

変形性膝関節症の Bone marrow lesion(BML)の 体外衝撃波治療のための Type分類

中里 伸也¹²⁴，赤木 将男²，三岡 智規²，熊井 司²³

¹ Nクリニック，

² 本町Nクリニック，

³ 早稲田大学スポーツ科学学術院

⁴ 早稲田大学スポーツ科学研究科

演題発表に関連し、開示すべき
COI関係にある企業等はありません。

【 introduction 】

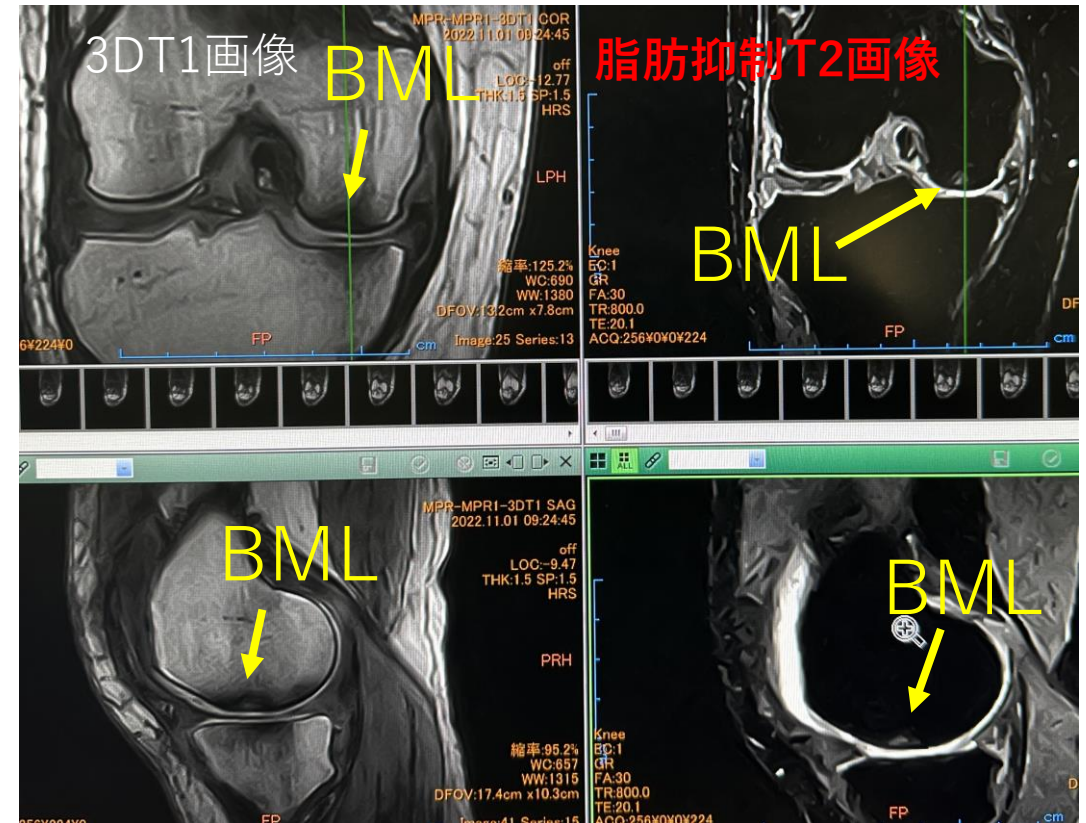
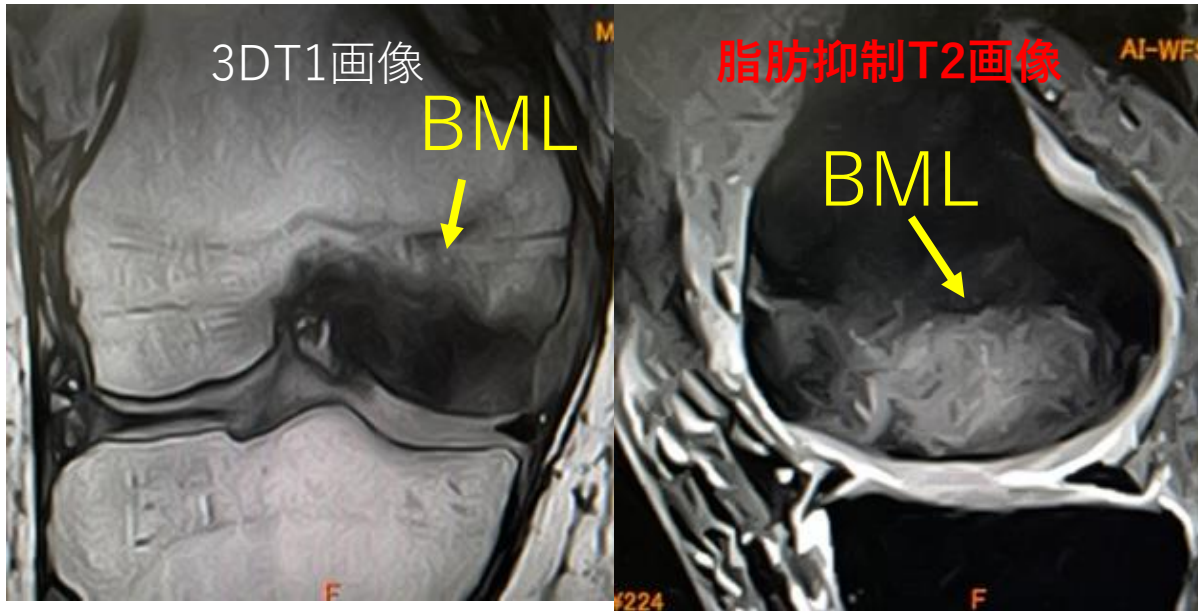
- 変形性膝関節症(膝OA)の
Bone marrow lesion(BML)に
対して体外衝撃波治療
(ESWT)が有効であるという
報告がある
- 膝OAのBMLを標的にするESWTの最
初の使用を報告（2018年、Kangら）



focus-ESWT for Knee OA
(focused Extracorporeal Shock Wave Therapy)

- しかしながら、**どのようなBMLに対してESWTが有効であるのか？**
といった報告は、われわれが狩猟しうる限りでは認めない。

BML (Bone Marrow Lesion) : target of ESWT



BMLは変形性関節症の発症、進行の要因として近年注目され、

微小骨折や局所的な骨代謝回転の亢進などが存在しているといわれている

T1low～iso, T2high (Fuji film AIRIS Light 3 DT1 (T1) 脂肪抑制T2fat suppression imageT2 *)

【目的】

- 今回提唱するMRIによるBMLのtype分類が膝OAに対するESWTの短期の成績の改善を予測できるかどうかを検討すること
 - BMLの種類？（BMLのみ？SBIFの有無？SBCの有無？）
 - SBPの断裂の有無？
-
- BML : Bone Marrow Lesion 骨髓異常病変
 - SBIF : Subchondral Bone Insufficiency Fracture 軟骨下不全骨折（SIFK）
 - SBC : Subchondral Bone Cyst 軟骨下骨嚢胞（腫）
 - SBP : Subchondral Bone Plate 軟骨下骨プレート

