

脳血管障害患者に対する水中運動を利用した運動療法の効果

- 1) 鳥取大学医学部医学科 社会医学講座病態運動学分野
- 2) 鳥取大学医学部医学科 社会医学講座健康政策医学分野
- 3) 鳥取大学大学教育総合センター 健康スポーツ科学
- 4) 八東町 保健センター

加藤敏明¹⁾, 西村正広¹⁾, 山下宏呂子¹⁾, 黒沢洋一²⁾,
加藤朋子³⁾, 平家由紀美⁴⁾, 木下実津代⁴⁾

The effects of the exercise therapy to make good use of aquatic exercise for the patients of cerebrovascular disease

Toshiaki KATO¹⁾, Masahiro NISHIMURA¹⁾, Hiroko YAMASHITA¹⁾
Youichi KUROSAWA²⁾, Tomoko KATO³⁾, Yukimi HEIKE⁴⁾
Mituyo KINOSHITA⁴⁾

- 1) *Division of Medical Science of Sports and Exercise, Department of Social Medicine, Faculty of Medicine, Tottori University, Tottori 680-8550, JAPAN*
- 2) *Division of Health Administration and Promotion, Department of Social Medicine, Faculty of Medicine, Tottori University, Yonago 683-8503, JAPAN*
- 3) *Division of Health and Sports Science, University Education Center, Tottori University, Tottori 680-8550, JAPAN*
- 4) *Hattou Town Public Health Center, Tottori 680-0601, JAPAN*

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the effects of aquatic exercise on physical function and ADL functional status in patients with moderate cerebrovascular disease. The subjects of this study were residents in a suburb of Hattou Town, aged 55-88 years old. They were provided instruction on aquatic exercise (stretching, walking, resistance exercise, recreational games and relaxation in the pool) as rehabilitation one time per week for 2 years. All subjects underwent performance testing and were given a questionnaire at the start of the study. Repeated testing was performed each 6 months. The evaluation after 2 years demonstrated a significant improvement in all performance testing except for a hands working test with a pegboard. A flexibility and zigzag walking test exceeded 2.0 on the rates of change after 2 year with a relative baseline value of 1.0 for each parameter. Physical function evaluation revealed a significant increase in those parameters (sitting and standing up test, rope working test for self-care evaluation, grip strength, 10 times step test on a stepladder and balance with eyes closed while standing as an equilibrium test). ADL function status (go up and down stairs, walking and transfer to a bed) revealed a significant

increase in the Barthel Index questionnaire. Thus improvement in physical performance by aquatic exercise was reflected in the improvement of ADL function status on moderate cerebrovascular disease patients.

(Accepted on September 16, 2005)

Key words : cerebrovascular disease, exercise therapy, aquatic exercise, intervention study

はじめに

鳥取県における40歳以上の初発脳卒中発症者数は1985年から2001年の17年間で総数12,529人に及ぶ¹⁾。1年間に平均すると737人が発症していることになる。また、脳卒中を含めた脳血管障害(CVD)は高齢期に発症しやすいことや、それによって引き起こされる運動障害や感覚障害、高次脳機能障害により、片麻痺や失語、失行、失認などの障害を生み、高齢者が寝たきりになる最も大きい因子であるとされている²⁾³⁾。

発症後の機能回復訓練は、初期の約1ヵ月間(急性期および回復早期)は、リハビリテーション専門医や理学療法士(PT)らによって、ベッドサイドでの受動的廃用症候群予防対策(姿勢保持・姿勢変換・関節可動域保持など)や能動的廃用症候群予防対策(座位訓練・ADL訓練・歩行訓練など)が行われる⁴⁾⁵⁾。このとき運動療法への動機付けのために、軽症であれば早期からスポーツを取り入れた種目を導入することも奨励される⁶⁾。回復早期を過ぎると、患者の全身状態やバイタルサイン、神経症状が安定を示す慢性期に入る。このときADL機能がある程度確保され、嚥下障害や括約筋障害などのベッド生活に必要な機能に問題がなければ、退院して自宅療養に入る場合が多い。

機能回復訓練は、個々の患者の障害の程度に応じて、診察時に運動処方箋が出される。軽症の場合は、血圧上昇などの危険因子に注意し、運動負荷試験による不整脈出現レベル以下の運動強度を遵守するといった注意点を除けば、ほぼ健常者と同様に扱い、当事者の希望した運動種目を自由に選ぶこともできる。これに対し、重症患者では歩行に介助が必要であり、移動は車椅子を使用しなければならない場合が多く、自宅での機能回復は難しい場合が多く、リハビリテーション専門病院において、内科的リスクに注意しながら、当事者の生活行為の異常パターンや筋緊張亢進を抑えて、

