精神遅滞者の無酸素的および有酸素的作業能のトレイナビリティについて

スポーツ医学専修
堀川　浩之

論文指導教員：南谷　和利

昭和63年　2月　18日

論文審査委員：黒田善雄
石田裕子
鈴木克明

目　次

英文抄録

I、緒　言

文部省発行の「心身障害児の理解のために」[37]によれば精神薄弱とは、精神発達に遅れのある状態で、単なる知能発達の遅れのみならず身辺生活の処理や集団生活への参加などにも困難性があることである。従来から多くの研究は精神遅滞者の身体発育の遅滞を報告している[27][29][39][40][48]。一方、Hatano[12]、Howe[15]およびMalpassら[32]は運動能力における遅滞を報告している。

また有酸素的作業能に注目してみると、その指標の一つであるPWC170に関して精神遅滞者は健常者より劣ることが報告されている[7][39][49][50]。さらに最大酸素摂取量に関しても同様の報告が多くなされている[3][7][10][25][30][33][39][49][50]。

ついで無酸素的作業能に注目してみると、精神遅滞者についての報告は大変少ない。無酸素的作業能の指標の一つである無酸素パワ

ーに関して、草野[26]は14、15歳の男女精神遅滞者を被検者として自転車エルゴメーターを用いて最大無酸素パワーを測定した結果、精神遅滞者の最大無酸素パワーは健常者より有意に劣るということを報告している。

一方、精神遅滞者の身体活動に対するトレイナビリティに関して、Corder[8]やFunk[11]は4-8週にわたって体育指導を行った結果、運動能力テストの数種目についてトレーニング効果がみられたことを報告している。また持久力トレーニングによって精神遅滞者の最大酸素摂取量が増加することも報告されている。例えば草野ら[30]は持久力トレーニングを12、13歳の男子精神遅滞者に行わせ、最大酸素摂取量が12%程度増加したと報告している。さらにKaschら[22]や浅野ら[2]も同様の知見を得ている。しかしながら、これらの報告の多くが児童生徒を対象としており、成人に関する報告は少ない。

またColemanら[7]は精神遅滞者は知的技術

より運動能力を使う職業につくことから、体力の保持・増進は、作業を持続し、楽に行うという見地からも必要であると述べている。

Beasley[4]は8週間、週5回のジョギングプログラムによってランニングパフォーマンスのみならず、施設で行われている部品組立作業の成績も有意に向上したことを報告している。

これらの事から成人の精神遅滞者における身体トレーニングは健康の保持・増進のみならず社会復帰、雇用促進の点からも重要であると考えられる。

一方草野ら[30]および吉沢ら[49]は最大酸素摂取量の測定時において最高心拍数が毎分180拍／分に達しない者が多いことを報告している。その理由として草野ら[30]は、Borg[5]が主観的な運動強度は生理学的な指標である心拍数と対応することを示していることから、精神遅滞者は不十分な運動環境等の原因から主観的な運動強度を低く見積るため、持

久力発揮の際の運動強度に対する「心理的耐性」が低いためであろうと指摘している。この水準が低ければ日常生活においても負の因子として働くことが考えられ、トレーニングによってその水準を高め、「頑張る気持ち」を育成することがやはり社会復帰の点からも重要であると考えられる。

このようなことから、本研究では成人の精神遅滞者について体力の要因であるエネルギー出力に左右される無酸素的および有酸素的作業能のトレイナビリティを確認することを目的としている。

Ⅱ、関連文献の考証

ここでは精神遅滞者の運動能力、有酸素的、無酸素的作業能とそれらのトレイナビリテイに注目した研究について、関連文献の考証を行った。

1、精神遅滞者の運動能力

Malpassら[32]は、平均年齢が11.86歳の52名の施設収容の男女および平均年齢が11.74歳の特殊学級在籍の男女を対象にOserestsky Motor Development Scaleを実施している。その結果、運動能力が同様の暦年齢の健常者と比較して統計的に有意に劣ることを報告している。

Hatano[12]は12-15歳の男子19名の精神遅滞者（知能年齢6.2-11.6歳）を対象に、文部省スポーツテストの運動能力テストを実施している。その結果、運動能力は暦年齢のほぼ等しい健常者及び知能年齢のほぼ等しい健常者と比較して劣ることを報告している。

野口ら[38]は養護学校及び特殊学級に在籍する小学校第5,6学年の児童並びに中学校第1,2,3学年の生徒を対象にRarickら[43]と同様のテストを実施し、アメリカの精神遅滞者を対象に行ったRarickらによって報告されている値と比較してわずかに低い傾向がみられたことを報告している。

植野ら[46]は、15-17歳の精神遅滞者(IQ30-80)を対象に6種目からなる体力テストを実施し、運動能力が健常者と比較して劣ることを報告している。

波多野[13]は12.7-16.2歳の精神遅滞者(知能年齢5.8-11.8歳)を対象に、運動能力テストを実施している。その結果、運動能力は暦年齢が同様の健常者と比較して、男子の全種目および女子のステッキテスト(縦、閉眼)、(横、開眼)をのぞく全種目で有意に劣ることを報告している。

Howe[15]は6-12歳で男子精神遅滞者(平均IQ67.5)および女子精神遅滞者(平均IQ

64.5)を対象に11種目からなる運動技能テストを行い、女子の握力及びボールの的当てをのぞく全ての種目で、統計的に健常者と比較して劣る結果を得ている。

また小宮[24]の6-12歳の軽度から重度の精神遅滞者の男女 742名を対象にした横断的研究では、運動能力は健常者と同様の発達傾向を示すものの各年齢、各種目とも健常者に劣ることを報告している。

矢部ら[47]は養護学校小学部男子76名、女子37名、中学部生徒男子38名、女子29名、高等部生徒男子17名、女子12名の計 209名を対象に体力診断テスト及び運動能力テストを実施している。その結果、体力・運動能力の発達傾向は健常者と同様の発達傾向を示すものの、各年齢における測定値は健常者と比較して低い傾向を示すことを報告している。

Londereeら[31]は6-19歳の男子 606名、女子 499名の重度精神遅滞者を対象に 6種目からなる体力テストを実施し、体力は年齢の増

加と共に増加傾向をみせるが、各年齢毎の測定値は健常者及び軽度精神遅滞者と比較すると有意に劣っているという結果を得ている。

Rarickら[43]は8-18歳の4,235名の男女精神遅滞者（IQ50-80）を対象にSpecial Fitness Test Manual for the Mentally Retarded(American Association for Health, Physical Education and Recreation)を実施している。その結果、各年齢で運動能力は健常者と比較して劣ることを報告している。

これらの研究では、精神遅滞者は健常者と同様の発達傾向を示すものの、各年齢における精神遅滞者の運動能力は健常者と比較して低く、またその差は年齢と共に増加することを示している。

