



KONICA MINOLTA

はじめての 整形外科超音波検査

城東整形外科 診療部長

皆川 洋至

CONTENTS

はじめての 整形外科超音波検査

城東整形外科 診療部長
皆川 洋至

I. 超音波装置の使い方 3

超音波装置の構造.....	3
プローブの選択.....	3
プローブの使い方.....	3
操作パネルの使い方.....	5
B モード画像とドプラ画像.....	5

II. 運動器の超音波画像 6

骨の超音波画像.....	6
軟骨の超音波画像.....	11
筋の超音波画像.....	12
腱の超音波画像.....	13
靭帯の超音波画像.....	15
末梢神経の超音波画像.....	17
末梢血管の超音波画像.....	20

III. 整形外科外来における超音波診療 23

I. 超音波装置の使い方

超音波画像は、装置の電源を入れ、プローブに専用ゼリーを塗って体表に当てるだけで、簡単、瞬時に描出できることが特徴です。高周波リニアプローブが画質を飛躍的に進歩させたことで、超音波装置は整形外科診療には欠かせない道具になりました。まだ使い始めたばかりの人、これから使おうとしている人のために、簡単な超音波装置の使い方、運動器の見え方について解説します。

超音波装置の構造



超音波を送受信する部分を「プローブ」、画像を映し出す部分を「ディスプレイ」、そして画質調整やデータ管理などを行う部分を「操作パネル」と呼びます。

プローブの選択

整形外科疾患の主病変は、多くが皮下3cm以内に存在します。したがって、通常は周波数12MHz以上の高周波リニアプローブを使用します。

プローブの使い方



①プローブの持ち方

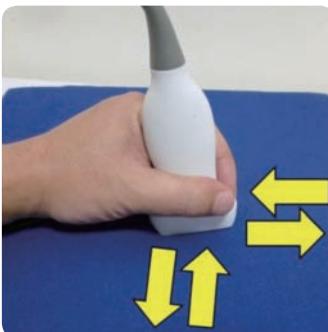
プローブは、母指、示指、中指の3本でペンを持つように軽く握り、自由自在に動かせるようにします。通常右手で走査しますが、超音波ガイド下注射では左手で走査します。

②プローブの当て方

プローブを当てる力は、患者さんが痛がらず、プローブ面全体がしっかりと被検体に密着していることが基本です。患者さんが痛がる場合や、プローブ面全体が密着しない場合には、ゼリーを厚めに盛ったり、専用カプラーを使用したりします。

③プローブの動かし方

鮮明な画像を得るコツは、プローブから出る超音波ビームを関心領域へ垂直に当てることです。上手に素早くきれいな画像を描出するには、次の3つの走査法を身に付ける必要があります。



- ・スライド走査：関心領域に位置合わせする走査法です。



- ・扇状走査：関心領域に超音波ビームが垂直に当たるようにする走査法です。短軸面で傾ける方法と長軸面で傾ける方法があります。



- ・回転走査：プローブ中央を中心に回転する方法は、腱や末梢神経の長軸像、短軸像の切り替えに用います。一方、プローブの片端を中心に回転する方法は、主に靭帯の描出に用います。靭帯付着部となる一方の骨輪郭を描出し、これを保持した状態でもう一方のプローブ端を時計方向、反時計方向に回転させ、靭帯付着部となるもう一方の骨輪郭を描出します。

操作パネルの使い方



操作ボタンがたくさんあって複雑に見えますが、日常使用するのはフォーカス、フリーズ、2画面表示の3つが中心となります。

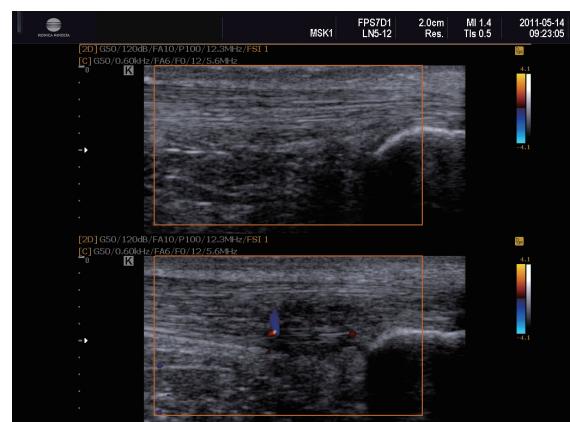
- ① **フォーカス**：関心領域に焦点を合わせるツマミ。
- ② **フリーズ**：リアルタイムに描出される画像を静止するボタン。患者への説明時や、画像の保存、プリントアウト時に使用します。
- ③ **2画面表示**：2画面を1画面内へ同時表示するボタンで、左右2画面と上下2画面の表示法があります。健側と患側の比較は、深い部分の短軸像や深い部分の画像は左右2画面、浅い部分の長軸像は上下2画面で表示します。患者への病態説明に役立ちます。

