

## 幼児の運動能力に及ぼす日常の身体活動量と睡眠の関係

秋武 寛<sup>1)</sup>

### Relationship among Motor Ability, Daily Physical Activity and Sleep Duration in Preschool Children

Hiroshi AKITAKE

#### Abstract

The purpose of this study was to determine the relationship between motor ability, daily physical activity, and sleep duration in preschool children. 63 preschoolers were recruited from one preschool in Shiga, Japan (33 girls and 30 boys). We measured the subjects' motor ability while performing 6 activities. The performance in each activity was rated on a 5-point scale (1-5), as outlined in a previous Japanese study. Daily physical activity and sleep duration was measured using a triaxial accelerometer (ActiGraph wGT3X-BT, ActiGraph, Pensacola, FL, USA) throughout the day for 7 consecutive days except during bathing and swimming. Each child was equipped with two ActiGraph accelerometers (ActiGraph wGT3X-BT, ActiGraph, Pensacola, FL, USA), one with a nylon wrist band on the non-dominant wrist and the other attached with an elastic band on the right hip. The total fitness score significantly correlated with the 25m sprint, standing broad jump, ball throw, body support duration, ball catch, and vigorous physical activity in girls ( $p < 0.05-0.01$ ). The total fitness score significantly correlated with the 25m sprint, standing broad jump, ball throw, two legs continuous jump over, and ball catch in boys ( $p < 0.05-0.01$ ). Sleep latency significantly correlated with total sleep time, wake after sleep onset, and average awake length in girls and boys ( $p < 0.05-0.01$ ). The combined the total fitness score in girls was the strongest predictor of VPA in the stepwise regression analysis. The future study need to determine motor ability, daily physical activity, and sleep duration in the gender differences.

Key words : awakening, sleep efficiency, sleep latency, moderate-to-vigorous physical activity, ActiGraph

キーワード : 覚醒, 睡眠効率, 睡眠潜時, 中高強度身体活動, ActiGraph

---

1) スポーツ学部

## I. 緒言

スポーツ庁（2018）は、児童や青少年の体力・運動能力の低下に歯止めがかかったものの、子どもの運動能力が高かった昭和50年代の子どものと比較して、低下していることを報告している。幼児の運動能力において、森ほか（2010）は、1966年に幼児を対象として全国で大規模調査を行い、その後定期的な調査を実施している。2002年、2008年に調査した幼児の運動能力は、1966年、1973年、1986年の幼児の運動能力と比較して、種目差はあるものの、男女ともに、運動能力の低下が認められている。子どもの運動能力の向上は、運動有能感が得られ、日常の身体活動量の増加や肥満の防止につながり（中央教育審議会、2002）、活力ある日本社会の基盤をつくれるものと思われる。

幼児の身体活動量について、文部科学省（2012）は、「幼児期運動指針策定委員会」を組織し、2012年3月に幼稚園や保育所における身体活動のみならず、家庭や地域での活動も含めた一日の生活全体の身体活動を合わせて、「様々な遊びを中心に毎日合計60分以上楽しく体を動かす」という目標を掲げ、幼児期運動指針を策定した。国際的にも子どもの身体活動量のガイドラインは、「1日に少なくとも60分以上の中強度以上の身体活動」を推奨しており、多くの国々で採用されている（Department of Health and Ageing, 2010; National Association for Sport and Physical Education, 2004; Strong et al., 2005）。身体活動量の低下は、有酸素性能力の低下を生み、高脂血症、高血圧、心臓病、骨に関する様々な問題を引き起こすことが明らかになっている。また継続的な運動による全身性の代謝は、様々な死亡リスクを低下させることが多くの研究で明らかになっている（Beets et al., 2011; Taylor et al., 2009; Cardon et al., 2008; Hinkley et al., 2008; Timmons et al., 2007）。身体活動は、寿命を延長することができるだ

けでなく、健康寿命の延長にも影響していることが考えられ、幼児期から身体活動の獲得が重要な課題である。このことから、保育者、幼稚園教諭および保護者は、幼児期から運動習慣を獲得するために外あそびなどの身体活動を促し、特に保護者は休日の運動あそびの機会を提供することが重要である（Department of Health and Ageing, 2010; National Association for Sport and Physical Education, 2004; Strong et al., 2005）。

National Sleep Foundation（2004）や Matricciani et al.（2013）は、適切な睡眠時間を乳児が11時間から15時間、1歳児から3歳児が12時間から14時間、3歳児から5歳児が11時間から13時間、5歳児から10歳が10時間から11時間の睡眠時間を推奨している。しかしながら、Mindell et al.（2010）は、世界17カ国の0歳から3歳の子どもの総睡眠時間を調査したところ、日本の幼児の睡眠時間が最も短いことを報告している。さらに日本小児保健協会（2000）の「幼児健康度調査」では、約50%の子どもが22時以降に就寝していることを報告している。2015年から2016年の調査において、石井ほか（2018）は、31.8%の幼児は、22時以降に就寝し、21時以前に就寝している幼児と比較して、夕食開始時刻、就寝時刻、起床時刻、朝食開始時刻、排便時刻、通園時刻が、男女児ともに有意に遅く、睡眠時刻が短く、テレビ・ビデオ視聴時間が長いことを報告している。さらに22時以降に就寝する男児は、外遊び時間が有意に短く、友人と一緒に遊ぶ人数が少なく、運動能力の跳び越しくぐりが有意に遅いことを報告している。また小児の睡眠時間と肥満の関係において、Chen et al.（2008）は、短時間睡眠の子どもの肥満のオッズ比は、十分な睡眠を取っている子どもと比較して1.58高くなり、男児のオッズ比は、女児より高く、10歳以上の子どもが、10歳未満の子どもより高いことを報告している。これまで、幼児の睡眠の研究では、就寝時間、就寝時刻、睡眠時間という量的な

