

クリニカルインフォメーション

膝関節痛に対する超音波診療

金沢大学 整形外科
中瀬 順介





我々整形外科医は、初診時に「痛いところの単純X線写真」を撮るように教育され、それが常識となっている。たしかに、単純X線撮影は簡便で安価で、整形外科の発展に大きく貢献したことに疑いの余地はなく、なくてはならない画像検査のひとつである。膝関節痛の診療において骨の変形やアライメントを確認することは非常に重要であるが、骨やアライメントに異常がない膝関節痛患者に遭遇することは非常に多い。膝関節痛の診療を大きく変えたのが、MRIである。以前は単純X線像で異常所見がなく、疼痛の原因がわからない場合「膝内障」という病名で多くの膝関節鏡検査が行われていた。MRIでは靭帯、半月板や軟骨などを非侵襲的に確認することが可能となり、膝関節鏡検査は激減し、膝関節痛診療は大きく変化した。一方でMRIは時間がかかり、高価な検査であり、汎用性は高くない。このような背景で近年急激に発展しているのが、超音波診断装置である。

超音波画像の特徴は何と言っても簡便にリアルタイムで画像が得られることである。患側と健側の比較も容易で、ドプラモードでは血流シグナルを観察することができる。また、これまでの診断ツールとの最大の違いは、インターベンションに用いることができる点である。超音波ガイド下で注射や処置を行うことで手技の安全性と再現性が担保され、治療効果判定に非常に大きな役割を果たし、これまで病態が良くわかっていなかった疾患の病態解明を含め、整形外科の発展に大きく寄与している。

本稿では単純X線像やMRIの「静止画」で病態を想像することが習慣となり、よくわからないまま「思考停止」に陥っていた私の目前にあらわれた各疾患の「衝撃の1枚」とそれぞれの疾患に対する私が考える「超音波診療」を紹介する。

1. Osgood-Schlatter病(以下OSD)

OSDは1903年に報告された骨端症であるが、現在でも動物モデルが確立されておらず、詳細な病態は分かっていない。筆者が膝関節超音波をはじめたきっかけの疾患である。従来は、身体所見と単純X線像により診断し、治療を行ってきたが、スポーツ活動の制限やストレッチ指導など我々整形外科医にできることは限られ、なんとかできないかと模索していた。当時は病態解明のため、数例MRIを撮影したこともあったが想像を超える所見は得られなかった。

OSDの超音波ドプラ像(図1)は衝撃的であった。裂離した二次骨化中心は骨化するまでは単純X線像で確認できないのみならず、深膝蓋下包水腫や膝蓋腱の低エコー域に加え、MRIでも描出できない膝蓋腱周囲や膝蓋下脂肪体の血流シグナルが観察できた。その後、我々はOSDに特徴的な超音波所見として4つの所見の発生頻度を健常人と比較して報告した¹⁾(表1)。さらに、脛骨結節と身体的特徴²⁾、超音波所見と疼痛の関連や超音波ガイド下注射の効果³⁾などについて調べ、病態に基づいた超音波分類と治療方針(図2)を報告した。

図1 OSDの超音波像(ドプラモード)

