幼児の動作メカニズムとその発達

——指示のしかたによる

跳躍動作の変容について——

岩 田 浩 子 (お茶の水女子大学)

森 下 は る み (お茶の水女子大学)

(昭和54年3月16日 受付)

Mechanism of Movement and Its Development in Early Childhood — A Study on Change of Jumping According to Different Verbal Instructions —

Hiroko Iwata*

Harumi Morishita*

Abstract

It may be assumed that the development of motor movement is urged not only by the growth of effectors but also by the development of the central nervous mechanisms which regulate the movement. The purpose of this study was to examine how the functions of effectors and regulatory mechanisms are related to each other in incitation of the development of motor movement. To clarify this problem an experiment was designed employing standing broad jump. First, the subject was instructed to jump as far as possible (jump A), then he was asked to jump over a designated line (jump B). Total of 57 nursery school children from two to five years of age, five female college students and two intercollegiate athletes took part in this experiment.

The results were summarized as follows:

- 1) The children aged two years showed very small distance of jump in both jump A and jump B. Their movement patterns were very much immature. The effectors' function of two-year-old children was limited to a considerably low level. Their regulatory function was not yet formulated sufficiently. The verbal instruction often produced impelling effects over the movement of these children.
- 2) The distance of jump performed by the three-year-old children was somewhat improved over the level of two-year-old children. The distance covered by jump A was considerably shorter than that registered by jump B. Accordingly, the movement patterns of jump A was considerably more immature than those of jump B. Although both the effectors' function and regulatory function developed in accordance with the

* *Ochanomizu University, Laboratory of Human Movement,
Otsuka, Bunkyo-ku, Tokyo (112)*

advance in age, the regulatory function elicited by the verbal instruction alone was not quite sufficient at this age.

- 3) With the advance in age, the distance of jump improved both in jump A and jump B at the ages four and five years. Their movement patterns also matured to a considerable extent. Although the difference in the distances between jump A and jump B became smaller, the distance of jump B was still longer than that of jump A. The regulatory function of the children at this age level can be improved by giving a tangible line to aim.
- 4) Among the female college student, the distance of jump B was somewhat longer than that of jump A. However, the distances of jump A and jump B were quite comparable in the jumping performances of the athletes.

(Hiroko Iwata, Harumi Morishita: Mechanism of Movement and Its Development in Early Childhood. *Jap. J. Phys. Educ.*, Vol. 24, No. 3, Dec., pp. 185~200).

緒 言

随意動作のメカニズムにもとづいてその発達を検討しようとする場合に、ザポロージェツ (A.B. Запорожец)¹⁸⁾ は示唆に富む一つの見解を示している。それはまず、動作すなわち運動を定位部分と遂行部分に分けてとらえ、動作の発達には定位部分の発達と遂行部分の発達とがあるというものである。そして定位部分とは定位=探究反射によって動作の心像・表象を形成する部分であり、遂行部分とは運動条件反射の系であると説明されている。

ザポロージェツの動作発達研究は、心理学の分野でなされているものであるが、パブロフ (И.П. Павлов)¹⁵⁾ の条件反射学説にもとづくものであるゆえに、心理学の用語である定位部分は、パブロフ学説⁶⁾¹⁸⁾ でいう分析器と皮質中枢における分析-総合活動に対応し、遂行部分は運動の効果器の機能に対応したものととらえられる。

随意動作が運動の効果器の機能とそれを統御する分析器・皮質中枢の機能によって成りたっていることを考えれば、動作発達研究ではこの二つの機能の各々の発達が具体的に解明されるのと同時に、両機能の発達の関連性を検討することが求められよう。特に幼児期については、加齢にともなって分析器・皮質中枢の機能が著しく増大するとともに効果器の増大も大きいので、この時期の動作発達研究では二つの機能の発達がどのように結び

