání vycházejí z neepiteliálních extraskeletálních struktur s výjimkou lymfatických uzlin, podpůrné tkáně orgánů a periferního nervového systému. Jedná se o značně heterogenní skupinu, jejíž klasifikace vychází z histomorfologických a imunohistochemických vlastností (tab. 1 a 2) (1–3). Incidence maligních nádorů měkkých tkání je nízká, uvádí se v intervalu 15–35 na milion obyvatel za rok. Frekvence výskytu stoupá s věkem a je mírně vyšší u mužského pohlaví. Přibližně 75 % z nich je vysoce maligních a asi 10 % má již v době záchytu metastázy. Až v 75 % jsou postiženy končetiny. Benigní nádory měkkých tkání jsou, na rozdíl od maligních, velmi časté. Jejich incidence je až 100krát vyšší (1).

Příčiny vzniku nádorů měkkých tkání jsou, stejně jako u jiných nádorových onemocnění, v naprosté většině případů nejasné. Výjimkou jsou nádory, u kterých je prokázána souvislost s genetickou poruchou, infekcí nebo ozářením

Tab. 1. **Skupiny nádorů měkkých tkání podle klasifikace WHO (2012) (1)**
Table 1. **Soft tissue tumors groups according to WHO classification (2012) (1)**

adipocytární nádory
fibroblastické/myofibroblastické nádory
tzv. fibrohistiocytární nádory
nádory z hladké svaloviny
pericytární (perivaskulární) nádory
nádory z příčně pruhované svaloviny
cévní nádory
chondrooseózní nádory
nádory nejisté diferenciace

Tab. 2. **Nejčastější nádory měkkých tkání (2, 3)**
Table 2. **The most common soft tissue tumors (2, 3)**

Benigní nádory	Četnost	Maligní nádory	Četnost
lipom	16 %	„maligní fibrózní histiocytom“	28 %
benigní fibrózní histiocytom	13 %	liposarkom	15 %
nodulární fasciitida	11 %	leiomyosarkom	12 %
fibromatóza	10 %	neklasifikovaný sarkom	11 %
hemangiom	7 %	synoviální sarkom	10 %

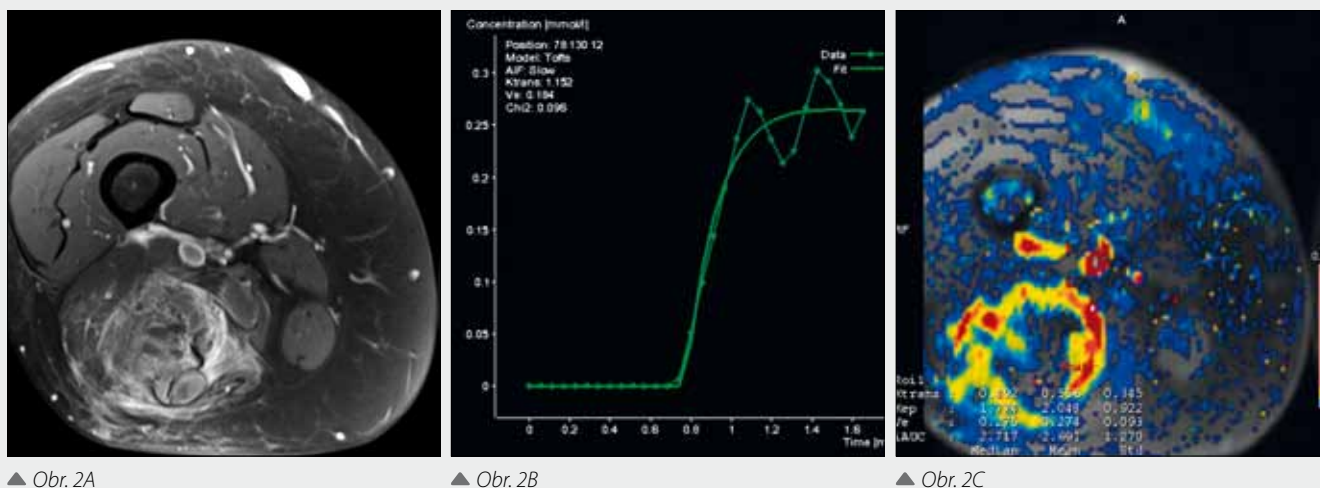
(4). Nežádá se stává, že je nádor diagnostikován v souvislosti s traumatem. V těchto případech se zpravidla nejedná o příčinnou souvislost, ale o náhodnou koincidence a trauma slouží pouze jako faktor, který upozorní na přítomnost jiné abnormality.

VYUŽITÍ ZOBRAZOVACÍCH METOD

Patologické útvary vycházející z měkkých tkání patří mezi relativně časté indikace k vyšetření zobrazovacími metodami. Neexistuje jediná univerzální modalita vhodná pro všechny typy nádorů. V mnoha případech se neobejdeme bez kombinace více zobrazovacích metod, jejichž vzájemný vztah nelze považovat za konkurenční, ale za komplementární. Hlavní význam diagnostického zobrazování tkví v prokázání nebo vyloučení přítomnosti nádoru a eventuálně poskytnutí informací nezbytných pro staging (velikost ložiska, lokalizace, ohraničení, šíření do dalších kompartmentů, postižení uzlin a přítomnost metastáz). Velmi často není možné na základě zobrazovacích vyšetření určit typ nádoru a v některých případech nelze rozhodnout ani mezi benigní a maligní lézí. Proto se až na výjimky, kterými jsou některé benigní útvary se specifickými obrazy (například lipom, hemangiom nebo myositis ossificans), neobejdeme bez histologického vyšetření. To je rovněž nezbytné pro stanovení grade nádoru, který patří mezi parametry určující klinické stádium (5). Zobrazovací metody jsou rovněž významné při sledování nemocných po chirurgických výkonech a hodnocení efektu chemo- nebo radioterapie.

VÝZNAM MAGNETICKÉ REZONANCE

Magnetická rezonance (MR) je při vyšetřování nádorů měkkých tkání preferovanou metodou. Její výhodou je vysoká senzitivita a komplexní zobrazení anatomických poměrů i morfologie léze. Vyniká vysokým kontrastním rozlišením, které umožňuje lépe hodnotit jednotlivé anatomické struktury a odlišit patologickou tkáň od normální (obr. 1). V některých případech prokáže specifické signální změny způsobené určitými tkáněmi nebo substancemi (tuk, vazivo, deriváty he-



▲ Obr. 2A

▲ Obr. 2B

▲ Obr. 2C

Obr. 2. **Recidiva myxofibrosarkomu stehna, dynamické a perfuzní vyšetření.** A – T1 vážený obraz po aplikaci kontrastní látky; B – maligní typ křivky syčení; C – parametrická mapa AUC a číselné hodnoty perfuzních parametrů

Fig. 2. **Recurrence of myxofibrosarcoma of the thigh, dynamic and perfusion examination.** A – T1 weighted image after injection of contrast material; B – malignant type of time attenuation curve; C – AUC parametric map and numeric values of perfusion parameters

moglobinu). Její nevýhodou je horší kvalita zobrazení kostěných struktur, kalcifikací a menších kolekcí plynu (6, 7).

