



8～12歳の小学校児童における身体機能と健康関連の生活の質の関係*

夏目健太郎¹⁾・伊藤 忠¹⁾²⁾・檜原 翔³⁾・伊藤祐史³⁾⁴⁾
高橋大樹¹⁾・杉浦英志¹⁾

【要 旨】

【目的】児童の身体機能と健康関連の生活の質(Health related quality of life; 以下, HRQoL)との関係を調査することを目的とした。【方法】運動器健診に参加した8-12歳の児童326名を対象とした。歩行速度, 握力, 立ち幅跳び, 片脚立位時間, 歩行効率を計測し, 質問紙を用いて総HRQoL, 身体的HRQoL, 心理社会的HRQoLを評価した。各HRQoLのスコアを従属変数, 身体機能を独立変数とする重回帰分析を行った。【結果】総HRQoLは片脚立位時間, 歩行効率と, 身体的HRQoLは立ち幅跳び, 片脚立位時間, 歩行効率と, 心理社会的HRQoLは歩行速度, 片脚立位時間, 歩行効率と有意な関連が認められた。【結論】バランス機能と歩行効率の低下は, 身体面と心理社会面の双方におけるHRQoLの低下に関連することが示唆された。これらの身体機能を向上させることで, HRQoLを高めることが重要である。

キーワード：健康関連の生活の質, 身体機能, バランス機能

はじめに

健康関連の生活の質(Health-related quality of life; 以下, HRQoL)は身体的, 心理的, 感情的, 社会的側面を含む個人の包括的な健康状態を示す多次元的な指標である¹⁾。HRQoLは, 臨床での介入の効果を評価するためのみならず, 近年では健康増進や予防医学における介入の効果を評価するためにも利用されるようになってきている²⁾。したがって, HRQoLに影響を与える因子を特定することは, 児童に対する効果的な健康増進プログラムの開発に貢献する可能性がある。

近年, HRQoLに関連する因子として, 心肺機能

や筋力といった身体機能の報告が増加している³⁾。心肺機能の向上は, 気分の状態や疲労感の改善, 自尊心や学業成績の向上と関連し⁴⁾, 十分な筋力, 疲労感の改善, 運動時の傷害予防, 身体活動への参加に正の影響を与えるといわれている⁵⁾。実際に, Andersenら⁶⁾の研究では, 心肺機能が身体的側面や心理的側面といったHRQoLの主要な構成要素と直接的かつ正の相関があることを明らかにし, 筋力と身体活動が心肺機能を介してHRQoLに影響を及ぼすことを報告している。さらに, 心肺機能および筋力とHRQoLとの関連を検討したメタアナリシスの研究結果では, 心肺機能および筋

* Relationship between physical function and health-related quality of life among school-aged children aged 8-12 years

1) 名古屋大学大学院医学系研究科 総合保健学専攻
(〒461-8673 名古屋市東区大幸南一丁目1番20号)
Kentaro Natsume, PT, BS, Tadashi Ito, PT, PhD, Daiki Takahashi, PT, MS, Hideshi Sugiura, MD, PhD: Department of Integrated Health Sciences, Graduate School of Medicine, Nagoya University

2) 愛知県三河青い鳥医療療育センター 三次元動作解析室
Tadashi Ito, PT, PhD: Three-dimensional motion analysis

(受付日 2023年8月8日/受理日 2023年9月13日)

room, Aichi Prefectural Mikawa Aoitari Medical and Rehabilitation Center for Developmental Disabilities

3) 愛知県三河青い鳥医療療育センター 小児科
Sho Narahara, MD, Yuji Ito, MD, PhD: Department of Pediatrics, Aichi Prefectural Mikawa Aoitari Medical and Rehabilitation Center for Developmental Disabilities

4) 名古屋大学医学部附属病院 小児科
Yuji Ito, MD, PhD: Department of Pediatrics, Nagoya University Graduate School of Medicine

