

総説

軟部腫瘍

青木 隆敏

産業医科大学放射線科

Soft tissue tumor

Takatoshi Aoki

Department of Radiology, University of Occupational and
Environmental Health, School of Medicine**Key words** : Soft tissue tumor, soft tissue mass, MRI, radiography, diagnosis

はじめに

軟部腫瘍には非常に多くの疾患名が存在し、そのほとんどは日常臨床で遭遇することの少ない疾患であるため画像による質的診断の特異性は決して高いとは言えない。しかし、コントラスト分解能の高いMRIに期待され、軟部腫瘍に対してMRIが施行される機会は増えている。本稿では軟部腫瘍における画像診断の役割を述べ、良悪性鑑別の基本事項と診断において留意すべき事項を述べる。

画像診断の役割

軟部腫瘍診断における画像診断の役割は1)存在診断、2)質的診断(良悪鑑別、鑑別診断)、3)広がり診断である。これらの役割を担う中心的検査法はコントラスト分解能の良いMRIであり、他の検査法を凌駕している。単純X線やCTは石灰化・骨化を含む腫瘍の鑑別診断に優れ、隣接骨の評価にも役立つのでMRIの読影の際には合わせて評価する必要がある。

ただし、安価で簡便な単純X線はMRI施行前に撮影する有用性があるが、CTの適応は脊椎周囲など単純X線で骨との関係を評価するのが困難な場合や鑑別診断に石灰化・骨化のパターン解析を要する場合などに限られる。また、近年では超音波カラードプラ法/パルスドプラ法による血流解析を軟部腫瘍の質的診断に応用した報告が散見され^{1), 2)}、超音波は質的診断の一助となる可能性がある。

悪性軟部腫瘍に対する安全な切除範囲の決定には術前に発生部位や腫瘍の広がりを診断する必要がある。周囲既存組織とのコントラストが良いMRI所見から得られる情報は多い。日整会切除縁評価基準では安全な切除縁を決定する際に筋膜などのバリアーを一定の正常組織の距離として換算している³⁾。したがって腫瘍が皮下、筋膜、筋間、筋肉内かという筋膜で区画

された部位のいずれに局在するかは画像による判断は重要で、これらの区画を越えた浸潤の有無や皮膚、腱、血管、神経、関節、骨との関係を評価する必要がある。

良悪性鑑別の基本事項とピットホール

疾患が多様な軟部腫瘍の良悪の鑑別には、非腫瘍性疾患を含めた各疾患についての知識を要することは言うまでもなく、骨腫瘍に比べて画像による良悪鑑別ははるかに困難である。一定の傾向はないが、一般的に良悪鑑別の参考とされる事項を整理し、代表的な例外疾患やピットホールは認識しておくべきである^{4), 5)}。

1) サイズ・発生部位

以前より良く知られている事項であるが、サイズが大きく、深在性に発生する病変では、特定の良性疾患を示唆するような特徴的所見がないかぎり、悪性腫瘍を疑って診断を進める必要がある。深部病変では触診所見と実際のサイズが一致しないことも多く、MRIなど画像診断による病変サイズの把握が必要となる。多くの病期分類では5cmを指標としており、5cmが良悪鑑別におけるサイズの目安とされている。例外として、深在性に発生し、比較的大きくなってから臨床的に問題となる良性疾患にデスマイドや筋肉内粘液腫などがあり、浅在性に発生する悪性疾患としては類上皮肉腫、隆起性皮膚線維肉腫、滑膜肉腫などが挙げられる。

2) 発育速度

良性軟部腫瘍は発育が緩徐で、病歴が長いことが多く、良悪の鑑別にはできるだけ正確な病歴の採取が必要である。ただし、結節性筋膜炎、化骨性筋炎、血腫などの腫瘍類似疾患や非腫瘍性病変では急速に増大して臨床的に悪性腫瘍が疑われることがある。リンパ

