

運動器超音波の新時代が到来

The New Age of Musculoskeletal Ultrasound Has Come

高橋 周 Shu Takahashi

気仙沼市立病院 整形外科

運動器疾患の画像診断としては単純X線写真、CT、MRIが広く普及しており、詳細な画像診断にはCT、MRIが用いられる。しかし、機器の価格、検査料ともに高額であり、検査の待ち時間の長さや被曝の問題から短期間での繰り返し検査ができないのが現状である。近年の著しい技術開発により超音波診断装置がデジタル化され、高周波プローブが出現したことによって、CT、MRIを上回る高分解能画像が容易に得られるようになり、リアルタイムに運動器の損傷状態、動態、血流、組織弾性の評価が可能になった。整形外科分野の診療における超音波画像診断の有用性について述べる。

For the diagnostic imaging of musculoskeletal disease, plain X-ray, CT and MRI are widely performed. Because of the cost, X-ray exposure and waiting period, it is difficult to repeat the inspection. In recent years, high-quality ultrasound imaging technologies were developed. Real-time imaging of bone and joint disease has become possible. In this paper, I describe the usefulness of musculoskeletal sonography.

Key Words: Musculoskeletal Disease, Sonography, Fracture, Soft Tissue Damage, Medical Check

1. はじめに

運動器疾患の画像診断としては、単純X線写真、CT、MRIが広く普及しており、臨床現場ではそれぞれの特徴に応じた使い分けがされてきた。

単純X線写真は現在整形外科分野における画像診断のfirst choiceである。単純X線像は、3次元の運動器構成体をX線を利用し2次元に投影した平面像であるため、数方向から撮像して3次元の構造を推測する(読影する)。従って読影力の違いによって得られる情報も大きく異なる。このような読影者による差を解消し、より多くの情報が得られる画像診断装置としてCT、MRIがある。CTはX線を用い、断面を細かく撮像し、任意の断面を再構築したり3次元再構築像を得

ることができる。MRIは磁力を利用し、骨、軟骨、筋、腱、靭帯、神経、血管の任意断面を得ることができるため、有用な画像診断である。しかし、いずれも機器の価格、検査料ともに高額であり、検査までの待ち時間の長さや被曝の問題から短期間での繰り返し検査ができず、病態を把握するのに不十分である。また運動器の疾患はその名前の通りその動きに問題があることが多く、従来の画像診断法は静止状態に焦点を当てていることから運動器の動きを観察することは困難が多かった。

運動器疾患の画像診断に超音波診断装置が使われ始めたのは1980年代からである。近年の著しい技術開発により超音

波診断装置がデジタル化され、高周波プローブが出現したことによって、CT、MRIを上回る高分解能画像が容易に得られるようになり、リアルタイムに運動器の損傷状態、動態、血流、組織弾性の評価が可能になった(図1)。また、他の診断機器と違い超音波診断装置は移動性に優れ、診察室や検査室内だけでなく病室や往診先での検査、手術室での神経ブロック時の使用、スポーツ現場での活用などさまざまな分野・場面で使用できる。

