

VT 強度における持久的トレーニングが 精神遅滞児の有氣的作業能に及ぼす影響

富樫 健二*・丹羽 知臣**・中村 勝二*
池山 哲也***・脇田 裕久*

Effects of optimum endurance training prescription in mentally retarded children

Kenji TOGASHI*, Tomoomi NIWA**, Katsuji NAKAMURA*
Tetsuya IKEYAMA***, and Hirohisa WAKITA*

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of optimum endurance training prescription on the aerobic work capacity in mentally retarded children.

8 mentally retarded children (14-17 years) were divided into 2 groups, i. e., the training group and the control group. Theirs IQ scores were ranging from 39-69 on the standard Binet test with a mean of 49.9. To measurement of $\dot{V}O_2$ max, graded exercise test was performed on a bicycle ergometer before and after 8 weeks of training in all subjects.

Training groups were trained on bicycle ergometers at a low exercise intensity corresponding to their own ventilatory threshold (VT), 3 times per week and maintained for 50 rpm, 30 min in each session. The HR was continuously monitored throughout the each training session.

The results were as follows:

- 1) After training, % Fat was decreased in the training group (-7.0%)
- 2) $\dot{V}O_2$ max and maximal power output increased in all subjects, but there were no significant difference in the training group and the control group. Although the increment of training group was 9% higher than the control group.
- 3) The submaximal HR response during bicycle ergometer training showed tendency of decrease as the training progressed.

These results suggested that optimum endurance training prescription is effective in improving aerobic work capacity and decreasing body fat in mentally retarded children.

* 三重大学教育学部

* Faculty of Education, Mie University

** 名古屋市立明豊中学校

** Meiho municipal junior high school in Nagoya

*** 三重大学教育学部附属養護学校

*** Mie University Attached Special School

要 約

本研究の目的は換気性作業閾値 (VT) を基準として強度設定した各個人ごとの持久的運動処方、精神遅滞児の形態面・有気的作業能力にどのような影響を及ぼすか検討することである。被検者は14~17歳の精神遅滞児8名であり、対照群4名と運動群4名に分けた。知能指数 (IQ) はビネー式を用いて測定し、平均49.9 (39~69) であった。各被検者の体力特性を知るため、自転車エルゴメーターを用いた漸増負荷試験を行い、最大酸素摂取量、心拍数、呼吸数等の呼吸循環パラメータを測定した。運動群はトレーニング前の負荷試験を元に VT を決定し、各個人毎の VT 発現時における仕事量で1日30分、週3日、8週間の持久的トレーニングを行った。なお、トレーニングに伴う体力向上のため、4週間目に運動群のみ再度負荷試験を行い、トレーニング時の負荷強度を補正した。トレーニング時には Polar 社製 HR モニターで心拍数を記録した。結果は以下の通りである。

- 1) トレーニング群においてトレーニング後、体重を維持した状態で体脂肪率が7%減少した。
- 2) トレーニング後、両群とも最高心拍数、最大酸素摂取量、最大仕事量は有意に増大した。トレーニング前後における最大酸素摂取量の増加率は対照群42.7%、運動群51.0%と運動群の方が対照群より9%高い値を示した。
- 3) 自転車エルゴメーターによるトレーニング時の心拍数はトレーニングが進むにつれ低下する傾向にあった。

以上のことより、個人毎に設定した至適運動強度の持久的トレーニングは精神遅滞児の有気的能力を改善する上で有効であることが示唆された。

I. 結 言

養護学校・特殊学級に就学する児童・生徒は1972年をピークに年々減少しているものの、知的障害の程度は年々重度化・重複化・多様化しきている。また、体力・運動能力面においてもその低位が指摘され、それに伴う家庭や教育現場、就労後の社会での不適応も軽視できない問題となっている¹⁾。さらに、知的障害を有する人々は健常の人々に比べ寿命が短く、死亡率も軽度障害で1.7倍、重度になると4.1倍も高いことが報告されている^{2,3)}。こうした、低寿命の原因は様々あるが、その一つとして心臓脈管系の能力 (Cardiovascular fitness ; CVF) が低いことがあげられている⁴⁾。