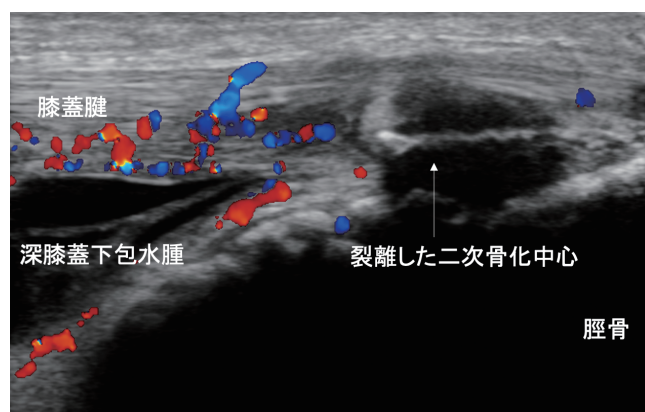
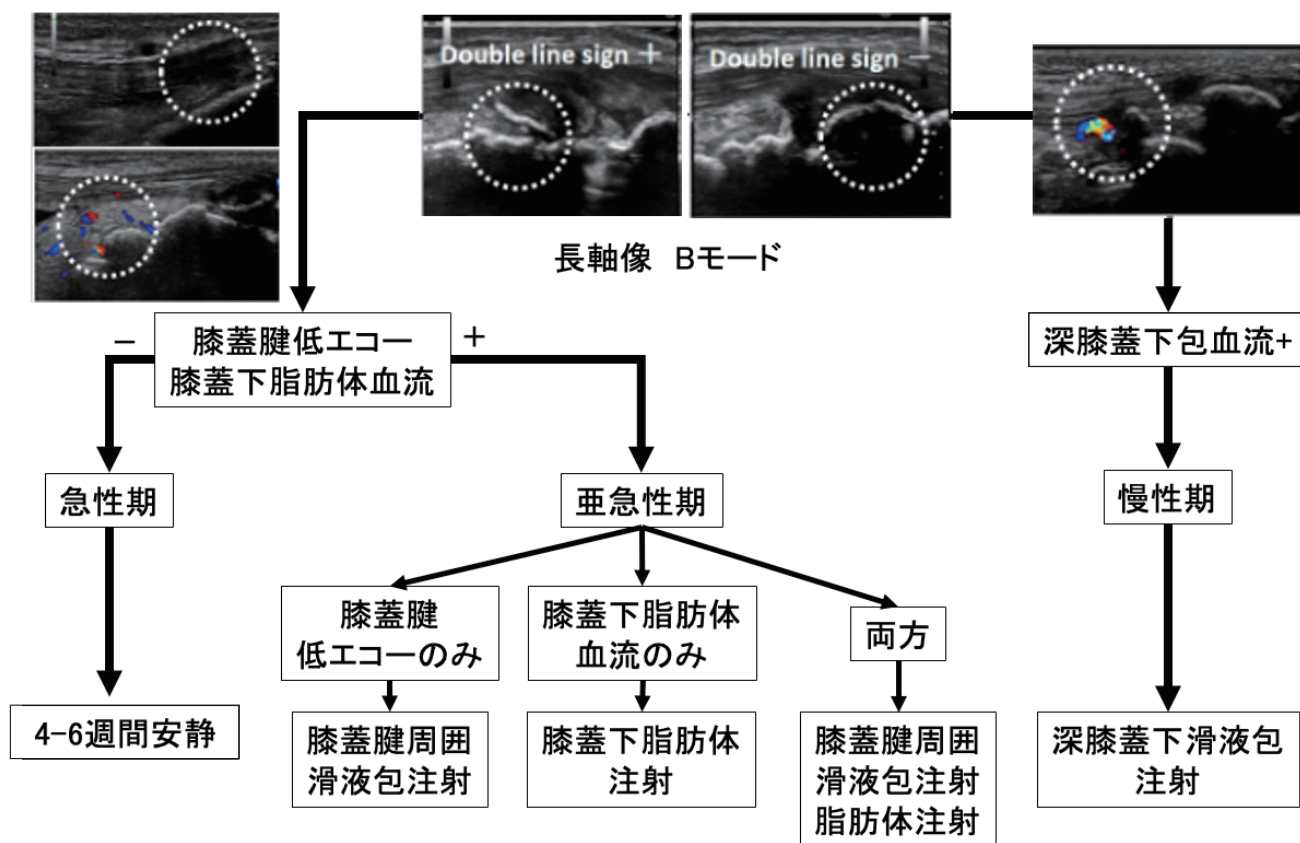


表1 OSDに特徴的な超音波所見

	OSD群 (36膝)	対照群 (36膝)	P値
膝蓋腱低エコー域	38.9%	0%	<.01
深膝蓋下包水腫	83.3%	16.7%	<.01
膝蓋腱周囲血流	61.1%	5.6%	<.01
膝蓋下脂肪体血流	83.3%	11.1%	<.01