POZNÁMKY K TECHNICE VYŠETŘENÍ

Pro MR zobrazení nádorů měkkých tkání neexistuje univerzálně použitelný vyšetřovací protokol, vždy je třeba zohlednit lokalizaci, charakter nálezu a účel vyšetření. Nádor by měl být zobrazen minimálně ve dvou rovinách, z nichž jedna je axiální. Upřednostňují se povrchové cívky dosahující vyššího geometrického rozlišení, které je nezbytným předpokladem pro přesný staging. Základem jsou T1 a T2 vážené obrazy. Pro T2 vážené zobrazení se používají obvykle sekvence rychlého spinového echa. Tyto obrazy poskytují dobrý kontrast mezi nádorem a okolními tkáněmi. T1 vážené obrazy jsou zásadní pro detekci některých komponent tumorů (například methemoglobinu) a pro hodnocení kontrastního syčení. Mohou se používat sekvence rychlého spinového echa nebo pro třídimenzionální zobrazení sekvence gradientového echa. Sekvence s potlačením signálu tuku jsou důležité pro odlišení části nádoru obklopených tukem. Technika STIR, která poskytuje velmi dobrý kontrast, má nižší geometrické rozlišení. Další možností je potlačení tuku pomocí spektrální saturace. Tyto obrazy mají vyšší rozlišení oproti technice inversion recovery a jsou vhodné pro postkontrastní zobrazení. Vzhledem k tomu, že se při použití sekvencí se spektrální saturací tuku mění intenzita signálu tkání, je pro hodnocení kontrastního syčení vhodné mít k dispozici stejnou sekvenci bez aplikace kontrastní látky. Postkontrastní vyšetření je zásadní pro přesné určení rozsahu nádoru a odlišení jeho solidní části od nektróz, krvácení nebo cystické složky.

MR angiografie umožňuje s dostatečnou přesností posoudit arteriální zásobení i žilní drenáž patologických lézí, což je významné při hodnocení cévních malformací, invaze cévních struktur u malignit a při plánování chirurgické či intervenčně-radiologické léčby.

Dynamické postkontrastní vyšetření umožňuje hodnotit míru vaskularizace tkáně nádoru a na jejím základě zpřesnit diferenciální diagnózu mezi maligními a benigními lézemi. Může se rovněž uplatnit při hodnocení odpovědi na léčbu a posuzování eventuální recidivy nádoru. Maligní nádory s větší cévní hustotou a menším extravaskulárním extracelulárním kompartmentem se sytí více a rychleji než léze benigního charakteru. Typická maligní křivka syčení vykazuje krátce po aplikaci kontrastní látky strmý nárůst intenzity signálu, který je vystřídaný plateau nebo vymytím kontrastní látky (obr. 2). Syčení lézí benigního charakteru je pozvolné a nedosahuje tak vysoké intenzity. Podobným způsobem jako benigní a maligní nádory je možné rozlišit jizevnatou tkáň od recidivy tumoru (8). Při pozitivní reakci na chemo- či radioterapii se intenzita syčení maligního nádoru snižuje a její nárůst se zpomaluje. Pro tyto účely je nezbytné mít k dispozici dynamické vyšetření provedené před zahájením léčby. Je třeba mít na paměti, že dynamika kontrastního syčení je jen jedním z faktorů, který přispívá ke zpřesnění diferenciální diagnózy mezi benigními a maligními procesy s určitým rizikem falešných pozitivit (například u čerstvě jizevnaté tkáně) nebo negativit (u dobře diferencovaných maligních nádorů nebo maligních nádorů ovlivněných chemoterapií), proto je vždy třeba zohlednit i jejich další charakteristiky.

Vyšetření perfuze umožňuje z dat získaných pomocí rychlého postkontrastního dynamického vyšetření určit míru neovaskularizace v nádorové tkáni. Využívá se především pro hodnocení léčebné odpovědi, ale důležité informace může přinést i při plánování biopsie a výběru vhodných kandidátů biologické léčby, která je zaměřená na potlačení neoangiogeneze (9, 10). Základem pro výpočet perfuzních parametrů je křivka syčení tkáně, ze které se pomocí matematických modelů vypočítávají perfuzní parametry. Ty mohou být vyjádřené číselně nebo prostřednictvím parametrických map (obr. 2). V oblasti magnetické rezonance se používají parametry K_{trans} (vyjadřuje míru přestupu kontrastní látky z intravaskulárního do extravaskulárního extracelulárního prostoru), K_{ep} (přestup kontrastní látky z extravaskulárního extracelulárního

prostoru do intravaskulárního prostoru), Ve (objem extravaskulárního extracelulárního prostoru) a AUC (plocha pod křivkou sycení odpovídající objemu krve). Stejně jako u dynamického vyšetření je pro účely hodnocení efektu terapie nezbytné mít pro srovnání k dispozici perfuzní vyšetření provedené před léčbou.

Difuzní vážení je relativně rychlou a jednoduchou metodou, jak zhodnotit buněčnost nádoru, která do určité míry koresponduje s jeho dignitou. Pro vysoce buněčné nádory, které jsou obvykle maligní, je charakteristická přítomnost restrikce difuze projevující se nízkou hodnotou aparentního difuzního koeficientu (ADC) (obr. 3). Vyšší hodnoty ADC se nacházejí u benigních nádorů nebo nádorů obsahujících mucinózní složku (11, 12). Hodnocení difuze je přínosné také při hodnocení léčebné odpovědi maligních nádorů. Pozitivní reakce je spojena se zvyšováním hodnoty ADC. V praxi se difuzní vážení, podobně jako dynamika sycení, používá jako jeden z parametrů, který umožňuje, spolu s dalšími, zvýšit přesnost magnetické rezonance při rozlišování benigních a maligních lézí. Vzhledem k tomu, že existuje překryv mezi hodnotami ADC obou typů nádorů, nelze jej brát jako jediné spolehlivé kritérium.

DALŠÍ ZOBRAZOVACÍ METODY

Přínos prostých snímků při hodnocení nádorů měkkých tkání je velmi omezený. Přesto mohou v některých případech přinést důležité informace. Lze je využít především pro hodnocení přítomnosti kalcifikací a změn na skeletu, jejichž zobrazení je při vyšetření magnetickou rezonancí problematické a nejsou buď vůbec detekovatelné, nebo vytvářejí zavádějící obrazy. Například myositis ossificans, pokud je vyšetřována pouze magnetickou rezonancí, může připomínat agresivní sarkom (13).

