関東圏在住幼児の体力・運動能力と就学前の保育・教育施設内および施設外における
運動・スポーツの実施状況や日常の身体活動量に関する横断的研究

田中 千晶¹, 引原 有輝², 安藤 貴史³, 大河原 一憲⁴,
薄井 澄誉子³, 佐々木 玲子⁵, 田中 茂穂³

Relationship of exercise at preschool and out of school and daily physical activity to
physical fitness in preschool children in the Kanto region: a cross-sectional study

Chiaki Tanaka¹, Yuki Hikihara², Takafumi Ando³, Kazunori Ohkawara⁴,
Chiyoko Usui³, Reiko Sasaki⁵ and Shigeho Tanaka³

¹ 桜美林大学総合科学系, 〒194-0294 東京都町田市常盤町 3758 (*J. F. Oberlin University, 3758 Tokiwamachi, Machida, Tokyo 194-0294, Japan*)

² 千葉工業大学, 〒275-0023 千葉県習志野市芝園 2-1-1 (*Department of Education Center (Sports Science), Faculty of Engineering, Chiba Institute of Technology, 2-1-1 Shibazono, Narashino, Chiba 275-0023, Japan*)

³ 独立行政法人国立健康・栄養研究所基礎栄養研究部, 〒162-8636 東京都新宿区戸山 1-23-1 (*Department of Nutritional Science, National Institute of Health and Nutrition, 1-23-1 Toyama, Shinjuku-ku, Tokyo 162-8636, Japan*)

⁴ 国立大学法人電気通信大学, 〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1 (*The University of Electro-Communications, 1-5-1 Chofugaoka, Chofu, Tokyo 182-8585, Japan*)

⁵ 慶応義塾大学体育研究所, 〒223-8521 神奈川県横浜市港北区日吉 4-1-1 (*Institute of Physical Education, Keio University, 4-1-1 Hiyoshi, Kohoku-Ku, Yokohama, Kanagawa 223-8521, Japan*)

Received: December 7, 2013 / Accepted: April 3, 2014

Abstract This study sought to examine the potential relationships of physical education (PE) participation at preschool and sports club (SC) participation out of school and daily physical activity (PA) measured objectively using a triaxial accelerometer, with physical fitness in preschool children. Physical fitness testing was used to measure both health-related and skill-related parameters of fitness in 191 Japanese preschoolers in the Kanto region (94 boys and 97 girls, 5.6 ± 0.6 years). Daily PA was assessed using a triaxial accelerometer (ActivTracer, GMS) for 6 consecutive days, including weekdays and weekend days. PE and SC participation was assessed using questionnaires for preschool teachers or parents of subjects, respectively. All health-related and skill-related physical fitness and total Z-score were correlated with time spent with physical activity ratio (PAR) ≥ 4 when adjusted for age, sex, body height and weight. In addition, greater grip strength was associated with PE participation at preschool, and 25 m run speed was associated with SC participation, also. However, 25 m run speed was negatively associated with PE participation. These findings suggest that daily PA may contribute to the development of both health-related and skill-related fitness in preschool children, although further research on the cause-effect relationship is needed. Moreover, participation in a SC may contribute to the development of running speed.

Jpn J Phys Fitness Sports Med, 63(3): 323-331 (2014)

Keywords : physical fitness, sports participation, physical activity, accelerometer, young children

はじめに

近年の研究報告において、最近の幼児の体力・運動能力は、1980年代の幼児と比較すると劣っていることが指摘されている¹⁾。同様に、学童期以降の全国の子供を対象とした文部科学省²⁾の調査結果においても体力・運動能力の低下がみられ、幼児期の低い体力・運動能力が学

童期まで影響している可能性が考えられる。そこで文部科学省は、2012年に幼児期運動指針³⁾を策定し、幼児期から身体を動かす習慣をつける必要性を指摘している。

日本では、女性の社会進出により保育所への入所を希望する待機児童が増加している半面、幼稚園の園児数は減少し続けている⁴⁾。幼稚園の中には入園希望者を増やすために、保護者に対して魅力ある教育内容のひとつと

して, 専門家による運動指導を導入している園もある。保育所でも, 保育所保育指針の改定⁵⁾により, 養護と教育の一体的な実施という保育所の特性が明確化され, 保育所内においても運動指導事業が拡大している。他にも, 運動・スポーツを通じて子どもの健全な発育発達を促すことや子どもの可能性を広げることを目的に, 古くから民間のスポーツクラブ, 地域のスポーツ施設や, 最近では総合型地域スポーツクラブなどにおいて, 幼児を対象とした水泳, 体操, サッカー, テニス, ダンスなど多岐に亘る種目の教室が開催されている⁶⁾。

