

幼児の調整能について (I)

渋谷 梢

はじめに

ヒトが動作を行うとき、その動作が目的に合うように、筋肉が適切な時期に、適度な量で収縮を行わなければならない。これらの筋収縮は中枢である大脳皮質によってプログラミングされ、その情報が効果器である筋に伝えられて動作として発現されるものである。また発現された動作は、視覚によってパフォーマンスの結果を知ると同時に、動作を行う際の筋自身の筋感覚による情報が中枢にフィードバックされることによって、その動作を認知することになる。そして、発現された動作が十分に合目的に行われたか否かを知覚することによって、中枢内のプログラムに変更がなされて、動作に修正が加えられていく。これを調整能という。したがって、連続して同じ動作を行う場合には、前の動作に対する情報のフィードバックが次の動作のプログラミングに大きな影響を与えることになる。

このような調整能についてみるために、一定の目標に対して比較的単純な動作をくり返して行わせた場合、どのような動作修正をしていくかを幼児について成人と比較しながら検討した。

実験方法

直立した足先から前方1mの地点に目標線をひく。体側に腕を下げてゴルフボールを持つ。そのまま腕をバックスイングしないで、前方に押し出すように下手投げでボールを目標線上に落ちるように放す。被検者が、パフォーマンスについての誤差を認知して、次の動作に修正を加えていくところの調整能をみようとした。右手及び左手で連続してそれぞれ20回ずつ試行させた。なお、右手先投げグループ(R→L)と左手先投げグループ(L→R)の2つに分けて測定した。

目標線に対する誤差は、1cm単位で、デジタル記録計(ジャンプメーターを改造したもの)によって計測した。誤差の測定は、目標線を越えた場合を十誤差とし、目標

線に達しなかった場合を一誤差とした。したがって0が目標線に適中した場合となる。

被検者は、柏市内くりの木幼稚園児(5~6才)男女66名と本学女子短大生80名である。

結果と考察

投動作に関する性差については、3才半頃から現われ、加齢にしたがって明確になってくるものとされているが、本測定の投動作は、いわゆるボールを投げるところの投球動作とは違って、ごく間近にある目標線に対して、ボールを当てるというごく単純な神経及び筋活動を捉えたものである。したがって、知覚、中枢、運動神経という神経系統の発達には、性差はみられないという学説に従って、幼児における性差は考慮しないこととした。

一定の目標に対して動作を行うとき、目標値に対して筋感覚の興奮量のフィードバックが行われ、視覚からの情報と併せて興奮量が多くなったり少くなったりして、中枢すなわち皮質におけるプログラミングが変化する。

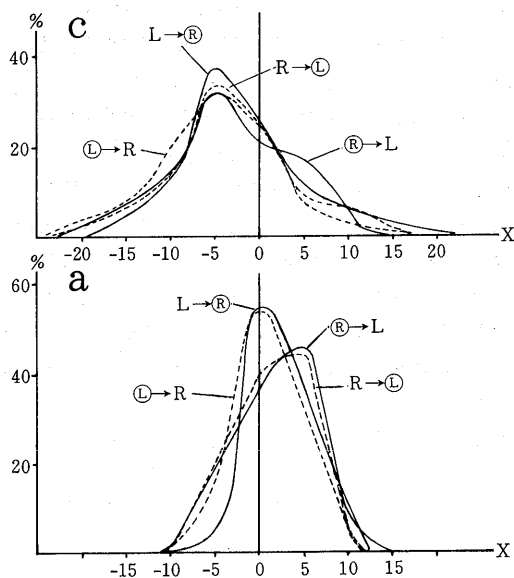


図1

そこで動作が変更され、より目標値に近い動作を行えるよう調整されていくのである。

測定動作が、被検者に正しく理解され、行われているかどうかをみるために、幼児(C)及び成人(aまたはA)について、グループ別の度数分布をみたものが図1である。5cm間隔に区切って頻度を集計し、全動作数に対する百分率で示してある。目標線0に対して、幼児で

は-5cmを頂点に、成人では0と+5cmを頂点にそれぞれ正規分布している。幼児では目標線の1mという距離が動作を強く抑制していることがわかる。また分布の巾が広がっており、動作にバラツキが多く、プログラミングの変動が大きいことがうかがわれる。左右差についてみると、いずれのグループにおいても左手動作の方がやや抑制が強いことがわかる。

