

幼児の動的脚筋力と疾走能力

八木 規夫*・並木 洋子*・水谷 四郎*
小林 寛道**

Isokinetic Leg Strength and Running Ability of Children Ages of 6 Years Old

Norio YAGI, Yoko NAMIKI, Shiro MIZUTANI
and Kando KOBAYASHI

要 旨

6歳児男女90名を対象に、動的脚筋力と疾走能力との関係を検討した。動的脚筋力（ピークトルク）は、伸展筋力及び脚屈曲筋力の双方について、Cybex II+を用いて4つの異なる角速度条件（0°/sec.、60°/sec.、180°/sec.、300°/sec.）で測定した。

動的脚筋力と疾走速度との関係は、伸展筋力では男女とも4条件すべてのピークトルク値に有意な相関関係が認められた。屈曲筋力では、男女に異なった傾向がみられ、女子の屈曲筋力は疾走速度と有意な相関関係がみられなかった。さらに、動的脚筋力と歩幅（身長比歩幅）との関係では、伸展筋力の比較的速い条件（180°/sec.、300°/sec.）での値に男女とも有意な相関関係が認められた。しかし、動的脚筋力と歩数との関係では、男女とも、伸展・屈曲筋力すべての条件において有意な相関関係は認められなかった。

幼児（6歳児）の動的脚筋力と疾走能力との関係は、男女とも脚伸展筋力の大きさが疾走速度と密接に関係しており、比較的速い運動速度で発揮される伸展筋力が歩幅の大きさと密接に関係する傾向がみられた。男女とも脚伸展筋力の大きいものが、歩幅が大きくて疾走能力に優れていることが示唆された。

I. 目 的

幼児期は、様々な運動能力が著しく発達する時期である。なかでも、疾走能力は、基本的な運動能力のひとつとして、誰もが身につけ成長にともなって向上する能力であるとされている。また、幼児期の疾走能力に関する研究は数多くなされており、疾走速度^{1),7),20),21)}、動作様式^{14),19)}、筋の放電様式⁹⁾、重心移動の軌跡^{4),23)}などの観点から検討されている。しかし、運動能力の発達の基盤

となっているであろう幼児の筋力についての報告例は比較的少なく、幼児期の筋力と疾走能力との関連性について検討した報告はみられない。

また、幼児の筋力についての資料は、ほとんどが握力や背筋力など静的な筋力についてのもの^{10),15)}であり、動的な筋力に関する資料はみあたらない。

そこで本研究は、幼児の静的及び動的（等速性）な脚筋力について、伸展筋力、屈曲筋力双方の発揮特性をとらえ、それらの筋力発揮が基本的

原稿受理日 平成2年10月1日

* 三重大大学教育学部

(Faculty of Education, Mie University)

** 東京大学教養学部

(Department of Sports Sciences, College of Arts and Sciences, The University of Tokyo)

運動能力のひとつである疾走能力とどのように関連しているかについて検討することを目的とした。

II. 方 法

1. 対 象

三重県内のK幼稚園の男子46名、女子44名、計90名（6歳児）を測定対象とした。測定を実施するにあたっては、当保育園長を通じて、対象者の保護者から測定参加に対する同意を得た。

2. 測定方法

1) 動的脚筋力の測定

動的（等速性）脚筋力の測定は、サイベックスマシン（Cybex II+）をK保育園に運搬し、保育園の一室で実施した。脚筋力測定用のアームは、幼児の下腿長にあわせて製作したものを用いた。アームの形態は、主軸の部分が16 cm、横軸は17 cm、長さの調節が16～25 cmの範囲で可能なものである。

測定は、椅座位での右脚伸展および屈曲動作について、それぞれ角速度300°/sec.（以下、高速度条件）、180°/sec.（以下、中速度条件）、60°/sec.（以下、低速度条件）および0°/sec.（以下、静的条件）の4条件で、最大努力での筋力発揮をおこなわせた（写真1）。

測定順序は、筋力発揮の練習を行った後、高速度、中速度、低速度、静的筋力の順序とし、各角速度について少なくとも2～3回の測定を実施し、最もよい成績を各測定角速度条件における最大筋力（ピークトルク）とした。

2) 疾走能力の測定

疾走能力は、25 mの直走路での全力疾走とし、被験者の右側方距離14 m、レンズの高さ1 mに設置した16 mmシネカメラ（bolex-H16・RX-15）を用いて、25 mの中間地点（12.5 m～17.5 m）における疾走動作を高速度撮影（毎秒64コマ）し、得られたフィルムより分析した。分析項目は、中間疾走中1サイクルにおける疾走速度



写真1. Cybex II+ による脚筋力の測定風景

（m/秒）、歩幅（cm/歩）、歩数（歩/秒）、身長比歩幅（歩幅/身長×100）とした。分析には、NAC・Film Motion Analyzer 160-Bを使用した。

III. 測定結果

対象の形態（身長、体重）および25 m走タイムの測定結果を、男女別に表1に示した。

1. 動的脚筋力

静的条件および異なる角速度条件（低速度、中速度、高速度）における動的（等速性）脚筋力の測定結果を男女別に表2及び図1（伸展筋力）、図2（屈曲筋力）に示した。

1) 脚伸展筋力

男女とも、静的条件での筋力発揮が最も大きく、運動速度が低速から高速になるに従ってピークトルク値が小さくなる傾向がみられた。

静的条件でのピークトルク値は、男子29.7

表1 対象の形態及び25 m走タイムの男女別平均値

Sex	N	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)	25 m Run (sec.)
Boys	46	6.5 (0.3)	117.7 (5.3)	21.5 (4.0)	5.9 (0.45)
Girls	44	6.5 (0.2)	115.9 (5.2)	20.4 (2.8)	6.2 (0.45)

M. (S.D.)

表 2 各角速度条件における脚伸展筋力及び屈曲筋力の測定結果

Sex	(0°/sec.)		(60°/sec.)		(180°/sec.)		(300°/sec.)	
	Extension (Nm)	Flexion (Nm)	Extension (Nm)	Flexion (Nm)	Extension (Nm)	Flexion (Nm)	Extension (Nm)	Flexion (Nm)
Boys	29.7 (6.9)	14.4 (4.3)	26.4 (7.3)	15.4 (5.5)	18.4 (5.0)	12.0 (3.5)	11.4 (3.7)	8.9 (3.7)
Girls	27.3 (7.1)	13.0 (3.9)	24.3 (5.2)	13.3 (3.6)	15.7 (3.0)	10.0 (2.3)	9.0 (2.2)	6.3 (1.7)