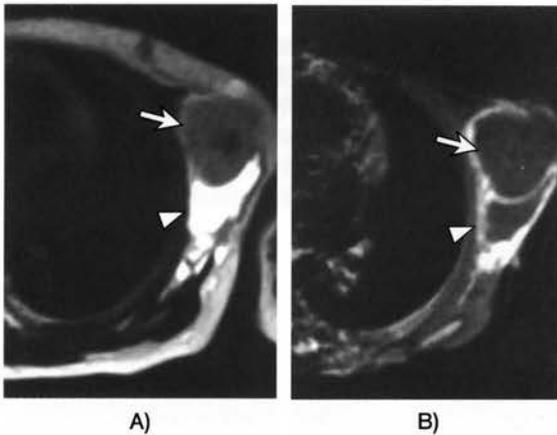


図1：10ヶ月、男児 腫瘍内出血を伴ったリンパ管腫
A) T2強調横断像

B) 脂肪抑制併用 造影T1強調横断像

左腋窩部の腫瘍が急激に増大した症例。腫瘍腹側の結節状領域はT2強調像で低信号、造影にて増強効果のない血腫部分を示す(矢印)。背側部にはT2強調像で著明な高信号を示し、低信号の隔壁構造を伴った既存のリンパ管腫が認められる(矢頭)。



図2：33才、女性 腱鞘巨細胞腫
右第1指単純X線像

基節骨に圧排性の骨吸収像がみられ、辺縁硬化を伴う。手術にて隣接する腱鞘巨細胞腫による基節骨の圧排性変化が確認された。

管腫や血管腫などの良性腫瘍が出血を伴い、以前より存在していた病変が急速に増大することもあり(図1)、外傷との関連についても知る必要がある。また、緩徐な発育を示す疾患は隣接骨の圧排性骨吸収や反応性骨硬化を伴い(図2)、急速な発育を来す悪性腫瘍は浸潤性骨破壊をきたす。発育速度を知るうえで単純X線における隣接骨の変化にも注意を払わなければならない。

3) 内部性状

MRI の内部信号は良性で均一、悪性で不均一と言われている。しかし、良性でも内部不均一な信号を

示す疾患は多く、いずれの撮像法でも内部均一であれば良性の可能性が高く、悪性軟部腫瘍のほとんどは不均一な内部信号を示すと考えておいた方がよい。例外として悪性リンパ腫や粘液状基質の豊富な肉腫では内部信号が極めて均一なことがある。

4) 造影パターン

悪性腫瘍ではDynamic MRIにて造影早期に比較的強い造影効果を示すことが多い。緩徐な増強を示す疾患として悪性リンパ腫、高分化型脂肪肉腫、粘液型脂肪肉腫、低悪性線維粘液性肉腫などの粘液状基質の豊富な肉腫が挙げられる。また、良性でも血管系腫瘍、神経鞘腫、炎症性腫瘤など、早期より強く増強される疾患は少なくはない。

5) 辺縁性状

辺縁性状が良悪鑑別の参考となる他臓器病変とは異なり、悪性は辺縁不整で、良性は辺縁整な疾患が多いという考えは軟部腫瘤ではあてはまらない。血管腫や線維腫症など代表的な良性疾患でも浸潤性に発育する疾患が少なくなく、軟部肉腫の多くは境界明瞭で辺縁平滑である。

診断において留意すべき事項

1) 発生頻度

悪性軟部腫瘍の発生頻度は10万人当たり2~3人と報告されている⁶⁾。頻度の高い軟部肉腫として、悪性線維性組織球腫、平滑筋肉腫、脂肪肉腫、横紋筋肉腫が挙げられ、これらで軟部肉腫の約半数を占める^{7,8)}。また、小児軟部肉腫では横紋筋肉腫と線維肉腫が大部分を占める。良性軟部腫瘍は悪性腫瘍よりはるかに多く、約100倍とされている。画像診断が施行される症例に限定しても、その多くは良性疾患であり、診断能の向上のためには頻度の高い良性腫瘍である脂肪腫、血管腫、神経鞘腫、神経線維腫の画像所見を熟知しておく必要がある。

2) 臨床所見

・ 年齢/発生部位

小児軟部腫瘍は発生部位に特徴があり、画像所見と部位によって診断できる疾患が多い。成人では悪性腫瘍が高齢者に多いこと以外に定まった傾向はなく、年齢や部位は様々である。しかし、成人でも肩甲骨内側下部の軟部組織から発生する弾性線維腫(図3)や手指爪床から発生するグロームス腫瘍など、疾患によっては発生部位が極めて特徴的で、画像所見を合わせれば十分に診断可能なものがある。

