



女性橈骨遠位端骨折患者と非骨折患者における骨強度の比較検討—Trabecular Bone Score を用いた骨質の評価を含めて—

今谷紘太郎*, 前田和茂**, 今谷潤也*, 橋崎慎二*, 沖田駿治*

Comparison of Bone Strength and Quality in Female Patient between Distal Radial Fracture and Non-Fracture Patients Using Trabecular Bone Score

Kotaro Imatani*, Kazushige Maeda**, Junya Imatani*, Shinji Narazaki*, Shunji Okita*

橈骨遠位端骨折 (Distal Radial Fracture : DRF) 後は二次骨折を来す可能性が高く, 本骨折後の骨粗鬆症の評価と二次骨折予防治療が重要である。骨強度は骨密度が 70% を, 骨質が 30% を担っているとされており, 骨密度に関しては二重エネルギー X 線吸収測定法 (Dual-energy X-ray Absorptiometry : DXA) による評価がゴールドスタンダードとされているが, 骨質に関しては評価が確立されていない。一方, Trabecular Bone Score (TBS) は骨密度とは独立した骨折リスク因子であり, 海綿骨骨質の間接的な指標とされている。今回, 女性 DRF 患者 107 人と非骨折患者 77 人の TBS を含めた骨強度を比較検討した。DRF 群では受傷時に骨密度のみならず骨質の相対的指標である TBS も低下していた。初回脆弱性骨折が DRF の女性患者においては, 非骨折患者と比較し, 受傷時すでに骨強度が低い状態であることが示唆された。

【緒言】

近年, 超高齢社会において骨粗鬆症とそれに伴う脆弱性骨折は増加の一途をたどっている。橈骨遠位端骨折 (以下 DRF) は脆弱性骨折の中で最も頻度の高い骨折の 1 つであり, 比較的年齢が若く活動的な患者が多いため, 脆弱性骨折の初発骨折となることが多い。また, 60 歳以上の患者を対象とした研究では, DRF 後 1 年以内の股関節周囲骨折リスクは 5.67 倍であるとの報告もあり¹⁾, 本骨折後は二次骨折を来す可能性が高いとされている。そのため, DRF 後の骨粗鬆症の評価とその二次骨折予防は整形外科医にとって重要な課題である。骨折リスク評価に関しては骨の強さである骨強度の評価が必要となるが, 骨強度は骨密度が 70%, 骨質が 30% で構成されている²⁾。現在, 骨密度は DXA を用いた評価がゴールドスタンダードとされているが, 骨質

評価に関しては未だ定まった指標が存在しない。

近年, 海綿骨構造指標である Trabecular Bone Score (以下 TBS) が腰椎 DXA 画像から計測可能となっている。TBS は新規椎体骨折発生において骨密度とは独立した危険因子であると報告されており³⁾, 海綿骨骨質の間接的な指標とされている。本研究の目的は女性 DRF 患者の骨密度および TBS による骨質を測定し, 同様に測定した非骨折群と比較検討することである。

【対象と方法】

2016 年 4 月~2022 年 4 月に, 岡山済生会総合病院整形外科外来を受診した全 DRF 患者を対象とした。包含基準は, 独歩可能で転倒により受傷した 40 歳以上の女性患者とした。除外基準は, 転倒以外の受傷機転, 甲状腺疾患, 骨代謝疾患, 尿管結石,