M. (S.D.)



図 1. 各角速度条件における脚伸展筋力

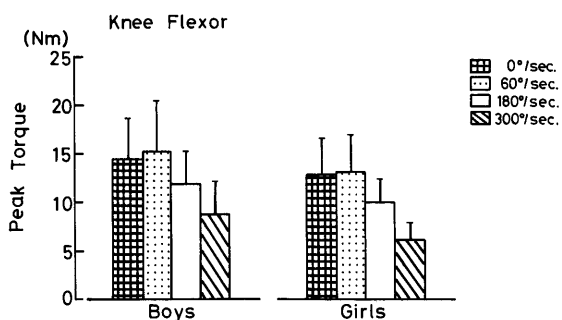


図 2. 各角速度条件における脚屈曲筋力

Nm、女子 27.3 Nm であった。低速度 (60°/sec.) 条件でのピークトルク値は、静的条件での値に対して男子では88.9%、女子では89.0%に相当するものであった。同様に、中速度 (180°/sec.) 条件でのピークトルク値は男子62.0%、女子57.5%、高速度 (300°/sec.) 条件でのピークトルク値は男子38.4%、女子33.0%に相当するものであった。

脚伸展筋力について、静的条件および低速度条件のピークトルク値には統計的に有意な男女差はみられなかったが、運動速度が比較的速い条件 (中速度、高速度) でのピークトルク値には男女に有意な差がみられ、男子の方が15~20%ほど大きい値であった。しかし、静的条件の値に対して各動的条件の値を相対値でみると、男女に有意な

違いはみられなかった。

2) 脚屈曲筋力

各角速度条件における脚屈曲筋力の測定結果は、脚伸展筋力の場合と同様にして図2に示した。

脚屈曲筋力では、最も大きな値を示したのは男女とも低速度条件の場合であり、次いで静的条件、中速度条件、高速度条件の順であった。

低速度条件でのピークトルク値は、男子 15.4 Nm、女子は 13.3 Nm であった。中速度条件のピークトルク値は、低速度条件の値に対して男子では77.9%、女子では75.2%に相当した。同様に、高速度条件での値は、低速度条件の値に対して男子では57.8%、女子47.4%に相当するものであった。

脚屈曲筋力については、低速度条件、中速度条

件、高速度条件で男女に有意な差が認められ、男子の方が13～29%ほど大きい値であった。さらに、低速度条件に対する相対値でも、女子の高速度条件では男子と比べてかなり小さいものであった。

また、伸展筋力と屈曲筋力とを比較してみると、どの角速度条件においても伸展筋力より屈曲筋力の方が小さい値を示したが、その差は角速度条件が速くなるにしたがって小さくなる傾向にあった。すなわち、運動速度の増加にともなう筋力発揮の低下は、伸展筋力より屈曲筋力の方が小さいとい

える。

2. 疾走能力

疾走速度、歩幅、歩数、身長比歩幅の男女別平均値を表3に示した。

中間地点における疾走速度の平均値は男子で 5.05 m/sec.、女子で 4.77 m/sec. であった。男女に有意な差は認められなかった。歩幅、身長比歩幅、歩数の値においても男女に有意な差は認められなかった。疾走中の歩幅は、男女とも身長

表3 疾走能力の分析結果

Sex	N	Velocity (m/sec.)	Step Length (cm)	S.L./Height (cm/cm)	Step Frequency (steps/sec.)
Boys	46	5.05 (0.45)	115.4 (12.4)	0.98 (0.09)	4.40 (0.36)
Girls	44	4.77 (0.44)	113.2 (11.8)	0.97 (0.09)	4.22 (0.30)

M. (S.D.)

表4 疾走速度と歩幅、身長比歩幅、歩数との相関関係

		Step Length	S.L./Height	Step Frequency
Velocity	Boys	0.620 ***	0.554 ***	0.101 n.s.
	Girls	0.720 ***	0.778 ***	0.175 n.s.

*** : $p < 0.001$

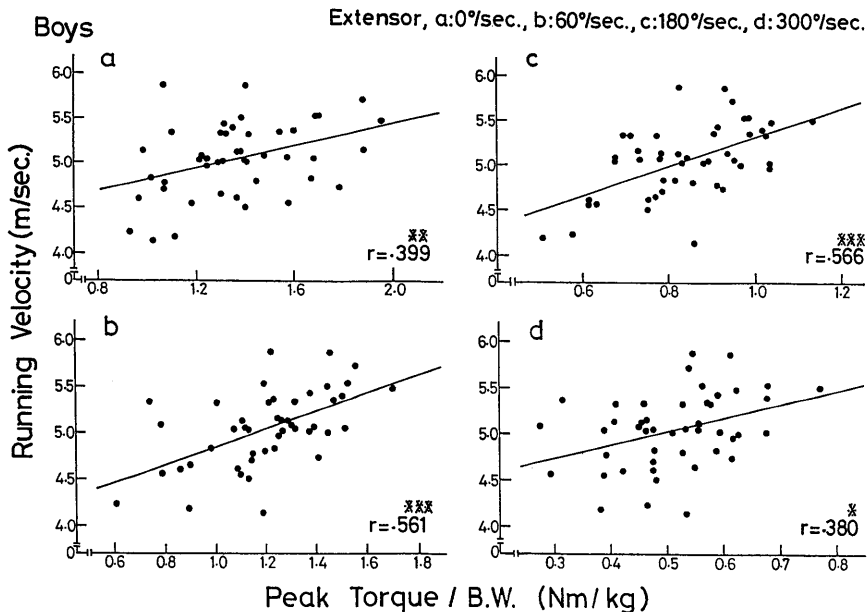


図3. 男子の脚伸展筋力と疾走速度との相関関係

(a: 0°/sec.、b: 60°/sec.、c: 180°/sec.、d: 300°/sec.、*: $p < 0.05$ 、**: $p < 0.01$ 、***: $p < 0.001$)

高さと同程度のものであった。疾走速度と歩幅、歩数、身長比歩幅の4者の相関関係を男女別に表4に示した。疾走速度と歩幅、身長比歩幅には0.1%水準で有意な相関関係が認められたが、歩数との間には有意な関係は認められなかった。

3. 動的脚筋力と疾走能力

各角速度条件における脚伸展筋力と疾走速度との相関関係を図3 (a: 静的条件、b: 低速度条件、c: 中速度条件、d: 高速度条件) に示した。女子については、男子の場合と同様にして図4 (a~d) に示した。両図とも横軸は、ピークトルク値をそれぞれの体重で除した値、すなわち体重当たりの筋力として示した。

1) 動的脚筋力と疾走速度

男子の各条件での脚伸展筋力と疾走速度との関係は、静的条件、低速度条件、中速度条件、高速度条件の4条件での筋力ともに疾走速度と統計的に有意な相関関係を示した。最も高い相関係数を示したのは、中速度条件の場合であった ($r=0.566$)。女子 (図4) においても、男子と同様の傾向がみられ4条件での筋力ともに疾走速度と有意な相関関係が認められた。最も高い相関係数を示したのは高速度条件の場合であった ($r=0.487$)。