2、精神遅滞者の有酸素的作業能

有酸素的作業能に関して、PWC170及び最大酸素摂取量（以下$\dot{V}o_2max$と略記する）を指標として用いて報告がなされている。

PWC170に関して、吉沢ら[49]は中学校の特殊学級に在籍する男女86名を対象に、またYoshizawaら[50]は12-15歳の男女精神遅滞者を対象に、PWC170を測定し、男子ではPWC170が正常な生徒と比較して統計的に有意に劣っていることを報告している。

Colemanら[7]は、16-25歳の男子精神遅滞者（IQ57-86）のPWC170を測定し、同年令の健常者と比較して20-30%低いことを報告している。

一方、Cummingら[9]は7-17歳の67人の男女精神遅滞者（IQ 40-60）を対象にPWC170を測定し、個人差が大変大きいものの平均値では健常者と同様であることを報告している。

$\dot{V}o_2max$に関して、Colemanら[7]は、16-25歳の男子精神遅滞者の心拍数と酸素摂取量の直線関係から心拍数が170拍/分の時の$\dot{V}o_2max$を外挿法により求め、同年令の健常者と比較して20-30%低いことを報告している。

トレッドミルによって$\dot{V}o_2max$を測定してい

るBar-Orら[3)]は、年齢が6-15歳の男女精神遅滞者（IQ 50-90）について、男子では同様の暦年齢の健常者と比較して有意に低い、50.25±4.13ml/kg/分という単位体重当りの$\dot{V}o_2max$を得ている。

またFernhallら[10)]は平均年齢が29.3歳の男女精神遅滞者（平均IQ 52.58±16.3）を対象にトレッドミルによって、単位体重当りの$\dot{V}o_2max$が男子で29.29±9.5ml/kg/分、女子が26.66±5.7ml/kg/分という値を得ている。これは心疾患患者の値と同様であり、健常者と比較して著しく劣ると指摘している。

kusano[25)]は自転車エルゴメーターを用い年齢が9-16歳の44人の男子精神遅滞者（IQ 30-70）を対象に$\dot{V}o_2max$を測定し、精神遅滞者の値は健常者の63-80%であり、その差は年齢の増加と共に大きくなることを報告している。

Maksudら[33)]は10-13歳の62人の男子軽度精神遅滞者を対象に、自転車エルゴメーター

を用いて$\dot{V}o_2max$を測定し、単位体重当りの$\dot{V}o_2max$が10-11歳では39.0±9.01ml/kg/分、12-13歳では38.84±7.48ml/kg/分の値を得ており、それは同年令の健常者より劣ることを報告している。

草野ら[30]は年齢が12.13才の21人の男子精神遅滞者(IQ 25-55)を対象に、自転車エルゴメーターを用いて$\dot{V}o_2max$を測定した結果、単位体重当りの$\dot{V}o_2max$は33.6±7.4ml/kg/分の値を示し有意に低いことを報告している。

Yoshizawaら[50]は年齢が12-15歳の男女精神遅滞者(IQ 36-91)を対象に、自転車エルゴメーターを用いて$\dot{V}o_2max$を測定したところ、単位体重当りの$\dot{V}o_2max$は、男子において各年代で40.28-47.23ml/kg/分の値を示し、健常者より有意に低いことを報告している。

吉沢ら[49]は中学校の特殊学級に在籍する男女86名を対象に、自転車エルゴメーターを用いて$\dot{V}o_2max$を測定している。その結果、単

位体重当りの$\dot{V}o_2max$は男子において43.57ml/kg/分、女子において34.90ml/kg/分の値を示し、男女ともに正常な生徒より有意に劣っていることを報告している。

野村ら[39]は8-17歳の精神遅滞者（IQ30-87）の男子31名を対象に自転車エルゴメーターを用いて$\dot{V}o_2max$を測定し、各年齢毎の単位体重当りの$\dot{V}o_2max$の平均値は26.3ml/kg/分から45.2ml/kg/分を示したことを報告している。

最大運動におけるの最大心拍数に関して

Kusano[25]は$\dot{V}o_2max$測定時の最大心拍数が被検者の75%で180拍/分に達せず、20%の者は150拍以下であったことを報告している。

Maksudら[33]は$\dot{V}o_2max$測定時の最大心拍数が10-11歳で188.2±13.7拍/分、12-13歳で186.1±13.9拍/分を示し同年令の健常者が示す値より僅かに低いことを報告している。

草野ら[30]は$\dot{V}o_2max$測定時の最大心拍数が163±21拍/分という値を得ている。

吉沢ら[49]も$\dot{V}O_2max$測定時の最大心拍数が男子で185.3±10.4拍/分、女子で184.0±10.9拍/分を示し、ともに正常な生徒よりも有意に低いことを報告している。

Fernhallら[10]は運動中の最大心拍数が平均値で171拍/分であり、同年令の健常者が示す値より8-12%低いことを指摘している。

Maksudら[33]はこの低心拍数の原因として自転車のペダリングによる局所的な疲労、低栄養状態を指摘している。

草野ら[30]は、Borg[5]が主観的な運動強度は生理学的指標である心拍数と対応することを示していることから、精神遅滞者は不十分な運動環境等の原因から主観的運動強度を高く見積るため、持久力発揮に対する「心理的耐性」が低くなるためであろうと指摘している。一方Fernhallら[10]は、カテコルアミンが少ないためであろうと推察し、精神遅滞者は精神遅滞者に特有の固有的心拍反応を持っていると指摘している。しかしこの理由を

客観的に解明する方法は今のところなく、そのような研究がなされる必要があるだろう。

3、精神遅滞者の無酸素的作業能

無酸素的作業能の指標として酸素負債、最大無酸素パワー（以下Pmaxと略記する）などが知られている。しかしこれらの指標に関して、精神遅滞者の報告は大変少ない。

精神遅滞者の無酸素的作業能の指標の一つである無酸素パワーに関しての研究は、著者の知る限りでは草野[26]の報告のみである。草野[26]は14、15歳でIQが21-75の精神遅滞者男女20名を対象に、自転車エルゴメーターを用いて生田ら[17]の方法によるPmaxの測定を行っている。その結果精神遅滞者のPmaxは健常者と比較して有意に低いことを報告している。

精神遅滞者の体力、運動能力の遅滞の原因としていくつかのことが指摘されている。まず第1に知能遅滞の原因となった疾病や障害

である[10,27]。第2にエネルギー出力の大小は形態的要素によって左右されるので、身体発育の遅滞も考えられる[29,40,48]。第3に運動経験の不足である[3,12,27,31,46,50]。すなわちある程度以上の負荷がかかることによる発達刺激、技能獲得のための繰り返しの学習の不足である。第4に知能の遅滞が直接の原因となる場合である[13,14,25,27,31,32]。すなわち中枢での統合過程が重要に関与する種目ほどテストの成績はIQの低下に影響されるということである。しかしながら体力や運動能力とIQとの関係は、一次直線で表されるような直線関係であるとする報告[25,26,32]や、二次曲線で表されるような曲線関係であるとするもの[31]、さらに相関関係はないとする報告[2,12,39,43,49,50]があり結論はでていない。