【BMLのType分類】

Type1はBMLのみを認めるもの

Type2はBMLと軟骨下脆弱性骨折(SBIF)を認めるもの

Type3はBMLと軟骨下骨嚢胞(SBC)を認めるもの

Type2とType3のサブタイプとして、

aは軟骨下骨プレート(SBP)に断裂を認めないもの

bは軟骨下骨プレート(SBP)に断裂を認めるもの

Type1, Type2a, Type2b, Type3a, Type3bの5つのTypeに分類した

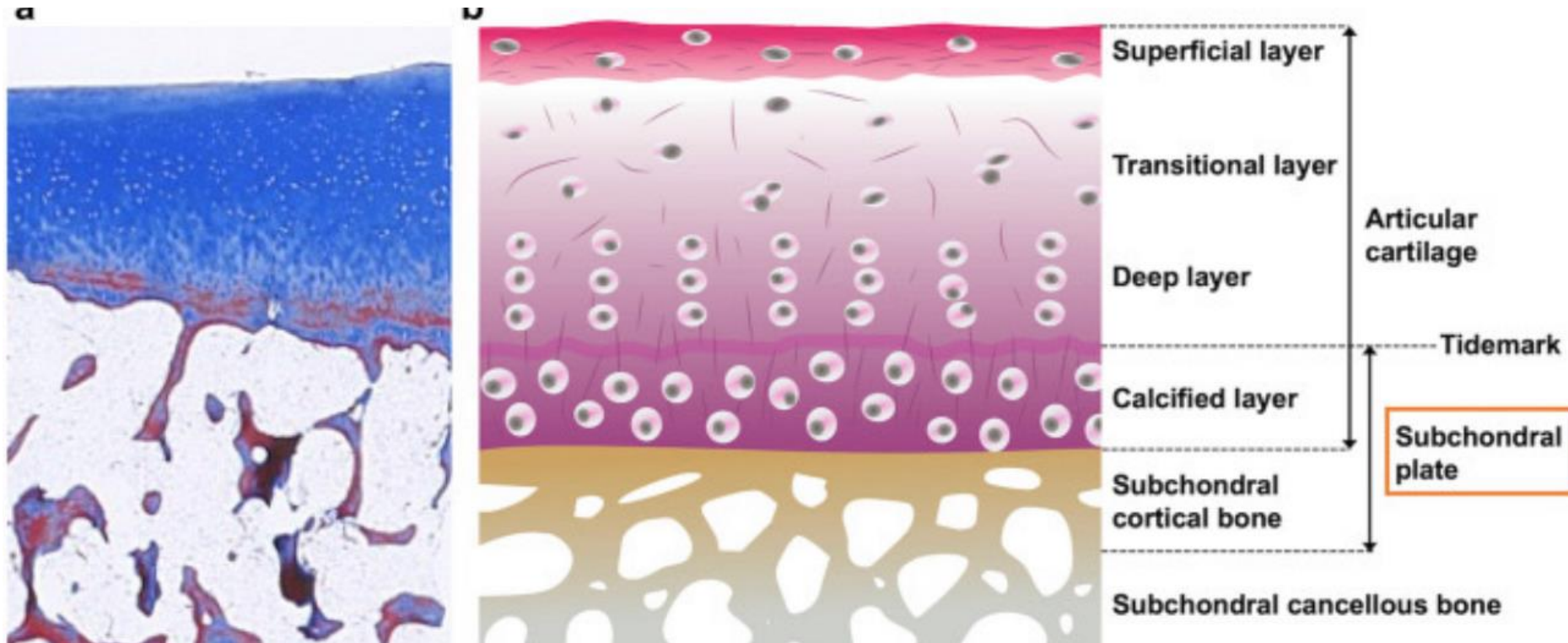
BML : Bone Marrow Lesion 骨髄異常病変

SBIF : Subchondral Bone Insufficiency Fracture 軟骨下不全骨折 (SIFK)

SBC : Subchondral Bone Cyst 軟骨下骨嚢胞

SBP : Subchondral Bone Plate 軟骨下骨プレート

軟骨下骨プレート Subchondral bone plate

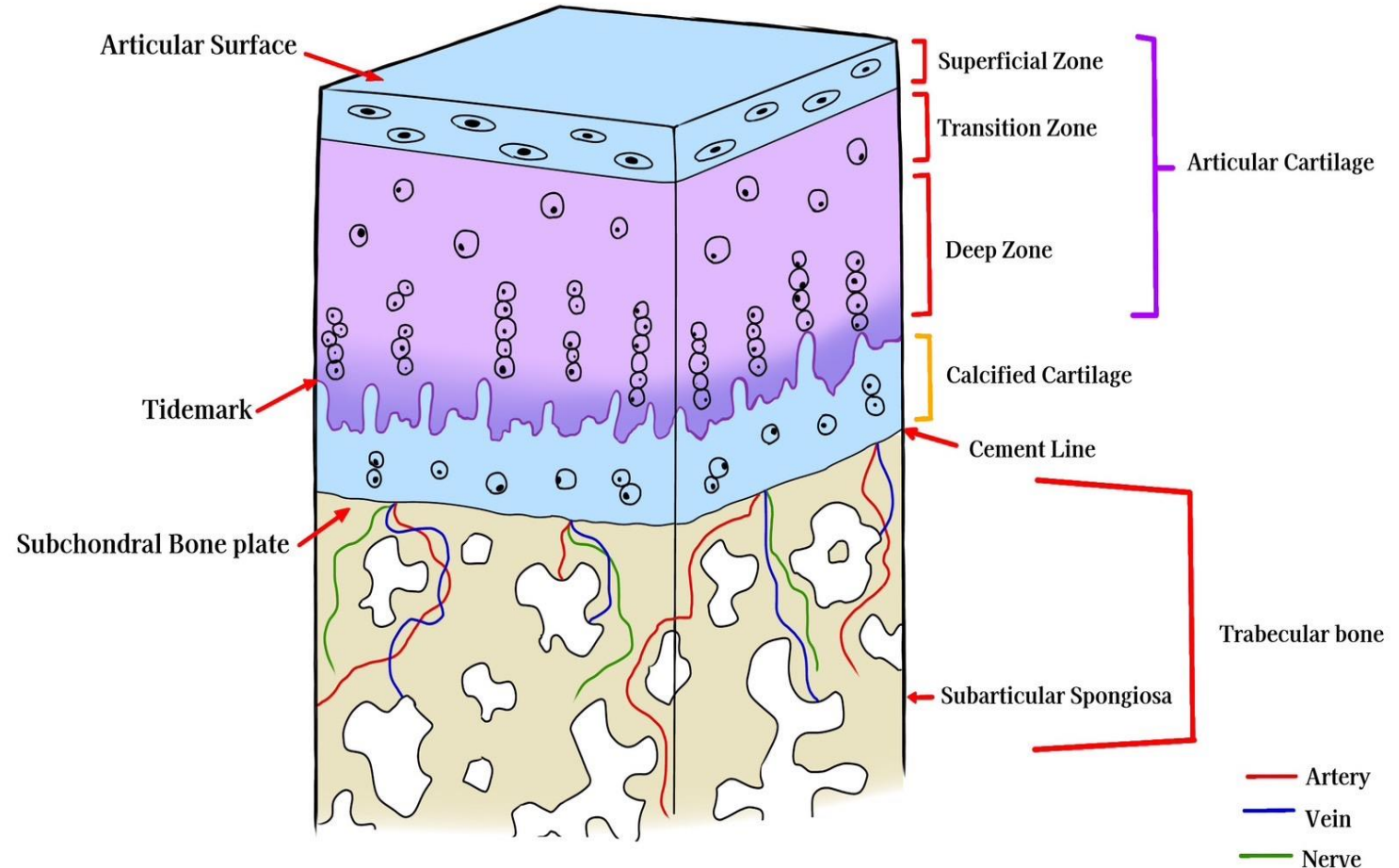


Subchondral plate = Calcified layer + Subchondral cortical bone
軟骨下骨プレートは石灰軟骨層と軟骨下皮質骨で構成されている