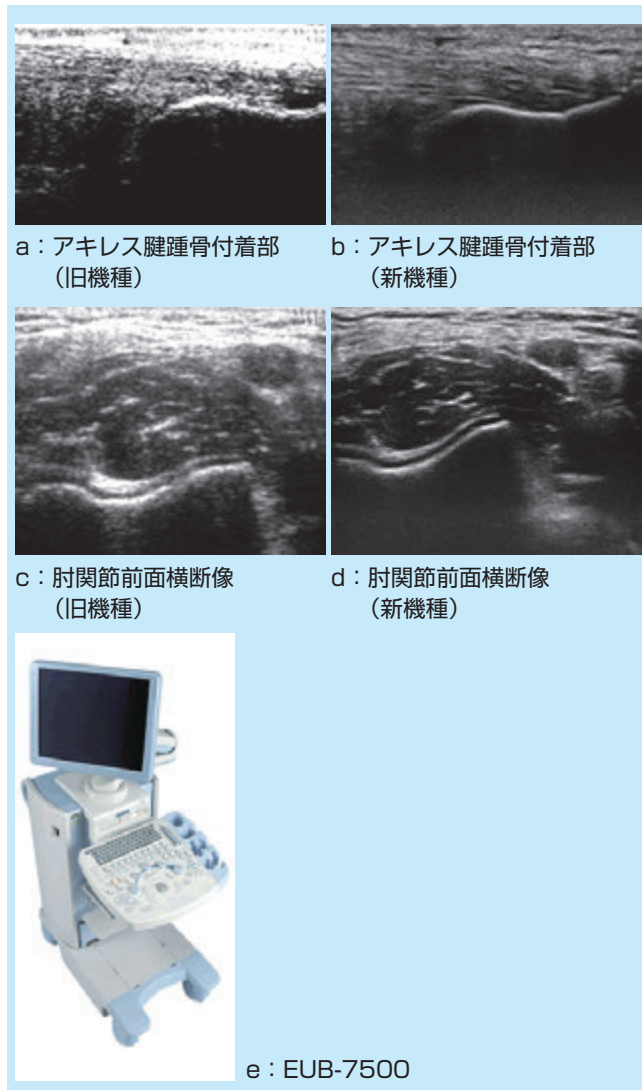


図1：新旧超音波診断装置の画像比較
新機種【日立メディコ社製 EUB-7500】と約10年前発売の旧機種を使い同一被検者の画像を描出

2. 整形外科外来での利用

従来の外来診療では、問診後に単純X線写真を撮像し、その後で身体所見を取ることが多かった(はじめにX線ありきの外来診察)。外来を効率よく進めるためには、このような方法は有用であるが、不必要な単純X線写真が撮像されていることは事実である。

当院の整形外科外来では、診察室に超音波診断装置を導入し身体所見を取りながら、その場で超音波画像診断を行って

いる(図2)。身体所見を取りながらプローブをあてることにより、必然的に詳しい診察となり、漠然とした圧痛部位ではなく圧痛点を的確に捉えることができる。“はじめにX線ありきの外来診察”から脱却し、「内科医の聴診器」のようにリアルタイムに無侵襲で診断できる超音波診断装置を利用する“超診”を行うようにしている。



図2：当院整形外科外来診察室

3. 骨折の診断

「超音波画像診断は骨には向かない」「骨は見えない」などの評判が多い。このような評判は、皮質骨表面でほとんどの超音波が反射されるので骨内病変や骨より深い場所の診断は困難であることからの評価であろう。しかし、このことは逆に骨表面から多くの超音波信号がプローブへ戻ってくることであり、骨表面の微細な変化を捉えることは単純X線写真より非常に優れている。

(1) 肋骨骨折(図3)

超音波画像診断が有用な例としては肋骨骨折がある。外来診療をしていると、症状や圧痛等の所見から臨床的には肋骨骨折を考えるが、単純X線写真では骨折がはっきりしないことが多い。超音波画像診断装置を用いて肋骨骨折を観察すると、骨皮質の段差、骨表面の血腫を確認することができる。

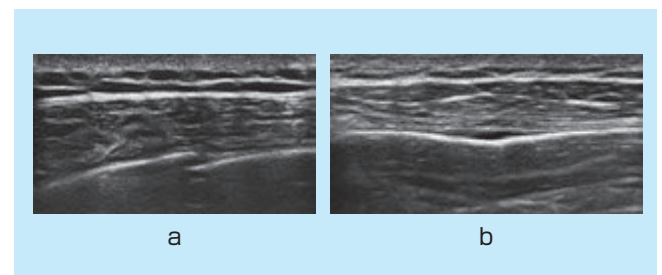


図3：肋骨骨折

a : 肋骨の縦断像(A) 骨皮質の段差が観察される。
b : 肋骨の縦断像(B) ごくわずかな角状変形部表面に低エコーを示す血腫が観察される。

(2) 舟状骨骨折(図4)

