

授業中の座位中断が児童の学校時間内における 身体活動及び学習態度・効果に及ぼす影響

塩瀬 圭佑¹, 古瀬 裕次郎², 椎 富美子³, 鮫島 あかり⁴,
工藤 美枝子⁵, 篠原 久枝¹

**Effects of sedentary breaks during class time on
physical activity, learning attitude, and effectiveness in school**

**Keisuke SHIOSE, Yujiro KOSE, Fumiko SHII, Akari SAMEISHIMA,
Mieko KUDO, and Hisae SHINOHARA**

要旨

本研究は、授業中の簡易な座位中断が、児童の身体活動及び授業への学習態度・効果へ及ぼす影響を調査した。56名の小学5年生が本研究に参加した。Day 1には通常の授業が実施され、Day 2から Day 4の間、各授業で開始20-30経過後に座位中断が実施された。座位中断では、児童は椅子から立ち上がり、机の周りを1周歩いた。対象者は、授業時間、授業時間外、学校時間（授業時間と授業時間外）における歩数及び身体活動レベルを測定するため、加速度計を Day 1から Day 4まで装着した。質問紙により授業時間内の集中力、眠気、楽しさ、落ち着き、理解度が Day 1と Day 4に調査された。Day 2から Day 4における授業時間の座位行動は Day 1に比べ低値であった（ 27.9 ± 7.0 vs 31.5 ± 7.8 分/時間, $p < 0.001$ ）。授業中の眠気は Day 1に比べて Day 4で低下した（ $p < 0.05$ ）。授業時間及び授業時間外における座位中断回数はいずれも Day 1に比べ、Day 2から Day 4において増加した（ $p < 0.05$ ）。授業時間外における歩数、中高強度活動は、Day 1に比べ、Day 2から Day 4において低下した（いずれも $p < 0.001$ ）。授業中の座位中断は、学校における座位行動を減少させ、授業中の眠気を低下させることに寄与した。しかし、中高強度活動の減少がみられたため、授業中の座位中断と並行し、授業時間外の身体活動の減少を防ぐための取組みを行うことが必要となる可能性がある。

緒言

現代社会において、肥満や生活習慣病は最も大きな健康問題の1つであり、これらの予防・改善のために身体活動量の増加が重要であることは広く知られている。また、近年では一般的に1.5 Mets以下の身体活動として定義される¹⁾、座位行動が健康に及ぼす影響にも注目が集まる。近年の成人及び子どもにおける座位行動に関する研究により、座位行動の長さや頻度の増加が総死亡率や心血管疾患等の種々の健康問題に関するリスクの増加と関連することが明らか

¹宮崎大学教育学部 ²福岡大学スポーツ科学部 ³宮崎大学教育学部附属幼稚園
⁴宮崎大学教育学部附属小学校 ⁵宮崎大学教育学部附属中学校

になった²⁻⁴⁾。他方、持続した座位行動の中断により血管機能や血圧、糖代謝の改善に寄与できる可能性も示されている⁵⁾。すなわち、肥満や生活習慣病の予防のため、身体活動の増加と共に、座位行動の減少が重要であると考えられる。

座位行動の現状として、国外の成人を対象とした調査において、座位行動が覚醒時間の55-60%を占めることが報告されている^{6,7)}。日本人は、他国に比べると座位行動時間が長い傾向にあり⁸⁾、20-50歳の勤労者では覚醒時間の約70%を座位行動が占めることが報告されている⁹⁾。子どもの座位行動の実態について、加速度計を用いた定量的なデータが近年いくつか報告されている。中でも日本人を対象としたデータとして、幼稚園児から中学生男女の座位行動は平均441分/日であり、覚醒時間の53.7%を占めることが報告された¹⁰⁾。他の小学生を対象とした先行研究においても、平日、または休日を含む数日間における座位行動は加速度計の着装時間の概ね45-60%を占めることが報告されており¹¹⁻¹³⁾、比較的多くの時間を座位行動で過ごしている実態が分かる。加えて、テレビ視聴時間など、子どもの時期の座位行動の一部は、成長後の座位行動に関連する可能性が示唆されている^{14, 15)}。したがって、生涯にわたり健康的な身体活動習慣を獲得するために、子どもの時期における座位行動を減少させる取組みの必要性がある。

