

小学校高学年の重心動揺とその影響因子

— Y市M小学校を対象として —

坂本将基・中山貴文¹・齋藤和也・小澤雄二・福田晃平²・中村朱里³・井福裕俊

Body sway in children in the upper grades of elementary school and its influencing factors

Masanori Sakamoto, Takafumi Nakayama, Kazuya Saitoh, Yuji Ozawa, Kohei Fukuda,
Akari Nakamura, Hirotoishi Ifuku

(Received September 27, 2017)

The purpose of the present study was to measure the features of postural stability in children in the upper grades of elementary school and to elucidate the factors influencing postural stability. The subjects were 132 fifth-grade students and 72 sixth-grade students. Body sway was measured during upright posture with both legs or one leg, and then the total length of body sway was calculated. In addition, the subjects took some muscle strength and flexibility tests. The total lengths of body sway in girls were shorter than those in boys. In addition, the total lengths of body sway in the sixth-grade students were also shorter than those in the fifth-grade students. Furthermore, the subjects who were able to complete a muscle strength test of the body trunk demonstrated shorter body sway than did the subjects who could not complete the test. In contrast, muscle strength of the legs or flexibility of the whole body had no effect on body sway. These findings suggest that postural stability in individuals in the upper grades of elementary school depends on the muscle strength of the body trunk.

Key words : elementary school students, body sway, total length of body sway

I. 緒言

近年、子どもの姿勢の乱れが数多く指摘されるようになってきた^{1,2)}。姿勢が悪いことで身体のバランスが崩れ、心身の不調が現れると考えられる。特に学校現場では、児童生徒に落ち着きがない、授業に集中できない、椅子に長い時間座ることができない、学力や運動部活動で成果が出ないなど悪影響が大きく、解決すべき重要な課題となっている³⁾。

姿勢を評価する客観的な指標の一つに重心動揺がある。姿勢をじっと保持していたとしても、重心は毎秒1~2cm程度の速度で動いている⁴⁾。したがって、重心動揺が短いほど体のぶれが少なく、良い姿勢と考えられる。

発育発達段階にある子どもは骨や筋の成長過程にあり、その成長の速度には個人差がある。特に、第二次性徴にある小学校高学年においては、身体の様々な器官で変化が生じるため、姿勢も不安定な状態になりや

すい⁵⁾。これまで、小学生を対象とした研究から、学年の進行に伴い重心動揺が変化することが明らかにされている^{6,9)}。しかしながら、小学生の重心動揺に筋力や柔軟性などが影響を及ぼすのかについてはほとんど検討されていない。そこで本研究では、Y市立M小学校高学年の重心動揺とそれに関連する因子を明らかにすることを目的とした。

II. 方法

1. 調査対象および時期

Y市立M小学校の5年生132名(男子71名, 女子61名), 6年生72名(男子37名, 女子35名)を対象とし, 2016年11月10日に調査を実施した。

2. 測定項目および方法

1) 重心動揺と股関節内転・外転筋力

(1) 両脚立位重心動揺(立位姿勢保持能力の客観的指標)

¹九州中央リハビリテーション学院 ²熊本市立詫麻中学校 ³熊本大学特別支援教育特別専攻科

重心動揺計 (G-620, アニマ社) を用い, 両脚立位で 15 秒間, 開眼で 1 回測定した. 測定にあたっては, 以下の注意事項を口頭で説明した.

- ①被験者は靴を脱ぎ, 重心動揺計の上に普段通りの姿勢で直立する.
- ②視線は正面を向ける.
- ③記録中は頭・手・足を動かしたり, 話したりしない.

重心動揺計に立ったり, 動いたりすることで生じる大きな動揺が消失してから記録を開始した.

(2) 片脚立位重心動揺 (片脚バランスの指標)

重心動揺計 (G-620, アニマ社) を用い, 片脚立位で 10 秒間, 左右 1 回ずつ測定した. 測定にあたっての注意事項は, 両脚立位重心動揺で説明したものと同じであった.