図2 オスグッド病の超音波分類と治療方針



2. 有痛性分裂膝蓋骨

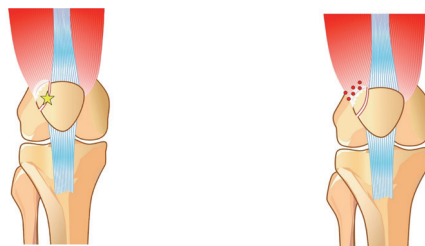
外側広筋腱の牽引による膝蓋骨骨化障害が原因とされ、無症候性を含めると全人口の1-2%に存在すると言われている。当初、筆者は分裂部の不安定性のみが疼痛の原因と考え、分裂部位に超音波ガイド下で注射を行っていた。注射が著効する症例がある一方で疼痛が半分くらいにしかならない症例やほとんど効果がない症例があった。そのため、もう一度身体所見と超音波所見を丁寧に観察してみた。すると分裂部のみならず外側広筋腱付着部にも圧痛や血流シグナルが亢進している症例がある事に気がついた(図3)。この「気づき」も超音波診断装置のお陰であった。その後、我々は有痛性二分膝蓋骨に対する超音波診療として「Ultrasound-guided injection and the pie crust technique」の手技(図4)と臨床成績を報告した⁴⁾。この手技をこれまでは手術を選択していた選手17名20膝に施行したところ、処置後1週間で疼痛スコアは有意に改善し、処置後平均4.1週でスポーツに復帰できた。血腫形成や可動域制限などは発生しなかったが、20膝中3膝は除痛効果が不十分で手術加療が必要となった。