E-mail: natsume.kentaro.x7@s.mail.nagoya-u.ac.jp

力が高いほど、主に身体的、精神的、交友関係における HRQoL が高いことが明らかにされた³⁾。

一方、これらの研究で評価される身体機能は、心肺機能と筋力に限られており、バランス機能などの身体機能に焦点を当てた研究はない。児童のバランス機能は成人と比較して、十分に発達しておらず、転倒のリスクが高いことが報告されている⁷⁾。また、近年の COVID-19 の流行により、児童のバランス機能の低下が報告されている⁸⁾。したがって、これまでの心肺機能や筋力に限定した研究では、児童の HRQoL に関連する身体機能について十分な検討ができていないと考える。

以上より、児童の HRQoL を向上させるために、どのような身体機能が HRQoL に関連するのかを調査することは非常に有益であると考えられる。しかしながら、そのような研究は主に欧米で行われているのみであり、我が国では報告されていない。そこで本研究の目的を、児童の筋力、バランス機能、心肺機能、その他の身体機能と HRQoL との関係を探索することとした。本研究ではバランス機能は、筋力や心肺機能と同様に、身体的・精神的 HRQoL にも影響するという仮説を立てた。

対象および方法

1. 対象者

2018 年 1 月から 2021 年 3 月にかけて、岡崎市内の 2 つの小学校に通学している 6-12 歳の小学校児童に募集をかけて、岡崎市児童運動器健診を実施した。健診のプログラムは、身体機能検査、知能検査の他に、QOL 評価や生活習慣評価を含む質問票から構成された。このプログラムは、整形外科医 1 名、小児神経科医 2 名、理学療法士 3 名、多数の研究補助員で実施した。

本研究では 8-12 歳までのデータを使用した。本研究において HRQoL の評価に使用した質問紙は、5-7 歳向けは回答肢が 3 つあり、8-12 歳向けは回答肢が 5 つある。先行研究では、回答肢が多いほど信頼性が高いことが示されているため⁹⁾、6-7 歳の参加者は本研究から除外した。その結果、378 人の児童が本研究に取り込まれた。除外基準は 1) 身体機能測定と QOL 評価を完遂しなかったもの、2) 身体機能測定の結果に影響を与えうる何らかの疾患の既往歴があるもの、3) 自閉スペクトラム症または注意欠如・多動症と診断されたことのあるもの、4) 2 種類の知的能力検査（レーヴン色彩マトリックス検査、日本文化科学社、絵画語彙検査、日本文化科学社。）で基準に達しなかったものとした。本研究に取り込まれた 378 名の児童のう

ち、除外基準を満たした 52 名（整形外科的疾患 17 名、神経学的疾患 4 名、呼吸器疾患 13 名、心疾患 1 名、注意欠如・多動症 6 名、自閉スペクトラム症 4 名、知的発達の遅れ 3 名、欠損値 4 名）が解析から除外され、326 名（86.2%）が解析に組み入れられた。また、肥満・過体重の割合を調べるために先行研究¹⁰⁾をもとに Body mass index（以下、BMI）の z-score を調べた。

本研究では、参加者とその保護者に書面を用いて十分なインフォームド・コンセントおよびアセントを行い、参加者とその保護者全員から同意を得た。本研究は、愛知県三河青い鳥医療療育センター倫理審査委員会の承認を得た（IRB 承認番号：29002 承認日：2017 年 10 月 10 日）。

2. 質問紙評価

1) Pediatric Quality of Life Inventory 4.0

健康関連の生活の質の評価には、日本語版 Pediatric Quality of Life Inventory ver. 4.0（以下、PedsQL）を使用した¹¹⁾。PedsQL の実施ガイドライン¹²⁾に従い、検査者が回答方法を説明し、児童が自分で質問紙に回答した。また、本研究では PedsQL を測定する検査者と身体機能を測定する検査者は、お互いの結果がわからないように盲検化された。

PedsQL は 23 項目からなり、身体的機能（8 項目）、情動的機能（5 項目）、社会的機能（5 項目）、学校生活に関する機能（5 項目）の 4 つの下位尺度に分類された。4 つの下位尺度のうち身体的機能から身体的スコアが算出され、情緒的機能、社会的機能、学校生活に関する機能から心理社会的スコアが算出された。さらに、4 つの下位尺度すべてから総スコアが算出された。各質問項目は、0（全然たいへんではない）、1（少したいへん）、2（まあまあたいへん）、3（かなりたいへん）、4（とてもたいへん）の 5 段階リッカート尺度で採点された。各項目は、0 から 100 のスケールに変換された（0 = 100, 1 = 75, 2 = 50, 3 = 25, 4 = 0）¹²⁾。PedsQL の得点は高いほど HRQoL が高いことを示す。

