

静岡県における大学生の骨密度と体格・身体組成

村本名史¹⁾ 高根信吾¹⁾ 瀧澤寛路¹⁾ 田口喜久恵²⁾ 栗田泰成³⁾ 大塩正則⁴⁾ 稲村欣作⁴⁾

Bone density, physique and body composition of college students of Shizuoka prefecture

Morifumi MURAMOTO¹⁾ Shingo TAKANE¹⁾ Hiromitsu TAKIZAWA¹⁾

Kikue TAGUCHI²⁾ Yasunari KURITA³⁾

Masanori OOSHIO⁴⁾ Kinsaku INAMURA⁴⁾

要 旨

静岡県の大学生331名(男子152名、女子179名)を対象に骨密度および体格・身体組成について測定し、県外の大学生698名(男子177名、女子521名)と比較対照した。骨密度を超音波法による音響的骨評価値(OSI)によって評価し、身長と体組成計によって計測した体重(BW)および体脂肪率(PBF)から体格指数(BMI)、体脂肪量(FM)および除脂肪量(LBM)を算出した。この結果、OSIと体格関連指標の関係について、静岡県の女子においてBW($r = 0.235$, $P < 0.01$)およびBMI($r = 0.273$, $P < 0.01$)に正の相関が認められた。また、静岡県の男子学生は県外学生に比べてOSIは高く($P < 0.001$)、PBFは低く($P < 0.001$)、BMIは高く($P < 0.05$)、FMは小さく($P < 0.01$)、LBMは大きかった($P < 0.001$)。また、静岡県の女子学生は県外学生に比べてOSIは大きく($P < 0.01$)、BWは大きく($P < 0.01$)、BMIは高く($P < 0.001$)、FMは大きかった($P < 0.05$)。静岡県の大学生は男女共にOSIが高かったことから、将来の骨粗鬆症発症率が低いことが予想される。さらに、静岡県の大学生はBMIも男女共に高かったが、BMI平均値は最も疾病合併率の低い値である 22kg/m^2 に近かったことから、代謝性疾患を含む疾病率の低い体格であると考えられる。よって、静岡県の学生は県外の学生に比べて、運動器疾患を含むロコモティブシンドロームや代謝性疾患を含むメタボリックシンドロームの予防に対して好ましい骨密度や体格の状況であることが推察された。

キーワード：静岡県、大学生、骨密度、体格、身体組成

Abstract

Bone density, physique and body composition of 331 college students (152 male, 179 female) of Shizuoka prefecture were measured, then 698 college students (177 male, 521 female) outside the prefecture were selected for comparison. The osteo sono-assessment index (OSI) was estimated as bone mineral density. We calculated the body mass index (BMI), the body fat mass (FM) and the lean body mass (LBM) from the body height, the body weight (BW) and the percent body fat (PBF). As a result, in the females of Shizuoka prefecture, significant correlation was observed in relationships between BW ($r = 0.235$, $P < 0.01$), BMI ($r = 0.273$, $P < 0.01$) and OSI. The male of students of Shizuoka prefecture showed higher OSI ($P < 0.001$) and LBM ($P < 0.001$) than male students from outside the prefecture. The OSI ($P < 0.01$), BW ($P < 0.01$) and FM ($P < 0.05$) of the female students of Shizuoka prefecture were slightly higher than those of students from outside the prefecture. However, PBF, BW and FM of Shizuoka female students were within standard limits. For prevention of disease, a BMI of about 22 is considered the best value for Japanese. The BMI of Shizuoka students was slightly higher than of students from outside the prefecture (male: $P < 0.05$, female: $P < 0.001$), and nearer the ideal BMI of 22. We concluded that the college students of Shizuoka prefecture are less likely to develop metabolic syndrome and locomotive syndrome when compared with students from outside the prefecture.

Key words: Shizuoka prefecture, college student, bone mineral density, physique, body composition

