

図1 SLAPの超音波所見

90°外転・内外旋中間位にて上方関節唇(矢印)が isoechoic な領域として描出される。

90°外転・外旋位にて上方関節唇(矢印)が peel back しており、type II の損傷(関節唇の剥離)を示唆する。

プローブは肩鎖関節・肩峰・肩甲骨で囲まれた三角形に置く。

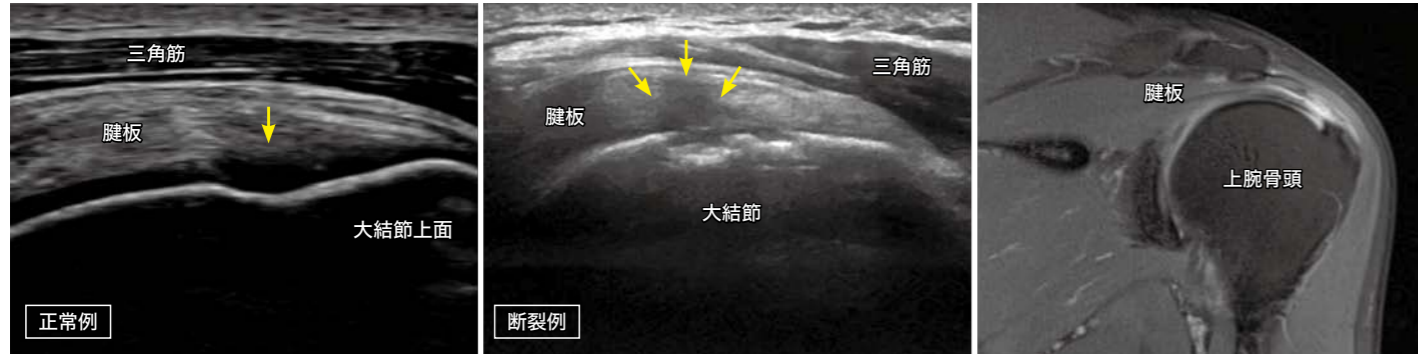


図2 棘上筋腱・棘下筋腱の関節面側断裂
正常例でも関節面側の付着部(矢印)は低エコーとなっており anisotropy である。

棘上筋腱・棘下筋腱の関節面側に低エコー領域(矢印)として断裂を認め、大結節の骨不整像も伴う。

MRI 斜矢状断でも棘上筋腱・棘下筋腱の関節面側(すなわち骨頭側)に高輝度変化として部分断裂像を認める。

行い、上方関節唇の動態を観察する³。異常例では外旋時に関節唇の peel back が観察される(図1)。

棘上筋腱・棘下筋腱の関節面側断裂は、肩関節の前外側にプローブを置くことで描出される(図2)。関節側の線維は superior facet 付着部で走行が変化するため anisotropy になりやすく、不全断裂と間違えやすい。そのため、プローブの長軸の内側縁を押ししたり(rocking と呼ばれる操作)、超音波ガイド下注射にてコントラストを生じさせて断端を明瞭にする工夫が必要である。

リトルリーガーズショルダー

成長期に起こる代表的な投球障害肩としてリトルリーガーズショルダー(近位骨端線離開)が挙げられる。投球時における上腕骨への捻転ストレスが原因と考えられている。通常は単純レントゲン写真で骨端線の左右差を見て診断するが、超音波では骨端線の開大のみならず骨膜肥厚やドプラモードにより血流増加も認める³。

上腕骨長軸像を描出しながらプローブを前後方向へ移動させ、骨端線の全体像を観察する。左右同じ肢位で同じ場所を比較する必要がある(図3)。

GIRD

インターナルインピンジメントの要因として、後方関節包、棘下筋、小円筋、上腕三頭筋のタイトネスによる GIRD (glenohumeral internal rotation deficit = 肩甲上腕関節の内旋制限) が挙げられる。GIRD のために上腕骨頭のコンタクトポイントが関節窩中央から後上方にシフトし、腱板と関節唇の衝突が起こると言われる。超音波エラストグラフィを使用して後方関節包や後方筋群のタイトネスを定量化することが可能との報告がなされている⁴。

外傷

肩関節前方脱臼・Hill-Sachs 病変

肩関節前方脱臼は若いコンタクトスポーツ選手でよくみられる。脱臼し修復操作が必要となった場合は診断が容易だが、本人の脱臼感のみで亜脱臼が疑われるよう場合は画像診断が必須である。通常は MRI で確定診断を行うが、スクリーニングでは超音波が有用である。

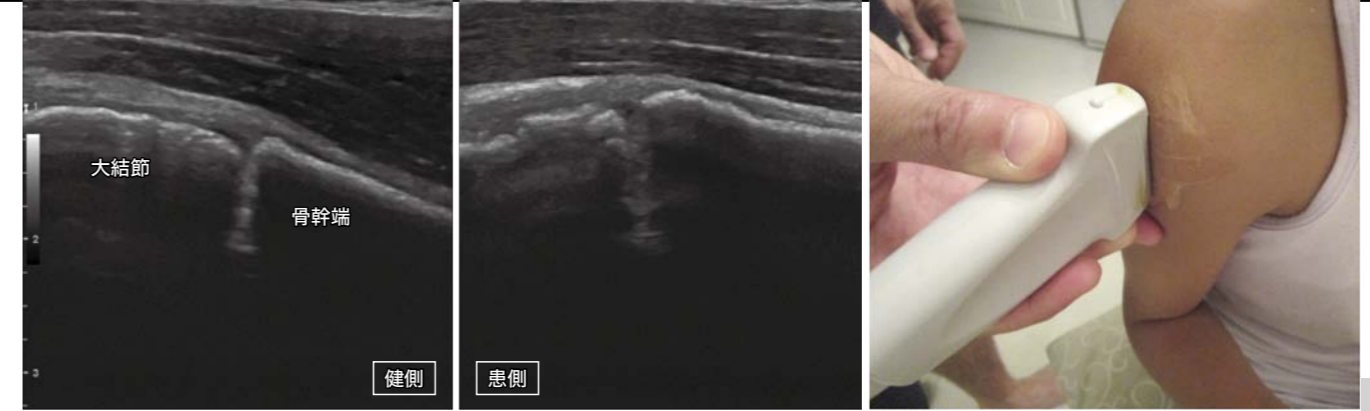


図3 リトルリーガーズショルダー

患側では大結節と骨幹端との距離が増大している。

プローブを前後方向へ動かし全体像を観察する。

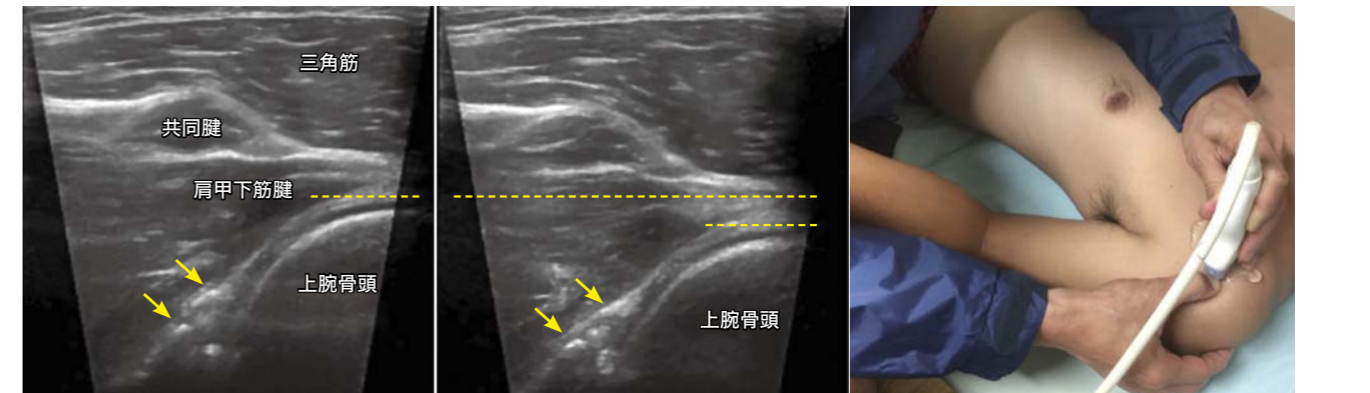


図4 Bankart 損傷

前下方の関節唇(矢印)が点状高エコーとして描出される。

前方からストレスをかけると骨頭が 5 mm ほど後方移動し、関節唇が骨頭側へ移動した。

烏口突起遠位で肩甲下筋腱の長軸にプローブを置き、内側縁を押し付ける。さらに骨頭を前方から押し移動距離をみる。

Bankart 損傷(脱臼に伴う前下方の関節唇損傷)を見た場合は、仰臥位とし、肩関節は下垂位で外旋位(不安定感が出現するまで)とする。烏口突起より下方にプローブを置き、共同腱の短軸像およびその深部に存在する肩甲下筋の筋性部分の長軸像を描出する。その深部に上腕骨頭と関節窩前縁の関節唇が描出される(図4)。プローブの内側縁を皮膚に押しつけるような形で観察する。Relocation テストのように骨頭を徒手的に後方へ圧迫することによって、

骨頭の移動距離を算出し、不安定性の評価とすることももある。左右を比較して移動量の差を計測する必要がある。

前下方の関節唇に比較して、Hill-Sachs 病変(上腕骨頭の陥没骨折)は描出しやすい。坐位の状態で骨頭の後方にプローブを置き、棘下筋の付着部を描出するように観察する。正常でも骨頭軟骨と大結節の間には sulcus が存在するため、やはり左右を比較する必要がある(図5)。