ついて動作発達を促しているかを問題にしないではないと考えられる。

ところで今までの体育学の分野における動作発達研究をみると、分析器・皮質中枢の機能と効果器の機能を分けてとらえ、その発達のむすびつきかたを見ようとすることはほとんど行なわれなかったといえる。たとえば課題場面をつくり、主として最大努力を促してその運動成績 (performance) を量的に把握しようとすることは動作発達研究でよく試みられる。そしてこの場合 performance は効果器の機能と分析器・皮質中枢の機能を総合したものの発達指標とされて、その加齢にともなう量的変化を論じることが多く行なわれてきた⁵⁾¹⁰⁾¹¹⁾。

たしかに動作の課題場面を設定することで観察可能なものは performance をはじめとする動作の現象だけである。しかし動作を行なう主体においては、猪飼⁹⁾ がヒトの能力は生理的因子の上限である生理的限界によって絶対的限界はきまるが、能力の表現の上限は心理的因子によってきまると述べている点にもみられるように、特に幼児期の課題動作では効果器の機能しうる限界の中にあつてさらに課題をうけとめてそれを動作としてあらわす分析器・皮質中枢の活動が動作発現を決定すると考えられる。したがって動作メカニズムの発達を課題場面の動作観察からとらえるには、効果器の機能する範囲の把握を試みるのと同時に、分析器・皮質中枢の活動を決定する条件をあらかじめ

め選定し、課題の中に設定する必要があると考えられる。

本研究ではこの視点にたち、課題動作における分析器・皮質中枢の機能をルリヤ(A.P. Лурия)⁹⁾が課題動作の実現のしかたについて用いたのにならって調整機能(regulatory function)⁹⁾とよぶこととし、幼児期では調整機能と効果器の機能が各々どのように発達するか、また両機能の発達の関連性が年令によってどのように異なっているかを明らかにすることを試みた。研究の基本的な構想はギネフスカヤ(T.O. Гиневская)¹⁾の実験から示唆を得たものであり、立幅跳をことばだけの指示と、目標線とことばによる指示の各々について行なわせ、各指示による動作の観察を行なった。

動作として立幅跳を選んだ理由は、

- (イ) 2才ごろ、言語活動の開始と前後してあらわれる動作であるため、動作成立の初期から言語指示による動作の発達を検討できること
 - (ロ) 全力発揮を促すことにより、効果器の機能する範囲の限界を推定できること
 - (ハ) 動作の指示を目標線の明示で行なうことにより、被験者の動作調整機能に与えられる空間イメージの情報が、験者の側で掌握でき、しかも計量可能であること
- の三点からである。

方 法

対象

都内公立保育園の園児(2才児～5才児)57名である。年令クラス別の人数・平均年令(記録時点)、平均身長は表1のとおりである。被験者の心身の発育は正常であり、形態発育はほぼ平均⁷⁾の水準にある。このほかにお茶の水女子大表現体育専攻の学生・院生5名(以下、女子学生群とよぶ)と日本体育大学陸上競技部の男子走幅跳と女子五種競技の選手各1名の動作記録を行ない参考とした。

課題動作と動作記録方法

課題動作は次の指示による立幅跳である。

- 指示A： ことばだけの指示
「できるだけたくさん跳びなさい」
- 指示B： 目標線の明示とことばの指示
「この線を跳びこしなさい」

表1 被験者の数・平均年令・平均身長

	男 子			女 子		
	数	平均年令	平均身長	数	平均年令	平均身長
才児 2	8	3—0 (2.9)	94.5 (4.3)	7	2—11 (2.7)	93.0 (5.3)
3	8	3—11 (3.5)	98.5 (2.8)	7	3—10 (2.2)	97.2 (4.0)
4	8	4—11 (3.6)	106.8 (4.8)	4	5—0 (3.7)	103.1 (5.0)
5	7	5—11 (3.8)	110.6 (6.7)	8	5—10 (3.3)	111.2 (5.6)

() 内標準偏差

表2 課題の順序と指示のしかた

順 序	指 示	目標距離	課題略称名
1	A	—	A
2	B	身長×1.0	B _{1.0}
3	B	身長×1.2	B _{1.2}
4	B	身長×1.4	B _{1.4}