2) 中強度以上の身体活動時間

本研究では、中強度以上の身体活動時間を調査するために、日本語版 World Health Organization Health Behavior questionnaire in School-age Children を使用した。この質問紙の妥当性、および信頼性は先行研究により検討されている¹³⁾。

3. 身体機能評価

1) 通常歩行速度

前後に3 mの補助路を設けた10 mの歩行路にて通常歩行速度を測定した。検査者は対象者へ普段歩いている速さで歩くように教示した。測定値は1秒あたりの移動距離 (m/s) に換算して解析に用いた。

2) 握力

握力は全身筋力を評価するために計測した¹⁴⁾。対象者には、肩関節を軽度外転させ、肘関節を完全に伸展させて座るよう教示した。測定は、握力計 (TKK 5401 Grip-D, 竹井機器工業) を用いて左右1回ずつ計測した。解析には両手の平均値 (kg) を採用した。

3) 立ち幅跳び

立ち幅跳びは下肢筋力の評価のために行った¹⁵⁾。検査者は参加者に対し、足を肩幅に開き、腕や体を振りできる限り遠くへ飛ぶように教示した。測定距離は、スタートラインに合わせた足部つま先から着地した際の踵部までとした。2回測定を行い、最大値を解析に用いた。

4) 片脚立位時間

静的バランスを評価するために片脚立位時間の測定を行った¹⁶⁾。参加者には両手を腰に当てるように教示した。測定は、片脚が地面から浮いた時点で開始し、浮いた脚が地面または支持脚に触れた時点で終了した。120秒間保持できた場合は、その時点で計測を終了し、120秒を記録とした。測定は左右両方の脚で行い、解析には最大値を採用した。

5) 歩行効率

心肺機能評価のために歩行効率を算出した¹⁷⁾。廊下に10 mの歩行路を作成し、対象者は至適歩行速度で2分間歩行した。歩行中、参加者の右手首には心拍数モニター (POLAR M600, Polar electro) を装着した。歩行効率は以下の公式から算出した。歩行効率の数値が低いほど、心肺機能が高いことを示す。

歩行効率 = 歩行時心拍数 (拍) / 2分間歩行距離 (m)¹⁷⁾

4. 統計解析

Shapiro-Wilk検定を行い、各変数の正規性を確認した。各変数に対して、正規性が確認できたものは、平均 ± 標準偏差で示し、確認できなかった変数に対しては中央値 (最小値 - 最大値) で示した。各変数間の相関関係をピアソンの積率相関係数およびスピアマンの順位相関係数を用いて検討した。

次に、身体機能と各PedsQLスコアの関係性を

検討するために重回帰分析を実施した。独立変数として、身体活動時間、歩行速度、握力、立ち幅跳び、片脚立位時間、歩行効率を投入した。従属変数は、各PedsQLスコア (総スコア、身体的スコア、心理社会的スコア) を投入した。また、男女別で同様の解析を行い、身体機能と総スコア、身体的スコア、心理社会的スコアの関連性を検討した。

本研究で用いたすべての解析の有意水準は5%とした。また、統計解析はIBM SPSS statistics for windows ver. 24.0 IBM inc. を用いた。

結果

本研究に参加した326名のうち、158名 (48.5%) は男児であり、168名 (51.5%) は女児であった。また、肥満 ($2 \leq z\text{-score}$) であったものは4名 (1.2%)、太りぎみ ($1 \leq z\text{-score} < 2$) であったものは21名 (6.4%)、標準体重以下 ($z\text{-score} < 1$) であったものは301名 (92.6%) であった。本研究対象者の特性を表1に示す。

表2に相関分析の結果を示す。性別、年齢、身体活動時間、立ち幅跳び、片脚立位時間は、PedsQLの総スコア、身体的スコア、心理社会的スコアの3つのスコアすべてと有意に相関していた。握力は、総スコア ($p = 0.042$) および身体的スコア ($p = 0.003$) と正の有意な相関を示した。歩行効率は、総スコア ($p = 0.044$) および身体的スコア ($p = 0.025$) と負の有意な相関を示した。これは心肺機能が高いほど、総スコアと身体的スコアが高いことを示す。