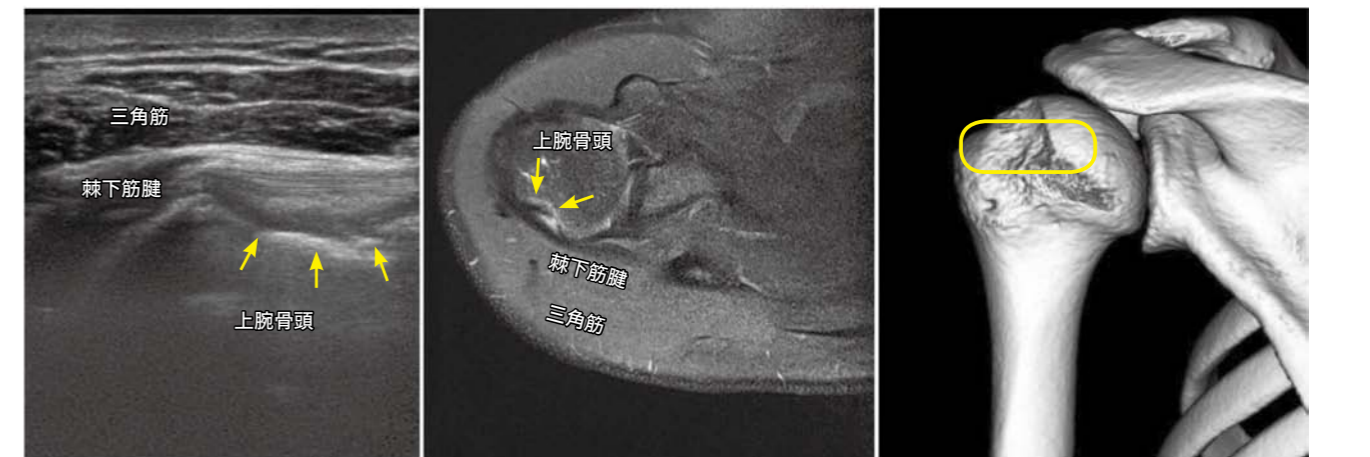


図5 Hill-Sachs 病変

棘下筋腱付着部の近位に上腕骨頭の陥凹(矢印)として Hill-Sachs 病変を認める。

MRI でも棘下筋腱付着部の近位に上腕骨頭の陥凹(矢印)を認める。

再構築 CT(左肩関節を後方より観察)にてプローブ位置を示す。

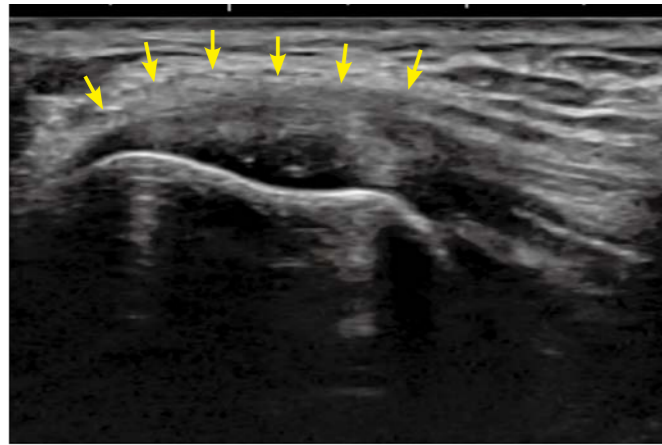


図 7b 内側上顆付着部での共同腱の腫脹
共同腱 (common flexor tendon) が付着部で腫脹している。腫脹している部分は fibrillar pattern が不明瞭である。

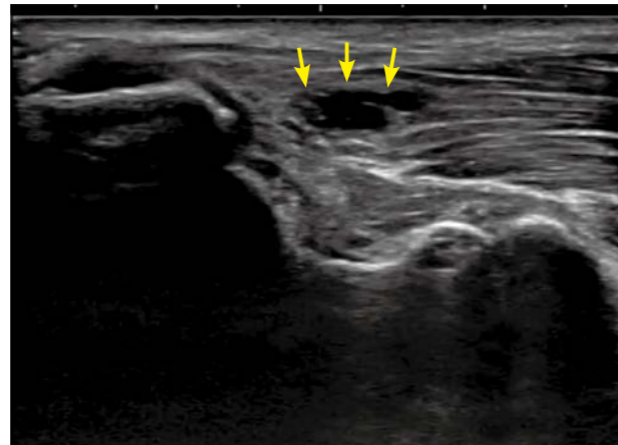


図 7c 内側上顆付着部での共同腱の部分断裂
浅指屈筋を中心とした共同腱の部分断裂が確認できる。

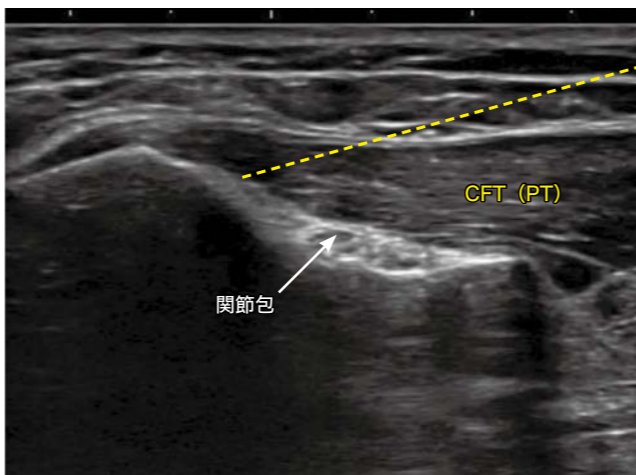
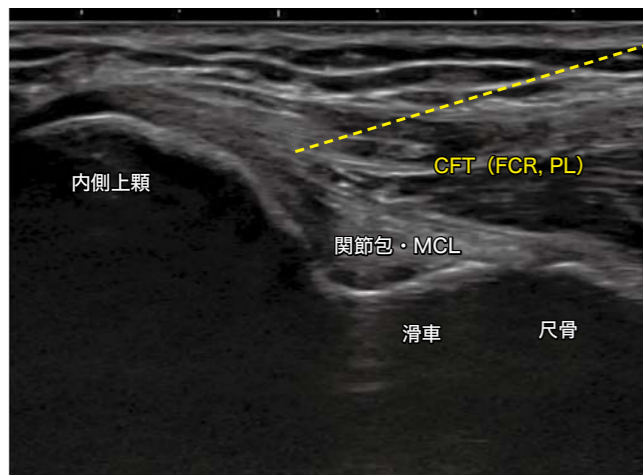


図 8 内側上顆への注射

橈側手根屈筋 (FCR)、円回内筋 (PT) どちらの症状かによって、インターベンションの方法は異なる。断裂部、血流シグナルの増加している部位での注射か、損傷した筋腱の深層を狙う。写真は交差法であるが、平行法の場合は点線の軌道で刺入する。



尺骨神経障害

投球などの overhead sports では、急速に肘関節の屈曲・伸展を繰り返し、さらには外反ストレスも加わる。そのため尺骨神経の緊張が高まり⁸、尺骨神経障害を引き起こす。一連の神経のどこで障害を起こしているか診断することが最も重要である。

まず鎖骨上や斜角筋の圧痛、Wright test、Allen test などを確認し、胸郭出口症候群を除外する。さらに圧痛や Tinel 徴候などで、どの部位で障害されているかを予測した後、超音波検査を行う。

超音波検査は、仰臥位にて肩関節 90 度外転、肘関節 90 度屈曲位で行う。まず、尺骨神経に絞扼がないかを長軸像で確認する。次いで、短軸像で尺骨神経の走行を追っていく (図 9)。

典型的な異常所見には絞扼や腫脹、脱臼 (図 10; 動画 4-2) があるが、必ずこれらを伴うわけではない。

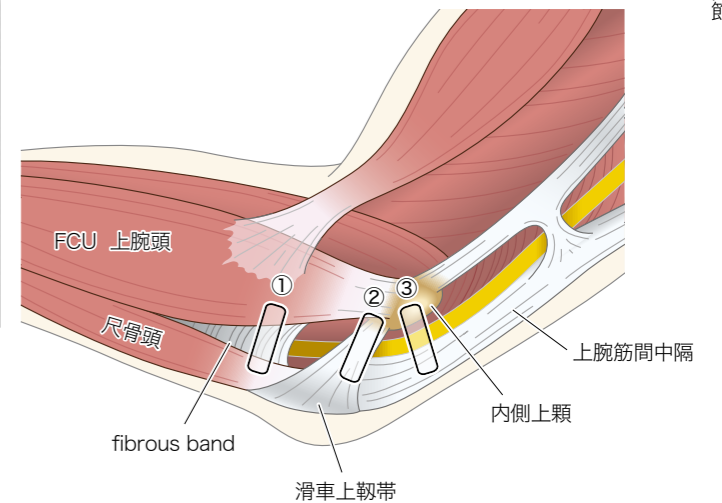
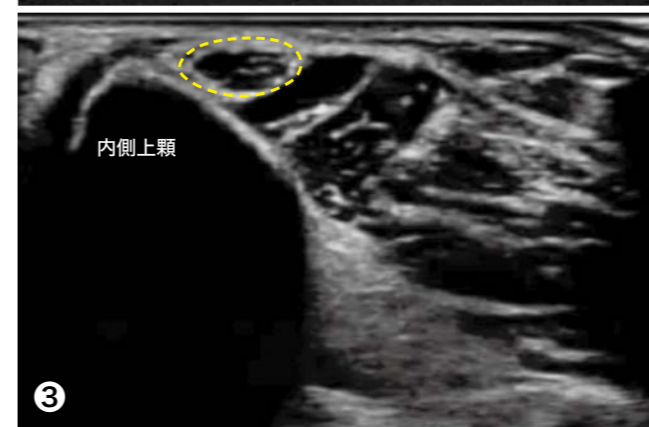
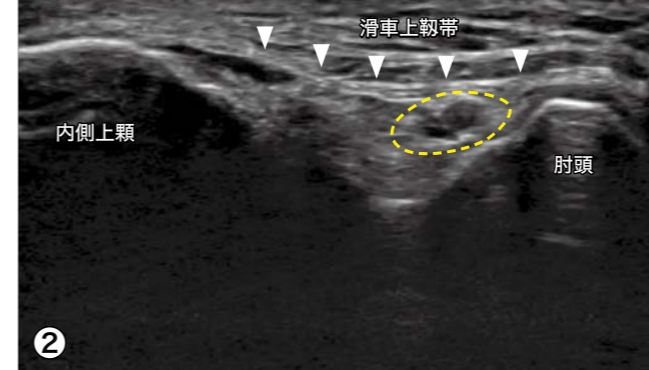
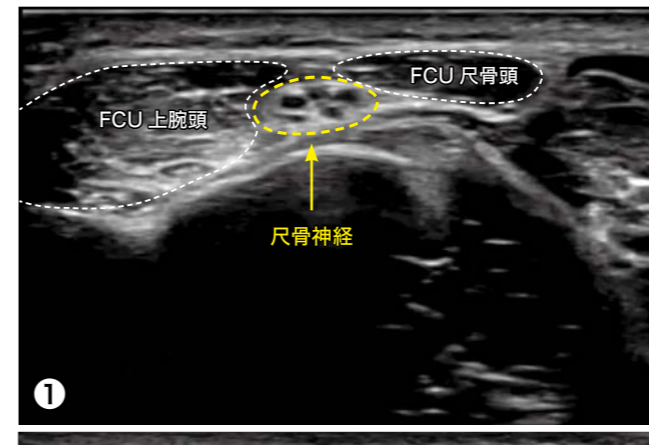