学童期以降は, 文部科学省の体力・運動能力調査⁷⁾においても報告されているように, 学校内での体育以外に運動・スポーツに参加している子どもにおいて体力・運動能力が高いことは, 当然の事実としてとらえられてきた。しかし, 報告数は限られているものの, 日本における幼児の体力・運動能力と運動指導との関係について, 運動指導が多い幼稚園の園児は, むしろ体力・運動能力が低いという結果が報告されている⁸⁾。一方で, 体力・運動能力と地域や民間のスポーツクラブなどでの運動・スポーツ(以下, SC: sports club out of school)への参加状況との関係については, 我々の知る限り報告は見られない。

また, これら運動・スポーツの実施状況と体力・運動能力の関連を検討する上で, 運動・スポーツの実施を含めた日常生活全般における身体活動量の把握が重要と考えられる。国内外の幼児において, 日常生活全般の身体活動量を客観的に評価し, 体力・運動能力や体格といった健康関連指標との関係について検討した報告では, 両者の間に有意な関係が見られることが報告されている⁹⁻¹⁴⁾。一方で, 学童期における研究結果であるが, 小学校間で体育指導による身体活動量に大きな差がみられても, 体育以外の時間における日常生活全般の身体活動量を含めると, 学校間の差が消失したという国外の報告もある¹⁵⁾。したがって, 幼児期の体力・運動能力に及ぼす運動・スポーツの実施状況や日常生活全般の身体活動量の複合的な検討が必要である。

そこで, 本研究では, 幼児の体力・運動能力に対し, 現在通っている就学前の保育・教育施設での運動指導(以下, PE: physical education at preschool)の受講やSCへの参加の有無, および加速度計^{16,17)}を用いて評価した日常生活全般における身体活動量(強度・時間)が, それぞれどの程度の関係性があるのかを検討し, 幼児期における運動・スポーツ指導や運動・スポーツに限らない日常生活における身体活動の意義を明らかにすることを目的とした。

方 法

対象者 対象は, 本研究の実施に保護者が同意した東京

都, 神奈川県, 埼玉県, 茨城県の就学前の保育・教育施設に通っている, 年中または年長クラスの191名(男子94名および女子97名)であった。保護者への問診により, 甲状腺機能の異常などエネルギー代謝や通常の身体活動に影響を与えると考えられる疾病についての既往歴が無いことを確認した。本研究は桜美林大学の倫理委員会の許可を得て実施した。測定にあたって, 保護者に測定の目的, 利益, 不利益, 危険性, データの公表について説明を行い, 書面にて同意を得た。

測定項目 PEの実施頻度および内容に関しては, 各施設の施設長に対し, 対象者が所属するクラスの状況について, 質問紙を用いて尋ねた。一方, SCへの参加頻度および種目名については, 質問紙を用いて対象者の保護者に尋ねた。

身体活動量の調査は, 原則として木曜の登園後, 用意したベルトに, 3軸加速度計であるアクティブトレーサー(AC210, GMS社製, 日本, 72.5×41.5×27.5 mm, 60 g)を装着し, 一週間後の同じ曜日の登園後に回収した。水泳や着替え, 風呂などやむを得ない場合を除いて装着するように依頼した。装着しなかった時間および睡眠時間については, 記録をつけてもらった。加速度計の値は, 全ての測定が終了した後, コンピュータに取り込み, 保護者による記録とあわせて, 加速度計の値から判断して睡眠時や着替え以外に1日合計2時間以上装置を装着していないと考えられる場合は, その日のデータは採用しないこととした。アクティブトレーサーで得られた3軸方向それぞれの平均加速度を1分毎に算出した。幼児の身体活動量の評価におけるアクティブトレーサーを用いた推定式は, 先行研究において報告されている¹⁶⁾。その報告に基づき, ボール投げのように連続的な歩・走行を伴わない活動については, 垂直/水平の加速度比から判別して補正する方法を採用した。この方法を用いることにより, 階段昇降以外の活動については, 平均として正確に身体活動強度を推定できる。なお, 本研究で用いた3軸加速度計は, 業者による振動テストにより機械的な信頼性が保証されている。

MET (metabolic equivalent) 値は, 成人の場合 1 MET=3.5 mL/kg/min と仮定して求めることが多い。しかし, 子どもでは1 METが3.5 mL/kg/min より大きくなるため, 身体活動強度を基礎代謝量の倍数として表したPAR (physical activity ratio) を用いることも多い^{18,19)}。そこで, 合成加速度の値を用いたPARの推定式¹⁶⁾により, 1分間毎のPARを推定した。記録により睡眠とされた時間についてはPARを1.03, 着替えについては2.4(着替え, シャワーのMETs 2.0より), 入浴時間は, 10分までを2.4(着替え, シャワーのMETs 2.0より)を, それ以上は1.8(bath sittingのMETs 1.5より)を当てはめた²⁰⁾。

こうして得られたPARから、身体活動レベル (physical activity level: PAL) を推定した。これは、24時間当たりの平均のPARに相当する。