4、精神遅滞者の運動能力のトレーニング効果

精神遅滞者のトレーニング効果についての研究に注目してみると、Oliver[41]は13-15歳の男子精神遅滞者(IQ57-86)の男子10名を対象に、体育プログラムを週5回、10週間行い、トレーニング前後に10種目からなる体力テストを行った結果、トレーニング群はコントロール群と比較して有意に運動能力が向上したことを報告している。

Corder[8]は12.0-16.7歳の精神遅滞者(IQ50-80)の男子8名を対象に、組織的、漸増的な体育プログラムを1回当り1時間、週5回、4週間にわたって行い、トレーニング前後にYouth Fitness Testを実施し、トレーニングを評価している。その結果、トレーニング群はコントロール群と比較して有意に運動能力が向上したことを報告している。

木庭ら[23]は15-18歳のIQが48-75の精神遅滞者の男女13名を対象に、3カ月の間に2回の短期的な合宿トレーニングを行い、その前後に5種目からなる体力テストを実施し

たところ、いずれの種目においても記録の向上がみられた事を報告している。

Funk[11]は8-18歳の中度精神遅滞者の男女18名を対象に、計画的な30分間の体育指導を58日間行った結果、シットアップとシャトルランにおいて有意に成績が改善したことを報告している。

Funk[11]の報告ではテストの数種目についてはトレーニング効果がみられなかったが、以上の報告はいずれも精神遅滞者のトレーニング効果を確認している。Funk[11]はいくつかの種目についてトレーニング効果が現れなかった理由として、トレーニング内容が走種目中心であり、ぶら下がりやボール投げなど肩や腕の力を必要とする種目については適切なトレーニングにならなかったため、としている。

5、精神遅滞者の有酸素的作業能のトレーニング効果

Bundschuhら[6)]は11-19歳の男女精神遅滞者14名を対象に、年齢から推測される最大心拍数の75-85%の強度で10-22分間各々の被検者に処方された自転車エルゴメーターによるconditioning programを16週間行ったが、PWC170はトレーニング後に有意に増加しなかったことを報告している。

一方Tomporowskiら[45)]は年齢が17-39歳の精神遅滞者(IQ10-40)を対象にトレーニングを行っている。トレーニングは週5回、139日間、1回当り3時間行われ、内容は体操を30分、トレッドミル走、自転車エルゴメーターこぎ、ウエイトトレーニングマシーンによる運動を1時間、屋外での歩行あるいはランニングを1時間であった。その結果PWC150がトレーニング前と比較してトレーニング後に有意に増加したことを報告している。

Kaschら[22)]は6-13歳の41人の男女精神遅滞者を対象に、10分間のウォーミングアップ、10-20分間の個人的スポーツ、10-20分間の

チームスポーツからなる30分間のトレーニングを6ヶ月間、毎日行った。その結果、単位体重当りの$\dot{V}o_2max$は45.1ml/kg/分から49.4ml/kg/分に増加したことを報告している。

草野ら[30]は12.13歳の男子精神遅滞者14名を対象に約10分間の持久走を週に3回、3ヶ月間行い、体重当りの$\dot{V}o_2max$が29.9ml/kg/分から33.4ml/kg/分へ、運動中の最大心拍数が151拍/分から165拍/分へそれぞれ有意に増加したことを報告している。この心拍数の増加について草野ら[30]は、身体運動の強度に対する「心理的耐性」の改善であろうと推測している。

浅野ら[2]は、17-25歳の男子精神遅滞者(IQ33-67)8名を対象に5分間走を週5回、11週間行った。その結果体重当りの$\dot{V}o_2max$は43.1±5.7ml/kg/分から48.4±7.1ml/kg/分へ有意に増加したことを報告している。

以上の研究から、Bundschuhら[6]の報告をのぞいて有酸素的作業能に関してもトレーニ

ンググ効果が確認された。しかし、これらの報告のうち成人を対象にしたものは浅野ら[2]の報告のみである。

一方、無酸素的作業能のトレイナビリティに関しての報告は見あたらない。

しかしながらColemanら[7]や草野[28]が指摘しているように、精神遅滞者の体力は労働力あるいは労働への適応力といった現実的な評価と一致する。またBeasley[4]はジョギングプログラムによって、ランニングパフォーマンスのみならず部品を組み立てるという作業能力も改善されることを示している。これらのことから成人の精神遅滞者の体力は社会的適用、社会的自立の基礎となる能力として重要である。したがって精神遅滞者の体力を測定し、そのトレイナビリティを確認することは重要であろう。

Ⅲ、 実験方法

1、 被検者

本研究の被検者は、 印旛郡富里町にある精神遅滞者授産施設、 富里福葉苑に居住している男性であった。 無酸素的作業能のトレーニング群（以下AN群と略記する）には測定内容を考慮してよく指示が通り、 さらに10月末の全国精神薄弱者ソフトボール大会の出場者のトレーニングを考慮してソフトボール大会出場者から10名、 有酸素的作業能のトレーニング群（以下AE群と略記する）にはその他の者の中から運動意欲が高く、 なるべく年齢が低いものを10名選んだ。 当初被検者は各トレーニング群に10名づつ選ばれたが、 トレーニング前後の測定あるいはトレーニングが施設外での作業実習、 本人の意志あるいは身体状況の悪化によって行うことが出来なかったものが 6名いたため、 トレーニング効果の判定の対象となったものは14名となった。

またこれらの両群において被検者の中に脳性マヒなど明らかな運動機能に障害を持つものは含まれていなかった。

両トレーニング群の被検者の年齢、身体的及び精神的特徴(IQ)は表1及び表2に示した。なおIQは施設の提供資料によった。

2、無酸素的作業能の測定

無酸素パワーの測定は自転車エルゴメーター(モナーク社製)を用いて生田ら[17]の方法で行った。

すなわち、被検者にはトウグリップをつけさせ、自転車エルゴメーターのサドルから腰を上げないように十分注意した。

運動負荷は1kpの軽い負荷から、負荷が重過ぎて自転車がこげなくなるまで0.5kpづつ増加させた。各負荷での運動は運動開始から約10秒間全力で自転車をこがせた。また各負荷での試行間には十分な休息を取らせた。

無酸素パワーは

$$P = kp \times 6 \times N$$

から算出した。ここでPはパワー（kpm/sec）、kpは運動負荷（kp）、6はペダル1回転で車輪が動く距離（m）そしてNは車輪の1秒間の回転数である。これらの値の中で最も大きい値を最大無酸素パワーとして用いた。

