

児童の体組成および身体機能と 運動パフォーマンスの関連

RELATIONSHIP BETWEEN ATHLETIC PERFORMANCE AND PHYSICAL COMPOSITION, PHYSICAL FUNCTION DURING CHILDHOOD

遠藤 康裕 ・ 村上 賢治 ・ 三浦 雅史
Yasuhiro ENDO, Kenji MURAKAMI, Masashi MIURA

キーワード：垂直跳び、ステッピング、体組成

Key words : vertical jump, stepping, body composition

要 旨

- 【目的】垂直跳び距離、10秒間のステップ数を指標に運動パフォーマンスに関わる身体組成、身体機能を明らかにすることを目的とした。
- 【方法】6～12歳の対象者において、10秒間ステップ数（ステッピング）、垂直跳び、握力、長座体前屈、大腿四頭筋筋力、体組成を測定した。ステッピングおよび垂直跳びに関連する要因を検討した。
- 【結果】項目間の関連では、ステッピング、垂直跳びともに年齢、身長、体重、筋肉量、握力、長座体前屈と有意な相関を認めた。重回帰分析の結果、垂直跳びでは、体脂肪率と筋肉量が有意な説明変数として選択された。
- 【考察】学童期の子どもでは筋組成の変化や筋肉量の増大が垂直跳び能力を高める要因であると言える。また、体脂肪率は低いほどジャンプ能力を高めることも明らかになった。
- 【結論】学童期のジャンプ能力には筋肉量、下肢筋力、体脂肪率が関連する要因として明らかになった。体組成、運動パフォーマンスの面から子どもの運動を捉える必要がある。

Abstract

【Introduction】 The purpose of this study was to clarify body composition and physical function related to athletic performance using vertical jump distance and the number of steps in 10 seconds as indices.

【Methods】Subjects aged 6 to 12 years were measured for the number of steps for 10 seconds (stepping), vertical jump, handgrip strength, sit to reach test, muscle strength of quadriceps, and body composition. In addition, the factors related to stepping and vertical jump were examined.

【Results】Both stepping and vertical jumping were significantly correlated with age, height, weight, muscle mass, handgrip strength, and sit to reach test. As a result of the multiple regression analysis, when the vertical jump was used as the objective variable, the body fat percentage and the muscle mass were selected as significant explanatory variables.

【Discussion】In childhood, increased muscle mass is a factor that enhances vertical jumping ability. It was also revealed that the lower the body fat percentage, the higher the jumping ability.

【Conclusion】Muscle mass and body fat percentage were found to be factors related to jumping ability in childhood. It is necessary to understand children's exercise in terms of body composition and exercise performance.

【はじめに】

子どもの体格や体力は、社会の将来的な健康度に関わる重要な指標の一つである。我が国における子どもの体格（身長および体重）は、戦後間もない時期と比較して格段に向上したが、近年は肥満児や痩身児の増加や、小・中・高校期では、運動を「ほとんど毎日」と回答した者とそれ以外の者との顕著な差があり、運動習慣の二極化傾向が報告されている¹⁾。文部科学省が昭和39年から実施している体力・運動能力調査によると、子どもの体力は調査開始以降、昭和50年頃までは向上傾向であったが、昭和50年頃から昭和60年頃にかけては停滞し、昭和60年頃からは15年以上にわたって低下し続けている。近年の報告では停滞あるいはやや上昇に転じているとされているが、依然として現在の子どもの体力は昭和60年頃のピーク時と比較して低い状態である²⁾。我々は大学近隣地域の子どもの対象に運動指導や運動に関する啓発活動を行っている。本研究は、その一つである地域のスポーツイベントに参加者した児童を対象に行った体組成、身体機能、運動パフォーマンスの調査結果を用いたものである。

また、学童期の運動能力のうち、投げる、跳ぶ、走る動作などは基本動作スキルとよばれ、その後

のスポーツや発展的な運動をする上での重要な基礎となる³⁾。しかし、この年代では運動のバリエーションや動作を決定する要因が多岐にわたり、基本動作の良し悪しを評価することは質・量的にも難しいことが多い。

