

ボール投げ調節能力と体格・体力との関係

佐藤良雄

Relations Between Grading Ability in Ball Throwing and Physical Fitness and Constitution

Yoshio SATO*

ABSTRACT

In elementary school education much regard is paid to the improvement of physical fitness and constitution, and it is focussed especially on coordination. The aim of this research is to examine how coordination in children develops and how to evaluate it practically.

The method adopted to achieve this aim is first to make the boys and girls who are to be the subjects of the experiment throw a ball with all their might, and then have them try to throw it five times at the mark set at half the distance the ball covers at the first trial; the examiner measures the spaces between the mark and the points where the ball falls. In managing the discrepancy I have made use of the Discrepancy Index, $DI = \sqrt{D_2^2 + D_3^2 + D_4^2 + D_5^2/4}$. D_1 is excluded, because the first ball throwing is too often governed by chance. For the purpose of examining the relations DI bears to physical fitness and constitution panchi cards have been used.

The result of this experiment shows that boys' superiority in this respect to girls can be observed in every form, and that both boys and girls in lower forms have low DI value and make remarkable improvement in the third form. The sixth-form ability is about 67% of that of adults, whom the girls in the same form surpass. boys' grading

There can be found nothing noticable in the relations between physical constitution grading ability. The fact that the second-form children show peculiar changes in the proportion of various parts of their arms and hands suggests that they are now at the inflection point of development of these parts which have much to do with ball throwing. Grading ability generally develops much after passing the inflection point.

As to physical fitness I have inquired into the relation between DI and measure-value of grip strength which has much bearing on ball throwing, and found that grip strength is closely correlated with full-power ball throwing, but that grading ability is only slightly correlated with grip strength. Grip strength attains remarkable development when children are in the second or third form, so that this period makes its inflection point as is the case with physical constitution. Grading ability improves much after passing the inflection point of the development of physical fitness and constitution. Third-form children are in the stage when their self grows rapidly, and their grading ability is greatly affected by their mental operation.

* 保健体育学教室 (Dept. of Physical Education and Health)

1 緒 言

昭和43年改訂指導要領では、体育科の目標に『体力の向上』が筆頭に掲げられ、体育指導の最も重要な目標とされている。小学校の体育指導で目指す体力は、各学年を通じて調整力であり、4年から筋力、5年から持久力が加えられている。これは児童の発育発達段階からみて、科学的検討の結果に基くものとされている。

調整力はいわゆる筋肉と神経との協応能といわれているが、運動生理学的には協応能を **Coordination** といい、運動の目的に応じて、協同筋・拮抗筋が適当な時系列に調節された張力を、現出し得るはたらきのことをさしている。従って体育的な評価の立場からすれば **Skill** ということになる。Karpovich はその著書「筋運動の生理学」の中に、このような機構を **Grading mechanism** とよんでいる。**Coordination** の運動生理学的重要性は広く認識され、これを高めるトレーニングの方法も研究されているが、その能力を運動生理学的立場から、客観性のある指数で評価するための研究は極めて乏しかった。

小学校の体育指導で調整力を評価するのに、単に運動技能の堪能度を主観的に評価するだけでよいであろうか。『体力の向上』を目指す運動領域『体操』で、実施される各種の運動の評価に際して客観性のある指数を見出すことの必要性を痛感する。

児童の調節能力はどのように発達するか、また体格・体力との関係はどうか。更には調整力の評価をどうするかを明らかにするのが調査の目的である。

ボール投げの調節能力を取り上げた理由は、運動領域『体操』の中に『ボール投げ』が挙げられているためである。従来ボール投げはボール運動の領域に位置づけられ、教材も2年に配当されていた。ボール投げによる調整力の向上には、ボールに対しての身体処理能力と、ボールの処理能力が学習内容である。今回の調査は後者の研究であり、**Grading ability** と制禦能 **control** を含む調整力 **Accommodation** である。