指示Bの目標線は、各被験者の身長を基準として距離を決め、床面にビニールテープをはって示した。

課題実施にあたって、まず験者が立幅跳動作を示範し、Aの指示で1～2回練習させた。次に一人ずつ課題動作を行なわせた。各被験者に与えた課題の順序、指示と目標距離および略称名は表2のとおりである。なお4回目B_{1.4}の跳躍はB_{1.2}で目標線を跳びこした被験者だけに行なわせた。

動作記録は跳躍距離(踏切線-爪先間の距離)の計測とmotor patternの映画撮影を行なった。(16mmシネカメラ Bolex H16 Reflex 使用、撮影距離9m、レンズ高80cm、撮影速度24コマ/sec.)

成人について指示Bの目標線の位置は、指示Aによる跳躍距離およびその前後(−20cm, +20cm)の3カ所とし、また跳躍距離は、着地足跡と踏切線との最短距離を計測した。

分析方法

資料は年令クラス別に処理し、年令表示には年令クラス名を用いた。特に暦年令を示す場合は月令を付記してクラス年令と区別した。

I. 課題への適応

映画撮影記録により、動作成立の可否を判定した。次に各被験者において、跳躍A, B1.0, B1.2, B1.4の距離を比較し、指示のしかたと最大努力の実現の関係をみた。

II. 跳躍距離

各被験者の指示Bによる跳躍のうち距離の最大のものを指示Bによる跳躍の代表とし、跳躍A（または単にAとよぶ）と、跳躍B（またはBとよぶ $B = \text{Max}(B1.0, B1.2, B1.4)$ ）の比較を行なった。

III. motor pattern

各被験者の跳躍Aと跳躍Bの motor pattern の比較を行なった。資料には 16 mm 撮影フィルムを各コマ 5 cm × 6 cm に引伸した写真を用いた。

跳躍動作を次の二つの部分に分けた。

ふみきり動作：予備的かがみこみ動作で股関節屈曲が最も強まったときからふみきりの瞬間（離床直前）までの立ち上がり動作

滞空動作：離床時から着地の瞬間までの動作

1. 動作時間と動作速度の算出

動作時間は写真のコマ数から算出した。

動作速度とその算出は次のとおりである。

平均ふみきり速度（水平方向成分と垂直方向成分）：ふみきり動作中の転子点の移動距離をふみきり時間で除したもの

跳躍初速：ふみきりの瞬間と次のコマの写真から転子点の移動距離を求め、経過時間（1/24 sec.）で除したもの。

図1 2才児の跳躍例（0.125秒ごとの写真）

2. フォームの分析

フォームの分析は sagittal 面にできる身体の正射影において行なった。

- (1) 下肢の左右同側性 離床時、滞空中間時、着地時の各々について、片足先行動作の有無をみた。
- (2) 動作姿勢 ふみきりの瞬間の全身と床面との間の角度（ふみきり角度）および着地時の下肢と床面との間の角度（着地角度）を求めた。計測点は次のとおりである。

ふみきり角度：肩峰点と足関節外果とをむすぶ直線が水平面との間につくる前面の角度

着地角度：転子点と足関節外果点とをむすぶ直線が水平面との間につくる背面の角度

結果と考察

I. 課題への適応

1. 動作の成立

被験者全員に跳躍動作の発現がみられた。

図1は2オクラスの3例を示したものである。最も月令の低い Sub. S.T. (図の上段) では、両足ふみきりはできたが、距離は約30cmにすぎなかった。この事例は F.A. Hellebrandt²⁾ の、両足ふみきりによる立幅跳は2才8カ月頃からみられるが、その跳躍にはまだ水平方向への推進力はないという報告と一致するものである。次に Sub. K.H. (中段) と Sub. K.N. (下段) では、A、Bの一方でstepのふみだしが観察された。立幅跳動作の成立を両足ふみきりの可能性からみれば、不成立とされる動作様式は、Sub. K.H. にみられるようなstepふみだしにかぎられていた。その年令別出現数と出現率は表3のとおりである。