学童期の頃から精神遅滞児の運動能力を向上させるよう働きかけることは、肥満や高血圧、糖尿病などの小児成人病を予防し、日常生活上の自己管理や就労の際の適応性および労働能力の向上など社会的自立を促し、ひいては低寿命化を防ぐためにも重要な課題であると言える。教育の現場で精神遅滞児に適切な運動を処方すること、そして、そのための至適トレーニング強度等についての基礎資料を作成することは、精神遅滞児の体力向上や改善を図るうえで重要なことであろう。しかし

ながら、精神遅滞児を対象とした体力・運動能力に関する報告は数多くなされているが^{5,6,7,8,9)}、トレーニングに対する適応を検討した報告は少なく^{10,11,12,13)}、さらに個人差を考慮に入れて運動を処方したという報告は皆無に等しい。

そこで本研究は、精神遅滞児の全身持久性に着目し、継続的に各個人毎の体力レベルに応じた持久的トレーニングを行うことにより、精神遅滞児の形態面、有気的作業能にどのような効果があるか検討することを目的とした。

II. 方 法

1) 対象

被検者は、三重大学教育学部附属養護学校の中等部および高等部に在籍する年齢14歳~17歳 (平均16.0±1.4) の日常特に定期的な身体活動を行っていない男子6名、女子2名であり、トレーニングに参加する運動群 (4名) と不参加の対照群 (4名) とに分類した。知能指数 (IQ) は36~69 (平均50.4±12.9) で、WISC、鈴木ビネー式などを用いて測定した養護学校の資料を引用した。被検者の中には、精神薄弱、自閉的傾向、ダウン症などの症状を有していたが、今回の実験の趣旨を家庭で理解してもらい測定に応じられるものを

Table 1 Characteristics of Subjects

Control Group												
Subj.	Sex	Age (yr)	IQ	Height(cm)			Weight(kg)			Body Fat(%)		
				Pre	Post	△%	Prs	Post	△%	Pre	Post	△%
I.Y.	M	14	39	173.0	173.0	0.0	71.3	71.3	0.0	21.2	21.2	0.0
Y.E.	F	16	40	171.0	171.0	0.0	53.7	54.1	0.7	14.9	15.9	6.9
Y.N.	M	17	65	160.0	159.0	0.0	53.6	52.8	-1.5	17.2	15.3	-11.3
A.H.	M	17	43	181.0	181.0	0.0	64.6	65.7	1.7	17.2	19.5	13.3
Mean		16.0	46.8	171.0*	170.7*	0.0	60.8	61.0	0.2	17.6	18.0	2.2
S.D.		1.4	12.3	8.6	8.7	0.0	8.7	9.0	1.3	2.6	2.8	10.5
Exercise Group												
S.H.	M	15	57	164.0	164.0	0.0	51.0	51.0	0.0	16.9	16.9	0.0
T.S.	M	16	40	160.0	160.0	0.0	43.2	43.1	-0.2	14.6	14.3	-2.3
M.I.	F	16	69	153.0	153.0	0.0	59.1	58.5	-1.0	23.4	20.2	-13.7
M.K.	M	17	—	152.0	152.0	0.0	40.1	40.0	-0.2	13.3	11.8	-11.9
Mean		16.0	55.3	157.2	157.2	0.0	48.4	48.2	-0.4	17.1	15.8	-7.0
S.D.		0.8	14.6	5.5	5.7	0.0	8.5	8.3	0.4	4.5	3.6	6.8

* ; vs Exercise Group p<0.05

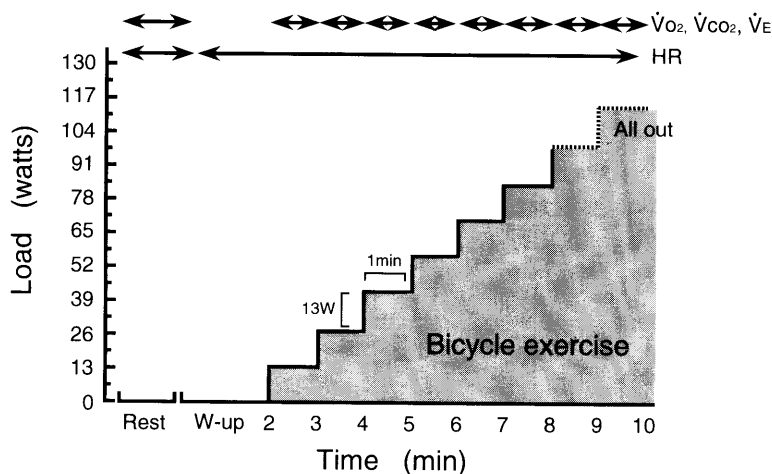


Fig. 1 Protocol of graded exercise test

対象とした。表1に对照群と運動群の身体的特性をそれぞれ示した。なお、体脂肪率は肩甲骨下部と上腕背部の皮脂厚を栄研式の皮脂厚計で計測し長嶺¹⁴⁾の方式に基づき推定した。