Ultrasonografie je často první zobrazovací metodou použitou u hmatných lézí v měkkých tkáních. U jasně benigních nálezů (například lipom, hemangiom nebo cysta) může být metodou definitivní. Při hodnocení se standardně využívá B-mod i dopplerovské módy (14). Pro přesnější hodnocení mikrovaskularizace lze využít echoktrastní látku. Ultrasonografie nemůže pro své limitace (například nemožnost hodnocení kostí a kalcifikovaných struktur) být definitivní zobrazovací metodou při stagingu maligních nádorů.

Výpočetní tomografie (CT) je nejefektivnější modalitou při hodnocení kostní architektury. Dokáže velmi přesně, bez ohledu na složitost anatomických poměrů, zobrazit změny vlastní kosti, periostální reakci i nádorové kalcifikace. Na rozdíl od MR odhalí i drobné kolekce plynu. Při hodnocení vlastních měkkých tkání je méně přesná a využívá se zejména v případech, kdy je MR kontraindikována (15). CT angio-

grafie dokáže kvalitně posoudit makrovaskularizaci nádoru i jeho vztah k okolním strukturám. Především pro účely hodnocení efektu chemo- nebo radioterapie lze využít hodnocení nádorové mikrovaskularizace pomocí perfuzního CT (9). CT je preferovanou metodou při detekci plicních metastáz.

Angiografie slouží v současnosti především jako mapa pro případné vaskulární intervence, při posuzování vaskularizace nádoru a hodnocení vztahu k cévním strukturám byla nahrazena méně invazivními alternativami (angiografie pomocí výpočetní tomografie nebo magnetické rezonance).

PET/CT prokazuje v nádorech vyššího grade zvýšený metabolický obrat glukózy, čímž je může odlišit od malignit nízkého grade nebo benigních útvarů. Metoda se může vhodně uplatnit i v celotělovém stagingu a hodnocení efektu terapie (16).

KLASIFIKACE NÁDORŮ MĚKKÝCH TKÁNÍ

Klasifikace nádorů měkkých tkání vychází ze systému stanoveného světovou zdravotnickou organizací. Jeho poslední revize byla provedena v roce 2002. Zahrnuje devět skupin nádorů (tab. 1). Každá skupina je dále členěna podle biologického chování na benigní, intermediální a maligní nádory. Proti dřívějšímu systému v ní bylo provedeno několik významných změn. Především došlo k překlasičování maligního fibrózního histiocytomu (MFH). Tři z jeho forem (pleomorfní, obrovskobuněčný a inflamatorní) byly nově definovány jako formy pleomorfního sarkomu patřícího do skupiny tzv. fibrohistiocytárních nádorů. Další dva subtypy, myxoidní a angiomatoidní, byly přeřazeny jiných skupiny fibroblastických/myofibroblastických nádorů a nádorů nejisté diferenciace (tab. 3) (17). Mezi další významnější změny patří sloučení atypického lipomatózní nádoru a dobře diferencovaného liposarkomu do jedné entity a přeřazení myositis ossificans z chondroseózních lézí do fibroblastických/myofibroblastických (1, 6).

STAGING MALIGNÍCH A BENIGNÍCH NÁDORŮ

Staging slouží ke stanovení prognózy a volbě správného léčebného postupu. Spolu s detekcí ložiska je nejdůležitější úkolem zobrazovacích metod. MR je v tomto ohledu považována za nejpřínosnější modalitu. Stážovací systémy nádorů měkkých tkání zohledňují kromě parametrů TNM (tumor, uzliny, metastázy) i grade. Hovoříme tedy o tzv. GTNM klasifikaci. Z tohoto důvodu musí být spolu se zobrazením vždy provedeno i histologické vyšetření. Radiolog proto nemůže

Tab. 3. Nová klasifikace subtypů maligního fibrózního histiocytomu (MFH) (17)

Table 3. Novel classification of malignant fibrous histiocytoma (MFH) subtypes (17)

Původní klasifikace	Nová klasifikace	Nová kategorie
storiformní-pleomorfní MFH	nediferencovaný high-grade pleomorfní sarkom	tzv. fibrohistiocytární nádory
myxoidní MFH	myxofibrosarkom	fibroblastické/myofibroblastické nádory
obrovskobuněčný MFH	nediferencovaný pleomorfní sarkom s obrovskými buňkami	tzv. fibrohistiocytární nádory
inflamatorní MFH	nediferencovaný pleomorfní sarkom s prominujícím zánětem	tzv. fibrohistiocytární nádory
angiomatoidní MFH	angiomatoidní fibrózní histiocytom	nádory nejisté diferenciace

Tab. 4. Ennekingův systém stagingu maligních muskuloskeletálních nádorů (18)

Table 4. Enneking staging system of malignant musculoskeletal tumors (18)

Stadium	Grade	Tumor	Metastázy	Léčba
IA	G1	intrakompartmentální (T1)	M0	široká excize
IB	G1	extrakompartmentální (T2)	M0	
IIA	G2	intrakompartmentální (T1)	M0	amputace/exartikulace ev. široká excize + chemoterapie
IIB	G2	extrakompartmentální (T2)	M0	
III	libovolný	libovolný	M1	amputace/exartikulace + chemoterapie

G1 – nízký grade, G2 – vysoký grade, intrakompartmentální – tumor se nachází uvnitř anatomického kompartmentu, extrakompartmentální – tumor postihuje primárně nebo sekundárně extrafasciální nebo jiné prostory postrádající anatomickou bariéru

Tab. 5. Ennekingův systém stagingu benigních muskuloskeletálních nádorů (18)

Table 5. Enneking staging system of benign musculoskeletal tumors (18)

Stadium	Ohraničení	Grade	Metastázy
latentní	ostré	G0	M0
aktivní	neostré	G0	M0
agresivní	neostré	G1–2	libovolné

sám provést přesnou klasifikaci klinického stadia, jeho povinností je ale poskytnout přesné informace o velikosti ložiska, jeho šíření do okolních kompartmentů a přítomnosti postižení uzlin a metastáz. Starší Ennekingova klasifikace klade u tumoru důraz na šíření do okolních kompartmentů. Biologické chování nádorů je hodnoceno dvěma stupni (tab. 4, obr. 4). Lze ji použít jak pro nádory měkkých tkání, tak pro nádory skeletu. Enneking vytvořil rovněž systém pro stážování benigních nádorů hodnotící míru jejich agresivity. Kromě grade nádoru bere v úvahu jeho ohraničení a přítomnost metastáz (tab. 5) (18). Novější stážovací systém maligních nádorů měkkých tkání vytvořený společností AJCC (American Joint Co-

mittee on Cancer) zohledňuje u parametru T velikost ložiska. Tato klasifikace dělí grade nádorů, na rozdíl od Ennekingovy klasifikace, do čtyř stupňů (tab. 6, obr. 4) (19).

Kolem větších nádorů se často vyskytuje peritumorózní edém nebo zánětlivé změny které mohou být zdrojem nadhodnocení stadia. Peritumorózní edém se projevuje především v T2 vážených obrazech, kdy vytváří hypersignální zóny kolem nádorového ložiska (obr. 5). Od nádorové infiltrace jej lze odlišit po aplikaci kontrastní látky, kdy se nesytí. Odlišení peritumorózních zánětlivých změn je obtížnější, protože v nich dochází k hyperémii spojené s postkontrastním syćením.

