幼児の把握, 肘関節の屈曲及び伸展時の力量弁別及び評価特性

村瀬 智彦¹⁾ 浅見 高明²⁾

Characteristics of discrimination and rating of force in grip, elbow flexion and extension for preschool children

Tomohiko Murase¹ and Takaaki Asami²

Abstract

The purpose of this study was to determine the characteristics of discrimination and rating of force in grip, elbow flexion and extension for preschool children. The subjects were 20 healthy Japanese children (mean age: 5.7-5.9 yrs) for each motion. Standard stimuli were 3 forces of 1.0 kgf, 2.0 kgf and 3.0 kgf, and comparison stimulus changed at an interval of 0.1 kgf. Consecutive discriminations of force in 3 motions were administered and the results were compared among both 3 standard stimuli and 3 motions with one-way ANOVA. Lower threshold (LT), upper threshold (UT) and interval of uncertainty (IU) were selected as variables in discrimination of force, and point of subjective equality (PSE) and absolute error (AE) in rating of force. Furthermore test-retest reliability of the discrimination of force was examined at standard stimulus of 2.0 kgf. Results were discussed for both the discrimination and rating of force. Pearson's correlation coefficients between two performances for LT and UT in 3 motions ranged from 0.642 to 0.841 ($p < .01$). It was suggested that the method for discrimination of force in this study could be applied to preschool children. Performances in discrimination of force increased with a gain in standard stimulus for 3 motions, not in rating of force. LT, UT and IU in elbow flexion were larger than those in elbow extension, but the differences among 3 motions for PSE and AE were not clear.

Key words : preschool children, discrimination of force, rating of force, grip, elbow flexion, elbow extension

(Japan J. Phys. Educ., 38 : 25-33, May, 1993.)

キーワード：幼児, 力量弁別, 力量評価, 把握, 肘関節
屈曲, 肘関節伸展

I. 緒 言

身体運動に関係する運動強度の主観的評価についての研究は, Stevens²⁵⁾ 以来, 種々の感覚尺度を構成することによって検討されてきた。力量

^{7,24)}, 重量²⁶⁾, 動作速度^{9,29)}, 移動角度¹⁶⁾, 全身的な運動に関しては疾走速度^{10,15)}や跳躍距離²³⁾についての研究がみられる。また, 研究・臨床領域においては, 主観的運動強度の評価が生理学的測定を補足する手段として用いられている^{4,22)}。しかし, 多くの場合, 測定条件として被験者が数量概念(比率概念など)を有していることを前提条

1) 筑波大学大学院体育科学研究科
〒305 茨城県つくば市天王台 1 - 1 - 1
2) 筑波大学体育科学系
〒305 茨城県つくば市天王台 1 - 1 - 1

1. Doctoral Program of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki (305)
2. Institute of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki (305)

Table 1. Physical characteristics of subjects.

Motion	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	MVC (N)
Grip (n=20)	5.7(0.4)	111.0(4.4)	18.6(1.9)	85.4(21.8)
Elbow [f] (n=20)	5.7(0.5)	110.7(4.5)	18.7(2.0)	55.6(8.1)
Elbow [e] (n=20)	5.9(0.5)	112.0(4.7)	19.3(1.9)	66.3(12.5)
F [†]	1.127 ^{ns}	0.483 ^{ns}	0.599 ^{ns}	—

Note) Mean (SD), f : flexion, e : extension, ns : not significant, MVC : Maximal voluntary contraction, [†] : F-ratio calculated in one-way ANOVA.