2) 運動負荷試験

各被検者の体力特性を知るために、負荷漸増方式の運動負荷試験を行った。被検者は30分間の椅座位安静の後にコンビ社製電磁ブレーキ式自転車エルゴメーターを用いて、50 rpm のテンポでリズムボックスに合わせてペダリングさせ、無負荷で2分間のウォーミングアップを行った後、1分

毎に13w ずつ増加させ疲労困憊まで至らしめた(図1)。なお、被検者には一定のテンポに合わせて自転車エルゴメーターをペダリングすることが困難であったため、40~80回転の間で仕事量が一定になるようなアイソパワーのエルゴメーターで運動負荷試験を行った。呼気ガスは、ダグラスバック法により安静時(3分)および運動開始時から運動終了時まで1分毎に連続採気した。換気量は乾式の換気量計(品川社製)を用いて、CO₂、O₂については、標準ガスによって校正したBM-10(フクダ電子社製)により測定を行った。心拍

数は、HR モニター (Polar 社製) を用いて 5 秒間の移動平均で連続的に測定した。また、被検者に運動負荷試験を最大努力で行わせるために、常に複数の検者によりかけ声などによる動機づけを行い途中で運動を放棄しないよう配慮した。なお最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2max}$) については以下の 3 つの条件のうち 2 つ以上を満たしているものとした。

- i) $\dot{V}O_2$ のプラトー現象の発現
- ii) 心拍数が 180 拍/分以上
- iii) $RQ > 1.0$

3) トレーニング負荷の決定法

運動負荷試験で得られた呼吸ガスパラメーターの結果をもとに、換気性作業閾値 (Ventilatory Threshold: VT) を決定し、個人ごとにトレーニング強度を設定した。なお VT の決定基準は、次の 3 つの条件のうち 2 つを満足するものとした。

- i) 負荷強度に対する $\dot{V}E$ の非直線的な上昇開始点
- ii) 負荷強度に対する $\dot{V}CO_2$ の非直線的な上昇開始点
- iii) 負荷強度に対する HR の非直線的な上昇開始点

上昇開始点の判定にあたっては、折れ線回帰分析プログラム (福岡大学体育学部運動生理学研究室作成) により、 $\dot{V}E$ 、 $\dot{V}CO_2$ 、HR と時間との関

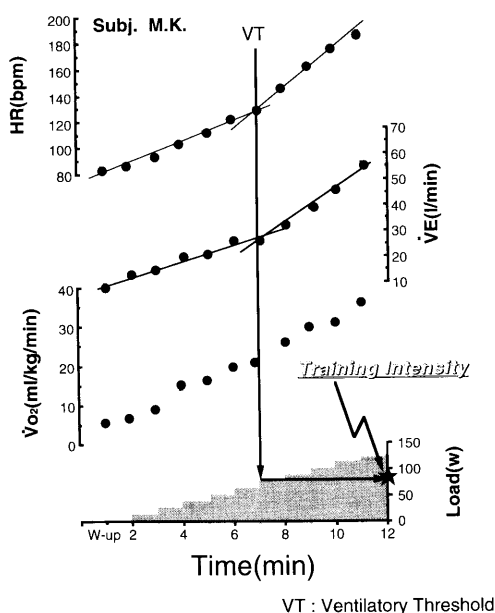


Fig. 2 Determination of training intensity

係から傾きの異なる 2 本の回帰方程式を求め、その交点を VT として客観的に評価した。図 2 はその代表例を示したものである。

4) トレーニング処方

運動負荷試験により求められた各被検者のトレーニング強度に基づき、固定負荷で Monark 社製自転車エルゴメーターによる自転車こぎ運動を 50 rpm のテンポで 1 日 30 分、週 3 回、8 週間かけて行った。トレーニングの総回数は 22.5 ± 1.9 回であった。トレーニング時は至適な負荷がかかっているかモニターするため HR モニター (Polar 社製) を被検者の胸部に装着し 15 秒間移動平均したものを毎回測定した。なお、トレーニングに伴う体力増加を予想し、トレーニング強度の修正を行うため 4 週間目に、また 8 週間目に最終的なトレーニング効果をみるために同様の運動負荷試験を 3) の手順でを行った (図 3)。なお、1 週目から 4 週目までのトレーニング期間をトレーニング 1、4 週目から 8 週目までのトレーニング期間をトレーニング 2 とした。

