

諸外国および日本の子ども・青少年の身体活動・座位行動と健康アウトカムに関する研究動向

研究分担者 岡 浩一朗（早稲田大学スポーツ科学学術院・教授）

研究協力者 石井 香織（早稲田大学スポーツ科学学術院・教授）

研究協力者 柴田 愛（筑波大学体育系・准教授）

研究協力者 安永 明智（文化学園大学・教授）

研究協力者 宮脇 梨奈（明治大学文学部・講師）

研究協力者 鳥居 俊（早稲田大学スポーツ科学学術院・教授）

研究要旨

諸外国の子ども・青少年における身体活動・座位行動と健康アウトカムの関連について、身体活動・座位行動指針策定の際にも使用されたアンブレラレビューの先行研究を含め、システマティックレビューを概観した。諸外国の先行研究から、成人と同様に子ども・青少年においても、身体活動は体力（心肺機能、筋力）、心血管代謝（血圧、脂質異常症、血糖値、インスリン抵抗性）、骨の健康、認知機能（学力、実行機能）、メンタルヘルス（うつ症状の軽減）、肥満症の減少などの健康上の恩恵をもたらすことが明らかとなった。一方、長時間の座位行動（座りすぎ）は、肥満症の増加や心肺機能、体力、行動行為・社会性行動の不良、睡眠時間の減少と関連することが分かった。

日本の子ども・青少年における身体活動・座位行動と健康アウトカムの関連については、学齢期の子ども・青少年を対象とした研究についてナラティブレビューを実施した。その結果、座位行動に関する研究では、身体的指標としての体格や体力および骨の健康、心理的指標はQOLや主観的健康観、メンタルヘルス、学力について報告されていたが、研究数が少ないことに加え、身体活動・座位行動の測定方法やアウトカム指標が統一されていないため、一概にその結果を比較し結論を導くことは現状では困難であった。しかしながら、身体活動・座位行動が種々の健康アウトカムに及ぼす影響は、身体活動が多いと健康アウトカムに良好な影響、座位行動が多いと健康アウトカムには不良な影響があり、諸外国の研究で報告された結果を支持することが明らかとなった。一方で、諸外国の知見と同様、量反応関係や活動の種類による影響などは今後の研究成果の蓄積が必要である。

諸外国においては日本と同様に、子ども・青少年における身体活動不足や座位行動の多さが社会問題となっており、成人のみならず子ども・青少年に対しても身体活動・座位行動指針が策定されている。カナダ、アメリカ、オーストラリア、イギリス、WHOにおいては、本報告で概観した健康アウトカムとの関連を根拠に、多くの国・機関に共通して、「1日60分以上の身体活動（特に有酸素運動）を実施すること」や「筋肉および骨を強化するための活動を週に3日以上取り入れること」、さらには、「余暇におけるスクリーンタイムを1日2時間未満にすること」を推奨している。日本の子ども・青少年を対象とした研究の知見は限られているが、身体活動を定期的に行うこと、座位行動を少なく保つことは健康アウトカムと良好な関連があることを示す研究が認められることから、日本の子ども・青少年に対する身体活動・座位行動指針を策定していくことは公衆衛生上のメリットが大きく得られるだろう。

A. 研究目的

日本の子ども・青少年の身体活動はかなり不足しており、座位行動については決して少なくない。平成18年国民健康・栄養調査(1)によると、軽い運動～強い運動強度までの合計では、1週間の実施時間が7時間未満(1日60分×7日)の者の割合は、男子では全体で27.4%、6～8歳25.7%、9～11歳では28.0%、12～14歳では28.3%、女子では全体で38.2%、6～8歳では32.3%、9～11歳では41.0%、12～14歳では41.6%であることが報告されている。また、座位行動については、男女共に年齢階級が高いほど、座ったり寝転がったりして過ごす座位時間が長い傾向が認められている。そのうち、テレビ・ビデオを見る時間は、いずれの年齢階級も男女共に平日約2時間(全体平均±標準偏差;男子2.0±1.3時間、女子2.0±1.1時間)、休日は約3時間(全体平均±標準偏差;男子3.1±1.9時間、女子3.4±1.8時間)であった。