1) 常葉大学経営学部、2) 常葉大学保育学部、3) 常葉大学健康科学部、4) 富士常葉大学総合経営学部

1. 緒言

WHO（世界保健機関）は骨粗鬆症（Osteoporosis）を「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」と定義した（WHO 1994）。その後、NIH（米国立衛生研究所）はコンセンサス会議で、骨粗鬆症の定義を「骨強度の低下を特徴とし、骨折のリスクが増大しやすくなる骨格疾患」と提案し、骨強度は骨密度と骨質の2つの要因から成り骨密度は骨強度のほぼ70%を説明するとした（NIH 2000）。わが国において、腰椎か大腿骨頸部のいずれかの骨粗鬆症患者数は1280万人（男性300万人、女性980万人）と推計されている（骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン作成委員会 2011）。骨粗鬆症によって引き起こされる骨折は寝たきりや施設入所等の不動化（immobility）をもたらす（Shiraki et al. 2010）。このことから、高齢者の生活の質（QOL）低下を防ぐためにも骨粗鬆症予防は重要であると考えられる。また、骨粗鬆症などによって骨、筋肉、関節、神経などの運動器機能が低下した状態であるロコモティブシンドローム（locomotive syndrome; 運動器症候群）という概念が日本整形外科学会より提唱されているが（中村 2008）、理学療法士（藤田 2011、石橋 2011）や健康運動指導士（健康・体力づくり事業財団 2013）などによる運動を用いた予防法や対処法（ロコモーショントレーニング）が提案されている。

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（骨粗鬆症財団 2000a）。そのため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。

一方、静岡県は厚生労働省によって発表された平成22年の健康寿命（健康上の問題で日常生活が制限されることなく生活できる期間）において、女性は全国第1位（75.32歳）、男性は全国第2位（71.68歳）と報告され（静岡県 2013）、「健康寿命日本一に向けたふじのくにの挑戦」として第1回健康寿命をのぼそう！アワードで厚生労働大臣最優秀賞を受賞しているため（厚生労働省 2013）、環境や県民性等の要因によって健康寿命の延伸に適した地域であると考えられる。

そこで本研究は、静岡県の私立大学において最大骨量（peak bone mass）を獲得する時期である大学生の骨密度、体格および身体組成の特徴について検討することを目的とした。

2. 方法

1) 対象

静岡県内に約96%が居住する私立大学に在籍し、研究の趣旨や内容を説明し同意が得られた331名を対象に測定および質問紙調査を行った。対象者は男子152名（mean ± SD、年齢19.1 ± 1.2歳、身長170.6 ± 5.9cm、体重64.2 ± 10.1kg、BMI22.1 ± 3.3kg/m²、体脂肪率13.7 ± 5.8%）、女子179名（年齢19.1 ± 1.0歳、身長157.1 ± 5.4cm、体重52.6 ± 8.1kg、BMI21.3 ± 2.9kg/m²、体脂肪率26.0 ± 5.8%）であった。さらに比較対象として、同様の方法で測定・調査された愛知県、三重県、山口県および関東の10大学における男子177名（年齢19.3 ± 1.2歳、身長171.2 ± 5.9cm、体重62.1 ± 10.3kg、BMI21.2 ± 3.1kg/m²、体脂肪率17.5 ± 5.6%）および女子521名（年齢19.1 ± 1.1歳、身長158.0 ± 5.7cm、体重50.7 ± 6.4kg、BMI20.3 ± 2.3kg/m²、体脂肪率25.1 ± 4.1%）、合計698名を用いた（鶴原ら 2013）。なお、本研究は南山大学研究審査委員会の承認を得て実施した（承認番号：13F-051）。

2) 測定項目・測定方法

骨密度として、超音波骨評価装置（ALOKA社製AOS-100NW）において右踵骨に超音波を照射することによって測定された超音波伝播速度（speed of sound: SOS）と透過指標（transmission index: TI）から、式①で求められた音響的骨評価値（osteo sono-assessment index: OSI）を用いた。

$$OSI = TI \cdot SOS^2 \quad \text{①}$$

骨粗鬆症の治療モニタリングは二重X線吸収法（dual X-ray absorptiometry: DXA）による腰椎（測定不適の場合は大腿骨）の測定で行われている（五來 2004）が、今回使用した定量的超音波（quantitative ultrasound: QUS）法はDXAとの相関が高いことが報告されている（楊と岸本 1997）。QUS法は放射線被曝が無く、無侵襲で測定時間が短く、測定装置の持ち運びが簡単でコストパフォーマンスも高いため、骨粗鬆症早期発見のために骨密度測定装置を用いて集団検診を行う患者のスクリーニングに適している（吉村 2005）。

体格・身体組成の指標として、身長（body height: BH）、体重（body weight: BW）、体脂肪率（percent body fat: PBF）、体格指数（body mass index: BMI、式②）、体脂肪量（fat mass: FM、式③）および除脂肪量（lean body mass: LBM、式④）を以下のように求めた。

$$BMI (kg/m^2) = BW (kg) / BH^2 (m^2) \quad \text{②}$$

$$FM (kg) = BW (kg) \cdot PBF (\%) / 100 \quad \text{③}$$

式③より

$$LBM(kg) = BW(kg) - FM(kg) \quad ④$$

なお、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)。質問紙調査の内容は、性別、年齢、現在または過去の運動・スポーツの実施状況などについてであり、鶴原ら (2013) と同様の方法を用いた。測定および調査は、2013 年 7 月～8 月に実施した。

