

## バスケットボールゲームにおける大学生の身体加速度

村本名史<sup>1)</sup> 栗田泰成<sup>2)</sup> 山田雅敏<sup>3)</sup> 高根信吾<sup>1)</sup> 瀧澤寛路<sup>1)</sup>

### Body Acceleration of College Students in Basketball Games

Morifumi MURAMOTO<sup>1)</sup> Yasunari KURITA<sup>2)</sup> Masatoshi YAMADA<sup>3)</sup>  
Shingo TAKANE<sup>1)</sup> Hiromitsu TAKIZAWA<sup>1)</sup>

#### 要旨

骨粗鬆症の予防および改善のための運動強度に関する基礎的データを得るために、踵骨へ強い衝撃が加わる跳躍動作を多く含んだバスケットボール実施中の身体加速度を測定した。大学女子バスケットボール選手（16名）および体育実技授業を受講した一般学生（男子6名、女子3名）を対象に、バスケットボールゲーム中の身体加速度を比較した。身体加速度は、対象の腰背部に貼付した3軸加速度計を用いて計測し記録した。この結果、大学女子バスケットボール女子選手の身体加速度（ $12.55 \pm 0.39 \text{ m/sec}^2$ ）は、一般男子学生（ $11.85 \pm 0.38 \text{ m/sec}^2$ ）および一般女子学生（ $11.51 \pm 0.62 \text{ m/sec}^2$ ）に比べて有意（ $P < 0.01$ ）に大きな値を示した。よって、バスケットボールゲーム中の身体加速度は  $11.5 \text{ m/sec}^2$  から  $12.5 \text{ m/sec}^2$  程度であることが推察された。またバスケットボールゲーム中において、大学女子バスケットボール選手は一般学生に比べて大きな加速度が身体へ生じていることが明らかとなった。

**キーワード：**バスケットボール、大学生、身体加速度

#### Abstract

In order to obtain fundamental data about the exercise intensity for prevention of osteoporosis, the body acceleration in basketball was measured. The body acceleration in basketball games was measured for college students and college female basketball players. Body acceleration was measured and recorded using a 3 axis accelerometer. College female basketball player's body acceleration ( $12.55 \pm 0.39 \text{ m/sec}^2$ ) was significantly greater than male student's ( $11.85 \pm 0.38 \text{ m/sec}^2$ ) and female student's ( $11.51 \pm 0.62 \text{ m/sec}^2$ ) in basketball games ( $P < 0.01$ ). Therefore, it was suggested that the body acceleration in basketball games is about  $12.5 \text{ m/sec}^2$  from  $11.5 \text{ m/sec}^2$ . We concluded that the body acceleration for college female basketball players was greater than that of college students in basketball games.

**Keywords:** basketball, college student, body acceleration

---

1) 常葉大学経営学部、2) 常葉大学健康科学部、3) 常葉大学健康プロデュース学部

## 1. 緒言

骨粗鬆症 (Osteoporosis) は「低骨量と骨組織の微細構造の異常を特徴とし、骨の脆弱性が増大し、骨折の危険性が増大する疾患」と定義されている (WHO 1994)。

骨量は 10 歳代後半から 20 歳代にかけて急激に増加し最大値となり 40 歳頃まで維持されるが、その後徐々に低下すると考えられているため (骨粗鬆症財団 2000)、骨粗鬆症の予防には青年期までに骨密度を高めておくことが必要である。若年期における骨粗鬆症の予防について、カルシウム摂取や荷重的な運動が重要とされている (骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン 2011)。中学・高校時代のクラブ活動を主とする過去の運動習慣では、強度と時間と頻度という運動指標 3 要素の中で、時間が腰椎骨密度への最も強い因子であったことが報告されている (Miyabara et al. 2007)。しかし、Dookら (1997) と共に我々 (村本ら 2012) は high impact sport 実施者の骨密度が高かったことを確認しており、運動の強度因子が骨密度に与える影響にはさらなる検討が必要であると思われる。運動実施時の強度には、心拍数や酸素摂取量といった生理学的指標に対して、加速度計を用いた力学的指標がある。力学的刺激であるメカニカルストレス (mechanical stress) は骨形成を刺激する最も重要な因子であると考えられていることから (菅本 2008)、運動が及ぼす骨密度への影響には力学的指標を用いることが好ましいと考えられる。

