

カラーDoppler を用いた不顕性骨折評価法の検討

上村英記*¹ 眞鍋和親*¹ 堀口忠弘*²

*¹常葉大学 *²福岡スポーツクリニック

Occult Fracture Assessment Method Using Color Doppler

Hideki KAMIMURA, Kazuchika MANABE and Tadahiro HORIGUCHI

要 旨

X 線で骨折を認めない不顕性骨折の判断は苦慮する。本研究では、膝前十字靭帯の断裂に伴う kissing contusion に対して超音波観察を施行し、カラーDoppler の血流シグナルが骨傷部と一致するかを検討することにある。今回の症例の特徴として、骨挫傷を有する症例では骨周辺に血流シグナルを捕らえることができた。一方、骨挫傷を有さない例では骨シグナルを捕らえることができなかった。今後、血流シグナルと骨挫傷部との関係性とその病態を明らかにする必要がある。

キーワード：カラーDopple, 前十字靭帯断裂, 骨挫傷

Abstract

It is difficult to determine occult fractures in which no fracture is seen on x-ray. In this study, we performed ultrasonographic observation of kissing contusion associated with rupture of the anterior cruciate ligament of the knee to investigate whether the blood flow signal on the color Doppler coincides with the bone injury area. In the present case, blood flow signals could be detected around the bone in patients with bone contusions. On the other hand, bone signals could not be detected in cases without bone contusions. In the future, it is necessary to clarify the relationship between the blood flow signals and the bone contusion area and its pathophysiology.

Keywords: color Doppler, anterior cruciate ligament, bone bruise

1. 緒言

外傷によって生じる骨傷において、X線で骨折を認めない不顕性骨折 (occult fracture) や微小骨折 (micro fracture) は CT においても描出困難な症例も多く、それらは MRI STIR 像が Criterion Standard とされている¹⁾。しかし、受傷後すぐに医接連携を図っても MRI を撮影できる施設は限られており、早期判断に苦慮することとなる。

我々は骨傷時に超音波観察を施行しているが、カラー Doppler (以下、D モード) では損傷部付近に血流シグナルを描出しており、以降も臨床経験を重ねている。本現象は損傷部に生じる骨髄浮腫を相対的画像所見として捉えている可能性がある。骨髄浮腫はあらゆる外傷でみられ、骨折に必ず併発する²⁾。D モードで同様の変化を定量的に捕捉できれば骨折の客観的評価として大きな可能性を秘めている。

本研究では、膝前十字靭帯 (anterior cruciate ligament; ACL) の断裂に伴う kissing contusion (図 1) に対して超音波観察を施行し、D モードの血流シグナルが骨傷部と一致するかを検討することである。研究意義として不顕性骨折の評価一助となりえる可能性があり、患者への負担ならびに侵襲も伴わないため、今後早い確立が求められる。



図 1 kissing contusion
○部は骨挫傷部を示す。

2. 方法

本研究は、2021年10月1日から2022年1月31日の期間に実施した。対象者は、福岡スポーツクリニックに来院し、膝前十字靭帯断裂と確定診断され、研究の趣旨を説明したうえで研究同意を得た4名を研究対象とした。年齢は19.3歳±6.6 (平均±SD) であった。患者情報を表1に示す。

超音波検査によるDモードは、専門医によって確定診断後に施行した。Dモードによる検査肢位は大腿下端の観察は膝関節を屈曲位とし

(図2)、脛骨上端後面の観察は膝関節軽度屈曲位(図2)で施行し血流シグナルの有無を確認した。

本研究は、医療法人堺整形外科医院福岡スポーツクリニック研究倫理審査会の承認を得て実施した。対象者に対しては書面と口頭にて研究内容を説明する十分な説明を行い、同意を得たうえで実施した。本研究において開示すべき利益相反は生じていない。

表 1 患者情報

年齢	性別	患側肢	大腿部の骨挫傷	脛骨部の骨挫傷	スポーツ種目
16	男性	左膝	あり	あり	剣道
17	男性	右膝	あり	あり	サッカー
29	男性	右膝	なし	あり	ラン(ダッシュ)
15	男性	右膝	あり	あり	バスケットボール

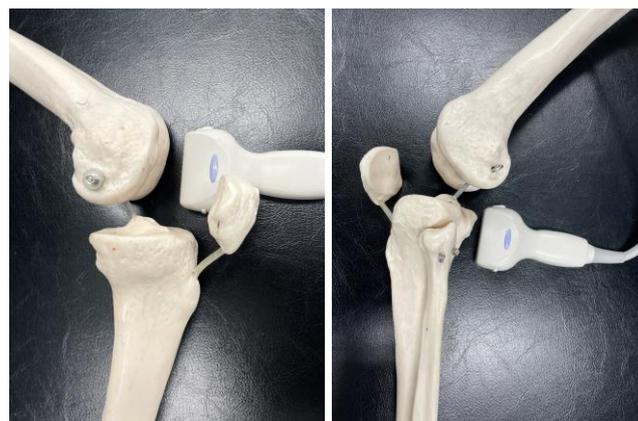


図 2 Dモードの検査肢位

左図: 大腿下端の観察肢位を示す。

右図: 下腿上端後面の観察肢位を示す。

3. 症例

3-1. 症例 1(大腿骨挫傷を有する例)