DIFERENCIÁLNÍ DIAGNÓZA

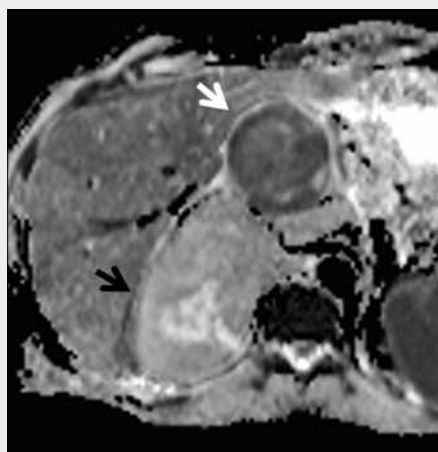
Jak již bylo zmíněno výše, možnosti zobrazovacích metod při diferenciální diagnóze nádorů měkkých tkání značně limitované. Radiolog by měl pomocí systematického přístupu na základě informací o pacientovi (věk, klinický nález, anamnéza, přidružené choroby), lokalizace a zobrazovacích charakteris-

Tab. 6. Staging maligních nádorů měkkých tkání podle AJCC (American Joint Committee on Cancer) (19)

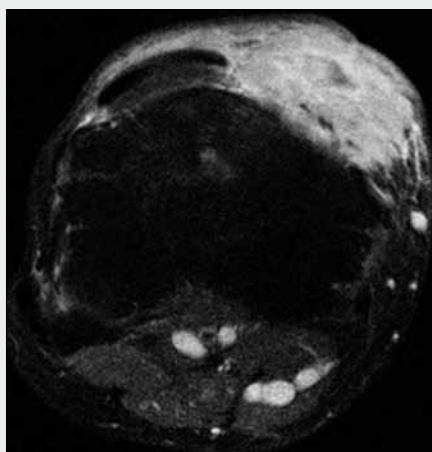
Table 6. Staging of malignant soft tissue tumors according to AJCC (American Joint Committee on Cancer) (19)

Stadium	Grade	Tumor	Uzliny	Metastázy	Léčba
I	G1–2	T1a-b, T2a-b	N0	M0	chirurgická
II	G3–4	T1a-b, T2a	N0	M0	chirurgická + radioterapie
III	G3–4	T2b	N0	M0	chirurgická + radioterapie + chemoterapie
IV	libovolný	libovolný	N1 N0	M0 M1	chemoterapie + chirurgická + radioterapie

Grade: 1 – dobře diferencovaný, 2 – středně diferencovaný, 3 – nížce diferencovaný, 4 – nížce diferencovaný, nediferencovaný
Tumor: T1 ≤ 5 cm, T2 > 5 cm, a – povrchový, b – hluboký



▲ Obr. 3



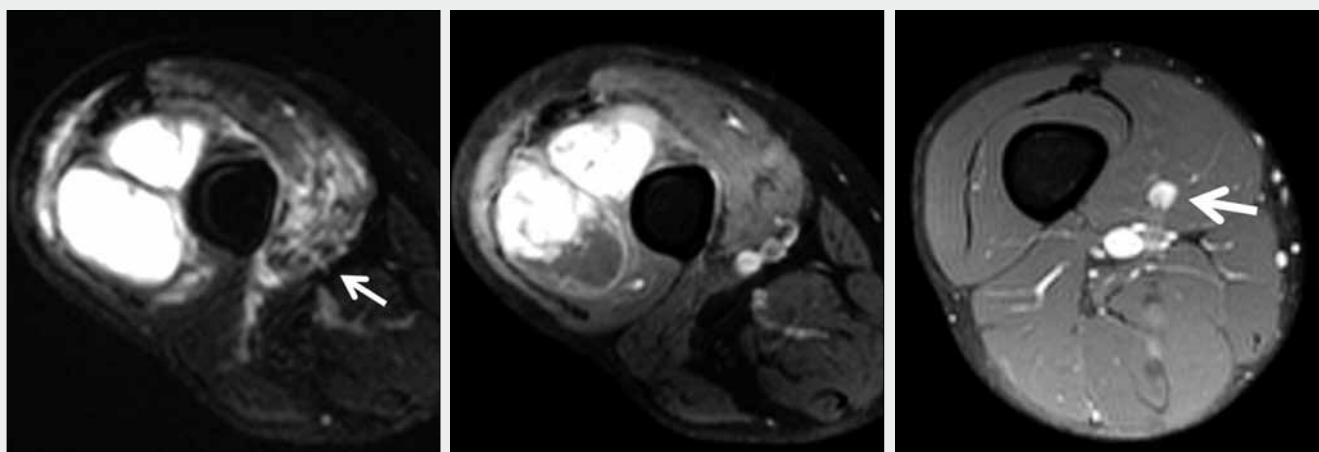
▲ Obr. 4

Obr. 3. Dobře diferencovaný liposarkom tvořený dvěma uzly (bílá a černá šipka), ADC mapa. Restrikce difuze ve ventrálněji uloženém uzlu (bílá šipka).

Fig. 3. Well-differentiated liposarcoma consisting of two nodes (white and black arrow), ADC map. Restriction of diffusion in ventral node (white arrow).

Obr. 4. Vřetenobuněčný sarkom, grade 3, s invazí do kolenního kloubu a femorálního kondylu, bez postižení lymfatických uzlin a bez metastáz – Enneking IIB, AJCC IIIb

Fig. 4. Spindle-cell sarcoma, grade 3, with invasion to the knee joint and femoral condyle, without lymph nodes involvement and without metastases – Enneking IIB, AJCC IIIb



▲ Obr. 5A

▲ Obr. 5B

▲ Obr. 6

Obr. 5. **Peritumoroizní edém.** A – T2 TSE s potlačením signálu tuku, hypersignální edém obklopuje femorální cévy; B – T1 TSE s potlačením signálu tuku po aplikaci kontrastní látky, edém se nesyťí kontrastní látkou, cévní svazek je volný

Fig. 5. **Peritumoral edema.** A – T2 TSE with fat suppression, hypersignal edema surrounding superficial femoral vessels; B – T1 TSE with fat suppression after contrast administration, edema does not enhance, vascular bundle is free.

Obr. 6. **Synoviální sarkom.** T1 TSE s potlačením signálu tuku po aplikaci kontrastní látky; drobný dobře ohraničený homogenně se syťící tumor (šipka) bez jednoznačných maligních morfologických rysů

Fig. 6. **Synovial sarcoma.** T1 TSE with fat suppression after injection of contrast material; small well-circumscribed homogeneously enhancing tumor (arrow) without convincing malignant morphological features

tik nádoru vyčlenit léze, které lze přesně klasifikovat. Ostatní je třeba považovat za neurčité a potenciálně maligní (6).