図 9 尺骨神経の走行と超音波解剖 (短軸像)

- ① 尺側手根屈筋 (FCU) の上腕頭と尺骨頭を描出し、その間を走行する尺骨神経を同定する。
- ② 近位に移動していくと、滑車上靭帯が描出できる。
- ③ さらに近位に移動し、内側上顆の後方で内側上顆と尺骨神経が接する位置を探す。内側上顆に沿って、平行法で尺骨神経の下方に注射する。

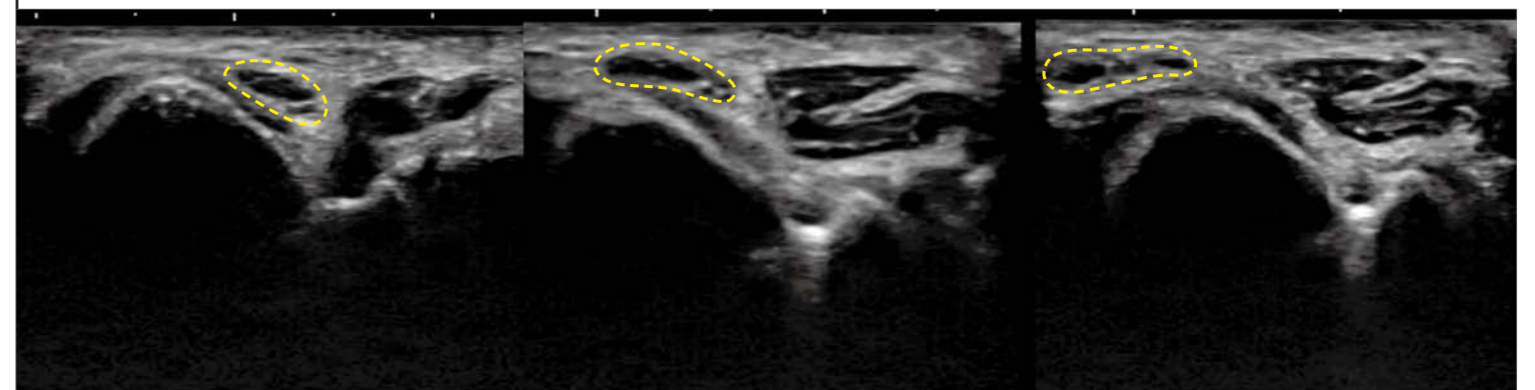


図 10 尺骨神経脱臼 動画 4-2

肘関節の屈曲とともに尺骨神経は内側上顆の上に乗り上げる。最大屈曲位では反対側に神経が移動する。



動画 4-2

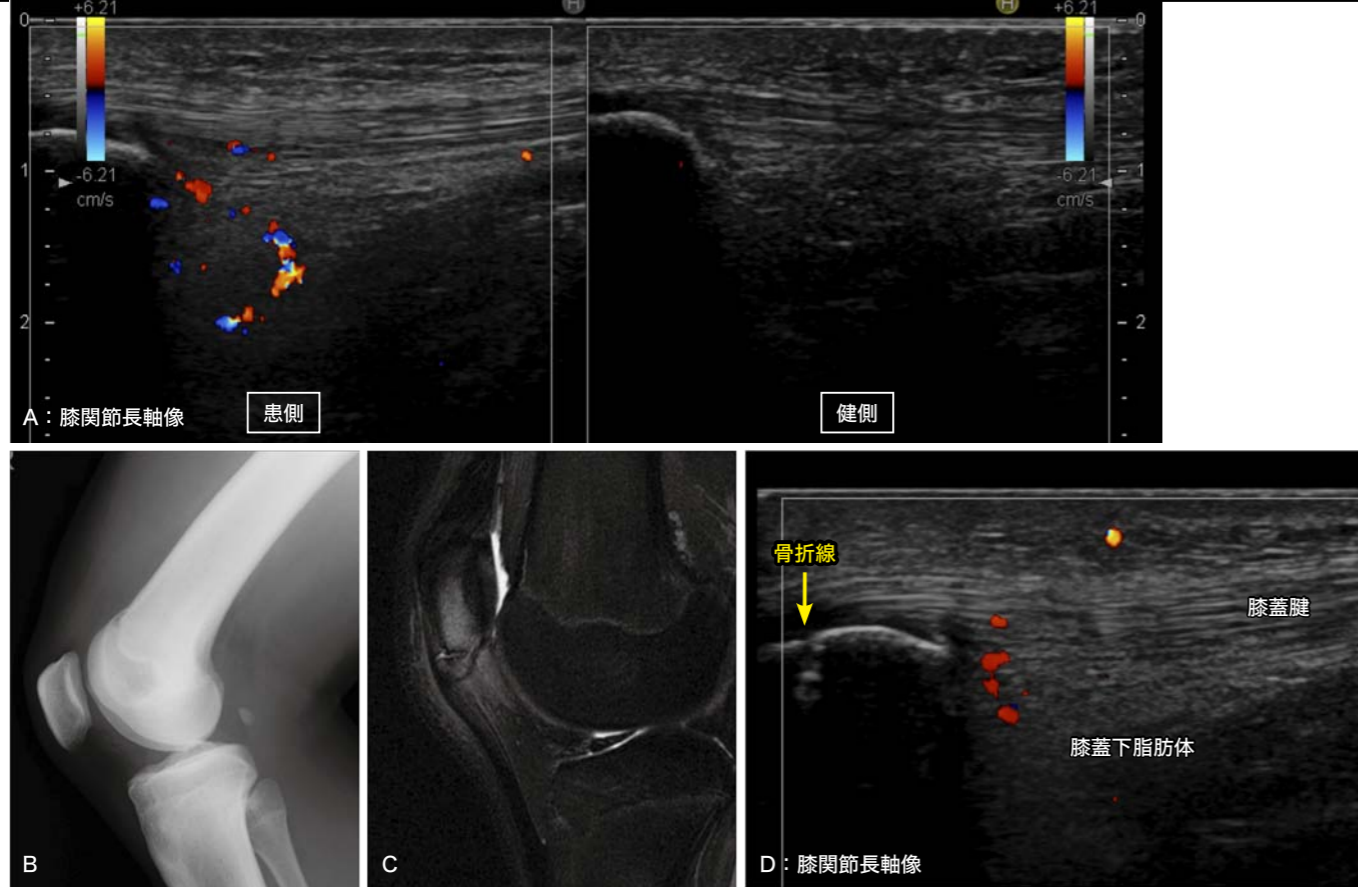


図 13 膝蓋骨疲労骨折 19歳男サッカー選手

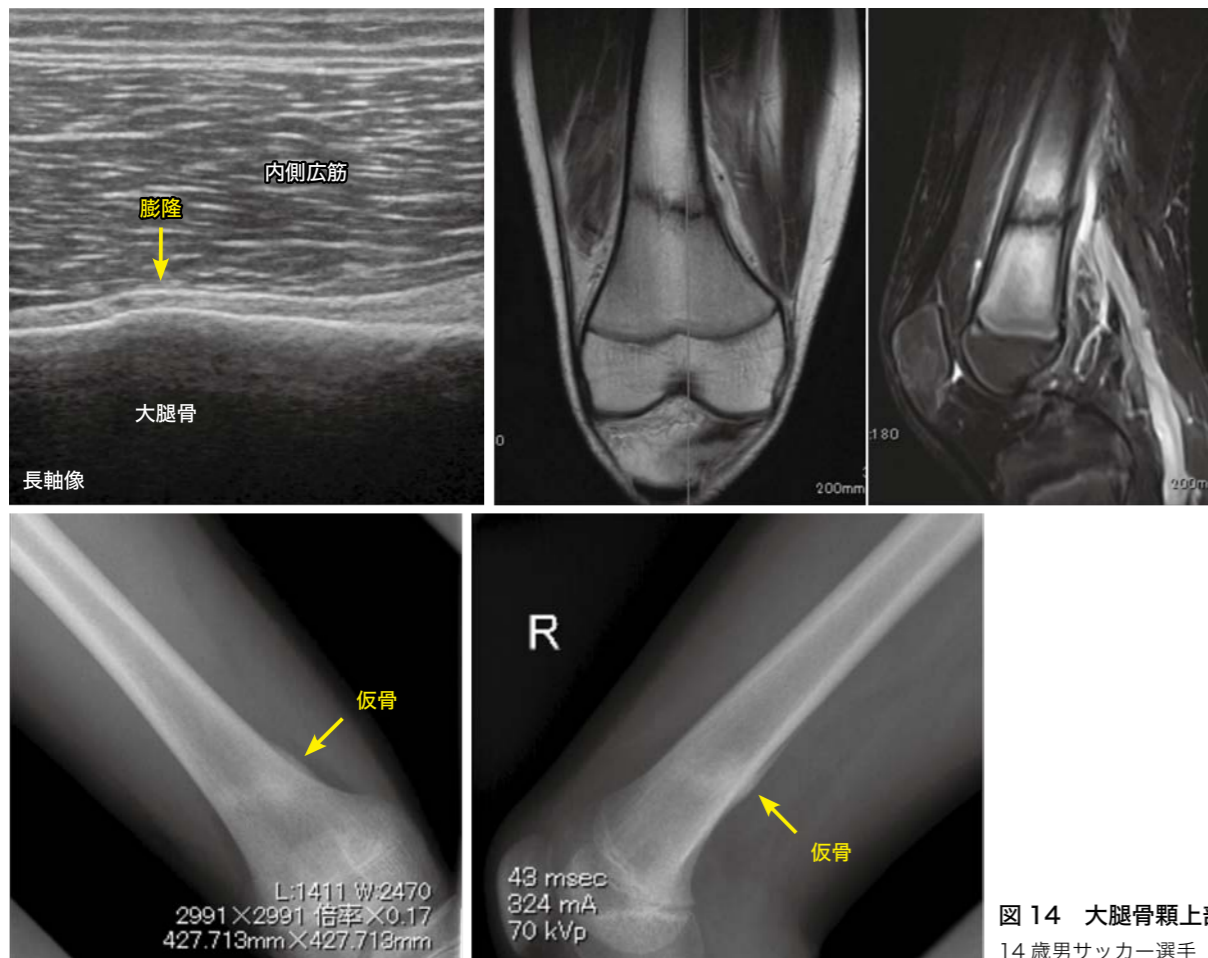


図 14 大腿骨顆上部疲労骨折 14歳男サッカー選手

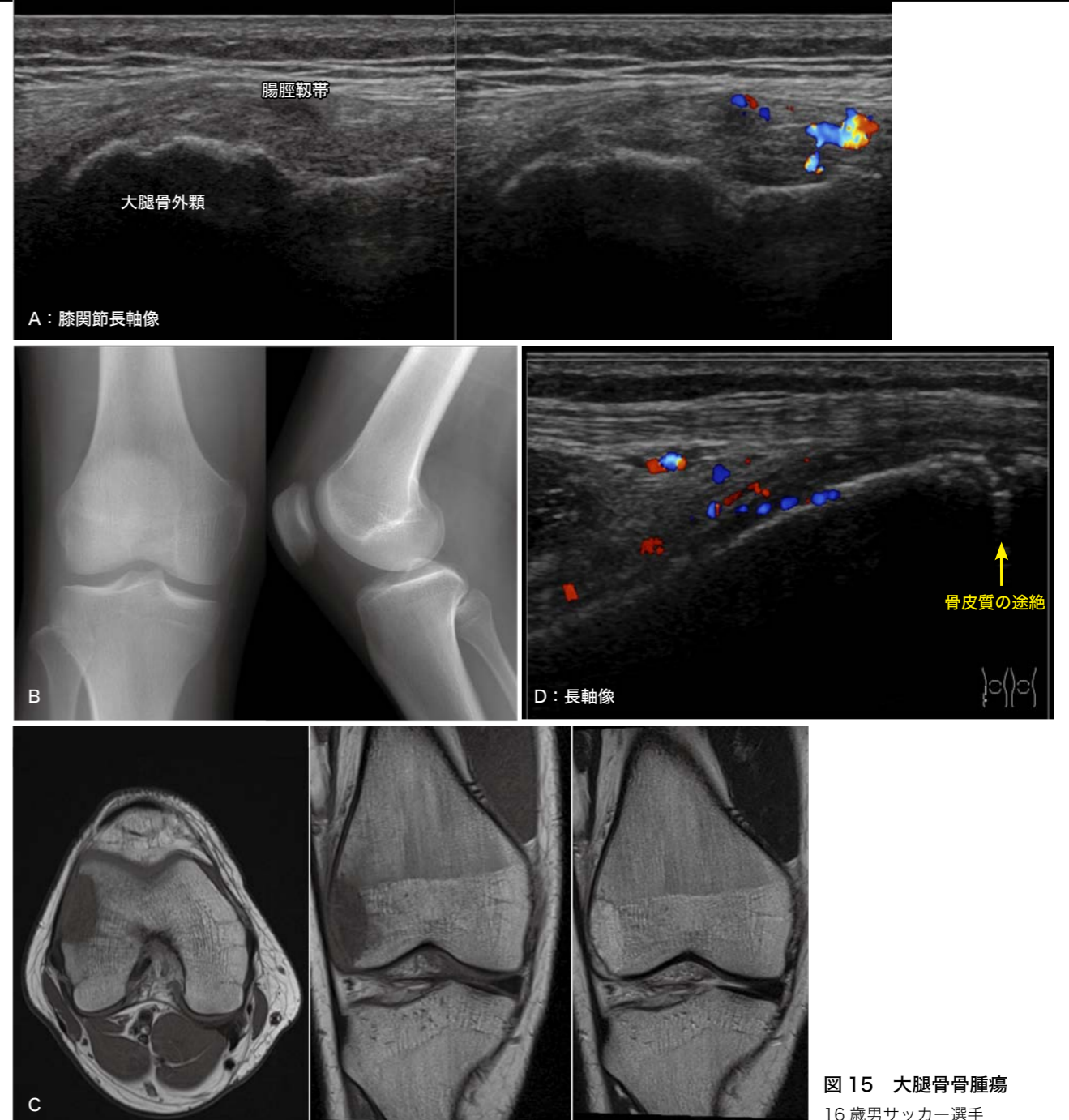


図 15 大腿骨骨腫瘍 16歳男サッカー選手

大腿骨顆上部疲労骨折

スポーツ選手の膝前方部痛を呈する疾患として発生頻度は低い、鑑別に挙げるべき疾患の1つである。他の疲労骨折と同様に、病初期には単純X線写真で異常所見を認めず、診断に難渋することがある。

症例は14歳男児サッカー選手で、1か月前から寛解と増悪を繰り返す膝前方部痛を主訴として受診した。前医2か所では単純X線写真上、異常所見はないといわれていた。当院初診時の超音波所見では大腿骨前方に皮質の膨隆を呈し、MRIで大腿骨顆上部に疲労骨折を認めた。2週間後の単純X線像では仮骨を認めた(図14)。

大腿骨骨腫瘍

膝関節周囲は骨腫瘍の好発部位であり、中高生の膝関節周囲部痛を診察する時には必ず鑑別に挙げないといけない疾患の1つである。