また、令和元年度全国体力・運動能力、運動習慣等調査(2)では、体育授業の時間を除いた1週間あたりの運動・スポーツ実施の平均時間は、小学生男子で556.8分、女子では348.9分、中学生男子で817.5分、女子では596.0分であった。1週間の実施時間が420分未満(1日60分×7日)の者の割合は、小学生男子で48.6%、女子で70.0%であったのに対し、中学生男子では17.9%、女子では39.6%であることが示されている。座位行動については、平日1日あたりのスクリーンタイム(テレビやビデオDVD視聴、ゲーム機、スマートフォン、パソコンなどの画面を見ている時間)が1日2時間以上の者の割合は、小学生男子で59.1%、小学生女子で46.7%、中学生男子で63.5%、中学生女子で60.3%を占めていた。

このように日本の子ども・青少年の身体活動・座位行動の実態は、諸外国と同様に深刻な状況にある。諸外国では子ども・青少年の身体活動を促進させ、座位行動を減らすことを目的として、身体活動・座位行動指針が策定されている(3-4)。一方、わが国では文部科学省により幼児期運動指針(5)は示されているものの、子ども・青少年に対する指

針は存在しない。そのため、日本の子ども・青少年における身体活動・座位行動指針策定の検討に向け、本研究では、これまで諸外国および日本において公表されてきた子ども・青少年の身体活動・座位行動と健康アウトカムとの関連について検討した研究を概観することにより、日本の子ども・青少年のための身体活動・座位行動指針の策定に向けた基礎資料を得ることを目的とした。

B. 研究方法

1. 調査対象および調査方法

諸外国の子ども・青少年における身体活動・座位行動と健康アウトカムの関連については、身体活動・座位行動指針(3-4)策定の際にも使用されたアンブレラレビューの先行研究を含め、システマティックレビューの概観を行った。また、日本の子ども・青少年における身体活動・座位行動と健康アウトカムの関連については、学齢期の子ども・青少年を対象とした研究について、ナラティブレビューを実施した。

2. 倫理的配慮

本研究では、個人情報を取り扱うことはなく、倫理的な配慮は不要であった。

C. 研究結果

【諸外国の子ども・青少年における身体活動・座位行動と健康アウトカムの関連】

1. 対象とした先行研究

諸外国における身体活動・座位行動指針(3-4)策定の際に使用された先行研究(6-16)を含めたシステマティックレビューまたはメタアナリシス(17-48)に関する文献を抽出した。

2. 諸外国における研究のまとめ

1) 身体活動

子どもおよび青少年において、定期的な身体活

動は、体力（心肺機能、筋力）、心血管代謝（血圧、脂質異常症、血糖値、インスリン抵抗性）、骨の健康、認知機能（学力、実行機能）、メンタルヘルス（うつ症状の軽減）、肥満症の減少などの健康上の恩恵をもたらすことが明らかとなっている(3,47)。具体的には、中高強度身体活動量の増加は、心肺機能および筋力の向上（6,21,48）、心血管代謝（7-9,47）および骨の健康（48）と関連していた。また、短期から長期の中高強度身体活動は、認知機能や学力（6,11,25,48）、メンタルヘルス（11,26,48）にポジティブな効果をもたらす。さらに、身体活動は、健康的な体重の管理と良好に関連していた（6,10,27）。

子ども・青少年を対象に量反応関係について検討した研究は少なく、一致した見解は示されていないが、高強度身体活動量が多いほど心肺フィットネスの改善と関係することが示唆されている。また、子ども・青少年を対象に身体活動の種類や場面による健康アウトカムへの影響を検討した研究はほとんどなく、これらの根拠を示すエビデンスはない。一方、中高強度の有酸素性身体活動は心肺フィットネスを向上させ、筋強化活動は筋力を高めることが明らかにされている。

2) 座位行動

子ども・青少年にとって、座りすぎは肥満症の増加や心肺機能、体力、行動行為・社会性行動の不良、睡眠時間の減少と関連している（12,47,48）。具体的には、長時間の座位行動（スクリーンタイム）は体力および心肺機能の低さと関連していること（12-13）、長時間の座位行動（スクリーンタイム、テレビ視聴、ビデオゲーム利用）は好ましくないメンタルヘルス（12,14-16,18-19）、行動行為・社会性行動の指標（12）と関連していること、座位行動（スクリーンタイム、テレビ視聴）に費やす時間が長いことは、睡眠時間に悪影響を及ぼすこと（12,17,23）などが示されている。