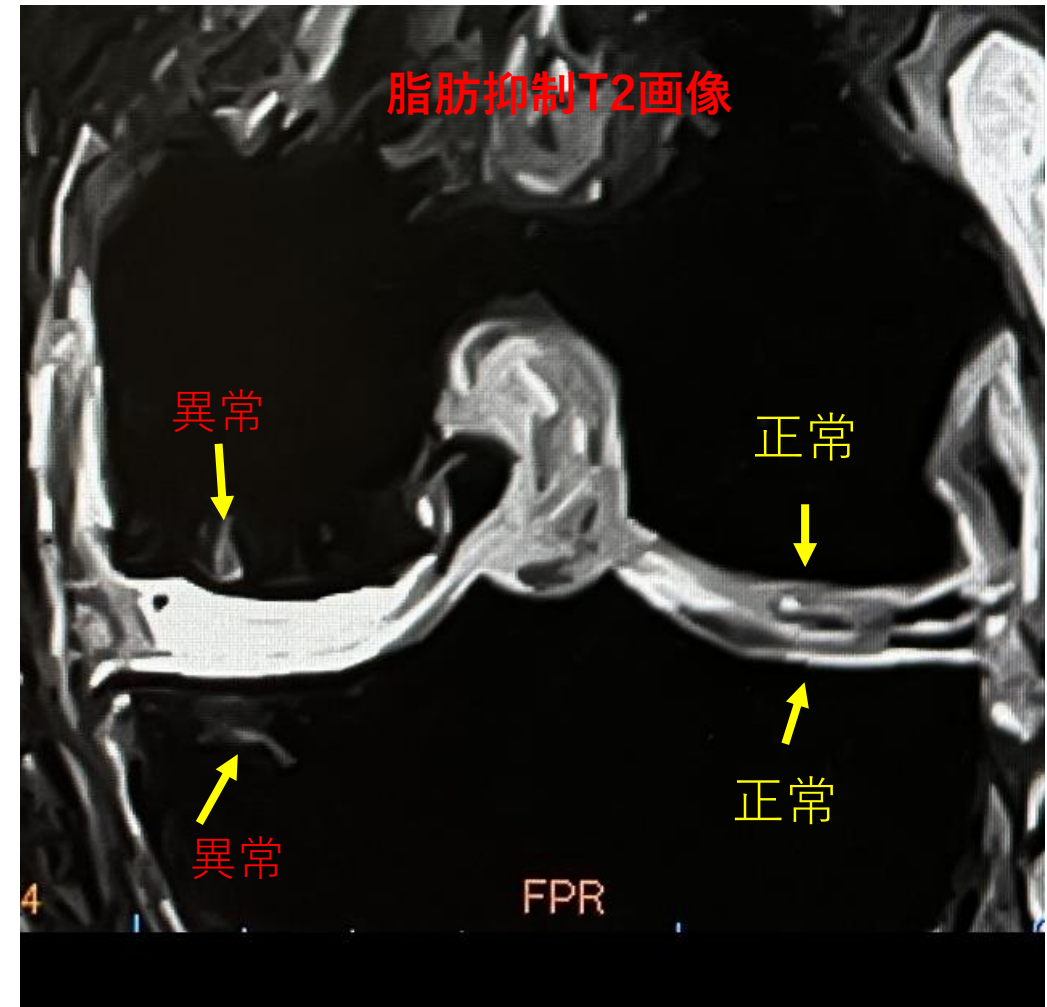
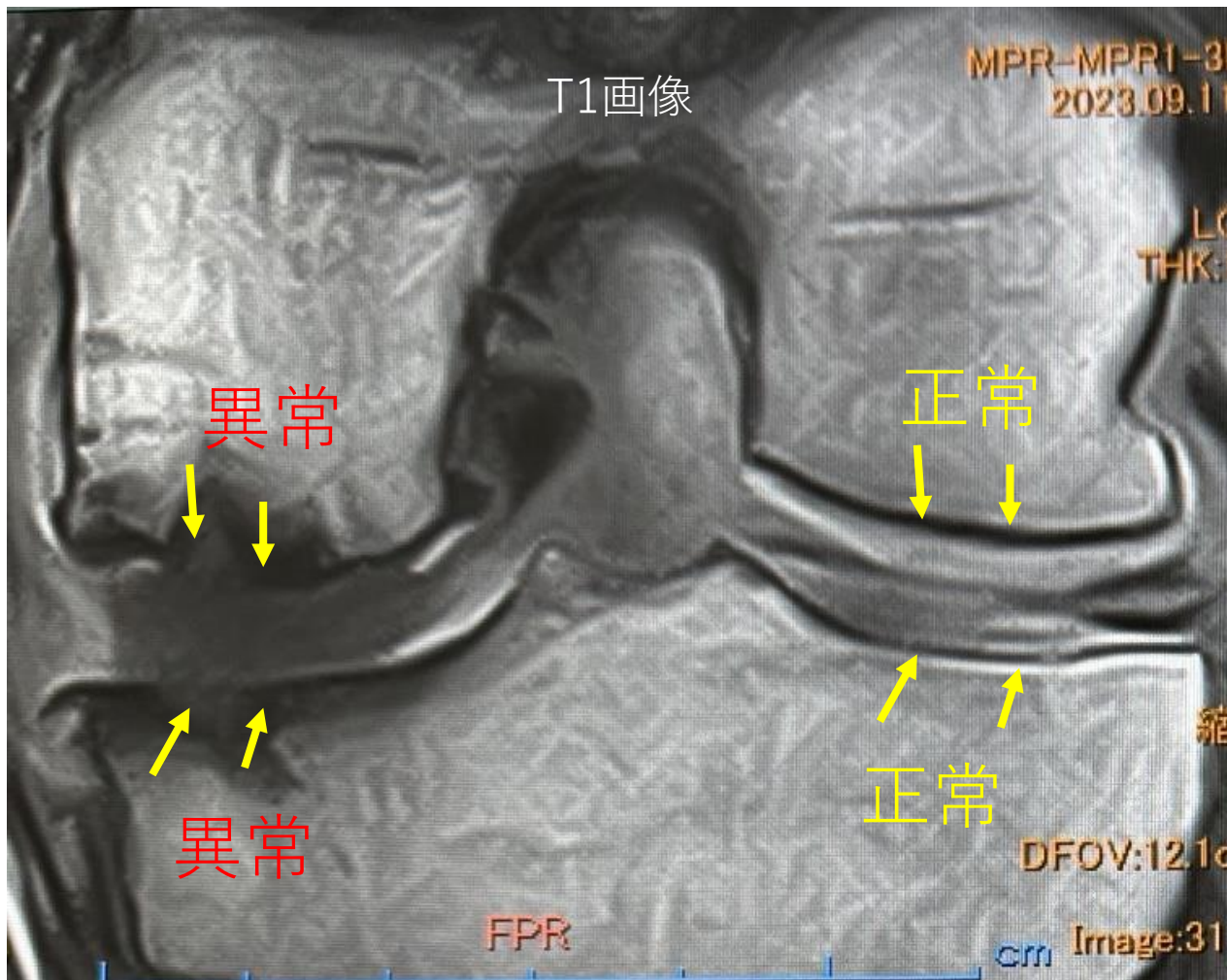
- 出典：Junko Ochi Subchondral insufficiency fracture of the knee : review of current concepts and radiological differential diagnoses JPN J Radiol,2022より

軟骨下骨プレートは重要な部位

- 軟骨層と軟骨下骨を隔てる部分
- 成長因子や骨形成蛋白の分子が通過できるチャネルや、軟骨下骨から軟骨に栄養源が供給される血管が存在
- OAではこの血管やチャネルはより多く存在している

