

### 3. 成人から閉経期の骨粗鬆症予防と 運動・スポーツ活動

岩本 潤\*

#### ●はじめに

骨粗鬆症に関連する骨折（脆弱性骨折）の予防の基本は、ライフスタイル改善（禁煙，節酒，適正体重維持），たんぱく質摂取，カルシウム摂取，ビタミン D 栄養改善（食事，サプリメント，日光浴），座位時間の減少，適正姿勢の維持，転倒歴聴取・転倒予防，運動などである<sup>1)</sup>。学童期，青年期では最大骨量を高めること，発育が完了した時期から老化が始まる時期である成人期（初期成人期，壮年期）では骨密度を増加させること，老年期では骨密度を維持・増加させ，転倒を予防することが主な対策となる。閉経後・老年期に発生する脆弱性骨折の予防には，生涯にわたる適切な運動・スポーツ活動が重要であることに異論はない。骨の健康増進には，荷重や筋力によるメカニカルストレスが必要である。本稿では，若年成人女性の問題（痩せと運動不足は骨粗鬆症の危険因子）と成人から閉経期の骨粗鬆症予防と運動・スポーツ活動について解説する。

#### ●若年成人女性の問題

##### 1. 痩せ

若年成人女性においては，痩せ，低骨格筋量，低骨密度は大きな課題である。厚生労働省の報告によると，痩せ（BMI [body mass index] <18.5 kg/m<sup>2</sup>）の年代別割合では，15～39 歳で高い（15.6～19.3%）（図 1）<sup>2)</sup>。また，我々の調査では，20～45 歳の健常成人女性（自覚症状もなく，DXA（dual-energy x-ray absorptiometry）による骨密

度測定の手がが極めて少ない年代）において，大腿骨近位部骨密度の YAM (young adult mean) 値が 80% 未満の者は，12.3% 存在する<sup>3)</sup>。骨と筋は相互に作用を及ぼしあっており（筋骨連関），20 代から始まる加齢に伴う骨量・骨格筋量の減少が，その危険因子の存在あるいは疾患により閾値を超えると，骨粗鬆症・サルコペニアとなる<sup>4)</sup>。若年成人女性において，BMI と腰椎骨密度に正の関連がある<sup>5)</sup>。

##### 2. 運動不足

厚生労働省の報告によると，「運動習慣のある者」を，1 回 30 分以上の運動を週 2 回以上実施し，1 年以上継続している者と定義すると，成人から閉経期の女性において，運動習慣のある者の割合は 20～49 歳で低い（9.4～12.9%）（図 2）<sup>6)</sup>。

#### ●運動・スポーツ活動が骨密度におよぼす影響

##### 1. 身体活動・運動・スポーツの定義

身体活動とは，「安静にしている状態よりも多くのエネルギーを消費する，骨格筋の収縮を伴う全ての活動」のことであり，生活活動と運動に分けられる。生活活動とは，「日常生活における労働，家事，通勤・通学などの身体活動」を指す。運動とは，「身体活動のうち，スポーツやフィットネスなどの健康・体力の維持・増進を目的として，計画的・定期的実施されるもの」を指す。スポーツとは，「楽しみを求めたり，勝敗を競ったりする目的で行われる身体運動の総称」である。

##### 2. 低骨密度のリスク

近年，健康維持・増進において，24-hour physical activity, sedentary behavior, sleep pattern が重要視されている。カナダの 24-Hour Move-

\* 慶友整形外科病院関節疾患センター

Corresponding author：岩本 潤 (jiexmed@gmail.com)