指標を用いて、様々な健康関連指標と検討されてきた。しかし、幼児の運動能力に及ぼす日常の身体活動量および睡眠の質の関係を検討した研究は、見受けられない。

本研究は、幼児を対象に運動能力に及ぼす日常の身体活動量（歩数、運動強度）と睡眠の関係を検討することを目的とした。

## II. 方法

### 1. 対象

対象は、滋賀県S幼稚園に在籍する幼児63名（女児33名、男児30名）とした。対象の身体的特徴は、Table 1 に示した。形態測定は、身長と体重は、それぞれ0.1cmと0.1kg単位で計測し、得られた値からBody mass index（以下BMI）を算出した。BMIの算出式は、以下に示す。

$$BMI = \text{Body weight (kg)} / \text{Body height (m)}^2$$

本研究は、びわこ成蹊スポーツ大学研究倫理専門委員会にて研究倫理審査を受け、承認（成ス第96号）を得て実施した。対象の幼児、幼稚園教諭および保護者には、保護者会で口頭および書面にて本研究の趣旨を説明し、測定のと意義、個人情報保護、利益、不利益、侵襲、安全管理、データの公表について説明を行い、保護者から書面にて署名、捺印を頂き、同意を得た。

### 2. 運動能力の測定

運動能力の測定は、25m走、立ち幅跳び、ボール投げ、両足連続跳び越し、体支持持続時間、捕球の6種目を実施し、各種目の得られた測定値を1点から5点まで点数化し、6

種目の合計得点を運動能力総合得点とした（文部科学省幼児期運動指針策定委員会、2012）。

### 3. 日常の身体活動量の測定

日常の身体活動量の測定は、3軸方向の加速度計であるActiGraph wGT3X-BT（ActiGraph, Pensacola, FL, 米国, 4.6×3.3×1.5cm, 19g）を用いた。ActiGraph wGT3X-BTは、専用のベルトに固定し、幼児の右腰部に装着し、入浴、水泳などやむを得ない場合を除いて24時間1週間連続して測定した。Epoch lengthは、60秒とした。ActiGraph wGT3X-BTで得られた3軸方向の合成ベクトルの大きさの算出式は、以下に示す。

$$\text{Vector Magnitude} = \sqrt{(\text{Magnitude } x)^2 + (\text{Magnitude } y)^2 + (\text{Magnitude } z)^2}$$

身体活動量のカットポイント値は、Butte et al. (2014) のアルゴリズムを用いて座位行動（sedentary behavior: SB）、低強度身体活動（light physical activity: LPA）、中強度以上の身体活動（moderate-to-vigorous physical activity: MVPA）、高強度身体活動（vigorous physical activity: VPA）を分析した。ActiGraph wGT3X-BTから得られたデータは、ActiGraph社製 ActiLife Version 6.13.2（ActiGraph, Pensacola, FL, 米国）を用いて分析した。日常の身体活動量の測定は、幼児、幼稚園教諭および保護者にActiGraphの装着方法を記した用紙を配布し、直接説明を行った。身体活動量測定器の装着を忘れた時間については、その時間を所定の用紙に記入することとし、分析から除外した。平日の分析は、月曜日か

Table 1 Physical characteristic of subjects

	n	Age (years)	Body height (cm)	Body weight (kg)	BMI (kg·m <sup>2</sup> )
Girls	13	4 years old	107.0 (4.4)	17.4 (1.9)	15.2 (1.1)
	20	5 years old	113.7 (5.0)	18.7 (2.5)	14.4 (1.2)
Boys	18	4 years old	106.6 (3.3)	17.4 (2.4)	15.3 (1.6)
	12	5 years old	113.3 (5.1)	19.1 (2.2)	14.9 (1.3)

Values are means (standard deviation)

ら金曜日、休日の分析は、土曜日および日曜日とした。分析除外基準は、1日3時間以上装着していない場合を除外し、平日が最低3日、休日が最低1日装着しているものを分析した。

#### 4. 睡眠の測定

睡眠の測定は、対象の保護者に依頼し、直接観察法にて、ベットに入った時刻、離床時刻を1分単位で、専用の記録用紙に記入してもらった。睡眠の質の評価は、3軸方向の加速度計であるActiGraph wGT3X-BT (ActiGraph, Pensacola, FL, 米国, 4.6×3.3×1.5cm, 19g)を用いた。ActiGraph wGT3X-BTは、専用の時計バンドに固定し、幼児の非利き手の手首に装着し、入浴、水泳などやむを得ない場合を除いて24時間1週間連続して測定した。Epoch lengthは、60秒とした。睡眠の質は、Sadeh et al. (1991, 1994) のアルゴリズムを用いて分析を実施した。分析項目は、①入眠潜時 (ベットに入ってから実際に最初に寝るまでに所要した時間)、②睡眠効率、③ベット内の総合計時間、④実際に寝た睡眠時間、⑤睡眠後の覚醒時間、⑥覚醒回数、⑦平均覚醒時間の7項目とした。睡眠効率の算出式は、以下に示す。

Sleep efficiency (%)

$$= \text{Total sleep time (min)} / \text{Total minutes in bed (min)}$$

平日の睡眠は、次の日が平日を平日として定義し、日曜日から木曜日の夜の睡眠とし

た。休日の睡眠は、次の日が休日を休日として定義し、金曜日および土曜日の夜の睡眠とした。なお睡眠の調査期間に、祝日はなかった。

#### 5. 統計処理

統計処理は、IBM社製のSPSS Statistics version. 19を用いて分析を行った。すべての値は、平均値±標準偏差で示した。対象の男女の身体的特徴は、対応のないt検定を行った。運動能力、日常の身体活動量、睡眠は、二要因分散分析 (性別×年齢) を行い、有意な差が認められた場合は、その後の検定としてBonferroniを用いた。運動能力、日常の身体活動量、睡眠の関係は、Pearsonの相関関係を用いて分析を行った。また運動能力に及ぼす日常の身体活動量と睡眠の質の関係の検討は、従属変数が運動能力総合得点、独立変数がSC, SB, LPA, MVPA, VPA, 睡眠効率、ベット内の総合計時間、睡眠後の覚醒回数としたステップワイズ法を用いて分析を行った。すべての有意水準は、5%未満とした。