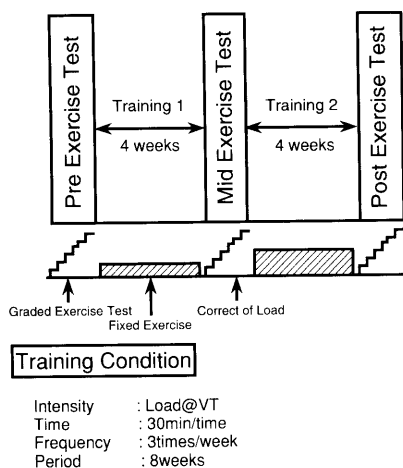


Fig. 3 Training Program

運動群のトレーニング期間中、対照群は日々の活動以外特別な運動は行わなかった。

5) 統計処理

同一被検者におけるトレーニング前後の各パラメーターの比較は paired-t test を、運動群と対照群間における各パラメーターの比較は unpaired-t test を使用した。

III. 結 果

トレーニング前後の身長、体重、体脂肪率の変

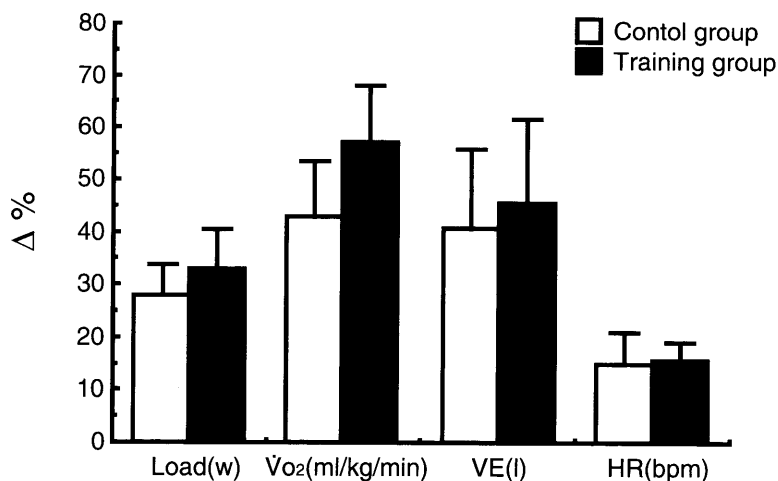


Fig. 4 Change of cardio-respiratory response at maximal exercise

化を表1に、また最大運動時における呼吸循環機能の変化を図4に示した。

1) 形態および身体組成への影響

トレーニング前で身長に運動群と対照群で有意差がみられたが、体重、体脂肪率には有意差はなかった。トレーニング後の身長、体重は両群ともトレーニング前に比べ統計的に有意な変化は認められなかった。体脂肪率は、対象群では17.6%から18.0%へとほぼ変化しなかった。運動群においては、S. H 以外の被検者は若干の減少傾向を示し、体脂肪率の平均値では17.1%から15.8%へと1.3%の減少し、これはトレーニング前後で比較すると7%の減少であった。

2) 最大運動時における呼吸循環機能への影響

トレーニング前の対照群と運動群の最高心拍数には、統計的に有意な差は認められなかった。トレーニング前後の最高心拍数を比較してみると、対照群では平均値が154 bpm から179 bpm へと16.4%の増加を示した。運動群では、トレーニング前の最高心拍数は平均158 bpm であったのが、トレーニング後では181 bpm に増加した。なおM. K. は、最高心拍数が200 bpm を越える値を示し、これは本実験の被検者の中で最も高い値であった。トレーニング前後の増加率を比較すると16.4%と両群間に有意差は認められなかった。

体重あたりの $\dot{V}O_{2max}$ は、トレーニング前で対照群と運動群に統計的な有意差は認められなかった。体重あたりの $\dot{V}O_{2max}$ を対照群についてみると、平均値では26.2 ml/kg/min から37.7 ml/kg/min と42.7%増加し、5%水準で有意な増