一方、踵骨に大きな衝撃が加わる跳躍を含むスポーツ種目の一つにバスケットボールがある。これまでバスケットボールゲームにおける運動強度に関して、大学男子選手の心拍数、移動距離、および移動速度 (松本ら 1998)、運動及び休憩時間の比率である運動率および移動距離 (福塚ら 2007)、高校、大学、および WJBL の女子選手とボールの移動距離および移動速度 (Oba & Okuda 2008)、高校女子選手とボールの移動距離および移動速度 (大場ら 2011) などが報告されている。これらの測定指標は、骨への力学的刺激を評価することを目的としていないため、骨粗鬆症の予防を目指した運動処方にも求められる運動強度には適していない。

そこで本研究は、骨粗鬆症予防のための運動処方に有用な力学的運動強度のデータを得るために、バスケットボールゲームにおいて選手の身体に加わる加速度を測定し、一般学生の身体加速度と比較することによって、バスケットボール実施によって生じる身体加速度について検討することを目的とした。

## 2. 方法

### 1) 対象

静岡県上位の競技レベルである大学女子バスケットボール部に在籍する選手 16 名 (以下、大学女子選手。mean  $\pm$  SD; 年齢 20.1  $\pm$  1.0 歳、身長 164.2  $\pm$  6.2cm、体重 61.2  $\pm$  9.1kg、体脂肪率 24.3  $\pm$  5.0%) を対象とした。さらに、体育実技授業を受講した一般男子学生 6 名 (年齢 19.3  $\pm$  0.5 歳、身長 174.2  $\pm$  4.2cm、体重 65.2  $\pm$  5.4kg、体脂肪率 13.4  $\pm$  5.4%) および一般女子学生 3 名 (年齢 19.1  $\pm$  0.2 歳、身長 157.6  $\pm$  6.5cm、体重 50.1  $\pm$  8.2kg、体脂肪率 21.7  $\pm$  2.9%) を比較対象とした。体格について、身長、体重、および体脂肪率より、BMI、体脂肪量、および除脂肪量を村本ら (2014a) と同様の方法で算出した。なお、対象者へは測定および実験前に研究の趣旨や内容を説明し、本研究への参加に関する同意を得た。本研究は常葉大学研究倫理委員会の承認を得て実施した (番号: 富 25-2)。

### 2) 測定

体重および体脂肪率の測定には体組成計 (TANITA 社製、BC-612) を用いた。この測定機は、DXA によって得られたデータを基準として体脂肪率を推定している (TANITA 2008)。

身体加速度は、3 軸 (X、Y、Z 方向) の加速度センサを内蔵した小型無線多機能センサ (ATR-Promotions 社製、TSND 121) を対象者の腰背部に専用ベルトとサージカルテープで貼付し、多機能センサ内に記録することによって測定した。なお、多機能センサは左右腸骨稜を結んだ線であるヤコビー線 (Jacoby line) 上に固定し解剖学的に位置を決定することによって、被験者間におけるセンサ固定位置の違いが測定結果に及ぼす影響の最小化に努めた。身体加速度記録中は測定対象者を視認するためにビブスを着用させ、対象者の活動を動画で記録すると共に測定者が用紙に記録した。身体加速度は、サンプリングインターバル 3msec でサンプル平均回数 2 回 (サンプリングレート約 166.7Hz)、加速度レンジ  $\pm$  16G で記録した。多機能センサの設定に関して、接地時間を短く、しかし高く跳ぶよう指示したホッピング動作 (足関節を中心とした連続その場跳躍。深代 1990) において、身体加速度のスパイク頂点が明確に記録できることを事前に確認した。

大学女子選手のゲームは、静岡県上位の高校女子選手との対戦 (10 分間  $\times$  4 ゲーム) であり、一般学生のゲームは、男女混合による対戦 (10 分間  $\times$  3 ゲーム) であった。なお、ゲーム間には疲労が次ゲームへ影響を及ぼさないように休憩時間を十分に設け、対象者には全力でゲー

ムをプレーするように指示した。

### 3) 分析

測定後に小型無線多機能センサをPCにUSB接続し、多機能センサ用ソフト（ATR-Promotions社製、Sensor Controller for TSND121 version1.4.0）を用いてPC内にCSV形式で保存した。なお、フリースローおよびタイムアウトの時間は分析対象から除外した。記録された3軸方向の加速度は、ベクトルの絶対値として式①（Chen & Sun 1997）によって合成し、バスケットボールゲーム中の身体加速度（body acceleration）として各選手の全ゲームにおける平均を算出し比較した。

$$\text{Body acceleration (m/sec}^2\text{)} = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2} \quad \text{①}$$

### 4) 統計処理

測定および算出結果は、平均 ± 標準偏差（mean ± SD）で示した。大学女子選手、一般男子学生、および一般女子学生の測定結果を比較するため、一元配置の分散分析を実施しScheffe法による多重比較を行った。統計的有意水準は危険率5%未満とし、分析には統計処理ソフト（IBM SPSS Statics Version 21）を用いた。