件としている。したがって、研究対象の多くは成人に限られており、発育発達水準の異なる幼児や児童についても同様な結果が得られるかどうかは明らかではない。特に、幼児期は、物事の質的判断(大小の比較など)はある程度可能であるが、比率概念に基づく量的判断は困難な時期にあり、測定方法の問題から前述の観点での検討はほとんどなされていない。

一方、幼児の筋力発揮特性に関しては、測定評価及び発育発達の立場から、各種筋力の加齢に伴う変化や性差が明らかにされている^{8,11,18)}。また、反射及び随意的筋収縮についての運動生理学的研究が数多く認められる^{2,14,17)}。しかし、筋力の随意的調節に関与する主観的過程である力量知覚に関する研究成果はほとんど認められない^{20,21)}。

本研究では、発育発達期にある幼児の筋力発揮における力量知覚に着目し、力量の弁別及び評価に関する両特性を、上肢を用いた3種類の異なる筋力発揮動作から得られる特性値の相互比較から、明らかにすることを目的とする。さらに、幼

児のための力量弁別測定における測定値の信頼性に関しても検討を行なう。

II. 方 法

1. 被 験 者

被験者は動作別グループの平均年齢が5.7—5.9歳の幼児であった。被験者数は把握、肘関節の屈曲(以下、肘屈曲)及び肘関節の伸展(以下、肘伸展)の各動作につき20名(男女児各10名)であった。被験者の身体的特性(年齢、身長、体重及び最大随意筋力)は表1に示す通りである。筋力発揮動作別の被験者の身体的特性間には統計的に有意な差異は認められなかった。なお、被験者の中には一部複数の動作の測定に参加した幼児が含まれていた。また、Brydenの利き手のテスト⁶⁾を実施した結果、全員が右手利きであると判定されたので、被験者は利き手で力量の弁別を実施した。

2. 筋力発揮動作及び測定条件

筋力発揮動作は、上肢を用いた把握、肘屈曲及

Fig. 1. Schematic of apparatus for each motion.

び肘伸展(前腕回内位)の3種類であった。図1に示す測定装置(2台使用)及び条件で、一方の上肢を用いて重量負荷を保持する場合に発揮される2種類の力量の比較を継時的に行なった。それぞれの測定装置には、筋力の発揮方向を規定するために可動部分が5mm設定されていた。力量弁別において用られた標準刺激は、1.0 kgf(9.8 N)、2.0 kgf(19.6 N)及び3.0 kgf(29.4 N)の3種類であり、比較刺激は標準刺激から0.1 kgf単位で異なる力量であった。標準刺激と比較刺激との提示順序は、測定結果に影響を及ぼすことが報告されている⁵⁾ので、カードを用いて試行ごとに標準刺激を先に与える場合と後に与える場合が等確率でかつ無作為に決定されるように考慮した。

3. 弁別閾の決定方法

力量弁別における弁別閾の決定に関しては、筋力発揮による筋肉疲労の影響と幼児の課題に対する注意の持続時間を考慮して測定方法を考案した²⁰⁾。つまり、標準刺激と標準刺激から一定の間隔で異なる比較刺激との比較(力量の大小の比較)を2件法で行ない、5回の比較判断において全て正しい回答が得られた場合の比較刺激と標準刺激との差異を弁別閾とする方法を採用した。この場合、最高5回の試行において全ての比較判断に正解が出現する確率は、正否の回答が得られる確率が等しいと考えるならば $3.125\%[(1/2)^5]$ となり、一般に推測統計において仮説の採否の基準となる5%よりも小さな値になる。したがって、このような小さな確率の現象が生じたならば、その判断の背後に何らかの判断基準が確立されていると解釈できると考えられる。なお、1日の比較判断回数は10回以下とした。各試行ごとの力量弁別の良否に関する結果の知識は被験者に与えないようにして、学習効果が生じないように配慮した。また、1個の弁別閾が決定するまでに3、4日の期間を必要としたが、異なる測定日における力量弁別に影響を及ぼす諸条件は一定であるという作業仮説の下で本研究は行われた。

4. 測定変量

前述の弁別閾の測定方法に基づき得られる弁別閾を、標準刺激より軽い重量負荷での弁別閾を下弁別閾及び重い重量負荷でのそれを上弁別閾として区別した。上弁別閾と下弁別閾との和を不確定区間とした。以上の3変量が力量の弁別特性を示す変量である。主観的等価値は、弁別可能な2つの比較刺激の中間に相当する値である。絶対誤差は標準刺激と主観的等価値との差異の絶対値である。これらの2変量は力量の評価特性を示す。