(3) 股関節内転・外転筋力

内転外転筋力測定器 (竹井機器工業社) を両膝の間に設置した. 両膝を閉じることで内転筋力を, 開くことで外転筋力を測定した. それぞれ 2 回ずつ実施し, 値が良い方を記録とした. 両足の間隔は, 機器の幅に合わせ 15cm に統一した.

2) 筋力テストと柔軟性テスト

(1) 片脚スクワット (重心に対する片脚での上下移動能力を評価する指標)

片脚で立ち, 膝が内側に入らないようゆっくりと腰を膝の高さまで降ろして, 元の位置に戻させた. 安定してできれば可とした. 左右 1 回ずつ実施した.

(2) 立ち上がりテスト (自身のからだを重力に逆らって支持・移動する抗重力機能の指標)

両脚を揃えて 20cm の高さの台に座り, 両手を胸の前で組んだ. その後, 身体を前傾させて片脚で立ち上がり, 3 秒間保持できれば可とした. 片脚 1 回ずつ行い, 難しい場合は 30cm の台を用いて 1 回実施した. 20cm の台と 30cm の台のどちらか一方の台においてできれば○, どちらの台においてもできなければ×とした.

(3) トランクスタビリティプッシュアップ (体幹筋力の指標)

腹臥位から腕立て伏せの要領でからだを一気に持ち上げさせた. 腰が反ったりせず, 体幹を真直ぐにしたままからだを 1 つの塊として押し上げることができれば可とした. 手の位置を変え 2 回実施した. 1 回目は親指が顎の位置で実施し, 可であれば 2 回目は親指が額の位置, 不可であれば親指が鎖骨の位置で行った. 1 回目と 2 回目のどちらか一方においてできれば○, 2 回ともできなければ×とした.

(4) ディープスクワット (全身柔軟性の指標)

両手でバーを頭の真上に持ち上げ, そのまま深くしゃがみ込ませた. バーの位置が足よりも前に移動したり, 後ろに転倒したりしたら, 全身の柔軟性がないと判定した. 1 回実施した.

(5) 肩関節柔軟性テスト (肩関節の柔軟性と左右差を評価する指標)

右 (左) 手を上から, 左 (右) 手を下から背中に回し, 手を繋がせた. 左右一回ずつ実施した. 右手が上の時と左手が上の時の両方とも手を繋げられるものを○, 両方とも手を繋げられないものを×, 左右どちらか一方のみ手を繋げられるものを△とした.

3. 統計処理

重心動揺, 股関節内転・外転筋力の比較には, 二元配置分散分析を行った. 股関節内転・外転筋力と重心動揺の関係性の検定には, Pearson の積率相関係数を用いた. 重心動揺と筋力および柔軟性テストの関連については, 数量化理論 I 類を用いての多変量解析を行った. 有意水準は 5% 未満とした.

III. 結果

1. 重心動揺と股関節内転・外転筋力

1) 性別での比較

表 1 上段に, 性別ごとの重心動揺と股関節内転・外転筋力を示す. 両脚立位重心動揺の総軌跡長は男女間で差が見られなかった ($p>0.05$). 片脚立位重心動揺の総軌跡長は, 利き脚, 非利き脚ともに女子が男子より短かった (利き脚: $p<0.001$, 非利き脚: $p<0.05$). 股関節内転・外転筋力はともに, 男子が女子より大きかった (内転: $p<0.05$, 外転: $p<0.001$).

2) 学年別での比較

学年別の重心動揺と股関節内転・外転筋力を表 1 中段に示す. 両脚, 利き脚, 非利き脚立位重心動揺の総軌跡長はすべて, 6 年生が 5 年生より短かった (両脚: $p<0.05$, 利き脚: $p<0.01$, 非利き脚: $p<0.01$). 股関節内転・外転筋力はともに, 6 年生が 5 年生より大きかった (ともに $p<0.001$).

