

教員における授業中の自覚的な歩行頻度と骨密度の関係*

杉浦 宏季^{*1, *2}, 碓 麻菜^{*3}, 鳴海 結奈^{*4}, 与佐岡 ひなた^{*4}, 横谷 智久^{*1}

Relationship between subjective walking frequency during class and bone density

Hiroki SUGIURA^{*1, *2}, Asana IKARI^{*3}, Yuina NARUMI^{*4},

Hinata YOSAOKA^{*4}, and Tomohisa YOKOYA^{*1}

^{*1} Faculty of Sports and Health Sciences, Department of Sports and Health Sciences

^{*2} FUT Wellness & Sports Science Center

Maintaining adequate bone density is important for reducing the risk of requiring nursing care. Teachers who walk around their classrooms while instructing students take frequent steps amounting to light physical activity. Thus, teachers who are more active within the classroom might have higher bone density. We examined the influence of walking while teaching and sex on bone density in teachers. The study participants were 107 teachers classified as high- or low-frequency walkers based on their subjective self-ratings. The quantitative ultrasound method was used to measure bone density, and osteo sono-assessment index (OSI) was used as the evaluation variable. We carried out an analysis of covariance using age as the covariate. OSI was significantly higher in the high-frequency group than in the low-frequency group for walkers of both sexes. In addition, the average OSI value in the low-frequency group exceeded the standard values for the average age of both sexes. In short, teachers appear to have high overall bone density. Increasing a teacher's physical activity within the classroom might further increase bone density.

Key Words : Teacher, Sex Difference, Sedentary Behavior, Nutrition, Exercise Frequency

1. 緒 言

健康寿命の延伸を実現する上で重要なことは、要介護リスクを低下させることである。2022年に公開されたデータによると、65歳以上の要介護者等において介護が必要となった主な原因およびその割合は、認知症が18.1%（男性：14.4%，女性：19.9%）、脳血管疾患が15.0%（男性：24.5%，女性：10.3%）、高齢による衰弱が13.3%（男性：11.3%，女性：14.3%）、骨折・転倒が13.0%（男性：5.8%，女性：16.5%）、および関節疾患が11.0%（男性：4.6%，女性：14.2%）と報告されている⁽¹⁾。これらの多くは長年の悪い生活習慣が大きく関与するため、早期から一次あるいは二次予防に努めることが重要である。一方、転倒は偶発的に生じるイベントであるため、体力水準が高い者であっても遭遇する⁽²⁾。しかし、転倒したとしても、骨粗鬆症でなければ骨折を回避できる可能性は高い⁽³⁾。つまり、若年期から運動や食事といった生活習慣の管理や改善を心がけることは、要介護リスクの低下に有効である。

近年、座位行動の長さが問題視されており⁽⁴⁾⁽⁵⁾、世界保健機関は「身体活動・座位行動ガイドライン」にて、座位行動の減少に伴う身体活動量の増加を強く提言している⁽⁶⁾。更に、日本においても2024年から施行される第5

* 原稿受付 2023年3月23日

^{*1} スポーツ健康科学部 スポーツ健康科学科

^{*2} ウェルネス&スポーツサイエンスセンター

^{*3} 大学院博士後期課程 工学研究科 社会システム学専攻 大学院生

^{*4} スポーツ健康科学部 スポーツ健康科学科 学部生

E-mail: sugiura@fukui-ut.ac.jp

次国民健康づくり対策に座位行動の概念が取り入れられ、「健康づくりのための身体活動指針（アクティブガイド）」には現行の+10（プラス・テン）にBK 30（ブレイク・サーティ）が加わる予定である。前者では「今より10分多く身体活動を実施する」ことを、後者では「頻繁に長時間の座位行動を中断し、30分毎に3分程度は立ち上がる」ことを指している。上述した骨粗鬆症は、骨密度の低下や骨質の劣化により骨折が生じやすくなる疾患である⁽⁷⁾。若年期は骨形成と骨吸収のバランスは保たれているが、加齢に伴い前者の能力は衰退し、骨密度は低下する⁽⁸⁾。しかし、運動実施に伴う力学的刺激（メカニカルストレス）を受容することで骨形成は促進される⁽⁹⁾。つまり、骨密度の顕著な低下を抑制する上で、座位行動を身体活動に置き換えることが理想である。特に女性は閉経に伴うエストロゲンの分泌減少により骨密度は顕著に低下し、骨粗鬆症のリスクは高まる⁽⁹⁾。