重回帰分析の結果を表3に示す。解析の結果、片脚立位時間と歩行効率は、総スコア ($\beta = 0.223$, $p < 0.001$, $\beta = -0.137$, $p = 0.021$)、身体的スコア ($\beta = 0.162$, $p = 0.004$, $\beta = -0.142$, $p = 0.017$)、心理社会的スコア ($\beta = 0.228$, $p < 0.001$, $\beta = -0.121$, $p = 0.043$) の有意な予測因子であることが確認された。

考察

本研究の結果より、バランス機能の低下は、総合的、身体的、心理社会的なHRQoLに関連することが明らかになった。また、筋力は身体的HRQoLと有意な関係を示し、心肺機能は総合的HRQoL、身体的HRQoL、心理社会的HRQoLと有意な関係を示した。

本研究では、バランス機能が総合的、身体的、心理社会的HRQoLと有意に正の相関があることが認められた。バランス機能は姿勢制御に影響

表 1. 本研究の対象者特性 (n = 326)

変数	全児童 (n = 326)	男児 (n = 158, 48.5%)	女児 (n = 168, 51.5%)
年齢 (歳)	10.4 (8.0-12.8)	10.6 (8.0-12.8)	10.4 (8.0-12.8)
Body Mass Index (kg/m ²)	16.1 (12.3-29.6)	16.3 (13.3-29.6)	15.9 (12.3-23.6)
身体活動時間 (時間)	5.3 (0.0-28.0)	6.0 (0.0-25.5)	5.0 (0.0-28.0)
Pediatric Quality of Life Inventory 4.0			
総スコア (点)	94.6 (38.0-100)	93.5 (38.0-100)	96.7 (48.9-100)
身体的スコア (点)	96.9 (43.8-100)	93.8 (56.3-100)	96.9 (43.8-100)
心理社会的スコア (点)	95.0 (26.7-100)	92.5 (26.6-100)	96.7 (51.6-100)
身体機能			
歩行速度 (m/s)	1.23 (0.79-1.90)	1.25 (0.85-1.88)	1.22 (0.79-1.90)
握力 (kg)	13.8 (5.3-33.0)	14.2 (5.3-33.0)	13.2 (5.6-26.8)
立ち幅跳び (cm)	147.6 ± 22.5	152.0 ± 23.0	142.4 ± 21.2
片脚立位時間 (s)	120 (10.4-120)	120 (14.3-120)	120 (10.4-120)
歩行効率 (歩/m)	0.82 ± 0.15	0.80 ± 0.15	0.84 ± 0.15

* 正規分布を示したデータについては、平均値 ± 標準偏差で示し、正規分布していなかったデータについては中央値（最小値 - 最大値）で示す

表 2. 各変数と PedsQL スコアの相関分析の結果 (n = 326)

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 性別 ^a	.075	.085	.099	.072	.117*	.196**	-.140*	-.132*	-.213**	-.154**	-.218**
2 年齢		.376**	.165**	.090	.697**	.589**	.293**	-.074	.158**	.159**	.131*
3 Body Mass Index			.103	.111*	.436**	.130*	.025	.016	-.011	.027	-.026
4 身体活動時間				.097	.249**	.354**	.209**	-.221**	.229**	.202**	.225**
5 歩行速度					.113**	.127**	.031	-.430**	-.014	.023	-.022
6 握力						.599**	.284**	-.079	.113*	.164**	.078
7 立ち幅跳び							.308**	-.199**	.184**	.233**	.142*
8 片脚立位時間								-.075	.258**	.190**	.256**
9 歩行効率									-.112*	-.124*	-.104
10 PedsQL 総スコア										.804**	.955**
11 PedsQL 身体的スコア											.619**
12 PedsQL 心理社会的スコア											

スピアマンの順位相関係数の結果（立ち幅跳びと歩行効率の相関のみピアソンの積率相関係数を実施）

^a 男児を 1, 女児を 0 とした * $p < 0.05$. ** $p < 0.01$.