量反応関係については、子ども・青少年における座位行動（余暇のスクリーンタイムを含む）と健康アウトカムの量反応関係を判断するためのエビデンスは十分ではない。座位行動に費やす時間が長

いことは健康アウトカムの不良と関連していることが示されているが、座位行動の制限時間（閾値）を定めることにはエビデンスが不足している。さらに、座位行動の種類や場面による健康アウトカムとの関連については、座位行動としてスクリーンタイムやテレビ視聴といった変数が扱われることが多いのが現状である。座位行動の健康アウトカムへの影響に関するエビデンスは、一般的に総座位時間よりもテレビ視聴や余暇のスクリーンタイムの方が関連が強いことが指摘されている。種類や場面によって異なるか否かについてのエビデンスは不足しており、今後の検討課題である。

【日本の子ども・青少年における身体活動・座位行動と健康アウトカムの関連】

1. 対象とした先行研究

日本の子ども・青少年を対象とした、身体活動・座位行動と健康アウトカムの関連を検討した研究について、2022年4月26日現在の論文をPubmed、のデータベースを用いて検索を行った。検索に用いたキーワードは、(sedentary or sitting or sedentary time or sedentary behavior or physical activity) および(japanese)を AND 結合したものを使用し、18歳未満を対象とした論文に限定した。また、論文の使用言語は英語または日本語であることを検索条件とした。論文の採択基準は、1) 心身の健康指標、学力がアウトカムに含まれていること、2) 対象者の年齢が児童、生徒が主であることとした。その結果、196件が抽出され、採択基準に合致した64編を精読した結果、28編を該当論文として採択した。

2. 日本における研究のまとめ

先行研究では、身体的指標として、体格（49-56）や体力（57-59）、骨の健康（60-65）について、心理的指標については、QOLや主観的健康観（66-70）、メンタルヘルス（54,71-73）、また学力（74,75）について報告されていた。

体格との関連については、たとえば1日のテレビ視聴時間が2時間以上であることと肥満である

ことの強い関連がみられている一方で、スポーツ参加や運動参加頻度等との関連は認められていない(51)。また、24時間行動指針の充足状況、特にスクリーンタイムの推奨を含む指針を満たしていないことは、肥満・過体重と関連していた(50)。さらに、6~12歳を対象とした研究では、学校のない日に1日の歩数が10,000歩以上の場合に体格指標への良い効果も認められている(49)。

体力との関連については、中高強度身体活動を実施していることは、関連の見られた体力指標には差があるが、高い体力との一貫した関連が示されている(57-59)。

骨の健康については、中高強度身体活動と骨強度に良好な関連が、座位行動との関連は不良であることが報告されている(61)。また、スポーツ活動の期間や頻度(62)、高強度の身体活動の実施(58)は骨の発達と関連していることが示されている。

QOLや主観的健康観といった心理的指標に関する研究では、身体活動不足やテレビ視聴、PC利用の過多が、QOLの低さと関連がみられた(67-68)。さらにこの関連については長期的影響(70)も確認されている。また、主観的健康観についても、屋外での継続的な身体活動や運動習慣があることは健康観が良好なことと(66)、メディアの過度な利用は健康観が不良であること(69)と関連が認められている。さらに、身体活動の実施(71-72)や座位行動の多さ(54)はうつや不安といったメンタルヘルス指標が不良であることを示した研究や、これらの2年間の長期的影響(73)を明らかにした研究もみられた。

学力についても検討が行われており(74-75)、身体活動が多くスクリーンタイムが少ないことは1年後の学力が高いこと(75)、男子においてその関連には有酸素性体力が媒介することも示唆されている(74)。