### Ⅲ. 結果

#### 1. 運動能力

Table 2 は、6種目の運動能力の記録を示した。男児5歳児のボール投げは、女児5歳児と比較して有意に高い値を示した ( $p<0.05$ )。

Table 2 Changes in motor ability in girls and boys

	n	Age (years)	25m sprint (sec)	Standing broad jump (cm)	Ball throw (m)	Two legs continuous jump over (sec)	Body support duration (sec)	Ball catch (frequency)	The total fitness score (score)
Girls	13	4 years old	6.6 (0.4)	81.0 (13.1)	4.3 (1.4)	6.2 (0.9)	56.0 (53.9)*	5.6 (2.6)	18.8 (4.1)
	20	5 years old	6.4 (0.6)	88.4 (12.4)	5.5 (1.5)	4.8(0.7) ††	38.5 (27.1)	6.0 (2.9)	16.8 (3.5)
Boys	18	4 years old	6.8 (0.7)	87.4 (16.5)	5.6 (1.7)	6.0 (1.4)	30.6 (22.3)	6.1 (2.7)	17.7 (3.0)
	12	5 years old	6.4 (0.6)	96.8 (13.2)	7.3(2.8)* †	5.0 (0.9) †	40.8 (21.8)	6.9 (2.6)	16.8 (2.5)

Values are means (standard deviation)

Significantly difference in gender: \* $p<0.05$

Significantly difference in age: † $p<0.05$ , ††† $p<0.001$

**Table 3 Daily physical activity in girls and boys**

Variables	Girls		Boys	
	4 years old	5 years old	4 years old	5 years old
<b>Weekdays</b>				
SC (step/day)	9084.4 (1302.2)	9910.7 (2025.3)	9182.1 (1102.0)	10238.5 (2541.7)
SB (min/day)	976.5 (54.1)	996.1 (92.4)	928.3 (100.3)	994.2 (78.4)
LPA (min/day)	380.7 (73.4)	396.9 (78.4)	423.6 (42.5)	402.0 (81.8)
MVPA (min/day)	41.7 (13.3)	47.0 (21.8)	47.6 (26.8)	43.8 (27.7)
VPA (min/day)	6.8 (2.2)	6.8 (4.7)	7.4 (11.2)	5.9 (5.8)
<b>Weekends</b>				
SC (step/day)	7920.8 (2851.2)	7521.4 (2901.8)	8740.4 (1757.7)	11116.5 (4801.5)
SB (min/day)	1022.8 (128.5)	1088.4 (140.8)	975.9 (61.5)	931.8 (143.1)
LPA (min/day)	371.2 (108.8)	311.4 (122.7)	415.9 (67.6)	449.0 (132.1)
MVPA (min/day)	46.0 (31.0)	40.2 (23.9)	49.5 (24.7)	59.2 (47.3)
VPA (min/day)	8.2 (6.1)	7.1 (7.5)	10.4 (16.1)	11.8 (16.6)
<b>All</b>				
SC (step/day)	8861.5 (1370.3)	9228.0 (1974.6)	8871.6 (1473.9)	10489.4 (3179.3)
SB (min/day)	1011.7 (76.1)	1022.5 (92.8)	942.4 (70.0)	976.4 (96.5)
LPA (min/day)	384.6 (65.3)	372.5 (78.7)	422.8 (42.1)	415.4 (95.8)
MVPA (min/day)	43.7 (17.6)	45.1 (19.1)	47.9 (24.9)	48.2 (33.2)
VPA (min/day)	7.4 (3.1)	6.9 (5.2)	8.2 (12.3)	7.6 (9.0)

Values are means (standard deviation)

SC: step count, SB: sedentary behavior, LPA: light physical activity, MVPA: moderate-to-vigorous physical activity, VPA: vigorous physical activity.

## 2. 日常の身体活動量

Table 3 は、平日、休日および全日の日常の身体活動量を示した。歩数は、4歳女児が8861.5±1370.3歩、4歳男児8871.6±1473.9歩、5歳女児が9228.0±1974.6歩、5歳男児10489.4±3179.3歩を示した。MVPAは、4歳女児43.7±17.6分、4歳男児47.9±24.9分、5歳女児45.1±19.1分、5歳男児48.2±33.2分を示した。身体活動量は、性差、年齢ともに統計的な差は認められなかった。

## 3. 睡眠

Table 4 は、平日、休日および全日の睡眠を示した。全日の睡眠効率率は、4歳女児78.7±4.9%、4歳男児81.3±3.5%を示した。5歳女児82.6±2.9%、5歳男児71.7±4.8%を示し、5歳女児が5歳男児と比較して有意に高い値を示した ( $p<0.01$ )。全日のベット内の総合計時間は、4歳女児が592.9±41.1分、4歳男児が607.6±34.5分、5歳女児が607.4±30.6分、5歳男児が606.1±61.9分を示した。全日の実際に寝て

いた総睡眠時間は、5歳女児501.3±21.0分、5歳男児433.4±36.5分を示し、5歳女児が5歳男児と比較して有意に高い値を示した ( $p<0.01$ )。全日の睡眠後の覚醒時間は、5歳女児90.8±24.1分、5歳男児の153.1±39.0分を示し、5歳女児が5歳男児と比較して有意に低い値を示した ( $p<0.01$ )。全日の平均覚醒時間は、5歳女児3.7±0.5分、5歳男児5.4±1.0分を示し、女児が男児と比較して有意に低い値を示した ( $p<0.01$ )。

## 4. 運動能力、日常の身体活動量、睡眠の関係

Table 5 は、女児の運動能力、日常の身体活動量、睡眠の相関関係を示した。女児の運動能力総合得点は、25m走、立ち幅跳び、ボール投げ、体支持持続時間、捕球、VPAとの間に相関関係が認められた ( $p<0.05-0.01$ )。睡眠効率は、実際に寝ていた睡眠時間との間に正の相関関係 ( $p<0.01$ )、睡眠後の覚醒時間、平均覚醒時間との間に負の相関関係が認めら