各角速度条件における脚屈曲筋力と疾走速度との相関関係は、図5 (a~d)、図6 (a~d) に示した。図5は男子、図6は女子のものであり、それぞれの横軸は脚伸展筋力のときと同様に体重当たりの筋力で示してある。

男子の各条件での脚屈曲筋力と疾走速度との関係は、伸展筋力の場合とは異なった傾向を示し、有意な相関関係が認められたのは低速度条件 ($r=0.360$)、中速度条件 ($r=0.431$) の場合であった。

女子 (図6) では、すべての条件での筋力とも疾走速度とは有意な相関関係が認められず、伸展筋力とは全く異なった傾向を示した。

2) 動的脚筋力と歩幅

歩幅の大小は、特に幼児の場合、身長に影響されることがよく知られている。そこで、身長の影響を除外するために歩幅を身長で除した値、すなわち身長比歩幅の係数を用いて歩幅の大小を検討することが多い。従って、本研究でも、身長比歩幅の係数を用いて動的脚筋力との関係を検討した。

各角速度条件における脚伸展筋力と身長比歩幅との相関関係を図7 (a: 静的条件、b: 低速度条件、c: 中速度条件、d: 高速度条件) に示した。女子については、図8 (a~d) に男子の場合と同様にして示した。横軸は、体重当たりの筋力であ

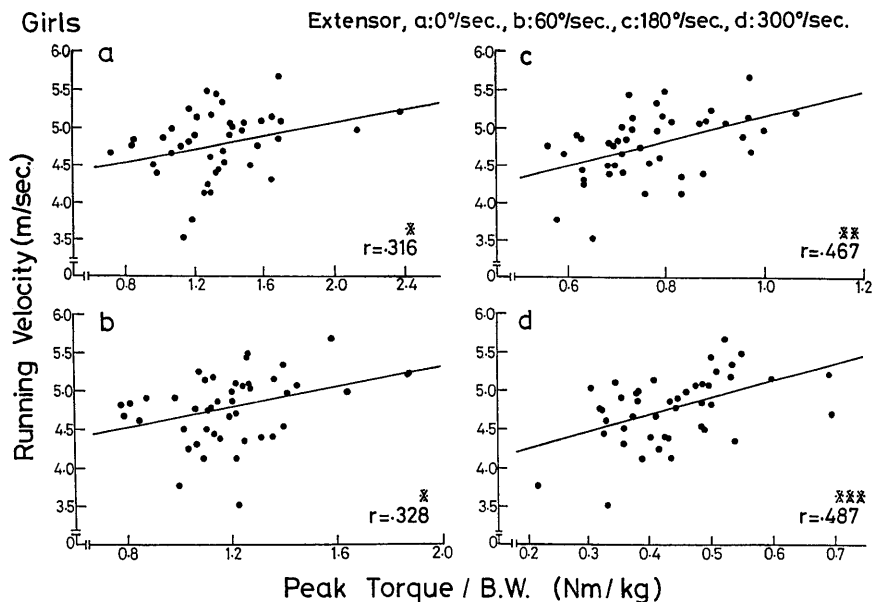


図4. 女子の脚伸展筋力と疾走速度との相関関係
(a: 0°/sec., b: 60°/sec., c: 180°/sec., d: 300°/sec., *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$)

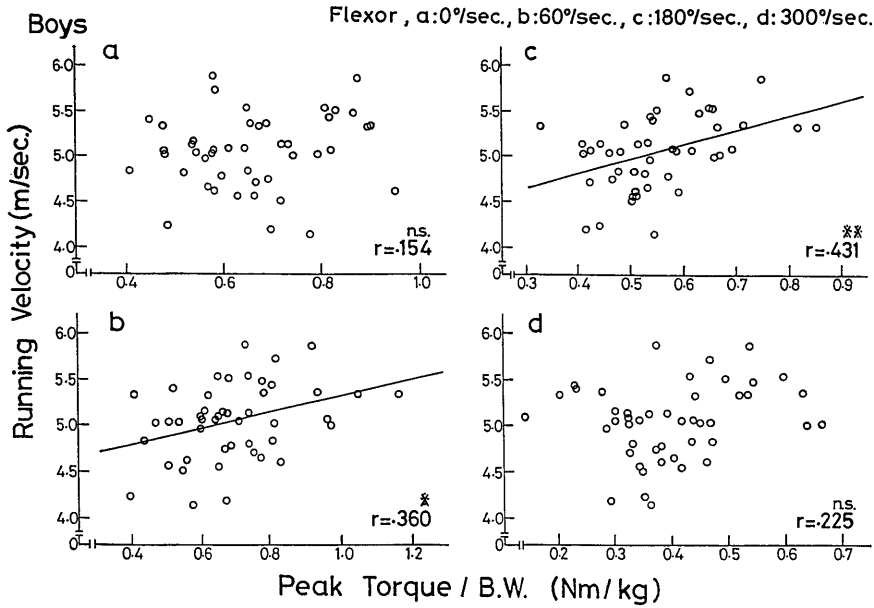


図5. 男子の脚屈筋力と疾走速度との相関関係
(a: 0°/sec., b: 60°/sec., c: 180°/sec., d: 300°/sec., *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$)

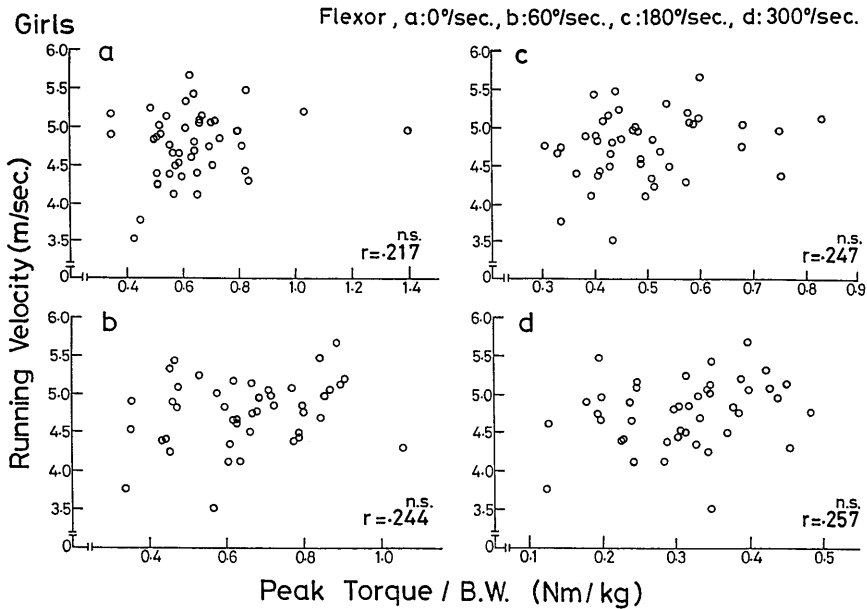


図6. 女子の脚屈筋力と疾走速度との相関関係
(a: 0°/sec., b: 60°/sec., c: 180°/sec., d: 300°/sec.)