D. 考察および次回の改定に向けた課題

諸外国の先行研究から、成人と同様に子ども・青少年においても、身体活動や座位行動の多寡が、過体重や肥満、心肺持久力などの身体的健康、抑うつ

や自己肯定感、ウェルビーイングなどの心理的健康、また学力にまで影響を及ぼすことが確認された。諸外国においては、日本と同様に、子ども・青少年における身体活動不足や座位行動の多さが社会問題となっており、成人のみならず子ども・青少年に対しても身体活動・座位行動指針が策定されている。カナダ、アメリカ、オーストラリア、イギリス、WHOにおいては、本報告で概観した健康アウトカムとの関連を根拠に、多くの国・機関に共通して、「1日60分以上の身体活動(特に有酸素運動)を実施すること」や「筋肉および骨を強化するための活動を週に3日以上取り入れること」、さらには、「余暇におけるスクリーンタイムを1日2時間未満にすること」を推奨している。

日本の子どもを対象とした研究は数が少ないことに加え、身体活動・座位行動の測定方法やアウトカムにしている指標が一致していないため、一概に研究結果を比較することは難しい。しかしながら、身体活動・座位行動が種々の健康アウトカムに及ぼす影響は、身体活動が多いと健康アウトカムに良好な影響を、座位行動が多いと健康アウトカムには不良な影響があり、諸外国で報告されている関連と同一の方向を示していることが明らかとなった。一方で、諸外国の知見と同様、量反応関係や活動の種類による影響などは十分に検討されおらず、今後の研究成果の蓄積が待たれる。このように、日本の子ども・青少年を対象とした研究からの知見は限られているものの、身体活動を定期的に行うことならびに座位行動を少なく保つことは健康アウトカムが良好なことと関連することが明らかになっている。以上のことから、日本の子ども・青少年に対する身体活動・座位行動指針を策定していくことにより、公衆衛生上のメリットが大きく得られるだろう。

E. 結論

諸外国の子ども・青少年において、身体活動や座位行動の多寡が、過体重や肥満、心肺持久力などの身体的健康、抑うつや自己肯定感、ウェルビーイングなどの心理的健康、また学力にまで影響を及ぼ

すことが確認された。また、日本における子ども・青少年においても、身体活動・座位行動が種々の健康アウトカムに及ぼす影響は、身体活動が多いと健康アウトカムに良好な影響を、座位行動が多いと健康アウトカムには不良な影響があることが明らかとなった。

F. 健康危険情報

なし。

G. 研究発表

1. 論文発表

なし。

2. 学会発表

- 1) 岡浩一朗・石井香織. 日本の子ども・青少年のための身体活動・座位行動指針策定の方向性. 第23回日本運動疫学会学術総会シンポジウム. 2021年6月(兵庫).
- 2) 岡浩一朗, 石井香織, 柴田愛, 安永明智, 宮脇梨奈, 小崎恵生. 日本人のための座位行動指針の策定—その方向性と課題—. 第76回日本体力医学会大会シンポジウム. 2021年9月(オンライン).
- 3) 石井香織, 岡浩一朗, 柴田愛. 子どもにおける座位行動の健康課題とその対策. 第76回日本体力医学会大会シンポジウム. 2021年9月(オンライン).

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし。

引用文献

- 1) 厚生労働省. 平成18年国民健康・栄養調査. 2009.
- 2) スポーツ庁. 令和元年度全国体力・運動能力、運動習慣等調査. 2019.
- 3) Parrish AM, Tremblay MS, Carson S, Veldman SLC, Cliff D, Vella S, et al. Comparing and assessing physical activity guidelines for children and adolescents: a systematic literature review and analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 2020; 17(1): 16.
- 4) World Health Organization. WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour. 2020.
- 5) 文部科学省. 幼児期運動指針. 2012.
- 6) Poitras VJ, Gray CE, Borghese MM, Carson V, Chaput JP, Janssen I, et al. Systematic review of the relationships between objectively measured physical activity and health indicators in school-aged children and youth. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2016; 41(6 Suppl 3): S197-239.
- 7) Bea JW, Blew RM, Howe C, Hetherington-Rauth M, Going SB. Resistance training effects on metabolic function among youth: A systematic review. *Pediatr Exerc Sci*, 2017; 29(3): 297-315.
- 8) Pozuelo-Carrascosa DP, Cavero-Redondo I, Herráiz-Adillo Á, Díez-Fernández A, Sánchez-López M, Martínez-Vizcaíno V. School-based exercise programs and cardiometabolic risk factors: A meta-analysis. *Pediatrics*, 2018; 142(5): e20181033.
- 9) Eddolls WTB, McNarry MA, Stratton G, Winn CON, Mackintosh KA. High-intensity interval training interventions in children and adolescents: A systematic review. *Sports Med*, 2017; 47(11): 2363-2374.
- 10) Miguel-Berges ML, Reilly JJ, Moreno Aznar LA, Jiménez-Pavón D. Associations between pedometer-determined physical activity and adiposity in children and adolescents: Systematic review. *Clin J Sport Med*, 2018; 28(1): 64-75.
- 11) Xue Y, Yang Y, Huang T. Effects of chronic exercise interventions on executive function among children and adolescents: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med*, 2019; 53(22): 1397-1404.
- 12) Carson V, Hunter S, Kuzik N, Gray CE, Poitras VJ, Chaput JP, et al. Systematic review of

- sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth: an update. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2016; 41(6 Suppl 3): S240-265.
- 13) Biddle SJ, García Bengoechea E, Wiesner G. Sedentary behaviour and adiposity in youth: a systematic review of reviews and analysis of causality. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 2017; 14(1): 43.
 - 14) Hoare E, Milton K, Foster C, Allender S. The associations between sedentary behaviour and mental health among adolescents: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 2016; 13(1): 108.
 - 15) Suchert V, Hanewinkel R, Isensee B. Sedentary behavior and indicators of mental health in school-aged children and adolescents: A systematic review. *Prev Med*, 2015; 76: 48-57.
 - 16) Stanczykiewicz B, Banik A, Knoll N, Keller J, Hohl DH, Rosińczuk J, et al. Sedentary behaviors and anxiety among children, adolescents and adults: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, 2019; 19(1): 459.
 - 17) Saunders TJ, McIsaac T, Campbell J, Douillette K, Janssen I, Tomasone JR, et al. Timing of sedentary behaviour and access to sedentary activities in the bedroom and their association with sleep quality and duration in children and youth: a systematic review. *Health Promot Chronic Dis Prev Can*, 2022; 42(4): 139-149.
 - 18) Kuzik N, da Costa BGG, Hwang Y, Verswijveren S, Rollo S, Tremblay MS, et al. School-related sedentary behaviours and indicators of health and well-being among children and youth: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 2022; 19(1): 40.
 - 19) Zhang J, Yang SX, Wang L, Han LH, Wu XY. The influence of sedentary behaviour on mental health among children and adolescents: A systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *J Affect Disord*, 2022; 306: 90-114.
 - 20) Li S, Guo J, Zheng K, Shi M, Huang T. Is Sedentary behavior associated with executive function in children and adolescents? A systematic review. *Front Public Health*, 2022; 10: 832845.
 - 21) Wu C, Xu Y, Chen Z, Cao Y, Yu K, Huang C. The Effect of intensity, frequency, duration and volume of physical activity in children and adolescents on skeletal muscle fitness: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Environ Res Public Health*, 2021; 18(18): 9640.
 - 22) Neil-Sztramko SE, Caldwell H, Dobbins M. School-based physical activity programs for promoting physical activity and fitness in children and adolescents aged 6 to 18. *Cochrane Database Syst Rev*, 2021; 9(9): Cd007651.
 - 23) Huang WY, Ho RS, Tremblay MS, Wong SH. Relationships of physical activity and sedentary behaviour with the previous and subsequent nights' sleep in children and youth: A systematic review and meta-analysis. *J Sleep Res*, 2021; 30(6): e13378.
 - 24) Hale GE, Colquhoun L, Lancastle D, Lewis N, Tyson PJ. Review: Physical activity interventions for the mental health and well-being of adolescents - a systematic review. *Child Adolesc Ment Health*, 2021; 26(4): 357-368.
 - 25) Ferreira Vorkapic C, Alves H, Araujo L, Joaquim Borba-Pinheiro C, Coelho R, Fonseca E, et al. Does physical activity improve cognition and academic performance in children? A systematic review of randomized controlled trials. *Neuropsychobiology*, 2021; 80(6): 454-482.
 - 26) Carter T, Pascoe M, Bastounis A, Morres ID, Callaghan P, Parker AG. The effect of physical activity on anxiety in children and young people: a systematic review and meta-analysis. *J Affect Disord*, 2021; 285: 10-21.
 - 27) Moeini B, Rezapur-Shahkolai F, Bashirian S, Doosti-Irani A, Afshari M, Geravandi A. Effect of