ODLIŠENÍ MALIGNÍCH A BENIGNÍCH NÁDORŮ

Klasickými kritérii, která odlišují benigní a maligní léze, jsou velikost ložiska, jeho tvar, ohraničení a homogenita struktury. U nádorů měkkých tkání se na ně ale nelze spolehnout. Typickým znakem maligních lézí je hluboké uložení, větší velikost, špatné ohraničení, nehomogenní struktura a nepravidelný tvar. Přítomnost opačných znaků není ale jasnou známkou benignity, protože dobré ohraničení nebo přítomnost pouzdra, jako spíše benigní rys, můžeme najít i u některých maligních nádorů nižšího grade (obr. 6). Naopak benigní léze nemusí vždy být dobře ohraničené, mohou se chovat lokálně agresivně nebo dokonce vytvářet i metastázy.

NÁDORY S TYPICKÝMI PROJEVY

Většina nádorů měkkých tkání má nízkou intenzitu signálu v T1 vážených obrazech a vyšší intenzitu v T2 vážených obrazech. Po aplikaci kontrastní látky se syťí jejich viabilní část, která je obvykle uložená na povrchu. Regresivně změněné nebo cystické části zůstávají bez kontrastního syčení. Za potenciálně blízce specifikovatelné považujeme léze, které obsahují abnormálně vysoký signál v T1 vážených obrazech nebo abnormálně nízký signál v T2 vážených obrazech. Vysoká intenzita signálu v T1 vážených obrazech je charakteristická pro tuk, methemoglobin, melanin a proteinový obsah. Nízký signál v T2 vážených obrazech je charakteristickou vlastností

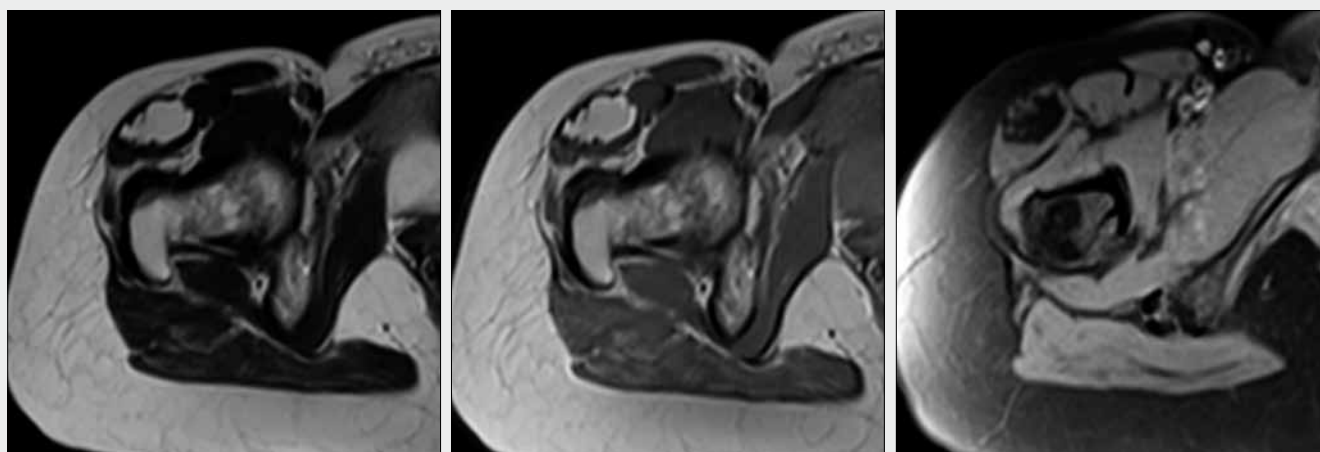
kolagenního vaziva, deoxyhemoglobinu, hemosiderinu, kalcifikací a plynu (6).

ADIPOCYTÁRNÍ NÁDORY

Pro tuto skupinu nádorů je charakteristická přítomnost tukové tkáně, která je v T1 i T2 vážených obrazech hypersignální a snižuje svoji intenzitu v obrazech s potlačením signálu tuku.

Lipom je nejčastějším nádorem měkkých tkání s incidencí až 2,1 na 100 osob. Obsahuje zralou tukovou tkáň, která má v MR obrazu stejné vlastnosti jako podkožní tuk. Vyskytuje se nejčastěji u dospělých v 5. až 6. deceniu. Nádory jsou zpravidla oválného nebo lobulovaného tvaru, ohraničené tenkým pouzdrem. Vnitřní struktura je homogenní nebo mohou být patrná jemná nesyťící se septa (obr. 7). Typický lipom je jednou z mála výjimek v oblasti nádorů měkkých tkání, kdy je možné dojít k diagnóze bez histologického vyšetření. Až třetina lipomů ale obsahuje signál netukové tkáně, způsobený tukovými nekrózami, kalcifikacemi, fibrózními změnami, zánětem nebo myxoidní přeměnou. Existují rovněž smíšené nádory obsahující kromě tuku i jiné mezenchymové tkáně – angolipom, myolipom, fibrolipom, chondrolipom apod. V těchto případech může být stanovení správné diagnózy obtížné až nemožné. Diferenciálně diagnostickým problémem je především odlišení dobře diferencovaného liposarkomu (20).

Lipoblastom a lipoblastomatóza jsou léze dětského věku vyskytující se nejčastěji na končetinách. Lipoblastom je dobře ohraničená léze obsahující malé lalůčky tvořené lipoblasty v různém stadiu vývoje oddělené pojivovou tkání a mukoidní matrix. Při MR vyšetření je jeho struktura nehomogenní ve všech typech sekvencí s prokazatelnými ostrůvky tuku. Lipoblastomatóza je neohraničená difúzní léze obsahující kromě tukové tkáně i svalová vlákna a široká fibrózní septa. Při



▲ Obr. 7A

▲ Obr. 7B

▲ Obr. 7C

Obr. 7. Lipom – intenzita signálu je ve všech sekvencích shodná s podkožním tukem. A – T2 TSE; B – T1 TSE; C – T1 TSE s potlačením signálu tuku
 Fig. 7. Lipoma – same signal intensity as subcutaneous fat in all types of images (arrow). A – T2 TSE; B – T1 TSE; C – T1 TSE with fat saturation

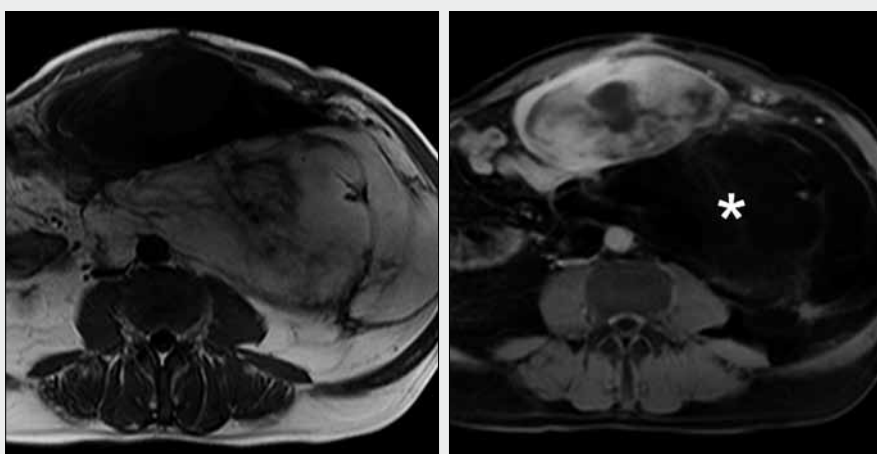
MR vyšetření je pro ni typická nehomogenita s hyperintenzitami v T1 vážených obrazech patrnými i na sekvencích s potlačením signálu tuku, což je dané větším podílem lipoblastů a myxokolagenních stromálních buněk (21).