17歳，男性．サッカー中の接触で受傷し，来院．右前十字靭帯断裂と診断．MRIにて顕著な骨挫傷を認めた(図3-1, 3-2)．Dモードによる血流シグナルの確認を行った．その結果，骨挫傷と一致した部位に血流シグナルを認めた(図4)．臨床転機は再建術を施行し，競技へ復帰した．

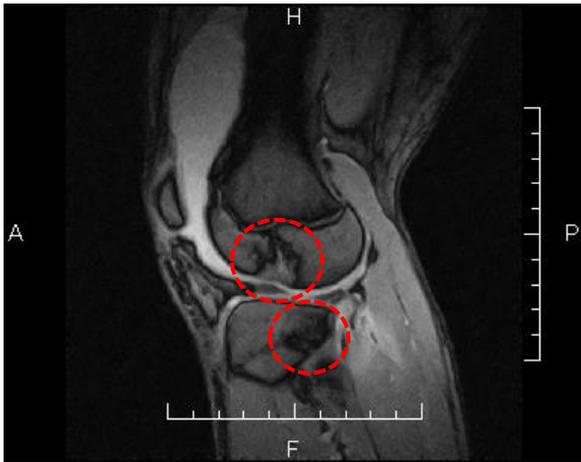


図3-1 MRI(矢状断像)
顕著な骨挫傷を認める(○部)．

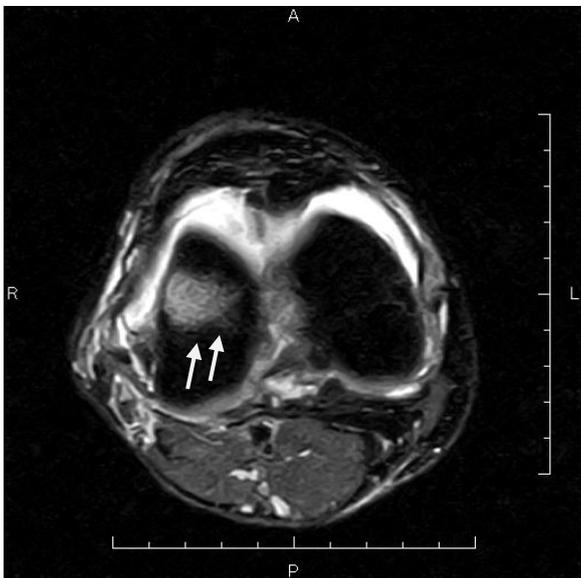


図3-2 MRI(水平断像)
顕著な骨挫傷を認める(矢印)．

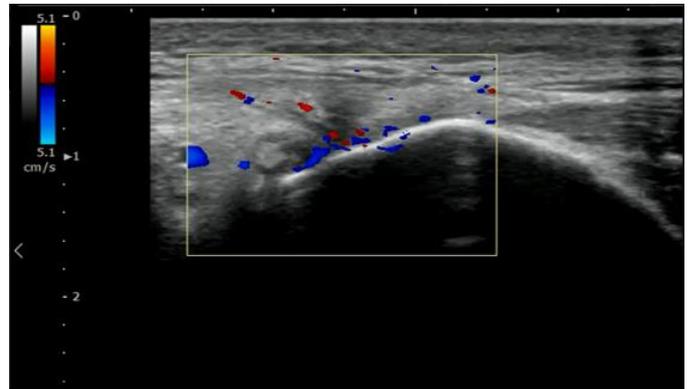


図4 Dモード(大腿長軸操作)
骨周囲に著明な血流シグナルを認めた．

3-2. 症例 1(大腿骨挫傷を有さない例)

29歳，男性．ダッシュ中の折り返しで受傷し，来院．右前十字靭帯断裂と診断(図5)．MRIにて大腿骨の骨挫傷を認めなかった(図6)．Dモードによる血流シグナルの確認を行った結果，大腿部に血流シグナルを認めなかった(図7)．臨床転機は再建術を施行し，競技へ復帰した．