5. 資料の解析方法

測定値の信頼性を検討する場合には、2回の測定値間の積率相関係数を算出した。標準刺激ごとの各測定変量における差異の検討には、繰り返しのある場合の一要因分散分析法を用いた。また、3動作間の差異を明らかにするためには、完全無作為化法による一要因分散分析法が適用された。さらに、一要因分散分析において有意なF値が認められた場合には、多重比較検定を行ない平均値間の差異を検討した。

Ⅲ. 結 果

1. 2回の測定値間の相関係数

本研究では、測定値の信頼性を検討する目的で、各被験者が3種類の標準刺激の中間に相当する標準刺激が2.0 kgfの場合に限って測定を2回実施した。2回の測定における上下弁別閾の測定値間の相関係数は表2に示す通りである。信頼性の指標となる相関係数は、下弁別閾に関しては0.704—0.818、上弁別閾に関しては0.642—0.841の範囲の値であり、全て1%水準で有意な相関関係

Table 2. Test-retest reliability for LT and UT
(Standard stimulus : 2.0 kgf).

Motion	LT	UT
Grip	0.704**	0.680**
Elbow [f]	0.800**	0.841**
Elbow [e]	0.818**	0.642**

Note) LT : Lower threshold, UT : Upper threshold.
f : flexion, e : extension, ** : $p < .01$

Table 3. Means and standard deviations for LT, UT, IU, PSE and AE.

Motion/Variable		Standard stimulus			F [†]
		1.0 kgf	2.0 kgf	3.0 kgf	
Grip	LT	0.268 (0.116)	0.428 (0.119)	0.625 (0.260)	30.443**
	UT	0.305 (0.119)	0.483 (0.137)	0.565 (0.199)	17.187**
	IU	0.573 (0.181)	0.910 (0.220)	1.190 (0.433)	29.787**
	PSE	1.019 (0.075)	2.028 (0.066)	2.970 (0.082)	—
	AE	0.056 (0.052)	0.048 (0.053)	0.060 (0.063)	0.308
Elbow [f]	LT	0.360 (0.134)	0.523 (0.148)	0.585 (0.132)	19.088**
	UT	0.380 (0.139)	0.543 (0.158)	0.580 (0.141)	15.169**
	IU	0.740 (0.245)	1.065 (0.269)	1.165 (0.189)	29.625**
	PSE	1.010 (0.061)	2.010 (0.074)	2.998 (0.099)	—
	AE	0.048 (0.038)	0.058 (0.045)	0.078 (0.058)	1.862
Elbow [e]	LT	0.248 (0.094)	0.375 (0.143)	0.468 (0.129)	28.223**
	UT	0.290 (0.079)	0.383 (0.103)	0.553 (0.127)	40.713**
	IU	0.538 (0.147)	0.758 (0.207)	1.020 (0.212)	52.529**
	PSE	1.021 (0.046)	2.004 (0.069)	3.043 (0.072)	—
	AE	0.036 (0.035)	0.056 (0.039)	0.073 (0.039)	6.053**

Note) Mean (SD), unit: kgf, f: flexion, e: extension, **: $p < .01$, LT: Lower threshold, UT: Upper threshold, IU: Interval of uncertainty, PSE: Point of subjective equality, AE: Absolute error, [†]: F-ratio calculated in one-way ANOVA.

を示す値であった。把握及び肘伸展動作における
上弁別閾の値は相対的に低い値であった。

2. 上下弁別閾及び不確定区間

動作別の標準刺激ごとの上下弁別閾及び不確定区間の平均値及び標準偏差は表3に示す通りである。上下弁別閾及び不確定区間に関しては一要因分散分析の結果、全ての条件において有意な差異が認められた。そこで多重比較検定を行なった結果(図2), 把握に関しては, 標準刺激が2.0 kgfと3.0 kgfの場合の上弁別閾の平均値間には有意な差異が認められなかったが, 残りの平均値間には有意な差異が認められた。肘屈曲においては, 3変量に共通して標準刺激が2.0 kgfと3.0 kgfの場合の平均値間を除く全ての平均値間に有意な差異を示していた。肘伸展においては, 上下弁別閾及び不確定区間について全ての平均値間に有意な差異が認められた。3種類の動作に共通して, 上下弁別閾及び不確定区間の値は基準となる力量が1.0 kgfから2.0 kgfへと変化する場合に増加する傾向にあった。

Fig. 2. Change of lower threshold (LT), upper threshold (UT) and interval of uncertainty (IU) for each motion in discrimination of force.