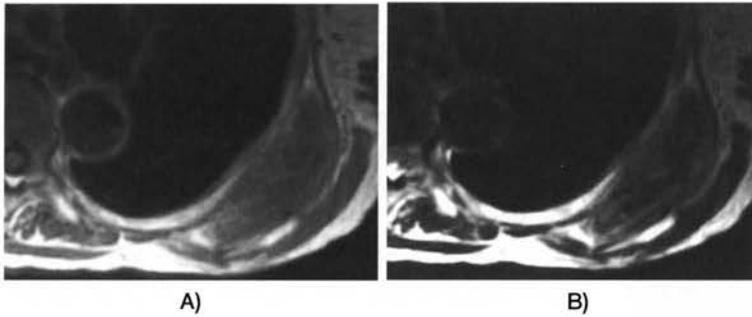


図3:89才、女性 弾性線維腫

A) T1強調横断像

B) T2強調横断像

肋骨と肩甲骨下部との間に半球状で、T1強調像、T2強調像共に筋肉と同等の信号を示す腫瘍を認める。内部には脂肪を示唆する高信号域が網状に混在する。

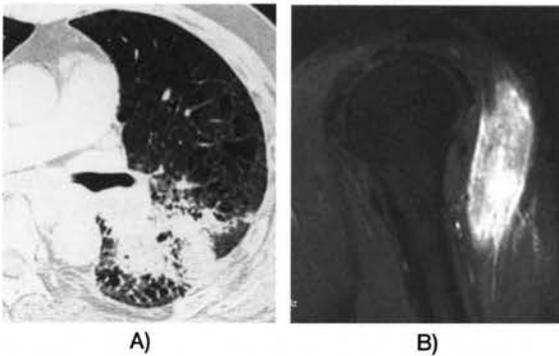


図4:53才、男性 肺癌の筋転移

A) 胸部CT

B) 脂肪抑制併用 造影T1強調矢状断像

左肺S6に肺癌を示唆する辺縁不整な腫瘍が認められる(A)。左肩の造影T1強調像では左三角筋内に比較的均一に増強される腫瘍が認められる。生検にて肺癌の筋転移と診断された(B)。

・ 病歴/検査所見

前述のように腫瘍の発育速度は軟部腫瘍の良悪鑑別の一助であり、外傷の有無を含めた病歴の採取が必要である。慢性関節リウマチ、アミロイドーシス、サルコイドーシス、悪性リンパ腫などの全身疾患でも軟部腫瘍を形成するし、炎症性腫瘍、転移(図4)やリンパ節炎も軟部腫瘍診断の鑑別に考えておく必要があり、病歴や検査所見は診断における重要な手がかりとなる。

3)腫瘍の内部性状

画像でとらえられる内部組織を軟部腫瘍の病理学的特徴と結びつけることで鑑別診断をしほることができ、特定の診断を可能とする場合もある。

・ 脂肪組織

CTではマイナスのCT値を示す低吸収域、MRI ではT1強調像の高信号を示し、脂肪抑制法にて信号が低下する領域となる。

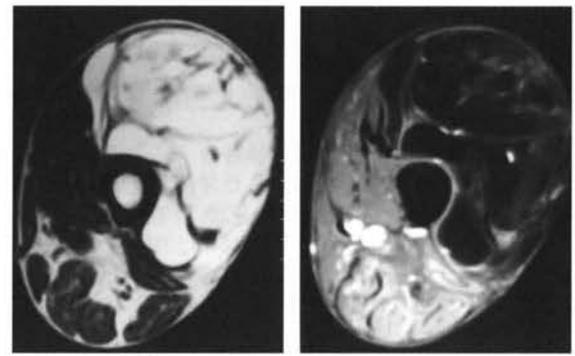


図5:83才、男性 高分化型脂肪肉腫

A) T1強調横断像

B) 脂肪抑制併用 造影T1強調横断像

大腿四頭筋内にT1強調像で高信号を示す巨大な腫瘍を認める。内部にみられる低信号の隔壁は部分的に厚く、造影後は筋肉と同等～高信号を示している。

多量に脂肪を含む軟部腫瘍の代表には脂肪腫、脂肪肉腫、脂肪芽腫/脂肪芽腫症がある。脂肪腫は良性軟部腫瘍の中で最も頻度の高い疾患であるが、高分化型脂肪肉腫との鑑別は必ずしも容易ではない。成人で多量の脂肪から構成される腫瘍の中に脂肪以外の結節状部分や厚い隔壁構造を認める場合は高分化型脂肪肉腫を疑う必要がある(図5)^{9), 10)}。また、我々は脂肪抑制併用造影T1強調像を撮影し、隔壁構造の増強効果を両者の鑑別の指標にしている¹⁰⁾。隔壁構造が薄く、造影後の信号が筋肉より低信号を示す場合は脂肪腫の可能性が高い。