日本における労働時間は週40時間と定められており⁽¹⁰⁾、1日8時間・週5日と仮定すると、勤務日は24時間のうち3分の1を労働時間としている。近年は改善傾向にあるものの、2021年のデータによると、教員（小学校、中学校、高等学校、および特別支援学校）における1日あたりの平均勤務時間（平日）は11時間24分と報告されている⁽¹¹⁾。技術革新に伴う機械化・自動化が進んだ現在、各授業の準備や評価等によりデスクワークを占める割合は増加傾向にあると推察される。よって、如何にして身体活動量を確保するかが重要である。

河野⁽¹²⁾は、教室内の座席の位置により子ども達と教員の関わり方は異なると述べている。Reid⁽¹³⁾は、教員が教室を巡回すると子ども達のアイディアを受容する機会は増加すると報告している。つまり、教室内の空間を有効活用し、定期的に立ち位置を変えることで「学習の質を高める授業」が展開できる。授業中に教室内を移動することは歩数の増加や軽度の身体活動につながるため、それを高頻度で実施する教員の骨密度は高いかもしれない。

20歳以降、男性は女性よりも加齢に伴う骨密度の低下は比較的緩やかであり⁽¹⁴⁾、女性は閉経に伴い骨密度が顕著に低下する⁽⁹⁾。そこで、本研究は、教員における骨密度の性差および授業中の歩行頻度差を検証することを目的とした。

2. 方 法

2.1 被験者

中学校、高等学校、専門学校、および大学・大学院を運営する学校法人に雇用されている教員109名を被験者とし、骨に関する服薬者2名を除外した計107名を研究対象とした（Table 1）。中高一貫校のため、中学校と高等学校の教員数は統合した。測定に先立ち、被験者には実験の趣旨を書面にて説明し、実験参加の同意を得た。なお、本研究の実験計画は、福井工業大学における人を対象とする研究倫理審査委員会の承認を得ている（人-2022-06）。

Table 1 Affiliation of subjects

Affiliation	Male	Female	Total
Junior high school and high school	28	26	54
University	47	6	53
Total	75	32	107

2.2 測定および調査

2.2.1 授業中の自覚的な歩行頻度

授業中の自覚的な歩行頻度を把握するため、本研究では「授業中の歩行頻度についてお聞かせください」の質問を設定し、被験者は「よく歩く」、「時々歩く」、および「座位中心」の3件法で回答した。運動強度は、「座位での会話」が1.5メッツ、「立位での会話」が1.8メッツとそれぞれ定義されており、普通歩行（3.0メッツ）よりも低い⁽²⁴⁾。よって、授業の殆どを立位で実施する教員がいた場合には「座位中心」と回答するよう指示をした。各選択肢の回答者数は、「よく歩く」が48名（男性：36名、女性：12名）、「時々歩く」が50名（男性：33名、女性：17名）、および「座位中心」が9名（男性：6名、女性：3名）であり、「座位中心」の回答者数は全体の8.4%であった。本研究では「よく歩く」と回答した48名を高頻度群、「時々歩く」および「座位中心」と回答し

た計 59 名（男性：39 名，女性：20 名）を低頻度群と定義した。なお，本研究の被験者の中には体育教員（中学校・高等学校の男性：7 名，同女性：4 名，大学の男性：8 名）が含まれており，体育館やグラウンド等での歩行も「教室内の移動」と定義した。