## 3. 結果

### 1) 体格

BMIについて、大学女子選手は  $22.6 \pm 2.4\text{kg/m}^2$ 、一般男子学生は  $21.5 \pm 1.4\text{kg/m}^2$ 、一般女子学生は  $20.1 \pm 2.8\text{kg/m}^2$ であった。体脂肪量について、大学女子選手は  $15.0 \pm 4.6\text{kg}$ 、一般男子学生は  $8.9 \pm 4.3\text{kg}$ 、一般女子学生は  $10.9 \pm 2.7\text{kg}$ であった。除脂肪量について、大学女子選手は  $46.2 \pm 6.5\text{kg}$ 、一般男子学生は  $56.3 \pm 2.7\text{kg}$ 、一般女子学生は  $39.2 \pm 6.1\text{kg}$ であった。

### 2) 身体加速度

身体加速度について、大学女子選手は  $12.55 \pm 0.39\text{m/sec}^2$ 、一般男子学生は  $11.85 \pm 0.38\text{m/sec}^2$ 、一般女子学生は  $11.51 \pm 0.62\text{m/sec}^2$ であった。大学女子選手の身体加速度は、一般男子学生および一般女子学生に比べて有意に大きな値を示した(図1)。

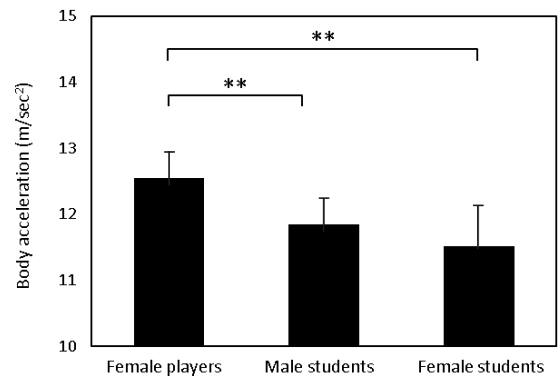


図1 対象者別の身体加速度

大学女子バスケットボール選手（Female players）の身体加速度は、男子学生（Male students）および女子学生（Female students）に比べて有意（ $P < 0.01$ ）に大きな値を示した。

## 4. 考察

### 1) 体格

本研究と同様の方法で計測した東海大学バレーボール連盟1部および2部に所属する大学女子バレーボール選手11名の体格は、身長  $162.7 \pm 6.0\text{cm}$ 、体重  $59.1 \pm 6.6\text{kg}$ 、体脂肪率  $27.9 \pm 4.8\%$ 、BMI  $22.3 \pm 1.9\text{kg/m}^2$ 、体脂肪量  $16.6 \pm 4.2\text{kg}$ 、除脂肪量  $42.4 \pm 3.8\text{kg}$ であった（村本ら2014b）。本研究で対象とした大学女子選手は、このバレーボール選手と平均値で比較すると、身長、体重、BMI、および除脂肪量はやや大きな値であり、跳躍を多く含む他種目の選手と比較して体格の平均値はわずかながら高値を示していた。

### 2) 身体加速度

これまで、3軸加速度計を用いて評価された身体活動と消費エネルギーの関係について検討されており、両者には直線的な関係があることが報告されている（Bouten et al. 1994、Chen & Sun 1997、Campbell et al. 2002）。バスケットボール実施中の男子中学生の心拍数と2軸加速度計によって評価された身体活動に正の相関があったことも報告されている（Coe & Pivarnik 2001）。今回の測定では、消費エネルギーや心拍数を測定していないために、これらの先行研究との比較は難しい。

本研究では、バスケットボールゲーム中の身体加速度に関して、大学女子バスケットボール選手は一般学生に比べて大きな値を示した。我々が本研究と同様の方法で一般学生を対象に実施した測定において、フットサルでは男子学生が  $12.70\text{m/sec}^2$ 、バドミントンのダブルスでは男子学生が  $10.51\text{m/sec}^2$ 、女子学生が  $10.25\text{m/sec}^2$ 、バドミントンのシングルスでは男子学生が  $10.81\text{m/sec}^2$

であった(村本ら 2014c)。以上のことから、大学女子バスケットボール選手の身体に加わる加速度は、フットサルにおける男子学生を除いて、他種目を実施した一般学生に比べて大きい可能性が推察される。