2才ではstepふみだしがA、B両跳躍でみられ、A、Bのうち一方の跳躍が不成立だった事例が3例あった。3才以上では、Aの指示およびB

表3 Stepふみだしの指示別出現数

年 令	人 数	A	B _{1.0}	B _{1.2}
2 才	15 人	1 人 (7)	2 人 (13)	4 人 (27)
3	15	0	0	1 (7)
4	12	0	0	0
5	15	0	0	0

() 内の数字は百分率

のうちの少なくとも一つの指示において全員に立幅跳の成立がみられた。このことは、2才児では課題動作イメージの形成が困難な場合があるが、3才になればA、B間にある指示の差にかかわらず、A、B両指示に前提とされている立幅跳動作のイメージがまずうけとめられ、それに適合した動作様式の発現が可能になることを示しているといえる。

また、stepふみだしはAよりもBに多く出現したが、これはBの指示の目標線によって前方への動作の方向づけがより具体的になされたため、すでに獲得している水平移動のための歩や走の様式が優越して現われたと考えられる。

2. 指示のしかたと最大努力の実現

跳躍距離最大値の出現と指示のしかたとの関係を示したのが図2である。どの年令でもAよりも

図2 跳躍距離最大値の出現と指示のしかたとの関係
(指示別にみた跳躍距離最大値の出現率)

Bの指示で最大値が出現する事例が多かった。

また年令が大きい群ほど身長比の大きい距離に目標線がおかれたときに最大値が出現する傾向がみられた。これは加令にともなって最大努力を実現する効果器機能、調整機能の条件が、身長比に関しては順次増大する傾向にあることを示しているといえる。

II. 跳躍距離

1. 年令別平均値

図3は、A、Bの両指示で立幅跳が可能だった54例について、A、B各々の跳躍距離の年令別平均値を示したものである。(各被験者について $B = \text{Max}(B_{1.0}, B_{1.2}, B_{1.4})$) 図の右端の値は女子学生群と跳躍選手のものである。

幼児ではA、Bともに加令にともなう増大がみられ、同時にどの年令でもBの値がAよりも大き

図3 跳躍距離の年齢別平均値と標準偏差

かった。

幼児における A, B 各々の発達曲線は、加齢とともに効果器機能が增大するため、A, B 各々の指示について、その運動成績である跳躍距離が加齢とともに増大することを示している。一方、各年齢における A, B 間の差異は、A, B の指示がともに全力発揮を促す可能性を有していても、A, B 間には目標線の有無等に関して差異があるため、各指示によって形成される調整機能が異なった結果生じたものと考えられる。どの年齢でも B の値が A よりも大きいということは、特に幼児では指示のしかたと動作調整における動作イメージ形成の可能性とが結びついていることを示していると考えられる。つまり幼児では言語だけの指示で全力発揮の動作イメージをえがくことは困難であるが、指示 B の目標線で跳躍のための空間的イメージが与えられると、それによって効果器機

能をより有効に作動しうる調整機能が形成されることが考えられる。

次に成人値に関しては、女子学生群の A 値は一般成人女子値¹²⁾ よりもかなり大きかったが、B の距離は A よりもさらに大きかった。一方、選手の A, B の距離はほぼ等しかった。

この成人に関して得た結果は、M. Ikai・A.H. Steinhaus⁴⁾ が筋力発揮について重量挙げ選手の例をとり、選手では指示条件のいかんにかかわらず生理的限界に近い最大努力を発揮しようと報告している研究結果と同一の傾向を示しているといえる。筋力発揮とくらべて立幅跳動作がより全身的な協応を必要とする動作である点を勘案すれば、本研究の跳躍選手で得た結果は、選手では随意的に全力発揮をなしうる跳躍の調整機能が獲得されているため、目標線の有無というような指示条件による運動成績の差異が生じなかったと考えられ

図4 跳躍Aと跳躍Bの跳躍距離の差(B-Aの値)
.....各年齢群の平均値の変化

る。それにたいし、女子学生群では、選手のような随意的調整機能の獲得がなされていないため、指示のしかたで運動成績に変動が生じ、目標線という視覚情報の付与によってより効率の高い動作調整が出現したと思われる。