3) 統計処理

骨密度と体格・身体組成の関係を調べるために Pearson の単相関係数 (r) を求め、有意性の検定を行った。また、骨密度、体格および身体組成に関する項目において、静岡県と県外の学生を男女別に比較するために Student's t-test を実施し、Levene's test による等分散が認められない項目には Welch's t-test を実施した。いずれの検定も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) 音響的評価値 (OSI) と体格・身体組成

静岡県の男子学生では、全ての体格・身体組成項目において OSI と有意な相関は観察されなかった。しかし静岡県の女子学生では、BW ($r = 0.235$, $P < 0.01$, 図 1) および BMI ($r = 0.273$, $P < 0.01$, 図 2) において、OSI との間に弱い正の相関が観察された。

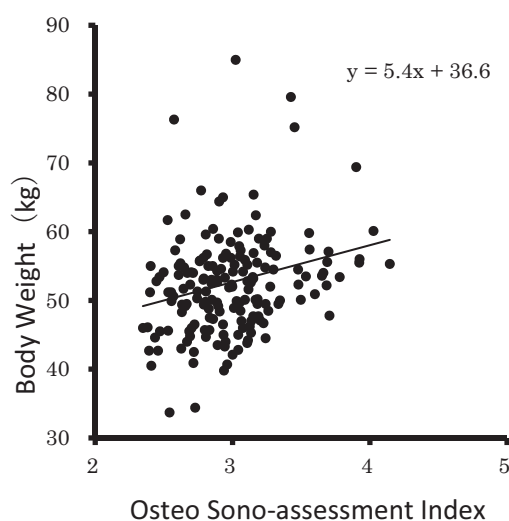


図 1 静岡県の女子学生における音響的評価値 (osteosono-assessment index) と体重 (body weight) 女子学生 ($n = 179$) の OSI と BW の間には弱い正の相関 ($r = 0.235$, $P < 0.01$) が認められた。

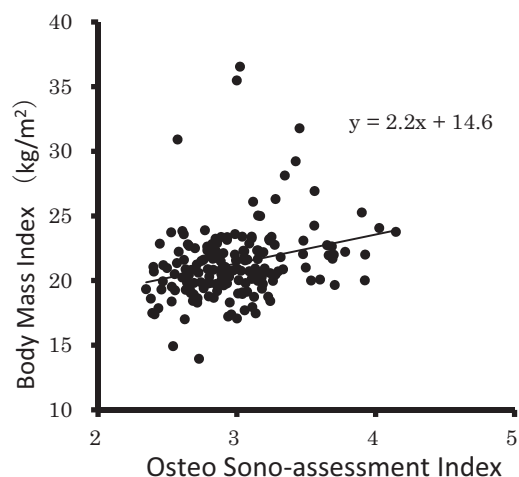


図 2 静岡県の女子学生における音響的評価値 (osteosono-assessment index) と体格指数 (body mass index)

女子学生 ($n = 179$) の OSI と BMI の間には弱い正の相関 ($r = 0.273$, $P < 0.01$) が認められた。

2) 音響的評価値 (OSI)

静岡県男子学生の OSI は 3.328 ± 0.497 、県外男子学生の OSI は 3.082 ± 0.354 であり、静岡県の男子学生は県外男子学生に比べて OSI が有意に高かった ($P < 0.001$, 図 3)。また、静岡県女子学生の OSI は 2.985 ± 0.357 、県外女子学生の OSI は 2.904 ± 0.346 であり、静岡県の女子学生は県外女子学生に比べて OSI が有意に高かった ($P < 0.01$, 図 3)。

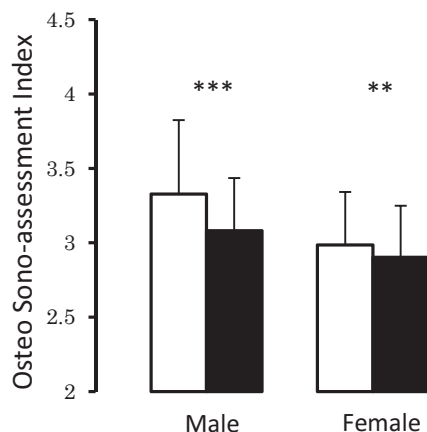


図 3 男女大学生の音響的評価値 (osteosono-assessment index) における静岡県と県外の違い 白は静岡県の男子学生 ($n = 152$) および女子学生 ($n = 179$)、黒は県外の男子学生 ($n = 177$) および女子学生 ($n = 521$) を示す。 (** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$)