身長と体重は、各々、0.1 cmと0.1 kg単位で計測した。健康関連体力については、筋力の指標として握力、全身持久力の指標として20 mシャトルランの2項目を測定した。握力は、左右の手で2回ずつ測定し、それぞれの大きい方の値の平均値を用いた。20 mシャトルランは、1回のみ実施した。スキル関連体力については、パワーの指標として立ち幅跳び、調整力の指標としてとび越しくぐり、スピードの指標として25 m走の計3項目を測定し、何れの測定も2回測定したうちの優れた方の値を用いた。とび越しくぐり以外の測定項目については、新・日本人の体力標準値Ⅱ²¹⁾に準じて実施した。また、とび越しくぐりについては、体育科学センター²²⁾に準じて実施した。

統計処理 PARがそれぞれ2以上～3未満、3以上～4未満および4以上の所要時間については、平日の平均値と土日・祝日の平均値を求め、それぞれ5日、2日と重み付けすることによって、個人毎の代表値を求めた。なお、土曜日を保育所で生活していた保育所児については、平日の値として算出に用いた。多くの幼児においては、平日4日、土日・祝日それぞれ1日ずつの測定値が得られたが、少なくとも平日2日以上、土日・祝日のいずれか1日以上データの得られた者を、分析に用いた。

データの正規性の検定を行ったところ、20 mシャトルラン、とび越しくぐり、25 m走、PARが2以上～3未満およびPARが4以上の所要時間の正規性は認められなかった。そこで、20 mシャトルラン、とび越しくぐり、PARが2以上～3未満およびPARが4以上の所要時間については、自然対数変換を行い、その後の分析に用いた。なお、25 m走については、正規性の検定を行うと、 $p=0.043$ であったが、対数や平方根をとっても有意であったことから、対数変換は行わずに検定に用いた。また、体力・運動能力を総合的に評価するため、各項目についてZ得点を算出し、さらに、それらを積算した値を分析に用いた。

性差の検討は対応のないt検定を行った。PEの受講およびSCへの参加の有無による体力・運動能力の比較については、体力・運動能力を目的変数、PEの受講およびSCへの参加の有無および日常の身体活動量を説明変数とした共分散分析 (analysis of covariance: ANCOVA) を行った。体力・運動能力と身体活動量との関係は、偏相関分析を用いた。これらの分析において調整因子は、性、年齢、身長、体重とした。さらに、PEの受講およびSCへの参加の有無の比較には、ANCOVAを用いて、目的変数を体力・運動能力の各変数、共変量を性、年齢、

身長、体重、PARが2以上～3未満、3以上～4未満および4以上の所要時間、説明変数をPEの受講およびSCへの参加の有無として評価した。統計上の有意水準は全て両側5%未満とした。

結 果

対象者の身体的特徴、体力・運動能力および身体活動量の結果をTable 1に示した。身体的特徴には、性差が見られなかった。体力・運動能力については、男子が、女子に比較して、立ち幅跳び、とび越しくぐりおよびZ得点の積算値が有意に優れていた。身体活動量については、男子が、女子と比較して、PARが3以上～4未満および4以上の所要時間が有意に長く、また、PALも有意に高かった。

対象者のうち、PEを受講していた者は149名、受講していなかった者は42名であった。受講頻度は、週に1回が129名、週に2回が20名であった。指導時間は、 37.6 ± 10.9 分/回であった。また、質問紙により得られたPEの指導内容は、Table 2に示した。SCへ参加していた者は95名、参加していなかった者は96名であった。参加頻度は、週に1回が63名、週に2回以上が32名であった。所要時間は、 63.8 ± 23.2 分/回であった。種目別にみると、水泳 (42.9%, 54名参加/126種目)、体操 (17.5%, 22名参加/126種目) およびサッカー (15.9%, 20名参加/126種目) の順に参加者数が多く、その他、バレエ、空手など、多岐に亘っていた。

対象者の体力・運動能力あるいは身体活動量と、PEの受講およびSCへの参加の有無との関係について、性、年齢、身長および体重を調整したANCOVAにより検討した (Table 3)。PEを受講していた群は、受講していなかった群と比較して、とび越しくぐりと25 m走が劣っており、また、PARが4以上の所要時間も短かった。一方で、SCへ参加していた群は参加していなかった群に比較して、握力、25 m走およびZ得点の積算値が有意に優れていた。SCへ参加していた群と参加していなかった群で、身体活動量には差がみられなかった。また、体力・運動能力と身体活動量の各変数間の関連について偏相関係数を用いて検討した (Table 4)。その結果、立ち幅跳びおよびとび越しくぐりは、PARが3以上～4未満の所要時間と、20 mシャトルラン、立ち幅跳び、とび越しくぐり、25 m走およびZ得点の積算値は、PARが4以上の所要時間との間に有意な関係が見られた。

