

令和 3 年 6 月 15 日現在

機関番号：34404

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2019～2020

課題番号：19K24297

研究課題名（和文）子どもの最大筋力と疾走能力の関係および最大筋力測定のための簡易型装置の開発

研究課題名（英文）The association of maximum muscular strength of lower limb with sprint performance and the development of the equipment to assess maximum muscular strength for children

研究代表者

九鬼 靖太（Kuki, Seita）

大阪経済大学・人間科学部・講師

研究者番号：00843559

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、小学生児童を対象に、下肢の最大筋力の発達を横断的捉え、下肢の最大筋力と疾走能力との関係を明らかにすることとした。小学校2年生・6年生の男子児童のアイソメトリックな力発揮における下肢の最大筋力と30m走を測定した。6年生においては、最大筋力と疾走能力には有意な関係が認められたが、2年生には有意な相関関係が認められなかった。この結果は、年齢によって疾走能力と下肢筋力との関係が異なり、発育段階に応じた指導介入の重要性を示唆している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、アイソメトリックな力発揮を実験室外で実施できる測定装置を用いて、子どもの最大筋力を測定し、疾走能力との関係を検討した。これまで、下肢の最大筋力は、膝関節伸展筋力などの単関節運動によって評価されてきたが、本研究の方法を用いることで、下肢全体の最大筋力を測定することができる。また、年齢に応じて、下肢の最大筋力と疾走能力との関係が異なり、小学6年生にのみ強い相関関係が認められた。これは、小学校高学年の児童に対しては、下肢の最大筋力を高めるトレーニングの効果を支持するものであり、学校現場などで下肢筋力を高めるための取り組みの重要性を示している。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to investigate the development of maximum muscular strength of lower limb in elementally school children and to examine the association with sprint performance. The participants, who were the 2nd and 6th grade male children, performed the tests consisting of isometric maximum muscular strength and 30m sprinting. Although the sprint performance was not correlated with maximum muscular strength of lower limb in 2nd grade children, it was found the significant association between them in 6th grade children. The relationship between maximum muscular strength of lower limb and sprint performance is depending on age, suggesting that the importance of the training intervention according to the growth situation for each child.

研究分野：コーチング・トレーニング

キーワード：疾走能力 下肢筋力 発育発達

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

現在、世界中の81%の子どもが慢性的な運動不足にあり、体力低下に起因した生活習慣病の罹患が問題視されている。特に、疾走能力は様々なスポーツにおける重要な運動能力であるため、子どもの時期に疾走能力を高めることで、多面的な運動能力の基盤を築くことができ、中・壮年期での疾病のリスク低減が期待できる(厚生労働省健康局, 2013)。それに関わらず、我が国における子どもの疾走能力は、近年において再び低下傾向にあり、今まさに子どもの疾走能力の向上が求められている(日本学術会議, 2017)。

疾走能力の構成要素の一つとして、下肢筋力が挙げられる。ヒトの身体における骨格筋のうち70%以上が下肢の筋であり、下肢筋群が発揮しうる最大筋力は、疾走能力を決定する重要な要素である。成人アスリートでは、下肢の最大筋力が疾走能力を構成する体力的要素の一つであると考えられており、この関係性は子どもにも共通して存在する可能性が高い。しかしながら、子どもを対象とした下肢の最大筋力に関する研究は、最大筋力を測定する方法論上の問題点によって研究が十分に進められていない。一般的に、スクワットの最大挙上重量を下肢の最大筋力の指標とするが、子どもに高重量の重りでスクワットをさせるのは危険性が高い。また、子ども実験室に誘導して実験を行う方法では、十分なサンプル数を確保することが難しく、学校に出向いて測定できることが望ましい。以上のことから、子どもを対象に下肢の最大筋力を測定するためには、安全かつ正確に測定することのできる手段が不可欠である。

近年、Isometric Mid-Thigh Pull(以下、IMTP)と呼ばれる、フォースプレートと特製ラックを用いて安全に下肢の最大筋力を測定できる方法が広まっている。これまで、成人アスリートにおいて、IMTPで評価された最大筋力と疾走能力が有意な相関関係にあることを明らかにされており(Kuki et al., 2019)、子どもの疾走能力に求められる下肢の最大筋力を安全かつ正確に測定する手段として、IMTPが十分に応用可能であると考えられる。また、近年では可動式の特製ラックが開発され、可動式フォースプレートと併用することでIMTPの測定を実験室外でも実施でき、子どもにおける最大筋力測定の方法論上の問題点を解決することができると考えられる。