症例は16歳男性サッカー選手で、2か月前から繰り返す右膝前外側部痛を訴えて受診した。安静時痛はなく、歩行やランニングをした後に疼痛を訴えていた。身体所見では、内反膝で腸脛靭帯に圧痛を認め、graspingサインも陽性であった。超音波所見では腸脛靭帯直下の脂肪組織に血流シグナルを認め(図15A)、腸脛靭帯炎と診断し、注射療法と理学療法を行った。

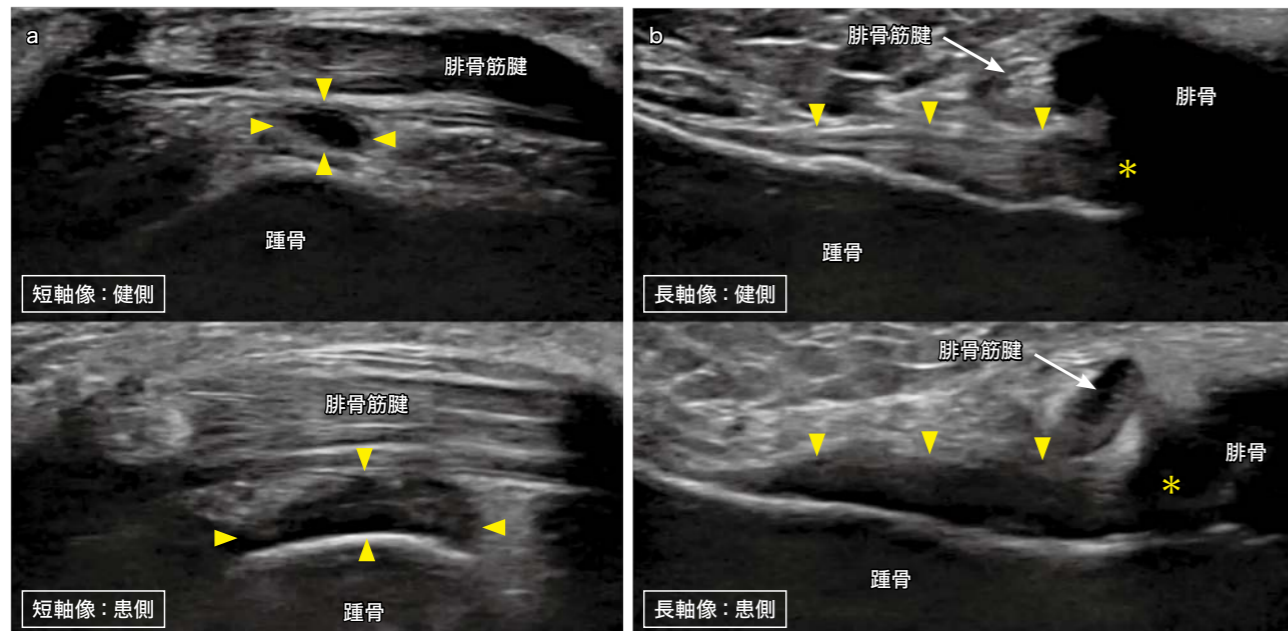


図7 踵腓靭帯損傷 動画 8-3

健側と比べると、患側の踵腓靭帯（矢頭）は腫脹して低エコー像を呈している。踵腓靭帯の腓骨側は、異方性（*）の影響もあり観察が困難である。



踵腓靭帯損傷

踵腓靭帯は、踵骨と腓骨を結合している靭帯で、前距腓靭帯と後距腓靭帯とともに足関節外側靭帯を構成している。その損傷は、内がえし捻挫の50～75%に生じていると報告されている¹。通常は前距腓靭帯損傷に付随して損傷されるが、まれに単独損傷をきたすことがある。

踵腓靭帯損傷の診断方法は確立されていないが、超音波検査ではその画像診断が可能である。

まず前距腓靭帯の長軸像を描出し、その腓骨付着部が画面中央にくるようにプローブをスライドさせる。その状態からプローブを外果後方へスライドさせると、プローブが外果を乗り越えたところで、腓骨筋腱と踵骨に挟まれた踵腓靭帯の短軸像が確認できる（図7a）。

損傷されると、靭帯線維は腫脹する。長軸像においても、損傷された靭帯は腫脹して低エコー像を呈する（図7b）。その際、踵腓靭帯の腓骨付着部は、外果遠位の前方であることを注意して観察する。

距骨下関節損傷

距骨下関節（距踵関節）は距骨と踵骨とで構成され、anterior facetとmiddle facet、posterior facetの3つのプレーンからなる。距骨下関節には、骨間距踵靭帯や前距踵関節包靭帯が存在する。重度の足関節捻挫では、前距腓

靭帯損傷・踵腓靭帯損傷に加え、距骨下関節の靭帯損傷も合併していることが知られている³。

しかし、それぞれの靭帯損傷の画像診断について確立された方法はまだない。超音波検査では、距骨下関節の靭帯損傷を直接描出することはできないが、距骨下関節の血腫を観察することにより、それらの損傷の有無を間接的に評価することはできる。