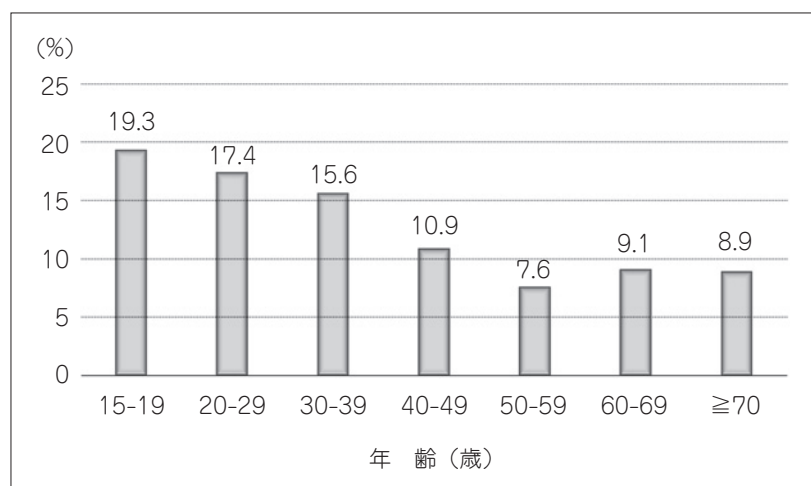


図1 痩せ女性の年代別割合

15歳以上（妊婦除外）の女性において、痩せ女性（BMI<18.5 kg/m<sup>2</sup>）の割合は15～39歳で高い（15.6～19.3%）（文献2より作成）

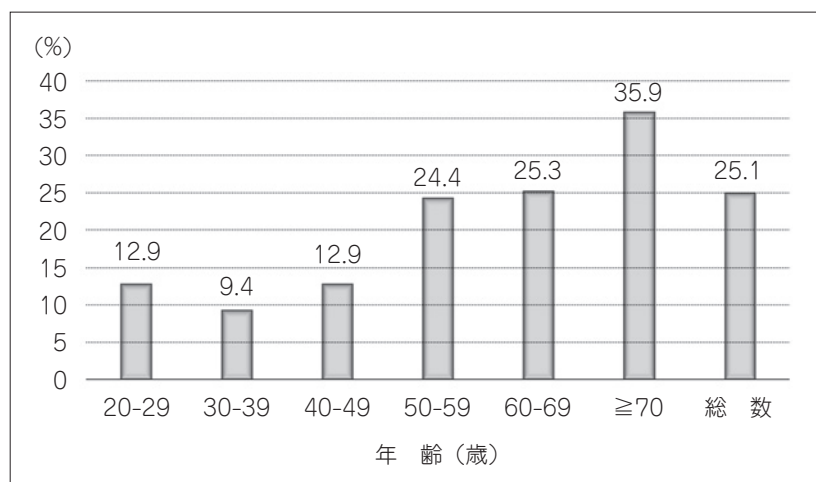


図2 運動習慣のある成人女性の年代別割合

「運動習慣のある者」を、1回30分以上の運動を週2回以上実施し、1年以上継続している者と定義すると、成人女性（20歳以上）において、運動習慣のある女性の割合は、20～49歳で低い（9.4～12.9%）（文献6より作成）

ment Guidelinesのスローガンは、Move more, Reduce sedentary time, Sleep wellである<sup>7)</sup>。NHANESのデータベース（2007～2018）解析によると（18歳以上の10346名、平均年齢：47歳、女性：49.8%）、身体活動が20メッツ・時/週以上、睡眠時間が7～9時間/日、座位時間が3時間/日未満では、低骨密度（腰椎、大腿骨頸部）のリスクが比較的低い（表1）<sup>8)</sup>。したがって、運動・スポーツ活動を行うのみならず、適度の睡眠時間を確保すること、座位時間を可能な限り減らすこと、生活活動時間を増やすことも、骨粗鬆症の予防につ

ながる。

### 3. 女性アスリートの骨密度

大学女性アスリートでは、骨密度（骨盤）は、体操、ソフトボール、フィールドホッケー、サッカーの選手では高く、長距離ランナーや水泳選手では低いことや<sup>9)</sup>、成人女性バレーボール選手（平均年齢：33歳）では骨密度（腰椎、大腿骨近位部）と除脂肪体重が高いことも報告されている（図3）<sup>10)</sup>。また、大学女性サッカー選手では、クロスカントリーのランナーや基準値に比べて、脛骨骨幹部の骨断面積や骨強度指標が大きいことから、健