今回は跳躍動作の指標として垂直跳び距離、走動作の指標として10秒間のステップ数を用い、これらのパフォーマンスに関わる身体組成、身体機能を明らかにすることを目的とした。

【対象および方法】

研究対象者は、長町秋のフェスティバルの体力測定ブース来場のうち、6歳～12歳の者とした。対象者および保護者に対して、研究説明書を用いて本研究の内容、個人情報保護について直接説明し、本人および保護者の同意書への署名をもって同意を得た。動作時に疼痛を有するもの、調査に参加できる運動が困難なもの、研究同意の得られなかったものは対象者から除外した。本研究は仙台青葉学院短期大学研究倫理審査委員会の承認を得て実施した（承認番号：0110）。

測定項目は、10秒間ステップ数、垂直跳び、握力、長座体前屈、大腿四頭筋筋力、体組成とした。10秒間ステップ数（以下、ステップング）はステップング測定器（竹井機器工業製）を用い立位で測

表1 測定結果

	全対象者	男子	女子
人数(名)	45	25	20
年齢(歳)	9.20 ± 2.29	8.80 ± 2.29	9.70 ± 2.25
身長(cm)	135.08 ± 13.29	133.27 ± 13.97	137.35 ± 12.38
体重(kg)	31.96 ± 8.72	31.58 ± 9.56	32.43 ± 7.75
体脂肪率(%)	19.34 ± 6.62	18.49 ± 7.44	20.48 ± 5.31
筋肉量(kg)	25.64 ± 6.43	25.14 ± 7.33	26.31 ± 5.12
握力(kg)			
	右	16.50 ± 5.22	16.03 ± 6.04
	左	16.32 ± 5.33	15.97 ± 6.16
大腿四頭筋筋力(N)			
	右	19.02 ± 8.34	20.59 ± 9.02
	左	17.36 ± 7.35	17.93 ± 7.99
ステッピング(回)	80.04 ± 12.16	78.96 ± 12.55	81.40 ± 11.83
長座体前屈	32.09 ± 8.79	28.50 ± 7.86	36.58 ± 7.91 **
垂直跳び	35.87 ± 7.05	36.00 ± 7.91	35.70 ± 6.00

*: p<0.05, **: p< 0.01

定した。垂直跳びはデジタル垂直跳び測定器（竹井機器工業製）を用いて測定した。握力は握力計グリップ DT-2177（TOEI LIGHT 社製）を用い左右計測した。長座体前屈はデジタル長座体前屈計を用い計測した。大腿四頭筋筋力はハンドヘルドダイナモメーター（ μ Tas F-1、アニメ社）を用い椅子座位にて計測した。体組成は体組成計 MC-780A（TANITA 社製）を用い、生体インピーダンス法（BIA）により測定した。ステッピング、垂直跳び、握力、長座体前屈、大腿四頭筋筋力はそれぞれ2回計測し、最大値を統計学的解析に用いた。

統計学的解析では、各項目を Shapiro-Wilk 検定にて正規分布を検討した後に、項目間での関連を正規分布する項目間では Pearson の積立相関係数、正規分布しない項目間では Spearman の順位相関係数を用いて検討した。また、パフォーマンステストとしてのステッピングと垂直跳びを目的変数とし、それ以外の身体組成、握力、大腿四頭筋筋力、長座体前屈を説明変数とした重回帰分析（ステップワイズ法）を行った。すべての統計解析には EZR⁴⁾を使用した。有意水準は5%とした。

【結果】

体側測定ブースにて計測を行い同意を得られたのは119名であった。そのうち、データの欠損がなく解析対象となったのは45名（男子：25名、女子：20名、平均年齢：9.2±2.3歳、平均身長：135.1±13.3cm、平均体重：32.0±8.7kg）であった。

各測定項目の結果は表1の通りである。男女の比較では、属性には有意な差はなく、長座体前屈で女子の方が高値であった（表1）。年齢を10歳未満と10歳以上に分けた場合、10歳未満では右握力と長座体前屈が女子で有意に高値であった。10歳以上では、筋肉量、左大腿四頭筋筋力が男子で有意に高値であった（表2）。