3) 学年男女別での比較

表 1 下段に, 学年男女別の重心動揺および股関節内転・外転筋力を示す. 両脚立位重心動揺の総軌跡長は 6 年男子が 5 年男子よりも短かった ($p<0.05$) が, 女子には学年による違いは見られなかった ($p>0.05$). 一方, 片脚立位重心動揺の総軌跡長は, 男子には学年による違いが認められなかったが (ともに $p>0.05$), 6 年女子は 5 年女子よりも短かった (利き脚: $p<0.01$, 非利き脚: $p<0.05$). 股関節内転・外転筋力

は男女ともに6年生が5年生より大きかった。

4) 股関節内転・外転筋力と重心動揺の関係

表2に股関節内転・外転筋力と重心動揺の間の相関係数を示す。いずれの組み合わせにおいても、有意な相関関係は認められなかった。

2. 筋力および柔軟性テストと重心動揺および股関節内転・外転筋力

それぞれの筋力および柔軟性テストの成績を可(○)と不可(×)に分け(肩関節柔軟性テストは○×△)、重心動揺の総軌跡長および股関節内転・外転筋力を比較した(表3)。親指が額の位置からトランクスタビリティプッシュアップができる人(17名)は、できない人(159名)に比べて、両脚立位重心動揺の総軌跡長が短かった($p<0.05$)。その他のテストの成否は、重心動揺や内転・外転筋力に影響を及ぼさなかった。

表4は、重心動揺と筋力および柔軟性テストの関連についての多変量解析の結果である。5年男子では、筋力および柔軟性テストの中で両脚立位重心動揺への影響が最も大きいものはトランクスタビリティプッシュアップであった。その他のテストの影響度はトランクスタビリティプッシュアップに比べて低かった。一方、6年男子では、両脚立位重心動揺への影響が最も大きいものは非利き脚による立ち上がりテストであったが、片脚スクワットやトランクスタビリティプッシュアップなどの影響度もこれに近い値を示した。

5年女子と6年女子ともに利き脚立位重心動揺への影響が最も大きかったのは、トランクスタビリティ

プッシュアップであった。その他のテストの影響度の様相も類似していた。

5年女子では、非利き脚立位重心動揺への影響が最も大きかったのは、トランクスタビリティプッシュアップであった。次に影響が大きかったのは、非利き脚による立ち上がりテストであった。その他にも、ディープスクワットや肩関節柔軟性テストも重心動揺に影響を及ぼしていた。一方、6年女子では、主にトランクスタビリティプッシュアップと肩関節柔軟性テストが非利き脚立位重心動揺に影響していた。

IV. 考察

医学(整形外科やリハビリテーション)の分野では、良い姿勢をチェックする方法として5ポイント法が用いられる。5つのポイント、すなわち①頭(耳穴)、②肩(肩峰の前方)、③腰(大転子)、④膝(膝蓋骨の後面)、⑤足(外果の前方)が鉛直線上にあると脊柱のS字状の湾曲が見られ、さらに骨盤の前傾が図られるため、良い姿勢とされている¹⁰⁻¹¹⁾。この良い立位姿勢を評価する客観的な指標の一つとして重心動揺がある。姿勢をじっと保持したとしても重心は毎秒1~2cm程度動いているため⁴⁾、重心動揺が短いほど体のぶれがない良い姿勢と考えられる。本研究においても、重心動揺総軌跡長を立位姿勢の評価指標とした。