Bモード画像とドプラ画像

通常の検査で用いるグレースケール断層像をBモード画像、血流情報をカラー表示したものをドプラ画像と呼びます。ドプラ画像は、組織の炎症や修復状態の評価に役立ちます。



Bモード画像：アキレス腱 長軸像



ドプラ画像：アキレス腱炎 長軸像

II. 運動器の超音波画像

運動器は、骨、軟骨、筋、腱、靭帯、神経、血管などから構成されます。超音波画像では、それぞれに特徴的な正常・異常所見が観察できます。

骨の超音波画像

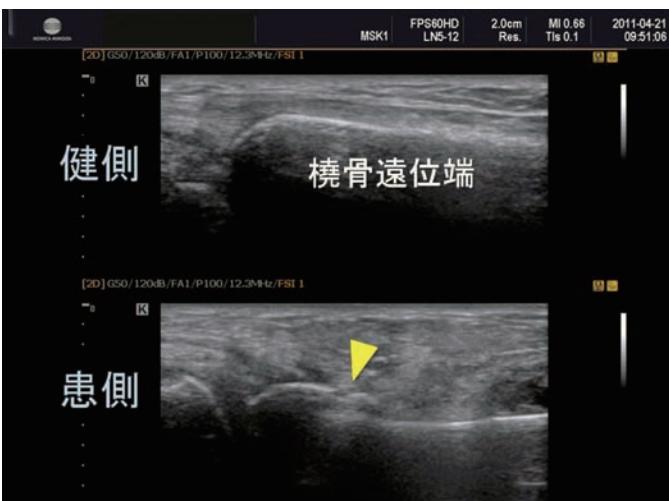
【正常像の特徴】

骨は超音波をほとんど通さないため、骨表面（骨輪郭）が連続性ある線状高エコー像として描出されます。

【異常所見】

線状高エコー像の不連続は骨折に特徴的な画像所見です。骨折部の健側比較や整復前後の比較に2画面表示が役立ちます。骨折診断のgold standardは単純X線写真ですが、実際には骨同士が重なる部分の読影に弱点があります。超音波検査では単純X線写真で見逃されやすい骨折、骨端損傷を瞬時に画像診断できます。

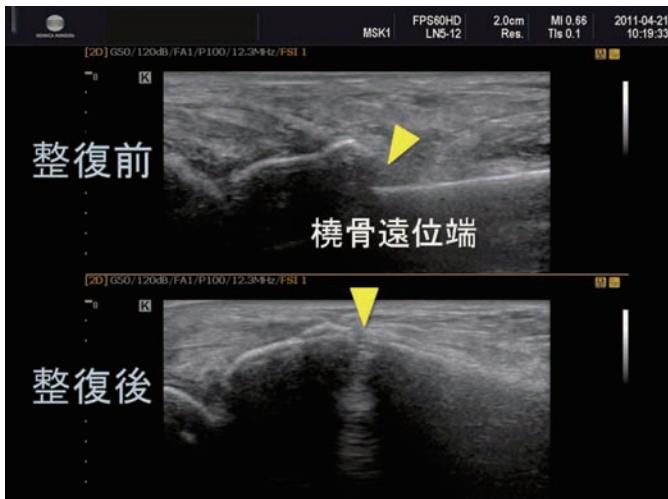
骨折の健側比較



線状高エコー像を示す骨輪郭が、不連続になっている部分が骨折部（矢頭）。骨折周囲の軟部組織の変化も診断の参考になる。



骨折の整復前後の比較



線状高エコー像を示す骨輪郭のアライメントを参考にすれば、X線透視なしでも容易に整復状態が確認できる。



見落としやすい骨折① 指掌側板付着部裂離骨折



指PIP関節掌側アプローチ。骨輪郭の描出に優れた超音波検査では、掌側板と連続する中節骨の骨折を鮮明に描出できる(矢頭)。単純X線写真で確認できないと「突き指」と診断されてしまう。



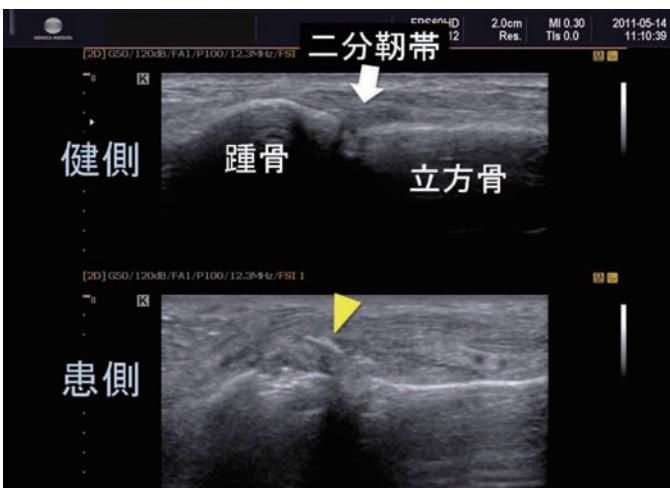
見落としやすい骨折② 前距腓靭帯裂離骨折



足関節外側アプローチ。前距腓靭帯が付着する腓骨側の裂離骨片を認める(矢頭)。母床である腓骨の骨輪郭が不整像を示している。外果骨端線閉鎖前の小学生の捻挫は、ほとんどが裂離骨折である。通常の足関節単純X線2方向撮影では見逃される場合が多い。