受理日 2024/11/25

*岡山済生会総合病院 整形外科 〒700-8511 岡山県岡山市国体町 2-25

**まえだ整形外科外科医院

女性橈骨遠位端骨折患者と非骨折患者における骨強度の比較検討

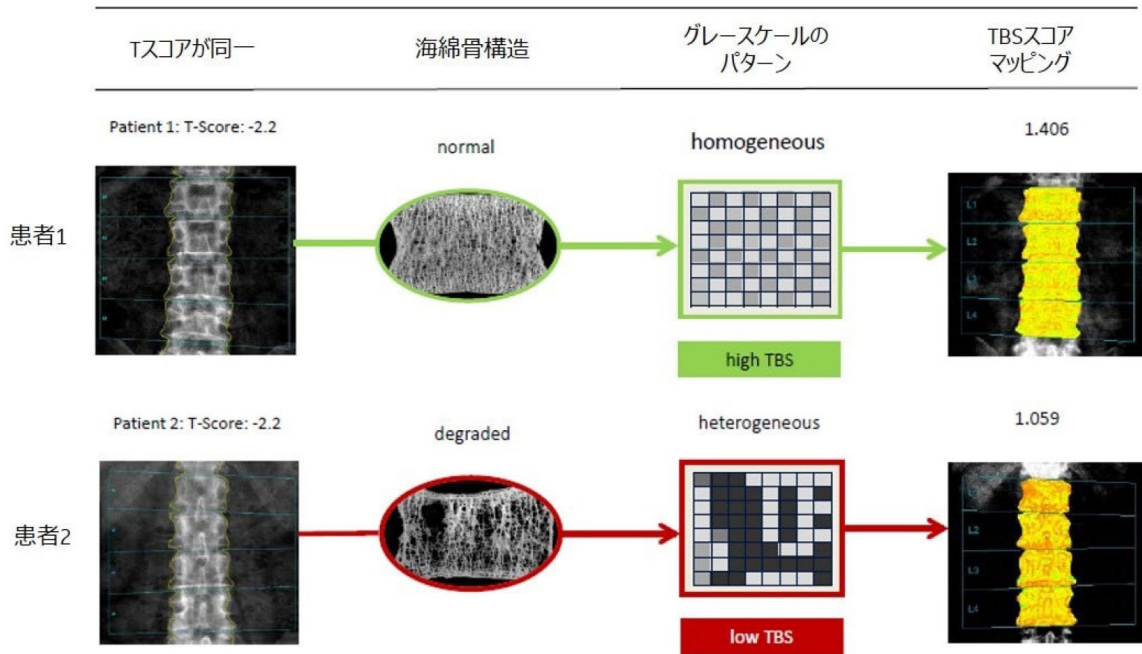


図1 TBS 解析ソフト概要

表1 DRF 群と非骨折群の患者背景の比較

	DRF 群	非骨折群	p 値
年齢 (平均±SD)	68.6±10.2	68.4±9.3	0.863
BMI (平均±SD)	22.5±4.3	24.1±19.7	0.497
飲酒歴あり	5 (6.5%)	6 (5.6%)	0.284
喫煙歴あり	8 (10.4%)	18 (16.8%)	1
両親の股関節骨折 既往あり	13 (16.9%)	12 (11.2%)	0.283
骨粗鬆症治療既往 あり	3 (3.9%)	7 (6.5%)	0.511

腎機能障害、クッシング症候群、グルココルチコイドホルモンを内服中、悪性腫瘍の治療中、HbA1c 7.0以上の糖尿病患者とした。これらの基準を満たした患者に対して、骨折受傷後6週から8週の時点でインフォームドコンセントを施行し、研究同意を取得した152例を対象とした。研究同意取得後、評価開始前にアンケート形式で年齢、既往歴、脆弱性骨折（橈骨遠位端、上腕骨近位端、肋骨、骨盤、鎖骨、下腿骨の非椎体骨折）の有無、両親の大腿骨近位部骨折の有無を調査し、胸腰椎レントゲン検査にて椎体圧迫骨折の有無を調査した。さらに全身用のDXA（PROGIDY Fuga, General Electric 社製）を用いて腰椎および大腿骨近位部、大腿骨頸部の骨密度を測定した。TBS測定はTBS解析ソフトであるTBS

iNsight TM (Medimaps Group 社製) を使用した。本ソフトは腰椎DXA画像における平面画素の濃度変動をテクスチャー解析して算出しており、各画素の輝度差が高度であるほど骨微細構造が劣化して粗になっていることを示し、海綿骨骨質の間接的な指標とされている(図1)。これらの項目を調査し、かつ脆弱性骨折既往の無い女性DRF患者107例(DRF群)と、同様の期間に関連施設において骨折以外の主訴により受診した50歳以上の女性新患患者に対して骨密度およびTBSが計測可能であった95例のうち、脆弱性骨折既往の無い77例(非骨折群)の患者背景、骨密度およびTBS、TBSのTスコアを比較検討した。加えてDRF群の中で骨密度が正常または正常から軽度低下(YAM値71~80%)症例におけるTBS低下の割合を調査した。統計学的分析として、年齢やBMIの比較にはt-testを、既往歴などの割合の比較にはFisher's exact testを、骨密度やTBSの比較にはMann-Whitney U testを用い、各検定の有意水準はp値=0.05とした。本研究は岡山済生会総合病院の倫理審査委員会の承認を得ている。

【結果】

両群の患者背景を表1に示す。両群間で有意差は認めなかった。骨密度の平均値は、腰椎ではDRF群

表2 DRF 群と非骨折群の骨密度比較

	DRF 群	非骨折群	p 値
腰椎骨密度	0.96±0.15	1.02±0.18	0.0063**
大腿骨近位部骨密度	0.74±0.10	0.75±0.11	0.324
大腿骨頸部骨密度	0.69±0.09	0.72±0.10	0.0237*

(平均値±SD)
*: p<0.05, **: p<0.01

表3 DRF 群と非骨折群のTBS, TBS の T スコア比較

	DRF 群	非骨折群	p 値
TBS	1.30±0.09	1.32±0.09	0.0382*
T スコア	-2.80±1.26	-2.24±1.42	0.013*