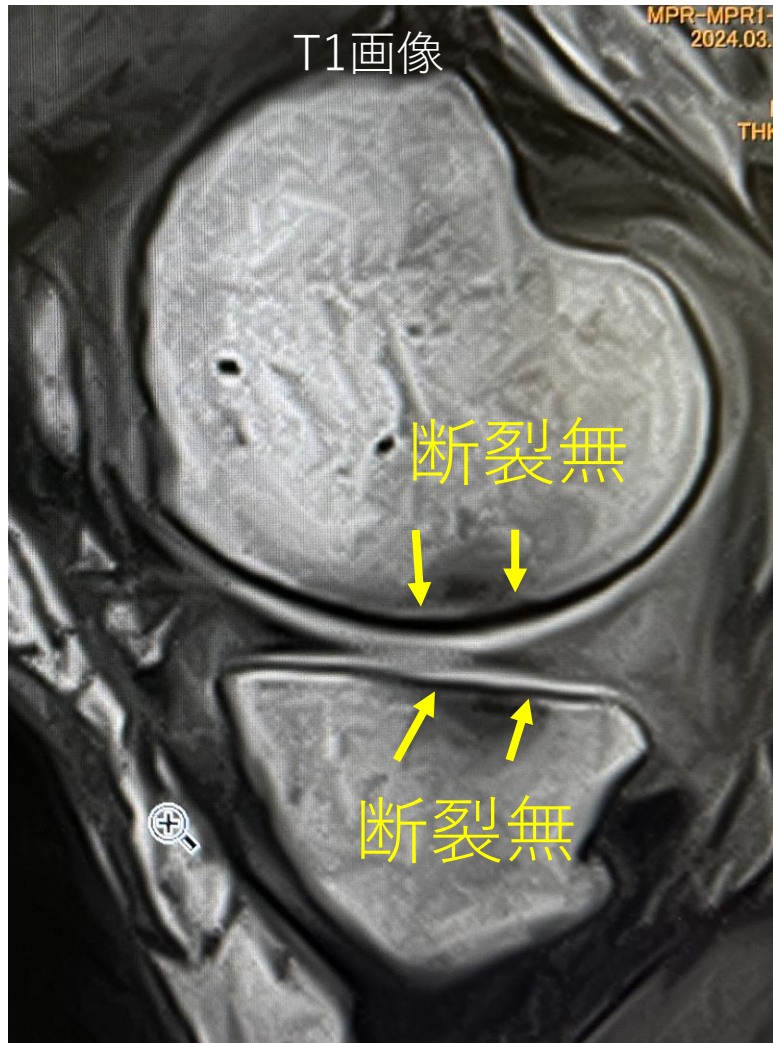


MRI画像：SBP(軟骨下骨プレート)の正常像と異常像

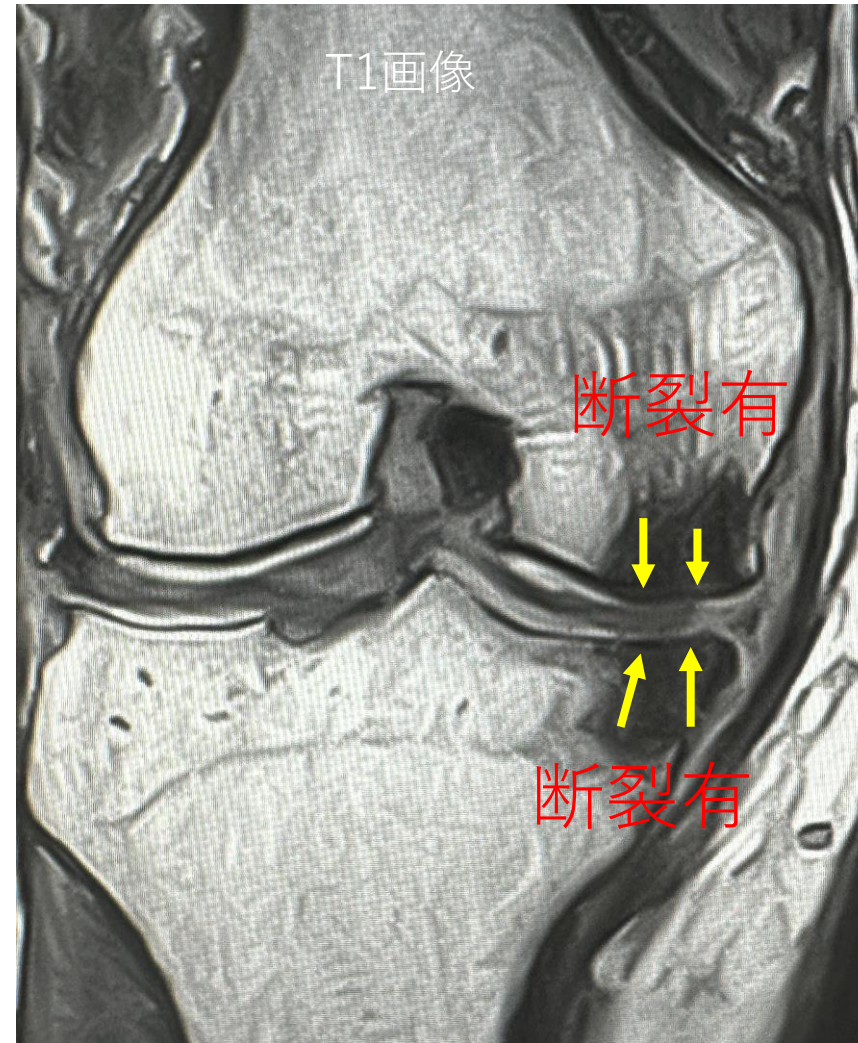


- 基本的に**T1画像**でBMLの存在部分の皮質骨同様のラインが鮮明に保たれているかどうかで判断
- 軟骨層が消失しているものはSBPが断裂していることが多い
- **T1画像**だけで判断が困難な場合、**脂肪抑制T2画像**で**骨髓内に水腫が入り込んでいるもの**はSBPが断裂しているものと判断する