る。

男子の各条件での脚伸筋力と身長比歩幅との関係は、動的な角速度条件、すなわち低速度条件 ($r=0.378$)、中速度条件 ($r=0.434$)、高速度条

件 ($r=0.295$) の3つの条件の場合には有意な相関関係が認められたが、静的条件の場合は身長比歩幅と有意な相関関係は認められなかった。

女子 (図8) では、比較的速い角速度条件で

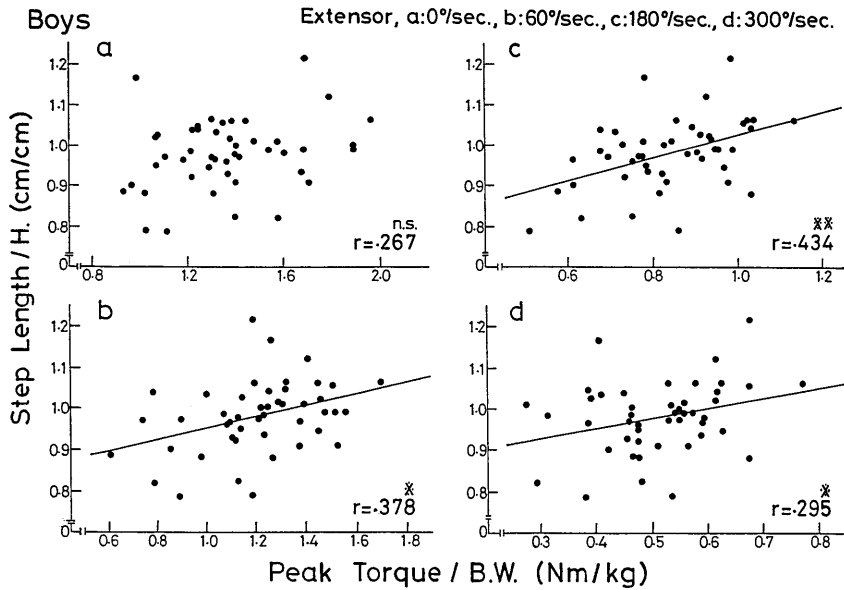


図7. 男子の脚伸展筋力と身長比歩幅との相関関係
(a: 0°/sec., b: 60°/sec., c: 180°/sec., d: 300°/sec., *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$)

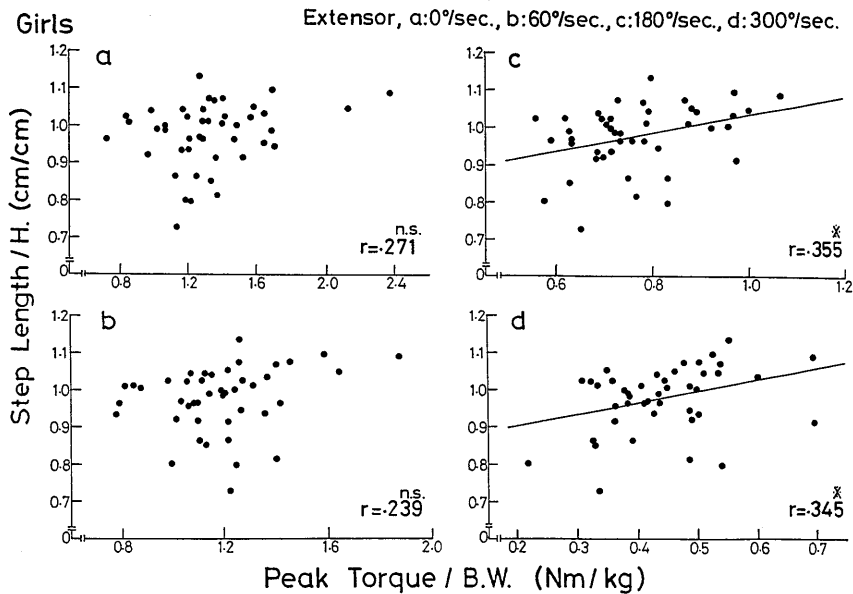


図8. 女子の脚伸展筋力と身長比歩幅との相関関係
(a: 0°/sec., b: 60°/sec., c: 180°/sec., d: 300°/sec., *: $p < 0.05$)

ある中速度条件 ($r = 0.355$)、高速度条件 ($r = 0.345$) の場合にのみ身長比歩幅と有意な相関関係が認められた。

男女に共通して有意な相関関係がみられたのは、

中速度条件と高速度条件の場合の2条件であった。

図9 (a~d)、図10 (a~d) は各角速度条件における脚屈筋力と身長比歩幅との相関関係を示したものである。図9は男子、図10は女子のもので

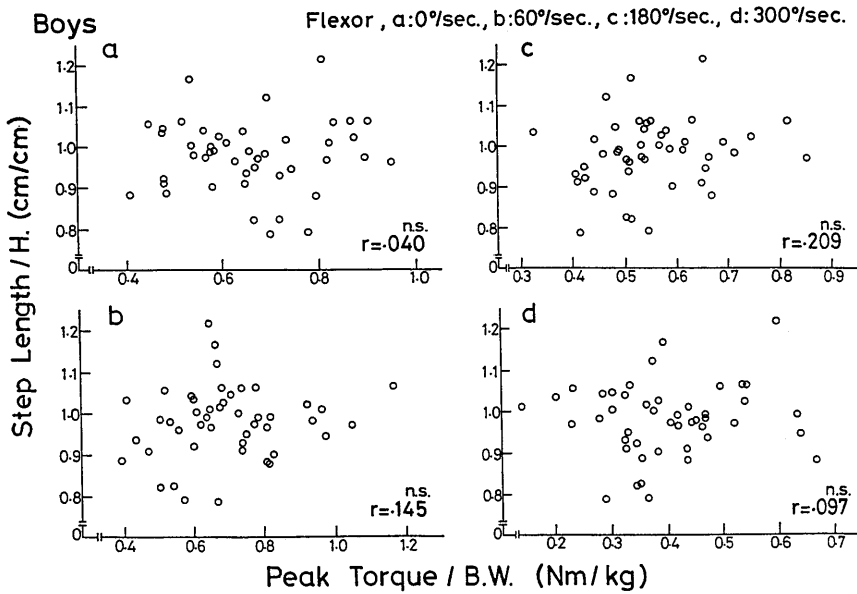


図9. 男子の脚屈筋力と身長比歩幅との相関関係
(a: 0°/sec., b: 60°/sec., c: 180°/sec., d: 300°/sec.)