2. 年齢別にみたAとBの跳躍距離の差

図4は各被験者について跳躍AとBの跳躍距離の差(B-Aの値)をもとめ、年齢別にプロットしたものである。図中の点線は各年齢群のA、B差の平均値をむすんだものである。

Bの値がAよりも小さい事例は幼児の2例にとどまり、その差も小さかった(3cm)。それにたいし他の52例ではBの値はAよりも大きかった。A、B差の値の分布を年齢別にみると、2才児と3才以上の群との間でやや異なる傾向がみられた。2才児では半数が10cm以内の差にとどまる一方で、30～40cmを示す例もみられた。3才以上のA、B差は、3才で10～50cm、4才で0～30cm、5才で0～20cmの範囲に分布し、加齢にともなう分布範囲の減少がみられた。これはA、B差に関する個人差が3才以後では減少傾向にあることを示している。また、A、B差の年齢別平均値も3才で最も大きく、以後加齢にともなう減少がみられた。これはT. O. ギネフスカヤ¹⁾の実験結果と一致するものである。T. O. ギネフスカヤの結果についてA. B. ザポロージェツ¹⁸⁾は「おそらく運動機能はその発達の初期の段階では、その実現条件にたいし特に鋭敏であり、一方後の段階ではその機能はより安定したものになりこの条件に左右されることがより少ないからであろう」と述べて

いるが、これは本研究の3～5才児についてもあてはまる。そしてこの3才以後のA、B差の個人差の減少と個人内変動の減少は、最大努力の発揮を言語だけの指示によって調整していく機能が3才以後の年齢で徐々に獲得されていく過程を示しているといえることができる。

一方、2才児では、A、B差の分布も平均値も3才以上の群が示した年齢傾向とは異なっていた。これは2才児では課題動作のイメージ形成の機能が未熟であると同時に、A. P. ルリヤ⁸⁾が指摘しているように、3才未満の幼児では言語指示が単に動作を開始させる解発機能(initiating function)⁹⁾として作用する面が強いということがその理由として考えられる。つまり2才児ではA、Bともにその指示の言語部分が動作の解発機能として作用し、Bの指示で目標線の明示という条件が加わっても動作イメージの形成に参加するまでにはいたらなかったために、3才以上にみられたようなA、B差があらわれなかったと考えられる。

III. motor pattern

跳躍Aと跳躍Bのmotor patternの例を各年齢児について図5に示した。

1. 動作時間と動作速度

動作時間：ふみきり時間と滞空時間について、図6には年齢別平均値を、図7には各被験者のA、B差(B-Aの値)のプロットと各年齢群のA、B差の平均値をむすんだもの(点線)とを示した。

ふみきり時間の年齢別平均値は、男子では加齢にともなう増加がみられたが、宮丸¹³⁾の報告よりも各年齢値とも小さく、加齢にともなう増加傾向もやや小さかった。女子では2才の値を除き、3～5才で男子と同様の結果を得た。一方、図7に示されたA、B差は、0を中心に正負いづれにも分布し、A、B間に特定な差はみられなかった。

滞空時間について、年齢別平均値は男子の3、4才間と女子の3～5才でやや増加がみられたが、はっきりした年齢傾向はなく、成人値よりも非常に小さかった。またA、B差はどの群でも-0.1～+0.1sec.の範囲に大部分の分布がみられた。

以上の結果から、動作時間全体として加齢にと

図 5 年令別の跳躍例 (0.125秒ごとの写真)

もなってやや増加する傾向はあるが、指示のしかた A, B による明確な差が生じることはないと考えられる。

動作速度：平均ふみきり速度（水平方向成分・垂直方向成分）と跳躍初速について図 8 には年令別平均値，図 9 には A, B 差（ $B-A$ の値）を年令別に示した。また図 9 の点線は各年令群の A, B