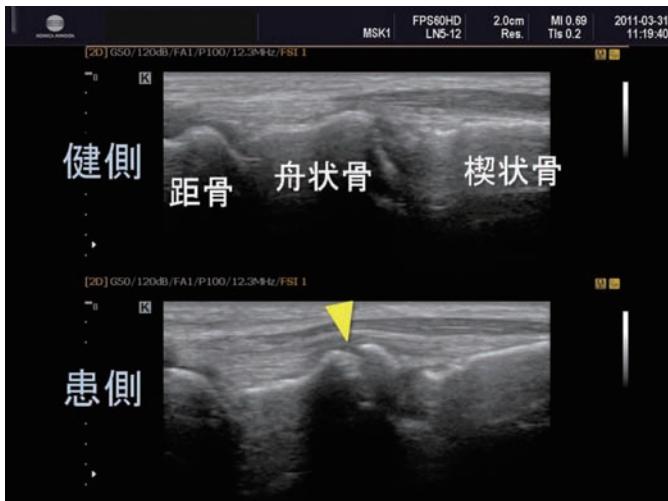
見落としやすい骨折③ 跖骨前方突起骨折



足外側アプローチ。二分靭帯が付着する踵骨前方突起の裂離骨折を認める(矢頭)。中高年女性の捻挫で最も多いのがこの踵骨前方突起骨折である。通常の足単純X線2方向撮影では描出できない場合がほとんどである。



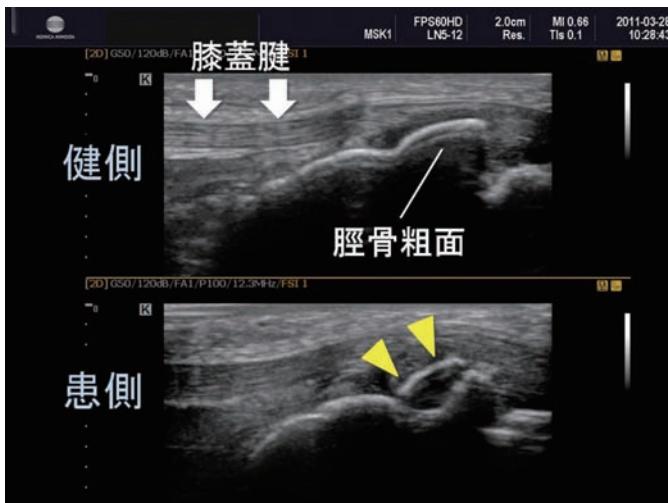
見落としやすい骨折④ 足舟状骨疲労骨折



足前方アプローチ。舟状骨輪郭に不連続部を認める(矢頭)。スポーツ選手にしばしば見られる足舟状骨疲労骨折は、通常の足単純X線2方向撮影では見逃される場合が少なくない。



見落としやすい骨端損傷① オスグッド・シュラッター病



膝前方アプローチ。胫骨粗面からの裂離骨片を認める(矢頭)。成長期スポーツ障害で多いオスグッド・シュラッター病は、正中よりやや外側の裂離骨折から始まるため、初期像は膝単純X線側面像では見逃されてしまう。



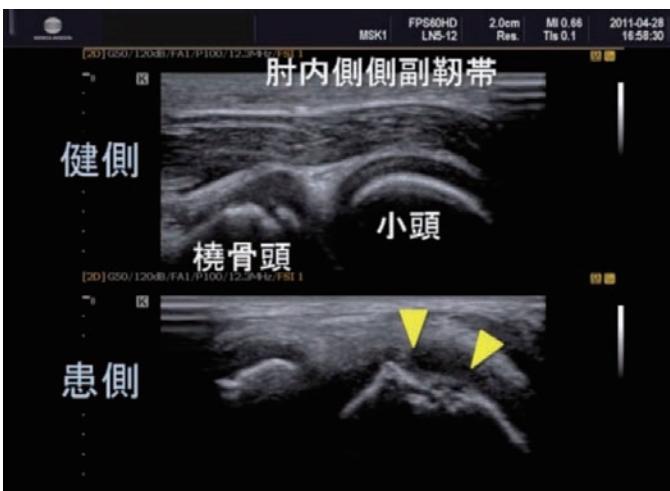
見落としやすい骨端損傷② 野球肘内側障害



肘内側アプローチ。内側上顆からの裂離骨片を認める(矢頭)。成長期スポーツ障害で多い野球肘内側障害は、内側上顆の裂離骨折から始まる場合がほとんどで、初期像は通常の肘単純X線2方向撮影では見逃されてしまう。



見落としやすい骨端損傷③ 野球肘外側障害



肘屈曲位後方アプローチ。上腕骨小頭の離断性骨軟骨炎を認める(矢頭)。野球肘外側障害は後遺障害を残すため、早期発見が重要である。単純X線2方向撮影では、初期変化をとらえることが難しい。