2 方 法

用具は1年～4年はゴムマリ、5・6年はソフトボールを使用した。

第1表

男子

学 年	標 本 数	D1		身 長		体 重		ローレル指数		握 力		比上 肢長	比上 腕長
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	M
1	48	17.9	10.1	116.2	5.1	21.5	1.7	134.3	10.2	9.3	2.9	45.4	18.9
2	97	15.3	6.2	120.9	4.8	22.6	2.9	127.1	9.5	11.4	3.4	44.5	18.1
3	122	11.6	2.7	127.4	5.9	25.9	3.6	124.7	11.5	14.6	5.0	45.5	19.1
4	124	10.5	4.4	132.0	6.8	28.7	4.2	123.2	13.6	16.0	4.7	45.5	19.0
5	104	9.6	4.0	138.3	6.5	32.5	5.7	122.4	13.4	18.8	6.2	45.4	19.1
6	109	10.0	5.4	143.0	7.9	35.3	5.7	120.1	9.6	21.5	5.7	45.7	18.9

女子

学 年	標 本 数	D1		身 長		体 重		ローレル指数		握 力		比上 肢長	比上 腕長
		M	S D	M	S D	M	S D	M	S D	M	S D	M	M
1	64	22.4	10.9	114.6 ^{cm}	4.6	19.7 ^{kg}	0.7	131.3	11.1	7.6 ^{kg}	3.0	45.1	18.8
2	109	19.5	9.3	119.4	5.3	21.8	1.1	127.8	9.0	9.6	3.9	45.9	18.9
3	111	13.6	6.8	126.0	4.9	25.4	2.9	126.4	10.6	12.6	0.4	45.2	19.0
4	123	13.2	6.9	131.0	6.6	27.9	4.6	121.6	9.4	15.4	4.2	45.2	18.9
5	104	12.1	6.1	138.6	6.8	33.0	5.2	123.7	11.0	17.1	5.6	45.7	19.4
6	110	11.1	4.8	145.5	5.9	37.4	4.8	121.3	10.5	20.5	5.1	45.1	19.1

被検者は神奈川県下公立小学校児童，無作意抽出による1学級男女各5名，人員は第1表の通りである。

方法は被検者は全力投球1回行なう。その投球距離の1/2の地点にベース板を置き，その目標に対して5回調節投球する。目標値に対する誤差を0.5m単位に測定記録する。

体格は身長・体重・上腕長・前腕長・手長・上腕伸位・上腕屈位・手頸位及びローレル指数を，体力として握力（筋力）を測定した。記録用紙はパンチカードを使用した。

処理の方法は，調節能力の正確度をあらわす指数として，横浜国大教授小野三嗣発案による Discrepancy Index (DI) で処理した。DI とは次の計算式である。

$$DI = \sqrt{\frac{D_2^2 + D_3^2 + D_4^2 + D_5^2}{4}}$$

ここでいう D は目標値に対する誤差の百分率であるが，D₂~D₅ はそれぞれ2~5回目の試投である。第1回目の試投の誤差についての D₁ を本公式の計算から除外したのは，これは調節能力の正確さよりも，むしろ偶然的要素の方が強いと考えられるためである。計算処理の能率を図るため D² の早見表を作成した。

3 結 果

調査対象集団の身長は，全国平均及び神奈川県平均と比較し，男女各学年に亘ってやや優れている。体重も同様やや優れており高学年では1~2kgの増量を示している。

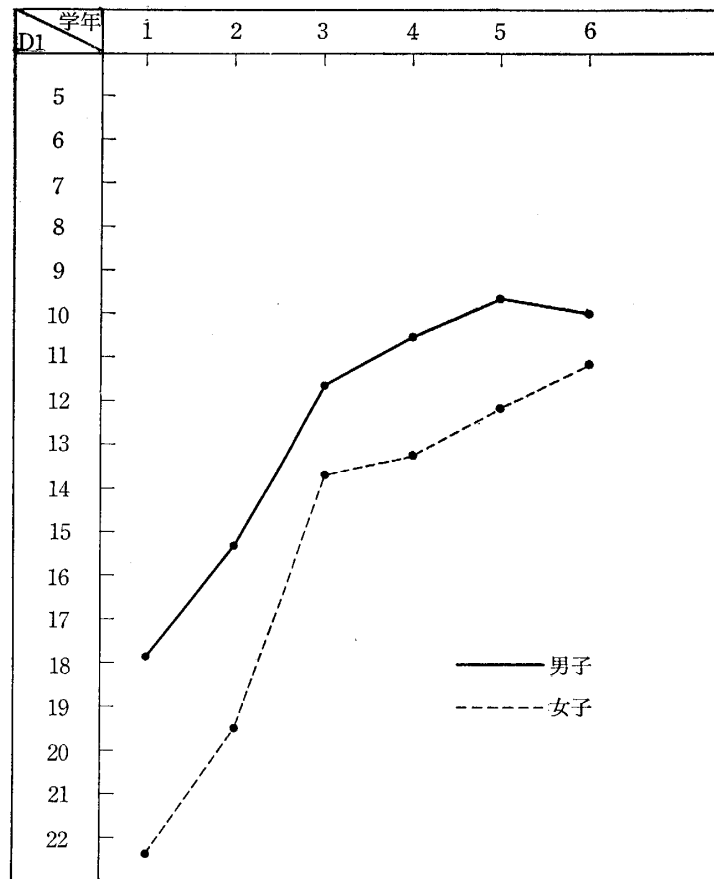
投力については，ソフトボールを使用した5，6年について全国平均（体育白書）と比較してみると，本調査標本の方がやや優れている。（第2表）