脂肪芽腫/脂肪芽腫症は小児に好発する良性腫瘍で、脂肪芽細胞と成熟脂肪細胞のびまん性増殖から成る。MRI では脂肪を示す信号域が主体だが、線維性隔壁や粘液状組織を反映した脂肪以外の信号域が混在する¹¹⁾。脂肪肉腫のMRI所見に類似するが、小児に脂肪肉腫が発生することは極めてまれである。

一般に脂肪組織を多く含む腫瘍は良性腫瘍が多く、

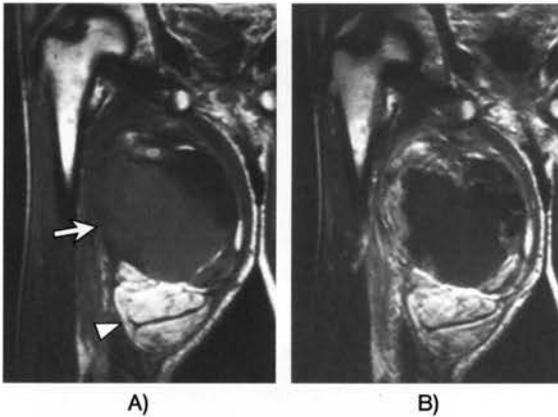


図6：87才、男性 脱分化型脂肪肉腫

A) T1強調冠状断像

B) 造影T1強調冠状断像

大腿部腫瘍は同一腫瘍内に境界明瞭な二つのコンポーネントを持ち、T1強調像で遠位部は脂肪と同等の高信号(矢頭)、近位部は筋と同等の信号(矢印)を示す(A)。造影にて近位部は辺縁部を主体に不均一な増強を示す(B)。腫瘍遠位部は高分化型脂肪肉腫、近位部は悪性線維性組織球腫の組織像であった。

肉腫であっても予後不良であることは少ないが、脱分化型脂肪肉腫は例外である。脱分化型脂肪肉腫は一つの腫瘍内に高分化型脂肪肉腫と明らかな分化を示さない高悪性度の肉腫(悪性線維性組織球腫や線維肉腫など)が境界明瞭に存在する腫瘍であり、予後不良な脂肪肉腫の亜型である。MRIでは脂肪信号領域と脂肪以外の非特異的な信号から成る領域が一つの腫瘍内に境界明瞭に認められるという特徴がある(図6)¹²⁾。

その他、脂肪以外の組織を主体に構成されるが、腫瘍内に脂肪の混在を認めることが他疾患との鑑別に役

立つ疾患には血管腫や弾性線維腫がある。

・石灰化/骨化

軟部腫瘍の中には特殊な石灰化/骨化を伴う疾患があり、単純X線やCTでの石灰化/骨化の有無や形態の評価を要する。代表的疾患として化骨性筋炎、血管腫、骨外性骨肉腫が挙げられる。化骨性筋炎では亜急性期(発症3週日以降)に腫瘍辺縁部に向かうほど明瞭な骨化が認められるようになり(図7)¹³⁾、これをゾーン現象と言う。また、化骨性筋炎では40%に隣接骨の骨膜反応が認められる。病理組織学的に骨外性骨肉腫との鑑別が問題となる疾患であるが、ゾーン現象を認めることで鑑別される。一方、骨外性骨肉腫では象牙様と表現される比較的均一でびまん性の石灰化が認められる。血管腫は頻度の高い代表的良性軟部腫瘍の一つであり、腫瘍内の円形、楕円形の辺縁平滑な石灰化(静脈石)が約30%に認められる。また、関節周囲で石灰化を伴う軟部腫瘍としては、滑膜骨軟骨腫症、結晶沈着性関節症、腫瘍状石灰化症がある。その他、良性では骨外性軟骨腫や石灰化上皮腫、悪性では滑膜肉腫、骨外性軟骨肉腫などでも石灰化が認められる。石灰化上皮腫は石灰化を伴う頻度が高く、粗大で広範な石灰化を示す。骨外性軟骨肉腫では頻度の高い粘液型で石灰化を伴うことはまれだが、間葉型では半数以上に石灰化が認められる¹⁴⁾。