外果の遠位前方で距骨下関節外側の短軸像を観察する。関節裂隙を描出した後、プローブの距骨側を前方にずらして、距骨が画面から消えたところが関節血腫を確認しやすい（図8）。

前下脛腓靭帯損傷

前下脛腓靭帯は遠位脛腓関節の前方に位置し、脛骨と腓骨を結合している。骨折や遠位脛腓間の開大を伴わない前下脛腓靭帯の単独損傷は、その診断が難しいためしばしば見逃されていた⁴。特に陳旧性の足関節不安定性を有する症例においては、従来の徒手検査に頼った診断方法では、前距腓靭帯損傷と誤診されがちである。

超音波検査では損傷部位を直接描出できるため、的確な画像診断を行うことができる。

まず距腿関節の外側で短軸像を描出する。次にプローブの腓骨側を軸に脛骨側を近位に回転し、プローブを近位へスライドして前下脛腓靭帯の長軸像を描出する。長軸像に

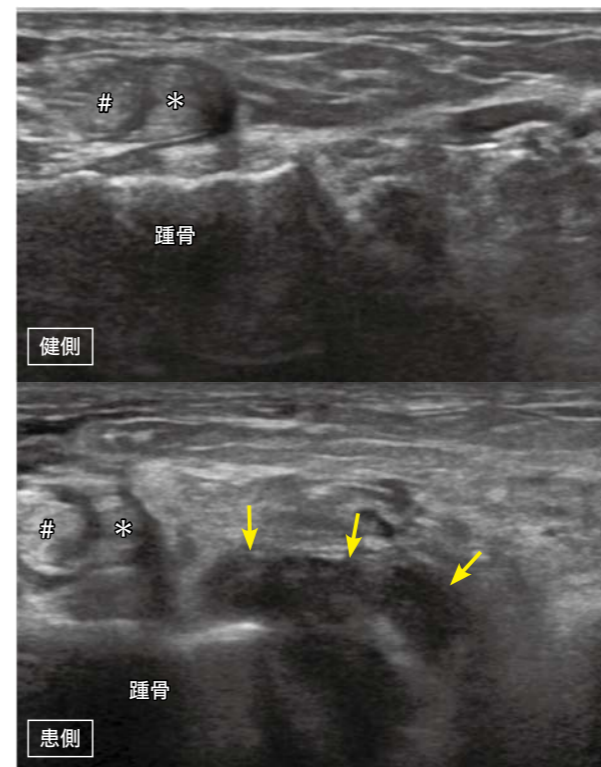


図8 距骨下関節損傷

距骨下関節裂隙を描出した後、プローブの距骨側を前方にずらして、距骨が画面から消えたところで距骨下関節血腫（矢印）が観察できる。*短腓骨筋腱、#長腓骨筋腱

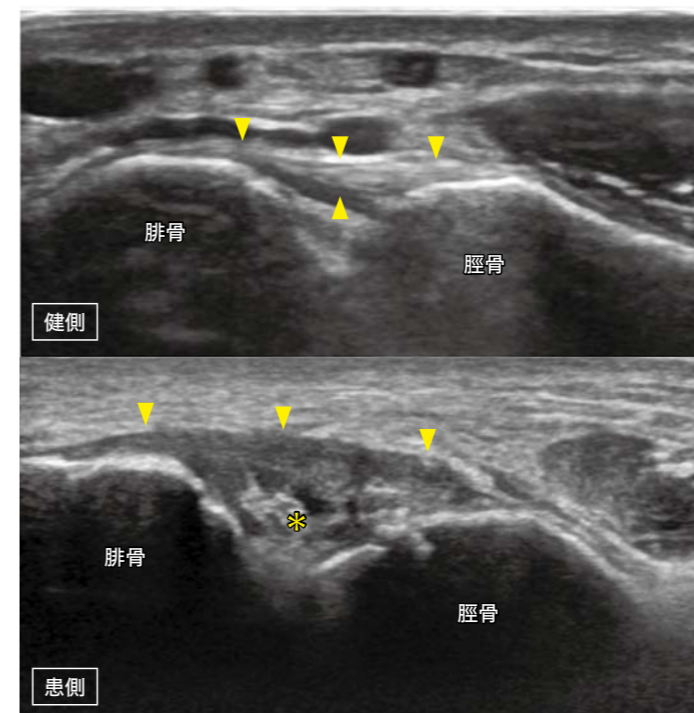


図9 前下脛腓靭帯損傷

前下脛腓靭帯（矢頭）は、骨膜上の軟部組織とともに腫脹して不整となり、血腫（*）が観察できる。

において、損傷された靭帯は骨膜上の軟部組織とともに腫脹して、靭帯実質部が不整となっている（図9）。

靭帯を描出したまま荷重をかけさせたり、背屈外旋ストレスをかけたりすることにより、同部位の不安定性を評価することも可能である。

踵骨前方突起骨折（二分靭帯損傷）

二分靭帯は、踵骨と舟状骨を結合する踵舟靭帯と、踵骨と立方骨を結合する踵立方靭帯とで構成される。

内がえし捻挫後に二分靭帯周囲に圧痛があり、単純X線検査で骨折が確認できないケースは、しばしば二分靭帯損傷と診断されている。しかし、そのようなケースに対して超音波検査を行うと、多くの症例で踵骨前方突起骨折が確認できる⁵。超音波検査では、単純X線検査では診断ができない微細な裂離骨片も鮮明に描出できるため、その診断が可能である。

まず踵立方関節の関節裂隙を描出し、その状態からプローブを頭側にスライドさせていく。平坦だった踵骨の骨輪郭が角状を呈してきたところが踵骨前方突起で、多くの場合はこの部分に裂離骨片が観察できる（図10）。