項目間の関連では、ステッピング、垂直跳びともに年齢、身長、体重、筋肉量、握力（右/左）、右大腿四頭筋筋力と有意な相関を認めた。また、ステッピングは長座体前屈と有意な相関を認め、垂直跳びは左大腿四頭筋筋力とも有意な相関を認めた（表3）。

重回帰分析の結果、垂直跳びは全対象者では体脂肪率と筋肉量が有意な説明変数として選択され、

表2 10歳未満および10歳以上での男女の比較結果

	10歳未満				10歳以上			
	男子		女子		男子		女子	
人数(名)	15		8		10		12	
年齢(歳)	7.13 ± 1.06		7.38 ± 1.41		11.30 ± 0.82		11.25 ± 0.97	
身長(cm)	123.05 ± 5.21		125.75 ± 6.92		148.60 ± 6.52		145.08 ± 8.43	
体重(kg)	25.73 ± 5.23		26.00 ± 4.72		41.33 ± 6.63		37.10 ± 5.96	
体脂肪率(%)	19.05 ± 8.31		19.28 ± 3.95		17.54 ± 6.06		21.08 ± 5.94	
筋肉量(kg)	20.11 ± 2.17		21.25 ± 3.27		33.53 ± 4.41		28.83 ± 3.84 *	
握力(kg)	右	11.95 ± 1.80	14.09 ± 2.11 *		22.14 ± 4.79		18.89 ± 3.78	
	左	11.77 ± 1.80	13.11 ± 2.56		22.27 ± 4.76		18.93 ± 3.21	
大腿四頭筋筋力(N)	右	16.13 ± 6.28	13.13 ± 6.68		28.02 ± 8.09		20.19 ± 5.12	
	左	13.46 ± 5.85	13.57 ± 6.03		25.38 ± 4.86		19.44 ± 5.67 *	
ステッピング(回)	74.60 ± 5.68		74.50 ± 5.68		85.50 ± 13.91		86.00 ± 12.79	
長座体前屈	25.30 ± 6.02		34.75 ± 4.61 **		33.30 ± 8.11		37.79 ± 9.51	
垂直跳び	31.87 ± 3.85		32.88 ± 6.33		42.20 ± 8.52		37.58 ± 5.21	

*: p<0.05, **: p< 0.01

表3 各項目の相関係数

	年齢	身長	体重	体脂肪率	筋肉量	握力		大腿四頭筋筋力		長座体前屈	ステッピング	垂直跳び	
						右	左	右	左				
年齢		0.922**	0.847**	0.159	0.873**	0.809**	0.861**	0.603**	0.623**	0.421**	0.460**	0.615**	
身長			0.919**	0.191	0.969**	0.863**	0.882**	0.738**	0.747**	0.440**	0.465**	0.613**	
体重				0.533**	0.951**	0.792**	0.800**	0.767**	0.770**	0.422**	0.327*	0.437**	
体脂肪率					0.257	0.073	0.078	0.305	0.263	0.232	-0.174	-0.239	
筋肉量						0.871**	0.888**	0.797**	0.788**	0.419**	0.400**	0.607**	
握力	右							0.923**	0.668**	0.722**	0.435**	0.486**	0.548**
	左								0.694**	0.740**	0.412**	0.491**	0.641**
大腿四頭筋筋力	右									0.845**	0.224	0.320*	0.544**
	左										0.303	0.205	0.341*
長座体前屈												0.348*	0.252
ステッピング													0.541**

*: p<0.05, **: p< 0.01

男子では体脂肪率と右大腿四頭筋筋力が選択された。垂直跳びの女子およびステッピング（全体、女子、男子）では有意な説明変数は選択されなかった（表4）。

【考察】

今回パフォーマンス能力の指標としてステッピングと垂直跳びを用いた。ジャンプ、全力疾走、

投球動作はスポーツや身体活動量向上に重要な要素である^{5, 6)}。運動パフォーマンスに関連する因子には内的要因と外的要因があり、内的要因としては筋力、体重、身長、発達レベルなどがある⁷⁻⁹⁾。基本動作スキルの一つである、ボール投げ能力には学童期では、運動発達レベル、握力、持久力が関連するとされている⁹⁾。今回パフォーマンスの指標としたステッピングに近いスプリ