3) 体重 (BW)

静岡県男子学生の BW は $64.2 \pm 10.1\text{kg}$ 、県外男子学生の BW は $62.1 \pm 10.3\text{kg}$ であったが、BW において静岡県の男子学生と県外男子学生の間には有意差は認められなかった。しかし、静岡県女子学生の BW は $52.6 \pm 8.1\text{kg}$ 、県外女子学生の BW は $50.7 \pm 6.4\text{kg}$ であり、静岡県の女子学生は県外女子学生に比べて BW が有意に大きかった ($P < 0.01$ 、図 4)。

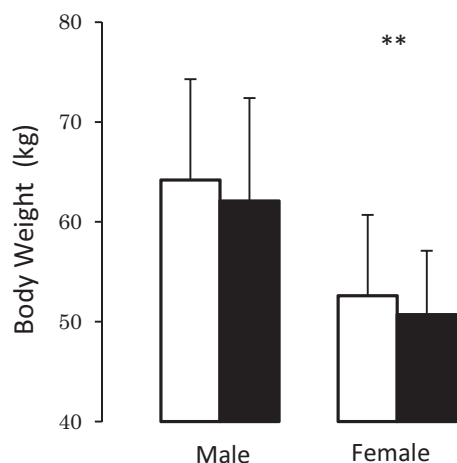


図 4 男女大学生の体重 (body weight) における静岡県と県外の違い

白は静岡県の男子学生 ($n = 152$) および女子学生 ($n = 179$)、黒は県外の男子学生 ($n = 177$) および女子学生 ($n = 521$) を示す。 (** $P < 0.01$)

4) 体脂肪率 (PBF)

静岡県男子学生の PBF は $13.7 \pm 5.8\%$ 、県外男子学生の PBF は $17.5 \pm 5.5\%$ であり、静岡県の男子学生は県外男子学生に比べて PBF が有意に低かった ($P < 0.001$ 、図 5)。しかし、静岡県女子学生の PBF は $26.0 \pm 5.8\%$ 、県外女子学生の PBF は $25.1 \pm 4.6\%$ であったが、PBF において静岡県の女子学生と県外女子学生の間には有意差は認められなかった。

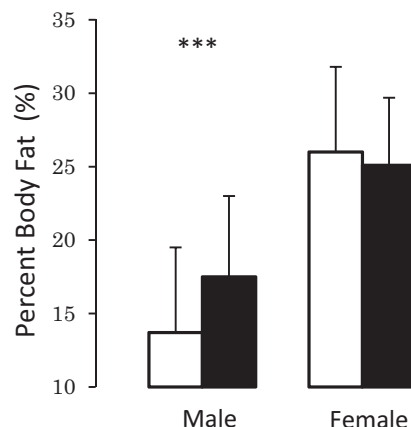


図 5 男女大学生の体脂肪率 (percent body fat) における静岡県と県外の違い

白は静岡県の男子学生 ($n = 152$) および女子学生 ($n = 179$)、黒は県外の男子学生 ($n = 177$) および女子学生 ($n = 521$) を示す。 (** $P < 0.001$)

5) 体格指数 (BMI)

静岡県男子学生の BMI は $22.1 \pm 3.3\text{kg/m}^2$ 、県外男子学生の BMI は $21.2 \pm 3.1\text{kg/m}^2$ であり、静岡県の男子学生は県外男子学生に比べて BMI が有意に高かった ($P < 0.05$ 、図 6)。また、静岡県女子学生の BMI は $21.2 \pm 2.9\text{kg/m}^2$ 、県外女子学生の BMI は $20.3 \pm 2.3\text{kg/m}^2$ であり、静岡県の女子学生は県外女子学生に比べて BMI が有意に高かった ($P < 0.001$ 、図 6)。