・嚢胞

通常、嚢胞性病変とはMRI T1強調像で筋よりも低信号、T2強調像で著明な高信号を示し、ガドリウム造影にて内部が造影されないことを基準とする。出血をきたしてT1強調像で高信号を示すことや、液面形成が認められることもある。造影後の撮像のタイミングによっては血管成分に乏しい粘液状腫瘍が嚢胞性病変と紛らわしいことがあり注意を要する。

嚢胞性軟部腫瘍に真の腫瘍は少ないが、日常臨床



図7：59才、男性 化骨性筋炎
左第5中手骨近傍の軟部組織に著しい骨化がみられ、辺縁部ほど明瞭な骨化を示す。中手骨には骨膜反応も認められる。



図8：81才、男性 Baker's cyst
T2強調横断像
膝窩部に均一な高信号を示す腫瘍がみられ、腓腹筋内側頭と半膜様筋の間を抜ける突起状部分が連続して認められる。

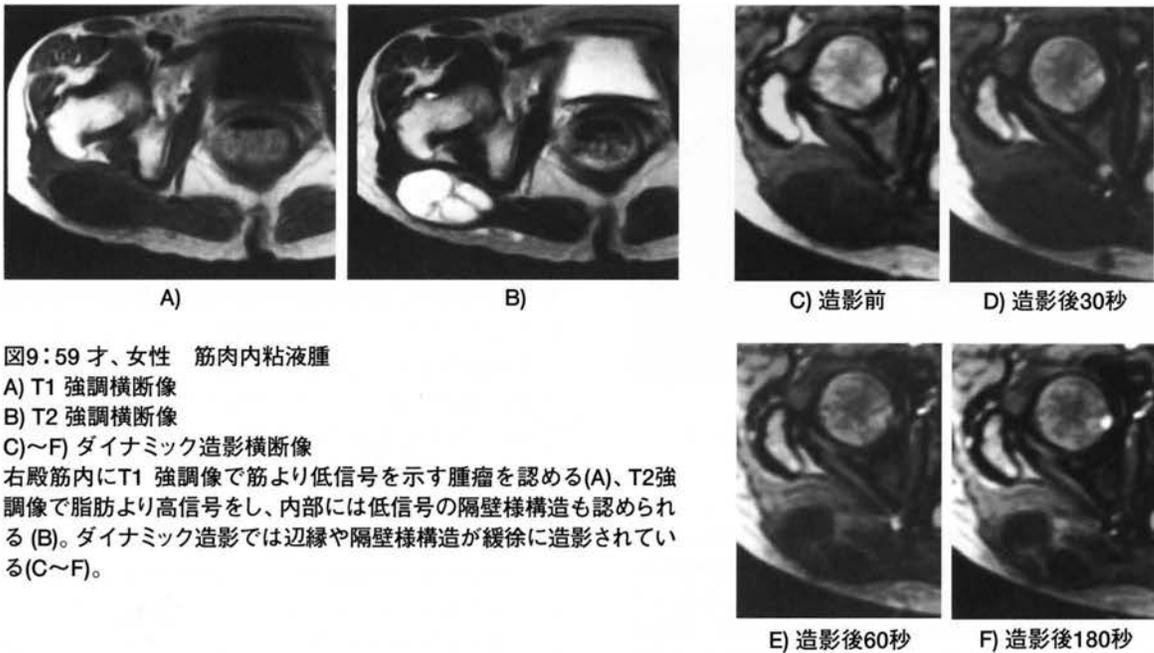


図9: 59才、女性 筋肉内粘液腫

A) T1 強調横断像

B) T2 強調横断像

C)~F) ダイナミック造影横断像

右殿筋内にT1 強調像で筋より低信号を示す腫瘤を認める(A)、T2強調像で脂肪より高信号をし、内部には低信号の隔壁様構造も認められる(B)。ダイナミック造影では辺縁や隔壁様構造が緩徐に造影されている(C~F)。