靭帯線維は鮮明に描出されないことも多いが、実際のと

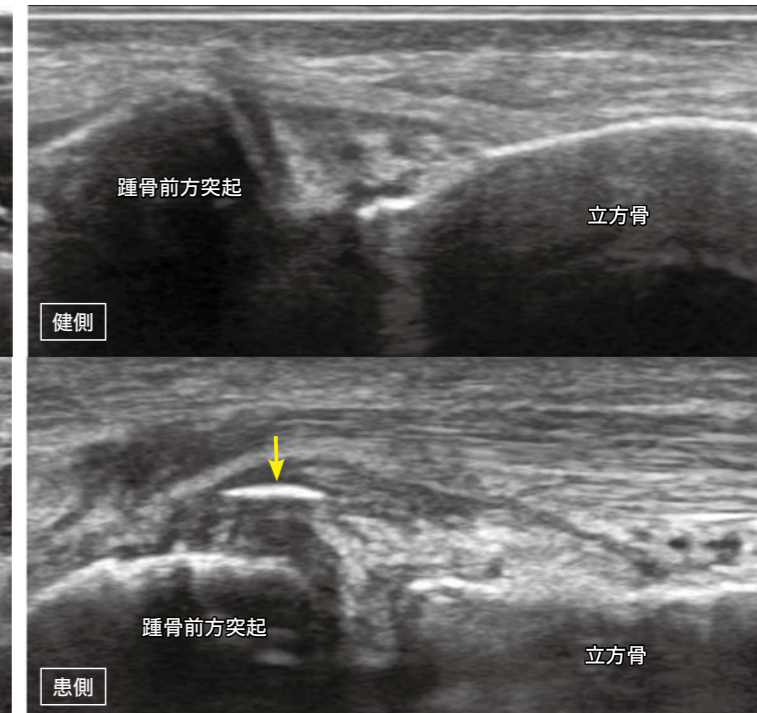


図10 踵骨前方突起骨折

踵骨前方突起の裂離骨片（矢印）が観察できる。

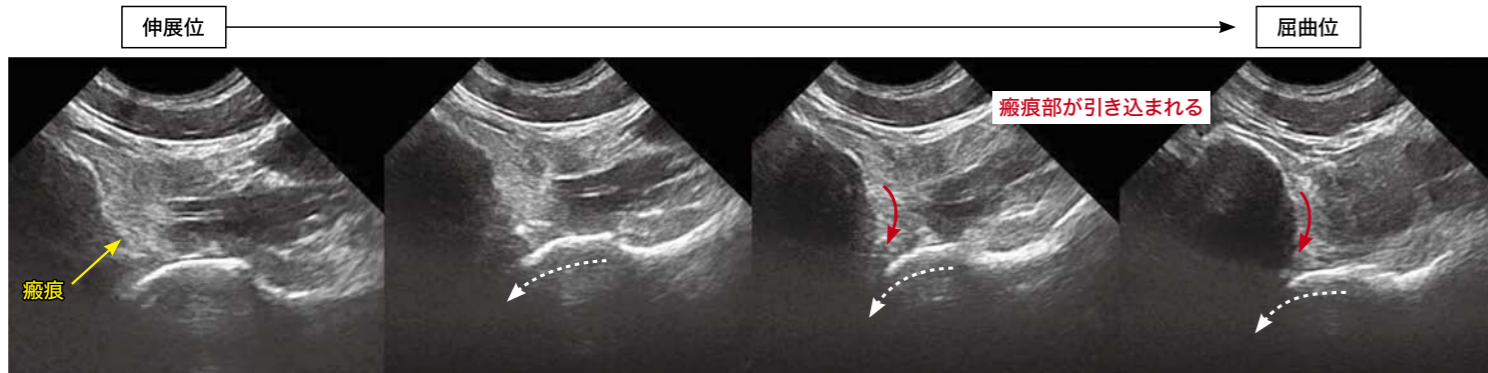


図 18 股関節他動屈曲時の大腿直筋起始部の動態 (症例 6) 動画 9-7

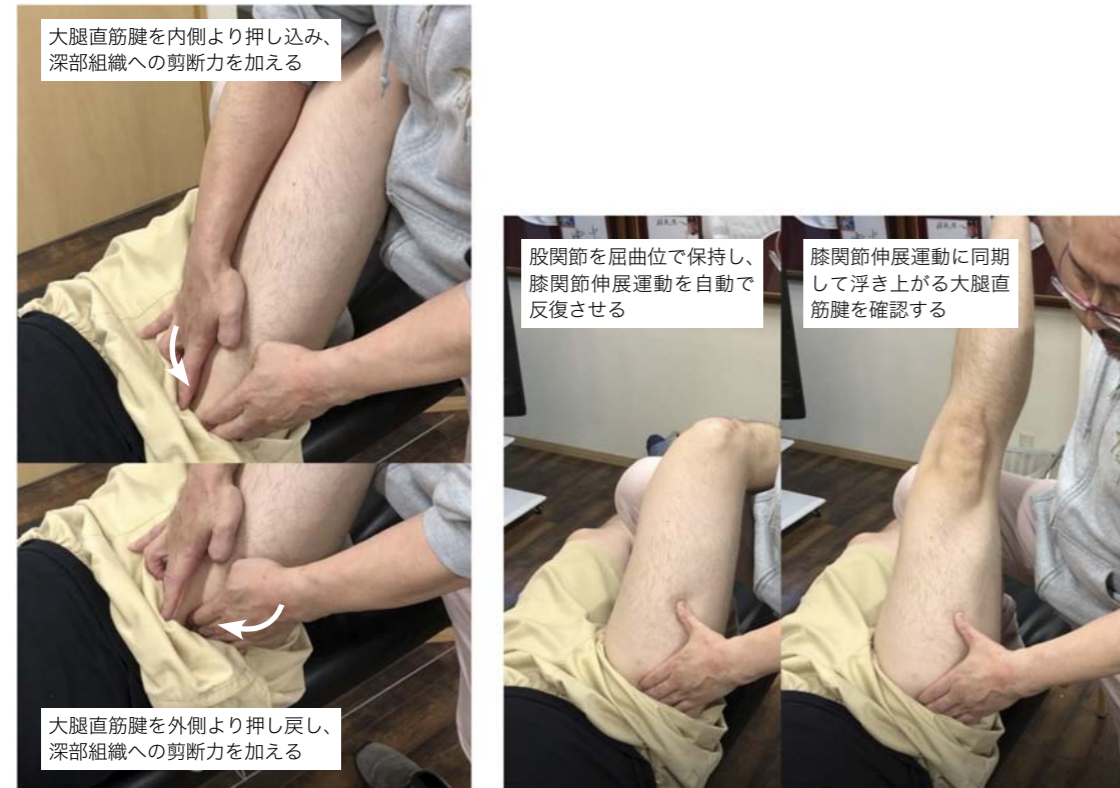


図 19 症例 6 に対する運動療法

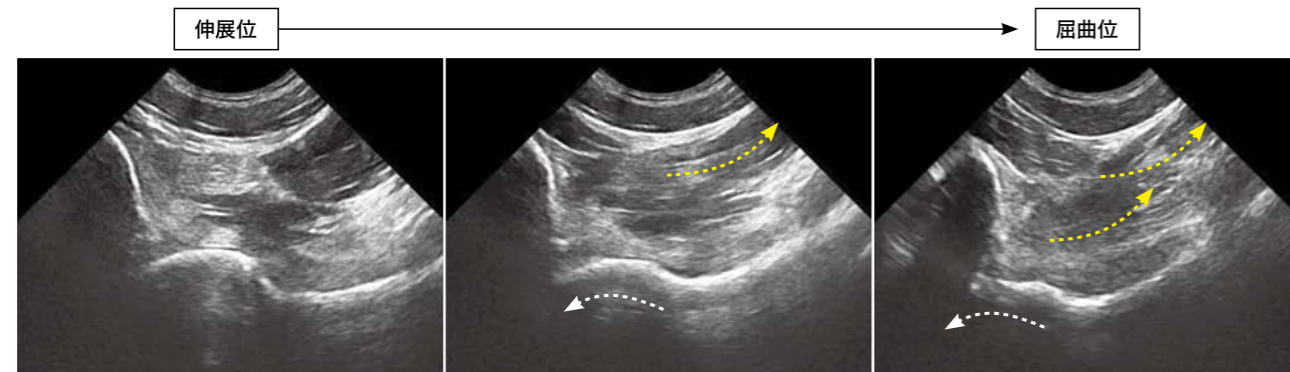


図 20 股関節他動屈曲時の大腿直筋起始部の動態 (運動療法後) 動画 9-8

一方、症例の超音波画像では、大腿直筋腱深部から iliocapsularis の起始部にかけて癒痕を思わせる高エコー域を認める。また、正常股関節で観察される大腿直筋腱の腹側移動が明らかに低下しており、屈曲とともに癒痕部が深部へと引き込まれる様子が観察された (図 18; 動画 9-7)。同期して鼠径部痛を訴えたことより、大腿直筋腱の深部に存在する癒着性病態が疼痛の原因と考えられた。

運動療法へのワンポイントアドバイス

大腿直筋腱ならびに iliocapsularis の起始部を剪断するように徒手的にリリースする (図 19A)。さらに、股関節屈曲位で大腿直筋を収縮させることで起始部を動的に剥離する (図 19B)。その後は頸部軸での屈曲運動を自動介助運動で反復し、iliocapsularis と腸腰筋の滑走性を改善する。

運動療法後の超音波観察では、大腿直筋腱の腹側移動の改善と癒痕部の引き込みは明らかに改善していた (図 20; 動画 9-8)。練習を続けながら運動療法を継続し、約 2 ヶ月で疼痛は完全に消失した。



図 21 Jason による膝蓋下脂肪体の疼痛誘発テスト

膝関節リハビリテーションにおけるエコー評価

ACL 再建術後遺残した膝前面痛 [症例 7]

症例紹介

ACL 再建術を約 1 年半前に施行後、走行時や階段降段時に膝前面痛が遺残していた大学サッカー部の男子である。再建靭帯自体の経過は良好で、前方ならびに回旋不安定性は全くなかった。可動域は最終屈曲域で若干制限を認めており、正座位で膝前面から深部の疼痛を自覚していた。10 分ほど走行すると膝前面痛を自覚し、その疼痛は徐々に増強した。階段降段時にも同様な疼痛を自覚しており、競技復帰が遅れていた。

膝蓋骨低位を認め、Jason test (膝蓋下脂肪体由来の疼痛を反映する徒手検査: 図 21) で疼痛が誘発された。鷲足、内側膝蓋大腿靭帯、膝蓋靭帯などには圧痛はなかった。

エコー評価

プローブを膝蓋靭帯上で長軸方向に置き、膝関節屈伸運動における膝蓋下脂肪体の動態を観察した。正常膝では、膝関節伸展に伴い膝蓋下脂肪体は脛骨と膝蓋靭帯との間にウエッジ状に進入し、屈曲に伴い関節内へと押し出される (図 22)。この動態は、膝蓋靭帯と脛骨との間に存在する深膝蓋下滑液包により円滑化されている。

膝関節伸展に伴う膝蓋下脂肪体の進入が確認できない場合には、滑液包周辺組織の癒着が疑われるとともに、膝蓋

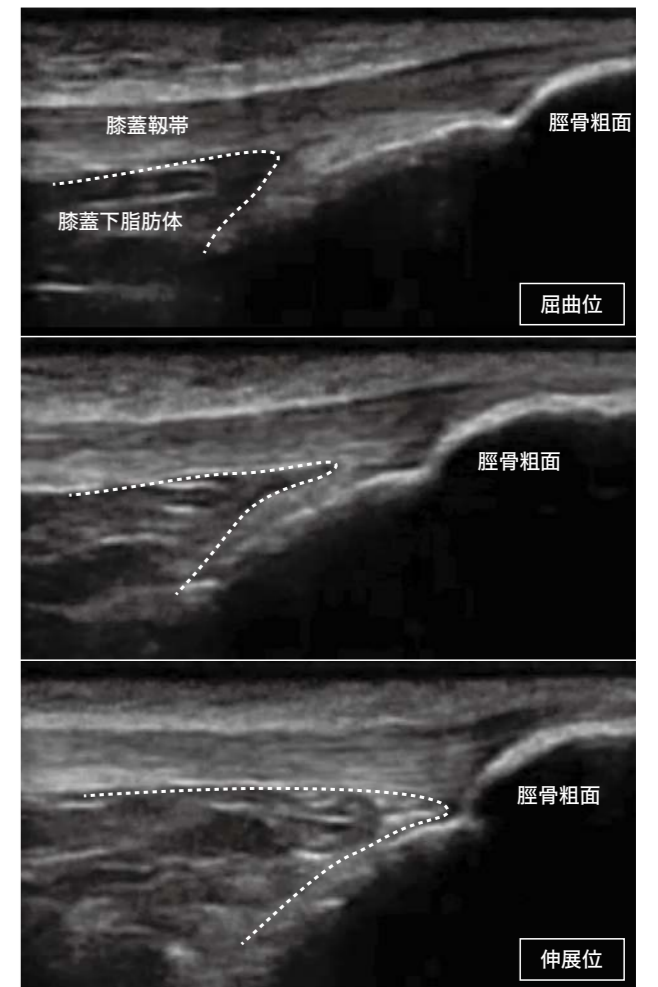


図 22 正常膝における膝蓋下脂肪体の屈伸動態 (膝蓋靭帯下長軸像)

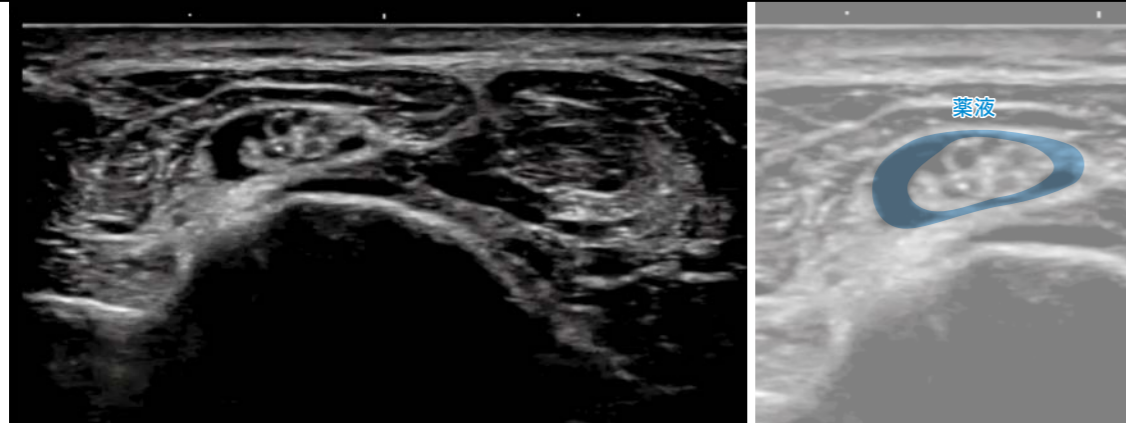


図7 Donuts sign (ドーナツサイン)