加がみられた。運動群においては、体重あたりの $\dot{V}O_{2max}$ の平均値は28.6 ml/kg/min から43.6 ml/kg/min と51%の増加であり、これは5%水準で有意な増加であった。中でもT. S. は、28.7 ml/kg/min から50.4 ml/kg/min に、M. K. は36.2 ml/kg/min から56.5 ml/kg/min と顕著な増加を示した。トレーニング後の両群の体重あたりの $\dot{V}O_{2max}$ を比較してみると、トレーニング前では対照群が26.2 ml/kg/min、運動群が28.6 ml/kg/min であったのがトレーニング後では、対照群が37.7 ml/kg/min、運動群が43.6 ml/kg/min と運動群の方が対照群より9%高い増加率を示した。しかし、統計的には両群に有意な差が認められるまでには至らなかった。

最大換気量($\dot{V}E_{max}$)のトレーニング前の平均値は両群間に有意差は認められなかった。トレーニング後の $\dot{V}E_{max}$ の平均値の変化についてみると、対照群は、48.5 l/min から63.8 l/min と35.5%の増加を示し、運動群は、43.3 ml/min から61.1 ml/min と45.4%の増加を示した。これは5%水準で両群ともに有意な増加であった。トレーニング後の両群の $\dot{V}E_{max}$ を比較してみると、運動群の方が対照群より10%高い増加率を示しているが、統計的にはトレーニング後の両群間に有意差が認められるまでには至らなかった。

疲労困憊までの時間(Exhaustion time)は、トレーニング前で両群間に統計的な有意差はなかった。トレーニング後の対照群のExhaustion timeについてみると、平均値で10.5分から13.3分と21%の伸びがみられた。運動群のExhaustion

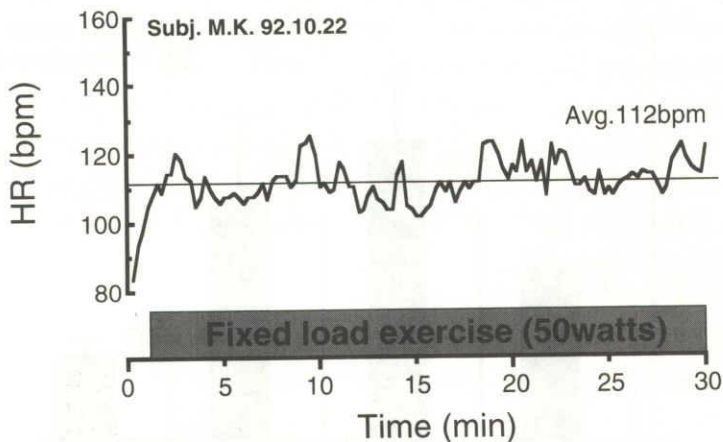


Fig. 5 HR response of training

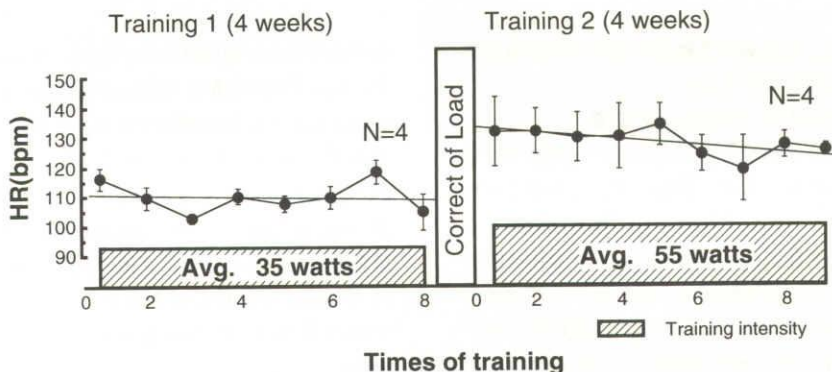


Fig. 6 Mean HR change of each training session

time の平均値は、9.3分から12.3分と24%の伸びがみられた。両群の Load, $\dot{V}O_{2max}$, HRmax, $\dot{V}E_{max}$ の増加率を図4に示した。

3) トレーニング時の心拍数の変化

トレーニング時の心拍数の変化について、それぞれの被検者の平均値を図5に示した。トレーニング1は1週目から4週目、トレーニング2は4週目から8週目までのトレーニング期間である。なお4週目に運動群のみを対象として再度運動負荷試験を実施し、負荷強度の再設定を行っている。