5・6年生を合わせて男女で比較をすると、女子の片脚立位重心動揺総軌跡長が男子のそれより短かった。つまり、小学校高学年においては、女子の姿勢が

表1 重心動揺と股関節内転・外転筋力

	両脚立位重心動揺 (cm/15s)	利き脚立位重心動揺 (cm/10s)	非利き脚立位重心動揺 (cm/10s)	股関節内転筋力 (kg)	股関節外転筋力 (kg)
全体 (n=204)	22.2 ± 7.4	39.3 ± 12.9	41.7 ± 15.8	15.1 ± 4.6	15.5 ± 5.1
男子全体 (n=108)	23.0 ± 7.6	42.5 ± 12.0	43.9 ± 10.9	15.7 ± 4.8	17.0 ± 5.1
女子全体 (n=96)	21.4 ± 7.1	35.7 ± 12.9***	39.2 ± 19.8*	14.4 ± 4.3*	13.7 ± 4.5***
5年 (n=132)	23.1 ± 7.8	41.0 ± 13.7	43.6 ± 18.1	14.0 ± 4.3	14.5 ± 4.7
6年 (n=72)	20.7 ± 6.3 [#]	36.1 ± 10.7 ^{##}	38.1 ± 9.5 ^{###}	17.2 ± 4.3 ^{###}	17.3 ± 5.4 ^{###}
5年男子 (n=71)	24.0 ± 7.9	43.7 ± 12.1	44.8 ± 11.2	14.8 ± 4.4	16.0 ± 4.7
6年男子 (n=37)	21.1 ± 6.6 [†]	40.2 ± 11.8	42.1 ± 10.2	17.5 ± 4.9 ^{††}	19.0 ± 5.4 ^{††}
5年女子 (n=61)	22.0 ± 7.6	38.0 ± 14.9	42.2 ± 23.8	13.0 ± 4.1	12.7 ± 4.0
6年女子 (n=35)	20.2 ± 6.1	31.8 ± 7.4 ^{‡‡}	33.9 ± 6.7 ^{‡‡}	16.8 ± 3.6 ^{‡‡‡}	15.5 ± 4.8 ^{‡‡}

* $p<0.05$, *** $p<0.001$ (vs. 男子) [#] $p<0.05$, ^{##} $p<0.01$, ^{###} $p<0.001$ (vs. 5年)
[†] $p<0.05$, ^{††} $p<0.01$ (vs. 5年男子) [‡] $p<0.05$, ^{‡‡} $p<0.01$, ^{‡‡‡} $p<0.001$ (vs. 5年女子)

男子の姿勢よりも安定していると考えられる。男女を合わせて学年別で比較すると、6年生の両脚・片脚（利き脚、非利き脚ともに）立位重心動揺総軌跡長は5年生のそれらより短かった。このことは、学年の進行に

表2 股関節内転・外転筋力と重心動揺の相関係数

	股関節 内転筋力	股関節 外転筋力
全体		
両脚立位重心動揺	-0.08	0.03
利き脚立位 重心動揺	0.00	0.06
非利き脚立位 重心動揺	0.00	-0.07
男子全体		
両脚立位重心動揺	-0.04	-0.04
利き脚立位 重心動揺	0.02	-0.06
非利き脚立位 重心動揺	0.06	-0.08
女子全体		
両脚立位重心動揺	-0.17	0.03
利き脚立位 重心動揺	-0.10	0.00
非利き脚立位 重心動揺	-0.08	-0.17
5年		
両脚立位重心動揺	-0.02	0.12
利き脚立位 重心動揺	0.02	0.04
非利き脚立位 重心動揺	0.02	-0.10
6年		
両脚立位重心動揺	-0.04	-0.01
利き脚立位 重心動揺	0.17	0.27
非利き脚立位 重心動揺	0.23	0.20

伴い、姿勢が安定することを示唆している。このような姿勢の安定には、脚筋力、特に股関節の内転・外転筋力は関与していないようである。なぜなら、男女別の比較においては、股関節内転・外転筋力が弱い女子の姿勢が、筋力が強い男子の姿勢よりも安定し、学年別の比較においては、股関節内転・外転筋力が強い6年生の姿勢が、筋力が弱い5年生の姿勢よりも安定していたからである。さらに、股関節内転・外転筋力と重心動揺総軌跡長の間には、有意な相関関係も認められなかった（表2）。したがって、小学校高学年においては、股関節の筋力は重心動揺総軌跡長の主要因ではないと考えられる。