第2表 ソフトボール全力投球

男子	学年	M	S D	全国 M ₄₀	女子	学年	M	S D	全国 M ₄₀
	5	30.5 ^m	6.3	29.8 ^m		5	16.8 ^m	4.8	16.1 ^m
	6	35.6	9.4	34.4		6	20.3	5.9	19.3

(1) 調節能力

各学年男女別 DI は第1表, 第1図の通りである。男子は各学年に亘って女子よりも優



第1図 小学校児童 ボール投げ調節能力

れており, 低学年は男女共にその調節能力は極めて低い。また男女共3年で著しい向上を示し, 4年以上では若干向上するがその伸び率は僅少である。6年では男子 10.0, 女子 11.1 の DI 値に達する。青年後期及び成人の DI 値は第3表の通りで, 本調査では6年

第3表 18才以上の調節能力(ソフトボール投げ)

性	年 令	集 団	人 員	全 力 投 球		調 節 能 力	
				計	平 均	計	平 均
男	才才 18~19	A	名 56	m 2811	m 50.2	577.9	10.3
"	20~21	B	78	4078	52.3	581.1	7.5
"	22~23	C	44	2380	54.1	366.9	8.3
女	18~19	A'	100	1797	18.0	1171.9	11.7
"	22~23	B'	38	714	18.8	430.7	11.3

女子は成人の調節能力よりも優れている。男子6年は成人の約80%の能力と推察される。このことから男子は中学以降にも発達が見込まれるが、女子は小学校期でほぼ完成の域に達するといえる。

ソフトボールの全力投球は、成人を100とすれば6年男子は67.3%に当る。6年女子は成人より優れた成績を示した。全力投球は筋力と高い相関を示すが、筋と神経の協応能である調節能力は6年男子において成人の約80%のDI値を示すことは注目すべきことである。

(2) 体格と調節能力

身長とDI値との関係は、身長の階級域を5cm差にした場合は、男女共に身長差による調節能力の差は認め難い。階級域を10cmにした場合は男子の高学年に相関がみられるが、その他には認められない。本調査では標本数が少ないことも考慮しなければならないが、身長とDI値とは殆んど相関関係は認められない。

体重の階級域を5kgとした場合は、男女共低学年では体重の重い者程調節能力が優れているが、他の学年ではそのような傾向は認められない。階級域を10kgにすると男子は5年を除いて相関傾向がみられるが、女子ではみられない。体重と調節能力も身長と同様に相関関係はない。

ローレル指数の標準偏差が、男女各学年共に10前後であったので、階級域を10として5段階区分によるDI値の平均を算出した。身長・体重とDI値との相関がみられなかったように、ローレル指数でも同様の傾向を示した。標準ローレル指数の階級域も特に調節能力が優れているとはいえない。

学年別ローレル指数平均では、男子は高学年に進むに従って低下傾向を示し、各学年平均の差は低学年程大きい。このことから指数の変曲点が2年にみられ、3年以降は大差ない状態に入る。女子ではこのような傾向はみられなかった。