3 動作間の比較では、標準刺激が 1.0 kgf 及び 2.0 kgf の場合の 3 変量と下弁別閾の標準刺激が 3.0 kgf の場合において一要因分散分析の結果に有意な値を示していた(表 4)。さらに、多重比較

Table 4. Results of one-way ANOVA among 3 motions.

Variable	Standard stimulus		
	1.0 kgf	2.0 kgf	3.0 kgf
LT	5.356**	5.943**	3.960*
UT	3.513*	7.202**	0.150
IU	6.155**	8.680**	1.885
PSE	0.182	0.624	3.718*
AE	1.128	0.282	0.552

Note) LT : Lower threshold, UT : Upper threshold, IU : Interval of uncertainty, AE : Absolute error, PSE : Point of subjective equality, * : $p < .05$, ** : $p < .01$, Values are F-ratios calculated in one-way ANOVA.

Fig. 3. Lower threshold (LT), upper threshold (UT) and interval of uncertainty (IU) for each motion in discrimination of force.

Fig. 4. Change of point of subjective equality (PSE) and absolute error (AE) for each motion in rating of force.

検定の結果(図 3), 標準刺激が 1.0 kgf 及び 2.0 kgf の時に、3 変量に共通して肘屈曲と肘伸展の動作間で有意な差異が認められた。下弁別閾と不確定区間の標準刺激が 1.0 kgf の場合に把握と肘屈曲間、及び把握と肘伸展の動作間に関しては下弁別閾の標準刺激が 3.0 kgf の場合にのみ差異が認められた。肘屈曲と肘伸展間の比較では標準刺激が 1.0 kgf 及び 2.0 kgf の場合に、力量弁別の程度を示す 3 変量において一貫して肘屈曲の方が大きな値を示していた。

3. 主観的等価値及び絶対誤差

主観的等価値及び絶対誤差の各標準刺激における平均値及び標準偏差は表 3 に示す通りである。主観的等価値は標準刺激の大きさに依存する変量であるので一要因分散分析での検討は行わなかった。絶対誤差について、有意な差異が認められたのは肘伸展においてのみであった。さらに、多重比較検定では標準刺激が 1.0 kgf と 3.0 kgf の場合においてのみ平均値間に差異が認められ、標準刺激が 3.0 kgf の場合により大きな値を示していた(図 4)。

Fig. 5. Point of subjective equality (PSE) and absolute error (AE) for each motion in rating of force.

動作間での比較において、一要因分散分析の結果(表4)、主観的等価値の標準刺激が3.0 kgfの場合においてのみ統計的に有意な値を示していた。多重比較検定の結果、把握及び肘伸展動作の平均値間に差異が認められた(図5)。肘伸展動作における主観的等価値(標準刺激が3.0 kgfの場合)は把握動作のそれよりも大きな値を示していた。

IV. 考 察

1. 力量の弁別閾測定の信頼性

小林ほか¹³⁾は、5, 6歳の幼児を対象として、生理学的指標である aerobic power (0.582—0.781, 測定値間の相関係数), 最高心拍数(0.778—0.807), 最大換気量(0.708—0.749)及び呼吸交換比(0.072—0.547)の信頼性を示しており、呼吸交換比以外の変量は信頼できることを示唆している。フィールドテストの信頼性に関しては、4,

5歳児の棒上片足立ちを除く7項目のテストの信頼性を示す相関係数が0.740—0.940であることが報告されている¹⁹⁾。一般に、幼児を対象とした測定においては、ラボラトリーテストやフィールドテストの種類にかかわらず、測定値の信頼性の指標となる相関係数は0.6—0.7以上が必要であると推測される。したがって、本研究において新たに考案された弁別閾の測定方法の信頼性はその水準に達しており、幼児に対して適用可能であると考えられる。