で遭遇する機会の多い軟部疾患が多く含まれる。ガングリオンや滑膜嚢胞はその代表である。ガングリオンは関節周囲の関節包、腱や靭帯、腱鞘に接して発生することが多く、MRI所見では基本的な嚢胞の信号を示し、しばしば分葉状で隔壁を有する¹⁵⁾。滑膜嚢胞は滑液包内での液体貯留に相当し、一般に線維性組織から成る壁は薄い、経過が長い場合や炎症を合併すると肥厚する。関節腔と交通する部位が突起状に連続して認められることがあり、Baker's cyst では腓腹筋内側頭と半膜様筋の間を抜ける突起状部分が認められる(図8)¹⁶⁾。滑膜嚢胞は嚢胞性病変を示唆する画像所見と発生部位より診断は容易なことが多く、代表的な滑液包の存在部位は認識しておく必要がある。真の腫瘍ではリンパ管腫が代表的疾患であり、嚢胞性病変が著明な神経鞘腫も嚢胞性病変として認められることがある。

・ 粘液状基質

嚢胞同様にMRI T1強調像で筋より低信号、T2強調像で著明な高信号を示すが、内部に異なる信号域や造影にて増強される領域があることで鑑別される。多量の粘液状成分から成る軟部肉腫には粘液型脂肪肉腫、粘液型悪性線維性組織球腫、骨外性粘液型軟骨肉腫がある。良性腫瘍である筋肉内粘液腫は深部発生であり、粘液状成分に富む肉腫との鑑別を要す。血管に乏しくダイナミックMRIで緩徐な造影パターンを示すこと(図9)や腫瘍辺縁に周囲筋肉の萎縮と脂肪化を反映した脂肪信号の縁取りがみられることを特徴と

する¹⁷⁾。神経鞘腫や神経線維腫も粘液状成分を持つが、これらの腫瘍では粘液状部分が腫瘍辺縁部に認められやすい傾向にあり、T2強調像で腫瘍辺縁部が粘液状基質を反映した高信号、中心部が細胞成分や膠原線維を反映した低信号を示す target sign は神経鞘腫や神経線維腫の特徴の一つとして知られている(図10)¹⁸⁾。

・ 膠原線維

膠原線維の豊富な領域はT1強調像、T2強調像共に低信号を示す。この領域は細胞成分や血管密度が疎

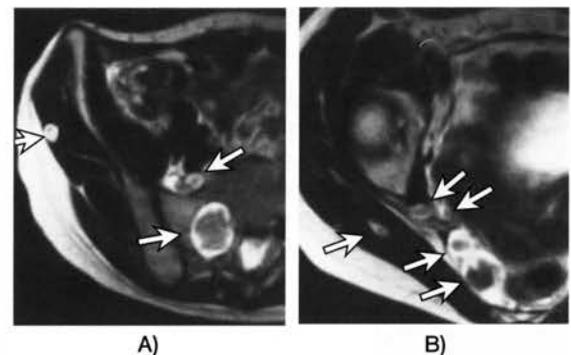


図10: 22才、男性 神経線維腫症

A) T2強調横断像

B) T2強調横断像(Aより6cm下方のスライス)

右骨幹部にT2強調像で辺縁が高信号、中心部が低信号の target sign を示す腫瘍が多発している(矢印)。

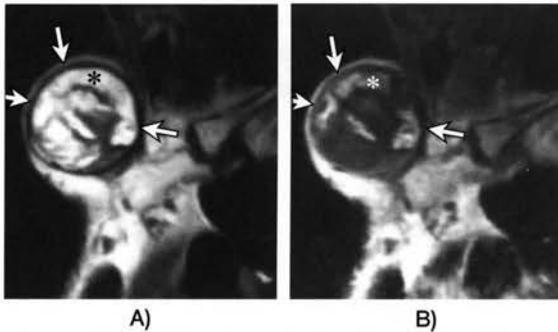


図11：73才、女性 Chronic expanding hematoma

A) T2強調冠状断像

B) 造影T1強調冠状断像

30年前に右頸部腫瘍摘出術を受けた既往がある。右鎖骨上部の腫瘍はT2強調像で不均一な信号を示し、ヘモジデリン沈着による著明な低信号も混在する。

T2強調像や造影T1強調像で高信号を示す辺縁部の領域(*)は肉芽組織に相当し、最外層には線維性被膜に相当する低信号帯が認められる(矢印)。

であることが多く、造影による増強効果に乏しい。膠原線維を多く含む腫瘍にはアスモイドや足底・手掌線維腫症がある。MRIの読影の際には石灰化との鑑別に単純X線やCTを必要とすることもある。