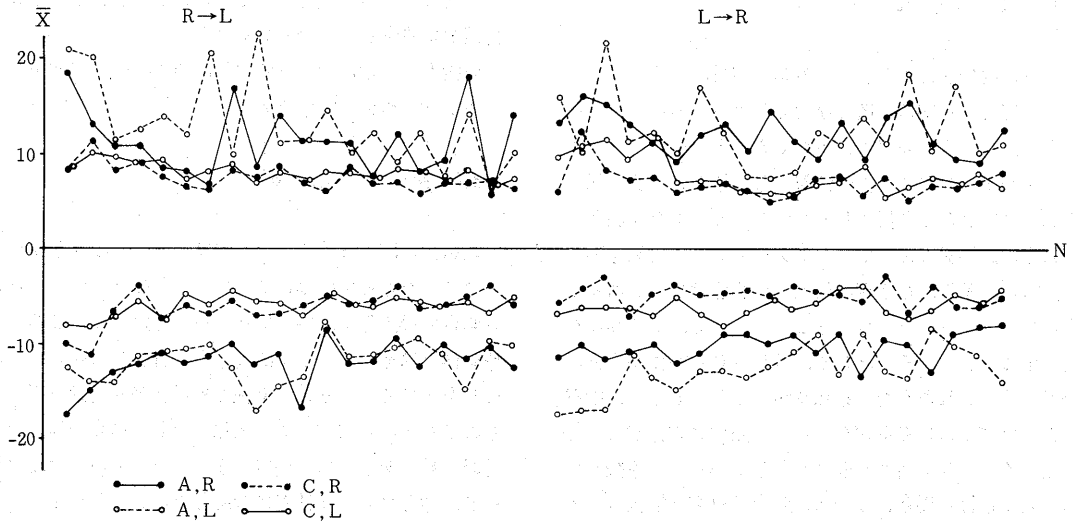


図2

右先投げグループと左先投げグループとの相違をみたものが図2である。左側が右先投げグループ、右側が左先投げグループである。縦軸を誤差値、横軸を1~20回の試行とした。誤差値はそれぞれ+誤差の平均値及び-誤差の平均値として記してある。幼児での右手についてみると、右手投げの場合には+誤差も-誤差も初め大きく徐々に減ってくる。このことは、初めの段階では、中枢で動作のプログラミングをすることが非常に難しく、個人差も大きいことを示唆している。左先投げの場合には、初回の誤差量に相違がみられる。これは先行した左手動作のプログラミングが利用されるために起るものと考えられる。左手についてみると、やはり左先投げグループでの初回の-誤差が大きく左後投げの場合との相違が著しい。右先投げグループでは、右投げ動作のプログラミングが左投げ動作に影響を与えるので左右差が少い。これに反して左先投げグループでは、左のプログラミングの方が難しいことから左右差が大きい。成人では幼児に比してグループ内の相違は少ないが、傾向としては同様である。これらのことから、先行する動作のプログラミ

ングは、その後に行われる類似の動作調整に対して有効であるものといえる。

	0	20	40	60	80	100
C (R)→L		+	0		-	
C (L)←R		+	0		-	
C (L)→R		+	0		-	
C (R)←L		+	0		-	
A (R)→L		+		0	-	
A (L)←R		+		0	-	
A (L)→R		+		0	-	
A (R)←L		+		0	-	
C : M R		+	0		-	
C : M L		+	0		-	
A : M R		+		0	-	
A : M L		+		0	-	

図3

誤差についてさらに詳しく検討するために+誤差、-誤差、適中についての頻度数を百分率で示したのが、図3の誤差配分である。適中率をみると、幼児では左右動作に差がみられ、左手投動作の方が少い。また左先投げの場合には、その傾向が顕著である。成人では左右動作

幼児の調整能について (I)