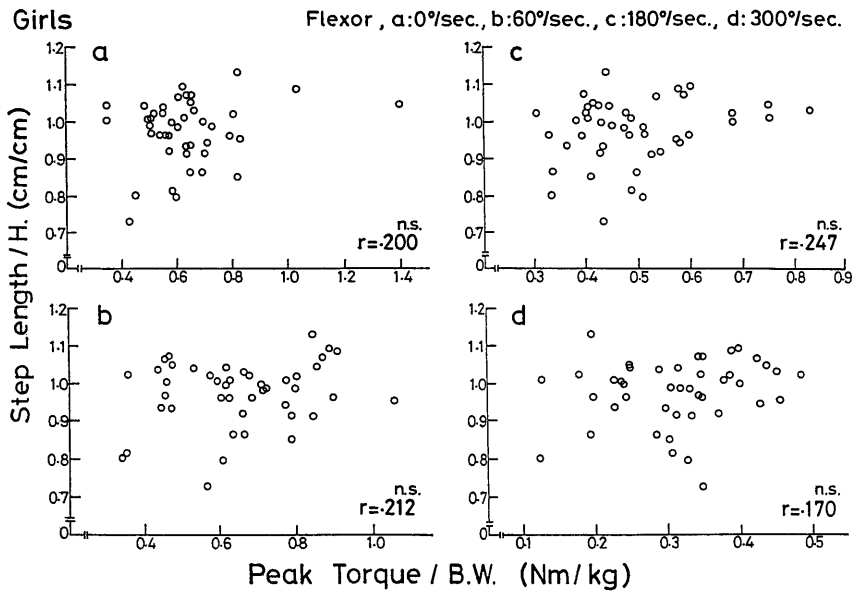


図10. 女子の脚屈筋力と身長比歩幅との相関関係
(a: 0°/sec., b: 60°/sec., c: 180°/sec., d: 300°/sec.)

ある。

男子の各条件での脚屈筋力と身長比歩幅との関係は、いずれの条件の場合とも有意な相関関係は認められなかった。

女子の脚屈筋力 (図10) でも、男子と同様、4条件の場合とも身長比歩幅と有意な相関関係は認められなかった。

すなわち、身長比歩幅の場合は、男女とも、伸

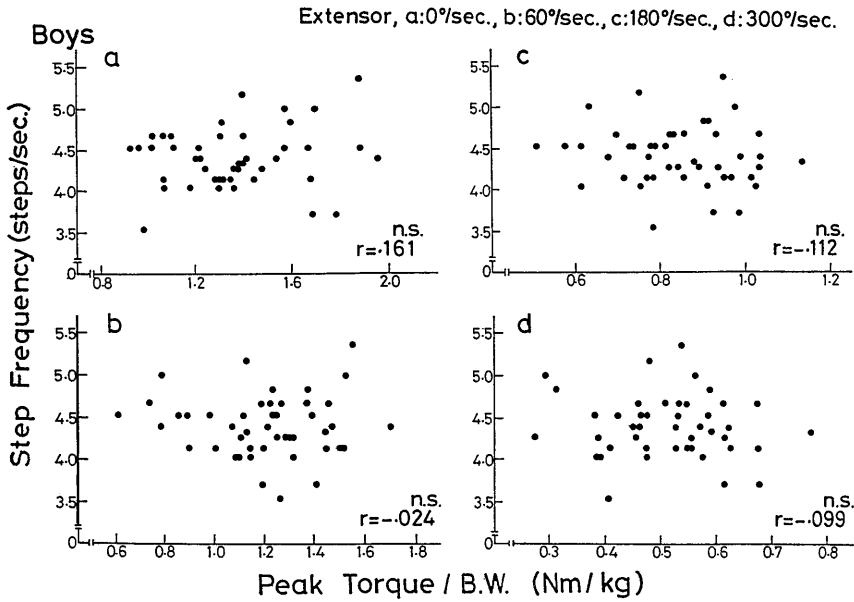


図11. 男子の脚伸展筋力と歩数との相関関係
(a: 0°/sec., b: 60°/sec., c: 180°/sec., d: 300°/sec.)

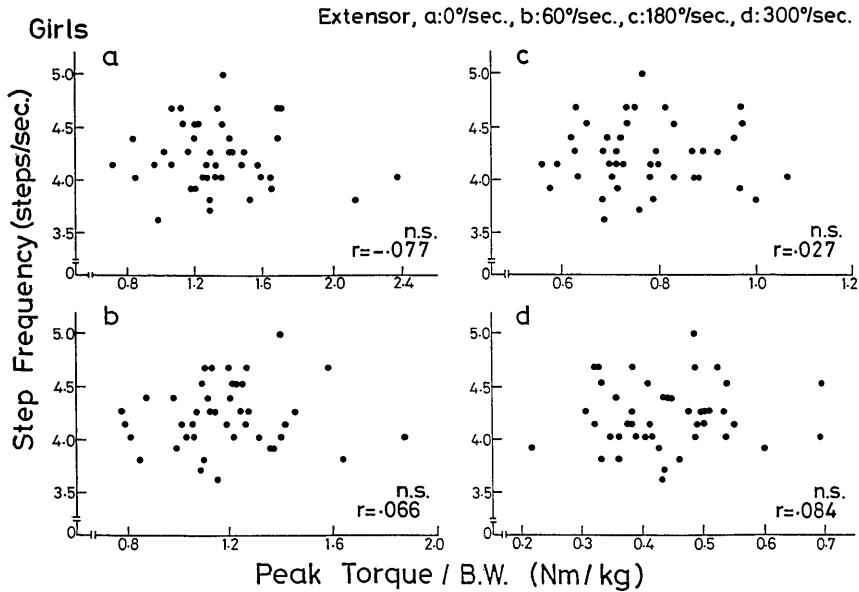


図12. 女子の脚伸展筋力と歩数との相関関係
(a: 0°/sec., b: 60°/sec., c: 180°/sec., d: 300°/sec.)