本研究では、立位姿勢の重心動揺と筋力や柔軟性のかかわりを検討するために、3つの筋力テストと2つの柔軟性テストを行い、それらができる人とできない人の重心動揺や股関節内転・外転筋力を比較した。その結果、トランクスタビリティプッシュアップができる人は、できない人に比べて、両脚立位重心動揺の総軌跡長が短かった。その他のテストの成否は、重心動揺と関係がなかった。トランクスタビリティプッシュアップは、瞬発的な体幹筋力の指標であると考えられている¹²⁾。したがって、小学校高学年における立位姿勢は、全身の柔軟性や脚筋力ではなく、体幹筋力に依存している可能性がある。成人では重心動揺と体幹筋力（背筋力）との間に関連性が認められない¹³⁾ことを考慮すると、子どもは成人とは異なる様式で姿勢を制御しているものと考えられる。

表3 各テストと重心動揺および股関節内転・外転筋力

		両脚立位 重心動揺 (cm/15s)	利き脚立位 重心動揺 (cm/10s)	非利き脚立位 重心動揺 (cm/10s)	股関節 内転筋力 (kg)	股関節 外転筋力 (kg)
片脚スクワット (利き脚)	○	21.7 ± 7.6	38.2 ± 11.9	41.1 ± 13.6	15.3 ± 4.2	15.8 ± 4.7
	×	23.2 ± 6.9	41.4 ± 14.5	42.9 ± 19.4	14.7 ± 5.3	14.9 ± 5.8
片脚スクワット (非利き脚)	○	22.0 ± 7.6	38.9 ± 12.4	41.2 ± 13.5	15.4 ± 4.3	15.4 ± 4.8
	×	22.6 ± 7.1	39.9 ± 13.7	42.4 ± 19.1	14.6 ± 5.0	15.5 ± 5.7
立ち上がりテスト (利き脚)	○	22.9 ± 8.2	38.2 ± 12.7	41.3 ± 14.3	15.5 ± 4.4	15.7 ± 5.0
	×	21.9 ± 6.8	42.3 ± 16.2	46.4 ± 28.4	13.9 ± 5.0	14.8 ± 5.8
立ち上がりテスト (非利き脚)	○	21.6 ± 6.8	37.2 ± 11.7	40.7 ± 18.4	15.2 ± 4.3	15.1 ± 4.7
	×	22.6 ± 6.6	40.4 ± 15.7	46.2 ± 27.5	13.8 ± 5.3	14.8 ± 5.4
トランクスタビリティ プッシュアップ	○	19.3 ± 5.4	39.1 ± 13.5	39.5 ± 8.9	13.8 ± 3.7	13.3 ± 3.9
	×	22.6 ± 7.5*	39.4 ± 13.1	42.1 ± 17.2	15.1 ± 4.6	15.6 ± 5.2
ディープスクワット	○	21.5 ± 6.8	38.4 ± 12.7	41.9 ± 18.1	15.4 ± 4.1	15.6 ± 4.9
	×	23.7 ± 8.3	40.9 ± 13.3	41.3 ± 10.0	14.5 ± 5.3	15.3 ± 5.5
肩関節柔軟性テスト	○	22.2 ± 7.6	38.7 ± 13.2	41.7 ± 17.4	15.2 ± 4.5	15.4 ± 5.2
	×	23.8 ± 8.0	44.8 ± 10.6	46.6 ± 12.6	15.6 ± 5.0	16.8 ± 5.5
	△	21.8 ± 6.3	39.6 ± 12.2	39.7 ± 8.3	14.6 ± 4.9	15.3 ± 4.7