児童の上肢は男子は3年、女子は2・3年で大幅な成長の伸びを示している。比上肢長では、男子は2年で各学年の最低を示し、3年から各学年ほぼ同比率を示している。女子は2年で各学年中最高の比率を示し、3年以後はほぼ安定した比率を示した。比上腕長は男子は2年が最低の比率で、3年以後はほぼ同比率であった。女子は高学年に進むに従って比率が高まり、2年で特に変わった現象はみられなかった。比前腕長は男子は2・3年で少差であるが最低の比率であった。女子には特に変わった現象はみられなかった。比手長は、男子は高学年に進むに従って比率が高まり、女子は逆に低比率となっている。女子は2年で最高の比率を示した。

上肢長各部位の比率では、(第4表)男子は前腕長・手長の比率が各学年を通じて2年が最高で、上腕長の比率が最低である。女子は手長の比率が2年が最高で、前腕長・上腕長の比率は僅かではあるが最低である。男女を通じて上肢の末端伸長現象が、2年に著しいものがみられた。これは発育上の変曲点で、調節能力はこの変曲点経過後に著しい向上が現われ、男子の方が女子よりも顕著である。

筋の絶対力は、筋繊維の太さに正比例することは、生理学研究で明らかにされている。

第4表 小学校児童 上肢各部位の比率

男子

学年	上腕長	比率	前腕長	比率	手長	比率
	cm	%	cm	%	cm	%
1	22.0	41.8	17.4	33.0	13.3	25.2
2	22.0	40.8	18.0	33.4	13.9	25.8
3	24.4	42.1	18.9	32.6	14.7	25.3
4	25.1	41.8	19.8	32.9	15.2	25.3
5	26.5	41.8	20.9	33.1	15.9	25.1
6	27.1	41.4	21.7	33.2	16.6	25.4

女子

学年	上腕長	比率	前腕長	比率	手長	比率
	cm	%	cm	%	cm	%
1	21.6	41.8	16.7	32.2	13.4	26.0
2	22.6	41.2	17.5	31.9	14.8	26.9
3	24.0	42.0	18.5	32.4	14.6	25.6
4	25.0	42.0	19.3	32.4	15.2	25.6
5	27.0	42.6	20.5	32.3	15.9	25.1
6	27.9	42.5	21.3	32.4	16.5	25.1

被検者全員の上膊皮下脂肪が同じ厚さで、上膊骨の太さが等しく、また上膊諸筋に附着している脂肪の状態も同じならば、上膊の太さの大小によって上膊筋力の大小をほぼ厳密に比較することができる。男子は上膊の皮下脂肪の厚さ、及び上膊骨の太さに大差はないから上膊囲を測定することによって、上膊筋の筋力の大小を判定することができる。一例を6年男子の上腕屈位と握力との関係についてみれば第5表の通りで相関がみられる。また上腕屈位と全力投球の関係は第5表の通りで、筋繊維の太い者程投球距離が長い。

上腕伸位と調節能力については男子高学年のみ対象とした。6年は4年とともに相関関係があるが、5年には関係は見出せなかった。(第6表)上腕屈位と調節能力は、伸位と同様相関傾向は4・6年にみられるが伸位程明瞭ではない。5年は逆に屈位の低い者がDI値がよい結果であった。(第7表)上腕屈位と伸位との差と調節能力は、その階級域を1cmとしたDI値の平

第5表

上腕屈位階級域	人員	全力投球平均	握力平均
~21	29	31.3	18.9
22~23	32	36.0	21.0
24~25	28	38.7	23.8
26~	21	41.0	24.6

第6表 6男 上腕伸位と調節能力

伸位階級域	人員	DI平均
17~18	19	10.2
19~20	31	9.3
21~22	34	9.1
23~	22	8.6

均をみると、筋繊維の膨隆度の高い者程 DI 値の優れている学年が大部分であった。(第 8 表) 筋繊維の太さが筋力と相関関係にあることから、筋力による全力投球では殆んど相関がみられたが、神経作用が筋力に協応する調節能力では、関係はみられても全力投球のように明確ではない。

第 8 表 6 男 上腕屈伸位差と調節能力

屈伸位差階級域	人 員	DI 平均
~1.0 cm	10	9.6
1.1~2.0	41	9.4
2.1~3.0	39	9.2
3.1~	16	8.7

第 7 表 6 男 上腕屈位と調節能力

屈位階級域	人 員	DI 平均
~21 cm	29	9.3
22~23	33	10.2
24~25	29	9.1
26~	15	7.0

(3) 体力(筋力)と調節能力

ボール投げの筋力は、代表的筋群も関与することはいうまでもないが、投力は直接上肢の筋群との関係が深い。握力は示指から小指まで 4 本の指の屈指筋の共働最大筋力であるが、握力は末梢筋の中でも比較的虚弱者に強い屈筋の力である。然し背筋力や上膊筋力とは相関係数が高く、順相関を認めることができる。本調査においても、握力と全力投球距離の関係は第 9 表の通りで、握力値の高い者程投球距離が長い。