上弁別閾の信頼性は、把握及び肘伸展において相対的に低い傾向が認められたが、両動作における上弁別閾の標準偏差は肘屈曲動作に比べ小さい値を示していた。テストの信頼性に影響を及ぼす一要因として標本の分散の大きさが考えられる³⁾。把握及び肘伸展の信頼性が相対的に低くなった理由の1つとして、これらの動作の標準偏差が肘屈曲のそれよりも小さいこと、つまり、両動作における個人差が相対的に小さいことが考えられる。

2. 力量の弁別特性

把握、肘屈曲及び肘伸展の3動作における上下弁別閾及び不確定区間は、標準刺激の相対値(標準刺激を1とした場合)で表すと、それぞれ15.6—38.0%及び34.0—74.0%であった。幼児の重量弁別能力に関する研究では、末利ほか²⁷⁾が標準刺激が120 gの軟式テニスボールを用いて弁別閾及び不確定区間を明らかにしている。この研究における弁別閾及び不確定区間を標準刺激の相対値で示すと、それぞれ5.8—8.4%及び11.6—16.8%の範囲の値であった(5, 6歳児)。本研究では幼児の諸特性を考慮して、弁別閾の測定方法を新たに考案して測定を実施したが、前述の研究より大きな値が認められた。動作内容や標準刺激の力量の程度に差異はあるが、本研究の測定法では弁別閾及び不確定区間の値が従来の結果よりも大きくなる傾向にあると推測される。

一般に、弁別閾は標準刺激が増大するに従って大きくなる。把握、肘屈曲及び肘伸展の各動作における上下弁別閾及び不確定区間に関しても同様

な傾向が認められた。特に、標準刺激が 1.0 kgf から 2.0 kgf の力量に相当する区間では、発揮動作の種類にかかわらず力量の増加に伴い弁別閾及び不確定区間が増加すると考えられる。

一方、動作間の比較において、標準刺激が 1.0 kgf 及び 2.0 kgf の時には、力量弁別の程度を示す上下弁別閾及び不確定区間に関して、肘屈曲及び肘伸展の動作間に差異が認められた。力量弁別は主に皮膚感覚及び筋感覚情報に基づいて行われると考えられる。本研究では、予備実験の段階で幼児にとって通常の肘伸展動作による力量弁別は困難であると考えられたので、前腕を回内して、いわゆる「押す」動作によって力量弁別を実施させた。したがって、直接力量が加わる部位が両動作とも同一の手頸部の内側であるので、両動作間の差異は皮膚感覚以外の特性の差異によるものと推測される。北本¹²⁾は、肘関節の屈曲及び伸展を伴う筋力調節課題における筋放電パターンを明らかにしており、屈曲時と伸展時では上腕二頭筋と上腕三頭筋の放電量が大きく異なることを示唆している。肘屈曲及び肘伸展動作における力量弁別特性間に差異が生じたことには、筋力発揮時の主働筋の種類や筋感覚情報の処理過程の諸特性(固有受容器の特性など)が関与していると推測される。

3. 力量の評価特性

力量の主観的評価に関する研究は、Stevens²⁵⁾以来、実際の物理的な力量と主観的な力量との対応関係をべき関数で定量化することによって数多くの検討されてきた^{7,9,10,24)}。その対応関係を示すべき指数は1.5—1.8であることが報告されている。しかし、これらの研究の被験者は成人に限られており、発育発達観点からはほとんど検討されていない。その理由として、第一に従来の測定方法(比率表出法、マグニチュード表出法など)を幼児に適用することが困難であることが考えられる。このような方法では、被験者が数量概念(比率概念)を有していることが前提条件となっている。したがって、本研究では従来とは異なる方法で測定を実施した。

3動作における主観的等価値は、基準となる力量とほぼ直線関係にあることが認められる。この結果はべき関数で対応関係を表した場合にべき指数が1に近似することを意味し、Stevensを始めとする一連の研究とは異なる結果を示している。これらの差異が生じた原因として測定方法の相違が考えられるが、被験者の諸特性も異なるので、今後、本研究と同一の方法を成人に用いて比較検討する必要があると考えられる。

