

心身障害者のトレーニング可能性

——水泳訓練における脳性まひ児の運動強度の検討——

愛知県心身障害者コロニー 発達障害研究所	矢部 京之助
(共同研究者) 同	三田 勝巳
同	青木 久
同	見松 健太郎
愛知県心身障害者コロニー こばと学園	篠田 達明
NAS スイムスクール	高松 潤子
名古屋大学総合保健体育 科学センター	宮村 実晴

はじめに

疾病の治療や予防、あるいは健康の維持増進の手段として、水中運動が処方される。とくに、循環器疾患、筋神経疾患、リウマチなどの慢性疾患のリハビリテーションとして、これが有効であることが確かめられている。最近では、精神病やぜんそくなどの治療法に水泳運動が脚光を浴びており、出産を円滑に行うための妊婦水泳さえも実施されるに至った。

一方、脳性まひ児に水泳運動を課することは、不随意運動をつよめ、姿勢のバランスを失わせるとの理由から、従来これは不適當な運動とみなされてきた。しかしながら、脳性まひ児を水中に入れば、重力の影響をまぬがれることとなり、浮力を利用することにより、四肢を動かしやすくなるのは当然といえよう。さらに、水中に身を沈めることは、水圧の影響による胸廓の圧迫に絶えず抵抗することになり、知らずして呼吸訓練をおこなうことから、水泳運動による治療効果の大きいことが期待される。しかし、水泳運動の至適運

動強度に関しては明らかにされていない。

そこで本研究では、水泳運動における脳性まひ児の運動強度を把握することを試みた。具体的には、運動強度の生理的指標として、心拍数変動を手がかりとした。心拍数は、呼吸循環機能を示す指標のなかで最も測定が容易であり、しかも信頼性の高いことが知られている。さらに、心拍数と酸素摂取量との間には直線関係が成立するので、運動中の心拍数変動を測定することによって、運動の強度を推定することが可能になってくる¹⁾。水泳運動中の心拍数変動についてはすでに報告した^{11,12)}。

今回は、独立歩行の可能な脳性まひ児1名について、トレッドミル歩行による最大酸素摂取量を測定し、水泳運動中の運動強度を考察した。

方 法

心電図の記録は、水泳訓練における患児の運動の自由さと電氣的な安全性の面から、テレメータ法によった。心電図は、第5肋間左鎖骨中線(V₄)と、胸骨上端から誘導する胸部双極法を採用し

た。接地用電極は胸骨下端に接着した¹¹⁾。

独歩可能な脳性まひ1名(8歳男子)について、水泳中の酸素摂取量を測定した。さらに、陸上におけるトレッドミル歩行を用いた、漸増負荷法による最大酸素摂取量を測定した。トレッドミルによる漸増負荷法は、患児が歩行障害を伴うために、歩行速度を80m/minとした。漸増負荷は2分ごとにトレッドミルの傾斜を1%ずつ増大させ、exhaustionに導く方法を用いた。

水泳運動中とトレッドミル歩行中の呼気ガスを、ダグラスバックに採集した。換気量は、乾式ガスメータ(品川製作所)によって計測した。CO₂の分析は、赤外線CO₂分析器(Capnograph, Godart, Holland)、O₂の分析は、瞬時O₂分析器(Morgan 3A-S, England)によった。

分析にあたっては、ショランダー微量ガス分析器によって校正をおこない、呼気ガス分析の途中にも校正をおこなった。

水泳運動中の呼気ガスは、水泳教室の指導プログラム中に採集した。脳性まひ児は、ガスマスクを顔面に接着すると、不随意的な運動や緊張が高まるので、マスクに慣れるようにあらかじめ練習をしたうえで採気した。また、採気中にも、不随意的な顔面筋の緊張によってマスクの位置がずれたり、多量の唾液のために度々マスクをつけ直す必要が生じた。