表1 身体活動、睡眠時間、座位時間と低骨密度の関連 - NHANES データベース (2007-2018) の解析 -

	カテゴリー	オッズ比 (95% 信頼区間)	P 値
身体活動 (メッツ・時/週)	0	基 準	—
	0 - 20	0.81 (0.69, 0.95)	0.012
	≥20	0.67 (0.56, 0.78)	<0.001
睡眠時間 (時間/日)	<7	1.41 (1.20, 1.64)	<0.001
	7 - 9	基 準	—
	≥9	1.36 (1.03, 1.79)	0.033
座位時間 (時間/日)	<3	基 準	—
	3 - 6	1.26 (1.06, 1.49)	0.009
	6 - 9	1.48 (1.26, 1.74)	<0.001
	≥9	1.58 (1.32, 1.88)	<0.001

10346 名の成人 (18 歳以上, 平均年齢: 47 歳, 女性: 49.8%) において, 身体活動が 20 メッツ・時/週以上, 睡眠時間が 7 ~ 9 時間/日, 座位時間が 3 時間/日未満では, 低骨密度 (腰椎, 大腿骨頸部) のリスクが比較的低い (文献 8 より作成)

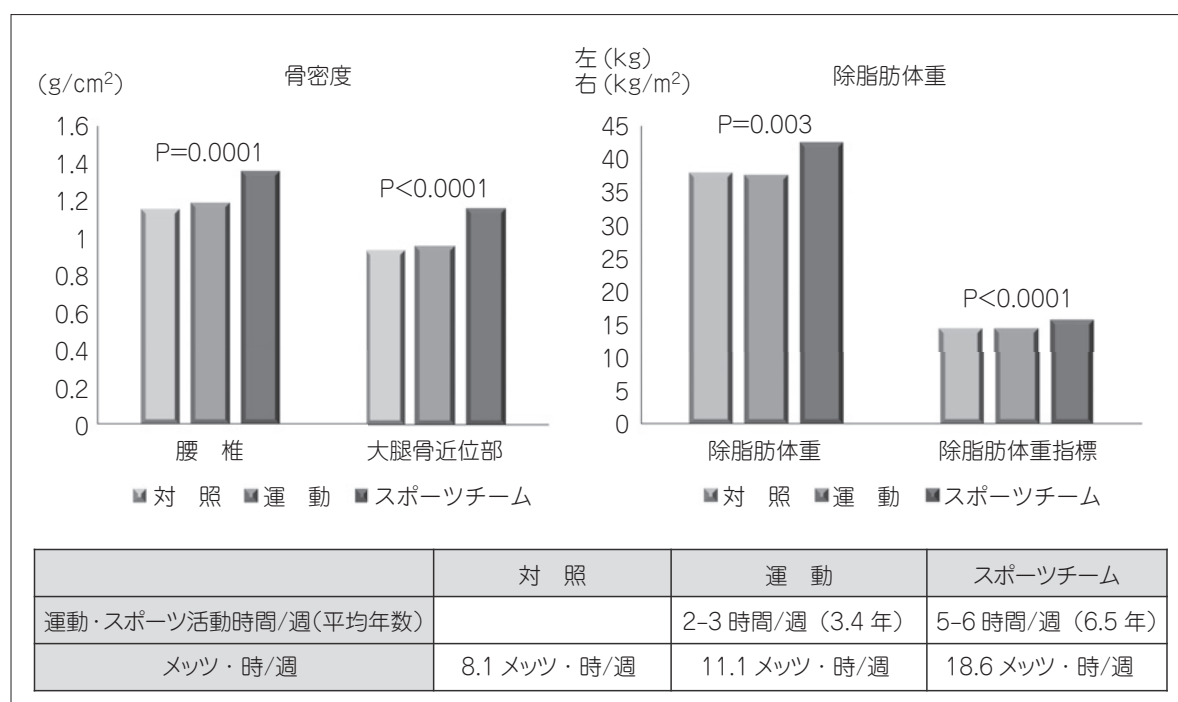


図3 成人女性におけるスポーツ (バレーボール) と骨密度・除脂肪体重の関連

成人女性 (48 名, 平均年齢: 33 歳) において, スポーツ (バレーボール) 選手では, 18.6 メッツ・時/週のスポーツ活動を 5 ~ 6 時間/週行っているため, 骨密度と除脂肪体重は高い. メッツ・時/週は International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) で評価された (文献 10 より作成)