末利ほか²⁷⁾は、幼児の発現筋力の認知の発達に関する研究において、握力の主観的評価特性を明らかにしている。さらに、末利・千駄²⁸⁾は背筋力の知覚に関しても検討を行なっている。自己の握力の評価において、力量の小さいところ(最大筋力の1/2)では実際の力量を過小評価するが、相対的に大きな力量(最大筋力の2/3)では過大評価する傾向にあった。本研究の3動作における主観的等価値と標準刺激との対応関係では、標準刺激が 1.0 kgf 及び 2.0 kgf の場合には共通して主観的等価値が標準刺激より僅かではあるが大きな値を示し、標準刺激が 3.0 kgf の時には把握及び肘屈曲動作の値が標準刺激より小さな値を示していた。力量が増加するに従って、実際の力量の評価が過小評価から過大評価へと変化する結果は末利ほか²⁷⁾の研究結果と類似している。また、同様な傾向は成人についても報告されている¹⁾。したがって、力量の評価に関しては、被験者の発育発達水準に関係なく幼児から成人において共通する特性があると推測される。

一方、実際の力量と主観的な力量との差異を示す絶対誤差に関しては、肘屈曲及び伸展の両動作における標準刺激との対応関係が類似していた。しかし、把握動作では異なる傾向を示し、変化の幅が他の動作よりも相対的に小さかった。日常生活や運動場面では、他の2動作に比べ物を把握する機会が多いと考えられる。絶対誤差の程度には、その動作の使用頻度などが関係しているかもしれない。

3動作間の比較において、力量の評価特性を示す主観的等価値及び絶対誤差に関して、動作間でほとんど差異が認められなかった。前述の力量弁

別の場合とは異なり、力量評価特性については、発揮動作間で差異が認められないと推測される。

V. 要 約

幼児(平均年齢5.7—5.9歳)を対象として、把握、肘屈曲及び肘伸展の3種類の動作での力量弁別測定を実施した。力量弁別の測定における測定値の信頼性の検討、さらに、力量弁別及び評価特性を、異なる3種類の筋力発揮動作から得られる特性値の相互比較から検討した結果、以下に示すことが明らかにされた。

1. 信頼性を示す2回の測定値間の積率相関係数(標準刺激が2.0 kgfの場合の上下弁別閾)は、0.642—0.841の範囲の値であり、幼児に対して力量弁別の測定方法が適用可能であることが示唆された。

2. 力量弁別の程度を示す上下弁別閾及び不確定区間は、基準となる力量が1.0 kgfから2.0 kgfへと増加するに従い大きくなる。一方、力量評価の指標である絶対誤差に関しては、基準となる力量の大きさとの間にほとんど関係が認められない。

3. 基準となる力量が1.0 kgf及び2.0 kgfの場合に、肘屈曲及び肘伸展動作における力量弁別特性間に差異が認められ、肘屈曲時の力量弁別の方が困難である。力量評価については、発揮動作間でほとんど差異が認められない。

(付記：2年間に亘る本研究の測定実施に、ご理解及びご協力を頂いた土浦市のめぐみ保育園の園長先生、職員の方々及び父兄の皆様には、この場を借りて感謝の意を表します。)

文献 (References)

- 1) 阿部俊造 (1956) 力量の見積りに関する実験的研究 (1) — 圧力及び握力 —. 体育学研究 2 : 48-52.
- 2) 浅井英典・石河利寛 (1984) 幼児の短時間および持続的等尺性収縮における表面筋電図の周波数および振幅の分析. 体育学研究 9 : 115-123.
- 3) Baumgartner, T. A. (1989) Norm-referenced measurement: Reliability. In: Safrit, M. J. and Wood, T. M. (Eds.) Measurement concepts in physical education