トレーニング1についてみると、トレーニング時の心拍数の平均値は各個人毎の強度設定(平均35 watts)に対して約110 bpmを示し、トレーニング期間を通してほぼ一定であった。負荷再設定後のトレーニング2では、平均55 wattsの負荷に対し、心拍数の平均値がトレーニング開始から終わりにかけて約140 bpmから120 bpmへと減少

する傾向を示した。

IV. 考 察

これまで、精神遅滞児を対象とし、その運動能力について検討した報告は数多くある^{5,10,7,9)}。しかしながら、これらの多くは健常児を対照として横断的に体力。運動能力を比較しているにすぎず、縦断的に同一個人内での体力推移を検討している報告は少ない¹⁰⁾。個人差の大きい精神遅滞児にとって、運動トレーニングに対する個体内での体力水準の変動を検討することは彼らの運動に対するトレーナビリティを明らかにする上でも重要なことであろう。また、彼らの健康度増進、体力向上を目的とするうえで行う運動の至適強度について基礎的資料を積み上げることは今後の教育現場における精神遅滞児の保健・体育指導を考える上でも意義のあることであろう。

そこで本研究では、学童期にある精神遅滞児に個々人の体力水準に応じた8週間の持久的トレーニングを処方し、形態、呼吸循環器系の面からその効果をみることを目的とした。

まず初めに形態的な面から検討すると身長、体重は対照群、運動群とも8週間のトレーニング前後で有意な変化を示さなかった。精神遅滞児の発育ピークは健常児よりも身長で約1年、体重で約2年遅く、身長は男子14.4歳、女子13.0歳、体重は男子15.7歳、女子14.5歳であると報告されている¹⁵⁾。14~17歳という本研究の被検者では早熟、晩熟ということも関係するであろうが、両群とも発育ピークの終了した時期に位置していたものと考えられる。

一方、体組成の面では体脂肪率(% Fat)が対象群において平均17.6%から18.0%と増加傾向を示したのに対し、運動群においては、17.1%から15.8%へと1.3%の減少傾向を示した。両群の体脂肪率の増加率をトレーニング前後で比較してみると、対照群は2.2%増加したのに対し運動群は7%の減少であった(表1)。一般に日常生活の身体活動量が少なく、家庭での過保護などにより栄養摂取のバランスの取れていない精神遅滞児では健常児に比べ肥満になる傾向が強いことが報告されている¹⁶⁾。肥満それ自体は痛みや苦痛などを伴わず、疾病としての認識度が低い、肥満になることにより高血圧や糖尿病など他の成人病と合併することが危険であることを考慮すると学童期における肥満解消は教育現場において重要な課題であろう。こうした、精神遅滞児における肥満傾向と持久的トレーニングとの関わりについての研究は少なく芳賀たち¹²⁾が、60分間の遊戯的運動を16週間行った結果、男女ともに体重に変化がみられなかったが、体脂肪量は5%水準で有意な減少を示したと報告している程度である。しかしながら、これらの報告では運動強度の設定が曖昧であるためトレーニング内容の定量的把握が難しく再現性を確認することは難しい。本研究で用いた換気性作業閾値(VT)での仕事量は被検者の最大酸素摂取量発現時の仕事量の約50%であり、乳酸性作業閾値(LT)との相関が高いことも報告されている¹⁷⁾。この程度の運動強度では被検者に対する精神的負担も少なく、運動のエネルギー源として脂肪が優先的に利用され、冠状動脈への血流も十分に確保でき、疲労物質である乳酸の生成も抑えられるため¹⁸⁾ダウン症児のように肥満になり

やすく、かつ先天的に心疾患を有している児童にとっては脂肪の燃焼、心臓に対する負担の軽減ということからも有効であると考えられよう。その結果、本研究では有意差こそなかったもののVT強度のトレーニングにより運動群では対照群に比べ体脂肪量が減少する傾向にあり、また、体重の変化がなかったことから除脂肪体重を維持した理想的な体組成の変化であったと推測される。