子どもの座位行動の内訳として、学校以外の時間と比べて学校時間の座位行動の割合が高いことが示されている^{16, 17)}。さらに、小学生を対象にした研究では、授業中の約60-70%が座位行動であったことを報告しており^{18, 19)}、学校現場、とりわけ授業時間、に焦点を当てた座位行動減少のための取組みの必要性がある。先行研究では、学校における座位行動を減らすため、健康教育プログラムの実施や遊具及び運動用具の提供、及びそれらを併用した介入が多く実施されている²⁰⁾。授業中の座位行動に着目したものとして、国外ではスタンディングイーゼルの使用や座位中断アクションによる影響^{21, 22)}、日本ではスタンディングデスクの使用による影響が調査された²³⁾。これらの研究では、いずれも介入により座位時間の減少や中高強度身体活動の増加が報告されている^{21, 23)}。

しかし、学校、とりわけ授業時間、の座位行動を減らすための取組みについての検討はまだ十分でない。特に、実際に学校現場に導入することを考えれば、費用面での負担が少なく、簡単に実践できる方法が望ましいが、そのような方法は確立されていない。そこで、本研究では、追加の用具等が必要なく、簡便に実施できる座位中断を授業中に行い、1) 児童の身体活動状況および授業態度・効果の変化、2) 教師による座位中断行動を含む授業の実践性の評価について明らかにすることを目的とした。本研究の仮説は、授業に座位中断を行うことにより、学校での座位行動が減少すること、また、授業中の座位中断により生じる授業態度・効果の低下は僅かであると考えた。

方法

対象者

本研究は、宮崎県内の同じ小学校に通う5年生の児童100名及び5年生3クラスの担任教師3名を対象とした。すべての対象者と、児童では保護者に対し本研究の概要や予測される危険性について説明を行い、理解を得た後、書面にて自発的な同意を得た。本研究は宮崎大学教育学部研究倫理委員会で承認を得て実施された（承認番号2021-11-E-1119）。

研究手順

本研究は2021年12月中の4日間に実施された。調査対象とした4日間は、いずれも1校時あたり45分の授業が6校時まで行われた。調査1日目 (Day 1) は普段通りの授業が行われ、調査2日目、3日目、4日目 (Day 2, Day 3, Day 4) は、体育 (運動領域) を除く各授業において、授業開始20～30経過時に座位中断が行われた。座位中断は、椅子から起立し、机の周りを歩いて一回りするよう指示され、1分程度で完了された。

調査期間中、活動量計を用いて歩数及び身体活動強度を測定した。また、Day1とDay4に授業に対する集中度、眠気、楽しさ、落ち着き、理解度についてアンケート調査を行った。

加速度計による歩数、活動レベル、座位行動の測定

活動量の測定には3軸加速度センサー内臓の活動量計 (Actimarker EW4800, Panasonic 製) を用いた。調査開始の前日、対象者は歩数等が表示されている液晶画面がブラインドされた活動量計を配布され、登校日である平日4日間にわたり活動量計を装着した。装着部位は左右どちらかの上前腸骨棘付近とした。活動量計を装着しなかった時間は自記式アンケートによって記録するよう教示した。対象者には、活動量計を起床時に装着し、就寝時に取り外すこと、装着中は水泳など水中での動作を伴う場合、体育の授業中、活発な活動を伴う課外活動 (スポーツ活動など) の際は、故障や怪我の恐れがあるため活動量計を外すことをそれぞれ指示した。そのため、対象者は学校時間のみならず、起床時から就寝時まで活動量計を装着していた。