(平均値±SD)
*: p<0.05

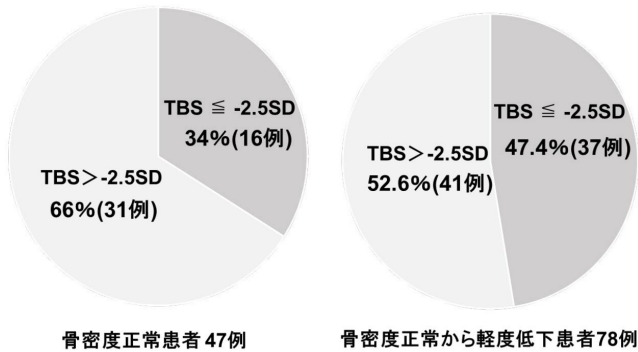


図2 骨密度正常または骨密度正常から軽度低下 (YAM 値 71~80%) 例における TBS 低下の割合

が $0.962 \pm 0.147 \text{g/cm}^2$ ($p=0.006$), 非骨折群が $1.019 \pm 0.178 \text{g/cm}^2$, 大腿骨頸部では DRF 群が $0.686 \pm 0.087 \text{g/cm}^2$ ($p=0.024$), 非骨折群が $0.716 \pm 0.098 \text{g/cm}^2$ であり, DRF 群で有意な低下を認めた. 一方, 大腿骨近位部では DRF 群が $0.736 \pm 0.096 \text{g/cm}^2$ ($p=0.324$), 非骨折群が $0.751 \pm 0.112 \text{g/cm}^2$ であり, 有意差は認めなかった (表2).

また, TBS の平均値は DRF 群が 1.297 ± 0.089 ($p=0.038$), 非骨折群が 1.324 ± 0.086 , TBS の T スコアの平均値は DRF 群が -2.797 ± 1.263 ($p=0.013$), 非骨折群が -2.238 ± 1.424 であり, いずれも DRF 群で有意な低下を認め, DRF 群の T スコアの中央値は $-2.5SD$ 以下であった (表3).

さらに, DRF 群の中での骨密度正常または骨密度正常から軽度低下症例における TBS 低下の割合を図2に示す. 骨密度正常患者の 34%, 骨密度正常から軽度低下患者の 47.4% に TBS の低下を認めた.

【考察】

DRF 後の二次骨折発生率は, 前腕骨折で 3.3 倍, 股関節骨折で 1.9 倍, 椎体骨折で 1.7 倍であり⁴⁾, 受傷後 1 年以内が最も多い. 二次骨折後の ADL や

QOL は急速に低下するため, DRF 後の骨強度評価は非常に重要である. 現在, DXA により骨密度低下の有無は正確に評価可能であるが, 骨密度が正常でも脆弱性骨折が生じる症例がある. このような症例では骨質が劣化している可能性があるが, 日常診療において骨質の評価は未だ定まっていない. 一方, TBS を用いた閉経後女性および男性骨粗鬆症の骨折リスクを予測したポジションペーパーでは, TBS の減少に比例して骨折リスクが 1.19~2.1 倍に増加しており, 検討された 18 文献中 16 文献で TBS が脆弱性骨折の独立した予測因子であると報告している⁵⁾. 本研究では骨密度のみならず TBS による骨質も測定することで, 初回脆弱性骨折が DRF である女性患者の骨強度を包括的に評価した.

本研究では, DRF 群で腰椎および大腿骨頸部骨密度が非骨折群と比較して有意に低下を認めた. 女性 DRF 患者は腰椎および大腿骨頸部骨密度が有意に低下していることが先行研究でも散見される. 閉経後女性 DRF 患者 106 人を対象とした研究では, 大腿骨頸部および橈骨遠位部骨密度は性別, 年齢を調整した標準値よりも有意に低下していたと報告しており⁷⁾, 自験例での過去の報告でも年齢, 身長および体重を調整し, かつ脆弱性骨折既往のない女性 DRF 患者 94 人と, 非骨折群 94 人を比較検討した結果, 腰椎・大腿骨近位部・大腿骨頸部骨密度の全てにおいて DRF 群で有意な低下を認めた⁸⁾. 本研究も踏まえると, 女性 DRF 患者は既に骨密度低下を来している可能性が高いと考えられる. また, DRF 群では非骨折群と比較して TBS および TBS の T スコアの有意な低下を認めた. 脆弱性骨折患者 69 人と対照群 101 人の前腕遠位の骨質を HR-pQCT で比較した報告では, 骨量の密度・数・厚さが脆弱性骨折既往群で有意に低下していた⁹⁾. さらに, 閉経前女性 DRF 患者 40 人と対照群 80 人の前腕遠位の骨質を HR-pQCT で比較した研究では, 骨梁の密度が DRF 群で有意に低下している結果で