MRI T1像 SBP（軟骨下骨プレート）の断裂の有無の判定



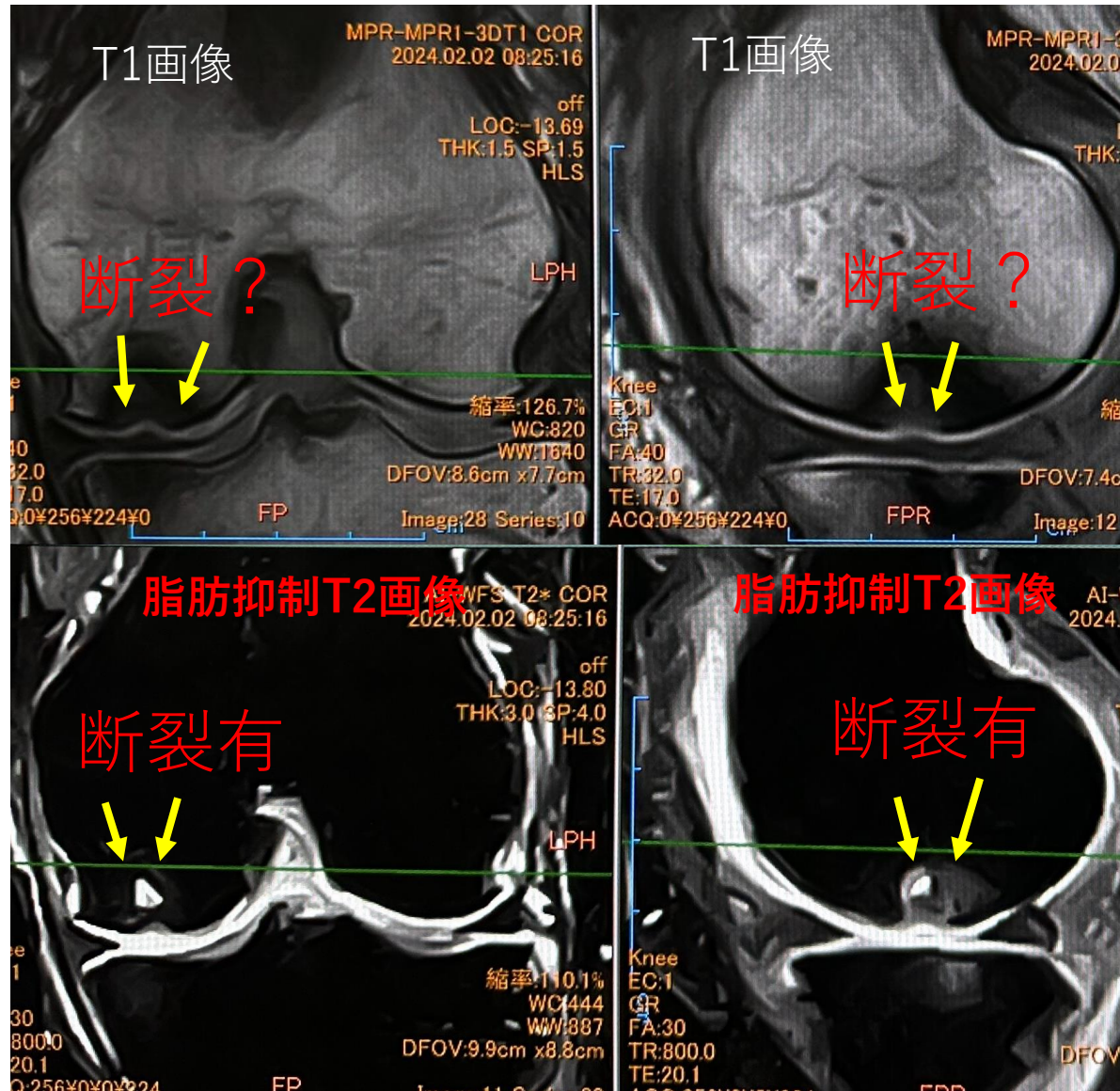
SBPの**断裂無**



SBPの**断裂有**

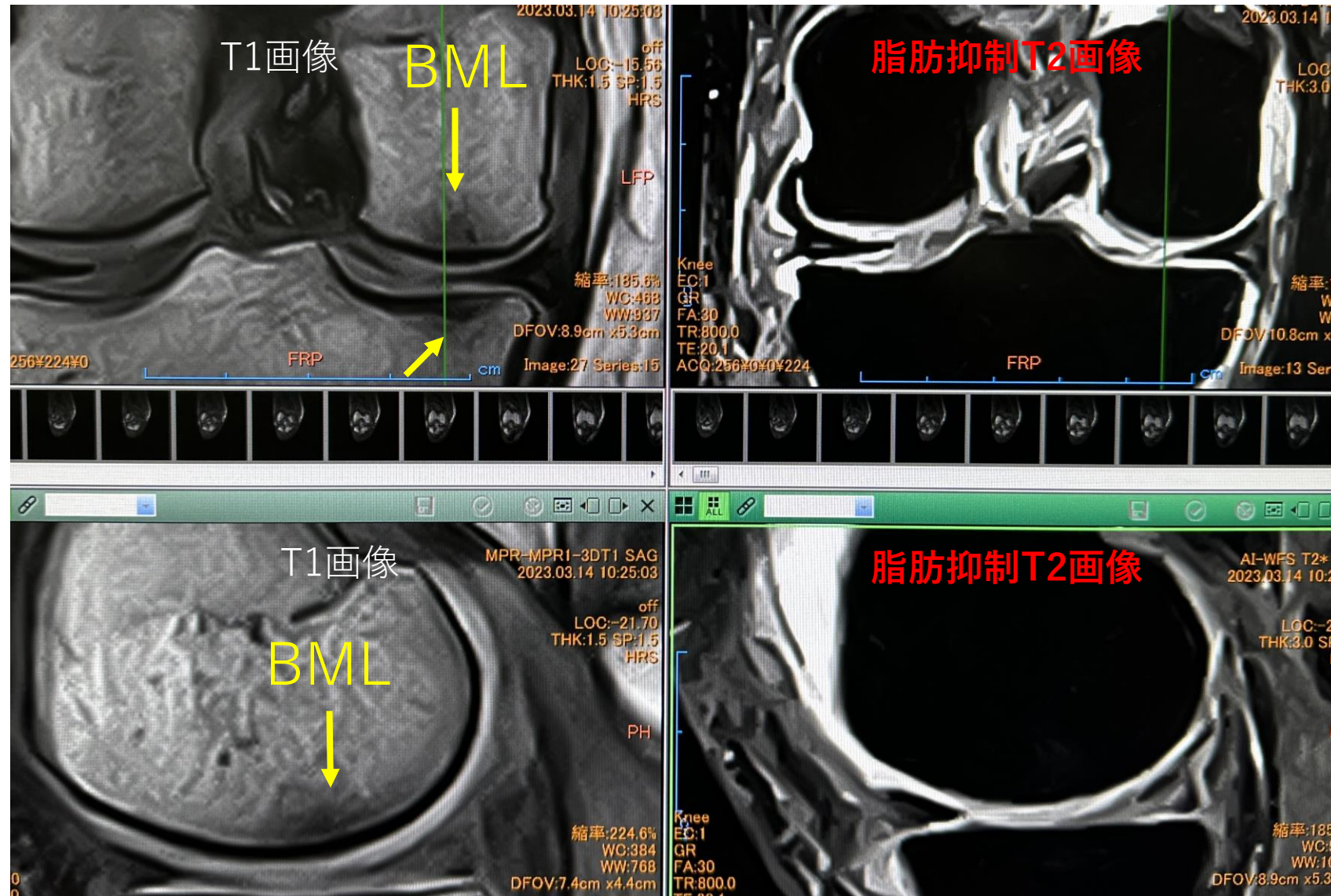
- SBPの断裂の有無は基本的に**T1画像**でBMLの存在部分の皮質骨同様のラインが鮮明に保たれているかどうかで判断
- 軟骨層が消失しているものはSBPが断裂していることが多い