使用した活動量計は、上下、左右、前後の加速度を20Hzで検出し、1分間の平均合成加速度を算出する。得られた合成加速度は、酸素摂取量との回帰式を使用し、1分ごとの活動強度 (Metabolic Equivalents: METs) 値に換算された²⁴⁾。本研究では、活動強度が ≤ 1.5 METsのすべての覚醒行動を座位活動¹⁾、 $> 1.5 - < 3.0$ METsの活動を低強度活動 (light physical activity: LPA)、 $\geq 3.0 - < 6.0$ METsの活動を中強度活動 (moderate physical activity: MPA)、 ≥ 6.0 METs以上の活動を高強度活動 (vigorous physical activity: VPA) として定義した²⁵⁾。なお、 ≥ 3 METsの活動は中高強度活動 (moderate-vigorous physical activity: MVPA) として定義した。座位行動においては、座位行動が連続で計測された最長時間、ならびに座位行動が中断された回数を評価した。座位行動の中断は、座位行動が計測された次の1分間以降で座位行動より高い強度の活動 (> 1.5 METs) が計測された場合に中断回数を1回としてカウントした。

本研究では、学校外の時間においてクラブ活動や入浴後に活動量計の再装着を失念したと思われる者が散見された。そのため、本研究ではデータの信頼性の最も高い学校時間内のデータのみを解析対象とした。学校時間のデータは、授業時間と授業時間外に分けて解析した。授業時間のデータについて、授業内容の違いによる活動量への影響を除外するため、体育 (体育領域) の授業時間は解析対象から除外した。休み時間、ホームルーム、給食時間は授業時間外に含めた。

授業に対する集中度、眠気、落ち着き、理解度、楽しさ

児童及び授業を担当した教師を対象に、授業に対する集中度、眠気、落ち着き、理解度、楽しさを自作の質問紙を用いて5件法で調査した (図1)。Day1では調査開始前1週間、Day4ではDay2-Day4までの3日間の授業の状況を回答した。調査対象期間中の授業の状況について、

児童は授業中の平均的な自分の状況について回答し、教師は児童の様子について回答した。また、Day 4で実施した調査では、教師から座位行動を含む授業を実践して感じた授業運営上のメリット・デメリットについて自由記述で回答を得た。

図 1. 授業中の集中度，眠気，楽しさ，理解度についての質問票

問1. 授業中の集中力について				
とても集中していた		どちらともいえない		まったく集中できなかった
1	2	3	4	5
問2. 授業中の眠気について				
まったく眠たくなかった		どちらともいえない		とても眠たかった
1	2	3	4	5
問3. 授業中の落ち着きについて				
とても落ち着いていた		どちらともいえない		まったく落ち着いていなかった
1	2	3	4	5
問4. 授業の内容の理解度について				
とてもよく理解できた		どちらともいえない		まったく理解できなかった
1	2	3	4	5
問5. 授業の楽しさについて				
とても楽しかった		どちらともいえない		まったく楽しくなかった
1	2	3	4	5

統計

本研究の歩数，活動強度，活動時間に関するデータは平均値±標準偏差で示す。また，授業に対する集中度，眠気，楽しさ，理解度に関するデータは，中央値（四分位範囲）で示す。活動量計のデータについて，同意が得られた者のうち，介入期間中のデータ欠損がなく，学校時間における装着が確認できた56名を解析対象とした。座位中断行動を含む授業の実施前後における歩数，活動強度，活動時間の比較には対応のあるt検定を用い，授業に対する集中度，眠気，楽しさ，理解度の比較にはウィルコクソンの順位和検定を用いた。統計処理にはSPSS Statistic ver. 27 (IBM 社製)を用い，有意水準5%未満をもって有意な差があると判別した。

結果

歩数，活動レベル，座位行動

調査期間中における歩数，活動レベル，座位行動に関するデータを表1に示す。通常の授業 (Day1) と比較して，授業中に座位中断を行った場合では (Day2-4)，学校時間全体にお

いて座位行動, 歩数, MPA, VPA, MVPA に有意な減少がみられた (いずれも $p < 0.01$)。また, LPA と座位中断回数に有意な増加が認められた (いずれも $p < 0.05$)。