常な骨形態の獲得には, unidirectional sports よりも, サッカーなどの multidirectional sports が有用である<sup>11)</sup>.

#### 4. 運動・スポーツが骨密度におよぼす効果

骨に加わるメカニカルストレスが大きいほど (骨折が起こらない範囲内での), 骨量の増加は大きいとされている<sup>12)</sup>. したがって, ハイインパクト・エクササイズ (ジャンプ運動) や高強度筋力トレーニングが, 骨密度増加に効果的である. 若

年成人女性において, ジャンプ運動は骨密度 (腰椎, 大腿骨頸部) を増加させることや<sup>13)</sup>, 45 度の傾斜のある台を使って行うスクワット運動 (1RM [repetition maximum] の 85 ~ 90%, 3 ~ 5 回/日, 3 日/週, 12 週間) は骨密度 (腰椎, 大腿骨近位部)

を増加させることが報告されている<sup>14)</sup>。閉経後女性において、ハイインパクト・エクササイズと高強度筋力トレーニングの複合運動は、骨密度（腰椎、大腿骨頸部）増加に有用である<sup>15)</sup>。また、運動習慣のない中年女性（平均年齢：45歳）において、サッカー（3日/週、15週間）が、下肢骨塩量と大腿骨骨密度を増加させることが報告されている<sup>16)</sup>。

### 5. 運動・スポーツ活動の継続

成人女性（20～39歳）において、中学・高校から現在まで運動・スポーツ活動の習慣のあるものは、骨密度（全身、腰椎、橈骨）が高い<sup>17)</sup>。男性を対象とした調査ではあるが、引退したサッカー選手（≥50歳）において、運動・スポーツ活動は継続しないと、下肢の骨密度は非アスリートのレベルまで減少し<sup>18)</sup>、また大腿骨近位部骨折を予防することはできない<sup>19)</sup>。しかし、元男性アスリート（≥50歳）において、6メッツ以上、週75分以上の運動を継続すると、大腿骨近位部骨折のリスクは減少することが報告されている<sup>20)</sup>。骨の健康維持・増進には、運動・スポーツを「楽しむ」あるいは「好きになる」環境作りが必要で、運動・スポーツ活動の継続のための方策が求められる。

## ●おわりに

骨の健康増進には、荷重や筋力によるメカニカルストレスが必要であり、閉経後・老年期に発生する脆弱性骨折の予防には、生涯にわたる適切な運動・スポーツ活動が重要である。文部科学省のスポーツ推進の基本方針では<sup>21)</sup>、「スポーツを通じてすべての人々が幸福で豊かな生活を営むことができる社会」を創出するため、「年齢や性別、障害等を問わず、広く人々が、関心・適性等に応じてスポーツに参画することができる環境を整備すること」を基本的な政策課題とされていることから、住民が主体的に参画する地域の運動・スポーツ環境の整備が期待される。

## 文 献

- 1) Reid IR, Billington EO. Drug therapy for osteoporosis in older adults. *Lancet*. 2022; 399: 1080-1092.
- 2) 厚生労働省. 平成 26 年国民健康・栄養調査報告. 入手先: <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000106405.html> [参照日 2025 年 1 月 1 日].
- 3) 加藤啓祐, 青木博子, 木村久美子, 他. 成人女性に

おける骨密度減少に関連する因子～職員健診における骨密度測定とアンケート調査～. *日本骨粗鬆症学会雑誌*. 2021; 7: 319-323.