軟骨の超音波画像

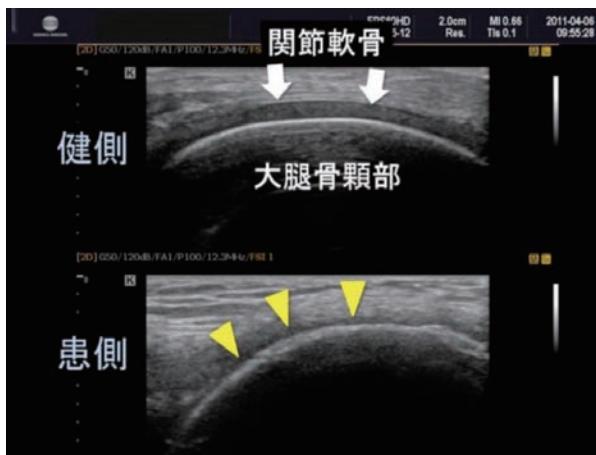
【正常像の特徴】

関節軟骨は、帯状低エコー像として描出されます。一方、膝半月板などの線維軟骨は三角形高エコー像として描出されます。

【異常所見】

変形性関節症や関節リウマチなどでは、関節軟骨の摩耗、消失が観察できます。一方、半月板断裂などは内部の線状低エコー像として観察できます。

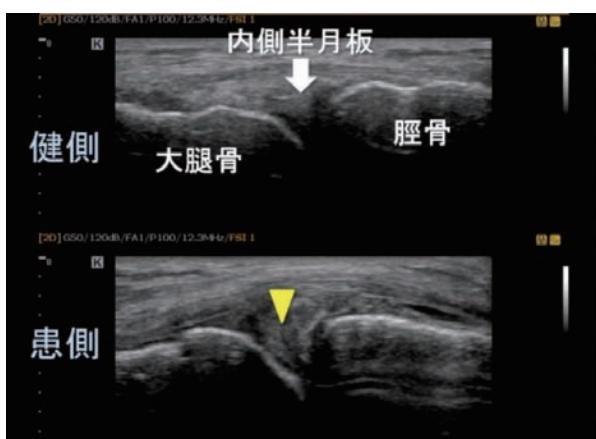
関節軟骨　変形性膝関節症



膝屈曲位前方アプローチ。正常関節軟骨は帯状低エコー像を示す。超音波ビームが関節軟骨へ垂直に当たると輝線が生じる(矢印)。関節軟骨が摩耗、消失すると輝線が不明瞭になる(矢頭)。



線維軟骨　膝内側半月板損傷



膝伸展位内側アプローチ。膝半月板は、三角形高エコー像として描出される。半月板内部に線状低エコー像を示す水平断裂が観察できる(矢頭)。



筋の超音波画像

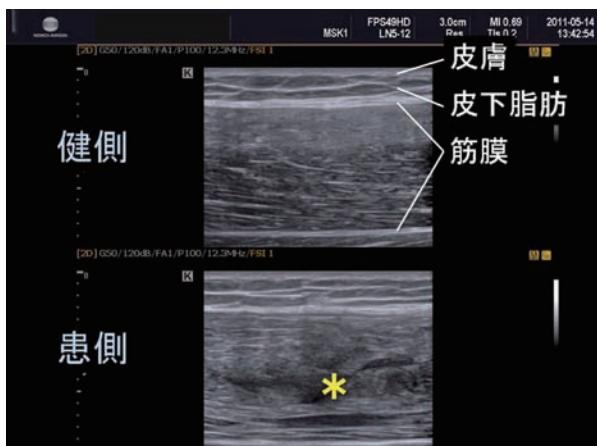
【正常像の特徴】

筋束は低エコー像、筋束を包む筋周膜と筋全体を包む筋膜は高エコー像に描出されます。短軸像では霜降り部分に相当する筋周膜が線状高エコー像として観察できるのに対し、長軸像では帯状低エコー像の筋束と線状高エコー像の筋周膜が層状に配列します。

【異常所見】

損傷された筋は全体に高エコー像、その内部に生じた血腫は低エコー像として描出されます。

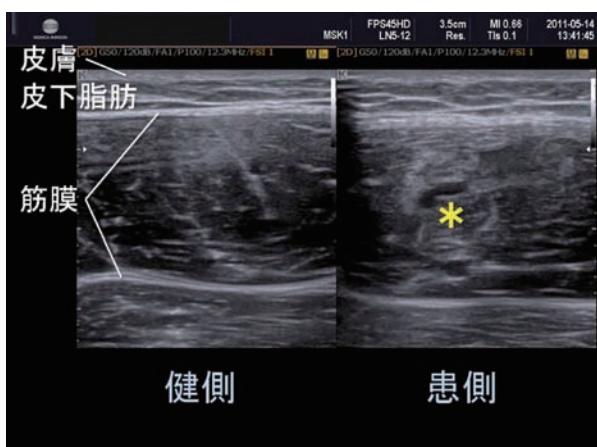
肉ばなれ① 大腿直筋 長軸像



大腿前方アプローチ。自家筋力で生じる肉ばなれは、筋内の低エコー像（＊血腫）と周囲筋束の高輝度化が特徴である。



肉ばなれ② 大腿直筋 短軸像



大腿前方アプローチ。自家筋力で生じる肉ばなれ（＊血腫）と外力による筋挫傷との鑑別は、皮膚、皮下脂肪の輝度変化、厚みが参考になる。



腱の超音波画像

【正常像の特徴】

長軸像では複数の線状高エコー像の層状配列 fibrillar pattern、短軸像では卵円形高エコー像が特徴です。手指の腱など関節運動で走向が変わる腱の周囲を包む腱鞘は、線状低エコー像に描出されます。アキレス腱、膝蓋腱などの腱周囲を包むパラテノンは観察できません。腱の超音波画像は異方性 anisotropy が生じやすい特徴があります。

【異常所見】

腱断裂は、fibrillar pattern の消失と同部に介在する低エコー像(水腫)が特徴です。腱炎は、腱内の局所肥大と低エコー像が特徴で、多くは腱鞘炎、すなわち低エコーを示す腱鞘の肥厚を伴います。