次に精神遅滞児の呼吸循環機能について検討する。本研究では精神遅滞児の呼吸循環機能を評価する指標として最大酸素摂取量を測定したが、知的発達の遅れによる測定内容の不理解や、測定内容に対するモチベーションの低さから全員を生理的能力の最大限にまで追い込むことは難しかった。しかしながら、被検者 M. K. (IQ 測定不能児)のように $\dot{V}max$ が 56.5 ml/kg/min、最高心拍数が 197 bpm を示したことを考えると、Bar-or. たち⁶⁾も示しているように本来有している生理的能力は健常児と変わらない児童・生徒もいると推察される。にもかかわらず、家庭や学校において彼らの能力を低く見積もり過保護な環境で育てることは正常な発育・発達を考える上で不利とならざるを得ないであろう。

トレーニング期間中、至適な運動負荷が生体に対しかかっているかを検討するためにトレーニング時の心拍数をモニタリングした(図5)。その結果、30分間のトレーニング時間内はほぼ定常状態を示し、設定した負荷は妥当であったと考えられる。トレーニング前後の最大運動時における呼吸循環器系の変化を図4に示した。精神遅滞者を対象にした全身持久性のトレーナビリティについては、草野と矢部¹³⁾、山地ら¹⁰⁾は思春期の精神遅滞児を対象に走運動を、芳賀ら¹²⁾は21~49歳の精神遅滞者を対象に60分間の遊戯的運動を、そして浅野ら¹¹⁾は17~25歳の精薄男子を対象に $\dot{V}O_{2max}$ の70%強度で5分間の走運動を用い検討している。これらの結果、草野と矢部・浅野らは全身持久力の改善に効果があったとしているが、山地ら・芳賀らは効果がなかったとし、運動強度、時間、運動様式などの相違から一定した見解は得られていない。本研究における最大運動時の $\dot{V}O_2$ 、 $\dot{V}E$ 、HR、Loadの増加率はトレーニングを行った運動群も、特別なトレーニングを行わなかった対照群もトレーニング後では有意な増加を示した。両群を比較すると、運動群の方が若干高い増加率を示しているが、有意な差が認められる

までには至らなかった。有意差のなかった理由として両群の Initial level の低さや被検者数の少なさ、発育発達に伴う自然な増大などがあげられるが、 $\dot{V}O_2\max$ についてみると運動群の方が対照群より9%高い増加率を示し、発育・発達以外に持久的トレーニング効果として、呼吸循環器系の改善が生じているものと推察される。

さらに、トレーニング時の心拍数もトレーニング回数が増大するに連れ減少する傾向がみられた(図5)。一般に持久的トレーニングの効果により、最大下同一負荷時における心拍数は減少すると言われている¹⁹⁾。この徐脈化は、トレーニングにともなう呼吸循環系機能の適応により、一回拍出量の増大が起り、その結果として最大下同一負荷での心拍数の減少が生じたものと考えられる。精神遅滞児の場合、先にも述べたように知的発達の遅れによる測定内容の不理解や、測定内容に対するモチベーションの低さから自らを最大限まで追い込むことが難しく、今後彼らの体力水準やトレーニングに対する適応を検討する場合、最大能力で評価するよりもこのような最大下同一負荷での心拍数やVTやLTといった最大下での指標を基準に検討した方がより客観的に彼らの能力を評価できるものと考えられる。

以上のことより、各個人における至適運動強度での持久的トレーニングは、肥満や呼吸循環器系能力を改善させ、小児成人病の予防や将来、社会に出てからの適応性を向上させる上で有効であることが示唆された。今後、低体力水準や運動不足状態にある精神遅滞者の体力増進を目標とする運動処方では早急に確立する必要があり、そのためには精神遅滞児にとっての至適運動強度を学校現場で間便に推定できるような方法を考案する必要があると思われる。

ま と め

本研究は、精神遅滞児における全身持久性トレーニングの効果を明かにするために、自転車エルゴメーターによるトレーニングを実施した。被検者は、三重大学附属養護学校に在籍している年齢14歳~17歳(平均16±1.1)、知能指数(IQ)36~69(平均49.9±12.1)の男子6名、女子2名(運動群4名、対照群4名)を対象とした。トレーニング強度は、漸増運動負荷試験より得られたVTを基準とし、各個人の体力レベルに応じた至適トレーニング強度に設定した。トレーニング