さらに、体力・運動能力を目的変数、PEの受講およびSEへの参加の有無および身体活動量を説明変数としたANCOVAを行った (Table 5)。その結果、何れの体力・運動能力項目もPEの受講およびSEへの参加の有無に有意な交互作用は認められなかった。身体活動量については、全ての体力・運動能力項目およびZ得点の積算値

Table 1. Physical characteristics, physical fitness and daily physical activity of participants

Variables	All subjects (n=191)		Boys (n=94)		Girls (n=97)		Mean difference	95%CI	P-value
	Mean±SD		Mean±SD		Mean±SD				
Age (yr)	5.6 ± 0.6		5.6 ± 0.6		5.6 ± 0.6		0.0	-0.2 0.2	0.922
Height (cm)	110.5 ± 5.4		110.7 ± 5.1		110.4 ± 5.8		0.3	-1.3 1.8	0.712
Weight (kg)	19.0 ± 2.8		19.0 ± 2.5		18.9 ± 3.0		0.0	-0.8 0.8	0.943
Health-related physical fitness									
Grip strength (kg)	7.9 ± 2.2		8.1 ± 2.2		7.7 ± 2.2		0.4	-0.2 1.0	0.204
ln 20 m shuttle run test (times)	2.7 ± 0.5		2.8 ± 0.6		2.7 ± 0.5		0.1	-0.1 0.2	0.425
Skill-related physical fitness									
Standing long jump (cm)	106.5 ± 14.9		109.1 ± 14.6		104.0 ± 14.9		5.0	0.8 9.3	0.019 *
ln Jump over and crawl test (sec)	2.8 ± 0.2		2.8 ± 0.2		2.9 ± 0.2		-0.1	-0.1 0.0	0.042 *
25 m run (sec)	6.5 ± 0.8		6.4 ± 0.7		6.6 ± 0.9		-0.2	-0.5 0.0	0.085
Total Z-score	0.0 ± 1.0		0.2 ± 1.0		-0.2 ± 0.9		0.3	0.0 0.6	0.024 *
Daily physical activity									
ln Time in 2 ≤ PAR < 3 (min/day)	5.1 ± 0.2		5.1 ± 0.2		5.0 ± 0.2		0.0	0.0 0.1	0.567
Time in 3 ≤ PAR < 4 (min/day)	78 ± 23		82 ± 24		73 ± 21		8.7	2.4 15.0	0.007 *
ln Time in PAR ≥ 4 (min/day)	2.9 ± 0.6		3.1 ± 0.6		2.7 ± 0.6		0.3	0.2 0.5	<0.001 *
PAL	1.55 ± 0.08		1.57 ± 0.08		1.53 ± 0.07		0.03	0.01 0.06	0.001 *

SD: standard deviation, CI: confidence interval, ln: natural logarithm, PAR: physical activity ratio, PAL: physical activity level, *: boys vs girls p<0.05.

Table 2. Contents of physical education at the preschools

Gymnastic: mat exercise, vaulting horse, horizontal bar exercise, balance beam, trampoline, gymnastic formation, calisthenics and circuit training
Ball game: ball playing, dodgeball, football
Run: individual race, relay, long-distance running
Jump rope
Hula-Hoop
Dance
Playing in water
Practice for a sports meeting

とPARが4以上の所要時間との間に有意な関係が見られ、PARが4以上の所要時間が長いと体力・運動能力が優れていた。また、握力は、PARが2以上～3未満の所要時間と有意な関係が見られ、PARが2以上～3未満の所要時間が短いと握力が優れていた。さらに握力は、PEを受講していた群は、受講していなかった群に比較して有意に優れていた ($p<0.001$)。一方、25 m走は、PEを受講していた群は、受講していなかった群に比較して有意に劣っていた ($p=0.014$) が、SCへ参加していた群は参加していなかった群と比較して、有意に優れていた ($p=0.030$)。

考 察

本研究は、日本における幼児期の運動・スポーツ指導および運動・スポーツに限らない日常生活における身体活動と体力・運動能力の関連を明らかにするために、1) 対象者が通う就学前の保育・教育施設内のPEの実施状況、2) 就学前の保育・教育施設外におけるSCへの参加状況、3) 幼児を対象に妥当性の検討を行った加速度計^{16,17)}を用いて評価した運動・スポーツを含む日常生活全般における身体活動量、の3つと、体力・運動能力との関係をあわせて検討した点に特徴がある。その結果、PEの受講やSCへの参加の有無と体力・運動能力との関係は限られており、PEの受講は握力と走力のみに、SCへの参加は走力のみに差がみられた。しかし、PEの受講においては、受講群において握力が有意に高いものの、走力は有意に劣っていた。また、SCへ参加していた群は、参加していなかった群と比較して走力が有意に優れていた。一方で、日常生活におけるPARが4以上の身体活動の所要時間は、本研究で評価した全ての体力・運動能力項目および総合力と、PARが2以上～3未満の身体活動の所要時間は握力と関連していることが明らかとなった。