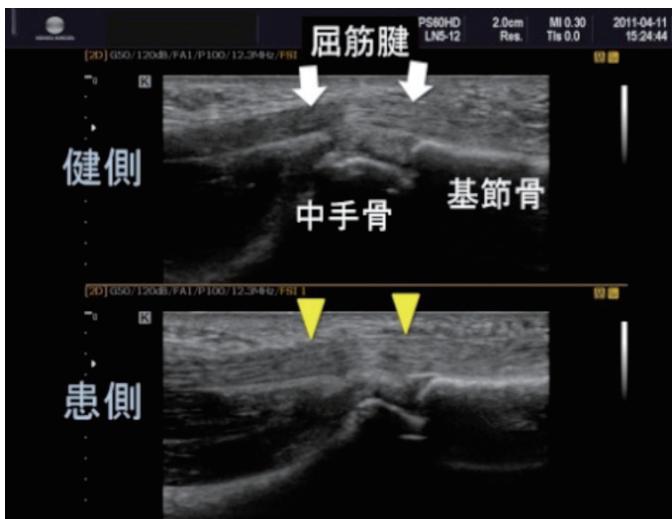
腱断裂 肩腱板断裂 長軸像



肩外上方アプローチ。帯状高エコー像を示す腱内に低エコー領域 (*断裂部水腫) を認める。水腫がない腱板断裂の場合には、腱板表層の輪郭を縁取る peribursal fat が陥凹、平坦化する。



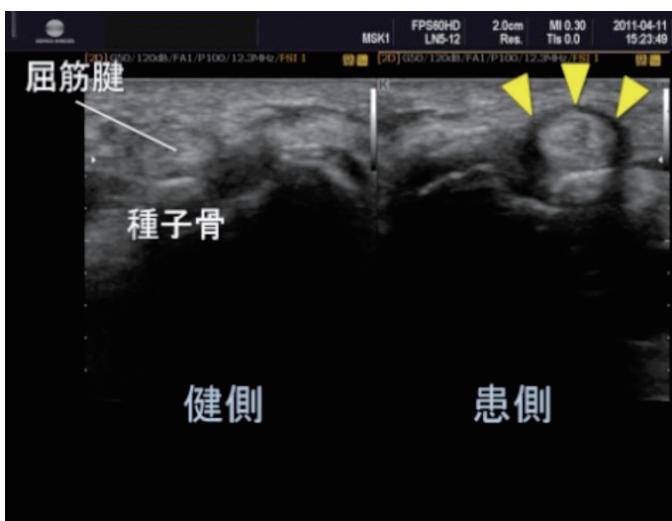
腱炎、腱鞘炎① 母指ばね指 長軸像



指掌側アプローチ。ばね指の長軸像では、腱が健側に比べ太く（矢頭）、動的に観察すると腱の滑走性が低下している。



腱炎、腱鞘炎② 母指ばね指 短軸像



指掌側アプローチ。ばね指の短軸像では、腱が健側に比べ太いばかりでなく、線状低エコー像を示す腱鞘の肥厚が観察できる（矢頭）。



靭帯の超音波画像

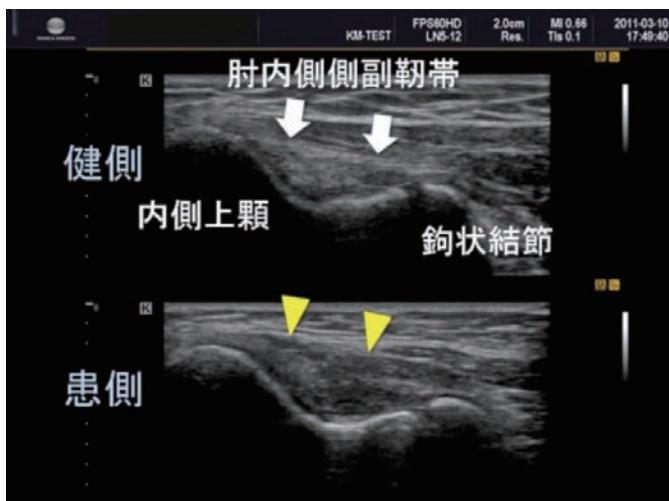
【正常像の特徴】

線維密度の高い膠原線維が長軸上に配列するため、腱と同様に長軸像では高エコー像の fibrillar pattern を示します。靭帯そのものではなく、靭帯付着部となる骨輪郭を描出することが再現性ある画像を得るポイントです。通常長軸像のみで観察します。

【異常所見】

関節外靭帯では、腱の肥大と低エコー像、fibrillar pattern の消失が特徴です。関節内靭帯は血腫により断端が分かる場合があります。ストレスをかけると動搖性が確認できます。

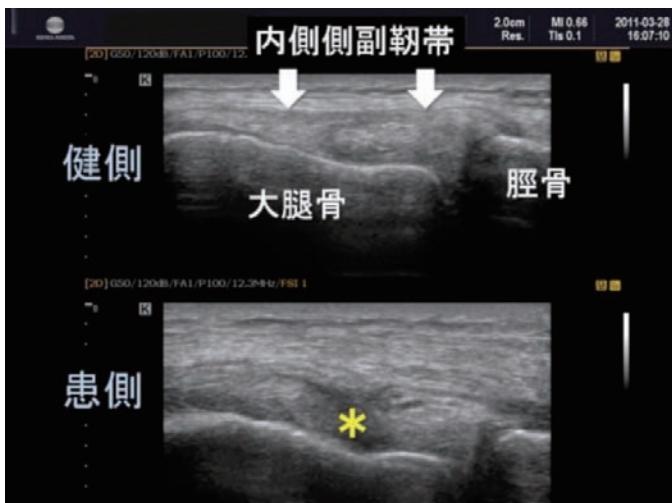
靭帯断裂① 肘内側側副靭帯 断裂 長軸像



肘 60 度屈曲内側アプローチ。三角形高エコー像を示す内側側副靭帯が肥厚し低輝度化している（矢頭）。高校生以上の野球肘内側障害に多く認める所見である。



韌帶断裂② 膝内側側副韌帶深層線維断裂 長軸像



膝伸展内側アプローチ。内側側副韌帶の深層線維が大腿骨付着部側で肥大、低輝度化している（*）。膝に外反を加えると内側半月板が関節内へ引き込まれる状態が観察できる。内側側副韌帶と内側半月板は密に結合している。