図3 分裂膝蓋骨症例



図4 分裂膝蓋骨に対する超音波診療

30G針で局所麻酔後 超音波ガイド下



- ① 病変部に局所麻酔+ステロイド注射
- ② 18G注射針で外側広筋腱を10か所穿刺



図5 内側半月板変性断裂症例

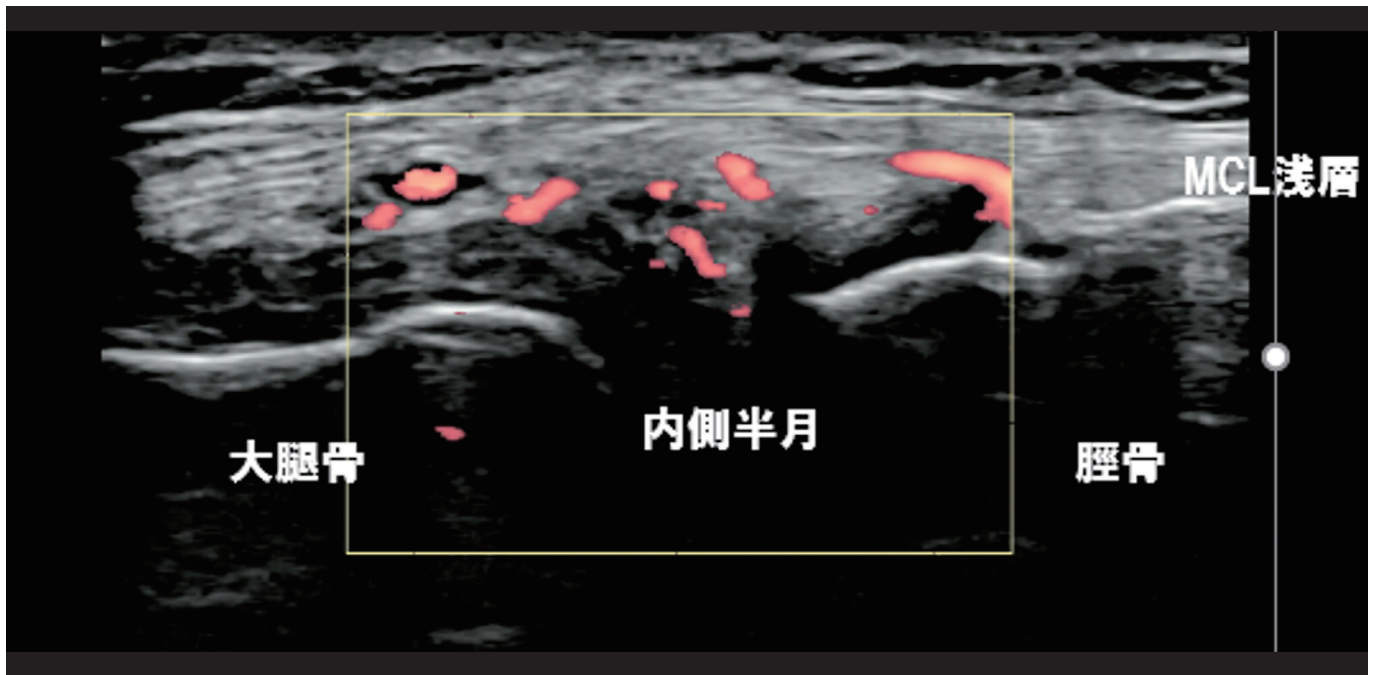


図6 MCL包注射の実際

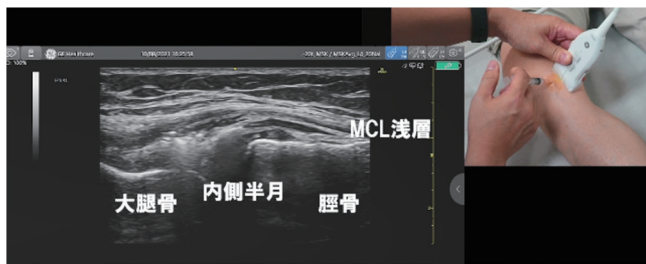
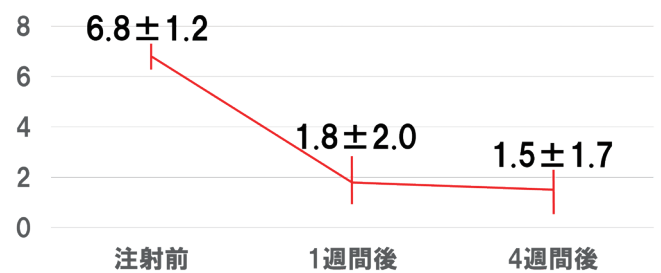


図7 MCL包注射前後の疼痛スコア



3. 内側半月板変性断裂

中高年の膝内側部痛の診療時に単純X線像で異常所見がなく、MRIで内側半月板が変性断裂している症例によく遭遇する。以前は内側半月板変性断裂が疼痛の原因とし、筆者を含めて鏡視下半月板手術が多数行われてきた。その後、鏡視下手術後も症状が軽快しない症例や無症候性の変性断裂がある事がわかってきた。ある地域の991名を対象として膝MRIを撮影した研究では、半月板変性所見は60代では35%、70代では45%に見られたとしている。そして大変興味深いことにそのうち61%は無症状であった⁵⁾。このような背景で内側半月板変性断裂症例に超音波検査を行った。Bモードでの半月板水平断裂や逸脱所見が観察出来ただけでなく、ドプラモードで内側側副靭帯(MCL)浅層の深部に血流シグナルが増加している症例を散見した(図5)。

この部位には解剖学的に膝関節周囲滑液包のひとつであるMCL包がある事がわかり、我々は症候性内側半月板変性断裂の原因のひとつにはMCL滑液包炎があるのではないかと考えた。その後、我々は超音波ガイド下MCL包注射(図6)を考案し、その有効性を報告した。膝内側部痛を主訴に受診した単純X線上変形性膝関節症を認めない50名(平均年齢51.2歳)を対象としてMCL包注射を行い、注射前後の疼痛スコアを調査した。注射前と比較し、注射1週間後と4週間後で疼痛は有意に軽快し(図7)、疼痛出現前の生活に復帰できた割合は76%であった。50例中9例(18%)は初回注射後6か月以内に手術加療が必要となったが、残りの症例では手術加療を回避することが出来た。現在、内側半月板断裂に対する手術適応は意見が分かれるところであるが、超音波ガイド下MCL包注射は手術適応の判断にも利用できる可能性があると感じている。

以上のように超音波診断装置は、血流シグナルの観察やインターベンションにも応用できることが最大の特徴である。そして、超音波検査を駆使することで、「衝撃の1枚」をきっかけに新しい病態が見えてくる可能性があり、毎日がドキドキの連続である。これは1895年にX線の発見後に多くの骨端症が命名された時期、1980年代に膝MRIが普及し、前十字靭帯断裂や半月板断裂が可視化できるようになって、膝関節疾患の診療にパラダイムシフトが起きた時期と重なるように感じている。超音波では荷重や膝関節の屈伸など動きも観察することができるため、今後10年間でますます膝関節痛の病態解明が進み、治療が大きく変化する可能性があると感じている。若手の先生方には「衝撃の1枚」との出会いを大切に日々患者と向き合って欲しいと思う。