* $p < 0.05$

表4 数量化理論I類におけるレンジ

	5年男子			6年男子			5年女子			6年女子		
	両脚立位	利き脚立位	非利き脚立位	両脚立位	利き脚立位	非利き脚立位	両脚立位	利き脚立位	非利き脚立位	両脚立位	利き脚立位	非利き脚立位
片脚スクワット (利き脚)	2.5(5)	4.9(3)	2.9(5)	8.4(2)	1.9(7)	7.3(5)	0.1(6)	3.4(5)	1.4(7)	3.7(5)	0.2(7)	1.2(7)
片脚スクワット (非利き脚)	2.1(6)	2.0(6)	0.1(7)	2.5(6)	7.4(5)	5.8(6)	0.7(5)	1.7(7)	4.2(6)	4.2(4)	1.8(6)	1.6(4)
立ち上がりテスト (利き脚)	3.8(2)	3.6(4)	7.3(4)	7.3(3)	11.5(3)	15.0(1)	4.9(4)	7.1(4)	4.4(5)	6.3(2)	7.3(2)	1.4(5)
立ち上がりテスト (非利き脚)	1.6(7)	1.8(7)	11.4(2)	9.4(1)	14.9(1)	12.1(2)	10.3(1)	8.3(3)	45.3(2)	4.8(3)	4.7(4)	1.3(6)
トランクスタビリティプッシュアップ	14.6(1)	14.3(1)	17.3(1)	4.3(4)	11.9(2)	10.5(3)	7.3(3)	18.1(1)	48.5(1)	6.5(1)	8.8(1)	12.5(1)
ディープスクワット	2.9(4)	2.9(5)	0.7(6)	3.5(5)	5.5(6)	8.0(4)	1.0(7)	2.1(6)	10.1(4)	0.5(7)	3.1(5)	2.4(3)
肩関節柔軟性テスト	3.5(3)	6.6(2)	13.8(3)	1.5(7)	9.7(4)	5.5(7)	9.4(2)	9.2(2)	17.3(3)	1.5(6)	5.9(3)	6.8(2)
決定係数	0.2	0.1	0.3	0.3	0.4	0.3	0.1	0.1	0.2	0.2	0.5	0.5

() はレンジの順序を示す

男子は学年の進行に伴い両脚立位重心動揺が短くなったが、女子は学年の進行に伴い、片脚立位重心動揺が短くなった。このことは、発育発達に伴う姿勢制御戦略の変化に男女差があることを示唆する。本研究では、男女差を詳細に検討するために、多変量解析によって筋力や柔軟性と姿勢の安定性の関係について調べた。その結果、5年男子では重心動揺に最も影響を与えるのはトランクスタビリティプッシュアップであり、そのほかのテストの貢献度は低かった。しかし、6年男子はトランクスタビリティプッシュアップに加えて立ち上がりテストや片脚スクワットの影響も大きくなっていった。したがって、男子は学年の進行に伴い、全身の筋力を用いて姿勢の安定を図ろうとしていると考えられる。一方、5年女子では、トランクスタビリティプッシュアップや立ち上がりテスト（脚筋力）、肩関節柔軟性が非利き足の重心動揺に大きな影響を及ぼすが、6年女子では、トランクスタビリティプッシュアップと肩関節柔軟性の2つが主な影響因子であった。そのため、女子は学年の進行に伴い、脚筋力に頼らず、体幹筋力と肩関節の柔軟性で姿勢を制御するという戦略を採用していると考えられる。しかしながら、多変量解析によって得られた決定係数が低いことを考慮すると、これらの戦略の違いだけで姿勢の安定性のすべてが説明できるわけではないことにも注意が必要である。姿勢制御の男女差には、発育発達の速度における男女差や、股関節や膝関節における構造の男女差なども関与している可能性がある。このことについては、今後の更なる検討が必要である。

野井 (1996)¹⁴⁾ は、重心動揺の前後方向と左右方向とでは、修正のしやすさが異なることを明らかにし

た。このことは、前後方向と左右方向の動揺が異なる様式で制御されていることを示唆している。本研究で解析した重心動揺総軌跡長は、前後方向と左右方向への動揺を合わせたものであるため、児童の姿勢の安定性を詳細に評価するためには、方向別の動揺を評価する必要があるだろう。その際、実際の児童の姿勢を記録し、その特徴と重心動揺の関係についても検討することが望ましい。