3、有酸素的作業能の測定

最大有酸素的作業能の指標としての最大酸素摂取量は、自転車エルゴメーターを用い、ダグラスバッグ法により測定した。運動負荷は、0.5kpから2分毎に0.5kpづつ漸増し、疲労困憊に至らした。ペダルの回転数は毎分50回転とし、メトロノームに合わせてペダルをこぐように指示したが、テンポが乱れるものがみられたので、膝をたたいてやるなどしてテンポを一定にするよう十分注意した。疲労困憊の判定はペダルを1分間50回転でのテンポでこげなくなったときとした。

呼気ガスは運動開始から連続的に1分ごと

にダグラスバッグ法で採気し、乾式実験用ガスメーター（ゲッチンゲン社製）によって計量した。同時にその一部を標準ガスで較正したガス分析器（三栄測器製 1H21A）によって、O_2及び CO_2濃度をそれぞれ分析した。

運動中の心拍数は、胸部双極誘導により、テレメーター法で記録した心電図の R－R間隔から算出した。

4、ランニングパフォーマンスの測定

50m及び100m走の測定はピストル音をスタートの合図としてスタートした被検者の胴体がゴールラインに到達するまでの時間をストップウオッチを用いて行った。なお100m走は曲走路を用いて行った。

5分間走及び12分間走は200mトラックに10mごとに印をつけ、各被検者に指導員が1名ずつ伴走し、走行距離を5m単位で計測した。

5、トレーニング方法

　トレーニングは昭和62年10月12日から12月5日までの8週間にわたって、週5日の頻度で行なった。トレーニングの予定総回数は40回であったが、天候や施設の行事等の事情によって実施総回数は33回となった。

　トレーニング方法は、両群の被検者ともウォーミングアップとして10分から15分の歩行あるいはジョギングと体操を行ったのちに、AN群は50mダッシュを5本、AE群は5分間走をそれぞれ全力で行わせた。

6、トレーニングの評価

　AN群は最大無酸素パワーと50m及び100m走の記録によってトレーニングの評価を行った。

　またAE群は最大酸素摂取量と5分間及び12分間走の記録によってトレーニングの評価を行った。

Ⅳ、実験結果

1、トレーニング前の形態および体力

1)AN群について

トレーニング前の被検者の身体的特徴は表1に示した。身長は150.1cmから174.8cmであり平均値は163.1cm、体重は38.0kgから70.5kgであり、平均値は54.8kgであった。トレーニング前のPmaxおよびランニングパフォーマンスの値を表5に示した。Pmaxは37.4kpm/秒から61.7kpm/秒であり、平均値は45.8kpm/秒であった。50m走は7.7秒から9.2秒であり平均値は8.5秒、100m走は16.2秒から26.5秒であり平均値は19.0秒であった。

2)AE群について

トレーニング前の被検者の身体的特徴は表2に示した。身長は150.2cmから170.2cmであり平均値は161.6cm、体重は38.0kgから67.5kgであり、平均値は54.1kgであった。

トレーニング前の呼吸循環系およびランニ

ングパフォーマンスの値を表5および6に示した。最大換気量（以下$\dot{V}_{E}max$と略記する）は37.8l/分から63.7l/分であり、平均値は46.8l/分であった。$\dot{V}_{O_2}max$は1.43l/分から2.42l/分であり、平均値は1.99l/分であった。単位体重当りの$\dot{V}_{O_2}max$は27.8ml/kg/分から63.9ml/kg/分であり、平均値は37.5ml/kg/分であった。5分間走は645mから1150mであり、平均値は973mであった。12分間走は1540mから2570mであり、平均値は2130mであった。

2、トレーニングによるAN群の変化

1）無酸素パワーおよびPmaxの変化

トレーニング前後の各被検者の無酸素パワーの値および平均値を表3に示した。自転車エルゴメーターの各負荷での値は個人差が大きいが、被検者K.N.を除く各被検者は負荷の増加とともに、トレーニング効果も増大する傾向がみられた。平均値では5.0kpでは有意な増加がみられた（$p<0.05$）。

　トレーニング前後の各被検者のPmaxおよび単位体重当りのPmaxの値および平均値の変化を示したものが表4である。Pmaxの値の変化は増加傾向を示したものが7名中4名でそのうち3名が10%以上の著しい増加を見せた。7名中3名は1.0-7.0%の減少を示した。

　2)ランニングパフォーマンスの変化

　各被検者の50m走の成績をみると、1名が8.0%延長し、6名は2.2%-4.9%短縮し、全体では短縮の傾向を見せた。

　100m走の成績を各被検者の値でみると、全被検者で5.7%-36.6%の短縮率を示し、平均値はトレーニング前の19.0±3.5秒からトレーニング後の16.2±1.2秒へ短縮され、有意な変化であった($p<0.05$)。

　3、トレーニングによるAE群の変化

　1)呼吸循環機能の変化

　各被検者のトレーニング前後の各項目の値、増加率および平均値と標準偏差を表5に示し

た。　$\dot{V}Emax$の各被検者の増加率は7名中1名が-7.5%を示したが他の者は10.5%から54.5%の著しい増加を見せた。　$\dot{V}o_2max$の増加率は被検者S.K.の1.3%，S.T.の0.4%を除く5名は16%以上の著しい増加を見せた。　単位体重当りの$\dot{V}o_2max$の各被検者の増加率は被検者S.T.の-4.5%を除いて12.9%から29.9%の増加を見せた。　最大心拍数は被検者S.T.、S.Y.は変化が見られなかったが、そのほかの被検者は1.1%から4.8%の減少を見せた。　またS.S.、S.Y.は年齢を考慮して健常者より低い最大心拍数を示す傾向があった。　$\dot{V}Emax$、$\dot{V}o_2max$、単位体重当りの$\dot{V}o_2max$および　HRmaxはそれぞれ有意な変化が認められた($p<0.05$)。

3)ランニングパフォーマンスの変化

各被検者のトレーニング前後のランニングパフォーマンスの値、増加率及び平均値と標準偏差を表6に示した。　5分間走の増加率はS.T.の-1.9%を除いて3.6%から9.6%の増加を見せ有意な変化が認められた($p<0.05$)。　12

分間走の増加率はS.T.の-0.4%を除いて6.6%から16.5%の増加を見せ有意な変化が認められた($p < 0.05$)。 S.K.はトレーニング後の12分間走の実施中に本人の意志でランニングを中止したため12分間走の記録を計測することができなかった。

V、考察

1、initial fitness

本実験の精神遅滞者のPmaxの値は45.8kpm/秒であり、健常者についてこれまで報告されている生田ら[17]の62.3kpm/秒、生田ら[18]の70.81kpm/秒より顕著に低いものであった。これは精神遅滞者の低体力の反映であると共に自転車エルゴメーターの全力ペダリングという被検者たちにとって初めての運動経験であることも影響していると考えられる。波多野[14]は運動経験環境の不備が精神遅滞者の運動能力の劣弱傾向を強めると指摘しており、本実験の被検者においてもペダリング運動がスムースに行うことが出来なかった者がいた事から、ペダリング運動を全力で行うような運動経験が少ないため能力が低く見積られている可能性も考えられる。