表 1. 授業中の座位中断による学校時間, 授業中, 授業外の身体活動状況の変化

		学校時間		授業時間		授業時間外	
		Day1	Day2-4	Day1	Day2-4	Day1	Day2-4
解析対象	時間	426 ± 21	411 ± 7	256 ± 21	245 ± 7	170 ± 0	167 ± 0
歩数	歩	6218 ± 2120	5111 ± 1568**	1058 ± 747	1060 ± 411	5160 ± 1712	4051 ± 1269**
	歩/時間	881 ± 306	744 ± 228**	245 ± 163	255 ± 101	1821 ± 604	1456 ± 458**
座位行動	分	177.7 ± 44.7	156.3 ± 38.2**	133.9 ± 35.0	112.8 ± 28.9**	43.8 ± 14.0	43.5 ± 11.9
	分/時間	25.1 ± 6.1	22.8 ± 5.5**	31.5 ± 7.8	27.9 ± 7.0**	15.5 ± 4.9	15.7 ± 4.3
LPA	分	196.9 ± 39.7	213.8 ± 30.3**	114.3 ± 33.5	125.0 ± 26.7**	82.6 ± 14.1	88.8 ± 10.2**
	分/時間	27.7 ± 5.1	31.1 ± 4.5**	26.8 ± 7.3	30.4 ± 6.6**	29.2 ± 5.0	31.9 ± 3.7**
MPA	分	44.1 ± 19.2	37.2 ± 14.4**	7.2 ± 6.5	6.9 ± 3.8	36.9 ± 15.6	30.3 ± 11.8**
	分/時間	6.3 ± 2.7	5.4 ± 2.1**	1.7 ± 1.4	1.7 ± 0.9	13.0 ± 5.5	10.9 ± 4.2**
VPA	分	5.2 ± 5.1	3.0 ± 2.6**	0.1 ± 0.4	0.1 ± 0.2	5.1 ± 5.1	3.0 ± 2.6**
	分/時間	0.8 ± 0.8	0.4 ± 0.4**	0.03 ± 0.10	0.02 ± 0.05	1.8 ± 1.8	1.1 ± 1.0**
MVPA	分	49.3 ± 22.0	40.2 ± 16.1**	7.3 ± 6.7	7.0 ± 3.8	42.0 ± 18.7	33.2 ± 13.5**
	分/時間	7.0 ± 3.2	5.9 ± 2.3**	1.7 ± 1.5	1.7 ± 0.9	14.8 ± 6.6	12.0 ± 4.9**
座位中断	回	47.5 ± 8.8	49.2 ± 6.8	33.2 ± 7.7	33.5 ± 5.8	13.8 ± 3.4	15.3 ± 2.7*
	回/時間	6.7 ± 1.2	7.2 ± 1.0*	7.8 ± 1.8	8.3 ± 1.4*	4.9 ± 1.2	5.5 ± 1.0**
最大座位 継続時間	分	23.1 ± 11.3	25.0 ± 7.9	21.3 ± 11.8	14.8 ± 4.5**	17.9 ± 10.4	16.0 ± 6.2

平均値±標準偏差. Day2-4 は Day 2 から Day 4 の平均値. Day 1 に対する差 * $p < 0.05$, ** $p < 0.001$.

座位行動 (≤ 1.5 METs); LPA, light physical activity (> 1.5 to < 3.0 METs); MPA, moderate physical activity (≥ 3.0 to < 6.0 METs); VPA, vigorous physical activity (≥ 6.0 METs); MVPA, moderate-vigorous physical activity (≥ 3.0 METs).