- and exercise science. Human Kinetics Publishers, Inc.: Champaign, IL. pp. 45-72.
- 4) Borg, G. A. V. (1982) Psychophysical bases of perceived exertion. Medicine and Science in Sports and Exercise 14 : 377-381.
- 5) Brodie, E. E. (1988) Sex and hand-preference effects in the simultaneous and consecutive discrimination of lifted weight. Perception & Psychophysics 43 : 326-330.
- 6) Bryden, M. P. (1977) Measuring handedness with questionnaires. Neuropsychologia 15 : 617-624.
- 7) Eislser, H. (1962) Subjective scale of force for a large muscle group. Journal of Experimental Psychology 64 : 253-257.
- 8) 船渡和男 (1988) 筋収縮力の成長・加齢. 体育の科学 38 : 431-438.
- 9) Hoff, P. A. (1971) Scales of selected aspects of kinesthesia. Perception & Psychophysics 9 : 118-120.
- 10) 伊藤政展・三條俊彦 (1985) 力量と疾走時間の表出における期待強度と表出強度の関係. 体育学研究 29 : 307-314.
- 11) 金子公有・淵本隆文・佐々木茂 (1990) 肘屈筋のパフォーマンスからみた神経・筋機能の発達. 体育科学 18 : 18-24.
- 12) 北本 拓 (1991) 各種追従動作からみた肘関節運動の調整能力の測定. 体力科学 40 : 74-82.
- 13) 小林寛道・桜井伸二・小松佳世・脇田裕久・八木規夫 (1983) 幼児の aerobic power の再現性に関する研究. 体育学研究 28 : 23-31.
- 14) 小林寛道・八木規夫・並木洋子 (1990) 6歳児の等速性脚筋力と基礎運動能力との関係. 体育科学 18 : 110-117.
- 15) 上藤孝幾 (1985) ランニング速度感覚に関する研究. スポーツ心理学研究 12 : 85-87.
- 16) Marteniuk, R. G. and Ryan, M. L. (1972) Psychophysics of kinesthesia angular movement. Journal of Motor Behavior 4 : 135-142.
- 17) 水間恵美子 (1971) 幼児の Achilles 腱反射の運動生理学的研究. 体育学研究 15 : 9-19.
- 18) 水谷四郎・奥野 博・脇田裕久 (1973) 日本人の肘関節屈筋力の発達 — Isometric Strength と Eccentric Strength について —. 体育学研究 17 : 277-285.
- 19) 村瀬智彦・出村慎一 (1990) 幼児の運動能力評価法の検討 — いわゆる「運動能力テスト」と「合否判定テスト」との関係について —. 体育学研究 35 : 207-217.

- 20) 村瀬智彦・浅見高明 (1991) 幼児の上肢を用いた等尺性筋力発揮における力量感覚特性. 日本体育学会第42回大会号 p. 553.
- 21) 村瀬智彦・浅見高明 (1992) 幼児の上肢筋における力量知覚の個人内特性. いばらき体育・スポーツ科学 7: 1-6.
- 22) Noble, B. J. (1982) Clinical applications perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 14: 406-411.
- 23) 定本朋子・大築立志 (1977) 跳躍動作における出力制御の正確性—跳躍距離の grading および再現の特性—. *体育学研究* 22: 215-229.
- 24) Stevens, J. C. and Mack, J. D. (1959) Scales of apparent force. *Journal of Experimental Psychology* 58: 405-413.
- 25) Stevens, S. S. (1957) On the psychophysical law. *Psychological Review* 64: 153-181.
- 26) Stevens, S. S. and Galanter, E. H. (1957) Ratio scales and category scales for a dozen perceptual continua. *Journal of Experimental Psychology* 54: 377-411.
- 27) 末利 博・千駄忠至・内藤憲雄 (1972) 運動感覚の発達に関する研究—重量弁別と発現筋力の認知について—. *京都教育大学紀要 B* 41: 47-58.
- 28) 末利 博・千駄忠至 (1978) 運動に関係のある知覚・感覚の発達についての追跡的研究. *京都教育大学紀要 B* 52: 33-55.
- 29) Wood, H. (1969) Psychophysics of active kinesthesia. *Journal of Experimental Psychology* 79: 480-485.

(平成 4 年 3 月 26 日 受付)