Vřetenobuněčný a pleomorfní lipom jsou formami lipomu s příměsí vřetenitých buněk. Pleomorfní lipom obsahuje navíc roztroušené obrovské buňky a intersticiální kolagenní tkáň. Typicky se vyskytují v oblasti krku a ramen u mužů starších 45 let. Jsou dobře ohraničené a kromě tukové tkáně obsahují vazivovou tkáň, která má ve všech sekvencích nízkou intenzitu signálu.

Liposarkom se, stejně jako lipom, vyskytuje nejčastěji u starších dospělých s peakem incidence mezi 50.–60. rokem. Kromě tukové tkáně se v těchto nádorech nachází i netuková komponenta, která se sytí kontrastní látkou a podléhá regresivním změnám. Agresivita liposarkomů závisí na stupni diferenciaci, u hůře diferencovaných forem nemusí být tuková tkáň vůbec prokazatelná. Uvádí se, že tuk detekovatelný zobrazovacími metodami se vyskytuje v 50–79 % liposarkomů. Nejčastějšími formami jsou dobře diferencovaný a myxoidní liposarkom. Dobře diferencovaný liposarkom se řadí mezi

intermediální léze, je málo agresivní, nemetastazuje, ale má tendenci k lokálním recidivám. Obsahuje velké množství tuku a někdy může až připomínat benigní lipom (obr. 8). Myxoidní liposarkom je nejčastěji se vyskytující variantou nádoru (cca 50 % případů). Obsahuje menší množství tuku uspořádaného do pruhů nebo ostrůvků (obr. 9). Jeho prognóza je lepší než u dalších histologických variant, kterými jsou kulatobuněčný, pleomorfní a dediferencovaný liposarkom (22).

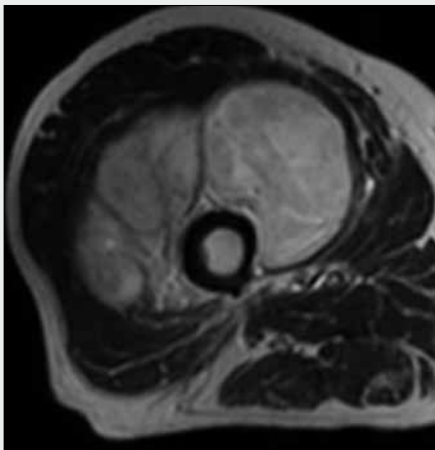
Velmi vzácným benigním adipocytárním nádorem je hibernom. Vychází z hnědého tuku, jehož primární funkcí je produkce tepla. Ve větší míře (asi 5 % tělesné hmotnosti) je přítomen u novorozenců. U dospělých jedinců se nachází malé množství hnědé tukové tkáně v oblasti hrudníku a krku. Buňky hnědého tuku obsahují, na rozdíl od bílého tuku, větší množství tukových kapek a také podstatně více mitochondrií (které obsahují železo a jsou odpovědné za hnědou barvu). Hnědá tuková tkáň je rovněž více vaskularizovaná. Hibernom proto mívá nižší intenzitu signálu než bílý tuk neměnicí se při použití sekvencí s potlačením signálu tuku a sytí se kontrastní látkou (20).



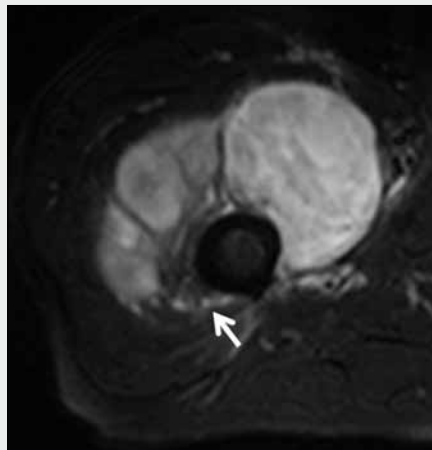
▲ Obr. 8A

▲ Obr. 8B

Obr. 8. Dobře diferencovaný liposarkom – většina hmotnosti nádoru je tvořena vyzrálou tukovou tkání, jejíž intenzita signálu klesá při potlačení signálu tuku (hvězdička). A – T1 TSE nativně; B – T1 TSE s potlačením signálu tuku po aplikaci kontrastní látky. Kromě snížení signálu tukové tkáně je patrné kontrastní sytění netukové složky nádoru.
 Fig. 8. Well differentiated liposarcoma – most of the tumorous mass is composed of mature adipose tissue, the signal intensity drops in fat suppressed sequence (asterisk). A – T1 TSE without contrast; B – T1 TSE with fat suppression after application of contrast media. In addition to reducing the signal intensity of fatty tissue is evident contrast enhancement of nonadipose part of the tumor

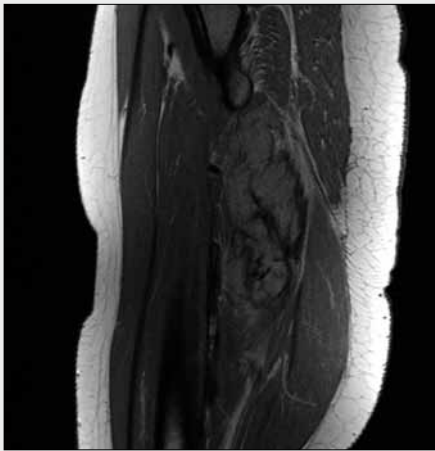


▲ Obr. 9A

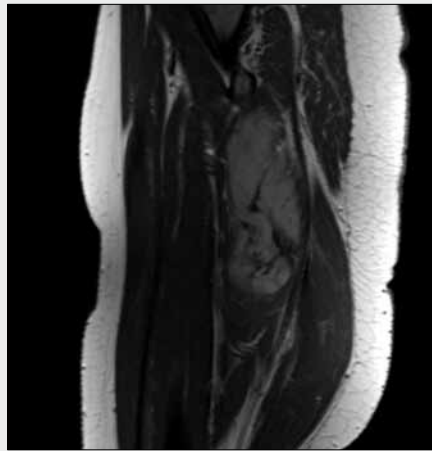


▲ Obr. 9B

Obr. 9. **Myxoidní liposarkom** – nevelký pruh tukové tkáně (šipka) prokazatelný na sekvenci s potlačením signálu tuku. A – T1 TSE bez potlačení tuku; B – T1 TSE s potlačením signálu tuku
 Fig. 9. **Myxoid liposarcoma** – a small strip of adipose tissue (arrow) is detectable in sequence with fat suppression. A – T1 TSE without fat suppression; B – T1 TSE with fat suppression