PedsQL, Pediatric Quality of Life Inventory ver. 4.0

し、日常生活動作や運動パフォーマンスにつながるとされている¹⁸⁾。運動パフォーマンスの低下は、身体的、認知的、社会的発達に悪影響を及ぼすことが先行研究で既に示されている¹⁹⁾。このことから、バランス機能が低下することによって生活の質が低下しやすいことが示唆された。

いくつかの先行研究では、立ち幅跳び、つまり筋力の低下が HRQoL と関係するが報告されてい

る^{6) 20)}。本研究においても、立ち幅跳びは身体的 HRQoL と関連が見られたが、片脚立位時間は身体的 HRQoL に加え、総合的 HRQoL および心理社会的 HRQoL とも関連することが認められた。したがって、児童の HRQoL の維持・向上には、筋力トレーニングだけでなく、感覚系のバランス機能の向上（不安定な面での立位保持、閉眼での片脚立ち等）²¹⁾ も重要である。

表 3. PedsQL スコアを従属変数とした重回帰分析 (n = 326)

変数	総スコア		身体的スコア		心理社会的スコア	
	標準化係数 β	p 値	標準化係数 β	p 値	標準化係数 β	p 値
性別 ^a	-.191	< .001**	-.156	.004**	-.187	.001**
年齢	.012	.867	-.024	.746	.027	.714
Body mass index	.001	.990	-.024	.690	.012	.846
身体活動時間	.126	.025*	.064	.261	.142	.013*
歩行速度	-.105	.067	-.059	.308	-.115	.047*
握力	-.027	.729	.067	.389	-.066	.400
立ち幅跳び	.144	.054	.215	.004**	.098	.194
片脚立位時間	.223	< .001**	.162	.004**	.228	< .001**
歩行効率	-.137	.021*	-.142	.017*	-.121	.043*

従属変数には PedsQL の 3 つのスコア（総スコア、身体的スコア、心理社会的スコア）を投入した。独立変数には、歩行速度、握力、立ち幅跳び、片脚立位時間、歩行効率を投入した。また、性別、年齢、Body mass index、身体活動時間で調整を行った。

^a 男児を 1、女児を 0 とした * $p < 0.05$. ** $p < 0.01$.

PedsQL, Pediatric Quality of Life Inventory ver. 4.0

歩行効率によって評価された心肺機能は、PedsQL の 3 つのスコア全てと関連していた。先行研究では、心肺機能の向上が認知機能や幸福度にプラスの影響を与えることが報告されている^{4) 22)}。PedsQL の心理社会的スコアは情緒的機能、社会的機能、学校生活に関する機能から構成されており、心肺機能が高い児童ほど、HRQoL が高くなると推察される。さらに、心肺機能は PedsQL の身体的スコアと正の相関を示した。心肺機能が身体的健康に直接的な影響を及ぼすことは、先行研究で報告されている⁶⁾。PedsQL には、運動や日常生活機能に関する項目が含まれており、心肺機能の向上が活動能力に間接的に影響している可能性が示唆された。Evaristo らが行った縦断的観察研究では、心肺機能が低下している群では、心肺機能が低下していない群に比べて HRQoL が有意に低いことが報告されている²³⁾。したがって、心肺機能の向上は HRQoL の改善に役立つ可能性がある。

身体活動時間については、総スコアと心理社会的スコアの間には正の関連がみられた。Chen ら²⁴⁾による日本の児童 7794 人を対象とした縦断的研究では、運動頻度が高いほど QoL が向上すると報告されており、本研究の結果と類似した結果であった。また、身体活動時間が長いほど、社会的つながりの構築、自尊心の向上、幸福感の増大が促進されることも報告されている²⁵⁾。したがって、身体活動時間が長い児童は、積極的に運動をしたり外遊びをしている可能性があり、その結果、心理社会的スコアが高いことに繋がっていると推察さ