本研究の対象者の身体的特徴および体力・運動能力は、

最近の同年代の幼児の結果と同様であった^{21,23-25)}。また、本研究の対象者のSCにおける実施種目は、主に水泳、体操、サッカーであったが、その中でも、水泳 (42.9%) が最も実施率の高い種目であった。この結果は、同年代の習いごとを調査した先行研究⁶⁾と同様の結果であった。このように、SCでは特定の種目の実施に限られるのに対し、PEでの指導内容を見ると、特定の種目に限らず、様々な運動・スポーツ種目が実施されていた。その中でも手を使って体を支持する運動、例えばマット運動や鉄棒運動が含まれていたため、PEを受講した群は握力との間に正の相関がみられたのかもしれない。さらに、最も参加者が多かったSCの種目は水泳であったにも関わらず、SCへの参加の有無と走力との間に関係が見られたのは、SCへの参加により特にその運動形態が単純な走力に対して、筋力増加の影響が表れたのではないかと考えられる。あるいは、SCへ参加するための外出が、影響を及ぼしていた可能性も考えられる。但し、SCへ参加していた群のPARが4以上の所要時間は、参加していなかった群と差がみられなかった。また、本研究では、種目毎の検討を行うまでの対象者数を得ることができなかったため、水泳を中心としたSCへの参加で走力と関連がみられた原因については、今後の検討課題である。

体力・運動能力の総合評価については、PEおよびSCの両方において、受講や参加の有無の差は見られなかった。この結果は、杉原ら⁸⁾が運動指導をしていない幼稚園と、月に1～6回、あるいは7回以上の運動指導を行っている3群について、6種目の体力・運動能力の評定点を比較し、運動指導の頻度が高くなるほど運動能力が有意に劣っていたとする報告と矛盾する。この不一致の理由は定かではないが、本研究では、杉原ら⁸⁾が対象とした幼稚園での研究と比較して、PEを受講していた幼児のうち、86.6%の幼児において受講頻度が週に1回 (月に4回) と、少なかったことが影響しているのかもしれない。また、本研究における身体活動量の結果において、

Table 3. Effects of participation in physical education at preschool or sports club out of school on physical fitness and daily physical activity

Variables	Participation in physical education at preschool (n=149)		Control (n=42)	Mean difference	95%CI	P-value
	Mean±SD		Mean±SD			
Health-related physical fitness						
Grip strength (kg)	8.0 ± 2.1		7.3 ± 2.4	-0.7	-1.4 0.1	0.069
ln 20 m shuttle run test (times)	2.7 ± 0.5		2.7 ± 0.7	0.0	-0.2 0.2	0.925
Skill-related physical fitness						
Standing long jump (cm)	106.5 ± 15.3		106.6 ± 13.8	0.1	-5.0 5.3	0.965
ln Jump over and crawl test (sec)	2.9 ± 0.2		2.8 ± 0.2	-0.1	-0.2 0.0	0.012 *
25 m run (sec)	6.6 ± 0.8		6.1 ± 1.0	-0.5	-0.8 -0.2	0.004 *
Total Z-score	-0.1 ± 1.0		0.2 ± 1.1	0.2	-0.1 0.6	0.192
Daily physical activity						
ln Time in 2 ≤ PAR < 3 (min/day)	5.1 ± 0.2		5.1 ± 0.2	0.0	0.0 0.1	0.553
Time in 3 ≤ PAR < 4 (min/day)	77 ± 23		81 ± 21	4.3	-3.5 12.0	0.281
ln Time in PAR ≥ 4 (min/day)	2.8 ± 0.6		3.2 ± 0.5	0.3	0.2 0.5	0.001 *
Variables	Participation in sports club out of school (n=95)		Control (n=96)	Mean difference	95%CI	P-value
	Mean±SD		Mean±SD			
Health-related physical fitness						
Grip strength (kg)	8.3 ± 2.3		7.4 ± 2.0	-0.9	-1.5 -0.3	0.005 *
ln 20 m shuttle run test (times)	2.8 ± 0.6		2.7 ± 0.5	-0.1	-0.3 0.0	0.137
Skill-related physical fitness						
Standing long jump (cm)	108.6 ± 15.5		104.4 ± 14.2	-4.2	-8.4 0.0	0.053
ln Jump over and crawl test (sec)	2.8 ± 0.2		2.9 ± 0.2	0.1	0.0 0.1	0.056
25 m run (sec)	6.3 ± 0.9		6.8 ± 0.7	0.5	0.2 0.7	<0.001 *
Total Z-score	0.2 ± 1.0		-0.2 ± 0.9	-0.5	-0.7 -0.2	0.001 *
Daily physical activity						
ln Time in 2 ≤ PAR < 3 (min/day)	5.1 ± 0.2		5.1 ± 0.2	0.0	0.0 0.1	0.751
Time in 3 ≤ PAR < 4 (min/day)	78 ± 23		77 ± 22	-0.4	-6.8 6.0	0.902
ln Time in PAR ≥ 4 (min/day)	3.0 ± 0.6		2.8 ± 0.6	-0.1	-0.3 0.0	0.157