2.2.2 骨密度

骨密度は測定された骨塩量を骨のサイズの影響を除去して算出した値を指し，X 線を用いる Dual-energy X-ray Absorption (DXA 法) および超音波を用いる Quantitative Ultrasound (QUS 法) により評価される⁽⁷⁾。前者はゴールドスタンダードとされているものの，低量ではあるが被爆は免れない。一方，後者は非侵襲的に測定することが可能であり，DXA 法により測定された腰椎および踵骨の骨密度と高い相関が認められている⁽¹⁵⁾。更に，QUS 法により測定・算出された値を骨密度として評価している報告も多々あることから⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾，本研究では QUS 法を利用した。測定には超音波骨密度測定装置 (AOS-100SA, (株)日立製作所) を使用し，測定部位は右踵骨とした。評価変数は，大久保ら⁽¹⁶⁾や田中ら⁽¹⁷⁾の報告を参考に，測定部位の超音波伝播速度 (Speed of Sound: SOS) および超音波が踵骨を透過する際の減衰周波数特性に関連する指標 (Transmission Index: TI) により算出される音響的骨評価値 (Osteo Sono-assessment Index: OSI) とした。なお，算出式は「 $OSI = TI \times SOS^2$ 」である。

2.2.3 勤務中における座位の割合

勤務中の座位割合は Visual Analog Scale (VAS) により評価した。左端を「少ない」，右端を「多い」とし，被験者は自覚的な座位割合を 0 から 10 のいずれかで回答した (Fig. 1)。



Fig. 1 VAS

2.2.4 週あたりの運動実施頻度

骨密度には運動実施が関与する⁽⁸⁾。週あたりの運動実施頻度を把握するため，本研究では葛谷ら⁽¹⁸⁾の報告を参考に，「1 回 30 分以上の軽く汗をかく運動をどのくらい実施していますか」の質問を設定した。被験者は前述の質問に対して，適切な日数（範囲：0～7）を回答した。

2.2.5 栄養素の摂取頻度

骨密度に影響する栄養素として，カルシウムやビタミン D，ビタミン K 等が挙げられる⁽¹⁹⁾。本研究では前述の各栄養素の摂取状況を把握するため，魚，牛乳・乳製品，キノコ類，および野菜の摂取頻度を調査した⁽²⁰⁾。被験者は野菜のみ「1 日 3 食」，「1 日 2 食」，「1 日 1 食」，および「食べない」の 4 件法で，その他は「毎日」，「週 4～6 日」，「週 1～3 日」，および「食べない」の 4 件法でそれぞれ回答した。摂取頻度の高い順に 4 点，3 点，2 点，および 1 点を付与し，合計値を栄養得点（範囲：4～16）とした。

2.3 統計解析

年齢，身長，および体重の平均値差は，二要因とも対応のない二要因分散分析（歩行頻度×性）により検証した。OSI，座位割合，運動実施頻度，および栄養得点の平均値差は，年齢を共変量とした共分散分析（歩行頻度×性）により検証した。それぞれにおいて，交互作用に有意性が認められた場合，事後比較検定には Tukey の HSD 法を利用した。また，平均値の差の大きさを検討するために，効果の大きさ (η^2) を算出した。なお，本研究における統計的有意水準は 5% に設定した。データ処理には，SPSS Statistics for Windows Ver. 28.0 (IBM) を利用した。

3. 結 果

Table 2 は、歩行頻度および性別における年齢、身長、および体重の基礎統計値、ならびに二要因分散分析の結果を示している。解析の結果、身長のみ有意な交互作用が認められ、年齢および体重においては性要因に有意な主効果が認められた。多重比較検定の結果、いずれの変数の歩行頻度条件においても男性は女性よりも値は有意に高かった。なお、効果量は中程度以上であった。

Table 3 は、歩行頻度および性別における OSI の基礎統計値、ならびに共分散分析の結果を示している。解析の結果、交互作用に有意性は認められなかった。歩行頻度要因のみに有意な主効果が認められ、いずれの性条件においても高頻度群は低頻度群よりも値は有意に高かった。なお、効果量は中程度であった。