本実験の精神遅滞者の$\dot{V}_{O_2}max$の値は40歳以降では1.43-2.40l/分であり、健常者につい

て報告している松井ら[34]の1.56-2.56l/分や宮下ら[36]の1.31-2.83l/分と同様の傾向がみられた。40歳未満では1.76-2.42l/分をしめし、宮下ら[35]の2.63-3.70l/分と比較して低い傾向がみられ、精神遅滞者の$\dot{V}o_2max$は低いとするこれまでの報告[3)7)10)25)33)39)49)50)]と同様の結果であった。S.K.やS.T.が他の若い被検者より高い値を示した理由として、これまでも福葉苑では週 3回ランニングや歩行を中心とした体力作りの時間を設けており、S.K.やS.T.は入所して長いためその持久的なトレーニング効果が現れていると考えられる。

2、AN群の変化

生田ら[19]は健常者にスプリントトレーニングを10週間行わせたところ、重い負荷の6kp、7kpで発現された無酸素パワーがトレーニング後に有意な増加が認められ、スプリントトレーニングではスピードの要因よりも力

の要因にトレーニング効果が現れると推察している。本実験においてもK.N.がトレーニング後減少する傾向を見せたものの、他の被検者はすべて増加の傾向を見せ、特に5.0KPでは有意な増加であった（$p<0.05$）。

Pmaxに関して生田ら[19]はトレーニング前後の増加率に個人差があるものの、平均値でトレーニング前の70.8kpm/秒からトレーニング後の73.6kpm/秒へ増加し増加率は4.1%であることを報告している。本実験でもトレーニング後の増加率は個人差が大きく、K.T.が1.0%、H.I.が5.5%、K.N.が7.0%の低下を見せ、Y.I.が4.8%、他の3名は10%以上の増加を見せた。

5.0kpにおける無酸素パワーにおいてK.T.およびH.I.の両者がPmaxでは増加を見せなかったものの、著しい増加を見せている。無酸素パワーおよびPmaxにおいて顕著な増加を見せた被検者はY.O.を除いていずれもスペシャルオリンピックの日本代表選手であり、指示

がよく理解でき、競争心も旺盛で、常に本人の最高あるいは最高に近い頑張りが出来たためであると考えられる。

ランニングパフォーマンスのトレーニング効果に関してもやはり生田ら[19]と同様の傾向を見せた。すなわち生田ら[19]の報告および本実験トレーニング後に増加の傾向をみせるが、100m走においてより顕著にトレーニング効果が現れている。また本実験における増加率は生田ら[19]の報告より大きい傾向を示したがその理由としてinitial levelが低かった事が考えられる。

草野[28]は精神遅滞者に単純作業を行わせたところ、作業成績が大変ばらつくことを報告しており、その理由として集中力の低さをあげている。本実験の被検者K.N.は100m走に関しては著しい短縮を見せているが、100m走では指導員が伴走しておりパワーや50m走の測定よりも集中したためと考えられる。これは草野[28]の報告とは状況に違いがあるもの

の周囲の状況によって本人の集中力に差が出たと考えられる。

3、AE群の変化

$\dot{V}o_2max$の判定基準として、大柿[42]は1）$\dot{V}o_2max$のleveling off、2）呼吸商が1.0以上、3）最大心拍数が被検者の年齢から期待される値の-2SD以内、4）血中乳酸濃度が80mg/100mlあるいは100mg/100ml以上の4つのパラメーターを指摘している。本実験の被検者の中にはこれらの基準をみたさないものがみられた。草野ら[30]は精神遅滞者の$\dot{V}o_2max$の測定時に180拍/分以下の者がいたが、測定時の再現性は高いことを報告している。本実験でも上記の判定基準を満たさないものが多いものの、トレーニング前の2回の最大運動におけるHRmaxの再現性は$r=0.892$（$p<0.01$）で有意に高かったので、その時点での本人の最高努力の表れとして本実験の測定値を$\dot{V}o_2max$に採用した。

トレーニング後の$\dot{V}o_2max$の値はinitial fitnessの高かったS.K.、S.T.はほとんど増加を見せていないがinitial fitnessの低い他の被検者は高い増加率を示した。浅野ら[2)]は精神遅滞者を対象に5分間の全力走を週5回、11週間にわたっておこない、$\dot{V}o_2max$の11.9%の増加を報告している。本実験では増加を示さなかった2名を除くと平均で21.8%の増加率であり、浅野ら[2)]の報告より高い値を示した。

Shephard[44)]は持久性のトレーニングにより15分間の一定負荷での自転車エルゴメーターペダリング運動後の5分間の回復の総心拍数を指標にしたトレーニング効果はinitial fitnessの低いものほど顕著であることを報告している。このことから本実験の被検者がトレーニング後の高い増加率を示したことが考えられる。

また$\dot{V}o_2max$の増加について加賀谷[20)]は健常者を対象に80%$\dot{V}o_2max$の強度で5分間のトレ

ッドミル走を週3回、6週間行い、$\dot{V}_E max$および$\dot{V}o_2 max$は増加したものの酸素摂取率は変わらなかった事から、$\dot{V}_E max$の増加が$\dot{V}o_2 max$の増大に関与していると推察している。本実験においても$\dot{V}_E max$の増加が$\dot{V}o_2 max$の増大に関与していると考えられる。

　S.Y.、T.S.は$\dot{V}o_2 max$の著しい増加を見せているが両者はトレーニング開始の数カ月前に入所したばかりであり、他の被検者と比較して施設における週3回の体力作りの時間の持久的なトレーニングを、まだ十分行っていなかったことが理由とも考えられる。また精神遅滞の程度も軽いため指示が理解でき、S.Y.は頑張りが持続できるようになり、T.S.はスペシャルオリンピック選手に対する競争心があることが考えられる。

　草野ら[30]は精神遅滞者のHRmaxが持久性トレーニングによって有意に増加したことを報告しているが、本実験ではやや減少し、浅野ら[2]の精神遅滞者の報告や猪飼ら[16]の健

常者の報告と同様の結果であった。減少率は2.6%で、浅野ら[2]の4.1%より低いものであった。草野[30]はHRmaxの上昇が「心理的耐性」の向上を示しているとしているが、その被検者は12.13歳であるにも関わらず、本実験の平均HRmaxの159拍/分より低い151拍/分を示し、大変低い値であり、本実験の被検者より明らかに運動経験あるいは最大努力による運動経験の不足が考えられ、トレーニングによってHRmaxが上昇したと考えられる。