・ヘモジデリン

血管外で破壊された赤血球は網内系細胞に摂取されヘモジデリンが形成される。ヘモジデリンはT1延長、T2短縮効果があり、T1強調像、T2強調像共に低信号を示す。グラディエントエコー法ではヘモジデリンによる低信号が強調されるが、脂肪抑制T2強調像やSTIR法では低信号の描出が不鮮明となることがある。ヘモジデリン沈着を特徴とする軟部腫瘍には血腫、動脈瘤、腱鞘巨細胞腫、色素性絨毛結節性滑膜炎がある。血腫の中には外傷や手術を契機に数ヶ月以上かけて徐々に増大し、悪性腫瘍との鑑別が臨床的に問題となるchronic expanding hematomaと呼ばれる疾患がある。この疾患は内部が新旧の出血を反映した不均一な信号を示し、ヘモジデリン沈着を示唆する低信号が混在することを特徴とする。肉芽組織を示すT2強調像での高信号領域は辺縁部に認められることが多く、最外層は厚い線維性被膜を示す低信号帯で囲まれる(図11)¹⁹⁾。

・Flow void

拡張した腫瘍血管は腫瘍周辺や内部の flow void として認められる。多数の flow void が認められる疾患には血管腫、動静脈奇形、胞巣状軟部肉腫、血管周皮腫があり、血管平滑筋腫や孤立性線維性腫瘍などでも flow void が目立つことがある。胞巣状軟部肉腫

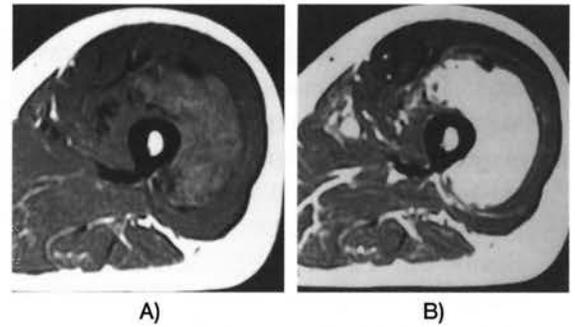


図12：31才、女性 胞巣状軟部肉腫

A) T1強調横断像

B) 造影T1強調横断像

左大腿四頭筋内に造影にて強く増強される腫瘍を認める。腫瘍辺縁部や周囲には栄養血管を示す複数の flow void を伴う。(国立小倉病院 横山庫一郎先生のご厚意による)

は比較的緩徐な発育を示すが、遠隔転移をきたしやすい予後不良な腫瘍であり、若年成人女性の大腿部に好発する。若年成人女性の flow void に富む大腿部腫瘍の鑑別には必ず挙げておかねばならない疾患である(図12)²⁰⁾。

おわりに

多様な疾患を含む軟部腫瘍の質的診断は容易でないが、1)発生部位や画像所見が特徴的な疾患、頻度の高い代表的疾患を認識して典型例は確実に診断すること、2)画像でとらえられる内部性状を軟部腫瘍の病理学的特徴と結びつけること、で診断能の向上が期待できる。また、適切な質的診断には病歴や検査所見を把握することも重要であり、整形外科をはじめとする臨床医との連携を密にする必要がある。

参考文献

1. Ozbek SS, Arkun R, Killi R, et al: Image-directed color Doppler ultrasonography in the evaluation of superficial solid tumors. J Clin Ultrasound 23: 233-238, 1995.
2. Adler RS, Bell DS, Bamber JC, et al: Evaluation of soft tissue masses using segmented color Doppler velocity images: Preliminary observations. AJR 172: 781-788, 1999.
3. 日本整形外科学会骨軟部腫瘍委員会編: 骨軟部肉腫切除縁評価法、第1版。金原出版。東京。1989.