MRI T2像：T1画像で判断困難な場合のSBPの断裂の有無の判定

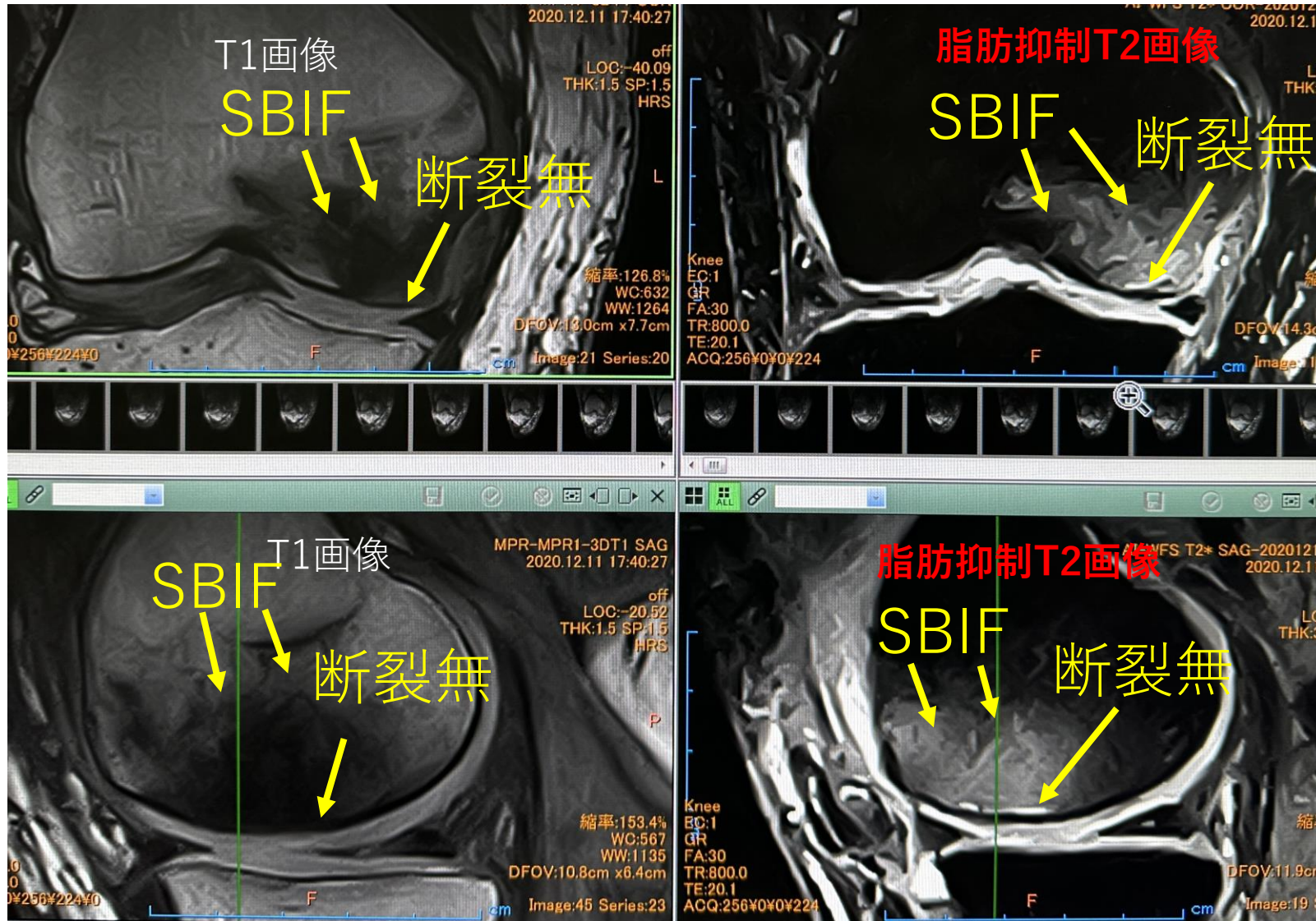


- T1画像でSBPの断裂の有無の判定が困難な場合、**脂肪抑制T2画像**で**骨髓内に水腫が入り込んでいるもの**はSBPが断裂していると判断

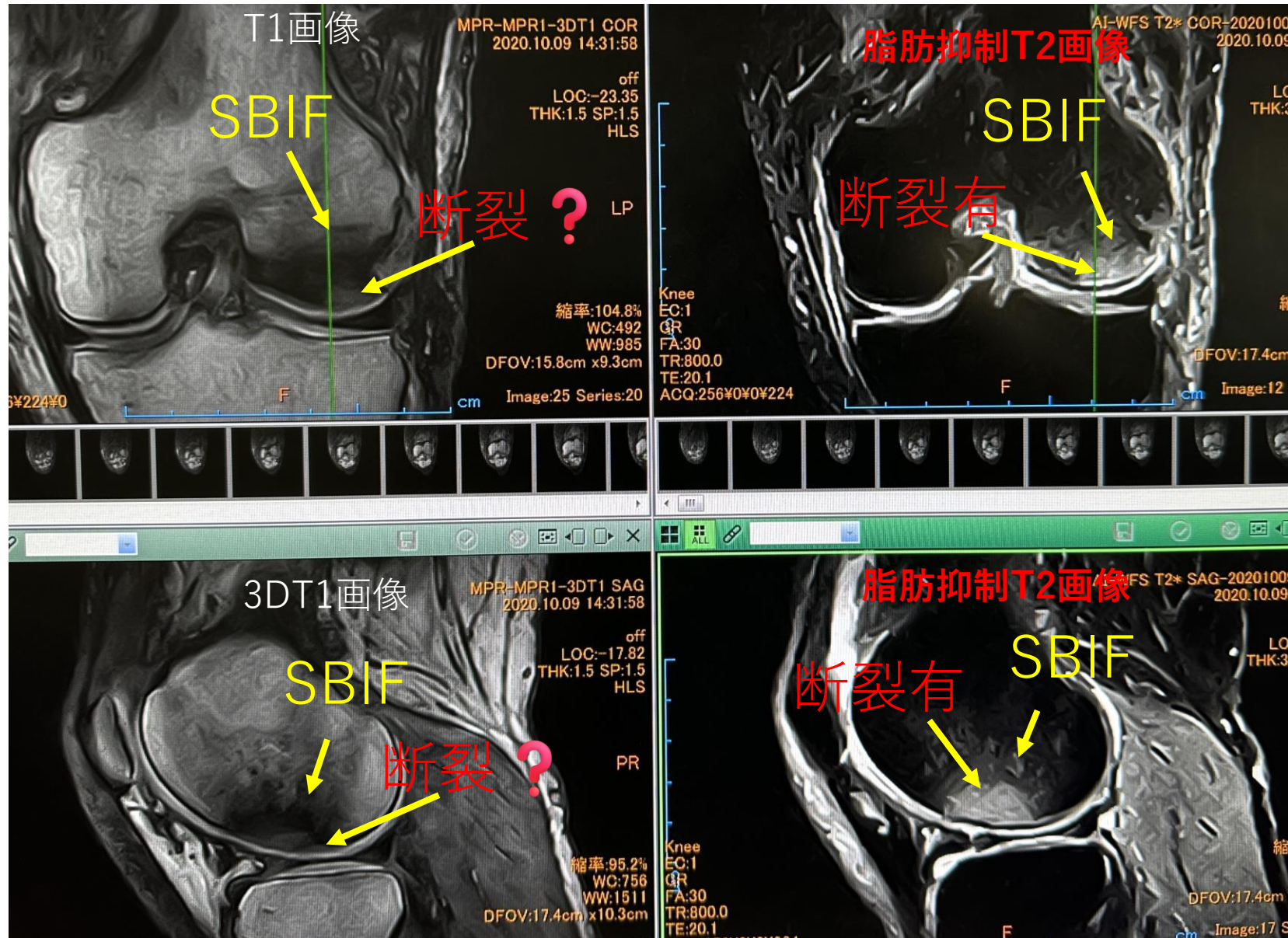
【 Type1 】 BMLを認めるもの



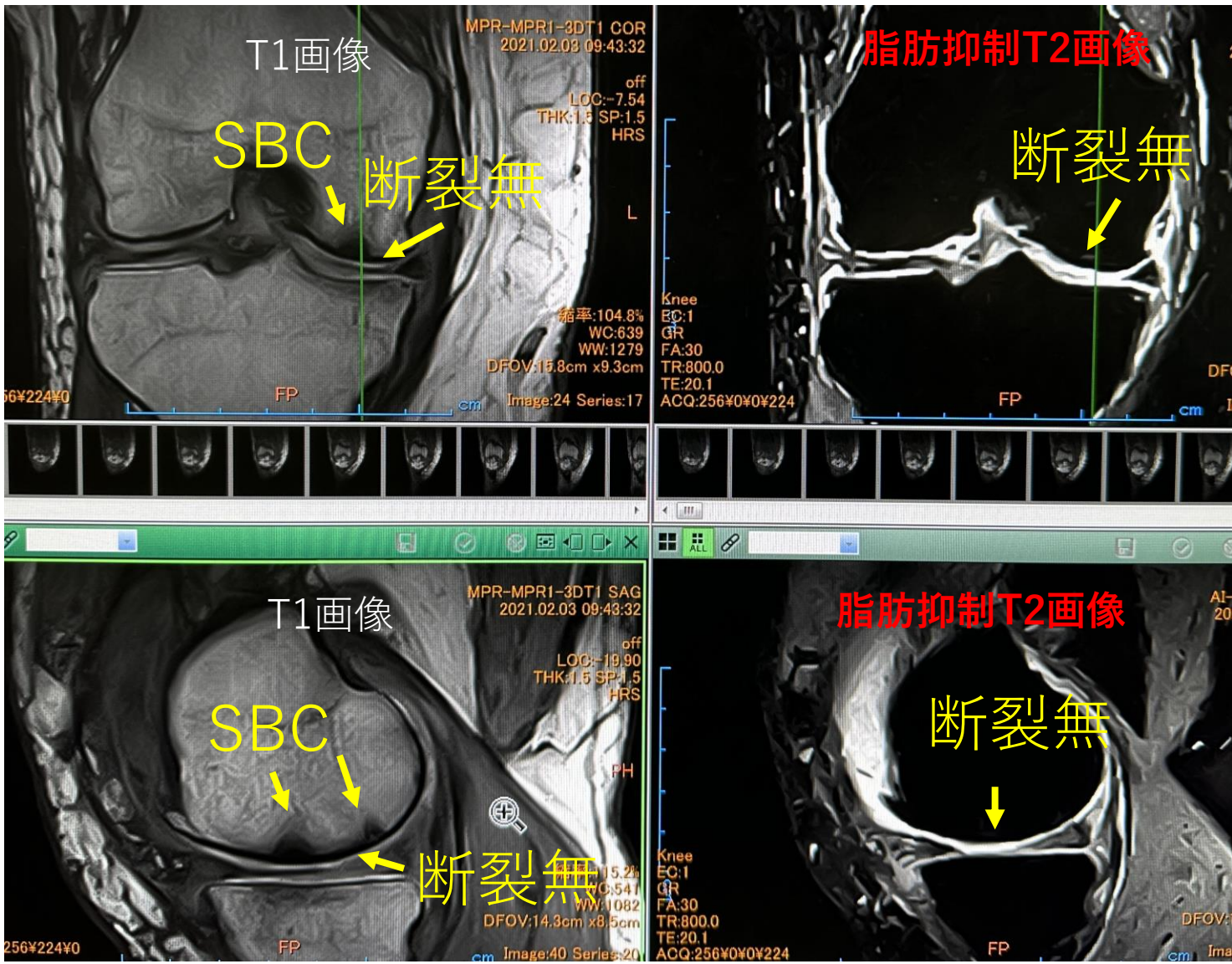
【 Type2a 】 BMLと軟骨下脆弱性骨折(SBIF)を認めSBPの断裂を認めないもの
大腿骨側 BML + SBIF SBP断裂 (－)



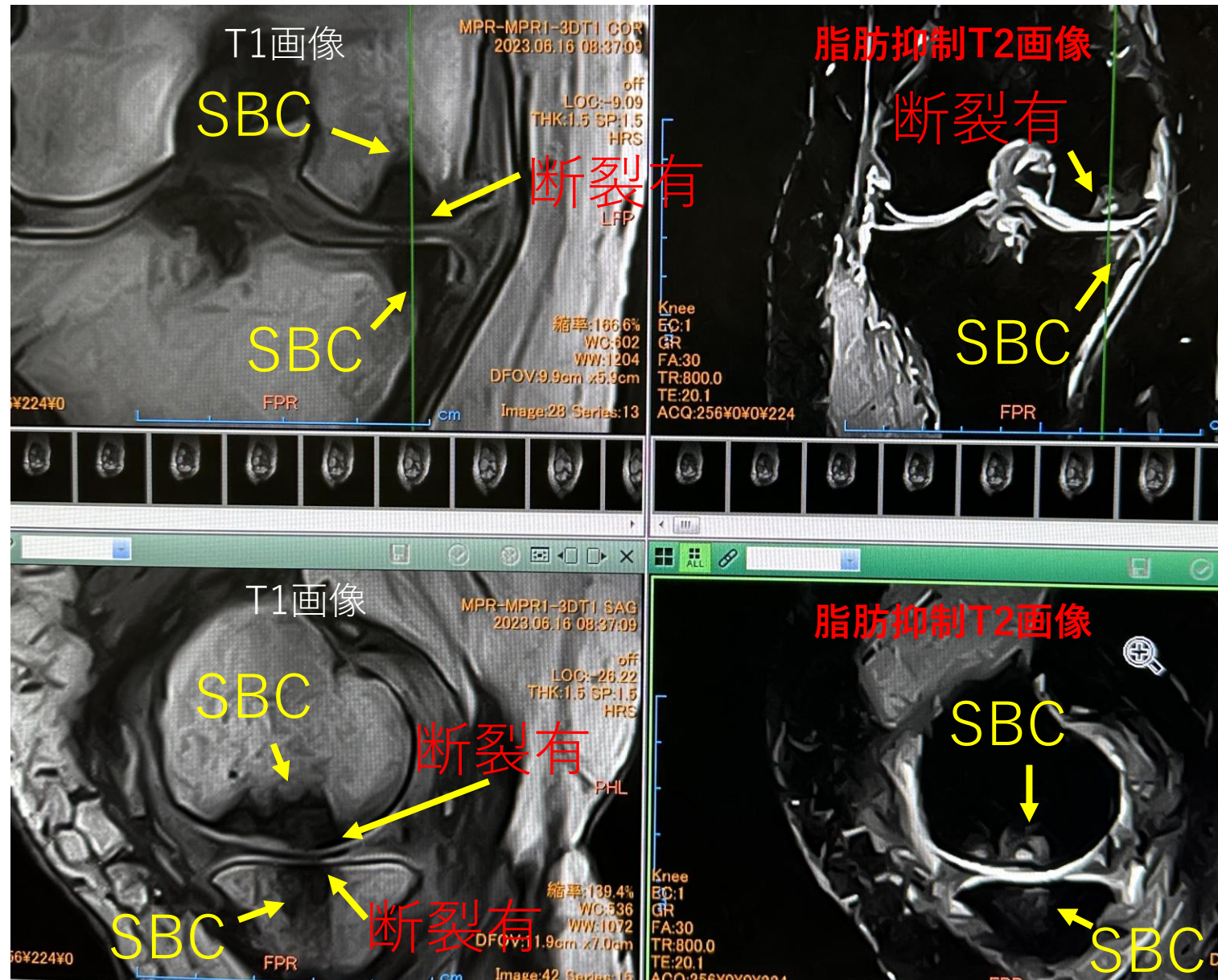
【 Type2b 】 BMLと軟骨下脆弱性骨折(SBIF)を認めSBPの断裂を認めるもの
大腿骨側 BML + SBIF SBP断裂 (+)



【 Type3a 】 BMLと骨嚢腫(SBC)を認めSBPの断裂を認めないもの
大腿骨側 BML+SBC SBP断裂 (一)



【 Type3b 】 BMLと骨嚢腫(SBC)を認めSBPの断裂を認めるもの
BML+SBC SBP断裂 (+)



【対象】

2020年5月から2023年8月まで，当院で膝OAと診断されMRIでBMLを認め，ESWTを3回以上行った症例

その中で治療前と3か月後に患者立脚型評価法である**Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)** アンケートに回答した40例41膝

男15膝女26膝

平均年齢 65.4 ± 9.2 歳

【対象】

BMLのType 分類別

- Type1 (BMLのみ) : 12膝
 - Type2a (BML + SBIFでSBPに断裂無) : 8膝
 - Type2b (BML + SBIFでSBPに断裂有) : 11膝
 - Type3a (BML + SBCでSBPに断裂無) : 7膝
 - Type3b (BML + SBCでSBPに断裂有) : 3膝
-
- 各群で年齢、性差、BMIに有意な差は認めず

【方法】

- Type分類別でのESWT照射前と照射3か月後のKOOSの平均スコアとスコア改善平均値 (IV : Improvement Value)を算出してIVを効果の尺度として比較検討した