- interventions based on regular physical activity on weight management in adolescents: a systematic review and a meta-analysis. *Syst Rev*, 2021; 10(1): 52.
- 28) Podnar H, Jurić P, Karuc J, Saez M, Barceló MA, Radman I, et al. Comparative effectiveness of school-based interventions targeting physical activity, physical fitness or sedentary behaviour on obesity prevention in 6- to 12-year-old children: A systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*, 2021; 22(2): e13160.
- 29) McDonough DJ, Liu W, Gao Z. Effects of physical activity on children's motor skill development: A systematic review of randomized controlled trials. *Biomed Res Int*, 2020; 2020: 8160756.
- 30) García-Hermoso A, Ezzatvar Y, Ramírez-Vélez R, Olloquequi J, Izquierdo M. Is device-measured vigorous physical activity associated with health-related outcomes in children and adolescents? A systematic review and meta-analysis. *J Sport Health Sci*, 2021; 10(3): 296-307.
- 31) Axelsdóttir B, Biedilae S, Sagatun Å, Nordheim LV, Larun L. Review: Exercise for depression in children and adolescents - a systematic review and meta-analysis. *Child Adolesc Ment Health*, 2021; 26(4): 347-356.
- 32) Husøy A, Dalene KE, Steene-Johannessen J, Anderssen SA, Ekelund U, Tarp J. Effect modification by cardiorespiratory fitness on the association between physical activity and cardiometabolic health in youth: A systematic review. *J Sports Sci*, 2021; 39(8): 845-853.
- 33) Zhang T, Lu G, Wu XY. Associations between physical activity, sedentary behaviour and self-rated health among the general population of children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, 2020; 20(1): 1343.
- 34) Sember V, Jurak G, Kovač M, Morrison SA, Starc G. Children's physical activity, academic performance, and cognitive functioning: A systematic review and meta-analysis. *Front Public Health*, 2020; 8: 307.
- 35) Wassenaar TM, Williamson W, Johansen-Berg H, Dawes H, Roberts N, Foster C, et al. A critical evaluation of systematic reviews assessing the effect of chronic physical activity on academic achievement, cognition and the brain in children and adolescents: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 2020; 17(1): 79.
- 36) Bland VL, Heatherington-Rauth M, Howe C, Going SB, Bea JW. Association of objectively measured physical activity and bone health in children and adolescents: a systematic review and narrative synthesis. *Osteoporos Int*, 2020; 31(10): 1865-94.
- 37) Godoy-Cumillaf A, Fuentes-Merino P, Díaz-González A, Jiménez-Díaz J, Martínez-Vizcaíno V, Álvarez-Bueno C, et al. The effects of physical activity and diet interventions on body mass index in Latin American children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, 2020; 12(5): 1378.
- 38) Zink J, Belcher BR, Imm K, Leventhal AM. The relationship between screen-based sedentary behaviors and symptoms of depression and anxiety in youth: a systematic review of moderating variables. *BMC Public Health*, 2020; 20(1): 472.
- 39) García-Hermoso A, Alonso-Martínez AM, Ramírez-Vélez R, Pérez-Sousa M, Ramírez-Campillo R, Izquierdo M. Association of physical education with improvement of health-related physical fitness outcomes and fundamental motor skills among youths: A systematic review and meta-analysis. *JAMA Pediatr*, 2020; 174(6): e200223.
- 40) Goldthorpe J, Epton T, Keyworth C, Calam R, Armitage CJ. Are primary/elementary school-based interventions effective in preventing/ameliorating excess weight gain? A