SD: standard deviation, CI: confidence interval. ln: natural logarithm. PAR: physical activity ratio, Dependent variables: physical fitness, Covariates: sex, age, height, body weight, participation in physical education or sports club vs control: p<0.05.

Table 4. Partial correlation coefficients between physical fitness and daily physical activity

Variables	Health-related physical fitness		Skill-related physical fitness			Total Z-score
	Grip strength (kg)	In 20 m shuttle run test (times)	Standing long jump (cm)	In Jump over and crawl test (sec)	25 m run (sec)	
In Time in $2 \leq \text{PAR} < 3$ (min/day)	-0.093	-0.082	0.070	-0.119	-0.078	0.024
p-value	0.207	0.266	0.344	0.105	0.291	0.740
Time in $3 \leq \text{PAR} < 4$ (min/day)	0.048	-0.082	0.163*	-0.174*	-0.098	0.132
p-value	0.516	0.264	0.026	0.017	0.183	0.072
In Time in $\text{PAR} \geq 4$ (min/day)	0.117	0.164*	0.200*	-0.322*	-0.293*	0.322*
p-value	0.111	0.025	0.006	<0.001	<0.001	<0.001

ln: natural logarithm, PAR: physical activity ratio, Adjusted variables: sex, age, height, body weight, *: $p < 0.05$.

Table 5. Relationships between physical fitness and participation in physical education at preschool or sports club out of school and daily physical activity

Dependent variables	Health-related physical fitness														
	Grip strength (kg)				In 20 m shuttle run test (times)				Total Z-score						
	Estimated mean	SE	B	P-value	Estimated mean	SE	B	P-value	Estimated mean	SE	B	P-value			
Participation in physical education at preschool	No	6.9	0.2	-1.2	<0.001 *	No	2.6	0.1	-0.1	0.140	No	-0.1	0.1	-0.1	0.519
	Yes	8.2	0.1	0.0		Yes	2.8	0.0	0.0		Yes	0.0	0.1	0.0	
	No	7.5	0.2	-0.1	0.639	No	2.7	0.1	0.1	0.377	No	-0.1	0.1	-0.1	0.479
Participation in sports club out of school	Yes	7.6	0.2	0.0		Yes	2.7	0.1	0.0		Yes	0.0	0.1	0.0	
	In Time in $2 \leq \text{PAR} < 3$ (min/day)			-1.4	0.044 *				-0.2	0.293				-0.3	0.311
	Time in $3 \leq \text{PAR} < 4$ (min/day)			0.0	0.554				0.0	0.064				0.0	0.764
In Time in $\text{PAR} \geq 4$ (min/day)			0.6	0.009 *				0.2	0.001 *				0.5	<0.001 *	
Dependent variables	Skill-related physical fitness														
	Standing long jump (cm)				In Jump over and crawl test (sec)				25 m run (sec)						
	Estimated mean	SE	B	P-value	Estimated mean	SE	B	P-value	Estimated mean	SE	B	P-value			
Participation in physical education at preschool	No	103.9	2.1	-3.4	0.153	No	2.8	0.0	0.0	0.214	No	6.3	0.1	-0.3	0.014 *
	Yes	107.3	1.1	0.0		Yes	2.8	0.0	0.0		Yes	6.6	0.1	0.0	
	No	105.4	1.5	-0.3	0.891	No	2.8	0.0	0.0	0.667	No	6.5	0.1	0.2	0.030 *
Participation in sports club out of school	Yes	105.7	1.6	0.0		Yes	2.8	0.0	0.0		Yes	6.3	0.1	0.0	
	In Time in $2 \leq \text{PAR} < 3$ (min/day)			-1.6	0.775				0.0	0.814				0.0	0.885
	Time in $3 \leq \text{PAR} < 4$ (min/day)			0.1	0.249				0.0	0.620				0.0	0.768
In Time in $\text{PAR} \geq 4$ (min/day)			4.5	0.024 *				-0.1	0.001 *				-0.3	0.001 *	

ln: natural logarithm, PAR: physical activity ratio, Dependent variables: physical fitness, Covariates: sex, age, height, body weight, In Time in $2 \leq \text{PAR} < 3$, Time in $3 \leq \text{PAR} < 4$, In Time in $\text{PAR} \geq 4$, *: $p < 0.05$.