通常の授業と比較して, 授業中に座位中断を行った場合では, 授業中の座位行動と座位継続時間が有意に減少し (いずれも $p < 0.001$), LPA と座位中断回数が有意に増加した (いずれも $p < 0.05$)。また, 授業時間外の LPA と座位中断回数が有意に増加し (いずれも $p < 0.001$), 歩数, MPA, VPA, MVPA が有意に減少した (いずれも $p < 0.001$)。

授業中の集中度, 眠気, 楽しさ, 落ち着き, 理解度

調査期間中に実施した授業中の集中度, 眠気, 楽しさ, 理解度に関するアンケート結果を表 2, 表 3 に示す。児童では, 通常の授業と比較して, 授業中に座位中断を行った場合では, 眠気が有意に低下した ($p = 0.036$)。授業中の集中度, 楽しさ, 落ち着き, 理解度に有意な変化は認められなかった (表 2)。教員では, 授業中に座位中断を行った場合, 児童の授業中の集中度, 眠気, 楽しさは 3 名中 2 名が, 落ち着きと理解度は 3 名中 1 名が改善したと評価した。また,

授業中の座位行動に関して、「気分転換になったようである」という意見や「授業が中断することで集中力や落ち着きが低下するようであった」という意見がみられた(表3)。

表2. 授業中の座位中断による児童の授業に対する集中力, 眠気, 落ち着き, 理解度, 楽しさの変化

	Day-1			Day-4			Z-Score	p-value
	中央値	範囲	順位和	中央値	範囲	順位和		
集中力	2	(1 - 2)	244	2	(1 - 2)	221	0.26	0.797
眠気	1	(1 - 3)	460	1	(1 - 2)	207	2.10	0.036
落ち着き	2	(1 - 2)	254	2	(1 - 2)	242	0.12	0.901
理解度	1	(1 - 2)	138	1	(1 - 2)	139	0.02	0.987
楽しさ	1	(1 - 2)	236	1	(1 - 2)	170	0.82	0.410

データは中央値(四分位範囲, 25%点と75%点)で示す。

表3. 教師からみた児童の授業中の集中度, 眠気, 落ち着き, 理解度, 楽しさ, 及び授業運営に対する評価

		Day1	Day4	座位行動を含む授業の運営を実施して感じたメリット・
				デメリット(自由記述, Day4のみ)
教師A	集中度	3	2	立ち上がって動くことで、子どもにとっては気分転換になり、ぼーっとしてしまう子は少なかったように思う。 座位中断行動中に騒がしくなってしまうことがあった。
	眠気	3	2	
	落ち着き	3	3	
	理解度	3	2	
	楽しさ	2	2	
教師B	集中度	4	2	気分転換になったようである。 集中力が途切れることがあった。
	眠気	2	2	
	落ち着き	4	3	
	理解度	2	2	
	楽しさ	4	2	
教師C	集中度	2	2	子どもたちは気分をリフレッシュしているように感じた。 座位中断行動により、授業活動が中断されることがあった。
	眠気	2	1	
	落ち着き	3	3	
	理解度	2	2	
	楽しさ	2	1	

n=3. 自由記述の内容は筆者が要約。

考察

本研究は、小学5年生を対象に授業中に座位中断を実施することにより生じる身体活動、座位行動、並びに授業中の集中力、理解度、眠気、落ち着き、楽しさの変化について調査した。本研究の結果、授業中の座位中断により、授業中の座位継続時間の低下及び眠気の改善が認められた。また、授業外の時間においても座位中断行動を実施する回数と低強度運動時間が増加したが、中高強度活動や歩数には減少がみられた。

子どもの座位行動は健康アウトカムと関連することが報告されており、座位活動減少へ向けての取り組みの必要性が指摘される^{3, 20)}。本研究では、Day 1において普段の身体活動状況を調査した。普段の学校時間の座位行動は平均177分であり（表1）、これは装着時間の42%に該当した。この結果は、日本の高学年小学生を対象に1日の活動量を調査した先行研究^{10, 11)}の結果と比べると10%程度低いが、本研究では解析対象が学校時間に限定されていることが要因の1つだと考えられる。また、海外における先行研究と同様に^{18, 19)}、授業時間の座位行動は学校時間の座位行動の約75%を占めており、本対象においても学校で生じる座位行動の大部分が授業に関連したものであることが明らかとなった。