表 4 重回帰分析の結果

	垂直跳び		p値
	β	R ²	
全体		0.49	
残差	24.19		
体脂肪率	-0.41		**
筋肉量	0.76		**
男子		0.57	
残差	29.99		
体脂肪率	-0.42		*
右大腿四頭筋筋力	0.66		**

*: p<0.05, **: p< 0.01

ト能力には、下肢筋力が関連し体重が負の相関を示すとされている¹⁰⁾。垂直跳びには筋力、運動速度が関連するとされている^{11, 12)}。今回の結果では、項目間の影響を考慮しなければ、年齢、身長、体重、筋肉量、握力、長座体前屈、大腿四頭筋筋力が大きいほどステップング、垂直跳びともにパフォーマンスが高いことが明らかになった。重回帰分析の結果からは、垂直跳びは全対象者では体脂肪率と筋肉量が有意な説明変数として選択され、男子では体脂肪率と右大腿四頭筋筋力が選択されたが、ステップングは有意な説明変数が選択されなかった。下肢筋力は成長とともに増加する。また、筋線維の種類にも差があり、3～21か月の子供は、成人と比較してタイプ IIb 線維の割合が低く、タイプ I および II a の割合が高いことが示されている。さらに、以前の研究では、I 型線維の割合が5歳の約65%から20歳の50%に減少することが報告されている¹³⁾。成長中の下肢筋の大きさの増加は筋線維の数に見られる^{14, 15)}。大人は、子供より大きな筋厚を呈し¹⁵⁾、子どもでも年齢が高い方が相対的に大きな筋厚を示す¹⁶⁾。筋の解剖学的筋断面積は子どもでも成人と同様に最大筋力とパワーの主要な予測因子であり¹⁷⁾、筋のサイズの増加は、子どもが生物学的成熟をする際の力の発揮能力に寄与する主要な要因である。結果としてジャンプなどのパフォーマンスの結果が大きくなる¹⁸⁾。

今回の対象である学童期の子どもでも筋組成の

変化や筋量の増大が垂直ジャンプ能力を高める要因であると言える。女子を含めた全対象者では全身の筋肉量がパワー発揮には有用な指標であることが明らかになった。男子では膝伸展筋力である大腿四頭筋筋力がジャンプ能力を決定する要因となることが示唆された。また、体脂肪率は低いほどジャンプ能力を高めることも明らかになった。学童期では、体重、身長が大きいほど筋力は大きいとされており^{19, 20)}、今回も体重、身長と筋肉量、大腿四頭筋筋力は強い相関を示した。パフォーマンスの要因を考える際には、身体組成として筋肉量、体脂肪率とともに下肢筋力を考慮する必要があると考える。

ステップングに関しては、下肢筋力が関連するとされている¹⁰⁾が、今回のステップングでは、走動作ではなくその場でのステップ数の計測であったために筋力よりも敏捷性や協調性などの要素が強い可能性が考えられる。今回の身体組成、筋力、柔軟性では敏捷性、協調性を測る指標となりえないために有意な変数が明らかにならなかったと考える。

スキヤモンの発育曲線にあるように、学童期は神経系の発達が大い時期である。神経系に左右される敏捷性は学童期では成長の速度に左右され、個人差が大きいとも考えられる。神経系の発達度を測定する指標の考案が必要である。また、学童期の発育は個人差、性差が大きい。学童期の身体組成、身体機能の性差について、10歳未満では女子の柔軟性と握力が高かった。10歳以上では男子の筋肉量、大腿四頭筋筋力が大きかった。成長に伴い柔軟性には差がなくなり、身体組成としての筋肉量が男子でより大きくなることが示唆された。垂直跳びで男子のみの場合に大腿四頭筋筋力が説明変数になったこともこのことが関係していると考えられる。学童期では筋肉量、下肢筋力の増大に伴って垂直跳びのパフォーマンスが向上することが明らかになった。反面、身体発育と筋柔軟性や協調性に不一致が起りやすい時期でもあり、障害のリスクも高くなる。発育状況に合わせたトレーニング、運動が必要であると考えられる。体組成がパフォー