Table 4 Quantity of sleep duration in girls and boys

Variables	Girls		Boys	
	4 years old	5 years old	4 years old	5 years old
Weekdays				
In bed time (h:m)	21:04 (0:44)	21:11 (0:31)	20:50 (0:34)	20:43 (0:48)
Out bed time (h:m)	6:47 (0:37)	7:15 (0:31)	7:01 (0:16)	7:15 (0:10)
Sleep latency (min)	19.6 (12.5)	15.9 (7.6)	18.3 (10.6)	19.0 (4.0)
Sleep efficiency (%)	78.6 (5.9)	82.8 (2.8)**	80.8 (5.0)	70.8 (4.7)
Total minutes in bed (min)	592.5 (45.5)	604.5 (28.3)	611.5 (35.9)	623.9 (66.4)
Total sleep time (min)	465.4 (49.4)	500.5 (22.6)*	493.3 (37.4)	441.6 (32.7)
Wake after sleep onset (min)	107.6 (26.5)	88.1 (24.2)	100.0 (27.0)	163.3 (44.4)**
Number of awakenings (frequency)	27.5 (2.9)	24.4 (7.0)	27.8 (6.2)	30.2 (2.1)
Average awake length (min)	3.9 (0.8)	3.6 (0.5)	3.6 (1.2)	5.5 (1.2)**
Weekends				
In bed time (h:m)	21:19 (0:42)	21:19 (0:34)	21:06 (0:32)	21:56 (0:57)
Out bed time (h:m)	7:13 (0:42)	7:33 (0:36)	7:10 (0:18)	7:18 (0:18)
Sleep latency (min)	18.9 (12.7)	13.8 (15.9)	16.3 (9.8)	21.3 (11.8)
Sleep efficiency (%)	79.0 (3.6)	82.1 (4.2)*	82.6 (4.2)	73.8 (9.7)
Total minutes in bed (min)	593.8 (36.6)	614.5 (45.7)	604.1 (36.4)	561.7 (74.8)
Total sleep time (min)	469.9 (45.4)	503.3 (33.2)**	498.6 (28.4)	413.0 (54.6)
Wake after sleep onset (min)	104.9 (9.2)	97.4 (26.9)	89.2 (28.7)	127.3 (49.9)
Number of awakenings (frequency)	27.5 (3.3)	25.3 (7.5)	26.8 (8.0)	25.0 (4.6)
Average awake length (min)	3.9 (0.5)	3.9 (0.9)	3.3 (1.1)	5.2 (2.4)
All				
In bed time (h:m)	21:08 (0:41)	21:13 (0:30)	20:55 (00:31)	21:14 (0:57)
Out bed time (h:m)	7:01 (0:38)	7:20 (00:32)	7:02 (00:16)	7:20 (0:12)
Sleep latency (min)	19.4 (12.2)	15.3 (9.5)	17.1 (10.3)	19.7 (2.1)
Sleep efficiency (%)	78.7 (4.9)	82.6 (2.9)**	81.3 (3.5)	71.7 (4.8)
Total minutes in bed (min)	592.9 (41.1)	607.4 (30.6)	607.6 (34.5)	606.1 (61.9)
Total sleep time (min)	466.7 (46.7)	501.3 (21.0)**	493.2 (25.7)	433.4 (36.5)
Wake after sleep onset (min)	106.8 (19.3)	90.8 (24.1)**	97.2 (19.7)	153.1 (39.0)
Number of awakenings (frequency)	27.5 (2.2)	24.6 (7.0)	27.4 (6.2)	28.7 (2.8)
Average awake length (min)	3.9 (0.6)	3.7 (0.5)**	3.5 (0.9)	5.4 (1.0)

Values are means (standard deviation)

Significantly difference in gender: \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$

れた ( $p < 0.05-0.01$ ).

Table 6 は, 男児の運動能力, 日常の身体活動量, 睡眠の相関関係を示した. 男児の運動能力総合得点は, 25m走, 立ち幅跳び, ボール投げ, 両足連続跳び越し, 捕球, 覚醒回数との間に相関関係が認められた ( $p < 0.05-0.01$ ). 睡眠効率, 実際に寝ていた睡眠時間との間に正の相関関係 ( $p < 0.05$ ), 睡眠後の覚

醒時間, 平均覚醒時間との間に負の相関関係が認められた ( $p < 0.01$ ).

Table 7 は, 運動能力に及ぼす日常の身体活動量と睡眠の関係は, ステップワイズ法を用いた重回帰分析を示した. 女児の運動能力は, 有意に予測された項目がVPAであった ( $r = 0.654$ ,  $p < 0.05$ ). 男児の運動能力は, 予測された項目は認められなかった.

Table 5 Pearson correlations among motor ability, physical activity, and sleep duration in girls (n=12)

	Total fitness score	25m sprint	Standing broad jump	Ball throw	Two legs continuous jump over	Body support duration	Ball catch	SC	SB	LPA	MVPA	VPA	In bed time	Out bed time	Sleep latency	Sleep efficiency	Total minutes in bed	Total sleep time	Wake after sleep onset		
25m sprint	-.462**																				
Standing broad jump	.562**	-.311																			
Ball throw	.536**	-.492**	.498**																		
Two legs continuous jump over	-.251	.232	-.509**	-.648**																	
Body support duration	.585**	-.257	.247	.194	.030																
Ball catch	.556**	-.343	.178	.442*	-.242	-.058															
SC	.591	-.909**	.534	.506	-.286	.418	.795**														
SB	-.475	.628*	-.342	-.333	.067	-.241	-.780**	-.840**													
LPA	.440	-.550	.279	.224	.029	.276	.685*	.820**	-.985**												
MVPA	.484	-.764**	.499	.672*	-.428	.042	.903**	.640*	-.730**	.600*											
VPA	.654*	-.786**	.589	.698*	-.301	.421	.670*	.660*	-.468	.362	.732**										
In bed time	.259	-.405	-.105	.517	-.210	.439	.333	.298	-.146	.061	.626*	.403									
Out bed time	.485	-.608*	.255	.559	-.427	.594*	.318	.454	.066	-.051	.358	-.101	.494								
Sleep latency	-.157	.140	-.304	-.083	.276	-.439	.197	-.034	-.007	.013	-.176	-.018	-.202	-.078							
Sleep efficiency	.284	-.361	.297	.312	-.495	.443	.308	.307	-.136	.109	.219	.192	.427	.478	-.549						
Total minutes in bed	.171	-.110	.407	-.089	-.175	.166	-.100	.164	.209	-.110	-.256	-.497	-.487	.519	.121	.061					
Total sleep time	.371	-.393	.538	.221	-.550	.426	.200	.329	.053	-.003	-.021	-.215	-.045	.697*	-.286	.712**	.744**				
Wake after sleep onset	-.221	.332	-.095	-.365	.402	-.271	-.483	-.298	.240	-.175	-.283	-.401	-.594*	-.355	.212	-.879**	.227	-.428			
Number of awakenings	.139	-.048	.262	-.074	.081	.140	-.123	.189	-.134	.221	-.082	-.215	-.532	-.041	-.001	-.546	.482	-.019	.792**		
Average awake length	-.509	.635*	-.400	-.496	.529	-.534	-.716*	-.756**	.613*	-.621*	-.298	-.402	-.276	-.523	.178	-.682*	-.254	-.642*	.630*	.044	

Values are correlations (r).