差の平均値をむすんだものである。

平均ふみきり速度（最大かがみこみからふみきりの瞬間までの重心移動の平均速度）について、年令別平均値をみると、水平方向成分は加齢にもなって増大し、成人値に近づくが、垂直方向成分には大きな年令的变化はなかった。また、A, B 差をみると、水平方向成分は A よりも B で大き

図 6 動作時間の年齢別平均値と標準偏差

図 7 跳躍 A と跳躍 B の動作時間の差 (B-A の値)
..... 各年齢群の平均値の変化

い値を示す事例が多かったが、垂直方向成分は A よりも B で抑えられる傾向にあった。

跳躍初速も加齢にともなって増大し、A よりも B で大きい値を示す傾向がみられた。

平均ふみきり速度、特に水平方向成分の増大と、跳躍初速の増大が、加齢にともなってあらわれたと同時に、個人内変動として A よりも B であらわれたことは、加齢にともなう跳躍距離の増大および A よりも B であらわれた距離の増大に反映しているといえる。

2. 跳躍フォーム

(1) 下肢の左右同側性

表 4 はふみきり直後・滞空中間時・着地時の各々について片足先行動作がみられた被験者の数を示したものである。

片足先行動作は A, B ともに 2, 3 才児に多くみられ、時点別ではふみきり時よりも滞空時と着地時に多くあらわれた。そして A, B を比較すると B の方に多かった。

幼児の立幅跳における片足先行動作は、F. A

図8 動作速度の年齢別平均値と標準偏差

Hellebrandt²⁾ および宮丸¹⁸⁾ によって報告されているが、とくに3才以後加齢にともなって片足先行が減少すること、ふみきり時よりも着地時に片足先行が多くあらわれることは宮丸の報告と一致する点である。

図10～図12は、このような片足先行動作を検討するために、立幅跳の動作写真と左右下肢の筋電図とを示したものである。

図10は動作写真中に左脚の先行がみられる事例(2才8カ月)であるが、写真中の左脚先行は筋電図ではふみきり時から滞空時にかけてみられる外側広筋および腓腹筋の速動的(phasic)な放電

の左側先行に左右のズレが示されている。また、外側広筋と前脛骨筋にみられる持続的(tonic)な放電は、この年齢児ではこの両筋が推進力というよりむしろ前傾姿勢の維持と、下肢関節の固定により大きくはたらいっていることを示している。さらに身体の左右支配からみると、推進力としては左側の下肢筋が、関節角の固定と維持には右側がより優位にはたらいっていることがわかる。

図11は、動作写真中に左右同側の跳躍を示す事例(6才2カ月)である。この例では大腿直筋、前脛骨筋および腓腹筋の速動的な放電に左右同時性が示されている。しかし下腿筋群については左

図 9 跳躍 A と跳躍 B の動作速度の差 (B-A の値)
.....各年令群の平均値の変化

表 4 片足先行動作の出現数

		A			B		
		ふみきり	滞空	着地	ふみきり	滞空	着地
才	人	人	人	人	人	人	人
2	12	2 (17)	5 (42)	5 (42)	2 (17)	5 (42)	5 (42)
3	15	1 (7)	7 (47)	5 (33)	1 (7)	4 (27)	5 (33)
4	12		2 (17)	1 (8)	1 (8)	8 (67)	1 (8)
5	15		2 (13)	2 (13)		7 (47)	
合計	54	3 (6)	16 (30)	13 (24)	4 (7)	24 (44)	11 (20)

() 内の数字は百分率

側に持続的な放電がみられ、ふみきり動作における下腿関節の維持に左側が優位にはたっていることがわかる。

図12は成人女子の事例であるが、左右両側の下肢筋群が、速動のおよび持続的収縮に、時間的にも強度においてもほとんど差がみられず、完成した左右同側性を示していることがわかる。

したがって、5才ごろになると、立幅跳の動作写真中には片足先行が観察されなくなるが、中枢神経支配的な左右同側性に関しては、まだ成人型とは差異があるものと考えられる。

subj. Y.K. (f. 2^{yr. 8} mo)