▲ Obr. 10A



▲ Obr. 10B

Obr. 10. **Desmoid** – pruhy kolagenního vaziva v centru nádoru hyposignální v T1 i T2 vážených obrazech. A – T1 TSE; B – T2 TSE
 Fig. 10. **Desmoid** – stripes of collagenous tissue in the centre of the tumor are hypointense in T1 and T2 weighted images. A – T1 TSE; B – T2 TSE

Tukovou tkáň je možné prokázat i v lézích z jiných skupin, jako jsou hemangiomy nebo myositis ossificans.

FIBROBLASTICKÉ/ MYOFIBROBLASTICKÉ NÁDORY

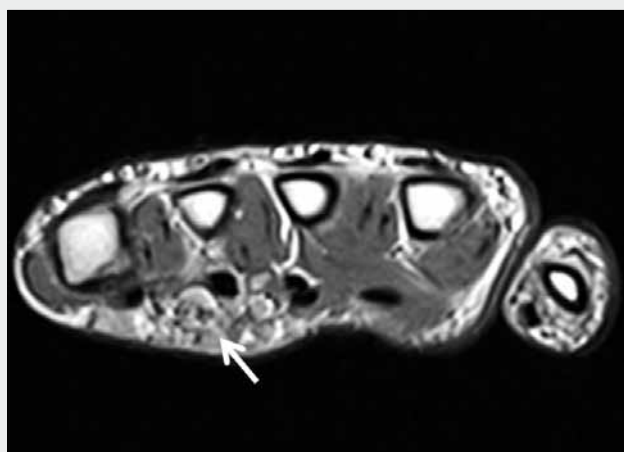
Tato skupina tumorů je značně rozsáhlá a heterogenní. Charakteristická je pro ni přítomnost kolagenního vaziva, které je hyposignální ve všech sekvencích. Představitelem tumorů obsahujících větší množství kolagenu je měkčotkáňový desmoid (nazývaný také agresivní fibromatóza). Jedná se o lokálně agresivní lézi s vysokou tendencí k recidivám (ve 25–65% případů). Řadí se proto mezi intermediální nádory. Léze jsou obvykle výrazně heterogenní s většími oblastmi obsahujícími hypointenzní kolagenní vazivo oddělenými částmi s vyšší buněčností, které mají vyšší signál v T2 vážených obrazech (obr. 10). Ohraničení ložiska je obvykle neostré a má tendenci k zavzetí neurovaskulárních svazků a kosti (23). Z tohoto důvodu je často obtížně odlišitelná od fibrosarkomu. Fibrosarkom se může vyskytovat u dětí (obzvláště před druhým rokem věku) i dospělých. Na rozdíl od desmoidu obsahuje více celulární komponenty. Je pro něj charakteristická tendence k pozdní recidivě, proto se doporučuje delší sledování po léčbě. Va-

zivová komponenta může být přítomná i u jiných malignit, například ze skupiny fibrohistiocytárních nádorů.

Myositis ossificans není nádorovou lézí v pravém slova smyslu, ale díky svému agresivnímu a heterogennímu vzhledu ji může připomínat. Je pro ni typická kombinace oblastí s nízkou intenzitou signálu v T2 vážených obrazech (odpovídající kalcifikacím, osifikacím a depozitům kolagenu nebo hemosiderinu) na povrchu a T2 hyperintenzních zón (daných proliferujícími fibroblasty, myoblasty a myxoidním stromatem) v centru. V osifikovaných zónách můžeme najít rovněž signál tuku (13).

TAKZVANÉ FIBROHISTIOCYTÁRNÍ NÁDORY

Nádory v této skupině mají obvykle nespecifický vzhled. Výjimkou je benigní obrovskobuněčný nádor šlachových pochev, který kromě vazivového stromatu obsahuje i histiocyty naplněné hemosiderinem. Typicky se vyskytuje v oblasti šlachových pochev prstů. Nádor je blíže příbuzný pigmentové villonodulární synovitidě, kterou nacházíme ve velkých kloubech. Obrovskobuněčný nádor šlachových pochev je v MR obrazu dobře ohraničený a homogenní. Jeho signální



▲ Obr. 11A

Obr. 11. **Kavernózní cévní malformace dlaně – T2 vážené obrazy.**
A – tečkovité hyposignální okrsky (šipka); B – lobulární struktura
Fig. 11. **Cavernous vascular malformation of the palm – T2 weighted images.** A – low signal spots (arrow); B – lobular structure (arrow)



◀ Obr. 11B

intenzita je ve všech sekvencích nízká. Je patrný vztah ke šlaše a v přilehlé kosti může být přítomná eroze (24). V diferenciální diagnóze přichází v úvahu nejspíše desmoid, který má většinou agresivnější vzhled.

CÉVNÍ ANOMÁLIE

Tyto patologické léze představují asi 7 % měkkotkáňových expanzí. Klasifikace dle Mullikena a Glowackeho dělí cévní anomálie na dvě skupiny – hemangiomy a cévní malformace (25). Hemangiomy jsou definovány jako benigní nádorové léze dětského věku, které prodělávají typický vývoj. Při narození mohou, ale i nemusí být vytvořené. Krátce po narození, během několika měsíců rychle proliferují a pak přecházejí do stacionární periody následované involucí. Cévní malformace jsou při narození vždy přítomné (nemusí ale být viditelné) a během života se zvětšují proporcionálně s růstem a jsou přítomné po celou jeho délku. Podle histologických znaků je lze dělit na lymfatické, kapilární, venózní, arteriovenózní a smíšené. Vhodnější je však klasifikace podle hemodynamických vlastností na nízko- a vysokoprůtokové.

Cévní anomálie jsou často povrchově uložené, mohou ale postihovat i hluboké struktury, jako například svaly. Nález při MR jsou často diagnostické a nevyžadují histologické ověřování. Na T2 vážených obrazech vidíme obvykle silně hypersignální lobulované nebo hroznovité útvary odpovídající cévním prostorům vyplněným krví. Někdy je v nich možné pozorovat hladinky tekutiny o různé intenzitě signálu. Časté jsou tečkovité hypointenzity v T1 i T2 vážených obrazech představující fibrózní tkáň, kalcifikace, trombózané cévy nebo flow-void artefakty z cév s rychlejším tokem (obr. 11). Může být přítomna i tuková tkáň (26). Na difuz-

ně vážených obrazech je typická absence restrikce difuze. Po aplikaci kontrastní látky se tyto léze obvykle výrazně sytí. U nízkoprůtokových malformací nacházíme větší T2 hypersignální prostory a tenké vinuté cévní struktury orientované obvykle podle dlouhé osy končetiny nebo nervové-cévního svazku. Kontrastní syčení je pomalejší. U vysokoprůtokových cévních malformací více promínají vinuté cévy, jsou výraznější flow-void artefakty a kontrastní syčení je rychlejší (27).