Paraneural sheath 内に薬液が入ると、神経の周囲を包み込むように薬液が広がる。

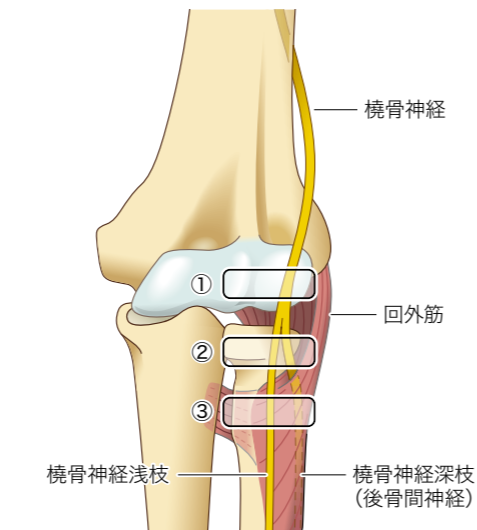
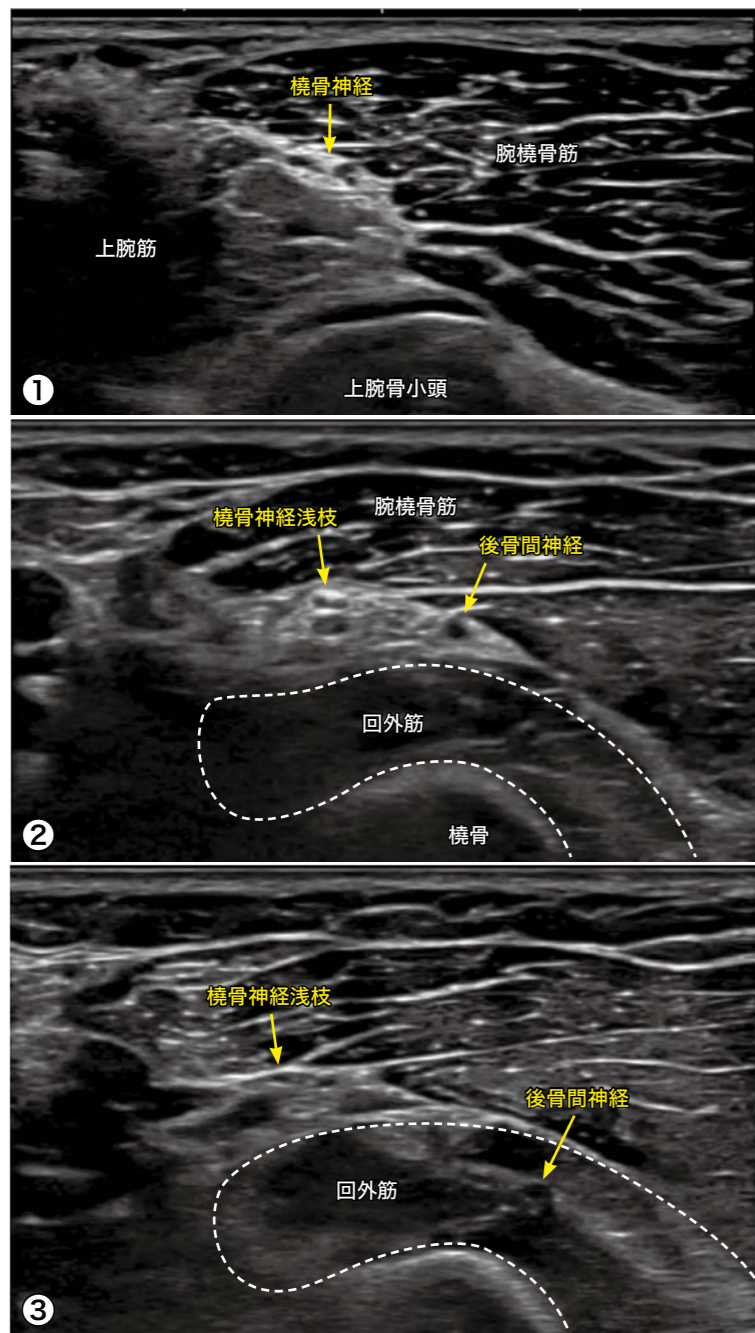


図8 橈骨神経の超音波解剖 動画 11-6

橈骨神経は、腕橈関節付近で橈骨神経浅枝と深枝（後骨間神経）に分岐する。橈骨神経浅枝は回外筋と腕橈骨筋の間を通過し、腕橈骨筋の深層を走行する。後骨間神経は分岐後 Frohse のアーケードを通り、回外筋内を走行する。

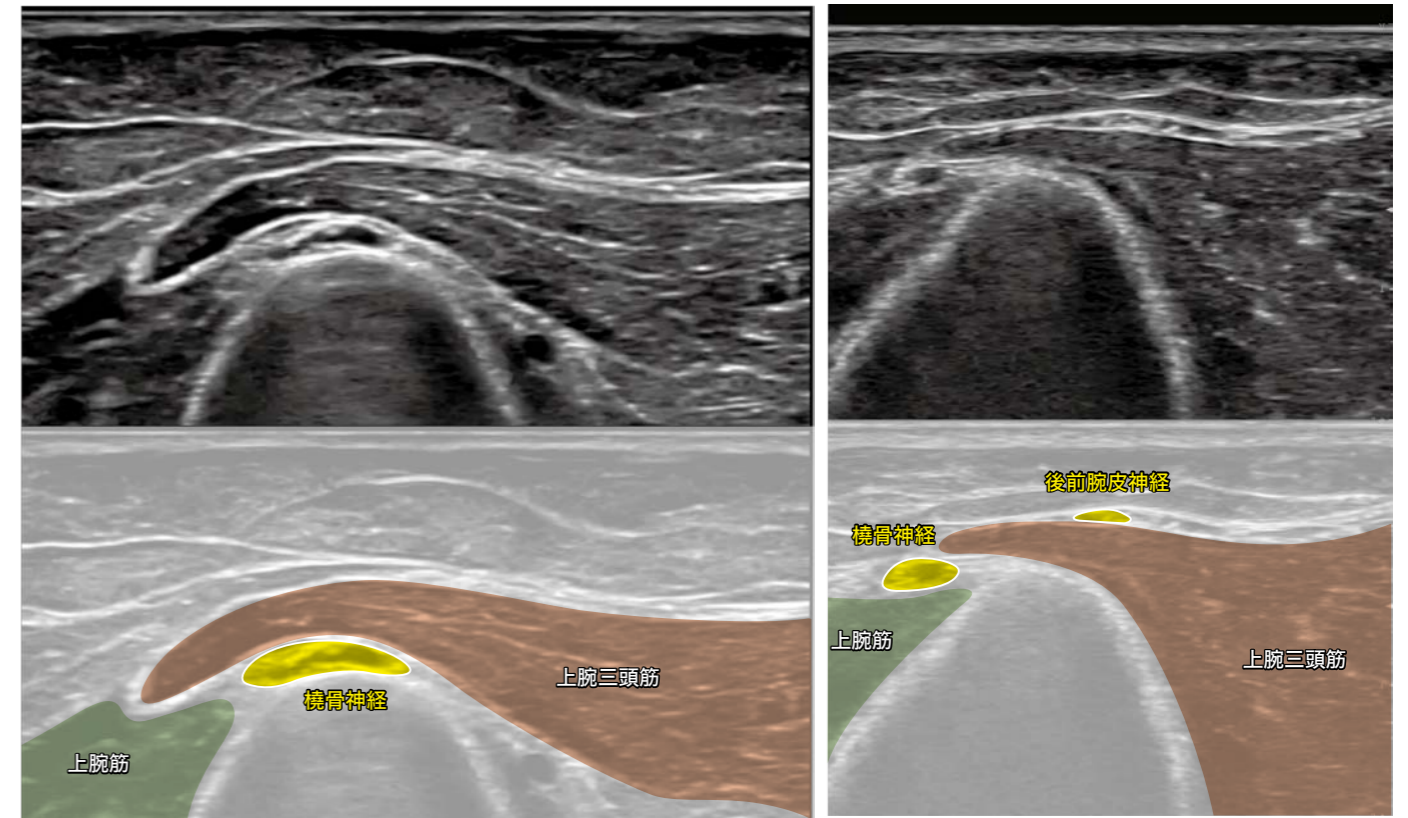
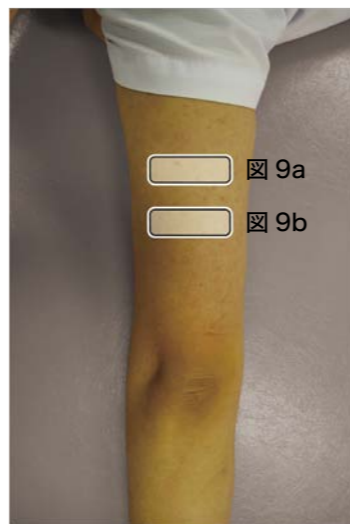


図9a 橈骨神経溝 動画 11-7

上腕骨の後面中央にプローブを当て、橈骨神経溝での橈骨神経を描出する。わからない場合は近位から追うより、遠位から追う方が簡単である。遠位で見つける場合は、図8-①のように小頭上で描出して、近位に追うと良い。橈骨神経を下からすくい上げるように薬液を注入する。

図9b 後前腕皮神経 動画 11-8

橈骨神経が橈骨神経溝をまたいだ後に、皮下に分枝する後前腕皮神経が描出できる。肘外側部痛を訴える選手の中に、この部位の痛みが隠れていることがある。

液が入ると、神経のまわりに薬液が広がるドーナツサインが見られる（図7）。Paraneural sheath 内を攻めるために高画質な超音波機器が求められる。

尺骨神経障害に対する hydrodissection の有用性も報告されている^{5,6}。筆者は、腫脹を伴わない神経障害に対しては生理食塩水を用いた肘部管注射、尺骨神経脱臼に対しては内側上顆周辺での注射も行っている。