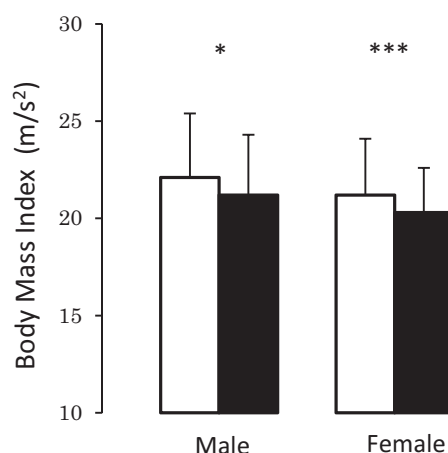


図 6 男女大学生の体格指数 (body mass index) における静岡県と県外の違い

白は静岡県の男子学生 ($n = 152$) および女子学生 ($n = 179$)、黒は県外の男子学生 ($n = 177$) および女子学生 ($n = 521$) を示す。 (* $P < 0.05$, ** $P < 0.001$)

6) 体脂肪量 (FM)

静岡県男子学生の FM は $9.2 \pm 5.7\text{kg}$ 、県外男子学生の FM は $11.3 \pm 5.7\text{kg}$ であり、静岡県の男子学生は県外男子学生に比べて FM が有意に小さかった ($P < 0.01$ 、図 7)。また、静岡県女子学生の FM は $14.0 \pm 5.7\text{kg}$ 、県外女子学生の FM は $13.0 \pm 4.0\text{kg}$ であり、静岡県の女子学生は県外女子学生に比べて FM が有意に大きかった ($P < 0.05$ 、図 7)。

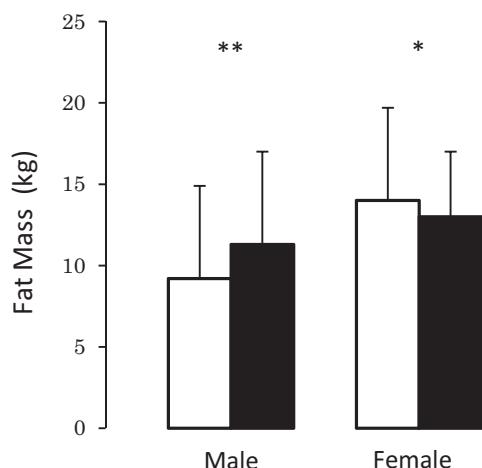


図 7 男女大学生の体脂肪量 (fat mass) における静岡県と県外の違い

白は静岡県の男子学生 ($n = 152$) および女子学生 ($n = 179$)、黒は県外の男子学生 ($n = 177$) および女子学生 ($n = 521$) を示す。(* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$)

7) 除脂肪量 (LBM)

静岡県男子学生の LBM は $55.0 \pm 6.0\text{kg}$ 、県外男子学生の LBM は $51.0 \pm 6.1\text{kg}$ であり、静岡県の男子学生は県外男子学生に比べて LBM が有意に大きかった ($P < 0.001$ 、図 8)。しかし、静岡県女子学生の LBM は $38.6 \pm 4.1\text{kg}$ 、県外女子学生の LBM は $38.0 \pm 3.7\text{kg}$ であったが、LBM において静岡県の女子学生と県外女子学生の間には有意差は認められなかった。

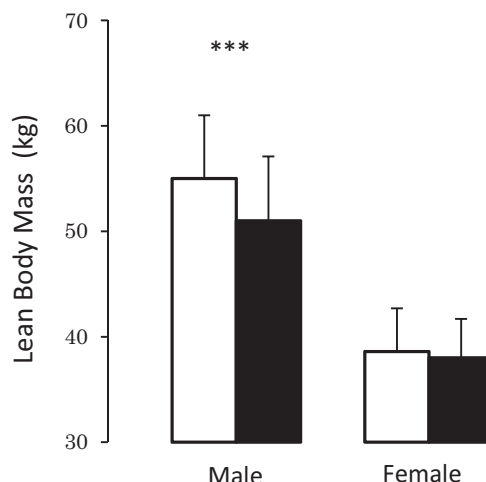


図 8 男女大学生の除脂肪量 (lean body mass) における静岡県と県外の違い

白は静岡県の男子学生 ($n = 152$) および女子学生 ($n = 179$)、黒は県外の男子学生 ($n = 177$) および女子学生 ($n = 521$) を示す。(** $P < 0.001$)