PEを受講していた群は、受講していなかった群に比較して、PARが4以上の所要時間が有意に短かった。このことは、杉原ら⁸⁾も指摘しているように、運動指導時の待ち時間が長いために実際に身体を動かす時間が短いことなどが走力に影響を及ぼしている、という仮説にあった結果である。

体力・運動能力と、身体活動量、PEの受講およびSCへの参加の有無との関係についてあわせて検討した結果、握力は、PEの受講とPARが2以上～3未満およびPARが4以上の身体活動の所要時間が、走力は、SCへの参加の有無とPARが4以上の身体活動の所要時間の両方が、また、その他の全ての体力・運動能力項目およびZ得点の積算値は、運動習慣よりも、PARが4以上の身体活動の所要時間が重要であることが明らかとなった。このように、PEの受講やSCへの参加に比較して、日常の自由な遊びや生活の中でのPARが4以上の身体活動の所要時間が、幼児の体力・運動能力にとって重要であることが明らかとなった。PARが4以上の身体活動としては、例えばボール遊び（大きな動きを伴う場合）や走行が該当する^{16,17)}。本研究結果から体力・運動能力と身体活動量の因果関係を明らかにすることはできないが、この点に関連して、スイス人幼児の体力・運動能力と日常の身体活動量について9か月間に亘り、縦断的に検討した報告がなされている⁹⁾。それによると、中・高強度の身体活動量の初期値は敏捷性や動的平衡性の変化と、さらに高強度の身体活動量の初期値は有酸素性能力の変化と有意な関係が見られたものの、敏捷性、動的平衡性および有酸素性能力の初期値は、各強度の身体活動量の変化との間に有意な関係が見られなかった。対象者や方法が異なるため一概には言えないものの、本研究においても、体力・運動能力に優れていた対象者においてPARが4以上の身体活動を積極的に行っていたと考えられるよりも、PARが4以上の身体活動の実施が体力・運動能力を高めていたと解釈する方が適切かもしれない。その場合、遊びを中心とした生活を送る幼児では、PEあるいはSCでの特定のスポーツ種目といった、組織化された運動・スポーツの参加に関わらず、日々の生活を通してPARが4以上の身体活動を行うことにより、全身持久力、瞬発力、敏捷性および総合的な体力・運動能力を高められる可能性が示唆された。本研究の対象者におけるPARが4以上の時間が1日当たり20分程度だったのに対し、PEやSCは、多くの場合、週1回（約30～60分）であることを考えると、当然の結果とも言える。一方で、PEの受講やSCへの参加の有無において握力や25 m走に差がみられたことは、PARが4以上の身体活動の所要時間だけでは説明しきれず、運動指導・教室参加にも何らかの意義があるものと考えられる。しかしながら、たとえPEの受講やSCへ参加する機会が無い場合でも、

幼児が自由に遊ぶ事ができる場の提供など、周囲の大人が環境を整えることで、幼児は体力・運動能力を高められる可能性があるかもしれない。ただし、これらはあくまで横断的な結果に基づく推測であり、縦断的な観察や介入に基づく検討が必要である。

本研究の限界点として、本研究の対象者募集は、対象者として保護者が同意した関東圏の幼稚園および保育所に通っていた幼児を対象としたため、結果の一般性については、慎重に検討する必要がある。特に、PEの受講やSCへの参加による効果については、大人数のランダムサンプリングに基づいているわけではないため、対象者の偏りがある可能性は否定できない。また、SCにおいて最も多く対象者が参加していた運動・スポーツは、水泳であったものの、本研究で用いた加速度計では水泳中の身体活動量を計測できなかった。さらに、本研究は横断的研究であったため、今後縦断的な検討が望まれる。

結 語

幼児の体力・運動能力において、全ての体力・運動能力項目とPARが4以上の日常の身体活動の所要時間に有意な関係がみられた。さらに筋力は、PEの受講、走力は、SCへの参加とも有意な関係が見られた。また、PEの受講は走力に負の有意な関係が見られた。そのため、幼児の体力・運動能力を高めるためには、組織的な運動・スポーツだけでなく、幼児が自発的に取り組む遊びをはじめとする身体活動が重要な役割を果たしているかもしれないと考えられた。今後、運動・スポーツの実施により運動有能感が高まる可能性など心理的側面や、運動技能との関係についても、検討すべき課題である。

謝 辞

本研究にご参加頂いた幼稚園および保育所の幼児や保護者、本研究の実施に際し多大なるご協力をいただいた各幼稚園および保育所の皆様、独立行政法人国立健康・栄養研究所の小暮寛子氏およびスタッフの皆様、および首都大学東京大学院准教授の稲山貴代博士に深謝致します。本研究は、財団法人 上月スポーツ・教育財団 第7回（2009年度）「スポーツ研究助成事業」（研究代表者：田中千晶）および住友生命健康財団 2010年度 スミセイ コミュニティスポーツ推進助成プログラム（研究代表者：田中千晶）から研究助成を受けて実施したものである。