韌帶断裂③ 足前距腓韌帶韌帶断裂 長軸像



足関節外側アプローチ。患側の前距腓韌帶は断裂し、低エコー像の血腫が観察できる（*）。前方ストレスを加えると動搖性が確認できる。一方、健側の前距腓韌帶はやや弛緩し下方凸の状態である。損傷歴があり、固定肢位や期間が不十分だったものと推測される。



末梢神経の超音波画像

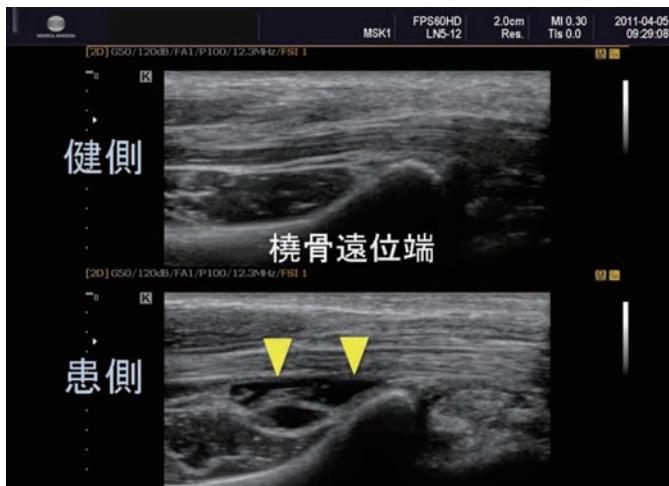
【正常像の特徴】

神経線維束が低エコー像、神経周膜や神経上膜が高エコー像として描出されるため、長軸像では線状の低エコー像と高エコー像が層状配列した fascicular pattern を示します。また、短軸像では円形、橢円形の低輝度像として描出され、内部が複数黒くぬけた“ブドウの房”に見えます。

【異常所見】

四肢の末梢神経は、生理的絞扼部位（手根管、肘部管、Guyon 管、Frohse アーケード、足根管など）で障害が生じやすく、神経の圧迫要素となっているガングリオンや骨棘を確認できます。長期経過例では圧迫部の近位が局所的に太くなります（偽神経腫 pseudoneuroma）。また神経の破格も観察できます。