子どもの学校における座位活動を減少させるため、日本では休み時間の用具提供や、授業中におけるスタンディングデスクを使用するといった介入が実践されている^{23, 26, 27)}。これらの研究では児童の座位時間の減少など好ましい身体活動の変化が認められているが、導入に際する金銭面での負担も懸念されている²⁷⁾。本研究では実施した座位中断は、授業中に立ち上がり、机の周りを歩行するというものであった。新たな用具等を必要とせず、簡便に実施できる利点がある。その効果として、座位中断を実施した期間（Day 2-4）では、平常時（Day 1）に比べ、座位中断回数やLPAの増加が認められ、学校での座位時間は10%程度減少した。これらの結果は、本研究で授業中に実施した座位中断の方法が、どの学校においてもすぐに実践可能な方法でありながら、児童の学校における座位行動を減少させる手立てとして有効であることを示すものだと考えられる。

本研究では、授業時間外においても座位中断回数やLPAの増加が認められた。本研究では直接的な評価は行っていないが、本介入が児童の座位中断に対する意識を高めることに繋がり、これらの変化が生じた可能性がある。一方、先行研究と異なり²³⁾、座位行動減少のための介入によって、授業外の時間や学校時間全体での歩数及びMVPAは減少していた。先行研究では、高強度運動や高齢者での運動トレーニング、学校における体育授業の増加により、エネルギー代償や運動に対する満足感から、運動時以外の身体活動が減少する可能性が示唆されている²⁸⁻³⁰⁾。本研究では、座位中断として、立位姿勢への移行と歩行動作からなる強度の低い身体活動を1分程度行った。この座位中断により推定される消費エネルギー量は僅かであり、エネルギー代償というよりも、介入により不活動が解消されたという満足感により授業時間外における身体活動が低下した可能性が考えられる。MVPAは身体活動の中でも特に生活習慣病の罹患率や総死亡率との関連が強いことが報告されており^{31, 32)}、低下による健康上の悪影響が懸念される。先行研究では、座位行動の減少とMVPA増加のための介入を並行して行う方法が提示されている^{22, 33)}。授業中の座位中断により、特に授業時間外のMVPA減少が生じる可能性を示した本研究の結果は、授業中の座位行動を減少させる取り組みだけでなく、並行して学校生活全体で身体活動を増加させる取り組みを実施する必要性を示唆するものであると考えられる。

本研究では、児童及び教師から得たアンケートにより、授業中の座位中断による授業態度等の変化について明らかにした。児童では、授業中の座位中断行動により、眠気が改善されたことが認められた。集中力、理解度、落ち着き、楽しさについては授業中の座位中断による変化は認められなかったが、これら平常の授業でも良好な状態であったために、変化が生じなかった可能性がある。また、教師では、授業中の座位中断により、児童の集中力、眠気、理解度、落ち着き、楽しさについて3名中1～2名の教員が改善したと評価し、悪化を示す回答は1件も

なかった。すなわち、児童及び教員からは、評価対象とした授業態度・効果に関する項目について、授業中に座位中断を行うことによるネガティブな影響はみられなかった。この点は、授業中における座位中断の有用性を示すものだと考えられる。ただし、本研究で実践した座位中断は、一旦授業を中断して実施する必要がある、教師の記述回答からは、授業の流れが中断し、児童生徒の集中力や落ち着きが一時的に悪化している様子がみられる。クラス全体としてこれらに有意な低下は認められていないが、この点は今後も十分に検討が必要であると思われる。

本研究は、日本の子どもを対象に、実際の学校環境下において、簡便に実施できる方法を用いて座位中断方法の効果を検証した点に強みがある。一方、いくつかの点で研究の限界がみられる。本研究は、調査校の状況を鑑み、1日のベースライン、3日間の介入期間のデータから身体活動量の変化を検討しており、調査期間の短さに起因する結果の妥当性の低さが懸念される。身体活動量には変動があるため、一般的には概ね3～7日間かけて各タイミングでの身体活動量が評価される³⁴⁾。本研究で認められた身体活動量の差、すなわち介入後における座位時間の減少、LPAの増加、MVPAの低下、は介入期間中3日間の日差変動を上回る変化ではあったことは確認したものの（未掲載データ）、より妥当性の高いデザインでの研究の実施が必要だと思われる。また、本研究では、活動量計の解析対象を学校時間に限定しており、学校時間外の状態について明らかにすることができなかった。学校では、教育活動により身体活動が固定化される場面が多く、活動量の変化が検出されにくい可能性がある。本研究では、授業中に介入を行うことで授業時間外の身体活動にも変化が認められている。1日の身体活動全体へ及ぼす介入の効果を明らかにするため、学校時間外を含む身体活動調査も実施される必要があるだろう。最後に、本研究では調査校が1校に限られており、解析対象としたサンプル数も十分でない。また、調査校の特性から、児童や教師における介入効果の評価に一定のバイアスを含む可能性を否定できない。したがって、本研究の結果は一般化することが難しく、他地域の学校や、他の学校種も含む対象において更なる調査が望まれる。