4. 考察

1) 音響的評価値 (OSI) と体格・身体組成

本研究において骨密度の測定対象とした踵骨は、皮質骨に比べて代謝回転が活発な海綿骨が豊富であり、骨の加齢変化が現れやすいと言われている (骨粗鬆症財団 2000b)。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り、骨に荷重や衝撃が加わると海綿骨の一部に微小な亀裂 (micro damage) が発生し骨リモデリング (bone remodeling) によって修復されると考えられている (菅本 2008)。よって、骨密度の増加には適度な運動等による骨への力学的刺激が必要であるが、日本人女性の骨密度は体重、BMI (村本ら 2013) および除脂肪量 (池田ら 1997、金ら 1999、横内ら 2006) 等の体格関連指標と強い関連があることが報告されているが、体重そのものではなく除脂肪量が骨密度に強い影響を与えている可能性が指摘されている。除脂肪量は強度の高い運動によって高まるため、実施した運動内容と運動量に大きな影響を受けることが考えられる。Dook ら (1997) と共に我々 (村本ら 2012) も high impact sport 実施者の骨密度が高かったことを報告していることから、OSI と LBM には強い関係があると思われる。

男子学生では OSI と体格関連指標の間に有意な相関は観察されなかったが、女子学生では BW と BMI においてのみ有意な相関が観察された。女子学生の LBM と OSI の関係については先行研究と異なる結果であったが、BW と BMI については我々の研究結果 (2013) を支持する内容であったため、骨密度と体格・身体組成の

関係については今後さらなる検討が必要である。

2) 音響的評価値 (OSI)

OSI (式①) は TI から算出されているが、TI は超音波の受信透過波形の半値幅で決定される値であり、OSI は弾性係数の一つであるヤング率に相当する値と考えられている (曾根 2005)。OSI の年代別基準 (標準値 \pm 2SD) は 20 歳男性で 3.059 ± 0.574 、20 歳女性で 2.709 ± 0.528 とされているが (萩野 2005)、静岡県学生の OSI 平均値は男女共に 20 歳における基準内であり標準値を上回っていた。

これまで我々は QUS 法による超音波伝播速度 (speed of sound: SOS) を骨密度の指標として、身体活動量 (池上ら 2008)、運動習慣の有無 (加藤ら 2009)、骨密度の高低と運動・スポーツ実施状況 (池上ら 2010)、スポーツ実施状況 (村本ら 2010)、スポーツ実施種目 (池上ら 2011) との関係について検討してきた。さらに OSI を用いて、不定愁訴 (池上ら 2012) や BMI と運動経験 (鶴原ら 2013) との関係を検討してきたが、OSI や体格関連指標には地域性や継時的変化も影響することが考えられる (村本ら 2013)。跳躍運動を思春期に行っていた女性 (柳ら 2000) や high impact sport を長期間実施した女子学生は骨密度が高かったことから (村本ら 2012)、若年女性が骨密度高値を維持するためには適度な力学的刺激が発生する運動の実施が必要であると思われる。

静岡県の男女学生は県外の学生に比べて OSI が有意に高かったが、これは運動、栄養、体格等の要因が考えられる。有意でない項目もあったが、男女ともに静岡県の男女学生の BW および LBM の平均値は県外の学生を上回っていたことから、身体質量という力学的負荷が踵骨の OSI へ影響を及ぼしたことが推察される。

骨、関節、筋という運動器の疾患であるロコモティブシンドロームでは、骨強度の低下による骨粗鬆症がリスクファクターとなることから、青年期において高い骨密度を獲得している静岡県の男女大学生はロコモティブシンドロームの予防に好ましい状態であると考えられる。

3) 体格・身体組成

平成 22 年度国民健康・栄養調査報告によると、19 歳の身長と体重の平均値は男子 169.0cm、59.4kg、女子 159.2cm、55.2kg であった (厚生労働省 2012)。この全国値を式②を用いて BMI を算出すると、男子は $20.8\text{kg}/\text{m}^2$ 、女子は $21.8\text{kg}/\text{m}^2$ であった。本研究の静岡県の男子大学生の BMI 平均値 ($22.1\text{kg}/\text{m}^2$) はやや大きな値であったが、女子学生 ($21.3\text{kg}/\text{m}^2$) はほぼ同様の値であった。様々な病気を併せ持つ割合である疾病合併率と BMI は J カーブとして表され、男性では $22.2\text{kg}/\text{m}^2$ 、

女性では $21.9\text{kg}/\text{m}^2$ の時に最も疾病合併率が低いことが報告されているため (松澤ら 2000)、疾病予防の観点から男女共に BMI は 22 が最も好ましい値だと考えられている。肥満症の診断基準については、BMI は 25 以上とされており、スクリーニング検査でのウエスト周囲長を男性は 85cm 以上、女性は 90cm 以上としている (日本肥満学会 2011)。