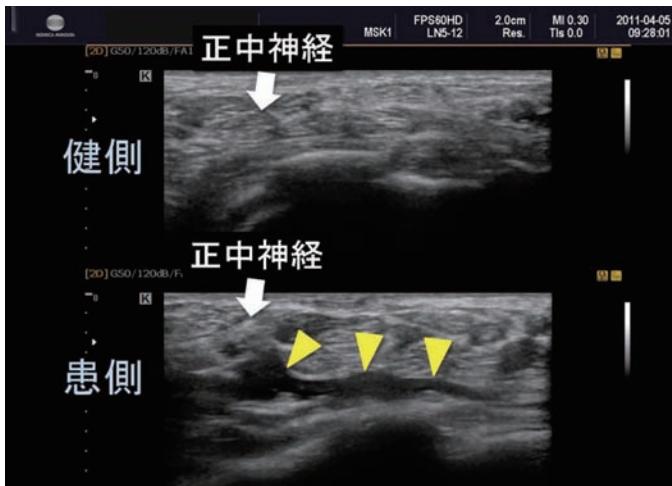
正中神経麻痺 ガングリオン 長軸像



手関節掌側アプローチ。橈骨と屈筋腱の間に低エコー像を示すガングリオンが観察できる（矢頭）。



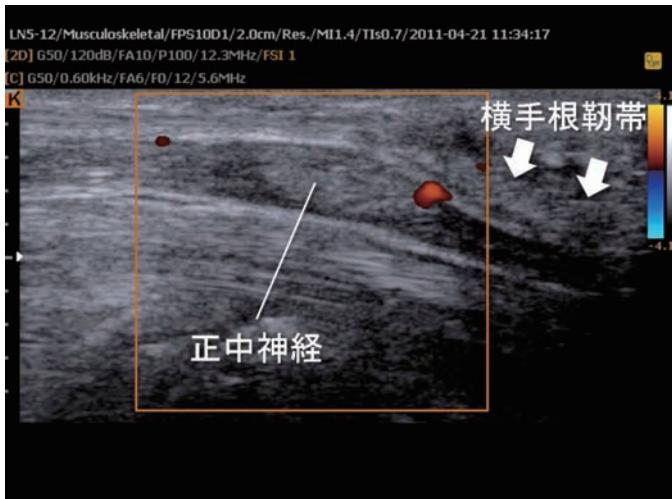
正中神経麻痺 ガングリオン 短軸像



手関節掌側アプローチ。橈骨上の低エコーを示すガングリオンが、正中神経を下から圧迫している（矢頭）。



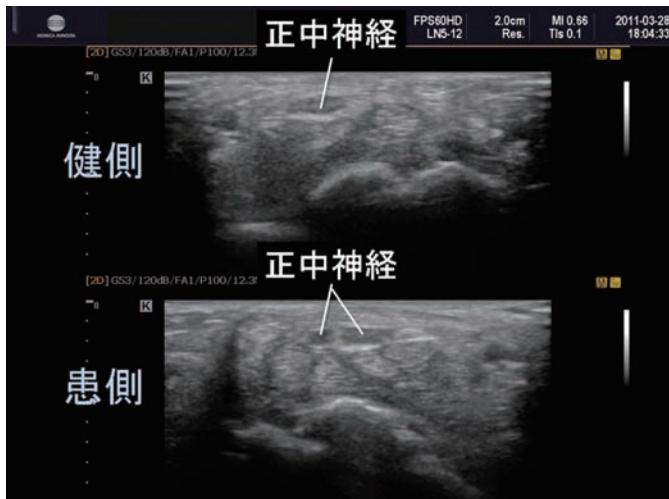
偽神経腫 手根管 長軸像



手関節掌側アプローチ。正中神経が横手根靭帯で圧迫され、圧迫部近位の神経が腫大している。腫大部は偽神経腫 pseudoneuroma と呼ばれ、神経が長期間圧迫されていたことを物語る。