NÁDORY VYCHÁZEJÍCÍ Z PERIFERNÍCH NERVŮ

Kolagen mohou obsahovat i léze vycházející z periferních nervů (schwannom, neurofibrom, maligní schwannom apod.). Ty se sice v současnosti neřadí mezi měkkotkáňové nádory, ale vzhledem k tomu, že se mohou vyskytovat ve stejné oblasti, jsou součástí jejich diferenciální diagnózy.

ZÁVĚR

Možnosti magnetické rezonance při histologickém určení nádorů měkkých tkání a při hodnocení jejich dignity jsou velmi omezené. Metoda je ale velmi přínosná při detekci a stagingu. Úkolem radiologa je tedy především poskytnutí přesných informací o přítomnosti nádoru, jeho velikosti, struktuře, vztahu k okolním strukturám a generalizaci. Pokud léze nemůže být jednoznačně charakterizována jako benigní, je třeba ji označit za neurčitou a provést, stejně jako u maligních nádorů, biotické vyšetření.

LITERATURA

1. **Fletcher CDM, Unni KK, Mertens F.** Pathology and Genetics of Tumours of Soft Tissue and Bone. Lyon, France: IARC Press 2002.
2. **Kransdorf MJ.** Benign soft-tissue tumors in a large referral population: Distribution of diagnosis by age, sex and location. *AJR* 1995; 164: 395–402.
3. **Coindre JM, Terrier P, Guillou L, et al.** Predictive value of grade for metastasis development in the main histologic types of adult soft tissue sarcomas: a study of 1240 patients from the French Federation of Cancer Centers Sarcoma Group. *Cancer* 2001; 91: 1914–1926.
4. **Maghani EG, St-John M, Bhuta S, Abemayour E.** Postirradiation sarcoma: a case report and current review. *American Journal of Otolaryngology-Head and Neck Medicine and Surgery* 2005; 26: 71–74.
5. **Cormier JN, Pollock RE.** Soft tissue sarcomas. *CA Cancer J Clin* 2004; 54: 94–109.
6. **Wu JS, Hochman MG.** Soft-tissue tumors and tumorlike lesions: a systematic imaging approach. *Radiology* 2009; 253: 297–316.
7. **Siegel MJ.** Magnetic resonance imaging of musculoskeletal soft tissue masses. *Radiol Clin North Am* 2001; 39: 701–720.
8. **van Rijswijk CSP, Geirnaerd MJA, Hogendoorn PCW, et al.** Dynamic contrast-enhanced MR imaging in monitoring response to isolated limb perfusion in high-grade soft tissue sarcoma: initial results. *European Radiology* 2003; 13(8): 1849–1858.
9. **Miles KA, Griffiths MR.** Perfusion CT: a worthwhile enhancement? *The British Journal of Radiology* 2003; 76: 220–231.
10. **Cyran CC, Paprottka PM, Schwarz B, et al.** Perfusion MRI for monitoring the effect of sorafenib on experimental prostate carcinoma: a validation study. *AJR* 2012; 198(2): 384–391.
11. **Coh DM, Collins DJ.** Diffusion-weighted mri in the body: applications and challenges in oncology. *AJR* 2007; 188: 1622–1635.
12. **van Rijswijk CSP, Kunz P, Hogendoorn PCW, et al.** Diffusion-weighted MRI in the characterization of soft-tissue tumors. *Journal of Magnetic Resonance Imaging* 2002; 15(3): 302–307.
13. **Parikh J, Hyare H, Saifuddin A.** The imaging features of post-traumatic myositis ossificans, with emphasis on MRI. *Clin Radiol* 2002; 57: 1058–1066.
14. **Bodner G, Schocke ME, Rachbauer F, et al.** Differentiation of malignant and benign musculoskeletal tumors: combined color and power Doppler US and spectral wave analysis. *Radiology* 2002; 223: 410–416.
15. **Panicek DM, Gatsonis C, Rosenthal DI, et al.** CT and MR imaging in the local staging of primary malignant musculoskeletal neoplasms: report of the Radiology Diagnostic Oncology Group. *Radiology* 1997; 202: 237–246.
16. **Strobel K, Fischer DR, Stumpe1 KDM, von Schulthess GK.** Imaging primary musculoskeletal tumors: role of 18F-FDG-PET/CT. *Imaging in Medicine* 2010; 2(1): 87–98.
17. **Osama MA, Igbokwe AA.** Malignant Fibrous Histiocytoma Between the Past and the Present. *Arch Pathol Lab Med* 2008; 132: 1030–1035.
18. **Enneking WE.** Staging of musculoskeletal neoplasms. *Skeletal Radiol* 1985; 13: 183–194.
19. **Kotilingam DD, Lev DC, Lazar AJ, Pollock RE.** Staging soft tissue sarcoma: evolution and change. *CA Cancer J Clin* 2006; 56(5): 282–291.
20. **Vilanova JC, Woertler K, Narváez JA, et al.** Soft-tissue tumors update: MR imaging features according to the WHO classification. *Eur Radiol* 2007; 17: 125–138.
21. **Leonhardt J, Schirg E, Schmidt H, Gluer S.** Imaging characteristics of childhood lipoblastoma. *Fortschr Röntgenstr* 2004; 176: 972–975.
22. **Drevelgas A, Pilavaki M, Chourmouzi D.** Lipomatous tumors of soft tissue: MR appearance with histological correlation. *European Journal of Radiology* 2004; 50: 257–267.
23. **Dinauer PA, Brixey CJ, Moncur JT, Fanburg-Smith JC, Murphey MD.** Pathologic and MR imaging features of benign fibrous soft-tissue tumors in adults. *Radio Graphics* 2007; 27: 173–187.
24. **Karasick D, Karasick S.** Giant cell tumor of tendon sheath: spectrum of radiologic findings. *Skeletal Radiol* 1992; 21: 219–224.
25. **Mulliken JB, Glowacki J.** Hemangiomas and vascular malformations in infants and children: a classification based on endothelial characteristics. *Plast Reconstr Surg* 1982; 69: 412–420.
26. **Teo EHJ, Strouse PJ, Hernandez RJ.** MR Imaging differentiation of soft-tissue hemangiomas from malignant soft-tissue masses. *AJR* 2000; 174: 1623–1628.
27. **Vilanova JC, Barcelo JM, Smirniotopoulos JG, et al.** Hemangioma from head to toe: MR imaging with pathologic correlation. *Radio Graphics* 2004; 24: 367–385.