Table 4 は、歩行頻度および性別における座位割合、運動実施頻度、および栄養得点の基礎統計値、ならびに共分散分析の結果を示している。解析の結果、いずれの変数も交互作用に有意性は認められなかった。座位割合は性要因のみに有意な主効果が認められ、いずれの歩行頻度条件においても男性は女性よりも値は有意に高かった。なお、効果量は中程度であった。

Table 2 Statistical values for age, height, and body weight according to walking frequency and sex, and the differences between their means based on the test results

	Frequency	Male (M)				Female (F)				ANOVA			Post-hoc	
		M	SD	MAX	MIN	M	SD	MAX	MIN	F	p	η²		
Age	High	49.2	12.8	71	24	35.6	10.4	55	23	F1	0.91	0.34	0.01	High: F < M
	Low	49.1	13.3	71	23	41.2	14.0	67	21	F2	14.13*	0.00	0.12	Low: F < M
										IN	1.01	0.32	0.01	
Height	High	173.6	6.4	188	161	157.0	5.1	170	151	F1	0.10	0.75	0.00	High: F < M
	Low	169.6	5.7	184	159	160.1	5.2	173	152	F2	101.2*	0.00	0.51	Low: F < M
										IN	7.39*	0.01	0.07	
Weight	High	76.7	14.0	127	57	52.8	5.9	64	40	F1	0.22	0.64	0.00	High: F < M
	Low	72.6	12.8	115	47	59.4	8.3	78	46	F2	45.71*	0.00	0.32	Low: F < M
										IN	3.87	0.05	0.04	

Note) F1: Walking Frequency, F2: Sex, IN: Interaction, *: $p < 0.05$

Table 3 Statistical values for OSI according to walking frequency and sex, and the differences between their means based on the test result

		Male (M)				Female (F)				ANCOVA				
	Frequency	M	SD	MAX	MIN	M	SD	MAX	MIN	F	p	η²	Post-hoc	
OSI	High	3.12	0.45	4.18	2.43	3.04	0.27	3.51	2.51	F1	5.15*	0.03	0.05	M: Low < High
	Low	2.91	0.33	3.94	2.38	2.84	0.37	3.48	2.23	F2	3.18	0.08	0.03	F: Low < High
										IN	0.12	0.73	0.00	

Note) F1: Walking Frequency, F2: Sex, IN: Interaction, *: $p < 0.05$

Table 4 Statistical values for sedentary behaviour, exercise frequency, and nutrition score according to walking frequency and sex, and the differences between their means based on the test results

		Male (M)				Female (F)				ANCOVA				
	Frequency	M	SD	MAX	MIN	M	SD	MAX	MIN		F	p	η²	Post-hoc
Sedentary behaviour	High	5.4	2.2	9	1	4.3	1.6	7	1	F1	3.82	0.06	0.04	High: F < M
	Low	6.6	1.9	10	2	5.0	1.9	9	3	F2	5.54*	0.02	0.05	Low: F < M
										IN	0.39	0.53	0.00	
Exercise frequency	High	2.5	2.5	7	0	2.3	2.8	7	0	F1	0.66	0.42	0.01	
	Low	1.9	2.2	7	0	1.8	2.4	7	0	F2	0.73	0.40	0.01	
										IN	0.12	0.73	0.00	
Nutrition score	High	9.7	1.9	13	5	9.1	1.6	12	6	F1	2.04	0.16	0.02	
	Low	9.9	2.0	15	7	10.1	1.8	13	7	F2	0.00	0.96	0.00	
										IN	0.54	0.48	0.01	

Note) F1: Walking Frequency, F2: Sex, IN: Interaction, *: $p < 0.05$

4. 考 察

本研究の被験者の年齢、身長、および体重に歩行頻度差はなく、性差が認められた。年齢の性差について、研究対象の学校法人における教職員の定年年齢は同じであるが、再雇用期間の上限は大学・大学院が中学校および高等学校よりも高い傾向にあること、更に前者の教員の88.7%が男性（Table 1 参照）であることが影響していたと推察される。加齢に伴い、骨密度やライフスタイルには変化が生じることから、本研究では他の変数の解析においては年齢の影響を考慮することとした。なお、第二次性徴期以降は身長および体重に性差が生じるため、本研究では共変量として扱わなかった。