展筋力、しかも比較的速い角速度条件でのピークトルク値と密接な関係が認められ、屈曲筋力には関係がないという傾向がみられた。

なお、動的脚筋力と歩幅との関係でも、身長比

歩幅とほとんど同様の傾向が男女にみられている。

3) 動的脚筋力と歩数

各角速度条件における脚伸展筋力と歩数との相関関係を図11 (a: 静的条件、b: 低速度条件、

c：中速度条件、d：高速度条件）に示した。女子については、図12（a～d）に男子の場合と同様に示した。

男子の各条件での脚伸展筋力と歩数との関係では、静的条件、低速度条件、中速度条件、高速度

条件の場合とも有意な相関関係は全く認められなかった。

女子（図12）でも男子同様、4条件の場合とも歩数とは全く有意な相関関係は認められなかった。

図13（a～d）、図14（a～d）は各角速度条件にお

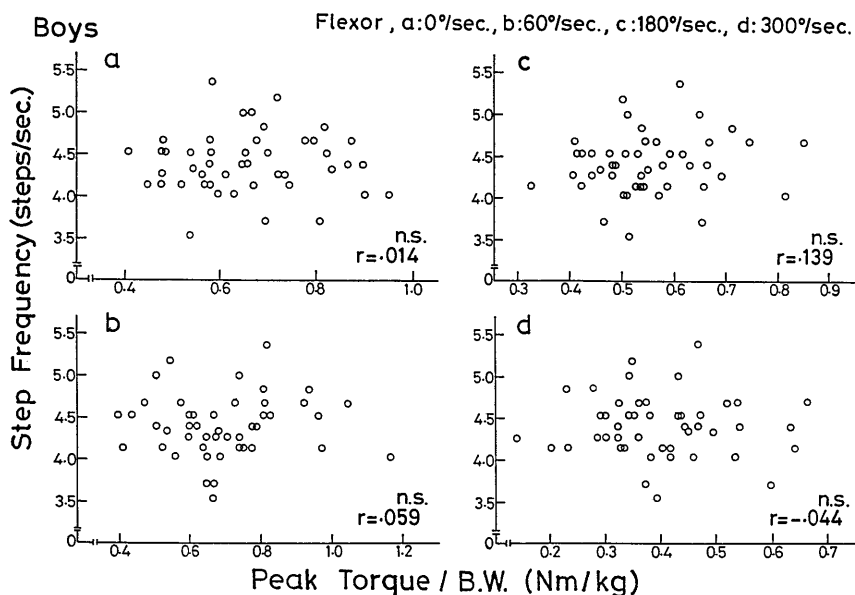


図13. 男子の脚屈曲筋力と歩数との相関関係
(a: 0°/sec.、b: 60°/sec.、c: 180°/sec.、d: 300°/sec.)

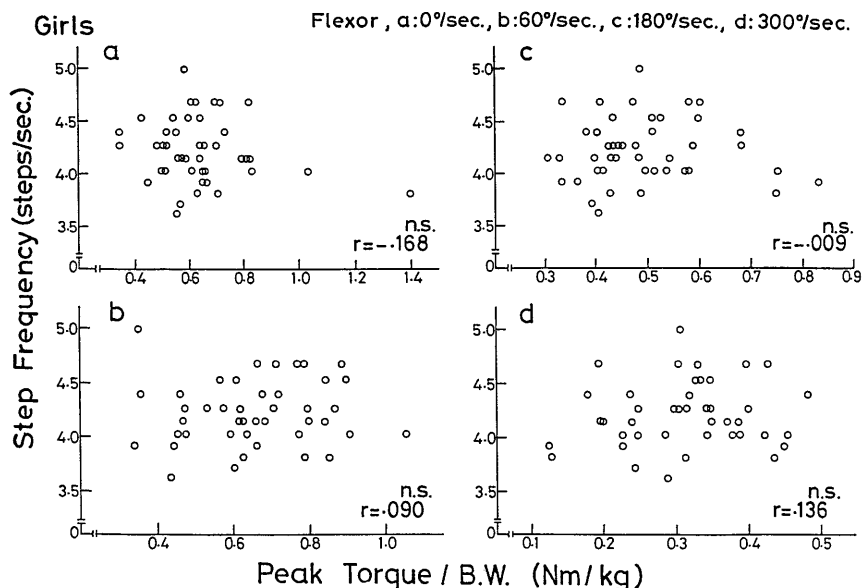


図14. 女子の脚屈曲筋力と歩数との相関関係
(a: 0°/sec.、b: 60°/sec.、c: 180°/sec.、d: 300°/sec.)

ける脚屈曲筋力と歩数との相関関係を示したものである。図13は男子、図14は女子のものである。

男子の各条件での脚屈曲筋力と歩数との関係は、いずれの条件の場合とも有意な相関関係は認められなかった。

女子の脚屈曲筋力（図14）でも、男子と同様、4条件の場合とも身長比歩幅と有意な相関関係は認められなかった。

すなわち、歩数の場合では、男女とも、伸展・屈曲筋力双方とも、いずれの角速度条件にも有意な相関関係は認められなかった。

IV. 論 議

幼児を対象に動的（等速性）脚筋力を測定し検討した報告例は、小林ら¹¹⁾、八木ら²²⁾のものがある。

小林ら¹¹⁾、八木ら²²⁾は、日常から体育活動が活発に行われている保育園の4・5・6歳の男女を対象に等速性脚筋力を測定している。測定条件は、Cybex II+ を用いて、伸展筋力、屈曲筋力の双方について、角速度 300°/sec.、180°/sec.、60°/sec.、0°/sec. の4条件であった。本研究でも同様の測定条件で測定を実施しているの、上記の報告における6歳児のピークトルク値と本研究対象者らのピークトルク値を比較してみると、男子ではほぼ同等の値を示しているが、女子では本研究対象者の方が伸展筋力で13～20%、屈曲筋力で17～29%ほど小さい値を示す傾向がみられた。

本研究で対象とした幼稚園は、体育活動は比較的重視してはいるが6歳児だけの1年保育の園である。これに対し、小林ら¹¹⁾、八木ら²²⁾の報告で対象とされた保育園は、4歳から6歳までの3年保育であり、体育指導も3年間継続して充実している園であった。このような園生活におけるカリキュラム上の違いが、上記のような結果を生じさせた原因のひとつであるかもしれない。

しかし、各角速度条件におけるピークトルク値を、伸展筋力では静的条件に対して、屈曲筋力では低速度条件に対してそれぞれの相対値で検討してみると、本研究対象者の傾向と小林ら⁶⁾、八木ら¹³⁾の報告で対象とした6歳児の傾向とはほとんど一致するものであった。

短距離疾走能力と動的（等速性）脚筋力との関係を検討している研究には、幼児を対象としたものでは八木ら²²⁾の報告が、学童や青少年を対象

としたものでは松尾ら¹²⁾、梶山ら^{8),9)}、一般大学生を対象としたものでは大山ら¹⁸⁾、尾県¹⁶⁾、陸上短距離選手を対象としたものでは尾県ら¹⁷⁾の報告がみられる。