4. Ma LD, Frassica FJ, Scott WW, et al: Differentiation of benign and malignant musculoskeletal tumors; Potential pitfalls with MR imaging. *Radiographics* 15: 349-366, 1995.
5. Weatherall PT: Benign and malignant masses; MR imaging differentiation. *MRI Clin North Am* 3: 669-694, 1995.
6. Hanna SL, Fletcher BD: MR imaging of malignant soft-tissue tumors. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 3: 629-650, 1995.
7. 恒吉正澄: 軟部肉腫の病理。組織形態と生物学的特性、*日病誌*89: 61-80, 2000.
8. 日本整形外科学会編: 整形外科・病理、悪性軟部腫瘍取扱い規約。第3版。金原出版。東京。2002.
9. Hosono M, Kobayashi H, Fujimoto R, et al. Septumlike structures in lipoma and liposarcoma: MR imaging and pathologic correlation. *Skeletal Radiol* 26:150-154, 1997.
10. Ohguri T, Aoki T, Hisaoka M, et al. Differential diagnosis of benign lipoma from well-differentiated liposarcoma on MRI: is comparison of their margins and internal characteristics useful?. *AJR* (in press).
11. Reiserer T, Nordshus T, Borthne A, et al. Lipoblastoma: MRI appearance of a rare pediatric soft tissue tumor. *Pediatr Radiol* 29: 542-545, 1999.
12. Kransdorf MJ, Meis JM, Jelinek JS. Dedifferentiated liposarcoma of the extremities: imaging findings in four patients. *AJR* 161: 127-130, 1993.
13. Norman A, Dorfman HD. Juxtacortical circumscribed myositis ossificans: evolution and radiographic features. *Radiology* 96: 301-306, 1970.
14. Varma DGK, Ayala AG, Carrasco CH, et al: Chondrosarcoma: MR imaging with pathologic correlation. *Radiographics* 12: 687-704, 1992.
15. Burk P, Dalinka MK, Kanal E, et al: Meniscal and ganglion cysts of the knee: MR evaluation. *AJR*, 150: 331-336, 1988.
16. Miller TT, Staron RB, Koenigsberg T, et al: MR imaging of Baker cysts: Association with internal derangement effusion, and degenerative arthropathy. *Radiology* 201: 247-250, 1996.
17. Murphy MD, McRae GA, Fanburg-Smith JC, et al: Imaging of soft-tissue myxoma with emphasis on CT and MR and comparison of radiologic and pathologic findings. *Radiology* 225: 215-224, 2002.
18. Suh JS, Abenzoza P, Galloway HR, et al: Peripheral (extracranial) nerve tumors: correlation of MR imaging and histologic findings. *Radiology*, 183: 341-346, 1992.
19. Aoki T, Nakata H, Watanabe H et al: The radiological findings in chronic expanding hematoma. *Skeletal Radiol* 28:396-401, 1999.
20. Iwamoto Y, Morimoto N, Chuman H et al: The role of MR imaging in diagnosis of alveolar soft part sarcoma: a report of 10 cases. *Skeletal Radiol* 24:267-270, 1995.

ダウンロードされた論文は私的利用のみが許諾されています。公衆への再配布については下記をご覧ください。

複写をご希望の方へ

断層映像研究会は、本誌掲載著作物の複写に関する権利を一般社団法人学術著作権協会に委託しております。

本誌に掲載された著作物の複写をご希望の方は、(社)学術著作権協会より許諾を受けて下さい。但し、企業等法人による社内利用目的の複写については、当該企業等法人が社団法人日本複写権センター（(社)学術著作権協会が社内利用目的複写に関する権利を再委託している団体）と包括複写許諾契約を締結している場合にあっては、その必要はございません（社外頒布目的の複写については、許諾が必要です）。

権利委託先 一般社団法人学術著作権協会

〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル 3F FAX：03-3475-5619 E-mail：info@jaacc.jp

複写以外の許諾（著作物の引用、転載、翻訳等）に関しては、(社)学術著作権協会に委託致しておりません。

直接、断層映像研究会へお問い合わせください

Reprographic Reproduction outside Japan

One of the following procedures is required to copy this work.

1. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has concluded a bilateral agreement with an RRO (Reproduction Rights Organisation), please apply for the license to the RRO.

Please visit the following URL for the countries and regions in which JAACC has concluded bilateral agreements.

<http://www.jaacc.org/>

2. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has no bilateral agreement, please apply for the license to JAACC.

For the license for citation, reprint, and/or translation, etc., please contact the right holder directly.

JAACC (Japan Academic Association for Copyright Clearance) is an official member RRO of the IFRRO (International Federation of Reproduction Rights Organisations).

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

Address 9-6-41 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

E-mail info@jaacc.jp Fax: +81-33475-5619