結論

小学校児童に対し、立位及び歩行動作からなる簡便な座位中断を授業中に行うことで、学校での座位行動を減少させることができ、授業中の眠気の改善にも繋がる可能性が示された。しかし、座位中断を行うことで授業時間外における歩数及びMVPAの減少が生じたため、授業時間における座位行動の減少と並行し、学校生活全体をとおしてMVPAを増加させる取組みを実践することが必要となる可能性がある。

参考文献

- 1) Tremblay MS, Aubert S, Barnes JD et al.: Sedentary behavior research network (SBRN)-terminology consensus project process and outcome. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 14: 1-17, 2017
- 2) Biswas A, Oh PI, Faulkner GE et al.: Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults: a systematic review and meta-analysis. *Annals of Internal Medicine* 162: 123-132, 2015
- 3) Carson V, Hunter S, Kuzik N et al.: Systematic review of sedentary behaviour and health

- indicators in school-aged children and youth: an update. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 41: S240-S265, 2016
- 4) Patterson R, McNamara E, Tainio M et al.: Sedentary behaviour and risk of all-cause, cardiovascular and cancer mortality, and incident type 2 diabetes: a systematic review and dose response meta-analysis. *European Journal of Epidemiology* 33: 811-829, 2018
 - 5) 小崎恵生, 前田清司, 岡浩一朗: 座位行動と心血管代謝疾患: 実験的研究に基づくエビデンスとメカニズム. *体力科学* 71: 147-155, 2022
 - 6) Dunstan DW, Howard B, Healy GN et al.: Too much sitting—a health hazard. *Diabetes Research and Clinical Practice* 97: 368-376, 2012.
 - 7) 岡浩一朗, 杉山岳巳, 井上茂ほか: 座位行動の科学—行動疫学の枠組みの応用—. *日本健康教育学会誌* 21: 142-153 2013
 - 8) Bauman A, Ainsworth BE, Sallis JF et al.: The descriptive epidemiology of sitting: a 20-country comparison using the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). *American Journal of Preventive Medicine* 41: 228-235, 2011
 - 9) 福島教照, 天笠志保, 町田征己, ほか: 労働者の身体活動・座位行動に関する現状と評価. *体力科学* 69: 447-455, 2020
 - 10) Ishii K, Shibata A, Adachi M et al.: Gender and grade differences in objectively measured physical activity and sedentary behavior patterns among Japanese children and adolescents: a cross-sectional study. *BMC Public Health* 15: 1-9, 2015
 - 11) Tanaka C, Tanaka M, Okuda M et al.: Association between objectively evaluated physical activity and sedentary behavior and screen time in primary school children. *BMC Research Notes* 10: 1-8, 2017
 - 12) Okazaki K, Koyama Y, Ohkawara K: Relationship between Moderate-to-Vigorous Physical Activity and Sedentary Behavior on School and Non-School Days in Japanese Children. *School Health* 17: 1-8, 2021.
 - 13) Kidokoro T, Fuku N, Yanagiya T et al.: Physical activity and sedentary behaviour patterns among Kenyan and Japanese children: a comprehensive cross-country comparison. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17: 4254, 2020
 - 14) Biddle SJ, Pearson N, Ross GM et al.: Tracking of sedentary behaviours of young people: a systematic review. *Preventive Medicine* 51: 345-351, 2010
 - 15) Pearson N, Haycraft E, Johnston JP et al.: Sedentary behaviour across the primary-secondary school transition: A systematic review. *Preventive medicine* 94: 40-47, 2017
 - 16) Abbott RA, Straker LM, Erik Mathiassen S: Patterning of children's sedentary time at and away from school. *Obesity* 21: E131-E133, 2013
 - 17) Wang WY, Hsieh YL, Hsueh MC et al.: Accelerometer-measured physical activity and sedentary behavior patterns in Taiwanese adolescents. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16: 4392, 2019
 - 18) Ridgers ND, Salmon J, Ridley K et al.: Agreement between activPAL and ActiGraph for assessing children's sedentary time. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 9: 1-8, 2012
 - 19) Clemes SA, Barber SE, Bingham DD et al.: Reducing children's classroom sitting time using sit-to-stand desks: findings from pilot studies in UK and Australian primary schools. *Journal of Public Health* 38: 526-533, 2016.
 - 20) 石井香織: 子どもにおける座位行動減少のための環境介入のシステマティックレビュー. *体力科学* 65: 357-366, 2016
 - 21) Salmon J: Novel strategies to promote children's physical activities and reduce sedentary behavior. *Journal of Physical Activity & Health* 7 Suppl 3: S299–S306, 2010