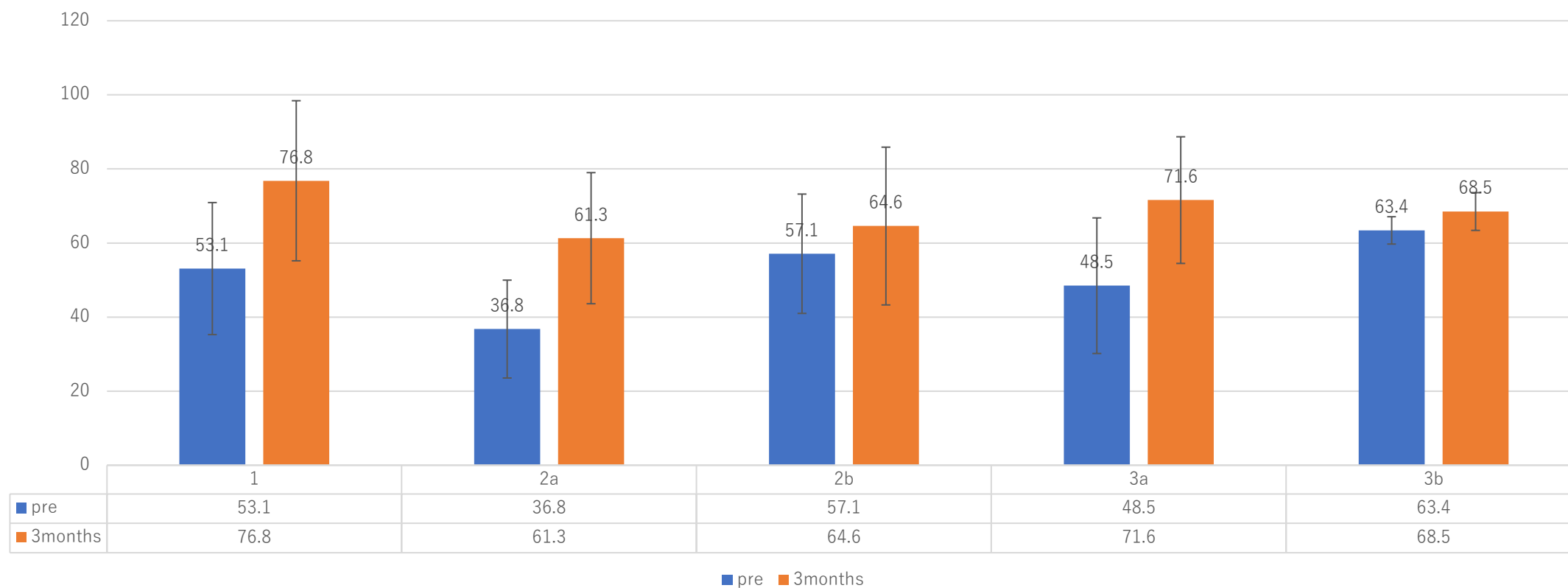
【結果】 KOOSの平均スコア (照射前、照射3か月後)

- 全体: 51.0 ± 17.3 、 69.0 ± 19.5
- Type1(BMLのみを認めるもの) : 53.1 ± 17.8 、 76.8 ± 21.6
- Type2a(BML + SBIFでSBPに断裂無) : 36.8 ± 13.2 、 61.3 ± 17.7
- Type2b (BML + SBIFでSBPに断裂有): 57.1 ± 16.1 、 64.6 ± 21.3
- Type3a (BML + SBCでSBPに断裂無) : 48.5 ± 18.3 、 71.6 ± 17.1
- Type3b (BML + SBCでSBPに断裂有) : 63.4 ± 3.7 、 68.5 ± 5.1

【結果】 KOOSの平均スコア

pre(照射前) 3months (照射3か月後)

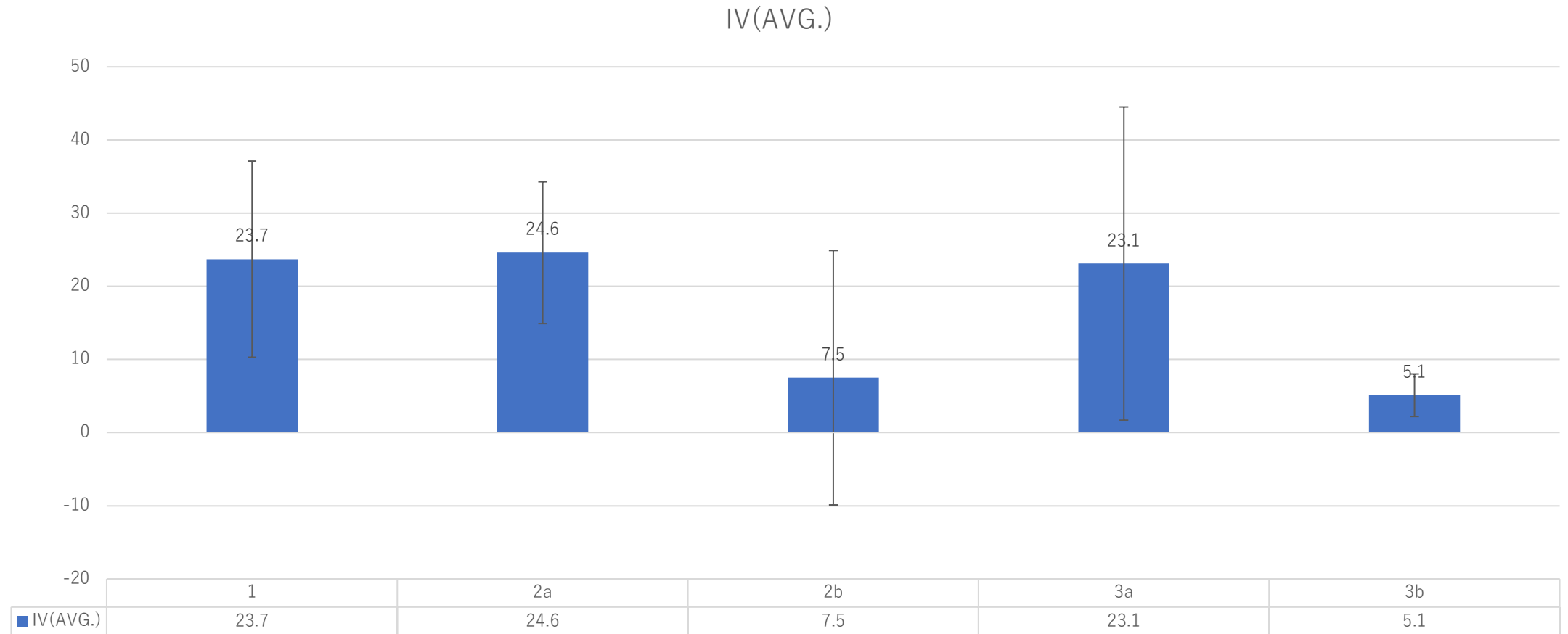
KOOS AVG.



【結果】 IV (Improvement Value) KOOSのスコア改善平均値

- 全体：18.1 ± 16.6
- Type1(BMLのみを認めるもの):23.7 ± 13.4
- Type2a(BML + SBIFでSBPに断裂無):24.6 ± 9.7
- Type2**b** (BML + SBIFでSBPに断裂有):**7.5 ± 17.4**
- Type3a (BML + SBCでSBPに断裂無):23.1 ± 21.4
- Type3**b** (BML + SBCでSBPに断裂有):**5.1 ± 2.9**
- 一元配置の分散分析において各群のIVに統計学的に有意差を認めた($p=0.04 < 0.05$)

【結果】 IV (Improvement Value) KOOSのスコア改善平均値



一元配置の分散分析において各群のIVに統計学的に有意差を認めた($p=0.04 < 0.05$)

【考察】

- MRIによるBMLのType分類により各群のIVに有意差を認めたことは、3か月後の改善スコア(IV)では差がないという仮説を棄却できる。
- つまり膝OAに対するESWTの3か月の短期的な成績の改善を予測することができると考えられた。

【結論】

- MRIによるBMLのType分類が膝OAに対するESWTの短期の成績の改善を予測できる可能性がある
- 軟骨下骨プレートの断裂の有無が照射3か月後の短期成績に影響を与えると思われた