Significant correlations are asterisk (\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ ).

SC: step count, SB: sedentary behavior, LPA: light physical activity, MVPA: moderate-to-vigorous physical activity, VPA: vigorous physical activity.

Table 6 Pearson correlations among motor ability, physical activity, and sleep duration in boys (n=13)

	Total fitness score	25m sprint	Standing broad jump	Ball throw	Two legs continuous jump over	Body support duration	Ball catch	SC	SB	LPA	MVPA	VPA	In bed time	Out bed time	Sleep latency	Sleep efficiency	Total minutes in bed	Total sleep time	Wake after sleep onset		
25m sprint	-.646**																				
Standing broad jump	.449*	-.534**																			
Ball throw	.506**	-.448*	.519**																		
Two legs continuous jump over	-.420*	.487**	-.167	-.497**																	
Body support duration	.320	-.310	.359	.085	.066																
Ball catch	.414*	-.593**	.043	.155	-.359	.327															
SC	-.250	-.004	.249	-.270	-.044	-.015	.091														
SB	.160	-.015	-.004	.435	-.396	-.553	-.099	-.144													
LPA	-.239	.377	-.019	-.562*	.406	.268	-.270	.645*	-.442												
MVPA	-.018	-.249	.389	.018	-.025	-.259	-.074	.427	.101	-.093											
VPA	-.301	-.085	-.057	-.231	-.047	-.259	.075	.386	.085	-.176	.732**										
In bed time	-.215	-.135	.316	-.167	.034	.145	.301	.477	-.451	.041	.471	.619*									
Out bed time	-.212	.402	.072	.129	.178	-.066	-.199	.015	.081	-.022	.083	.039	.104								
Sleep latency	.340	.067	.214	.184	-.203	-.075	-.271	.062	.303	.222	-.237	-.033	-.281	.501							
Sleep efficiency	-.035	.083	-.412	-.504	.536	.387	.167	-.101	-.522	.313	-.192	-.138	.069	-.543	-.431						
Total minutes in bed	.110	.304	-.266	.215	.046	-.166	-.372	-.444	.462	-.049	-.409	-.568*	-.900**	.341	.485	-.304					
Total sleep time	.018	.364	-.592*	-.325	.547	.211	-.189	-.430	-.109	.271	-.485	-.568*	-.645*	-.192	.017	.649*	.525				
Wake after sleep onset	.015	-.070	.291	.559*	-.499	-.405	-.148	-.053	.573*	-.416	.128	-.019	-.250	.473	.275	-.955**	.444	-.506			
Number of awakenings	.562*	.011	.436	.410	-.076	.269	-.205	-.408	.132	-.069	-.504	-.335	-.360	.241	.517	-.289	.446	.103	.263		
Average awake length	-.238	-.082	.124	.322	-.474	-.525	-.043	.165	.498	-.399	.450	.214	.019	.452	.146	-.882**	.180	-.646*	.885**	-.141	

Values are correlations (r).

Significant correlations are asterisk (\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ ).

SC: step count, SB: sedentary behavior, LPA: light physical activity, MVPA: moderate-to-vigorous physical activity, VPA: vigorous physical activity.



**Table 7 Stepwise multiple-regression analysis for the total fitness score factors predicting physical activity and quality of sleep duration**

	Dependent variable	Predictor	r	$\beta$	p
Girls	The total fitness score	VPA	.654	.648	<.05
		SB	.568	.087	.746
Boys	The total fitness score	Number of awakenings		.550	.063

VPA: vigorous physical activity, SB: sedentary behavior.

#### IV. 考察

睡眠ポリソムノグラフ (Polysomnography: 以下PSG) は、客観的な睡眠と覚醒の評価として用いられている。PSGは、脳波、眼球運動、頤金筋電図、心電図、体位、体動などの生態現象を同時に記録し、睡眠の質を評価している (Slater et al., 2015; Oudegeest-Sander et al., 2013; Sadeh et al., 1994; Sadeh et al., 1991)。しかし、PSG検査は、多くの電極や特別な測定機器が必要で、一回の睡眠検査で高額のコストがかかり、かつ現実的に普段自宅の睡眠環境と異なり、被験者の負担が考えられる。睡眠障がい患者は、五人に一人とも言われており (白川・高橋, 1998)、睡眠の質にも注目されている。ActiGraphは、非利き手や腰部に装着することから非侵襲的であり、身体活動量や睡眠の質を評価することから多くの研究で用いられている (Oudegeest-Sander et al., 2013; Sadeh et al., 1994; Sadeh et al., 1991)。今回の研究では、幼児を対象にActiGraphを用いて運動能力に及ぼす日常の身体活動量、睡眠の関係を検討したことに意義があると考えられる。

本研究の幼児の運動能力は、5歳男児のボール投げは、5歳女児と比較して有意に高い値を示した ( $p<0.05$ )。投能力の性差の原因は、男女で運動経験、運動頻度などの相違が関係していることを報告していることから (中村ほか, 1987)、本研究結果でも同様の傾向を示した。