- 22) Salmon J, Arundell L, Hume C et al.: A cluster-randomized controlled trial to reduce sedentary behavior and promote physical activity and health of 8-9 year olds: The Transform-Us! Study. *BMC Public Health* 11: 1-14, 2011
- 23) Kidokoro T, Shimizu Y, Edamoto K et al.: Classroom standing desks and time-series variation in sedentary behavior and physical activity among primary school children. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16: 1892, 2019
- 24) Yamada Y, Yokoyama K, Noriyasu R et al.: Light-intensity activities are important for estimating physical activity energy expenditure using uniaxial and triaxial accelerometers. *European Journal of Applied Physiology* 105: 141-152, 2009
- 25) Haskell WL, Lee IM, Pate RR et al.: Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation* 116: 1081, 2007
- 26) 石井香織, 高橋亮平, 青柳健隆ほか: 休み時間の用具提供による小学校児童の身体活動推進の効果. *日本健康教育学会誌* 23: 299-306, 2015
- 27) 城所哲宏: Stand up in class: 子どもの座りすぎの解消を目指した学級での取り組み (特集 子どもの "元気" を育む身体活動の可能性). *子どもと発達* 18: 45-51, 2020
- 28) Meijer EP, Westerterp KR, Verstappen FT: Effect of exercise training on physical activity and substrate utilization in the elderly. *International Journal of Sports Medicine* 21: 499-504, 2000
- 29) 江藤幹, 大河原一憲: 運動介入とエネルギーバランス—運動は体重コントロールの有効な手段になりえるか?. *運動疫学研究* 14: 20-28, 2012
- 30) Møller NC, Tarp J, Kamelarczyk EF et al.: Do extra compulsory physical education lessons mean more physically active children—findings from the childhood health, activity, and motor performance school study Denmark (The CHAMPS-study DK). *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 11: 1-13, 2014
- 31) Hallal PC, Victora CG, Azevedo MR et al.: Adolescent physical activity and health. *Sports Medicine* 36: 1019-1030, 2006
- 32) Jakicic JM, Kraus WE, Powell KE et al.: Association between Bout Duration of Physical Activity and Health: Systematic Review. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 51: 1213-1219, 2018
- 33) Smith JJ., Morgan PJ, Plotnikoff RC et al.: Rationale and study protocol for the 'Active Teen Leaders Avoiding Screen-time' (ATLAS) group randomized controlled trial: an obesity prevention intervention for adolescent boys from schools in low-income communities. *Contemporary Clinical Trials* 37: 106-119, 2014
- 34) 中田由夫: 3軸加速度計 HJA-350IT を用いた身体活動量評価における設定条件と採用データ数. *体育測定評価研究* 11: 57-62, 2012