幼児を対象とした八木ら²²⁾の報告では、5・6歳児の男女を対象として、25 m 走タイムと異なる角速度条件(0°/sec.、60°/sec.、180°/sec.、300°/sec.)で測定した脚伸展筋力および屈曲筋力との関係を検討している。この報告によると、伸展・屈曲双方とも比較的速い角速度(180°/sec.、300°/sec.)条件で得られたピークトルク値は、男女共通して、疾走速度と有意な相関関係が認められた。しかし、0°/sec. (静的)や60°/sec. (低速度)のような遅い条件での脚筋力と疾走速度との関係では、男子は伸展・屈曲筋力とも疾走速度との関係はみられないが、女子は伸展・屈曲(60°/sec.の条件は除く)筋力とも有意な関係が認められている。ただし、この研究では5・6歳児を合わせてそれぞれの傾向を検討している。また、松尾ら¹²⁾は、7から18歳の男女248名を対象として、等速性の脚筋力をCybex IIを用いて伸展筋力・屈曲筋力を測定(角速度条件は、0°/sec.、60°/sec.、180°/sec.、300°/sec.)し、疾走速度との関係を年齢を消去した偏相関で検討している。これによると、比較的速い角速度条件(180°/sec.、300°/sec.)の場合に得られた伸展筋力、屈曲筋力は、男女とも、疾走速度と有意な関係が認められているが、0°/sec. (静的)や60°/sec. (低速度)のような遅い条件での脚筋力と疾走速度との関係では、男女で傾向が異なっており、女子では両条件ともに有意な相関関係が認められていない。

本研究では、6歳児のみを対象とし、同一年齢でしかも比較的多人数についての疾走速度と動的脚筋力(測定角速度条件は上述の2報告と同様である)との関係を検討した。その結果、八木ら²²⁾や松尾ら¹²⁾の報告とは異なり、伸展筋力では、男女ともすべての角速度条件で得られたピークトルク値が疾走速度と有意な相関関係が認められた。屈曲筋力では、男子は60°/sec. (低速度)、180°/sec. (中速度)の条件で有意な相関関係が認められ、女子ではいずれの角速度条件の場合においても疾走速度とは有意な相関関係が認められなかった。

3者の結果に異なった傾向がみられた大きな原因のひとつとして、本研究は6歳の同一年齢児のみを対象としているのに対し、他の2報告は異

なった年齢のものを合わせて対象としていること、さらに、松尾ら¹²⁾の研究は幼児とは発達レベルの全く異なる青少年を含んでいることがあげられよう。しかしながら、3者の結果に共通していることがある。それは、伸展動作における比較的速い速度 (180°/sec.、300°/sec.) でのピークトルク値には、いずれも高い相関関係が男女とも認められていることである。したがって、比較的速い条件で発揮される伸展筋力は、幼児期からでも疾走速度と有意な関係があるものと思われる。屈曲筋力については身体的発達レベルの違いや男女によって異なった傾向を示すのではないかと推察される。疾走速度と脚屈曲筋力との関係がほとんど認められないことが6歳女子の特徴として考えられる。

疾走速度を決定する要因は歩幅 (cm/step) と歩数 (steps/sec.) であることはいままでのないが、これら3者 (疾走速度、歩幅、歩数) の関係を検討している報告は数多い。

6歳児男女を対象とした本研究では、男女とも疾走速度は歩幅と有意な関係を示し歩数とは関係が認められなかった。しかし、天野ら²⁾は10歳男子57名を対象とし、疾走速度は歩幅、歩数の両方ともに有意な相関関係が認められたとしている。また、Gundlach⁶⁾は走能力の異なる男女86名を対象とし、男女とも疾走能力の高いものは歩幅も歩数も高い傾向にあるとしている。宮丸¹³⁾は女子ランナー20名を対象とし、疾走速度とは歩幅、歩数ともに有意な関係がみられたとしている。尾県ら¹⁷⁾は男子陸上短距離選手を対象とし、疾走速度は歩数に有意な関係が認められ、歩幅には認められなかったとしている。従って、疾走速度、歩幅、歩数の3者の関係も、対象者の身体的発達レベル、走動作の習熟度あるいは男女によって異なる傾向を示すのではないかと考えられる。

次に、動的脚筋力と歩幅、歩数との関係についてみると、6歳児を対象とした本研究では、男女とも比較的速い角速度 (180°/sec.、300°/sec.) 条件での脚伸展筋力と歩幅とのみ有意な相関関係が認められ、歩数には伸展・屈曲筋力ともに有意な関係は認められなかった。一方、動的脚筋力と歩幅・歩数との関係を直接検討したものではないが、陸上短距離選手21名を対象とした尾県ら¹⁷⁾の報告では、歩幅を大きくするための脚動作の項目とはいずれの下肢の動的筋力とも有意な相関関係は

認められなかったが、歩数を大きくするための脚動作の項目とは股関節伸展・屈曲および膝関節伸展・屈曲いずれも比較的速い速度 (180°/sec.、270°/sec.) 条件で発揮された筋力とそれぞれの動作に応じたところで有意な関係が認められたと報告している。動的脚筋力と歩幅・歩数との関係も対象者によって異なった傾向を示すものと思われる。しかし、疾走速度と歩幅と密接な関係のあった本研究対象児では脚筋力と歩幅とに有意な関係がみられ、疾走速度と歩数に密接な関係のあった尾県ら¹⁷⁾の対象者では脚筋力と歩数 (歩数を大きくする脚動作) とに有意な関係がみられている。従って、動的脚筋力と歩幅・歩数との関係は、疾走速度と歩幅・歩数との関係と類似する傾向があるように思われる。

以上、動的脚筋力と疾走速度、疾走速度と歩幅・歩数、動的脚筋力と歩幅・歩数との関係を対象者の異なる報告を交えて考察した結果、いずれの対象者においても比較的速い運動速度での筋力発揮は疾走能力と密接に関連しているものと考えられる。しかし、伸展筋力と屈曲筋力に分けてみると、伸展筋力ではいずれの対象者においても疾走速度と有意な関係がみられているが、屈曲筋力では対象者によって異なった傾向があるのではないかとと思われる。また、伸展筋力や屈曲筋力と歩幅・歩数との関係は、疾走速度と歩幅・歩数との関係に少なからず影響を及ぼしているものと思われる、それぞれの対象における疾走能力の特徴をも推察できるものではないかと考えられた。

幼児 (6歳児) の動的脚筋力と疾走能力との関係については、男女とも比較的速い運動速度での脚伸展筋力の大きさが歩幅と密接に関係しており、脚伸展筋力が大きいものは歩幅が大きくて疾走速度が大きいという特徴がみられた。

V. 要 約

1. 6歳児男女90名を対象に、異なる角速度条件 (0°/sec.、60°/sec.、180°/sec.、300°/sec.) における等速性の最大脚伸展筋力および脚屈曲筋力 (ピークトルク) を Cybex II+ を用いて測定し、測定した最大脚筋力と疾走能力としての疾走速度、歩幅、歩数との相関関係を検討した。

2. 脚伸展筋力は、男女とも静的条件 (0°/sec.) での値が最も大きく、測定速度が速くなるに従って小さくなる傾向がみられた。静的条件

でのピークトルク値は、男子で 29.7 Nm、女子 27.3 Nm であった。また、低速度 (60°/sec.) 条件でのピークトルク値は、静的条件での値に対して男子では88.9%、女子では89.0%に相当するものであった。同様に、中速度 (180°/sec.) 条件では男子62.0%、女子57.5%、高速度 (300°/sec.) 条件では男子38.4%、女子33.0%に相当するものであった。