単純X線写真で見逃されやすい外傷の1つに舟状骨骨折がある。超音波診断装置を使用すると骨折部位の皮質骨の不連続性、骨折部に生じる血腫(低エコー像)が観察される。

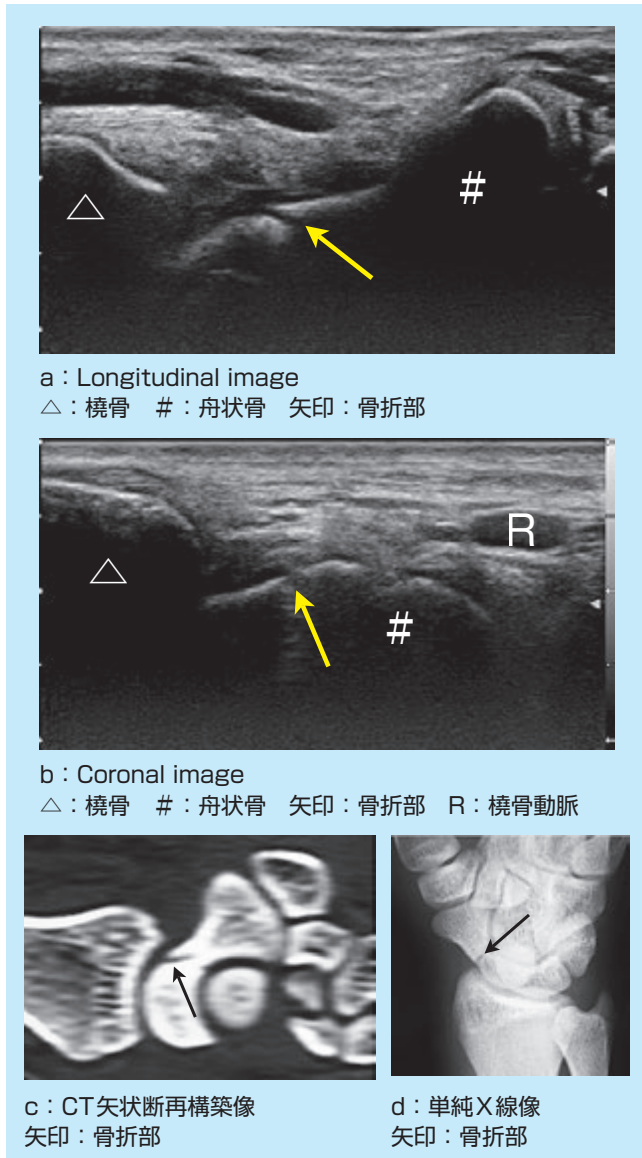


図4：舟状骨骨折

(3) 骨端線損傷(図5)

転位のない骨端線損傷を単純X線写真で診断することは困難であり、圧痛の強さ等で判断されることが多いが、超音波画像では骨端線部の血腫の存在で診断ができる。

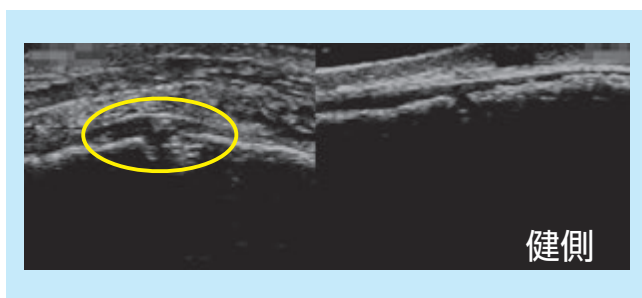


図5：骨端線損傷

骨端線表面に低エコーを呈する血腫(黄色線で囲まれた部分)が観察される。

(4) 骨折の治癒過程(図6)

骨折治療の経過観察は単純X線写真で行われることが多い。超音波画像診断を加えることにより、より早期に仮骨形成を確認できるほか、骨折部周囲の軟部組織の変化を詳細に観察することができる。

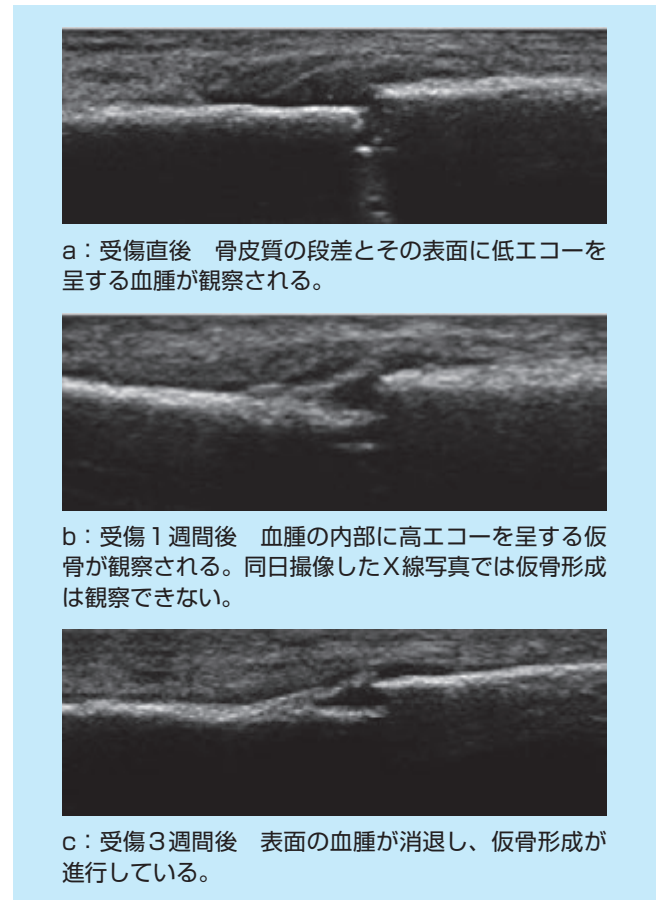


図6：骨折の治癒過程(足関節外果骨折)