れる。一方で、身体的スコアと身体活動時間の間に関連が見られなかった。本研究で用いた質問紙の身体的機能の項目では、生活動作、運動パフォーマンスや疲労感に関する項目から構成されている。そのため、バランス機能や心肺機能といった各身体機能は関連が見られた一方で、各身体機能を高めると言われている身体活動時間と関連が見られなかった可能性がある。実際に、Edolls ら²⁶⁾の研究では PedsQL と身体機能の関連をパス解析で検討し、身体活動時間は直接的にはではなく、心肺機能を介して間接的に身体的スコアに影響を与えることを報告している。今後は、同様の解析を行うことで、身体活動時間と身体的スコアの関連を明らかにできる可能性がある。

BMI はどの PedsQL スコアとも関連していなかった。先行研究では、肥満や太りぎみは身体機能の低下、不安、抑うつ増加と関連することで、身体的・精神的 QoL が低下しやすいことが報告されている²⁷⁾。本研究では、対象者の 1.2% が肥満、6.4% が太りぎみであった。HRQoL に対する BMI の影響を報告した先行研究と比較すると²⁶⁾、本研究の参加者は BMI が低く、肥満 / 太りぎみの割合も低かった。したがって、本研究では肥満や太りぎみに関連した問題の発生率が低く、QoL に対する BMI の関連がなかった可能性が考えられる。

いくつかの先行研究とは異なり^{23) 26)}、本研究における女児の HRQoL は男児よりも高かった。KIDSCREEN を用いて HRQoL を測定した日本の研究では²⁸⁾、本研究と同様に女児の HRQoL は男児

よりも高かった。これは、男児よりも女児の方が生活の質が高いということになるが、詳細な理由は本研究の結果から明らかにすることはできなかった。この問題を解決するためにはさらなる研究が必要であるが、国や地域の違いから生まれた文化的・経済的要因が影響している可能性も考えられる。

本研究の研究限界は、以下の3点である。第一に、身体活動時間は客観的に測定されたものではなく、アンケートによって評価されたものである。そのため、身体活動時間が過小評価または過大評価されている可能性がある。第二に、本研究は横断的研究であるため、因果関係を特定することはできなかった。したがって、さらなる縦断的研究や介入研究が必要である。最後に、この研究では、睡眠時間、スクリーンタイム、親の教育歴など、他の交絡因子を十分に考慮することができなかった。

結論

8-12歳の小学校児童は、身体活動時間、バランス機能、心肺機能の高さがHRQoLに関連することが認められた。身体活動時間を増やし、バランス機能や心肺機能を向上させることで、HRQoLの低下を予防することができる可能性がある。

謝辞

健診や問診にご協力いただいた名古屋大学の教員や学生の皆様、愛知県三河青い鳥医療療育センターのスタッフの皆様に感謝いたします。また、岡崎市教育委員会、岡崎市医師会、愛知県小児科医会、梅園小学校、根石小学校の皆様に感謝いたします。最後に、本研究にご協力いただいたすべての保護者と児童の皆様に感謝いたします。

【文 献】

- 1) Karimi M, Brazier J: Health, Health-Related Quality of Life, and Quality of Life: What is the Difference? *Pharmacoeconomics*. 2016; 34 (7): 645-649.
- 2) Kaplan RM, Hays RD: Health-Related Quality of Life Measurement in Public Health. *Annu Rev Public Health*. 2022; 43: 355-373.
- 3) Bermejo-Cantarero A, Álvarez-Bueno C, et al.: Relationship between both cardiorespiratory and muscular fitness and health-related quality of life in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Health*

Qual Life Outcomes. 2021; 19: 127.