加速度計Lifecorder (Lifecorder: 以下LC) を用いて幼児754名を対象に平日の歩数は、

女児が3歳 $12177.1 \pm 2384.9$ 歩、4歳 $12307.7 \pm 3108.5$ 歩、5歳 $11990.6 \pm 3033.0$ 歩、男児が3歳 $14270.0 \pm 3119.5$ 歩、4歳 $14243.6 \pm 3246.8$ 歩、5歳 $14645.1 \pm 3366.1$ 歩を示した。休日の歩数は、男児が4歳 $11640.8 \pm 2923.4$ 歩、5歳 $11169.7 \pm 4242.1$ 歩、6歳 $10998.8 \pm 4993.8$ 歩、女児が4歳 $10736.8 \pm 3615.8$ 歩、5歳 $10397.1 \pm 4118.6$ 歩、6歳 $9696.4 \pm 4030.4$ 歩であったことが報告されている (秋武ほか, 2016)。またActiGraphを用いてButte et al. (2016) は、3歳から5歳の幼児111名を対象に歩数が、9300歩であることを報告している。ActiGraphを用いた本研究の歩数は、女児4歳が $8861.5 \pm 1370.3$ 歩、女児5歳が $9228.0 \pm 1974.6$ 歩、男児4歳 $8871.6 \pm 1473.9$ 歩、男児5歳 $10489.4 \pm 3179.3$ 歩を示した。LCの歩数の精度は、成人を対象にLCを含めて合計10種類の歩数計を腰部に装着して、400mの歩行で検証し、LCが他の9種類の歩数計と比較し、最も高い歩数精度であったことが確認されている (Schneider et al., 2003)。幼児を対象にトレッドミル多段階漸増運動負荷テスト中における実測の歩数とLCから出力される歩数は、歩行が10.6%、速歩が5.6%、走行が0.2%過小評価し、LCの歩数の精度が明らかにされている (秋武ほか, 2019)。一方、幼児を対象にトレッドミル多段階漸増運動負荷テスト中における実測の歩数は、ActiGraph GT3Xを腰部に装着して出力される歩数において、LCよりさらに過小評価し、ActiGraph GT3Xの歩数の精度が明らかになっている (秋武ほか, 2018)。幼児を対象としたLCの本研究とこれらの研究の歩数の相違は、加速度計の機種

相違によることが考えられる。これらの結果から、幼児を対象にActiGraph GT3Xを用いた歩数の評価は、測定誤差が大きく、実測の歩数に対してLCより過小評価する傾向を示している。つまり、ActiGraph GT3Xを用いた本研究の結果は、これらの歩数の精度の研究において、歩数が過小評価されたことが考えられる。これらの観点から本研究で用いた加速度計ActiGraph GT3Xから出力された歩数の評価は、慎重に取り扱う必要があると考える。本研究のMVPAは、女児 4 歳 $43.7 \pm 17.6$ 分、女児 5 歳 $45.1 \pm 19.1$ 分、男児 4 歳 $47.9 \pm 24.9$ 分、男児 5 歳 $48.2 \pm 33.2$ 分を示した。幼児の身体活動量については、文部科学省(2012年)において「幼児期運動指針策定委員会」を組織し、2012年3月に幼稚園や保育所における身体活動のみならず、家庭や地域での活動も含めた一日の生活全体の身体活動を合わせて、「様々な遊びを中心に毎日合計60分以上楽しく体を動かす」という目標を掲げ、幼児期運動指針を策定した。国際的に、子どもの身体活動量のガイドラインは、「1日に少なくとも60分以上の中強度以上の身体活動」を推奨しており、多くの国々で採用されている(Department of Health and Ageing, 2010; National Association for Sport and Physical Education, 2004; Strong et al., 2005)。しかし、本研究の結果からは、MVPAが男女児ともに60分以下であったことが確認された。日常の身体活動量は、地域差、生活習慣の異なる地域で差があることが報告されていることから(田中・田中, 2009)、今後も継続的、縦断的に、幼児の身体活動量に関するエビデンスを取得し、様々な地域の子どもを対象に検討していく必要があると考える。

National Sleep Foundation (2004)やMatricciani et al. (2013)は、乳児が11時間から15時間、1歳児から3歳児が12時間から14時間、3歳児から5歳児が11時間から13時間、5歳から10歳が10時間から11時間の睡眠時間を推奨している。本研究の幼児の睡眠時間は、女児 4

歳が $592.9 \pm 41.1$ 分、女児 5 歳が $607.4 \pm 30.6$ 分、男児 4 歳が $607.6 \pm 34.5$ 分、男児 5 歳が $606.1 \pm 61.9$ 分を示し、National Sleep Foundation (2004)が推奨している睡眠時間より、短いことが明らかとなった。このことから保育者、幼稚園教諭および保護者は、幼児に対して睡眠教育を行っていくことの重要性が示唆された。Acebo et al. (2005)は、mini-actigraphsを用いて4歳女児 $86.9 \pm 4.7\%$ 、4歳男児 $88.7 \pm 6.4\%$ 、5歳女児 $88.6 \pm 4.5\%$ 、5歳女児 $87.9 \pm 4.9\%$ であることを報告している。本研究の睡眠効率が、4歳女児 $78.7 \pm 4.9\%$ 、4歳男児 $81.3 \pm 3.5\%$ 、5歳女児 $82.6 \pm 2.9\%$ 、5歳男児 $71.7 \pm 4.8\%$ を示し、Acebo et al. (2005)の報告より低い睡眠効率を示した。この相違点について、ActiGraphを用いたSedeh et al. (1994, 1991)のアルゴリズムは、10歳以上の子どもを対象としてActiGraphとPSGとの検証からアルゴリズムが確立されている点があげられる。また睡眠効率などのアルゴリズムは、人種間によっても異なることが考えられる。そして、本研究では、対象の保護者に依頼し、直接観察法にて、ベットに入った時刻、離床時刻を1分単位で、専用の記録用紙に記入してもらい、その記入された時刻を入力し、専用のソフトで分析を行った。幼児は、ベットに入って就寝する意思がなく、そのままベットの中で過ごしている時間を分析し、睡眠効率が低下していることも考えられる。睡眠分析を行うActiLifeのソフトには、加速度計のデータから、ベットに入った時間と離床時間を予測し、分析するソフトが内蔵されているため、他の先行研究が上述する方法で分析を実施した可能性も考えられる。今後は、幼児を対象にActiGraphを用いて睡眠分析を上述した点から検討を行う必要がある。