(5) 大腿骨頸部不全骨折(図7)

高齢者が転倒し股関節部の疼痛により歩行困難な場合、大腿骨頸部骨折や転子部・転子下骨折を疑う。大体は単純X線写真で診断がつくが、不全骨折の場合、MRIやCT等の画像診断が必要な場合がある。超音波診断装置を用い大腿骨頸部を観察することにより、不全骨折を診断することができる。

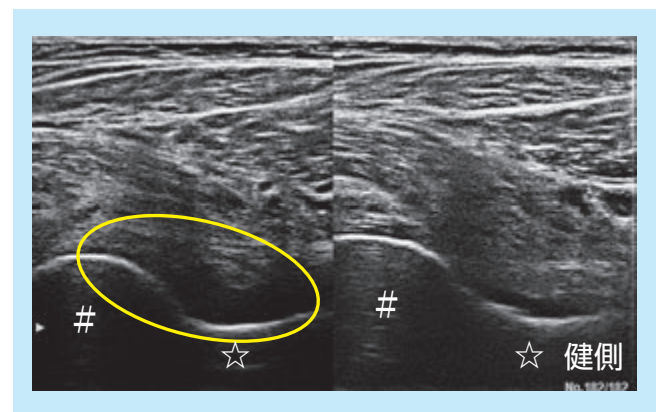


図7：大腿骨頸部不全骨折

単純X線写真では骨折線が不明な症例。黄色線で囲まれた部位に低エコーを呈する血腫が観察される。

: 大腿骨頭、☆ : 大腿骨頸部

4. 軟部組織病変の診断

単純X線写真による画像診断は骨の変化(靭帯付着部の剥離骨折や骨棘、骨嚢包の出現等)や骨同士の距離の変化などを用いて軟部組織の変化を診断していた。単純X線写真で診断できない場合にはCTやMRIを依頼するが、被曝や検査までの待ち時間が長い等の問題があった。超音波診断装置は腱、靭帯、軟骨、神経、血管等の軟部組織の描出に優れており、診察室でリアルタイムに診断ができる。

(1) 膝内側側副靭帯損傷(図8)

膝内側側副靭帯は浅層線維と深層線維で構成される。超音波画像診断ではこの両者を鮮明に判別ができる。また、観察をしながら膝関節に外反ストレスを加えることにより、関節不安定性を評価することができる。

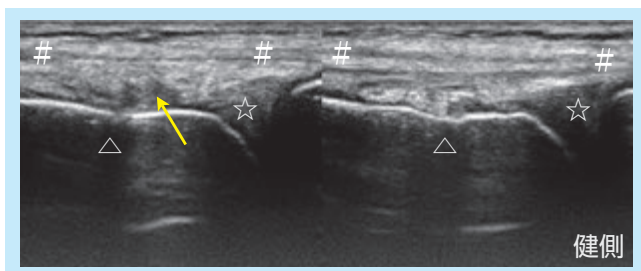


図8：膝内側側副靭帯損傷(深層)

内側側副靭帯浅層線維(#)はfibrillar patternの乱れが無いが、深層線維は矢印の部分で不規則な低エコー像を呈し、損傷を示す像である。

△：大腿骨、☆：半月板

(2) 半月板損傷(図9)

半月板は高エコーの三角形として描出される。半月板断裂症例では、半月板実質内に断裂を示す線状の低エコー像を認める。

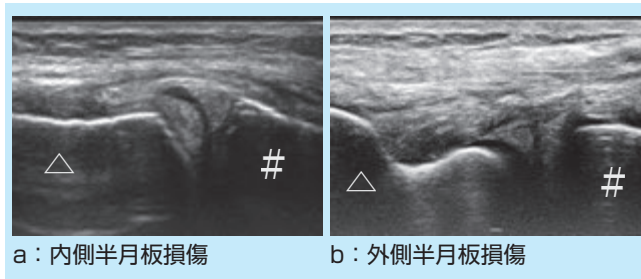


図9：膝半月板損傷

高エコーを呈する半月板実質内に断裂を示す線状の低エコー像が観察される。

△：大腿骨、#：脛骨

5. 手術室での利用

社会の高齢化につれて合併症の多い症例が増加しており、骨接合等の手術を行う際に全身麻酔をかけることが躊躇される、あるいは全身麻酔が行えない症例が増加している。そういう症例の麻酔として神経ブロックが注目されている。従来の末梢神経ブロックは体表の解剖学的指標を頼りに神経を同