尺骨神経の横には伴走する尺骨動脈がある。動脈内に薬液を入れないように注意を払う。わずかに拍動が確認できるが、わからない場合は必ずドプラモードで確認する。

橈骨神経

適応

難治性外側上顆炎、原因不明の外側部痛（回外筋症候群、橈骨神経障害、腕橈骨筋症候群）などが適応となる。

超音波解剖と注射方法（図8；動画 11-6）

肘関節を伸展、回外位で手台にのせる。橈骨、回外筋、腕橈骨筋を短軸で描出する。交差法あるいは平行法で針を刺入する。橈骨神経の本幹や浅枝に注射する場合は、回外

筋の fascia からはがすようなイメージで神経の下から注入する。後骨間神経に注射する場合は、Frohse のアーケードに入り込む部位で行う。

注意点、合併症

橈骨神経分岐部への注射は、肘外側部痛に対する hydro-release で最も頻用される。この方法は、腕橈骨筋、回外筋、橈骨神経の疼痛や、原因不明の肘外側部痛に対しても有効なことがある。ただし、橈骨神経の疼痛はこのレベルだけでは限らない。スポーツ障害に限定しないのであれば、橈骨神経溝（図9a；動画 11-7）の部位や Wartenberg 症候群（図10）での entrapment など様々である⁷。外側上顆炎の疼痛の中に、橈骨神経の分枝である後前腕皮神経の疼痛を合併している例もある（図9b；動画 11-8）。それぞれ圧痛点や Tinel 徴候、scratch collapse test を注意深く診察し治療にあたる。

橈骨神経周囲への注射によって神経損傷が起こらないように注意を払う。筆者は橈骨神経の hydrorelease を積極的にやっているが、尺骨神経と同様、一時的であっても麻痺を作りたくない場合は生理食塩水か、局所麻酔薬を 0.1 mL 程度加えた生理食塩水を用いている。



図4 半膜様筋の肉離れ後のhydrorelease

a: 腹臥位で、半膜様筋および半腱様筋の短軸像を観察する。膝窩レベルでは、半腱様筋が半膜様筋の上に乗っ上がってくるため、膝窩レベルでそれぞれを同定してから近位へプローブをスライドしていくと、半腱様筋と半膜様筋の鑑別が容易となる。肉離れ部位を同定した後、注射は交差法ないし平行法で行う(写真は外側からの平行法)。
 b: 半膜様筋の肉離れ部と半腱様筋の間にhydroreleaseを行う。筆者は、生理食塩水で0.1%に希釈した局所麻酔薬を5mL注入している。
 c: 半膜様筋の肉離れ部と半腱様筋の間に広がった薬液(*)が観察できる。

動画 12-2

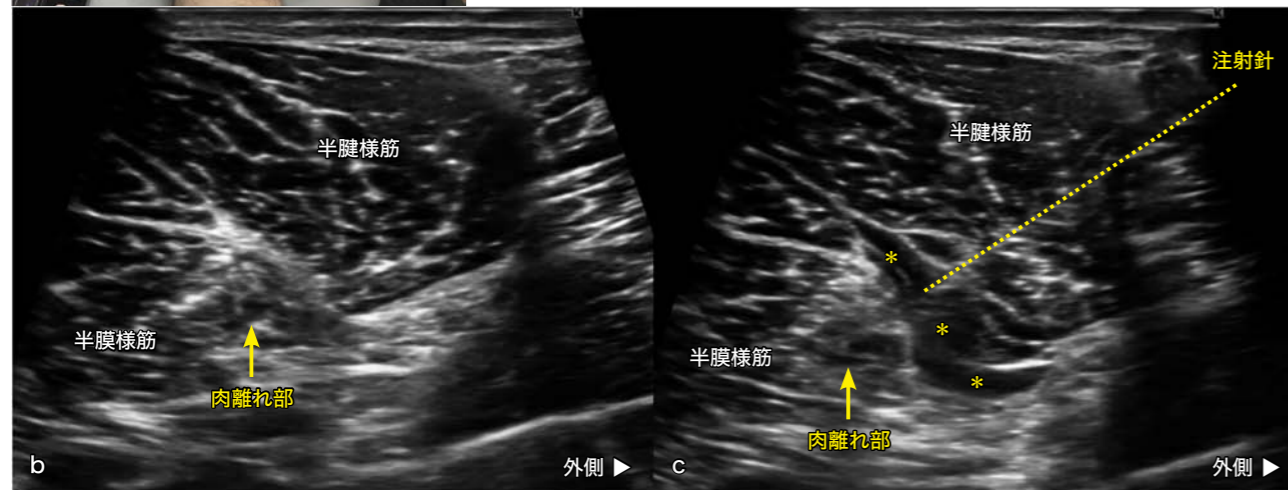


図5 伏在神経のhydrorelease

a: 仰臥位もしくは患側下の半側臥位で、股関節を軽度外旋させ、大腿中央で大腿動脈の短軸像を観察する。大腿動脈は縫工筋の深部で内側広筋と長内転筋に挟まれており、伏在神経は大腿動脈の外側で内側広筋に接している。遠位に向かってプローブをスライドしていくと、大腿動脈が下行膝動脈を分枝する。このあたりで伏在神経と大腿動脈が離れるので、注射しやすいポイントを探す。注射は外側から平行法で行う。
 b: 伏在神経(矢印)のhydroreleaseを行う。神経が全周性に薬液に包まれるように意識し、まずは神経の深層、次いで神経の浅層に薬液を注入する。筆者は、生理食塩水で0.1%に希釈した局所麻酔薬を5mL注入している。
 c: 伏在神経の周囲に広がった薬液(*)が観察できる。

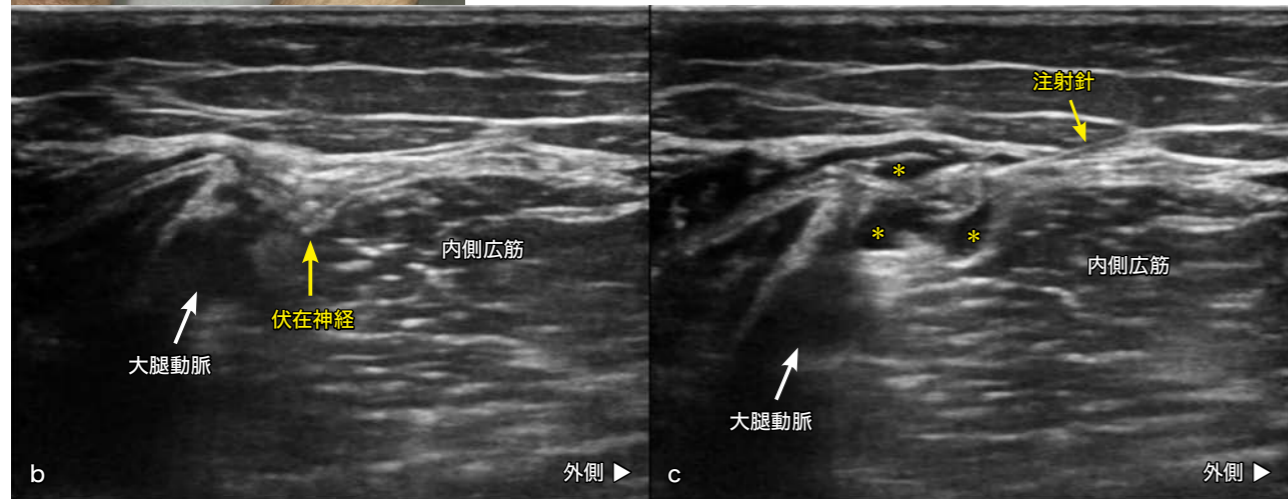


図6 総腓骨神経のhydrorelease

a: 腹臥位で、脛骨神経および総腓骨神経の短軸像を観察する。注射は、総腓骨神経の圧痛があるレベルで外側から平行法で行う。
 b: 総腓骨神経のhydroreleaseを行う。神経が全周性に薬液に包まれるように意識し、まずは神経の深層、次いで神経の浅層に薬液を注入する。筆者は、生理食塩水で0.1%に希釈した局所麻酔薬を5mL注入している。
 c: 総腓骨神経の周囲に広がった薬液(*)が観察できる。写真は総腓骨神経の深層に薬液を注入しているところで、このあと神経の浅層にも薬液を注入した。

動画 12-3

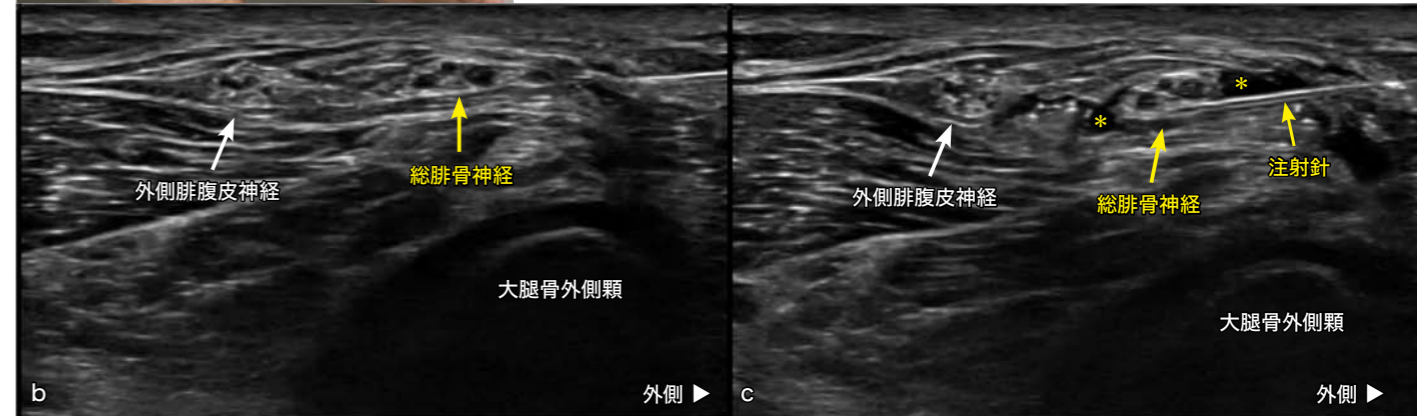


図7 脛骨神経のhydrorelease

a: 腹臥位で、脛骨神経および総腓骨神経の短軸像を観察する。注射は、脛骨神経の圧痛があるレベルで内側から平行法で行う。
 b: 脛骨神経のhydroreleaseを行う。神経が全周性に薬液に包まれるように意識し、まずは神経の深層、次いで神経の浅層に薬液を注入する。筆者は、生理食塩水で0.1%に希釈した局所麻酔薬を5mL注入している。
 c: 脛骨神経の周囲に広がった薬液(*)が観察できる。