- 4) Kirk B, Duque G. Muscle and bone: an indissoluble union. *J Bone Miner Res*. 2022; 37: 1211-1212.
- 5) Miyabara Y, Onoe Y, Harada A, et al. Effect of physical activity and nutrition on bone mineral density in young Japanese women. *J Bone Miner Metab*. 2007; 25: 414-418.
- 6) 厚生労働省. 令和元年国民健康・栄養調査報告. 入手先: [https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryuu/kenkou/eiyuu/r1-houkoku\\_00002.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/eiyuu/r1-houkoku_00002.html) [参照日 2025 年 1 月 1 日].
- 7) Ross R, Chaput JP, Giangregorio LM, et al. Canadian 24-hour movement guidelines for adults aged 18-64 years and adults aged 65 years or older: an integration of physical activity, sedentary behaviour, and sleep. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2020; 45(10 (Suppl. 2)): S57-S102.
- 8) Yang H, Li B, Li H, et al. The independent and joint association between physical activity, sleep duration and daily sitting time with bone mineral density: A real world study from NHANES 2007-2018. *Bone*. 2024; 189: 117264.
- 9) Mudd LM, Fornetti W, Pivarnik JM. Bone mineral density in collegiate female athletes: comparisons among sports. *J Athletic Training*. 2007; 42: 403-408.
- 10) Saraví FD, Sayegh F. Bone mineral density and body composition of adult premenopausal women with three levels of physical activity. *J Osteoporos*. 2013; Article ID 953271.
- 11) Sventekis AM, Surowiec RK, Fuchs RK, et al. Cross-sectional size, shape, and estimated strength of the tibia, fibula and second metatarsal in female collegiate-level cross-country runners and soccer players. *Bone*. 2024; 188: 117233.
- 12) García-Aznar JM, Nasello G, Hervas-Raluy S, et al. Multiscale modeling of bone tissue mechanobiology. *Bone*. 2020; 151: 116032.
- 13) Kato T, Terashima T, Yamashita T, et al. Effect of low-repetition jump training on bone mineral density in young women. *J Appl Physiol* (1985). 2006; 100: 839-843.
- 14) Mosti MP, Carlsen T, Aas E, et al. Maximal strength training improves bone mineral density

- and neuromuscular performance in young adult women. *J Strength Cond Res*. 2014; 28: 2935-2945.
- 15) Martyn-St James M, Carroll S. Effects of different impact exercise modalities on bone mineral density in premenopausal women: a meta-analysis. *J Bone Miner Metab*. 2010; 28: 251-267.
- 16) Mohr M, Helge EW, Petersen LF, et al. Effects of soccer vs swim training on bone formation in sedentary middle-aged women. *Eur J Appl Physiol*. 2015; 115: 2671-2679.
- 17) Hara S, Yanagi H, Amagai H, et al. Effect of physical activity during teenage years, based on type of sport and duration of exercise, on bone mineral density of young, premenopausal Japanese women. *Calcif Tissue Int*. 2001; 68: 23-30.
- 18) Karlsson MK, Linden C, Karlsson C, et al. Exercise during growth and bone mineral density and fractures in old age. *Lancet*. 2000; 355: 469-470.
- 19) Karlsson MK. Physical activity, skeletal health and fractures in a long term perspective. *J Musculoskel Neuron Interact*. 2004; 4: 12-21.
- 20) Korhonen MT, Kujala UM, Kettunen J, et al. Longitudinal associations of high-volume and vigorous-intensity exercise with hip fracture risk in men. *J Bone Miner Res*. 2022; 37: 1562-1570.
- 21) 文部科学省. スポーツ推進の基本方針. 入手先 : [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/sports/kihonhou/kaigi/attach/1319931.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/sports/kihonhou/kaigi/attach/1319931.htm) [参照日 2025年1月1日].

### 3. 成人から閉経期の骨粗鬆症予防と運動・スポーツ活動