結 果

最大酸素摂取量の測定は漸増負荷法であり、歩行速度は80m/minで傾斜を増強させる方法によった。トレッドミル歩行中の心拍数変動と酸素摂取量を図1に示した。

最大酸素摂取量は0.99l/min、体重当り45ml/minであった。水泳運動では0.75l/minであった。

水泳運動およびトレッドミル歩行中における酸

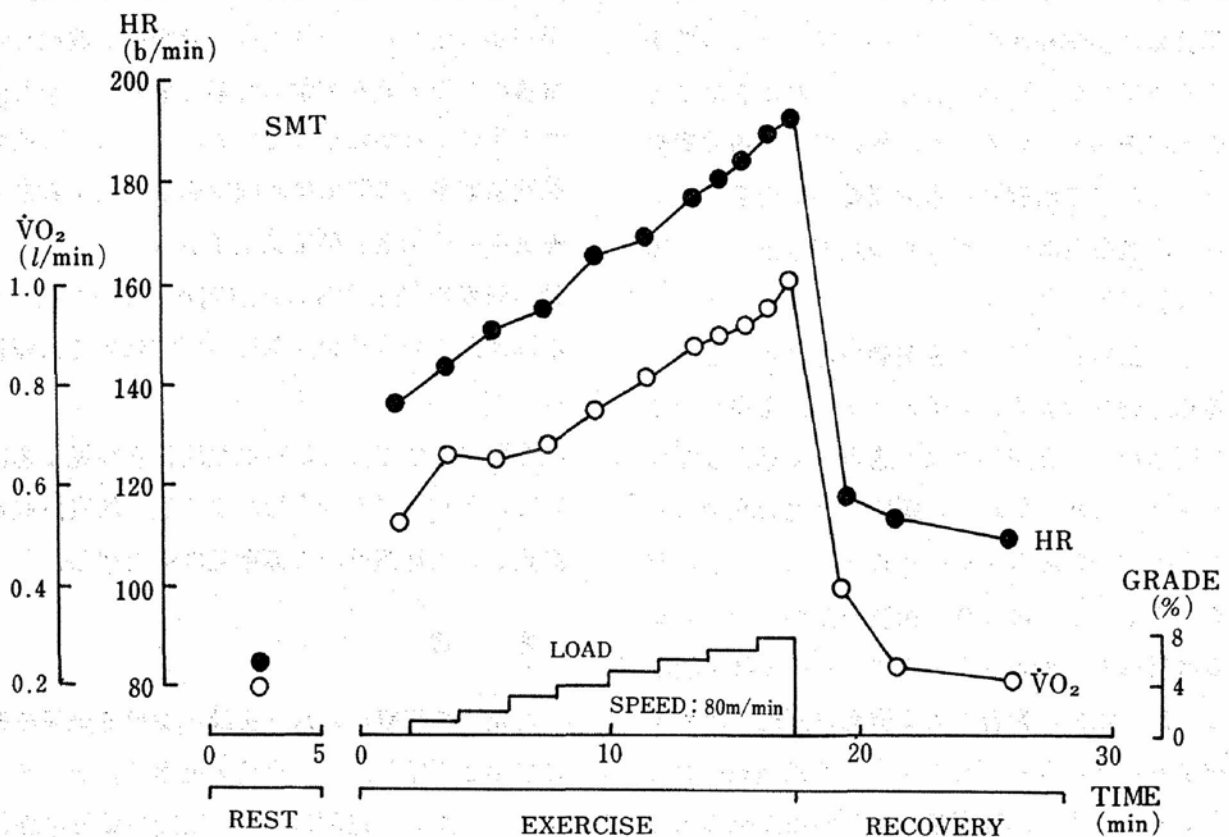


図1 脳性まひ児のトレッドミル歩行における心拍数と酸素摂取量

酸素摂取量と心拍数との関係を図2に示した。
水泳運動およびトレッドミル歩行運動ともに、

酸素摂取量と心拍数との間に直線関係が成り立った。

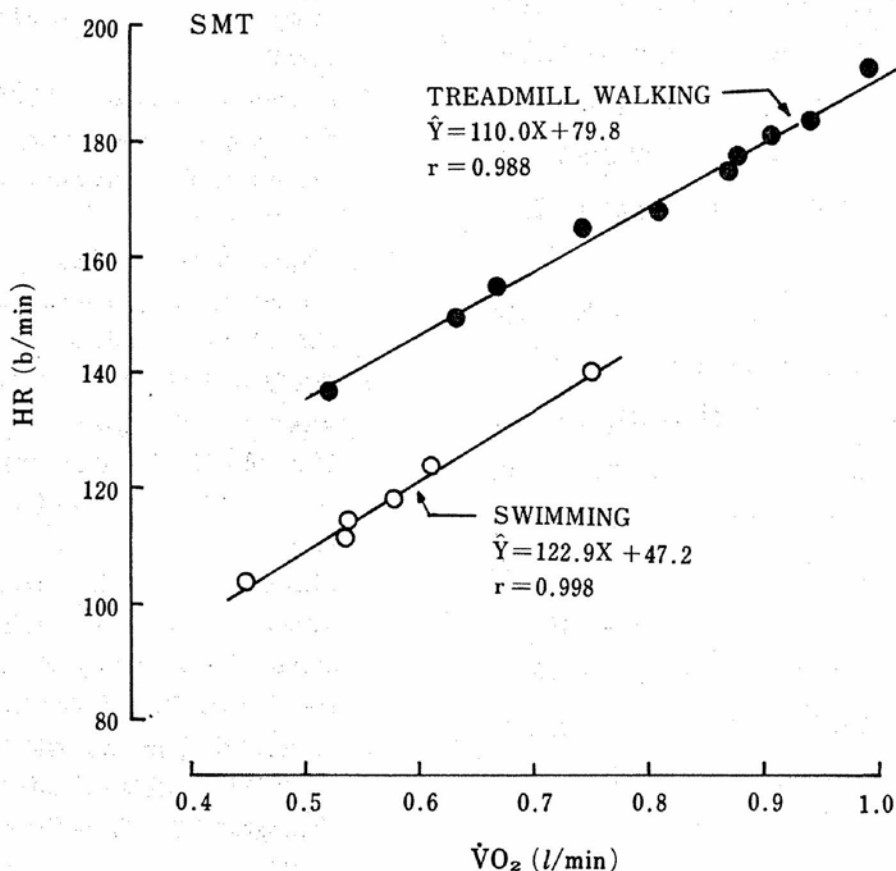


図2 脳性まひ児のトレッドミル歩行と水泳運動における酸素摂取量と心拍数との関係

考 察

本実験では、独立歩行の可能な脳性まひ児について、水泳運動中の酸素摂取量とトレッドミル歩行による最大酸素摂取量を測定した。

これは、水泳中の運動強度をエネルギー代謝の観点から確かめようとしたものである。その結果、水泳運動では0.75l/min、トレッドミル歩行では0.99l/minであった。同年令の健常児の自転車エルゴメータによる最大酸素摂取量は0.99l/minであり⁸⁾、本実験結果と同じ値である。しかし、体重当りの最大酸素摂取量は、本実験の脳性まひ児(45ml/kg・min)の方が、健常児(39ml/kg・min)よりも大きい値を示している。彼は水泳歴約4年余を有するが、独立歩行不可能であ

って、ランニングはできない。したがって、体重当りの最大酸素摂取量を増すトレーニングは、主として日常生活の身体活動水準の高さと、週3回の水泳運動の効果によることが示唆される。

水泳運動のエネルギー代謝については、多数の先人の業績がある。しかし、その多くは、水泳選手を対象としたものである。なかでも一流選手の場合には、水泳中の最大酸素摂取量とトレッドミル走の値との間に差がないといわれている^{4,7)}。他方、トレッドミル走^{3,6)}、トレッドミル歩行⁹⁾、自転車エルゴメータ²⁾による最大酸素摂取量の方が大きい値を示すという報告もあって、被検者や測定法のちがいによる最大値については一致した見解がない。

Holmér, I.⁵⁾は、同一被検者について、水泳運

動, トレッドミル走, 自転車エルゴメータによる最大酸素摂取量を比較した. その結果は, 9名の平均値で水泳運動による値は, トレッドミル走の89%であったという. しかし, 一流選手では91~101%に達するのに対して, 対照群では81%にすぎないと報告している. さらに, 同様な実験をおこなった Magel らの報告⁷⁾では, 健常者で71~75%であるという.