World Health Organization⁽⁶⁾は、「身体活動量が多い子どもは骨密度が高い」と述べており、他の世代においても身体活動量と骨密度の関連が報告されている⁽²¹⁾⁽²²⁾ことから、本研究では「授業中の歩行頻度が高い教員は、それが低い教員よりも骨密度は高い」と仮説を立てた。その結果、仮説は採択された。骨密度には運動実施や栄養摂取等が関与する⁽⁸⁾⁽¹⁹⁾が、それらに歩行頻度差および性差はなかった。よって、本研究で設定した4群における「週あたりの運動実施頻度」および「カルシウムやビタミンD・K等の摂取頻度」は同程度であり、骨密度の歩行頻度差および性差を考察する上で、これらの影響を考慮する必要は少ないと解釈した。なお、座位割合は男性が女性よりも高く、前者の過半数は座位活動が多かった。これには職種の影響が関与していたと推察される（例：男性の割合が高い大学教員は研究活動に伴うデスクワークが多い）。

授業中に教室内を巡回し、対象者に適宜指導することを机間指導と呼び、主に「授業中に取り組む課題の正誤を指摘・採点するための指導」や「課題解決のための考え方を示したり、正誤の理由を説明したりする指導」を指している⁽²³⁾。本研究では「授業中の歩行頻度についてお聞かせください」と調査したため、各被験者における授業中の歩数や机間指導の実施頻度については不明である。厚生労働省⁽²⁴⁾は、「健康づくりのための身体活動基準2013」にて、18歳以上65歳未満は「強度が3メッツ以上の身体活動を毎日60分（週23メッツ・時）」、65歳以上は「強度を問わず身体活動を毎日40分（週10メッツ・時）」実施するよう示している。普通歩行の運動強度は3.0メッツとされているものの、授業中の教室内移動や机間指導は間欠的な歩行となることが殆どであるため、3メッツ以上を継続することは困難である。また、谷口ら⁽²⁵⁾は、歩行ではなく、3メッツ以上の中高強度身体活動の時間を増加させることが骨密度の維持・向上に有効と報告している。一方、対象者によっては歩行や太極拳等の軽度の荷重運動により骨密度は高まり⁽²¹⁾、高齢者においては1日8,000歩程度の歩行により骨量が維持⁽²⁶⁾できることが報告されている。多くの教員は1日に複数の授業を担当することから、上述した教室内移動に加え、着座する対象者と視線を合わせるためのしゃがみ込み（下肢のレジスタンス運動）や対象者が机上で取り組む課題を観察する際の片足荷重（バランス運動）等に伴うメカニカルストレスも影響した可能性がある。なお、本研究では「体育館やグラウンド等での歩行も教室内の移動」と定義しており、主に体育教員においては授業中に普通歩行以上の運動強度で活動することが求められる。そのため、授業によっては得られるメカニカルストレスの程度は大きいと推測される。いずれにせよ、授業中の高頻度の教室内移動は歩数の増加や適度な身体活動につながり、骨密度に有益な効果をもたらすことが示唆された。

男性の場合、高頻度群および低頻度群の平均年齢（49歳）に対するOSIの標準値は2.81であり、女性の場合、高頻度群の平均年齢（35歳）に対するOSIの標準値は2.69、低頻度群の平均年齢（41歳）に対するOSIの標準値は2.70である⁽¹⁴⁾。低頻度群におけるOSIの平均値は2.84以上（男性：2.91、女性：2.84）であり、それぞれ高頻度群のOSIの平均値よりも劣るものの、前述した各群の平均年齢に対する標準値よりも高かった。小倉⁽²⁷⁾は、教員男女の1日あたりの平均歩数は9,620歩と報告しており、身体活動量として推奨される成人男性の歩数（9,000歩）を超えていた。本研究とは対象が異なるものの、小学校教員と一般成人の総身体活動量（IPAQ日本語版）は同程度（前者：2,029メッツ・分/週、後者：1,763メッツ・分/週）であるものの、前者の総身体活動量の約半分は勤務中に獲得している⁽²⁸⁾。教員は、職員室および教室間の移動やクラブ活動等、デスクワークが多い中でも身体活動の機会が多い。以上のことから、教員の骨密度は全体的に高い傾向にあり、教室内的移動頻度が高ければ更にそれは高まることが示唆された。