膝関節超音波診療の上達には、①超音波解剖を熟知すること②丁寧に問診と身体所見を行うこと③初学者はよくみえる超音波診断装置を使用すること④固定概念にとらわれないこと⑤現在の病態概念、治療方針を熟知することが肝要と考えている。また、超音波検査が万能というわけでは決してなく、前十字靭帯、半月板断裂や軟骨損傷などの膝関節内病変においてMRIは必須の検査だと考えている。また、膝関節痛において下肢アライメントは重要な要素であり、単純X線像が必要となる。単純X線像、MRI、超音波検査、CTを含めて様々な画像ツールを使い分ける能力が求められる。さらに、超音波検査や超音波ガイド下インターベンションでは検者の技量が診断精度や治療効果に直結することを念頭において研鑽を積む必要がある。①については今までに数多く出ている書籍にて実際の解剖とエコー像、またMRIとの一致をさせることが良いだろう。(例:図8「膝エコーのすべて」) ③については、今回紹介するVenue Goは、運動器診療において重要な表在の解像度に優れているのみならず、超音波が深部まで到達することができる装置であり申し分ない。Venue Goを用いることでこれまでなかなか観察できなかった半月板の内部や中央部分を観察することが出来る。半月板内部や中央部を観察することが出来れば、近年注目されている「早期変形性膝関節症」の病態解明につながると確信している。

図8 膝エコーのすべて

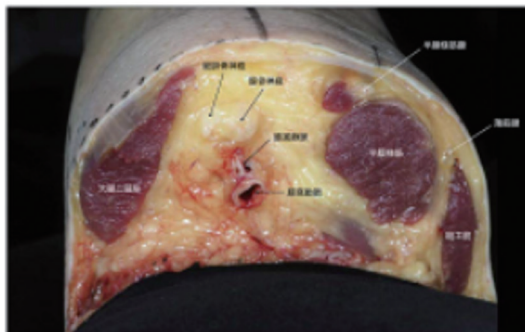
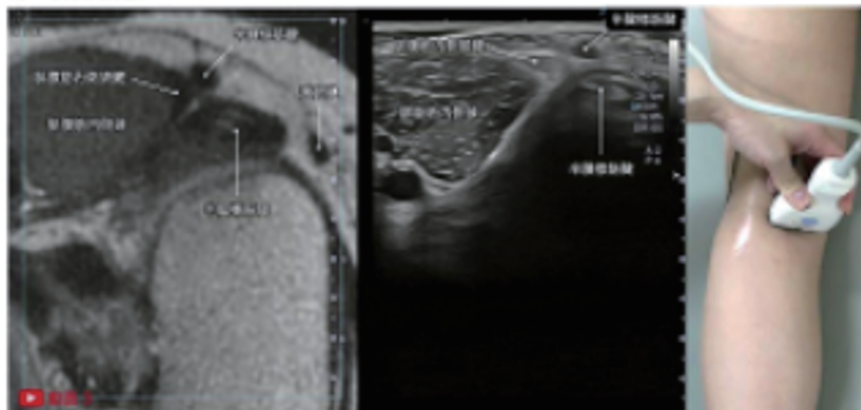