図5 MRI(前額断像)
前十字靭帯の完全断裂を認める(○部)．

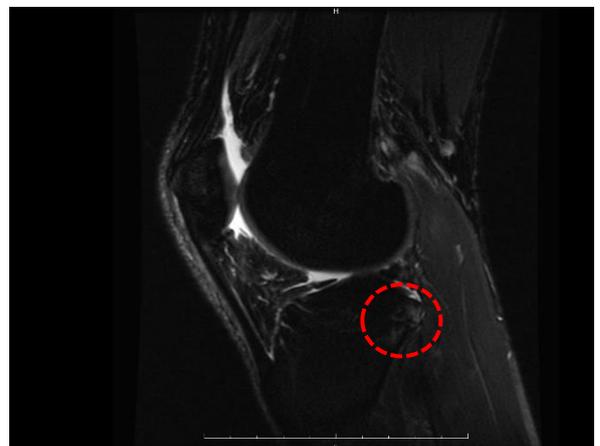


図6 MRI(矢状断像)
大腿部に骨挫傷を認めない．脛骨後面に軽微な骨挫傷を認める(○部)．

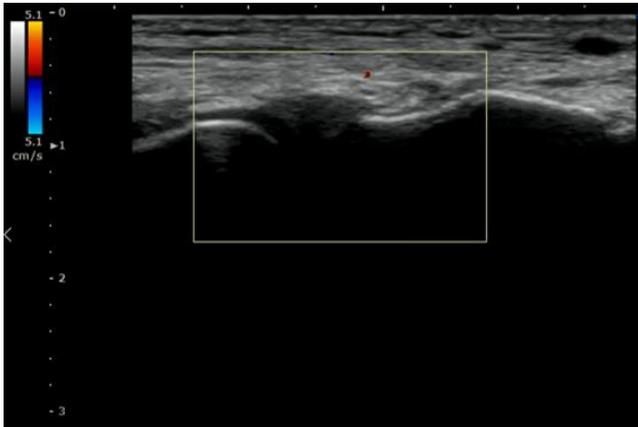


図7 Dモード(大腿長軸操作)
骨周囲に血流シグナルを認めない。

4. 考察

骨挫傷は Mink et al. によって最初に報告された疾患概念である³⁾。骨挫傷は不顕性骨折のなかで X 線による異常を認めず、MRI にて異常信号を認める。病理学的には微小な骨梁骨折とそれに伴う骨髓内の出血ならびに浮腫を反映している⁴⁾。

前距腓靭帯の新鮮損傷では fibrilla pattern の異常に加え、パワードプラによる異常血流の有無も評価に有用である。本研究では血流シグナルを評価できる超音波の機能ツールを活かし、不顕性骨折の評価への転用を考えた。

今回の症例では 4 症例中の 3 例 (75%) に大腿骨の骨挫傷を認めた。その特徴は骨挫傷を有する例においては D モードで骨周辺位に血流シグナルを認め、一方の骨挫傷を有さない例では血流シグナルを認めなかった。本検査には脂肪組織や靭帯、血管位置などの関係性をみるためにはアーティファクトが多くなり、個人差も生じるため、その判断には確かな知識と経験を要する。

本結果は骨挫傷時に生じる血流シグナル現象を捕捉しているがコンセンサスが得られている訳ではない。しかしながら、客観的に画像化し新たな知見を得るうえで有用な検査ツールになりえると考えられる。今後、血流シグナルと骨挫傷部との関係性と病態を明らかにする必要がある。

外傷においては、柔道整復術を適応するにあたり、その適応可否を適切に判断しなければならない。症状や所見から適応を見極めるうえで客観的な指標を加えることでその精度は向上し、必要に応じて適切な専門医へ委ねることができる。最適

な治療指針へと繋げることは柔道整復師の資質向上に寄与することにもなる。本手法は患者への負担ならびに侵襲も伴わないため、今後早い確立が求められる。

5. 結語

今回の症例特徴は骨挫傷を有する例においては D モードで骨周辺位に血流シグナルを認め、一方の骨挫傷を有さない例では血流シグナルを認めなかった。血流シグナルは骨挫傷部が影響していると示唆された。本手法の確立は侵襲もなく客観的に示すことができることから、これまで以上に臨床に貢献できることが期待される。

6. 謝辞

本稿を作成するにあたり、医療法人堺整形外科医院 福岡スポーツクリニックの堺 研二医師には心より厚く御礼申し上げます。

文献

- 1) 野水敏行「Bone Bruise Image BBI の実力」『映像情報メディカル』2019, p.58-63
- 2) 新津 守「MRI における骨挫傷の意義」『臨床画像』31 (3), 2015, p.369-377
- 3) Mink, J.H., et al. : Occult cartilage and bone injuries of the knee : detection, classification, and assessment with MR imaging. *Radiology*, 170 : 823-829, 1989.
- 4) Rangger, C., et al. : Bone bruise of the knee : histology and cryosections in 5 cases, *Acta Ortop. Scand.*, 69 : 291-294, 1998.