図 10 幼児の跳躍・左右下肢の筋電図

ところで、幼児の跳躍AとBとでは、片足先行の出現に差異があり、AよりもBの方に片足先行が多く出現し、4,5才群にも残存がみられたが、これは左右同側支配が未完成な時期に、Aよりも平均ふみきり速度水平方向成分ならびに跳躍初速が大きいBの跳躍がなされたために、Bでは中枢神経支配が、すでに獲得されている歩や走の形に近づいた結果あらわれたものと思われる。

(2) 動作姿勢

図13は全身に関するふみきり角度と下肢についての着地角度の年令別平均値、図14は両角度について各被験者の、A, B 差 (B-Aの値) を示したものである。図14の点線は各年令群のA, B 差の平均値をむすんだものである。

ふみきり角度と着地角度の年令別平均値はA, Bともに加齢にともなう減少がみられた。このこ

とは R. L. Wickstrom¹⁷⁾ および宮丸¹⁸⁾ の報告と一致している。ふみきり角度の減少は、加齢にともなうふみきり速度水平方向成分の増大と対応しており、同時に、跳躍初速の加齢にともなう増大とあいまって跳躍距離の増大を促したと考えられる。次に、着地時の上体前屈と下肢のふり出しで跳躍距離が増大することを小野¹⁴⁾ が指摘しているが、この下肢のふり出しの増大は、加齢にともなう着地角度の減少に示されている。

次に、ふみきり角度と着地角度について、A, B 差をみると、AよりもBの値の方が小さい例が多かった。とくに3才で差が大きい例が多く、以後加齢にともなう減少する傾向がみられた。このことは、3才頃の幼児では動作姿勢も指示条件によって変容しやすいことを示している。そしてBの目標線の明示という条件設定によって出現し

Subj. K.I. (m. 6:2 yrs)

図 11 幼児の跳躍・左右下肢の筋電図

Subj. K.Y. f.

図 12 成人女子の跳躍・左右下肢の筋電図

図 13 ふみきり角度と着地角度の年令別平均値と標準偏差

図 14 ふみきり角度と着地角度に関する跳躍Aと跳躍Bの差 (B-Aの値)
.....各年令群の平均値の変化

た動作姿勢の変容が加齢にともなう発達的变化と同一のものであったということは、効果器機能のうちでもとくに全身の動的姿勢の形成と維持にかかわる筋群が、言語指示によって発現できるより以上の機能を有しており、動作イメージの明確化によってその筋力発揮が可能になることを示しているといえる。

総 括

動作を調整機能、すなわち分析器・皮質中枢の機能と運動の効果器の機能の二面に分けてとらえ、幼児期における両機能の発達とその関連性を年令的にあきらかにすることを試みた。対象は保育園児(2才児～5才児)57名であり、他に体育専攻の女子学生5名と跳躍選手2名を参考にした。方法は立幅跳の課題場面を用い、ことばだけの指示による跳躍A、および、目標線の明示とことばの指示による跳躍Bの動作記録を行ない、両者の比較を行なった。

結果を要約すると次のとおりである。

1) 2才児では A, B とともに跳躍距離は小さく, 片足先行動作, step ふみだしのような未熟な motor pattern がみられた, 2才では効果器の機能が小さいと同時に, 課題動作イメージの形成が不十分であり, 言語指示は動作を開始させる解発機能的役割をもつと考えられる。

2) 3才児では, A, B とともに跳躍距離はやや増加がみられたが, A の距離は B よりも著しく小さく, motor pattern も A の方に未熟な形が示された。3才では効果器機能が增大するが, 言語だけの指示で全力発揮の動作調整を行なう機能はまだ低いと考えられる。しかし調整機能は目標線の明示があれば, 著しく増大する可能性があるといえる。