2. 研究の目的

本研究は、小学生児童を対象に、下肢の最大筋力の発達を横断的に捉え、下肢の最大筋力と疾走能力との関係を明らかにすることを目的として行った。

本研究において、成人アスリートと同様に、子どもでも疾走能力と下肢の最大筋力との間に有意な相関関係が認められれば、子どもの下肢筋力向上の重要性を示すことができる。また、両者に有意な相関関係が認められなければ、技術トレーニングなど疾走能力向上のための異なるアプローチの検討に繋がることを期待できる。

3. 研究の方法

(1) 対象者

小学校2年生18名(身長: 126.16 ± 4.67 cm, 体重: 20.35 ± 3.97 kg)および6年生26名(身長: 145.63 ± 5.69 cm, 体重: 37.13 ± 5.95 kg)の男子児童を対象とした。本研究を実施するにあたり対象者の所属する学園の学校長に対して、研究の実施内容および得られたデータの発表方法などについて口頭および書面で説明を行った上で本研究に参加する意思を確認した。また、口頭で児童に、研究の目的や実験試技の方法について説明するとともに、実験を途中で辞退することができ、その際には不利益を被ることがない旨を説明した。実験には、担当教員が付き添い研究対象者の安全を確認しながらテストを行った。なお、本研究の実験手順は、大阪経済大学の研究倫理委員会により承認されている(2019-H02)。

(2) 実験試技と分析方法

対象者は、実験に先立って10分程度のウォーミングアップを行った。実験試技としてIMTP、立ち幅跳びおよび30m走が行われた。全ての実験は、体育館において行われ、試技の開始前にはケガの問題を有していないか、口頭で確認した。

立ち幅跳びは、器械体操用のマットを用いて行われ、両脚支持の姿勢から、なるべく遠くに跳躍し、いずれかの足で踏切線に近い方の足のかかとまでの距離を測定した。練習試技を1回行わせた後に、実験試技を2回行わせ、より遠くに跳躍できた方の記録を採用した。

IMTPは、可動式の特製ラック(Absolute Performance Limited社製)と可動式フォースプレート(Q'sfix社製)を用いて行われた。IMTP中の姿勢は、膝関節を 120° 、股関節を 140° として、体幹部は直立の姿勢に統一した。また、アスレティックテープで手とバーを固定することによって握力の影響を除去した。IMTPの試技を習熟させるために、全ての対象者には実験試技の前に、ウォーミングアップとして全力の50%と75%の努力度でそれぞれ1回ずつ練習を行わせた。対象者は、全力でなるべく早く5秒間バーを引くように指示され、試技は2回行われた。試技中における鉛直方向の地面反力は1,000Hzで記録され、得られた時間-力曲線のピーク値を最大筋力(Peak Force; 以下、PF)とした。また、体重あたりの

最大筋力は、PF を体重で除した値（以下、PF/BM）として算出された。

30m 走は、「位置について、用意、スタート」の合図でスタートを行い、30m まで全力で疾走するように指示を行った。疾走タイムは、光電管（ワイワイファクトリー社製）を用いて計測された。対象者は、スタートラインから 0.5m 後方に下がった地点に、静止した状態で構えてスタートを行なった。試技は 2 回行われ、疾走タイムが速かった方の試技を採用した。なお、30 を疾走タイムで除すことで、30m の平均速度を算出し、その平均速度を変数として分析を行った。

(3) 統計処理

各測定項目の平均値および標準偏差を算出した。変数間の関係性は Pearson の積率相関分析を用いて分析した。相関係数を効果量として、Hopkins et al. (2009) が示す基準をもとに、以下の通り判断した（弱い： $r = 0.1 - 0.29$ ，中程度： $r = 0.30 - 0.49$ ，強い： $r = 0.50 - 0.69$ ，とても強い： $r = 0.70 - 0.89$ ，ほぼ一致： $r = 0.90 - 0.99$ ）。なお、統計的有意性は、5%の基準で判断した。

4. 研究成果

本研究の目的は、小学生児童を対象に、下肢の最大筋力の発達を横断的に捉え、下肢の最大筋力と疾走能力との関係を明らかにすることとした。表 1 は、測定項目における平均と標準偏差を示している。本研究の主な結果として、体重で規格化された下肢の最大筋力は身長との関係なく様な値であったこと、および 6 年生においてのみ下肢の最大筋力と疾走能力との間に有意な相関関係が認められたこと、であった。

表1. 全体と各学年における測定項目の平均 (SD)