期間は、1日30分、週3回、8週間行った。

これを同年齢の特に特別な運動を行わない精神遅滞児と比較することにより、次の結果を得た。

- 1) 運動群はトレーニング後、体重の変化無しに体脂肪率が減少する傾向がみられた。これは除脂肪体重を維持した理想的な減量であった
- 2) トレーニング前後における対照群と運動群の $\dot{V}O_2\max$ には、平均値、増加率ともに有意な差はみられなかったが、運動群の方が対照群より9%高い増加率を示した。
- 3) トレーニング時における最大下同一負荷に対する心拍数は、トレーニング2で減少傾向にあった。これはトレーニングに伴い呼吸循環器系能力が改善し、一回拍出量が増加した結果、徐脈として現れたものと推察される。

以上の結果から、個人の体力レベルに応じた運動強度で1日30分、週3回、8週間行うトレーニング条件は、日常生活で身体活動量が少ない精神遅滞児にとって、全身持久性を高めるトレーニングとして有効であることが確認された。発育や発達、IQや症状などにより個人差がある精神遅滞者にとって、一律的な運動指導を行うのではなく、各個人の体力レベルに応じた運動処方を行うことが教育現場において重要であると考えられる。

引用・参考文献

- 1) 日本精神薄弱者福祉連盟, 精神薄弱問題白書(日本文化科学社, 1993)。
- 2) R. K. Eyman, H. J. Grossman, R. H. Chaney, T. L. Call, 「The life expectancy of profoundly handicapped people with mental retardation」NEW ENGL. J. MED., 323, 9, 1990, 584-589.
- 3) G. Carter, J. Jancar, 「Mortality in the mentally handicapped; a 50 year survey at the Stete Park Group of Hospitals (1930-1980)」J. Ment. Defic. Res., 2, 1983, 143-156.
- 4) K. H. Pitetti, K. D. Campbell, 「Mentally retarded individuals - A population at risk?」Med. Sci. Sports. Exerc., 23, 5, 1991, 586-593.
- 5) 吉沢茂弘, 永田昭司, 「精神薄弱中学生の有酸素的作業能に関する研究」体育の科学, 24, 3, 1974, 189-193.
- 6) O. Bar-or., et al., 「Maximal aerobic capacity of 6-15 year-old girls and boys with subnormal intelligence quotients」Acta. Paediat Scand., Suppl. 217, 1971, 108-113.
- 7) 草野勝彦, 「精神薄弱児の発達と運動能の発達」新体育, 47, 5, 1977, 392-393.

- 8) 野村武男, 対馬清造, 「精神薄弱児童・生徒における形態, 呼吸機能と有酸素的作業能について」秋田大学教育学部研究紀要 (教育学), 299-308.
- 9) 矢部京之助, et al., 「精神遅滞児と自閉症児の体力・運動能力」体育の科学, 29, 10, 1979, 740-743.
- 10) 山地啓司, et al., 「精神遅滞児の持久性トレーニング, Detraining および Retraining の $\dot{V}O_2\max$ と PWC 170」Jap. J. Sports Sci., 8, 1989, 779-786.
- 11) 浅野勝己, et al., 「精神遅滞者の走行トレーニングの有機的作業能に及ぼす影響に関する研究」筑波大学体育科学系紀要, 6, 1983, 133-145.
- 12) 芳賀修光, et al., 「精神遅滞者の全身持久性トレーニング効果についての検討」筑波大学体育科学系紀要, 8, 1985, 181-191.
- 13) 草野勝彦, 矢部京之助, 「精神遅滞者における持久力トレーニングの効果」体育学研究, 27, 4, 1983, 301-308.
- 14) 長嶺晋吉, 「皮下脂肪厚からの肥満の判定」日本医師会雑誌, 68, 1972, 919-924.
- 15) 草野勝彦, 上村喜一, 「精神薄弱児の思春期身体発育に関する縦断的研究」宮崎大学教育学研究紀要 (人文科学), 50, 57-65, 1981,
- 16) 横山泰之, 「精神薄弱児の肥満度」特殊教育研究, 21, 1, 1983, 27-35.
- 17) E. R. L. Christopher, E. C. Rhodes, 「Relationship between the lactate and ventilatory thresholds during prolonged exercise」Sports Medicine, 15, 2, 1993, 104-115.
- 18) 進藤宗洋, 「厚生省の「健康づくりのための運動所要量」について—『身から錆を出さない, 出させない』暮らしの原理の提案—」保健の科学, 32, 3, 1990, 139-156.
- 19) P. Hamilton, G. M. Andrew, 「Influence of growth and athletic training on heart lung functions」Eur. J. Appl. Physiol., 36, 1976, 27-38.