本実験の結果は, トレッドミル歩行の75%に相当するが, 年齢や日常の身体運動やトレーニングなどが異なるために, 単純な比較は困難であるとしても, かなり似通った値といえよう. この値を, 水泳運動における運動強度という観点からみると, 芝山ら¹⁰⁾の指摘するように, クロールの場合に最大能力の75~80%という値にほぼ一致している. しかも, 水泳運動の最高心拍数と最大酸素摂取量は, 他の運動種目よりも下回ることを考えるならば, トレッドミル歩行の75%は中等度の運動強度となるろう.

McArdle らの指摘する水泳中の最大酸素摂取量は, トレッドミル歩行より11%低いという報告を考慮するならば, 本実験の脳性まひ児の運動強度は, 陸上での最大能力の85%に相当することになるろう.

文 献

- 1) Åstrand, P.-O., T.E. Cuddy, B. Saltin, J. Stenberg; Cardiac output during submaximal and maximal work. *J. Appl. Physiol.*, **L9** : 268—274 (1964)
- 2) Åstrand, P.-O., L. Engstrom, B.O. Eriksson, P. Karlberg, I. Nylander, B. Saltin, C. Thoren; Girl swimmers. *Acta Paediat. Supple.*, **147** ; 43—63 (1963)
- 3) Åstrand, P.-O., B. Saltin; Maximal oxygen uptake and heart rate in various types of muscular activity. *J. Appl. Physiol.*, **16** : 977—981 (1961)
- 4) Dixon, R.W., Jr., J.A. Faulkner; Cardiac outputs during maximum effort running and

- swimming. *J. Appl. Physiol.*, **32** : 653—656 (1971)
- 5) Holmer, I; Oxygen uptake during swimming in man. *J. Appl. Physiol.*, **33** : 502—509 (1972)
- 6) Holmer, I., A. Lundin, B.O. Eriksson; Maximum oxygen uptake during swimming and running by elite swimmers. *J. Appl. Physiol.*, **36** : 711—714 (1974)
- 7) Magel, J.R., J.A. Faulkner; Maximum oxygen uptakes of college swimmers. *J. Appl. Physiol.*, **22** : 929—938 (1967)
- 8) 松井秀治, 三浦望慶, 小林寛道, 豊島進太郎, 後藤サヨ子; 小学生のステップテストに関する研究, 第2報, 小学生の最大酸素摂取量の発達とステップテスト, *体育科学*, **2** : 33—41 (1974)
- 9) McArdle, W.D., R.G. Glaser, J.R. Magel; Metabolic and cardiorespiratory response during free swimming and treadmill walking. *J. Appl. Physiol.*, **30** : 733—738 (1971)
- 10) 芝山秀太郎, 江橋 博, 西島洋子, 小野三嗣; 持久性運動時の生体反応に関する研究(2)長時間水泳運動について, *東京体育学研究*, **4** : 1—7 (1977)
- 11) 矢部京之助, 林 曼菟, 林 春生, 廖 幼芽, 戴 智権; 心拍数変動からみた障害児水泳の運動強度について, *体育の科学*, **30** : 683—687 (1980)
- 12) 矢部京之助, 三田勝己, 青木 久, 篠田達明, 高松潤子, 武山 孝; 心身障害者とくに脳性まひ児のスポーツ指導教程作成と用具の開発, デサントスポーツ科学振興財団報告書(1981)印刷中