正中神経の破格 手根管 短軸像



手関節掌側アプローチ。患側では、手根管入口部やや近位で正中神経が 2 本に分かれている。



末梢血管の超音波画像

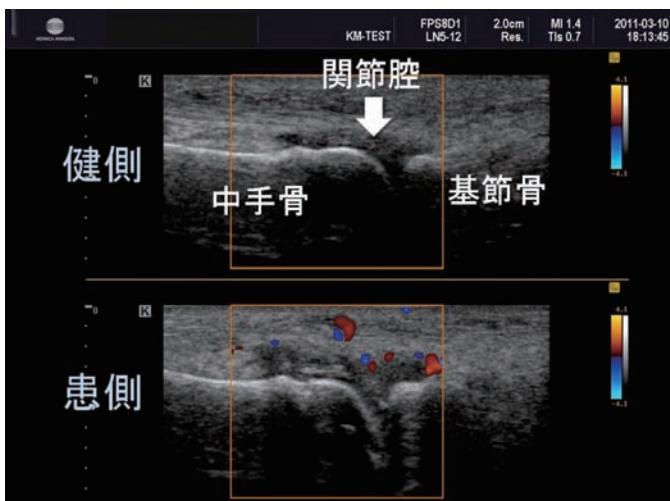
【正常像の特徴】

血管壁は線状高エコー像、血管内腔は円形、橢円形の低エコーに描出されます。動脈は壁が厚く、静脈のように圧迫変形しにくい特徴があります。

【異常所見】

組織炎症や組織修復に伴って血流が観察できます。血流方向と速度はカラードプラ法、血流の有無はパワードプラ法で観察します。

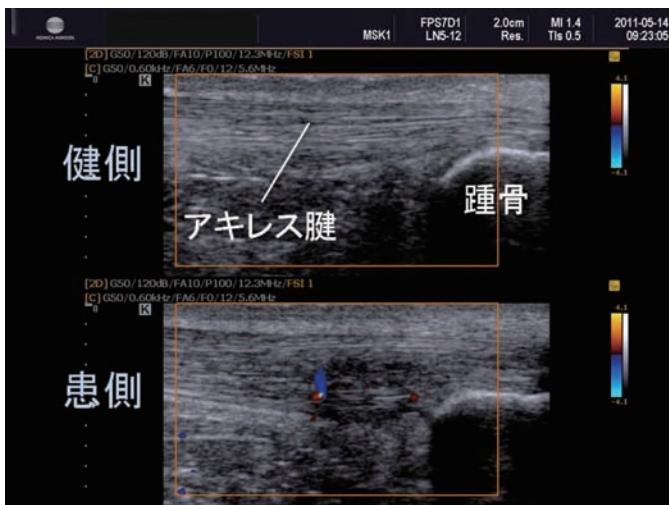
組織炎症① 関節リウマチ指関節 長軸カラードプラ画像



手指背側アプローチ。患側では、関節腔内に増生した滑膜内の血流増加が観察できる。関節リウマチでは、血流増加の程度が活動性の指標になる。



組織炎症② アキレス腱炎 長軸カラードプラ画像



足関節後方アプローチ。Fibrillar pattern を示すアキレス腱が、腫大、低輝度化し、血流増加を観察できる。正常の腱では血流を観察できない。



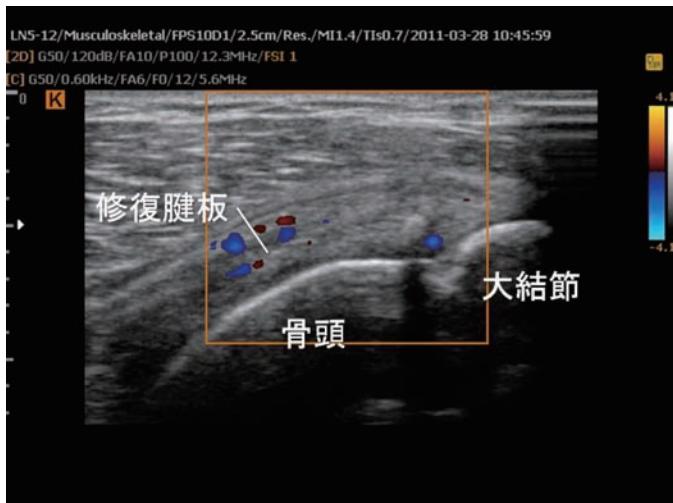
組織炎症③ 腱板断裂 長軸カラードプラ画像



肩外上方アプローチ。腱板断裂部に高エコー像の滑膜が充满している。同部に血流増加を観察できる。



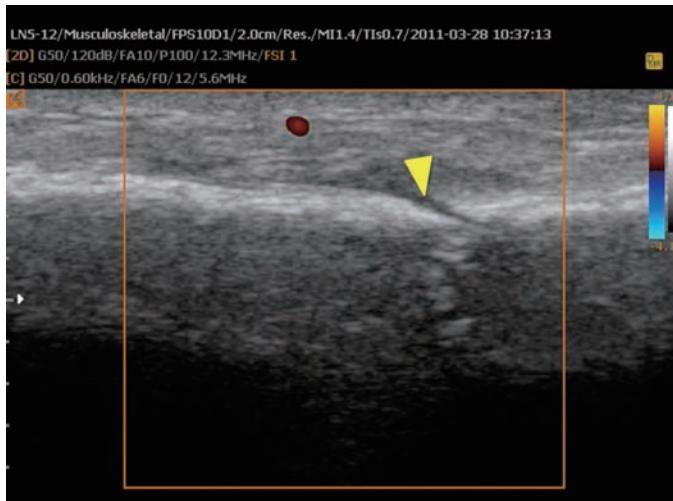
組織修復① 腱板断裂術後 長軸カラードプラ画像



肩外上方アプローチ。術後の腱板内部には、組織修復に伴う血流が観察できる。



組織修復② 骨折後 長軸カラードプラ画像

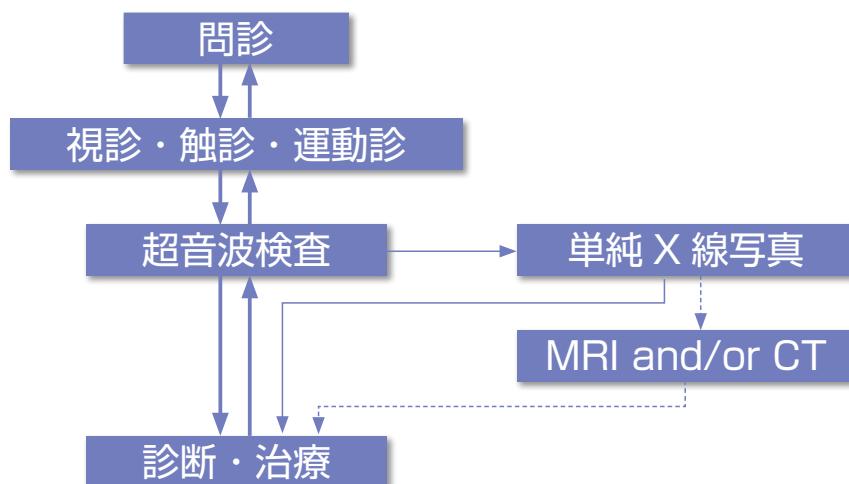


骨折部（矢頭）周囲には、低輝度の肉芽が観察でき、初期の血管侵入が血流情報として確認できる。しばらくすると単純X線写真では確認困難な早期仮骨が肉芽内に出現する。

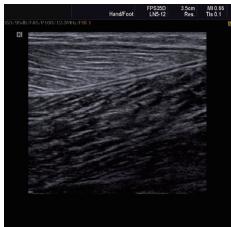


III. 整形外科外来における超音波診療

超音波検査は聴診器感覚で手軽に扱えるため、単純 X 線写真、CT、MRI のように検査対象の制約を受けません。身体所見をとりながら目的とする画像を描出し、画像を観察しながら身体所見を再度確認する、すなわち臨床所見と画像所見の間に時間差がありません。したがって、超音波検査は外来診療の中で使いこなしてこそ最大限にその威力を発揮します。さらに、装置そのものが他の画像診断装置に比較して安価で、無駄な放射線被曝の回避、患者の待ち時間短縮など、患者負担や医療費削減に大きく貢献します。以上を背景に、整形外科外来診療における画像診断の第一選択が、これまでの単純 X 線写真から超音波画像へと移り変わり始めています。



外来で骨・軟骨・筋・腱・靭帯をリアルタイムに観察できる! 運動器エコーの時代がやってきた!

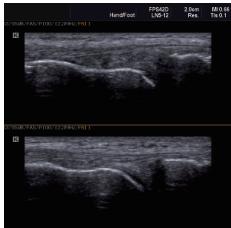


高画質

広帯域周波数、空間コンパウンド、Dynamic MR*により運動器構成体の詳細な構造が描出されます。

*オプション

肘腹筋・ヒラメ筋長軸断層像



表示レイアウト

上下2画面表示は、損傷部位のランドマークを確実に一致させることで病態を的確に判断できます。

膝内側副靭帯長軸断層像

1分で
痛みの診断・
治療



SONIMAGE⁶¹³

コニカミノルタヘルスケアは運動器エコー No.1 を目指しています。

コニカミノルタヘルスケア株式会社
〒191-8511 東京都日野市さくら町1番地

●お問い合わせ先
超音波営業部
TEL 042-589-1439
<http://konicaminolta.jp/healthcare/>


KONICA MINOLTA