	全体 (n = 44)	6年生 (n = 26)	2年生 (n = 18)
身長 (cm)	137.67 (11.01)	145.63 (5.69)	126.16 (4.67)
体重 (kg)	30.27 (9.82)	37.13 (5.95)	20.35 (3.97)
立ち幅跳び (m)	1.57 (0.24)	1.70 (0.19)	1.38 (0.16)
30m平均速度 (m/s)	5.20 (0.59)	5.52 (0.49)	4.75 (0.41)
PF (N)	883.03 (305.62)	1090.87 (207.37)	582.83 (107.39)
PF/BM (N/kg)	29.36 (4.91)	29.57 (4.89)	29.06 (5.05)

(1) 身体の発育が疾走能力および下肢の最大筋力に及ぼす影響

図 1 は、身長と 30m の平均速度における有意な相関関係を示している ($r = 0.685$)。また、相関係数から、両者の相関関係は強いと判断することができた。身長は、身体の発育状況を把握するための一つの指標であることから、この結果は、身体の発育が疾走能力に強く影響していることを示唆するものである。身長と疾走能力との関係は、これまでの研究でも検討されており、高井ほか (2019) は、3 歳から 15 歳までの子どもにおける身長と 30m 走タイムとの関係を分析し、身長が 121cm を境に、身体の発育が疾走能力に及ぼす影響の程度が変化することを報告している。この報告によると、男子では身長が 121.4cm 以降では、身長が疾走能力に及ぼす影響は相対的に小さくなることが報告されていたが、本研究の結果では、身長は疾走能力に強く影響しており、決定係数が 0.469 であったため、30m の平均速度のばらつきを身長で 47% 程度説明づけられることを示唆している。身長が急激に大きくなる時期を発育スパートと呼び、日本人男子であれば、およそ 13 歳程度であることが報告されている (Suwa et al. 1992)。また、Nagahara et al. (2018) は、8.8 歳から 12.1 歳において、疾走能力の発達が一時的に停滞する時期が存在することを報告しており、本研究の対象者における 6 年生はこの時期に相当すると考えられる。このように、身長が大きく発育し、疾走能力の発達も停滞する時期であるものの、巨視的にみると小学生児童における疾走能力は、身体の発育に強く影響を受けると考えることができる。

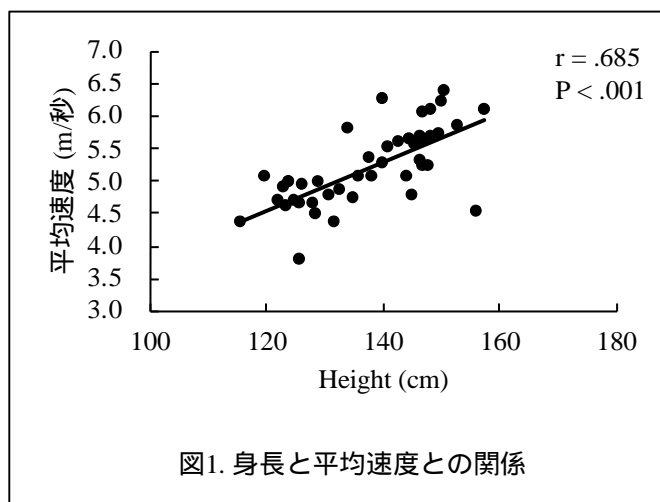


図1. 身長と平均速度との関係

一方、図 2 は、身長と PF (A) および PF/BM (B) との関係を示している。相関分析の結果、

身長は PF と有意な相関関係にあったものの ($r=0.898$), PF/BM とは有意な相関関係が認められなかった ($r=0.111$). この結果は, 体重で規格化されていない下肢の最大筋力の発達は, 身体の発育に大きく依存するが, 単位筋断面積あたりの力の大きさは, 発育による影響を受けず一様である可能性を示唆している. 一方で, 金久ほか (1985) は, 7 歳から 18 歳の男子を対象に, 膝関節伸展筋群の筋横断面積とその筋力との発達を横断的に検討している. その結果, 単位筋断面積あたりの筋力は, 7 歳から 11 歳で有意に低く, それ以降に高まることを報告している. 本研究において対象としたのは, 小学 2 年生および 6 年生であったため, 多くの対象者が 11 歳以下であった. そのため, 本研究は, 膝関節の伸展筋力に限らず, IMTP のような下肢全体の伸展筋力においても, 体重などの形態を示す変数で規格化した際には, 年齢による影響を受けないことを示しており, 金久ほか (1985) の結果を支持するものであった.