に差はみられず、先行する方の動作の適中率がより少ない。先に述べた先行する動作のプログラミングが後に行われる動作に有効に働くことが裏付けられる。このことは、3図下方の平均を比較するとよくわかる。次に+誤差と-誤差についてみると、幼児では先行する動作の-誤差が多く、抑制が強く働いている。成人では先行するしないにかかわらず、左手動作の抑制が強い。左先投げグループでは、先行する動作が後の動作に影響を与えるので右投げも抑制がより大きく表われ、右先投げグループでは、左手の抑制が少くなるものと考えられる。これらのことは、5・6才までに右手動作の日常化が行われており、左手動作の方がより難しい筋活動になっているわけである。成人では測定動作が非常に安易に行えるために、筋活動の結果として表われる左右差はみられないものと考えられる。幼児では、-誤差の割合が左右とも60%をこえているのに対し、成人では、+誤差が60%に近い値を示してまさに逆になっていて、目標値が幼児に対してはいかに抑制的に働くかがわかる。

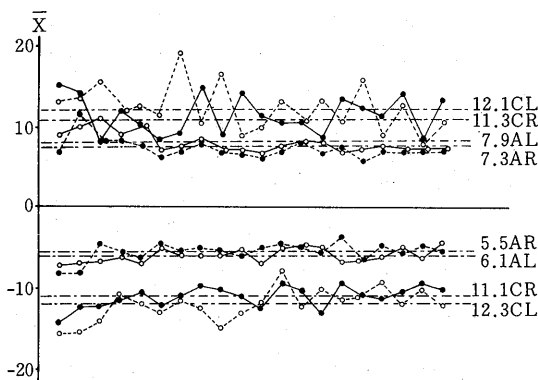


図4

次に第1回の動作から第20回に至る動作についての+誤差の平均値と、-誤差の平均値からその推移を検討した。図4にみるように、幼児では成人に比して、+誤差の平均値は右+4.0cm, 左4.2cm, -誤差の平均値は-5.6cm, 左6.2cm, といずれも誤差量が多く動作の過不足が大きく行われているのがわかる。前に述べたとおり右手動作の方が誤差量が少く、左手動作の方が誤差量が多いということが明確にみられ、筋感覚のフィードバックがより不確かで、次のプログラムが上手に行われにくいことがわかる。また左右とも、+誤差の方が-誤差にくらべて変動の多いのは、目標線の1mという地点を情報として視覚から受け入れる場合、一線によって隔てられた自分

に近い閉鎖的な平面と、広く開放的な平面との感覚の違いが影響して、抑制がきかない状態となり易く、急に大きく動作が発現してしまうのではないかと考えられる。しかし+誤差の平均値は-誤差の平均値にあまり差はみられず、平均的にみれば、目標からのずれは同程度の範囲で行われているようであるが、大きい値と小さい値が混在しているということで、違った性質の平均値と考えられる。成人にとっても新しい動作のプログラミングはかなり難しいらしく、初回から5回めくらいまでは、誤差量が大きく、変動も大きい。それ以後になると変動が僅かになり、幼児とは違ってかなり安定した動作が行われるようになる。成人では、+誤差量においても-誤差量においても0.6cm左動作の誤差量が大きく、右手動作優位がうかがわれるが、その差はごく僅かなものである。成人では、+誤差の頻度が多く、さらに誤差量も+誤差の方が大きい。

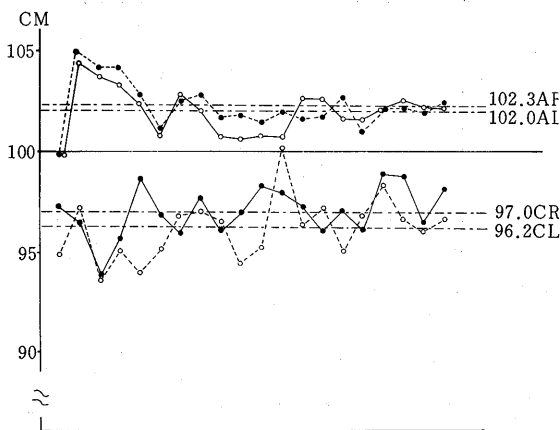


図5

目標に対する、誤差の+-を解消して100cmの目標線というものに、実際にはどのようなパフォーマンスの結果を得ているのかをみるために測定値の平均を示したものが図5である。この図からわかるように、幼児、成人とも左手動作の方が右手動作にくらべて抑制が強い。ただし成人ではその差はごく僅かであり、幼児ではかなり大きいものとなっている。成人では左右とも第1回めの抑制が顕著に表われるが、パフォーマンスのマイナスを知ることによって、その情報が筋感覚と共にフィードバックされて、第2回めには左右とも最も抑制が少くなり、大きな値を示している。そして徐々に調整していくパターンは、左右とも同様である。成人の初回は、左