引用文献

- 1) Sugihara T, Kondo M, Mori S, Yosida I. Chronological change in preschool children's motor ability development in Japan from the 1960s to the 2000s. *Int J Sport Health Sci* 4: 49-56, 2006.
- 2) 文部科学省：平成23年度全国体力・運動能力、運動習慣等調査結果, 2012.
- 3) 文部科学省幼児期運動指針策定委員会：幼児期運動指

- 針, 2012.
- 4) 文部科学省: 学校基本調査-平成21年度, 2010.
- 5) 厚生労働省: 保育所保育指針, 2008.
- 6) 笹川スポーツ財団: 子どものスポーツライフ・データ 2010-4~9歳のスポーツライフに関する調査報告書-, 笹川スポーツ財団, 東京, 2010.
- 7) 文部科学省: 平成19年度全国体力・運動能力, 運動習慣等調査結果, 2008.
- 8) 杉原 隆, 吉田伊津美, 森 司朗, 筒井清次郎, 鈴木康弘, 中本浩揮, 近藤充夫: 幼児の運動能力と運動指導ならびに性格との関係, 体育の科学, 60: 341-347, 2010.
- 9) Bürgi F, Meyer U, Granacher U, Schindler C, Marques-Vidal P, Kriemler S, Puder JJ. Relationship of physical activity with motor skills, aerobic fitness and body fat in preschool children: a cross-sectional and longitudinal study (Ballabeina). *Int J Obes (Lond)* 35: 937-944, 2011.
- 10) Cliff DP, Okely AD, Smith LM, McKeen K. Relationships between fundamental movement skills and objectively measured physical activity in preschool children. *Pediatr Exerc Sci* 21: 436-449, 2009.
- 11) Fisher A, Reilly JJ, Kelly LA, Montgomery C, Williamson A, Paton JY, Grant S. Fundamental movement skills and habitual physical activity in young children. *Med Sci Sports Exerc* 37: 684-688, 2005.
- 12) Tanaka C, Hikiyara Y, Ohkawara K, Tanaka S. Locomotive and non-locomotive activity as determined by triaxial accelerometry and physical fitness in Japanese preschool children. *Pediatr Exerc Sci* 24: 420-434, 2012.
- 13) Tanaka C, Tanaka S. Objectively-measured physical activity and body weight in Japanese preschoolers. *Ann Hum Biol* 40: 541-546, 2013.
- 14) Williams HG, Pfeiffer KA, O'Neill JR, Dowda M, McIver KL, Brown WH, Pate RR. Motor skill performance and physical activity in preschool children. *Obesity (Silver Spring)* 16: 1421-1426, 2008.
- 15) Wilkin TJ, Mallam KM, Metcalf BS, Jeffery AN, Voss LD. Variation in physical activity lies with the child, not his environment: evidence for an 'activitystat' in young children (EarlyBird 16). *Int J Obes (Lond)* 30: 1050-1055, 2006.
- 16) Tanaka C, Tanaka S, Kawahara J, Midorikawa T. Tri-axial Accelerometry for Assessment of Physical Activity in Young Children. *Obesity* 15: 1233-1241, 2007.
- 17) Kawahara J, Tanaka S, Tanaka C, Hikiyara Y, Aoki Y, Yonemoto J. Estimation of respiratory ventilation rate of preschool children in daily life by using an accelerometer. *J Air & Waste Manage Assoc* 61: 46-54, 2011.
- 18) Institute of Medicine of the National Academies, 2005.
- 19) Puyau MR, Adolph AL, Vohra FA, Butte NF. Validation and calibration of physical activity monitors in children. *Obes Res* 10: 150-157, 2002.
- 20) Yamamura C, Tanaka S, Futami J, Oka J, Ishikawa-Takata K, Kashiwazaki H. Activity diary method for predicting energy expenditure as evaluated by a whole-body indirect human calorimeter. *J Nutr Sci Vitaminol* 49: 262-269, 2003.
- 21) 首都大学東京体力標準値研究会: 新・日本人の体力標準値II, 不昧堂, 東京, 2007.
- 22) 栗本関夫, 浅見高明, 洪川侃二, 松浦義行, 勝部篤美: 体育科学センター調整力フィールドテストの最終形式ー調整力テスト検討委員会報告ー, 体育科学, 9: 207-212, 1981.
- 23) 文部科学省, 平成23年度学校保健統計調査, 2011.
- 24) 村瀬智彦. 幼児の体力・運動能力の科学ーその測定評価の理論と実際. 出村慎一 (監修), ナップ, 2005.
- 25) 樋口 満, 佐竹 隆. からだの発達と加齢の科学, 高石昌弘 (監修), 大修館書店, 2012.