3. 脚屈曲筋力は、低速度 (60°/sec.) 条件での値が最も大きく、次いで静的 (0°/sec.) 条件、中速度 (180°/sec.) 条件、高速度 (300°/sec.) 条件の順であった。低速度条件でのピークトルク値は、男子で 15.4 Nm、女子 13.3 Nm であった。また、中速度条件でのピークトルク値は、低速度条件の値に対して男子では77.9%、女子では75.2%に相当した。同様に、高速度条件での値は、男子では57.8%、女子47.4%に相当するものであった。

4. 疾走速度と歩幅、身長比歩幅、歩数との相関関係は、男女とも、疾走速度と歩幅、身長比歩幅には有意な相関関係が認められたが、疾走速度と歩数との間には有意な関係は認められなかった。

5. 動的脚筋力と疾走速度との関係は、伸展筋力では男女とも4条件すべてに有意な相関関係が認められた。屈曲筋力では、男女に異なった傾向がみられ、女子の屈曲筋力は疾走速度と全く有意な相関関係がみられなかった。

6. 動的脚筋力と歩幅 (身長比歩幅) との関係では、伸展筋力の比較的速い条件 (180°/sec.、300°/sec.) でのピークトルク値で男女とも有意な相関関係が認められた。

7. 動的脚筋力と歩数との関係では、男女とも、伸展・屈曲筋力すべての条件において有意な相関関係は認められなかった。

8. 幼児 (6歳児) の動的脚筋力と疾走能力との関係は、男女とも脚伸展筋力の大きさが疾走速度と密接に関係しており、比較的速い運動速度で発揮される伸展筋力が歩幅の大きさと密接に関係するという傾向がみられた。この年齢では、男女とも脚伸展筋力の大きいものが、歩幅が大きくて疾走能力に優れているように思われた。

引用文献

1) 天野義裕・水谷四郎・星川 保「4歳児の走について—速い子と遅い子—」日本バイオメカニクス学会 (編)、身体運動の科学—Ⅳ—

スポーツのバイオメカニクス、杏林書院、1983.

- 2) 天野義裕・星川 保・松井秀治「走運動におけるよい動作とは？」星川 保・豊島進太郎 (編)、走跳投打泳運動における「よい動き」とは、日本バイオメカニクス学会大会論集、pp. 42-45, 1984.
- 3) Deshon, D. E., and R. C. Nelson "A cinematographical analysis of sprint running", Res. Quart. 35-4: 451-455, 1964.
- 4) Fortney, V. L. "The kinematics and kinetics of the running pattern of two-, four-, and six-year-old children.", Res. Quart., 54 (2): 126-135, 1983.
- 5) 後藤幸弘・岡本 勉・辻野 昭・熊本水頼「幼少期における走運動の習熟過程の筋電図」日本バイオメカニクス学会 (編)、身体運動の科学—Ⅲ—運動の制御、杏林書院、1979.
- 6) Gundlach, H. "Laufgeschwindigkeit und Schrittgestaltung in 100 m -lauf", I, II, III. Theorie und Praxis der Körperkultur, H3. 254-262, H4. 346-359, H5. 418-425, 1963.
- 7) 加賀谷熙彦・出浦申二・久保寺光明「スピード・ストライド関係からみた疾走能力の発達」日本体育学会第32回大会号、p. 419, 1981.
- 8) 梶山彦三郎・田口正公・中原 一・鬼塚純一・川上 貢「下肢筋力の発達よりみた発育児の歩・走運動の運動学的研究—その1、下肢最大筋力と歩・走行の床反力の発達について—」福岡大学体育学研究、17-1: 31-49, 1986.
- 9) 梶山彦三郎・田口正公・中原 一・鬼塚純一・川上 貢「下肢筋力の発達よりみた発育児の歩・走運動の運動学的研究—その2、下肢最大筋力と歩・走行の床反力の関係について—」福岡大学体育学研究、17-2: 65-83, 1987.
- 10) 小林寛道・小松佳世・水谷四郎・脇田裕久・八木規夫・長井健二「体力作りカリキュラムと幼児の筋力・運動能力・調整力及び Aerobic Power」体育科学、10: 134-146, 1982.
- 11) 小林寛道・八木規夫・並木洋子「幼児の等速性筋力の特徴について」体育科学、17: 57-65, 1989.
- 12) 松尾彰文・福永哲夫・浅見俊夫・金久博昭「発育期青少年の疾走速度、地面反力と脚筋力との関係について」東京大学教養学部体育学紀要、19: 21-30, 1985.
- 13) 宮丸凱史「短距離疾走フォームに関する実験的研究—脚長と疾走フォームについての考察—」東京女子体育大学紀要、6: 22-33, 1971.
- 14) 宮丸凱史「幼児の基礎的運動技能における Motor Pattern の発達過程」東京女子体育大学紀要、10: 14-25, 1975.

- 15) 中村栄太郎・松浦義行「4～8歳の幼児・児童の基礎的運動能力の発達に関する研究」体育学研究、24: 127-135, 1979.
- 16) 尾畠 貢「下肢の等速性最大筋力と疾走中の脚動作との関係」大阪女子大紀要、25: 15-24, 体育学編、1988.
- 17) 尾畠 貢・関岡康夫・辻井義弘「男子スプリンターにおける下肢の動的筋力と疾走中の脚動作との関係」陸上競技研究、1: 14-19, 1990.
- 18) 大山良徳・吉田浩重・山下秋二・岩井浩一・坂東隆男・若吉浩二・平井富弘・上野康夫・小島広政「脚筋力の発達とその推定変量に関する研究」日本体育学会第39回大会号B、p. 501, 1988.
- 19) 斉藤昌久・宮丸凱史・湯浅影元・三宅一郎・浅川正一「2～11歳児の走運動における脚の動作様式」体育の科学、31-5: 357-361, 1981.
- 20) 八木規夫・水谷四郎・脇田裕久・小林寛道「幼児の疾走能力の発達と跳躍能力の発達」三重大学教育学部紀要（自然科学）、38: 77-85, 1987.
- 21) 八木規夫・脇田裕久・水谷四郎「幼児の疾走能力と瞬発力及び調整力との関係」三重大学教育学部研究紀要（自然科学）、39: 81-91, 1989.
- 22) 八木規夫・小林寛道「幼児の等速性筋力の特徴と運動能力について」東京大学教養学部体育学紀要、24: 73-86, 1990.
- 23) 横井孝志・宮丸凱史・渋川侃二・阿江通良・加藤謙一・征矢英昭「疾走中の身体重心の軌跡からみた幼児の走動作の発達」星川保・豊島進太郎(編)、走跳投打泳運動における“よい動き”とは、日本バイオメカニクス学会大会論集、pp. 50-54, 1984.