右とも目標線に最も近い平均値であるが、前に述べて来たように、調整がうまくいったわけではない。したがって平均値だけで処理してはならないことを証明している。

成人全体の平均値は右 102.3 cm 左 102.0 cm である。左右差はごく僅かであり、いずれも目標線をこえた値を示している。幼児全体の平均値は右97.0cm, 左96.2cmで、左右差がやゝ大きくみられ、いずれも目標線に対して 3 cm以上手前側になっている。成人にくらべると、5 cm程の差があるわけで、目標線が非常に抑制的に働くことがわかる。

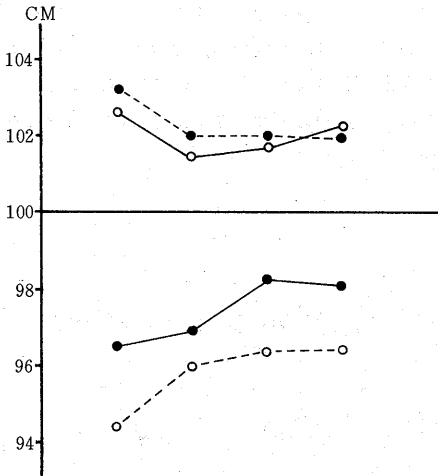


図 6

全体の傾向を概観するために試行動作20回を4回ずつの4区分に分けて平均値を出したものが図6である。幼児では、第1区分に著しく抑制が強くかかり、左右差も明確である。成人では初回に抑制が著しいものの、2回目以後の投動作が反動として抑制を弱めることから、第1区分の平均としては、抑制が少く、大きな値を示しており、以後は安定してくる。また左右差も漸時近づく、これらのことは、良い成績を出したい運動を行う場合には、事前に、同じ動作あるいは類似の動作を行っておくことが有効であることを示唆している。

ま と め

本測定のような、くり返し行われる動作の発現は視覚及び筋感覚からの情報が次々にフィードバックされ、皮質で処理されることによって動作のプログラミングの修正が行われようとする。そのインパルスが効果器である

筋へ送られて、動作が調整されるのである。これらの一連の回路の中で、次のような結論を得た。

- 1) 幼児では情報のフィードバックが、過度に行われる傾向が強く、動作の変動が大である。
- 2) 幼児では動作の最初のプログラミングに個人差が大きく出る。
- 3) 成人では第1投に顕著な抑制が現われるが、その動作のフィードバックによって第2投では最も抑制のかからない状態が生れ、次いで徐々に調整されていくパターンをとる。
- 4) 1 mの距離にある目標線は幼児にとっては、成人よりも抑制が強く働く。
- 5) 幼児では筋運動としての要素が強いことから、左右差がみられ、+誤差量、-誤差量とも左投げ動作の方が大きい。この年齢までにすでに右手の優位性が表われてくる。
- 6) 初回から数回の動作調整は不安定であるから運動する際には、同じ動作あるいは類似の動作を前もって行っておくことがのぞましいことが示唆された。
- 7) 先行する動作のプログラミングは、後に行われる類似の動作のプログラミングに対して有効であることが示唆された。

参 考 文 献

- 1) 筋力の調整能力について：倉田博，馬詰良樹，柳本昭人，森下芳郎，山本直道（体力科学，1970，Vol. 19，No. 1,2）
- 2) 逃避反応時の体力指標としての意義について：名取礼二，五十島長太郎，坪田修三，馬詰良樹，柳本昭人，森下芳郎，山本直道，石井令三（体力科学，1970，Vol. 19，No.1,2）
- 3) 跳躍動作の調整：川原ゆり（体力科学，1973，Vol. 22，No. 3）
- 4) 四肢動作にみられる協応能の発達：渡辺俊男（体力科学，1976，Vol. 25，No.3）
- 5) 上肢の動きにおける調節の仕方から見た巧緻性：渡辺俊男（1975，スポーツ科学研究所報告）
- 6) 投げの動作の発達：宮丸凱史（体育の科学，1980，Vol. 30）