- systematic review of systematic reviews. *Obes Rev*, 2020; 21(6): e13001.
- 41) Antczak D, Lonsdale C, Lee J, Hilland T, Duncan MJ, Del Pozo Cruz B, et al. Physical activity and sleep are inconsistently related in healthy children: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Med Rev*, 2020; 51: 101278.
- 42) Sousa-Sá E, Zhang Z, Pereira JR, Wright IM, Okely AD, Santos R. Systematic review on retinal microvasculature, physical activity, sedentary behaviour and adiposity in children and adolescents. *Acta Paediatr*, 2020; 109(10): 1956-1973.
- 43) Yuksel HS, Şahin FN, Maksimovic N, Drid P, Bianco A. School-Based Intervention Programs for Preventing Obesity and Promoting Physical Activity and Fitness: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*, 2020; 17(1): 347.
- 44) Yang X, Zhai Y, Zhang J, Chen JY, Liu D, Zhao WH. Combined effects of physical activity and calcium on bone health in children and adolescents: a systematic review of randomized controlled trials. *World J Pediatr*, 2020; 16(4): 356-365.
- 45) Renninger M, Hansen BH, Steene-Johannessen J, Kriemler S, Froberg K, Northstone K, et al. Associations between accelerometry measured physical activity and sedentary time and the metabolic syndrome: A meta-analysis of more than 6000 children and adolescents. *Pediatr Obes*, 2020; 15(1): e12578.
- 46) Norris E, van Steen T, Direito A, Stamatakis E. Physically active lessons in schools and their impact on physical activity, educational, health and cognition outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, 2020; 54(14): 826-838.
- 47) Chen P, Wang D, Shen H, Yu L, Gao Q, Mao L, et al. Physical activity and health in Chinese children and adolescents: expert consensus statement. *Br J Sports Med*, 2020; 54(22): 1321-1331.
- 48) Physical Activity Guidelines Advisory Committee. Physical Activity Guidelines Advisory Committee Scientific Report. Washington, DC: US Department of Health and Human Services, 2018.
- 49) Yoshinaga M, Miyazaki A, Aoki M, Ogata H, Ito Y, Hamajima T, et al. Promoting physical activity through walking to treat childhood obesity, mainly for mild to moderate obesity. *Pediatr Int*, 2020; 62(8): 976-984.
- 50) Tanaka C, Tremblay MS, Okuda M, Inoue S, Tanaka S. Proportion of Japanese primary school children meeting recommendations for 24-h movement guidelines and associations with weight status. *Obes Res Clin Pract*, 2020; 14(3): 234-240.
- 51) Minematsu K, Kawabuchi R, Okazaki H, Tomita H, Tobina T, Tanigawa T, et al. Physical activity cut-offs and risk factors for preventing child obesity in Japan. *Pediatr Int*, 2015; 57(1): 131-136.
- 52) Tanaka C, Reilly JJ, Tanaka M, Tanaka S. Changes in Weight, Sedentary Behaviour and Physical Activity during the School Year and Summer Vacation. *Int J Environ Res Public Health*, 2018; 15(5): 915.
- 53) Shinozaki K, Okuda M, Okayama N, Kunitsugu I. Physical activity modifies the FTO effect on body mass index change in Japanese adolescents. *Pediatr Int*, 2018; 60(7): 656-661.
- 54) Ishii K, Shibata A, Adachi M, Mano Y, Oka K. Objectively measured sedentary behavior, obesity, and psychological well-being: A cross-sectional study of Japanese schoolchildren. *J Phys Act Health*, 2017; 14(4): 270-274.
- 55) Takada H, Harrell J, Deng S, Bandgiwala S, Washino K, Iwata H. Eating habits, activity, lipids and body mass index in Japanese children: the Shiratori Children Study. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 1998; 22(5): 470-476.
- 56) Miyanishi K, Toyoshima H, Hayashi S, Tanabe N,