(2) PF および PF/BM と疾走能力との関係

表 2 は, PF と身長, 体重, 立ち幅跳び, 30m 平均速度との関係を示している. また, 表 3 は, PF/BM と身長, 体重, 立ち幅跳び, 30m 平均速度との関係を示している. 全ての対象者を含めた全体では, PF と PF/BM のいずれにおいても, 30m 平均速度と有意な相関関係が認められた (PF: $r=0.718$, PF/BM: $r=0.439$). 本研究の結果は, 小学生児童を対象とした場合においても, 下肢の最大筋力が疾走能力にとって重要な要素であることを示している. しかしながら, 学年別に見てみると, 6 年生では下肢の最大筋力と疾走能力との間に有意な関係が認められたものの (PF: $r=0.519$, PF/BM: $r=0.597$), 2 年生においてはその関係が認められなかった (PF: $r=0.042$, PF/BM: $r=0.464$). さらに, 下肢の最大筋力と立ち幅跳びとの関係においても, 同様に 6 年生でのみ有意な関係が認められており, その相関関係が学年によって異なっていた. 学年によって, 下肢の最大筋力と疾走能力との関係が異なるという現象は興味深く, これは疾走能力におけるパフォーマンス構造が, 発育段階によって変容する可能性を示している. すなわち, 小学校 2 年生などの低学年の児童においては, 下肢の最大筋力が疾走能力に及ぼす影響は相対的に小さく, 最大筋力以外の要因が強く影響すると推察される. 一方, 小学校 6 年生においては, 下肢の最大筋力が強く疾走能力に関係していたため, 疾走能力向上のために下肢の最大筋力を高めることは, 有効な手段であると言える. 一般的に, 最大に発揮できる力は, 筋横断面積と単位筋断面積あたりに発揮できる力の積として考えられる. ここで, 発育と単位筋断面積あたりに発揮できる力に相関が認められなかったという結果を踏まえると, 筋力トレーニングやプライオメトリックトレーニングなどで, 単位筋断面積あたりに発揮できる力を改善することにトレーナビリティが存在すると考えられる. 今後は, 単位筋断面積あたりに発揮できる力の改善が, 疾走能力に及ぼす影響について検討することで, 疾走能力向上のトレーニングにおけるより詳細な情報が得られると推察される.

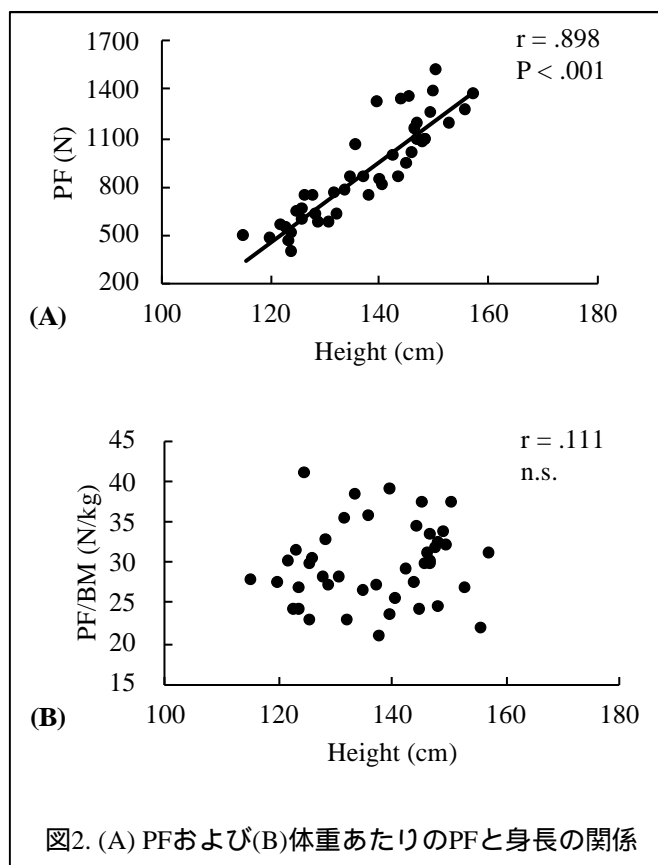


図2. (A) PFおよび(B)体重あたりのPFと身長の関係

表2. PFと測定項目との相関係数

	全体	6年生	2年生
身長	.898 ($P < .01$)	.643 ($P < .01$)	.675 ($P < .01$)
体重	.857 ($P < .01$)	.510 ($P < .01$)	.580 ($P < .05$)
立ち幅跳び	.741 ($P < .01$)	.629 ($P < .01$)	.017
30m平均速度	.718 ($P < .01$)	.519 ($P < .01$)	.042

表3. PF/BMと測定項目との相関係数

	全体	6年生	2年生
身長	.111	.073	.248
体重	-.120	-.258	-.446
立ち幅跳び	.398 ($P < .01$)	.626 ($P < .01$)	.229
30m平均速度	.439 ($P < .01$)	.597 ($P < .01$)	.464

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------