重心動揺の発達は、小学校の低学年のころまでが大きく、それ以降は緩やかになることが報告されている^{6) 8)}。これらの報告は、小学校高学年においても学年の進行に伴い重心動揺が改善されるという本研究の結果と一致しない。重心動揺の発達は、学内での生活様式、地理的要因、さらに社会的要因によって異なることが指摘されている^{15) 16)} ため、本研究で得られた結果には、通学距離や通学方法などのM小学校に特有の実情や、スポーツクラブの種類や数などの地域の特色などが反映されている可能性がある。M小学校の児童の姿勢を改善させるためには、学校内外の姿勢に影響を及ぼす様々な要因についても考慮する必要があるだろう。

謝辞

本研究はJSPS 科研費JP16K01763の助成を受けたものです。また、本研究に関連して、すべての著者に開示すべき利益相反はありません。測定に協力してくださいましたY市M小学校の校長先生をはじめ職員の方々、そして児童の皆様に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 沖嶋今日太, 笹山健作, 水内秀次, 足立稔 (2004) 小学生の日常生活身体活動量についての研究 (第2報) ~姿勢と運動能力との関係について~. 体力科学, 53, 851.
- 2) 塚原悠介, 鈴木厚太, 小林諭史, 朴相俊, 小林正哉, 中村崇 (2013) 小学生への良姿勢指導の活動報告: 保健室, 教室での活動を中心に. 信州公衆衛生雑誌, 8, 50-51.
- 3) 井上文夫, 前川麓, 浅井千恵子, 坂本美菜 (2011) 子どもの生活習慣が座位姿勢に及ぼす影響. 京都教育大学紀要, 118, 175-184.
- 4) 田口喜一郎, 依田美千穂 (1976) 重心動揺軌跡距離測定法. 日本耳鼻咽喉科学会会報, 79, 835-843.
- 5) 大山建司 (2004) 思春期の発現. *Yamanashi Nursing Journal*, 3, 3-8.
- 6) 平沢弥一郎 (1979) 日本人の直立能力について. 人類誌, 87, 81-92.
- 7) 中村稔堯 (1997) 児童の平衡機能の発達について - 重心動揺検査を通して -. 神戸大学発達科学部研究紀要, 4, 1-21.
- 8) 津山薫, 大和眞, 榎本静香, 角清一, 清田寛 (2004) 小学生の重心動揺に関する研究 - 総軌跡長, 外周面積を指標として -. 日本体育大学紀要, 34, 37-45.
- 9) 臼井永男 (1995) 重心動揺の発達的变化. 理学療法科学, 10, 167-173.
- 10) Staffel F (1889) Die menschlichen haltungs Typen. J.F.Bergman JF, Wiesbaden
- 11) Wiles P (1937) Postural deformities of anteroposterior curves of the spine. *Lancet* 299, 911-919.
- 12) Cook G (2014) ムーブメントーフアンクショナルムーブメントシステム: 動作のスクリーニング, アセスメント, 修正ストラテジー. ナップ
- 13) 坂口明, 角田興一 (1977) 重心移動量による平衡機能の評価 - 多数例の検討 -. 体力科学, 26, 64-69.
- 14) 野井真吾 (1996) 姿勢教育の基礎的研究 - 中学生が意識している“よい姿勢”について -. 日本体育大学紀要, 25, 91-98.
- 15) 臼井永男 (1995) 学校での素足生活が, 児童の直立時安定保持能力の発達に及ぼす影響. デサントスポーツ科学, 16, 50-61.
- 16) 平沢弥一郎 (1974) スタシオロジー (6) - 児童の直立能力の発達と生活環境. 静岡大学教養部研究報告 (自然科学編), 10, 47-70