一方ランニングパフォーマンスに注目してみると、S.T.以外の被検者はは5分間走と12分間走のどちらにも記録の上昇が見られた。浅野ら[2]は5分間の全力走トレーニングを精神遅滞者を対象に週5回、11週間にわたって行った結果、5分間走の記録が8.9%の上昇を示したことを報告している。また浅見ら[1]は健常者を対象に90%$\dot{V}o_2max$の強度で5分間走を週3回8週間行った結果、5分間走の成績が3.7%、12分間走の成績が6.2%それぞれ増加

したことを報告している。金子ら[21]も健常者に関して同様の報告をしている。本実験においては5分間走の成績が5.9%、12分間走の成績が7.9%それぞれ増加しており、これらの報告と同様の増加率を示した。S.Y.は12分間走において著しい増加を見せているが、トレーニング前にはすぐに歩き出したりしたがトレーニング後には12分間頑張り通すことが出来るようになったためと考えられる。しかしS.T.は5分間走と12分間走のどちらにも記録の上昇が見られなかった。この理由として、これまでも福葉苑では週3回ランニングや歩行を中心とした体力作りの時間を設けており、S.T.は入所して長いためその持久的なトレーニング効果が現れていると考えられる。

AE群がAN群と比較してトレーニング効果が現れた理由としてトレーニング期間中、AN群の50m走ではあまり伴走出来ず、AE群では施設の指導員や著者らが5分間走に伴走し密度の濃い励ましを与えることが出来たためであ

ろう。このことに関して、Beasley[4]は週5回、8週間のトレーニングによってトレーニング後にランニングパフォーマンスが有意に上昇したことを報告しているが、精神遅滞者のモチベーションを高めるためにスタッフの協力が重要であったことを指摘している。また矢部ら[47]は運動能力テストを実施する際に動機づけを加えた結果、IQの低いものに効果の現れやすい傾向がみられ、特に担任教師の励ましの声が最も効果がみられた事を報告している。

VI、結論

精神遅滞者は健常者と比較して体力が劣っている傾向がみられた。

精神遅滞者を対象にスプリントトレーニングを行わせた結果、Pmaxでは有意な増加を示さなかったが、負荷が重くなるにしたがい大きな増加を示し5.0kpでは有意な増加であった。またスプリントトレーニングによってランニングパフォーマンスは増加した。

精神遅滞者を対象に持久走トレーニングを行った結果、$\dot{V}Emax$, $\dot{V}o_2max$、単位体重当りの$\dot{V}o_2max$およびランニングパフォーマンスが有意な増加を示した。

以上の事から精神遅滞者の無酸素的及び有酸素的作業能のトレイナビリティが確認された。

Ⅶ、要約

　精神遅滞者の無酸素的及び有酸素的作業能に、スプリントトレーニングおよび持久走トレーニングが及ぼす影響を検討することを目的とした。
　被検者は施設に居住している精神遅滞の成人男子14名であり、彼らを7名ずつのスプリントトレーニング群（AN群）と持久走トレーニング群（AE群）に分類した。トレーニングは各群共ウォーミングアップの後、スプリントトレーニング群は50m疾走を5本、持久走トレーニング群は5分間の全力走をそれぞれ8週間、33回行った。
　トレーニング効果判定は、AN群では無酸素パワーおよびランニングパフォーマンス、AE群では最大酸素摂取量およびランニングパフォーマンスを指標とした。無酸素パワーは自転車エルゴメーターを用い10秒間の全力運動によって、最大酸素摂取量は自転車エルゴメ

ーターを用い漸増負荷法によりそれぞれ測定した。

得られた結果は、次の通りである。

1）両群の被検者のinitial fitnessは、健常者と比較して低い傾向を示した。

2）AN群はトレーニング後、無酸素パワーは重い5.0kpの運動負荷で有意に増加し、またランニングパフォーマンスは向上する傾向を示し、100m走では有意な増加であった。

3）AE群はトレーニング後、$\dot{V}_{E}max$、$\dot{V}_{O_2}max$および単位体重当りの$\dot{V}_{O_2}max$は有意に増加しHRmaxは減少した。またランニングパフォーマンスは有意に向上した。

これらの事から、精神遅滞者の無酸素的及び有酸素的作業能のトレイナビリティが確認された。

謝　辞

稿を終えるにあたり、計画当初よりご指導、ご鞭撻を賜った順天堂大学南谷和利教授、鈴木克明助教授に心から感謝の意を表します。

トレーニングの実施にあたって、多大の便宜を与えてくださった富里福葉苑の森田實理事長、篠原正義施設長、生駒三男部長、またトレーニング期間中ご協力を頂いた藤崎明主任ほかの指導員の方々、また被検者として長期にわたるトレーニング実験に協力して頂いた皆様に厚くお礼申し上げます。

引用文献

1) 浅見俊雄,山本恵三,北川薫,佐野裕司：全身持久性のトレーニング処方に関する研究(2)：強度と時間の違いによるトレーニング効果について.
体育科学, 2,117-122,(1974)

2) 浅野勝己,熊谷秋三,長友睦美,松坂晃,平木場浩二,加藤晋一：精神遅滞者の走行トレーニングの有気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, 6,133-145,(1983)

3) Bar-Or,O., J.S.Skinner, V.Bergsteinova, C.Shearburn, D.Royer, W.Bell, J.Hass,& E.R.Burskirk:Maximal aerobic capacity of 6-15 year-old girls and boys with subnormal intelligence quotients.
Acta.Paediat.Scad.Suppl.,217,108-113,(1971)

4) Beasley,C.R.:Effects of a jogging program on cardiovascular fitness and work performance of mentally retarded adults.
Am.J.Ment.Defic.,86,609-613,(1982)

5) Borg,G.A.V.:Perceived exertion:a note on “history” and methods.
Med.Sci.Sports,5,90-93,(1973)

6) Bundschuh,E.L.& K.J.Cureton:Effect of bicycle ergometer conditioning on physical work capacity of mentally retarded adolescents.
Am.Correct.Ther.J.,36,159,163,(1982)

7) Coleman,A.E., M.M.Ayoub,& B.W.Friedrich:Assement of the physical work capacity of institutionalized mentally retarded males.
Am.J.Ment.Defic.,80,629-635,(1976)

8) Corder,W.O.:Effects of physical education on the intellectual, physical,and social development of educable mentally retarded boys.
Except.Child.,32,357-364,(1966)

9) Cumming,G.R. D.Goulding,& G.Baggley:Working capacity of deaf, and visually and mentally hadicapped children.Arch.Dis.Chidh., 46,490-494,(1971)

10) Fernhall,Bo.& G.Tymeson:Graded exercise testing of mentally retarded adults:A study of feasibility.Arch.Phys.Med.Rehabil.,68,363-365,(1987)

11) Funk,D.C.:Effects of physical education on fitness and motor development of trainable mentally retarded children. Res.Quart.,42,30-34,(1971)