第 9 表 6 男 握力と全力投球

握力階級域	人 員	平均投球距離
~15 kg	12	31.0 m
16~20	31	32.5
21~25	28	36.6
26~	20	40.6

第 10 表 握力平均

別 年 性	全 国 平 均		本調査
	昭39	昭40	昭43
男 子	16.7 kg	17.3 kg	18.8 kg
	19.4	20.2	21.5
女 子	15.0	15.5	17.1
	18.0	18.4	20.5

被検者の握力平均は、第10表の通りで全国平均よりやや優れている。体育白書による全国平均は、昭和39・40年度の結果である。握力は年々増加の傾向にあるから、本調査の結果は体格と同様やや優れている程度である。測定の結果は3年で大幅の増量を示し、2年から3年にかけて握力発達上の変曲点がみられる。(第1表) 調節能力は握力の階級域を 5 kg とした場合、男女各学年に亘って相関的傾向は認められるが明白ではない。DI 値と握力との相関係数は第11表の通りで、1・4年の男子はかなり相関

第 11 表 DI 値と握力の相関係数

男 子	学 年	女 子
0.419	1	0.233
0.044	2	0.169
0.064	3	0.222
0.797	4	0.068
0.234	5	0.227
0.117	6	0.053

註) 階級域はDI 値5, 握力 5 kg とした。

があるとみられ、5年男子及び1・3・5年の女子は低い相関があるとみられる程度で、その他の学年は殆んど相関はみられない。被検者の頻数が階級域に分配されると、極めて少数となるので測定数に問題が残されるが、本調査に関する限り DI 値と握力とは明白な相関関係は認め難い。

3 考 察

本調査ではボール投げの目標は落球点となっている。児童の投球は殆んど放物線の球跡であるが、成人で野球の経験者は直線投球する者が多い。投球方法から DI 値を児童と成人を比較することに問題がある。比較する方法としては年齢によって距離差をつけた的当ての方が適当である。

調整力は量と量との関係に基く質の問題であるから、これを力の分量として測定することは問題がある。DI 値は調整力の絶対値では勿論ないが、その評価の資料とすることは適当である。然し計算処理に多くの時間を要する難点がある。

調節能力発達の特徴は、男子は女子よりも優れていること、男女とも3年で著しい発達をみることである。児童の身長伸び率は低学年程高く、体重の増加率は高学年程高い。(資料は体育白書) 然し特定学年で特に増量する変曲点は認められない。ローレル指数及び上肢各部位の発育と握力には2～3年の過程に成長発達上の変曲点が認められ、男子は女子よりも顕著である。

低学年の DI 値の低いのは成長発達の特徴によるものである。即ち神経、筋肉及び精神の発達は一般に幼稚で、有意注意力は弱い。そのことは測定場面の児童の態度によっても推察される。5回の試投過程の記憶と判断が弱く、正確な投球として生かされない。調節能力は筋覚と運動中枢の鋭敏な正確さが要求されるもので、低学年の児童はこの点においても未熟といわざるを得ない。

3年になると運動の神経支配が次第に発達する時期であり、有意注意力も向上する。随って DI 値も高くなると考えられ、精神面の発達が重要な要素をもつものである。

調節能力は体格・体力及び精神面の変曲点経過後に著しい発達を示すものであるから、小学校の体育指導では2～3年の時期にこの点に関心をもって指導に当ることが望まれる。

参 考 文 献

- 1) 小野三嗣他：筋力調節能力に関する研究，(体力科学第15巻第3号別冊) 昭和42年3月10日 (1967)
- 2) 肥田野直他著：心理教育統計学，(培風館) 昭和40年3月20日 (1965)
- 3) 竹中玉一著：体育測定の実際，(体育の科学社) 昭和36年6月1日 (1963)
- 4) 文部省：青少年の健康と体力，(帝国地方行政学会) 昭和41年11月10日 (1966)