図8 膝関節の解剖

図8 膝関節内病変



引用:膝エコーのすべて



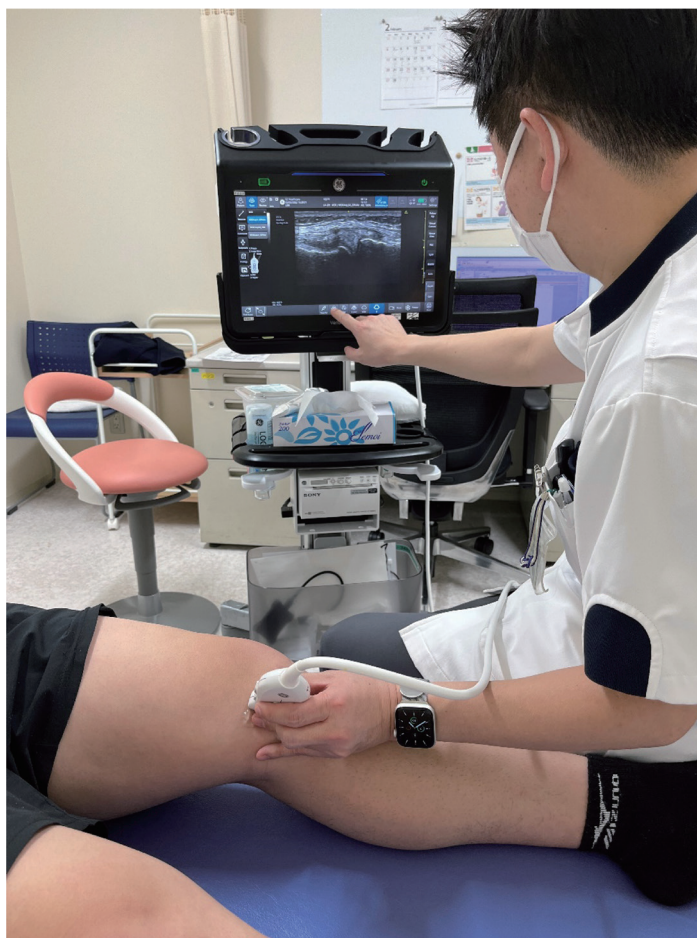
Venue Goおよび Venue Fitの紹介

図9 L4-20t-RSプローブ



図10 診察風景

超音波ガイド下注射や処置を行うときには、適切なポジションを確保するためにベッド周りで超音波診断機器を移動させる必要がある。その際、機械が大きすぎて最適な場所へ移動できないことやコードなどが邪魔になりスムーズな移動が妨げられてストレスを感じることがある。その点、Venue GoおよびVenue Fitは非常にコンパクトで可動性に優れるため、診療時のストレスを感じにくい。さらに、モニターの表示も非常にシンプルで慣れる前から直感的に操作ができる(図10)。また、モニターが非常に大きく近いため、我々が操作しやすいだけでなく、患者、保護者や他の医療スタッフにも病状を説明しやすく、診療がスムーズに進む(図11)。外来診療室内での移動にストレスがないということは、手術室への移動にもストレスが少ないということになる。我々は、手術室では術後疼痛のための神経ブロックや内視鏡との併用手術に利用している。また、専用ケースに収納することで持ち運ぶことが可能である。当院では、たまたま院内にあった台に載せて利用した*(図12)。本体が非常にコンパクトで、専用カートがなくても支障なく使用出来た。



Venue GoおよびVenue FitのL4-20t-RSプローブにはハンドスイッチがついていて、画面のフリーズや画像保存、ドブラモードへの切り替えなどが手元でできる(図9)。このプローブに慣れないうちは、誤作動させてしまい、予期せぬところでフリーズしてしまったり、余計に時間がかかってしまったりすることがあった。しかし、忙しい外来診療の中で慣れてくるとこの機能は非常に有用であり、工夫次第で効率よく診療することが可能になった。超音波診療と同様に本プローブも「習うより慣れろ」、数をこなすことが大事である。超音波診断装置のみならず診療ツールは日々進歩し、様々な工夫がされている。我々医療者側も情報をアップデートし、これらを使いこなす能力が求められている。

図11 診察風景



図12 診察室や手術室で



Venue Fit

- 1) 中瀬順介, ほか. Osgood-Schlatter病に対する運動器超音波診療. 別冊整形外科 2018; 73: 175-178.
- 2) Nakase J, et al. Relationship between the skeletal maturation of the distal attachment of the patellar tendon and physical features in preadolescent male football players. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2014; 22:195-9.
- 3) Nakase J, et al. No superiority of dextrose injections over placebo injections for Osgood-Schlatter disease: a prospective randomized double-blind study. Arch Orthop Trauma Surg. 2020 ; 140:197-202.
- 4) Nakase J, et al. Ultrasound-guided injection and the pie crust technique for the treatment of symptomatic bipartite patella. J Med Ultrason (2001). 2019; 46: 497-502.
- 5) Englund M, et al. Incidental meniscal findings on knee MRI in middle-aged and elderly persons. N Engl J Med. 2008;359(11):1108-15.