12) Hatano,y.:Motor ability of the educable mentally retarded boys.Res.J.Phys.Educ.,17,423-430,(1973)

13) 波多野義郎:正常児に比べた精神遅滞児の調整力的運動能力に関する研究.体育科学,4,170-179,(1976)

14) 波多野義郎:精神遅滞児と運動.体育の科学,32,117-121,(1982)

15) Howe,C.E.:A comparison of motor skills of mentally retarded and normal children.Except.Child.,25,352-357,(1959)

16) 猪飼道夫,福永哲夫,芳賀脩光:心拍出量からみた70%$\dot{V}o_2$max強度による持久性トレーニング効果の検討.体育科学,1,67-72,(1973)

17) 生田香明,猪飼道夫:自転車エルゴメーターによるMaximum Anaerobic Powerの発達の研究.体育学研究,17,151-157,(1973)

18) 生田香明,根木哲朗,栗原崇志,播本定彦:敏捷性、筋力、パワーからみた短距離疾走能力.体育学研究,26,111-117,(1981)

19) 生田香明,栗原崇志,中塘二三生,播本定彦:スプリントトレーニングが敏捷性、筋力、パワーに与える効果.体育学研究,29,227-235,(1984)

20) 加賀谷熈彦:持久性トレーニングの至適強度選定に関する研究(1) -80%$\dot{V}o_2$max負荷のトレーニング効果-.体育科学,1,58-66,(1973)

21) 金子公宥,加藤橘夫,豊岡示朗,宮側敏明,末井健作:全身持久性に及ぼすフィールド走トレーニング(60-100%$\dot{V}o_2$max強度)の効果.体育科学,2,167-173,(1974)

22) Kasch,F.W.& Zasueta,S.A.:Physical capacities of mentally retarded children.Acta.Paediat.Scand.Suppl.,217,114-118,(1971)

23) 木庭修一,羽鳥好夫,東原昌郎,植野善太郎,田中道和:青少年及び精神薄弱児の体力に関する研究、東京学芸大学紀要 5部門 第26号,199-213,(1974)

24) 小宮勝:精薄児の身体調整力に関する研究.特殊教育学研究,8,(1),51-60,(1970)

25) Kusano,K.:Maximal oxygen intake of mentally retarded boys. J.Human Ergol.,2,13-19,(1973)

26) 草野勝彦:精神薄弱児の脚運動におけるパワーと力・速度要因.宮崎大学教育学部紀要 人文科学 第40号,39-44,(1976)

27) 草野勝彦:精神薄弱児の発育と運動能の発達.新体育,47,392-393,(1977)

28) 草野勝彦:成人精薄者の体力とその問題点.新体育,47,572-573,(1977)

29) 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.宮崎大学教育学部紀要 人文科学 第49号,57-65,(1980)

30) 草野勝彦,矢部京ノ助:精神遅滞児における持久力トレーニングの効果.体育学研究,27,301-308,(1983)

31) Londeree,B.R.& L.E.Johnson:Motor fitness of tmr vs emr and normal children.Med.Sci.Sports,6,247-252,(1974)

32) Malpass,L.F.:Motor proficiency in institutionalized and non-institutionalized retarded children and normal children. Am.J.Ment.Defic.,64,1012-1015,(1960)

33) Maksud,M.G.& L.H.Hamilton:Physiological responses of EMR children to strenuous exercise.Am.J.Ment.Defic.,79,32-38,(1974)

34) 松井秀治,宮下充正,小林寛道,星川保:健康成人のAerobic Work Capacityのトレーニング 第2報 中高年者の70%$\dot{V}o_2$maxトレッドミル歩行トレーニングの全身持久性に及ぼす効果.体育科学,2,197-206,(1974)

35) 宮下充正,水田拓道,芳賀脩光,福永哲夫:青年にみられる有酸素的作業能の改善.体育科学,2,161-166,(1974)

36) 宮下充正,水田拓道,芳賀脩光:中高年者にみられる有酸素的作業能の改善.体育科学,2,174-178,(1974)

37) 文部省:心身障害児の理解のために.第1版,25-26,大蔵省印刷局,東京,(1985)

38) 野口義之,野口伸一郎:精神薄弱児童・生徒の運動能力に関する研究.京都教育大学紀要,第48号,19-46,(1976)

39) 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 教育科学,第27号,299-307,(1977)

40) 長友睦美,草野勝彦:精神薄弱児の思春期における発育速度曲線の特徴.保健の科学,18,577-582,(1976)

41) Oliver,J.N.:The effect of physical conditioning exercises and activities on the mental characteristics of educationally sub-normal boys.Physical Education,156,38-46,(1960)

42) 大柿哲朗:$\dot{V}o_2$maxの判定基準.体育の科学,27,360-364,(1977)

43) Rarick,G.L., J.H.Widdop,& G.D.Broadhead:The physical fitness and motor performance of educable mentally retarded children. Except.Child.,36,509-512,(1970)

44) Shephard,R.J.:Initial 'Fitness' and personality as determinants of the response to a training regime.Ergonomics,9,3-16,(1966)

45) Tomporowski,P.D.,& N.R.Ellis:Effects of exercise on the physical fitness,intelligence,and adaptive behavior of institutionalized mentally retarded adults.Appl.Res.Ment.Retard.,5,329-337,(1984)

46) 植野善太郎,木庭修一:日米精神薄弱児の運動能力の比較研究.日本体育学会大会号,794,(1974)

47) 矢部京ノ助,三田勝己,青木久,西村辯作,水野真由美,若林慎一郎:精神遅滞児と自閉症児の体力・運動能力.体育の科学,29,740-743,(1979)

48) 横山泰行:精神薄弱児の身体発育.体育学研究,29,63-72,(1984)

49) 吉沢茂弘、永田昭二: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,24,189-194,(1974)

50) Yoshizawa,S., T.Ishizaki,& H.Honda:Aerobic work capacity of mentally retarded boys and girls in junior high schools.
J.Human Ergol.,4,15-26,(1975)

Summary

Effects of running training on anaerobic and aerobic work capacity in mentally retarded persons

Hiroyuki HORIKAWA

The purpose of the present study was to know the effects of sprint training on the anaerobic work capacity and of endurance training on the aerobic work capacity of the mentally retarded persons.

The subjects were selected 14 male aged from 18.5 to 55.4 years. They were institutionalized mild and moderate mentally retarded persons. 7 male belonged to the sprint training group (AN-group) and the others to the endurance training group (AE-group).

The AN-group received a training program consisted of warm-up for 15 min. and 5 times of 50 meter dash per day, and the AE-group received a training program consisted of warm-up for 15 min. and maximal running for 5 min..

They had 33 training sessions in 8 weeks.