女児の運動能力総合得点は、25m走、立ち幅跳び、ボール投げ、体支持持続時間、捕球、VPAとの間に相関関係が認められた( $p < 0.05-0.01$ )。女児の睡眠効率は、実際に寝ていた睡眠時間との間に正の相関関係( $p < 0.01$ )、睡眠

後の覚醒時間、平均覚醒時間との間に負の相関関係が認められた ( $p < 0.05-0.01$ )。男児の運動能力総合得点は、25m走、立ち幅跳び、ボール投げ、両足連続跳び越し、捕球、覚醒回数との間に相関関係が認められた ( $p < 0.05-0.01$ )。男児の睡眠効率、実際に寝ていた睡眠時間との間に正の相関関係 ( $p < 0.05$ )、睡眠後の覚醒時間、平均覚醒時間との間に負の相関関係が認められた ( $p < 0.01$ )。幼児の運動能力に及ぼす日常の活動量、睡眠の関係は、Pearsonの相関分析において比較的の高い相関関係が認められた項目を抽出し、従属変数が運動能力総合得点として、独立変数が歩数、SB、LPA、MVPA、VPA、睡眠効率、ベッド内の総合計時間、睡眠後の覚醒回数としたステップワイズ法を用いて分析を行った。重回帰分析において女児の運動能力は、有意に予測された項目はVPAであった ( $r=0.654$ ,  $p < 0.05$ )。重回帰分析において男児の運動能力は、予測された項目は認められなかった。Williams et al. (2012) は、幼児を対象に日常生活のMVPAおよびVPAが、fundamental motor skillに関係が認められたことを報告している。本研究結果において女児は、Williams et al. (2012) の報告と同様にVPAと運動能力の間に相関関係が認められるために、幼児期の日常生活においてVPAをとまなう運動あそびを取り入れることの重要性が示唆された。男児のVPAが、女児と同様に運動能力総合得点と関係を示さなかった理由を明らかにすることができなかったため、今後の検討課題となる。また本研究の男児の運動能力総合得点は、睡眠時の覚醒回数と比較的高い相関関係を示した。睡眠効率は、運動能力総合得点および身体活動量に、ほぼすべての項目において関係を示さなかった。Oudegeest-Sander et al. (2013) は、成人を対象に酸素摂取量と入眠潜時、合計睡眠時間、睡眠効率、睡眠時の覚醒回数に関係が認められなかったが、高齢者を対象に酸素摂取量と睡眠時の覚醒回数にのみ正の相関関係を示したことを報告してい

る。本研究の運動能力と睡眠の関係において、女児が、高齢者の研究結果、男児が、成人の研究結果と同様の傾向を示すことになった (Oudegeest-Sander et al., 2013)。先行研究では、その因果関係を明らかにされておらず、本研究の結果からも同様に両者の因果関係を明らかにすることには至らなかった。石井ほか (2018) は、22時以降に就寝する男児は、運動能力の跳び越しくぐりが有意に遅いことを報告しているため、今後対象者の人数を増やして、検討していく必要がある。

本研究の限界点として、睡眠は、午睡について検討を加えていない点である。沼口ほか (2009) は、午睡している幼児が夜の睡眠において就寝時刻が遅く、総睡眠時間が短いことを報告している。今後は、午睡を含めて睡眠の質の検討を行う必要がある。またActiGraphを用いた幼児の睡眠の質の研究は、報告が少なく、本研究で用いたSadeh et al.の睡眠のアルゴリズムも合わせて検討を行う必要がある。

## V. 結論

本研究の結論は、重回帰分析において幼児期において女児の運動能力は、有意に予測された項目はVPAであった ( $r=0.654$ ,  $p < 0.05$ )。しかしながら、重回帰分析において男児の運動能力は、予測された項目は認められなかった。今後は、幼児の運動能力に及ぼす日常の身体活動量(歩数、運動強度)、睡眠の関係において、男女に相違が認められたことにより、対象人数を増やして検討する必要がある。

利益相反自己申告：申告すべきものはなし

## 引用文献

- Acebo, C., Sadeh, A., Seifer, R., Tzischinsky, O., Hafer, A., and Carskadon, M. A. (2005) Sleep/wake patterns derived from activity monitoring and maternal report for healthy 1- to 5-year-old children. *Sleep*, 28 (12):1568-1577.