骨粗鬆症の予防および改善に適した運動強度に関して有用な情報を得るためには、本研究で得られた身体加速度に加えて、運動頻度や運動時間を含めた過去の運動歴および骨密度等の骨強度関連指標について検討する必要がある。また、骨密度には急激に高まる時期であるスパークが存在することから、適時性も含めて骨粗鬆症の予防および改善を目指した運動処方に関して、さらなる研究が必要である。

## 謝辞

本研究は「常葉大学平成 25 年度共同研究費」および「平成 26 年度全国大学体育連合大学体育研究助成金」の補助を受けて実施したものである。ここに記して謝意を表す。

## 参考文献

- Oba W, Okuda T. "A cross-sectional comparative study of movement distances and speed of the players and a ball in basketball game", *Int J Sport Health Sci*, 6, 2008, pp.203-212.
- 大場 渉, 奥田知靖, 菅 輝, 塩川満久, 沖原 謙「バスケットボールゲームにおける高校女子選手の移動行動に関するゲームパフォーマンス分析」『沖縄大学人文学部紀要』第 13 号、2011 年、pp.17-27。
- Campbell K. L., Crocker P. R., McKenzie D. C. "Field evaluation of energy expenditure in women using Tritrac accelerometers." *Med Sci Sports Exerc*, 34(10), 2002, pp.1667-1674.
- Coe D., Pivarnik J. M. "Validation of the CSA accelerometer in adolescent boys during basketball practice" *Pediatr Exerc Sci*, 13(4), 2001, pp.373-379.
- 骨粗鬆症財団監修『老人保健法による骨粗鬆症予防マニュアル』第 2 版、日本医事新報社、2000 年、p.24。
- 骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン作成委員会『骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン 2011 年版』、ライフサイエンス出版、2011 年、p.24。
- Chen K.Y., Sun M. "Improving energy expenditure estimation by using a triaxial accelerometer", *J Appl Physiol*, 83(6), 1997, pp.2112-2122.
- 菅本一臣「メカニカルストレスによる骨形態変化」『最新医学』第 63 巻、第 11 号、2008 年、pp.2199-2203。
- TANITA Corporation『取扱説明書 BC-612/613/640 シリーズ』株式会社タニタ、2008 年、pp.52-53。
- Dook J. E., James C., Henderson N. K., Price R. I. "Exercise and bone mineral density in mature female athletes", *Med Sci Sports Exerc*, 29(3), 1997, pp.291-296.
- 深代千之「無酸素性パワーの測定と評価法」『スポーツ医・科学』第 4 巻、第 2 号、1990 年、pp.25-42。
- 福塚優樹, 大場 渉, 奥田知靖「バスケットボール選手の試合中における運動率に関する研究: Time-Motion 分析を用いて」『スポーツ方法学研究』第 21 巻、第 1 号、2007 年、pp.51-54。
- Bouten C.V., Westerterp K.R., Verduin M., Janssen J.D. "Assessment of energy expenditure for physical activity using a triaxial accelerometer." *Med Sci Sports Exerc*, 26(12), 1994, pp.1516-23.
- 松本浩和, 若吉浩二, 小野桂市「大学バスケットボールゲームおよび練習の運動学的評価と指導への応用」『スポーツ方法学研究』第 11 巻、第 1 号、1998 年、pp.95-102。
- Miyabara Y., Onoe Y., Harada A., Kuroda T., Sasaki S., Ohta H. "Effect of physical activity and nutrition on bone mineral density in young Japanese women", *J Bone Miner Metab*, 25(6), 2007, pp.414-418.
- 村本名史, 鶴原香代子, 松田秀子, 加藤恵子, 田中陽子, 大隈節子, 高橋和文, 池上久子「大学生における high impact sport の実施期間と骨密度」『大学保健体育研究』第 31 号、2012 年、pp.1-8。
- 村本名史, 高根信吾, 瀧澤寛路, 田口喜久恵, 栗田泰成, 大塩正則, 稲村欣作「静岡県における大学生の骨密度と体格・身体組成」『常葉大学経営学部紀要』第 1 巻、第 1 号、2014 年 a、pp.113-120。
- 村本名史, 栗田泰成, 高根信吾, 瀧澤寛路, 平野幸伸, 稲村欣作, 古瀬由佳, 塚本博之, 河合 学「大学女子バレーボール選手における跳躍高および等速性膝関節筋力の関係」『バレーボール研究』第 16 巻、第 1 号、2014 年 b、pp.113-120。
- 村本名史, 田口喜久恵, 高根信吾, 瀧澤弘光, 稲村欣作「大学生におけるスポーツ実施中の身体加速度」『常葉大学平成 25 年度共同研究富士キャンパス発表会』、2014 年 c。
- World Health Organization. "Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis", *WHO technical report series*, 843, 1994.