In the AN-group, the anaerobic power was measured by means of Monark bicycle ergometer, and the time of 50 meter and 100 meter run was measured before and after the training. In the AE-group, maximal ventilation, oxygen uptake, oxygen uptake per body weight and heart rate were measured by means of Monark bicycle ergometer, and the maximal running distance was measured for 5 min. and 12 min. by means of outdoor running test before and after the training.

The following results were obtained:

(1) The subjects in the AN- and AE-group were inferior to non-retarded persons regarding to physique and initial fitness.

(2) In the AN-group, anaerobic power significantly increased at 5.0kp. work loads. Maximal anaerobic power tended to increase, and performance of 100 meter dash significantly increased after the training.

(3) In the AE-group, significant increase was observed in maximal ventilation, oxygen uptake and oxygen uptake per body weight; maximal heart rate decreased significantly at the maximal exercise intensity, and maximal running distance for 5 min. and 12 min. increased significantly after the training.

It can be concluded that the training for 8 weeks may improve anaerobic and aerobic work capacity of mentally retarded persons.

Table 1 Physical and mental characteristics of subjects of AN-group

Subject	Age (yrs)	I Q	Body Height (cm)	Body Weight (kg)
H.I.	32.6	31	164.6	58.0
Y.I.	32.3	(40)	151.8	48.5
Y.O.	24.6	(40)	161.9	48.5
K.K.	18.6	42	174.8	61.5
H.S.	18.5	33	150.1	38.0
K.T.	26.1	48	167.8	59.0
K.N.	24.0	(40)	170.4	70.5
Mean	25.2		163.1	54.8
S.D.	5.7		9.2	10.6

"( )" shows a IQ level.

Table 2 Physical and mental characteristics of subjects of AE-group

subject	Age (yrs)	I Q	Body Height (cm)	Body Weight (kg)
S.K.	44.8	(40)	166.0	67.5
S.S.	22.1	39	157.2	59.5
S.T.	55.4	45	150.2	38.0
S.Y.	22.9	53	161.4	57.5
M.Y.	33.4	37	162.8	47.5
S.W.	40.3	(20)	163.6	51.0
T.S.	19.1	59	170.2	58.0
Mean	34.0		161.6	54.1
S.D.	13.5		6.4	9.6

"( )" shows a IQ level.

Table 3 Bicycle ergometer power before and after training

	Bicycle ergometer power (kpm/sec)											
	2.5kp		3.0kp		3.5kp		4.0kp		4.5kp		5.0kp	
Subject	before	after	before	after	before	after	before	after	before	after	before	after
H.I.	38.3	39.5	43.7	42.6	45.6	44.8	45.1	45.6	48.6	46.4	44.4	45.5
Y.I.	34.8	35.3	37.4	38.1	36.8	39.2	34.3	37.6	30.2	34.2	24.0	36.5
Y.O.	36.2	39.8	34.6	40.8	38.2	43.4	36.0	39.6	23.0	33.0	22.0	32.0
K.K.	46.5	50.0	54.9	57.6	55.7	62.7	61.7	64.4	58.1	66.2	56.5	72.5
H.S.	34.8	37.8	37.8	40.5	33.2	43.1	31.9	42.0	27.8	35.1	23.4	32.0
K.T.	47.3	46.3	49.0	50.1	51.0	51.1	52.5	52.0	48.1	51.3	42.6	50.5
K.N.	38.3	37.8	41.4	41.1	44.1	41.3	44.4	38.8	42.4	32.0	35.1	32.5
Mean	39.5	40.9	38.4	44.4	43.5	46.5	43.7	45.7	39.7	42.6	35.4	43.1*
S.D.	5.3	5.3	16.2	6.9	8.1	8.0	10.7	9.6	13.0	12.8	13.1	14.9

*P< 0.05

Table 4 Pmax and running performance before and after training

	Pmax (kpm/sec)			50m run (sec)			100m run (sec)		
Subject	before	after	△%	before	after	△%	before	after	△%
H.I.	48.6	46.4	-5.5	9.2	9.0	2.2	18.5	17.2	7.0
Y.I.	37.4	39.2	4.8	8.6	8.3	3.5	17.5	16.6	5.7
Y.O.	38.2	43.4	13.6	8.7	8.4	3.4	18.8	17.6	6.4
K.K.	61.7	72.5	17.5	7.7	7.4	3.9	19.0	14.3	24.7
H.S.	37.8	43.1	14.0	8.5	8.2	3.5	16.6	15.6	6.0
K.T.	52.5	52.0	-1.0	8.1	7.7	4.9	16.2	15.2	6.2
K.N.	44.4	41.3	-7.0	8.7	9.4	-8.0	26.5	16.8	36.6
Mean	45.8	48.3	5.5	8.5	8.3	3.6	19.0	16.2*	17.3
S.D.	9.1	11.4		0.5	0.7		3.5	1.2	

*$P<0.05$

Table 5 $\dot{V}Emax$, $\dot{V}o_2max$ and HRmax before and after training

Subject	$\dot{V}Emax$ (l/min)			$\dot{V}o_2max$ (l/min)			$\dot{V}o_2max$ (ml/kg/min)			HRmax (beats/min)		
	before	after	Δ%	before	after	Δ%	before	after	Δ%	before	after	Δ%
S.K.	62.8	58.1	-7.5	2.23	2.26	1.3	33.3	37.6	12.9	163	157	-3.7
S.S.	42.3	49.3	16.5	1.81	2.12	17.1	29.9	35.1	17.4	148	144	-2.7
S.T.	57.1	63.1	10.5	2.40	2.41	0.4	63.9	61.0	-4.5	158	158	0
S.Y.	42.5	51.4	20.9	1.76	2.32	31.8	30.6	39.3	28.4	160	160	0
M.Y.	42.9	66.3	54.5	1.86	2.18	17.2	36.0	43.2	20.0	168	160	-4.8
S.W.	37.8	48.1	27.2	1.43	1.67	16.8	27.8	33.4	20.1	144	140	-2.8
T.S.	63.7	89.9	41.1	2.42	3.05	26.0	41.1	53.4	29.9	174	172	-1.1
Mean	46.8	57.5*	22.9	1.99	2.29*	15.1	37.5	43.3*	15.5	159	156*	-2.6
S.D.	11.6	16.6		0.37	0.41		12.4	10.2		11	11	

*$P<0.05$

Table 6 Distance of 5 min and 12 min before and after training

	5 min run (m)			12 min run (m)		
Subject	before	after	△%	before	after	△%
S.K.	995	1080	8.5	1940		
S.S.	950	1025	7.9	2040	2175	6.6
S.T.	1030	1010	-1.9	2360	2350	-0.4
S.Y.	1055	1120	6.2	2180	2540	16.5
M.Y.	985	1020	3.6	1930	2080	7.8
S.W.	645	700	8.5	1540	1670	8.4
T.S.	1150	1260	9.6	2570	2800	8.9
Mean	973	1031*	5.9	2130	2269*	7.9
S.D.	158	170		358	391	

*$P<0.05$