本研究の限界として、以下のことが挙げられる。まず、各クラスあるいは授業により教室の大きさは異なることから、本研究では教室内的移動頻度を自覚的な回答により評価した。解釈には個人差が生じることが推測されるため、今後は歩数や身体活動量等の客観的指標を利用する必要がある。また、各教員における職員室・研究室

および教室間の距離、教員が担当するクラブやそこでの活動を含めた日々の身体活動量、更には過去の身体活動歴については考慮できていない。今後、これらの影響も加味し、更なる検証を進める必要がある。

5. 結 論

教員の骨密度における授業中の歩行頻度差および性差を検証した結果、男女とも教室内を高頻度で移動する教員はそうでない教員よりも骨密度は優れるが、後者の値は平均年齢の標準値よりも優れることが明らかにされた。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、ご協力を賜りました教員の皆様に対して深く感謝申し上げます。

参 考 文 献

- (1) 内閣府, “令和4年版高齢社会白書”, https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2022/zenbun/pdf/1s2s_02.pdf (参照日: 2023年6月18日)
- (2) H. Sugiura, T. Noguchi, and T. Yokoya, “Effect of successful performance of a balance board test of the right and left directions on motor skills and fall experience in elderly females”, *Gazzetta Medica Italiana*, Vol. 180, No. 9 (2021), pp. 425-428.
- (3) 浦野友彦, “骨粗鬆症と骨折 (ロコモティブシンドロームを含む)”, *日本内科学会雑誌*, Vol. 107, No. 12 (2018), pp. 2451-2460.
- (4) L. D. Delfino, W. R. Tebar, F. C. S. G. Tebar, J. M. D. Souza, M. Romanzini, R. A. Fernandes, and D. G. D. Christofaro, “Association between sedentary behavior, obesity and hypertension in public school teachers”, *Industrial Health*, Vol. 58, No. 4 (2020), pp. 345-353.
- (5) J. Grgic, D. Dumuid, E. G. Bengoechea, N. Shrestha, A. Bauman, T. Olds, and Z. Pedisic, “Health outcomes associated with reallocations of time between sleep, sedentary behaviour, and physical activity: a systematic scoping review of isotemporal substitution studies”, *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, Vol. 15 (2018), Article number 69.
- (6) World Health Organization, “WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour”, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/n/who336656/pdf> (参照日: 2023年6月18日)
- (7) 南雅樹, 骨密度の測定と評価, 出村慎一 監, 健康・スポーツ科学のための動作と体力の測定法 ―ここが知りたいかかった測定と評価のコツ―, 第1版 (2019), pp. 110-115, 杏林書院.
- (8) 古市泰郎, 藤井宣晴, 運動とエネルギー代謝, 曾根博仁 編, すべての診療科で役立つ身体運動学と運動療法, 第1版 (2022), pp. 33-34, 羊土社.
- (9) 石見佳子, “閉経期女性の骨代謝における食事と運動の役割”, *ビタミン*, Vol. 90, No. 9 (2016), pp. 415-425.
- (10) 黒川博文, “行動経済学から読み解く長時間労働”, *日本労働研究雑誌*, Vol. 62, No. 1 (2020), pp. 14-27.
- (11) 日本教職員組合, “2021年学校現場の働き方改革に関する意識調査”, <https://www.jtu-net.or.jp/wp/wp-content/uploads/2021/12/ebf2a69840156756fb12833bd9f988d7-2.pdf> (参照日: 2023年6月18日)
- (12) 河野義章, 空間行動の研究, 河野義章 編, 授業研究法入門, 第1版 (2009), pp. 108-117, 図書文化.
- (13) D.J. Reid, “Spatial involvement and teacher: pupil interaction patterns in school biology laboratories”. *Educational Studies*, Vol. 6, No. 1 (1980), pp. 31-41.
- (14) 日本骨粗鬆学会, QUS使用の実際. 第1版 (2005), pp. 31-35, ライフサイエンス出版.
- (15) 森田恵美子, 横山久代, 竹田良祐, 山科吉弘, 河合英理子, 福村智恵, “骨密度に異常のない若年女性において咀嚼能力と骨密度は関連する”, *体力科学*, Vol. 69, No. 4 (2020), pp. 317-325.
- (16) 大久保寛之, 中田由夫, 藤村透子, 宮内卓, 家光素行, 前田清司, 田中喜代次, “運動習慣と骨関連遺伝子多型が中高年者の超音波骨指標に及ぼす影響”, *体力科学*, Vol. 58, No. 4 (2009), pp. 421-430.