メタボリックシンドローム (metabolic syndrome) に関して、2005 年に関係 8 学会 (日本動脈硬化学会、日本糖尿病学会、日本高血圧学会、日本肥満学会、日本循環器学会、日本腎臓学会、日本血栓止血学会、日本内科学会) が「メタボリックシンドローム診断基準検討委員会」をつくり、その診断基準を発表した (メタボリックシンドローム診断基準検討委員会 2005)。その病態には①内臓脂肪蓄積、②インスリン抵抗性、耐糖能異常、③動脈硬化惹起性リポ蛋白異常 (高トリグリセライド血症、低 HDL コレステロール血症)、④血圧高値、⑤その他の病態 (高尿酸血症等) が挙げられている。内臓脂肪蓄積はメタボリックシンドローム診断基準の必須項目となっているが、その簡易的な測定方法としてウエスト周囲径が用いられており体重や体脂肪率等の体格・身体組成関連指標と強い関係がある。

静岡県の男子学生は県外の学生に比べ、PBF および FM が低く LBM が高かったことから内臓脂肪量が少なく骨格筋量が多いことが推測され、メタボリックシンドロームの予防的観点から好ましい体型であると言える。静岡県の女子学生は、県外の学生に比べて BMI が高く FM が大きかったが、PBF 平均値は 18 ~ 39 才の標準範囲内であった (TANITA 2008)。よって、測定対象者である静岡県の女子学生全体へ緊急に保健・運動指導等の介入は必要なく、問題を抱えている個人や少人数のグループに対して個別の対応を実施するべきだと思われる。また、鶴原ら (2013) が指摘しているように、学生が将来の健康生活を獲得するためにはやせている群に対する適切な健康指導も重要である。

本研究における静岡県学生の骨密度および体格・身体組成の値が良好であったという結果には、この地域の環境要因や県民性の影響が考えられる。静岡県が平成 22 年の健康寿命で女性が全国第 1 位、男性が全国第 2 位であったことから、静岡県は代謝性・運動器疾患を含む疾病の予防に関して他県よりも好条件であることが推察される。青年期にある静岡県の大学生において、骨密度および体格・身体組成を含んだ健康指標が良好であったことは、将来における静岡県民の健康水準の高さに期待できる一つの要因になるとと思われる。

謝 辞

本研究は「全国大学体育連合東海支部第一分科会（課題名：骨粗鬆症予防のための大学生の健康生活に関する調査）」の補助を受けて実施し、県外学生のデータは鶴原香代子先生（愛知淑徳大学）および池上久子先生（南山大学）よりご提供頂いたものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献

池上久子、鶴原香代子、松田秀子、村本名史、加藤恵子、田中陽子、中島悦子「骨粗鬆症の予防に関する基礎的研究—大学生の骨密度、身体活動量、体格、生活習慣に対する意識調査—」『大学保健体育研究』第 27 号、2008 年、pp.9-19。

池上久子、鶴原香代子、松田秀子、村本名史、加藤恵子、田中陽子、中島悦子「大学生の骨密度と運動・スポーツ実施状況との関連」『大学保健体育研究』第 29 号、2010 年、pp.1-9。

池上久子、畑山知子、鶴原香代子、松田秀子、村本名史、加藤恵子、田中陽子、大隈節子、谷口裕美子、高橋和文「大学生の骨密度とスポーツ実施種目との関連」『大学保健体育研究』第 30 号、2011 年、pp.1-8。

池上久子、畑山知子、鶴原香代子、松田秀子、村本名史、加藤恵子、田中陽子、大隈節子、高橋和文「男女大学生の骨密度と不定愁訴との関連」『大学保健体育研究』第 31 号、2012 年、pp.1-9。

池田順子、中谷公子、樹山敏子、重藤和宏、東あかね、渡辺能行、小笹晃太郎、林 恭平、川井啓市「青年女子の骨密度に影響を及ぼす要因の検討」『日本公衛誌』第 43 巻、第 7 号、1997 年、pp.570-577。

石橋英明「ロコモティブシンドロームの概念と現状」『PT ジャーナル』第 45 巻、第 4 号、2011 年、pp.285-291。

加藤恵子、池上久子、鶴原香代子、松田秀子、村本名史、田中陽子、中島悦子「大学生の身体活動量と身体的特徴、健康・体力の自己評価、運動経験との関連」『大学保健体育研究』第 28 号、2009 年、pp.1-10。

金 憲経、田中喜代次、中西とも子、天貝 均「骨密度の加齢に伴う変化および身体組成との関連—成人女性について—」『体力科学』第 48 巻、第 1 号、1999 年、pp.81-90。