- 4) Ortega FB, Ruiz JR, et al.: Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes (Lond)*. 2008; 32 (1): 1-11.
- 5) Zwolski C, Quatman-Yates C, et al.: Resistance Training in Youth: Laying the Foundation for Injury Prevention and Physical Literacy. *Sports Health*. 2017; 9 (5): 436-443.
- 6) Andersen JR, Natvig GK, et al.: Associations between health-related quality of life, cardiorespiratory fitness, muscle strength, physical activity and waist circumference in 10-year-old children: the ASK study. *Qual Life Res*. 2017; 26 (12): 3421-3428.
- 7) Granacher U, Muehlbauer T, et al.: An Intergenerational Approach in the Promotion of Balance and Strength for Fall Prevention - A Mini-Review. *Gerontology*. 2011; 57 (4): 304-315.
- 8) Ito T, Sugiura H, et al.: Physical Functions among Children before and during the COVID-19 Pandemic: A Prospective Longitudinal Observational Study (Stage 1). *Int J Environ Res Public Health*. 2022; 19 (18): 11513.
- 9) Varni JW, Limbers CA, et al.: Parent proxy-report of their children's health-related quality of life: an analysis of 13,878 parents' reliability and validity across age subgroups using the PedsQL™ 4.0 Generic Core Scales. *Health Qual Life Outcomes*. 2007; 5: 2.
- 10) Kato N, Takimoto H, et al.: The Cubic Functions for Spline Smoothed L, S and M Values for BMI Reference Data of Japanese Children. *Clin Pediatr Endocrinol*. 2011; 20 (2): 47-49.
- 11) Kobayashi K, Kamibeppu K: Measuring quality of life in Japanese children: Development of the Japanese version of PedsQL™. *Pediatr Int*. 2010; 52 (1): 80-88.
- 12) PedsQL™. PedsQL™ Administration Guidelines. <http://www.pedsq.org/pedsqadmin.html>. (2022年9月22日引用)
- 13) Tanaka C, Kyan A, et al.: The validity of the Japanese version of physical activity questions in the WHO Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) survey. *Res Exerc Epidemiol*. 2017; 19: 93-101
- 14) Wind AE, Takken T, et al.: Is grip strength a predictor for total muscle strength in healthy

- children, adolescents, and young adults? *Eur J Pediatr.* 2010; 169 (3) : 281-287.
- 15) Castro-Piñero J, Ortega FB, et al.: Assessing muscular strength in youth: usefulness of standing long jump as a general index of muscular fitness. *J Strength Cond Res.* 2010; 24 (7) : 1810-1817.
- 16) Zumbunn T, MacWilliams BA, et al.: Evaluation of a single leg stance balance test in children. *Gait posture.* 2011; 34 (2) : 174-177.
- 17) Hood VL, Granat MH, et al.: A new method of using heart rate to represent energy expenditure: the Total Heart Beat Index. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002; 83 (9) : 1266-1273.
- 18) Zech A, Hübscher M, et al.: Balance Training for Neuromuscular Control and Performance Enhancement: A Systematic Review. *J Athl Train.* 2010; 45 (4) : 392-403.
- 19) Gisladóttir T, Haga M, et al.: Motor Competence in Adolescents: Exploring Association with Physical Fitness. *Sports (Basel).* 2019; 7 (7) : 176.
- 20) Morales PF, Sánchez-López M, et al.: Health-related quality of life, obesity, and fitness in schoolchildren: the Cuenca study. *Qual Life Res.* 2013; 22 (7) : 1515-1523.
- 21) Schedler S, Tenelsen F, et al.: Effects of balance training on balance performance in youth: role of training difficulty. *BMC sports Sci Med Rehabil.* 2020; 12 (1) : 71.
- 22) Gil-Espinoso FJ, Chillón P, et al.: Association of Physical Fitness with Intelligence and Academic Achievement in Adolescents. *Int J Environ Res Public Health.* 2020; 17 (12) : 4362.
- 23) Evaristo OS, Moreira C, et al.: Cardiorespiratory fitness and health-related quality of life in adolescents: A longitudinal analysis from the LabMed Physical Activity Study. *Am J Hum Biol.* 2019; 31 (6) : e23304.
- 24) Chen X, Sekine M, et al.: 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.
- 25) Lubans D, Richards J, et al.: Physical Activity for Cognitive and Mental Health in Youth: A Systematic Review of Mechanisms. *Pediatrics.* 2016; 138 (3) : e20161642.
- 26) Eddolls WTB, McNarry MA, et al.: The association between physical activity, fitness and body mass index on mental well-being and quality of life in adolescents. *Qual Life Res.* 2018; 27 (9) : 2313-2320.
- 27) Buttitta M, Iliescu C, et al.: Quality of life in overweight and obese children and adolescents: a literature review. *Qual Life Res.* 2014; 23 (4) : 1117-1139.
- 28) Nezu S, Iwasaka H, et al.: Reliability and validity of Japanese versions of KIDSCREEN-27 and KIDSCREEN-10 questionnaires. *Environ Health Prev Med.* 2016; 21 (3) : 154-163.