3) 4才, 5才では, 加齢にともなって A, B 両跳躍に距離の増大と motor pattern の成熟化, すなわち, 動作速度の増大, 片足先行動作の減少, ふみきり角度と着地角度の減少がみられた。4, 5才児にも A, B 差があり, B では A よりも距離と motor pattern に成熟した形が示された。幼児では, 立幅跳の目標線は動作イメージを具体化する点で, 全力発揮の調整機能を向上させると考えられる。

4) 跳躍 A, B 間の差異は, 3才以上の幼児では加齢にともなう減少がみられた。また A, B 差の個人差も加齢にともなって減少する傾向にあった。これはどの幼児でも言語だけの指示によって動作調整が可能になっていく過程を示しているといえる。

5) 女子学生の跳躍には A, B 差があり, B の距離が A よりもやや大きかった。一方, 跳躍選手では A, B 差はほとんどなかった。選手の立幅跳では指示条件によらない随意的な全力発揮の調整機能が獲得されていると考えられる。

本研究の動作記録に御協力くださいました, 文京区立千石西保育園の丸山由紀子園長先生はじめ保母の方々と園児の皆さん, ならびに, 日本体育大学陸上競技部の方々に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) Гиневская, Т.О., Запорожцев, А.В. 西牟田久雄(訳), 随意運動の発達, Pp. 424. 世界書院, 1973. pp. 126—27 より引用。
- 2) Hellebrandt, F.A., "Physiological Analysis of Basic Motor Skills 1. Growth and Development of Jumping," American Journal of Physical Medicine, 40—1: 14—25, 1961.
- 3) 猪飼道夫「体力の生理的限界と心理的限界に関する実験的研究」東京大学教育学部紀要, 5: 1—18, 1960.
- 4) Ikai, M. and A.H. Steinhaus, "Some Factors Modifying the Expression of Human Strength," Journal of Applied Physiology, 16—1: 157—63, 1961.
- 5) 児童母性研究会, 「幼児性格教育検査と幼児体力検査」, 牛島義友, 波多野完治(編), 性格と社会性の検査, 巖松堂, 1949. pp. 84—104.
- 6) Коган, А. Б., 川村浩(訳), 脳生理学の基礎(上), 岩波書店, 1963. Pp. 339.
- 7) 厚生省公衆衛生局栄養課(編)「国民栄養の現状. 昭和47. 48年度国民栄養調査成績」第一出版, 1976. p. 205.
- 8) Лурия, А. Р., 松野豊・関口昇(訳), 言語と精神発達, 第5版, 明治図書, 1976. pp. 137—71.
- 9) Luria, A., The Role of Speech in the Regulation of Normal and Abnormal Behaviour, Ed. by J. Tizard, Pergamon Press: New York, 1961. pp. 50—96.
- 10) 松田岩男「幼児の運動能力の発達に関する研究」東京教育大学体育学部紀要, 1: 38—53, 1961.
- 11) 松田岩男, 近藤充夫「幼児の運動能力検査に関する研究——幼児の運動能力発達基準の作成——」東京教育大学体育学部紀要, 7: 33—45, 1968. 3.
- 12) Meshizuka, T. and M. Nakanishi, "Results of a Physical Fitness Test Battery Composed of Simple Test Items Applied to Ordinary Japanese People," Research Journal of Physical Education, 13—4: 297—304, 1969.
- 13) 宮丸凱史「幼児の基礎的運動技能における Motor Pattern の発達-2-幼児の立幅跳における Jumping Patternの発達過程」東京女子体育大学紀要, 8: 40—54, 1973. 3.
- 14) 小野勝次, 陸上競技の力学, 同文書院, 1957.

pp. 125—26.

15) Павлов, И.П., 川村浩(訳), 大脳半球の働きについて—条件反射学—(上) 岩波書店, 1975. Pp. 259.

16) Вацуро, Э.Г., 住宏平(訳), パヴロフ学説入門, 明治図書, 1963. pp. 81—99.

17) Wickstrom, Ralph L., *Fundamental Motor Patterns*, Lea & Febiger: Philadelphia, 1970. pp. 54—63.

18) Запорожец, А.В., 西牟田久雄(訳), 随意運動の発達, 世界書院, 1973. Pp. 424.