- (17) 田中望, 藤井勝紀, 花井忠征, 穂丸武臣, “幼児期における骨密度 (BMD) の加齢評価構築に関する検証”, 教育医学, Vol. 55, No. 2 (2009), pp. 197-205.
- (18) 蔦谷裕美, 舟本美果, 杉山大典, 桑原和代, 宮松直美, 渡辺浩一, 岡村智教, “特定健康診査における標準的な質問票の生活習慣項目とメタボリックシンドローム”, 高血圧発症との関連: 5 年間の追跡調査, 日本公衆衛生雑誌, Vol. 64, No. 5 (2017), pp. 258-269.
- (19) 上西一弘, 骨粗鬆症・サルコペニア・フレイル, 曾根博仁 編, すべての診療科で役立つ栄養学と食事・栄養療法, 第 1 版 (2021), pp. 187-190, 羊土社.
- (20) 相良多喜子, 西条旨子, 広川渉, 森河裕子, 三浦克之, 田畑正司, 中川秀昭, “高校生の骨密度に対する栄養素摂取量および生活習慣の関連”, 日本公衆衛生雑誌, Vol. 49, No. 5 (2002), pp. 389-398.
- (21) T. E. Howe, B. Shea, L. J. Dawson, F. Downie, A. Murray, C. Ross, R. T. Harbour, L. M. Caldwell, and G. Creed, “Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women”, *Cochrane Database of Systematic Reviews*, Vol. 6, No. 7 (2011), CD000333.
- (22) M. M. James, and S. Carroll, “Effects of different impact exercise modalities on bone mineral density in premenopausal women: a meta-analysis”, *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, Vol. 28, No. 3 (2010), pp. 251-267.
- (23) 国立教育政策研究所 “学級規模が児童の生徒の学力に与える影響とその過程”, https://www.nier.go.jp/05_kenkyu_seika/pdf_seika/h26/0-1_all.pdf (参照日: 2023 年 6 月 18 日)
- (24) 厚生労働省 “健康づくりのための身体活動基準 2013”, <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002xp1e-att/2r9852000002xpqt.pdf> (参照日: 2023 年 6 月 18 日)
- (25) 谷口善昭, 牧迫飛雄馬, 中井雄貴, 富岡一俊, 窪菌琢郎, 竹中俊宏, 大石充, “地域在住高齢者における骨量および筋量の低下と身体活動との関連性”, 理学療法学, Vol. 49, No. 2 (2022), pp. 131-138.
- (26) R.J. Shephard, H. Park, S. Park, and Y. Aoyagi, “Objective Longitudinal Measures of Physical Activity and Bone Health in Older Japanese: the Nakanojo Study”, *Journal of the American Geriatrics Society*, Vol. 65, No. 4 (2017), pp. 800-807.
- (27) 小倉之子, “高等学校教員の身体活動と健康意識の関連 (第一報)”, 聖泉看護学研究, Vol. 1 (2012), pp. 45-51.
- (28) 西田順一, “小学校教員の身体活動がメンタルヘルスに及ぼす影響性: 身体活動質問表 (IPAQ) 日本語版を用いた検討”, 体育学研究, Vol. 63, No. 2 (2018), pp. 837-851.

(2023 年 8 月 3 日受理)