あった⁹⁾。本研究結果も踏まえると、女性 DRF 患者では骨質が劣化している可能性がある。一方で、Shin らは閉経後女性 DRF 患者 258 人と対照群 255 人の骨密度および TBS を比較検討しており、骨密度は DRF 群で有意に低下していたが、TBS に有意差は無かったと報告している。その理由として、橈骨遠位の脆弱性は主に皮質骨が関与していることと、橈骨遠位と腰椎の解剖学的構造の違いを挙げている¹⁰⁾。

女性 DRF 患者の TBS 低下に関しては未だ議論の余地は残るが、自験例の検討では骨密度が正常な患者のうち 3 人に 1 人は TBS が低下しており、日常診療で骨密度が正常であっても脆弱性骨折が生じる症例が多いことをかえりみると、骨密度と同時に骨質に対する評価も重要であると考えられる。したがって、女性 DRF 患者であれば骨密度低下を来している可能性が高いため、まず骨密度を測定し、骨密度低下があれば骨粗鬆症治療を導入する。また、骨密度の低下が無くても骨質劣化の可能性を考慮して、二次骨折予防の指導を行う必要がある。骨質に対する具体的な薬物治療に関しては、骨吸収抑制剤としてはビスフォスフォネート製剤による TBS の維持や抗 RANKL 抗体製剤による改善効果、また骨形成促進剤としては PTH 製剤や抗スクレロシン抗体製剤による TBS 改善効果がポジションペーパーに記載されている⁵⁾。

本研究にはいくつかの限界がある。第 1 に非骨折群に対しては胸腰椎のレントゲン検査を施行しておらず、脆弱性骨折既往に関してはアンケート調査のみであり、正確に脆弱性骨折既往患者を除外できていない可能性がある。第 2 に腰椎に高度変形がある症例の検討および除外はしておらず、骨密度や TBS の結果に影響する可能性がある。第 3 に脆弱性骨折における重要なリスク因子である閉経の有無に関しては調査できていない。本研究の DRF 群における 40 歳代の症例は 3 例と影響は少ないと考えているが、今後、閉経後女性患者を対象を絞った検討が必要と思われる。以上のことを踏まえ、今後はさらに症例数を増やし、長期的な継続調査を行う予定である。

【まとめ】

1. 女性 DRF 患者 107 例の骨密度および TBS を調査し、非骨折群 77 例と比較検討した。

2. 女性 DRF 患者では非骨折群と比較して腰椎および大腿骨頸部骨密度が有意に低下しており、TBS および TBS の T スコアも有意な低下を認めた。また、DRF 群のうち骨密度正常症例の約 3 割に TBS 低下症例を認めた。

3. 女性 DRF 患者では骨密度低下と同時に骨質も劣化している可能性があり、両者の点から二次骨折予防を行う必要がある。

【利益相反の開示】

本研究発表に関連し、開示すべき COI 関係にある企業等はありません。

【文献】

- 1) Chen CW, et al. Incidence of subsequent hip fractures is significantly increased within the first month after distal radius fracture in patients older than 60 years. *J Trauma Acute Care Surg* 74: 317-21, 2013.
- 2) NIH Consensus Development Panel on Osteoporosis Prevention, Diagnosis and Therapy. *JAMA* 285: 785-795, 2001.
- 3) Iki M, et al. Trabecular bone score (TBS) predicts vertebral fractures in Japanese women over 10 years independently of bone density and prevalent vertebral deformity: the Japanese Population-Based Osteoporosis (JPOS) cohort study. *J Bone Miner Res* 29: 399-407, 2014.
- 4) Klotzbuecher CM, et al. Patients with prior fractures have an increased risk of future fractures: a summary of the literature and statistical synthesis. *J Bone Miner Res* 15: 721-39, 2000.
- 5) Shevroja E, et al. Update on the clinical use of trabecular bone score (TBS) in the management of osteoporosis. *Osteoporos Int* 34: 1501-1529, 2023.
- 6) Earnshaw SA, et al. Colles' fracture of the wrist as an indicator of underlying osteoporosis in postmenopausal women: a prospective study of bone mineral density and bone turnover rate. *Osteoporos Int* 8: 53-60, 1998.
- 7) 前田和茂ほか. 橈骨遠位端骨折発生時にすでに骨密度、四肢筋肉量及び筋力は低下している. *日手会誌* 39: 28-32, 2022.
- 8) Stein M, et al. Abnormal microarchitecture and reduced stiffness at the radius and tibia in postmenopausal women with fractures. *JBMR* 25: 2572-2580, 2010.
- 9) Roental TD, et al. Premenopausal women with a distal radial fracture have deteriorated trabecular bone density and morphology compared with controls without a fracture. *JBJS Am* 95: 633-642, 2013.
- 10) Shin YH, et al. Evaluation of trabecular bone score in patients with a distal radius fracture. *Osteoporos Int* 27: 3559-3565, 2016.