マンスに与える影響については、学童期ではほとんど検討されておらず、本研究の結果は新たな示唆となりうると考える。

【結 論】

学童期のジャンプ能力には筋肉量、下肢筋力、体脂肪率が関連する要因として明らかになった。体組成、運動パフォーマンスの面から子どもの運動をとらえる必要がある。

【文 献】

- 1) スポーツ庁「平成30年度全国体力・運動能力、運動習慣等調査報告書」
https://www.mext.go.jp/sports/b_menu/toukei/kodomo/zencyo/1411922.htm (2020年1月27日)
- 2) スポーツ庁「平成30年度全国体力・運動能力調査報告書」
https://www.mext.go.jp/sports/b_menu/toukei/chousa04/tairyoku/kekka/k_detail/1421920.htm (2020年1月27日)
- 3) Gallahue DL, Ozmun JC, et al.: Understanding motor development: Infants, Children, Adolescent, Adults. 7th ed, New York, McGraw Hill, 2012, pp.48-49.
- 4) Kanda Y : Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics. Bone Marrow Transplant. 2013 ; 48 : 452-458.
- 5) Lloyd RS, Oliver JL, et al.: Long-term athletic development, part2: barriers to success and potential solutions. J Strength Cond Res. 2015; 29: 1451-1464.
- 6) Lubans DR, Morgan PJ, et al.: Fundamental movement skills in children and adolescents: review of associated health benefits. Sports Med. 2010; 40: 1019-1035.
- 7) Robinson LE, Stodden DF, et al.: Motor competence and its effect on positive developmental trajectories of health. Sports Med. 2015; 45: 1273-1284.
- 8) Suchomel TJ, Nimphius S, et al.: The importance of muscular strength in athletic performance. Sports Med. 2016; 46: 1419-1449.
- 9) Kasuyama T, Mutou I, et al.: Development of overarm throwing technique results throwing ability during childhood. Phys Ther Res. 2016; 19: 24-31.
- 10) Sommerfield LM, Harrison CB, et al.: Relationship between strength, athletic performance, and movement skill in adolescent girls. J Strength Cond Res. 2020 Jan 6; doi: 10.1519/JSC.00000000000003512. Pub Med PMID : 31913253.
- 11) Woods MA, Watsford ML, et al.: Factors affecting jump performance in professional Australian rules footballers. J Sports Med Phys Fitness. 2015; 55: 1114-1121.
- 12) Post BK, Dawes JJ, et al.: Relationship between tests of strength, power, and speed and the 75-yard pursuit run. J Strength Cond Res. 2019; 27: doi: 10.1519/JSC.00000000000003398. Pub Med PMID : 31800480.
- 13) Lexell J, Sjostrom M, et al.: Growth and development of human muscle: a quantitative morphological study of whole vastus lateralis from childhood to adults age. Muscle Nerve. 1992; 15: 404-409.
- 14) O'Brien TD, Reeves ND, et al.: Muscle-tendon structure and dimensions in adults and children. J Anat. 2010; 216: 631-642.
- 15) O'Brien TD, Reeves ND, et al.: In vivo measurements of muscle specific tension in adults and children. Exp Physiol. 2010; 95: 202-210.
- 16) Kubo K, Kanehisa H, et al.: Growth changes in the elastic properties of human tendon structures. Int J Sports Med. 2001;

- 22: 138-143.
- 17) Jones EJ, Bishop PA, et al.: Cross-sectional area and muscular strength: a brief review. *Sports Med.* 2008; 38: 987-994.
- 18) Radnor JM, Oliver JL, et al.: The influence of growth and maturation on stretch-shortening cycle function in youth. *Sports Med.* 2018; 48: 57-71.
- 19) Abdelmoula A, Martin V, et al.: Knee extension strength in obese and nonobese male adolescents. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2012; 37: 269-275.
- 20) Duarte JP, Valente-Dos-Santos J, et al.: Multilevel modelling of longitudinal change in isokinetic knee extensor and flexor strength in adolescent soccer players. *Ann Hum Biol.* 2018; 45: 453-456.