健康・体力づくり事業財団『健康運動指導士基礎講座テキスト』太陽美術、2013 年、pp.201-204。

厚生労働省『平成 22 年国民健康・栄養調査報告』2012 年、p.88。

厚生労働省『第 1 回 健康寿命をのばそう！アワード』2013 年、<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002wosb.html>。

五來逸雄「ガイドラインを生かした骨粗鬆症患者の治療」『Medical Practice』第 21 巻、第 10 号、2004 年、pp.1721-1724。

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.24a、pp.68-69b。

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、pp.4-5。

静岡県『健康寿命日本一』2013 年、<http://www.pref.shizuoka.jp/kousei/ko-430/kenzou/kenkoujyumyou.html>

Shiraki M., Kuroda T., Shiraki Y., Aoki C., Sasaki K., Tanaka S. “Effects of bone mineral density of the lumbar spine and prevalent vertebral fractures on the risk of immobility”, *Osteoporos Int*, 21, 2010, pp.1545-1551.

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。

曾根照喜「QUS の原理」『Osteoporosis Japan』第 13 巻、第 1 号、2005 年、pp.21-23。

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。

鶴原香代子、松田秀子、加藤恵子、高橋和文、大隈節子、村本名史、田中陽子、畑山知子、池上久子「男女大学生の BMI と骨密度、運動経験との関連」『大学保健体育研究』第 32 号、2013 年、pp.1-9。

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.

中村耕三「超高齢社会とロコモティブシンドローム」『日整会誌』第 82 巻、第 1 号、2008 年、pp.1-2。

National Institutes of Health, “Osteoporosis Prevention, Diagnosis, and Therapy”, *NIH Consensus Statement*, 17, 2000, pp.1-36.

日本肥満学会「肥満症診断基準 2011」『肥満研究』第 17 巻、臨時増刊号、2011 年、pp.1-78。

萩野 浩「QUS の基準値」『Osteoporosis Japan』第 13 巻、第 1 号、2005 年、pp.31-35。

藤田博暁「内部障害に対するメタボリックシンドロームと運動器障害に対するロコモティブシンドローム」『理学療法 - 臨床・研究・教育』第 18 巻、第 1 号、2011 年、pp.3-8。

松澤佑次、井上修二、池田義雄、坂田利家、齋藤 康、佐藤祐造、白井厚治、大野 誠、宮崎 滋、徳永勝人、深川光司、山之内国男、中村 正「新しい肥満の判定

- と肥満症の診断基準」『肥満研究』第6巻、第1号、2000年、pp.18-28。
- 村本名史、鶴原香代子、松田秀子、加藤恵子、田中陽子、中島悦子、池上久子「大学生における運動およびスポーツ実施状況と骨密度」『山口福祉文化大学研究紀要』第3巻、2010年、pp.37-42。
- 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、高橋和文、大隈節子、加藤恵子、鶴原香代子、松田秀子、田中陽子、金 興烈、池上久子「大学生における体格と音響的骨評価値を用いた骨密度の関係」『平成25年度大学体育指導者全国研修会』2013年、pp.80-81。
- 村本名史、大隈節子、高橋和文、加藤恵子、鶴原香代子、松田秀子、田中陽子、池上久子「大学生における体格と運動・スポーツ実施頻度の変化」『日本体育学会第64回大会予稿集』2013年、p.272。
- メタボリックシンドローム診断基準検討委員会「メタボリックシンドロームの定義と診断基準」『日本内科学会雑誌』第94巻、第4号、2005年、pp.794-809。
- 柳 久子、原 修一、平野 千秋、戸村成男、天貝 均「若年期からの運動習慣は、最大骨密度を効果的に増加させるか--健常成人女性における検討」『デサントスポーツ科学』第21巻、2000年、pp.103-112。
- 楊 鴻生、岸本英彰「新しい超音波骨密度測定装置（CM-100）の臨床的有用性の検討」『Osteoporosis Japan』第5巻、第4号、1997年、pp.99-108。
- 横内樹里、安藤大輔、小野悠介、尾崎芳雅、浅川和美、北川 淳、中原凱文、小山勝弘「女子大学生における2年間の骨量変化に対する体格・生活習慣因子の影響」『体力科学』第55巻、第3号、2006年、pp.331-340。
- 吉村典子「臨床応用—スクリーニング—」『Osteoporosis Japan』第13巻、第1号、2005年、pp.39-42。
- World Health Organization, “Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis”, *WHO technical report series*, 843, 1994, pp.1-129.