- Aizaki T, Wakai S, et al. A cross-sectional study on relationships between daily physical activity and concentration of serum cholesterol and body mass index in fifth grade elementary schoolchildren and their parents. *Nihon Kosshu Eisei Zasshi*, 1993; 40(6): 451-458.
- 57) Ito T, Sugiura H, Ito Y, Noritake K, Ochi N. Relationship between the skeletal muscle mass index and physical activity of Japanese children: A cross-sectional, observational study. *PLOS ONE*, 2021; 16(5): e0251025.
- 58) Kidokoro T, Tanaka H, Naoi K, Ueno K, Yanaoka T, Kashiwabara K, et al. Sex-specific associations of moderate and vigorous physical activity with physical fitness in adolescents. *Eur J Sport Sci*, 2016; 16(8): 1159-1166.
- 59) Tanaka C, Tremblay MS, Okuda M, Tanaka S. Association between 24-hour movement guidelines and physical fitness in children. *Pediatr Int*, 2020; 62(12): 1381-1387.
- 60) Kuroda T, Onoe Y, Miyabara Y, Yoshikata R, Orito S, Ishitani K, et al. Influence of maternal genetic and lifestyle factors on bone mineral density in adolescent daughters: a cohort study in 387 Japanese daughter-mother pairs. *J Bone Miner Metab*, 2009; 27(3): 379-385.
- 61) Yamakita M, Ando D, Akiyama Y, Sato M, Suzuki K, Yamagata Z. Association of objectively measured physical activity and sedentary behavior with bone stiffness in peripubertal children. *J Bone Miner Metab*, 2019; 37(6): 1095-1103.
- 62) Tamaki J, Ikeda Y, Morita A, Sato Y, Naka H, Iki M. Which element of physical activity is more important for determining bone growth in Japanese children and adolescents: the degree of impact, the period, the frequency, or the daily duration of physical activity? *J Bone Miner Metab*, 2008; 26(4): 366-372.
- 63) Kohri T, Kaba N, Murakami T, Narukawa T, Yamamoto S, Sakai T, et al. Search for promotion factors of ultrasound bone measurement in Japanese males and pre/post-menarcheal females aged 8-14 years. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)*, 2012; 58(4): 263-271.
- 64) Inomoto T. Physical activity/sports and bone mineral density. *Clin Calcium*, 2008; 18(9): 1339-1348.
- 65) Naka H. Epidemiological characteristics and trends of bone mass gain in physical activity intervention trials for children and adolescents. *Clin Calcium*, 2005; 15(8): 1356-1363.
- 66) Liu J, Sekine M, Tatsuse T, Fujimura Y, Hamanishi S, Lu F, et al. Outdoor physical activity and its relation with self-reported health in Japanese children: results from the Toyama birth cohort study. *Child Care Health Dev*, 2015; 41(6): 920-927.
- 67) Chen X, Sekine M, Hamanishi S, Wang H, Gaina A, Yamagami T, et al. Lifestyles and health-related quality of life in Japanese school children: a cross-sectional study. *Prev Med*, 2005; 40(6): 668-678.
- 68) Li W, Sekine M, Yamada M, Fujimura Y, Tatsuse T. Lifestyle and overall health in high school children: Results from the Toyama birth cohort study, Japan. *Pediatr Int*, 2018; 60(5): 467-473.
- 69) 佐野碧 岩, 中山千尋, 森山信彰, 勝山邦子, 安村誠司. 中学生・高校生におけるメディア利用と生活習慣の関連. *日本公衆衛生雑誌*, 2020; 67(6): 380-389.
- 70) Chen X, Sekine M, Hamanishi S, Yamagami T, Kagamimori S. Associations of lifestyle factors with quality of life (QOL) in Japanese children: a 3-year follow-up of the Toyama Birth Cohort Study. *Child Care Health Dev*, 2005; 31(4): 433-439
- 71) Hyakutake A, Kamijo T, Misawa Y, Washizuka S, Inaba Y, Tsukahara T, et al. Cross-sectional observation of the relationship of depressive symptoms with lifestyles and parents' status among Japanese junior high school students.

- Environ Health Prev Med*, 2016; 21(4): 265-273.
- 72) Ogawa S, Kitagawa Y, Fukushima M, Yonehara H, Nishida A, Togo F, et al. Interactive effect of sleep duration and physical activity on anxiety/depression in adolescents. *Psychiatry Res*, 2019; 273: 456-460.
- 73) Ishii K, Shibata A, Adachi M, Oka K. Association of physical activity and sedentary behavior with psychological well-being among Japanese children: A two-year longitudinal study. *Percept Mot Skills*, 2016; 123(2): 445-459.
- 74) Kyan A, Takakura M, Miyagi M. Mediating effect of aerobic fitness on the association between physical activity and academic achievement among adolescents: A cross-sectional study in Okinawa, Japan. *J Sports Sci*, 2019; 37(11): 1242-1249.
- 75) Ishii K, Aoyagi K, Shibata A, Koohsari MJ, Carver A, Oka K. Joint associations of leisure screen time and physical activity with academic performance in a sample of Japanese children. *Int J Environ Res Public Health*, 2020; 17(3): 757.