- 秋武寛・鉄口宗弘・三村寛一 (2019) トレッドミル多段階漸増運動負荷テストを用いた幼児の1軸加速度計Lifecorderの運動強度と歩数の評価. *教育医学*, 64 (3) : 242-250.
- 秋武寛・三村寛一・船渡和男 (2018) 手首および腰部装着時の加速度計ActiGraph wGT3X-BTを用いた幼児の運動強度と歩数の精度評価. *日本体育学会大会予稿集*, 69 : 157.
- 秋武寛・安部恵子・三村寛一 (2016) 幼児の運動能力に対する歩数および運動強度との関係. *発育発達研究*, 70 : 17-26.
- Beets, M. W., Bornstein, D., Dowda, M., and Pate, R. R. (2011) Compliance with national guidelines for physical activity in U. S. preschoolers: Measurement and interpretation. *Pediatrics*, 127 (4) : 658-664.
- Butte, N. F., Puyau, M. R., Wilson, T. A., Liu, Y., Wong, W. W., Adolph, A. L., and Zaken, I. F. (2016) Role of physical activity and sleep duration in growth and body composition of preschool-aged Children. *Obesity*, 24: 1328-1335.
- Butte, N. F., Wong, W. W., Lee, J. S., Adolph, A. L., Puyau, M. R., and Zakeri, I. F. (2014) Prediction of energy expenditure and physical activity in preschoolers. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 46:1216-1226.
- Cardon, G. M. and Bourdeaudhuij, I. D. (2008) Are preschool children active enough? Objectively measured physical activity levels. *Res. Q. Exerc. Sport*, 79 (3): 326-332.
- Chen, X., Beydoun, M. A., and Wang, Y. (2008) Is sleep duration associated with childhood obesity? A systematic review and meta-analysis. *Obesity (Silver Spring)*, 16: 256-274.
- 中央教育審議会 (2002) 子どもの体力向上のための総合的な方策について (答申)
- Department of Health and Ageing (2010) National Physical Activity Guidelines for Australians. *Physical Activity Recommendations for 0- 5 Year Olds*. Canberra, Commonwealth of Australia.
- Hinkley, T., Crawford, D., Salmon, J., Okely, A. D., and Hesketh, K. (2008) Preschool children and physical activity: a review of correlates. *Am. J. Prev. Med.*, 34 (5): 435-441.
- Hirshkowitz, M., Whiton, K., Albert, S. M., Alessi, C., Bruni, O., DonCarlos, L., Hazen, N., Herman, J., Katz, E. S., Kheirandish-Gozal, L., Neubauer, D. N., O' Donnell, A. E., Ohayon, M., Peever, J., Rawding, R., Sachdeva, R. C., Setters, B., Vitiello, M. V., and Hillard, P. J. A. (2015) National sleep foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. *Sleep Health*, 1 (1): 40-43.
- 石井浩子・前橋明 (2018) 夜型社会の中での幼児の生活リズムと体力, 身体活動量との関係. *幼児体育学研究*, 10 (1) : 45-54.
- Matricciani, L., Blunden, S., Rigney, G., Williams, M. T., and Olds, T. S. (2013) Children's sleep needs: Is there sufficient evidence to recommend optimal sleep for children ?. *Sleep*, 36: 527-534.
- Mindell, J. A., Sadeh, A., Wiegand, B., How, T. Y., and Goh, D. Y. (2010) Cross-cultural differences in infant and toddler sleep. *Sleep Med.*, 11: 274-280.
- 文部科学省幼児期運動指針策定委員会 (2012) 幼児期運動指針
- 森司朗・杉原隆・吉田伊津美・筒井清次郎・鈴木康弘・中本浩揮・近藤充夫 (2010) 2008年の全国調査からみた幼児の運動能力. *体育の科学*, 60 : 56-66.
- 中村和彦・宮丸凱史・久野譜也 (1987) 幼児の投動作様式の発達とその評価に関する研究. *筑波大学体育科学紀要*, 10 : 157-166.
- National Association for Sport and physical education (2004) *Physical activity for children: A statement of guidelines*. 2nd. Ed., Reston, V. A.
- 日本小児保健協会幼児調査研究小委員会 (2000) 平成12年幼児健康度調査報告書. 小児保健協会 : 東京. 1-31.
- 沼口知恵子・加藤令子・小室佳文・田村麻里子 (2009) 茨城県における幼児の睡眠調査. *小児保健研究*, 68 (4) : 470-475.
- Oudegeest-Sander, M. H., Eijsvogels T. M. H., Verheggen, R. J. H. M., Poelkens, F., Hopman, M. T. E., Jones, H., and Thijssen, D. H. J.



- (2013) Impact of physical fitness and daily energy expenditure on sleep efficiency in young and older humans. *Gerontology*, 59 (1) : 8-16.
- Sadeh, A., Sharkey, K. M., and Carskadon, A. (1994) Activity-based sleep-wake identification an empirical test of methodological issues. *American Sleep Disorders Association and Sleep Research Society*, 17 (3) : 201-207.
- Sadeh, A., Lavie, P., Scher, A., Tirosh, E., and Epstein, R. (1991) Actigraphic home-monitoring sleep-disturbed and control infants and young children a new method for pediatric assessment of sleep-wake patterns. *Pediatrics*, 87 (4) :494-499.
- Schneider, P. L., Crouter, S. E., Lukajic, O., and Bassett, D. R. (2003) Accuracy and reliability of 10 pedometers for measuring steps over a 400-m walk. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 35 (10) : 1779-1784.
- 白川修一郎・高橋清久 (1998) 睡眠障害 睡眠障害に関する疫学的事項. *日本臨床*, 56 (2) : 354-360.
- Slater, J., Botsis, T., Walsh, J., King, S., Straker, L. M., and Eastwood, P. R. (2015) Assessing sleep using hip and wrist actigraphy. *Sleep and Biological Rhythms*, 13: 172-180.
- スポーツ庁：体力・運動能力調査 平成29年度, 2018.  
<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00402102&tstat=000001088875&cycle=0&tclass1=000001119456> (2018年12月1日閲覧)
- Strong, W. B., Marina, R. M., Blimkie, C. R., Daniels, S. R., Dishman, R. K., Gutin, B., Hergenroeder, A. C., Must, A., Nixon, P. A., Pivarnik, J. M., Rowland, T., Trost, S., and Trudeau, F. (2005) Evidence based physical activity for school-age youth. *J. Pediatric*, 146: 732-737.
- 田中千晶・田中茂穂 (2009) 幼稚園および保育所に通う日本人幼児における日常の身体活動量の比較. *体力科学*, 58 : 123-130.
- Taylor, R. W., Murdoch, L., Cater, P., Gerrard, D. F., Williams, S. M., and Taylor, B. J. (2009) Longitudinal study of physical activity and inactivity in preschoolers: The FLAME study. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 41 (1): 96-102.
- Timmons, B. W., Naylor, P. J., and Pfeiffer, K. A. (2007) Physical activity for preschool children - How much and how ?. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.*, 98 (2) : S122-S134.
- Williams, H. G., Pfeiffer, K. A., O'Neill, J. R., Dowda, M., McIver, K. L., Brown, W. H., and Pate, R. R. (2008) Motor skill performance and physical activity in preschool children. *Obesity*, 16 (6):1421-1426.

## 謝辞

本研究の趣旨にご理解，ご協力いただきました子ども，園長先生，主任の先生，先生方，保護者のみなさま，滋賀県教育委員会，滋賀県スポーツ協会，ご協賛くださいました企業のみなさまには，心より感謝いたします。研究を遂行するに当たり，本学スポーツ・開発支援センター課長松井茂孝氏，中山亮氏には，多大なるご協力を頂き，心より感謝いたします。また測定にあたり，ご協力いただきました本学の学生のみなさまに感謝いたします。

## 付記

本研究は，平成29－30年度科学研究費補助金（若手Bおよび独立基盤形成支援，課題番号：17K13212，研究代表者：秋武 寛）および平成29年度びわこ成蹊スポーツ大学学内共同研究費の研究助成を受けて実施されたものである。