定する方法や補助的に放散痛を確認しながらの方法、神経刺激装置により神経を同定する方法で行われてきた。また、局所麻酔薬の広がりを確認するために造影剤とX線透視装置が用いられることもあった。このような方法では、試行錯誤での穿刺が繰り返され、患者に多くの苦痛を与えるうえ、ブロックに要する時間も長く、最終的にブロック針の位置や局所麻酔薬の注入が不正確となり成功率も低かった。近年の超音波診断装置は空間分解能に優れ、血管、神経、筋等の描出が鮮明であるので、末梢神経ブロックに超音波診断装置を用いることにより、これまでの問題点の多くを解決することが可能になった。

(1) 腕神経叢ブロック(鎖骨上アプローチ)(図10)

これまでのKulenkampff法ではまず第1肋骨に針をあてて、神経に放散痛が出る位置を探したが、まれにそのまま針が肺に進み気胸を合併することがあった。このため斜角筋間法や腋窩法と比較して難しい、危険という印象があったが、超音波診断装置を利用することにより安全性が飛躍的に向上した。

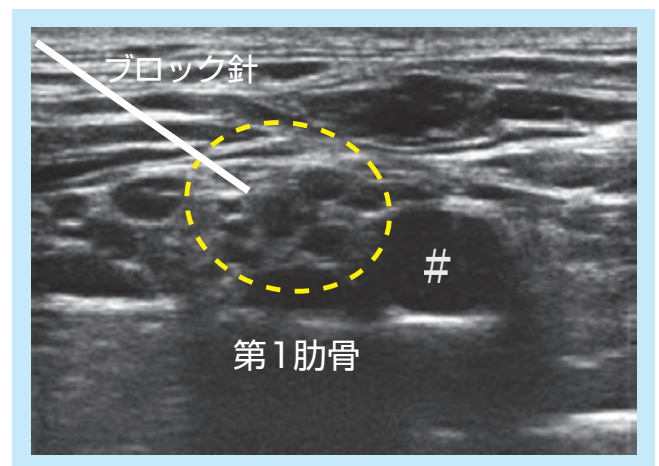


図10：腕神経叢ブロック(鎖骨上アプローチ)

鎖骨上窩で鎖骨に対してほぼ平行に超音波プローブをあてる。鎖骨下動脈(#)は円形に近い拍動性の低エコー領域として描出される。その外側に腕神経叢がブドウの房状に描出される(黄色の点線囲まれた範囲)。鎖骨下動脈と腕神経叢の下方にある高エコー性のラインは第1肋骨と胸膜である。外側からブロック針を平行法で刺入し局所麻酔薬を注入する。

6. 運動器検診での利用

日本整形外科学会が提唱する「運動器の10年世界運動」の重要項目の1つとして学校運動器検診がある。高齢になっても健康な運動器を保つためには、成長期から正常な運動器の発育を助け、スポーツ障害を予防することが必要であり、運動器疾患を早期に発見するためには学校運動器検診が不可欠である。現在はモデル地域で行われている学校運動器検診を行っていく上で、超音波診断装置を活用することは検診精度を上げることにつながる。X線や強力な磁力を使用しないため特殊な遮蔽を必要とせず、児童生徒にも無侵襲であることが重要であり、Osgood-Schlatter病や上腕骨小頭障害(外側型野球肘)に代表される成長期特有の疾病や運動器の部位別成

長度を正確に把握することにより、成長期運動障害の予防に有用である。また、野球肘の予防、早期発見を目的とした野球検診でも近年超音波診断装置が使われ始めた(図11)^{1) 2)}。



図11：野球肘検診での超音波診断装置の使用

7. スポーツ現場での利用

スポーツチームの帯同ドクターや大会ドクターは練習中や試合中の外傷発生や障害悪化現場に立ち会うことが多い。身体所見を取ることは診断・治療を進めるにあたり重要であるが、画像診断が必要であることが多い。海外や地方都市遠征中は現地で十分な画像診断を受けることができず、重症度の把握や治療に苦勞することが多い。近年ポータブル型の超音波診断装置が開発され、フィールドでの使用が可能となった(図12)³⁾。



図12：ポータブル型超音波診断装置 MyLab25

参考文献

- 1) 高橋周, ほか：学童期における脛骨粗面部の発育特徴について－超音波診断装置を用いたメディカルチェッカー－. 日整会誌, 81(4): S537, 2007.
- 2) 山口睦弘, ほか：少年野球肘検診への超音波検診導入の意義. 超音波検査技術, 32(3): 382, 2007.
- 3) 高橋周, ほか：トップレベルのテニス選手における筋障害の超音波画像診断－テニス大会でのポータブル超音波診断装置の使用経験－. 整スポ会誌, 27(1): 57, 2007