また健側の過剰な努力を避けて、できる限り正常な動きを引き出して、ADLが遂行できるような動作を獲得させていくことが図られる。

本研究で対象者とした者は、中等度レベルの障害を有する自宅療養者である。すなわち、歩行障害はあっても独歩が可能であり、片麻痺等の機能障害はみられるものの、ADL機能がおおむね自立できる範囲で確保されていると診断された者である。しかしながら、かれらの多くは一定期間の廃用症候群によって、筋力や持久力、調整力の衰退が著しく、動作の遅延やバランス能力の低下、スタミナの低下が顕著である。そのために、ふらつきやつまづきが起きやすく、それによる転倒の可能性が高くなる。また機能回復訓練に対する苦痛や不安感、あるいは回復意欲の衰退があり、自宅での運動療法を達成困難なものにしていると観察された。

本研究は、このような慢性期に入った中等度CVD患者に対して、医療機関や自宅での個別訓練ではなく、自治体の施設(保健センターの温水プールおよび機能回復訓練室)を利用して、医師や運動療法の専門家の指導のもとに、運動指導者と保健師によって、主に水中運動を利用した集団指導と個別指導の両者を組合せた運動療法を試み、身体機能の回復度にとどの程度の効果が上がるかについて検討をすることを目的とした。自治体によるこのような取り組みは過去に例が少なく、今後の地域医療に対して多くの示唆を与え、CVDからの機能回復に寄与するものと考えられる。

方 法

(1)対象

対象者は、鳥取県H町における転倒予防教室に参加した男性7名である。彼らはCVDを発症し、その後6ヶ月以上が経過した慢性中等度障害者である(表1)。平均年齢は68.1歳(SD=6.0歳)であり、最高齢67歳、最低齢55歳であった。対象者の抽出方法は、同町の保健師、看護師による健康

表1. 対象者のベースライン時の身体状況

氏名	性別	年齢	BMI	安静時血圧	主病 / 症状
MM	male	68	22.8	148 / 94	脳血栓 / 左四肢筋力低下
SK	male	75	26.9	151 / 86	脳梗塞 / 右麻痺・高血圧・膝痛
GK	male	73	20.3	150 / 90	脳梗塞 / 右麻痺
MT	male	70	25.5	156 / 93	脳出血 / 右麻痺
GM	male	67	23.4	172 / 78	脳出血 / 右麻痺
KH	male	69	27.9	135 / 85	脳血栓 / 左麻痺
MY	male	55	22.7	133 / 87	脳出血 / 肩痛・筋力低下

調査結果から該当する対象者，すなわち過去にCVDを発症し，その後のリハビリテーションによってADLはなんとか確保されたものの片麻痺や種々の廃用症候群を有する中等度レベルの障害が残っている自宅療養者を選択し，本事業への参加を呼びかけた．参加を呼びかけるにあたっては，送迎方法や機能回復訓練の内容，安全の確保と危険性，経済的負担および個人情報の管理についての十分な説明を行った．上記の7名は，それに対して十分に納得し同意を示した者達である．

(2)機能回復訓練プログラム

対象者は，週1回の教室開催日には，公用車の送迎によって保健センターに参集し，他の障害や機能低下により本教室に参加している参加者と一緒に，開始前に身体状況の把握や血圧測定などの問診を行い，その後に機能回復訓練プログラムを運動指導者と保健師，看護師によって指導を受けた．プログラムの内容は，医師や運動療法の専門家の指導のもとに表2に示したような①更衣をして準備運動（採暖室にて拘縮緩和運動としてのストレッチ体操）を行った後に②主運動（スロープを利用しての入水・水中ストレッチ・水中歩行・ゲーム）があり，最後に③整理運動（浮き輪を利用したリラクゼーション）を行って終了となる約60分間で構成されている．しかしながら，室内温と外気温の差が大きい寒冷期や，気分転換を図りたいときなどは，機能回復訓練室で奈良ら⁷⁾の推奨する体操やラージボール運動，あるいは屋外の散歩なども取り入れた．また，運動の遂行や更衣などには介助や転倒防止補助も必要になってくるために，対象者と同年代の3～4名の女性ボランティアの助けをかりた．ボランティアは同町におい

て開催されている運動を中心とした健康教室経験者であり，水中運動やストレッチ体操などの指導を受けた者である．また，機能回復程度や総合的体力における個人差やその日の体調などを考慮して，集団としてプログラムを進行させながら，個別に運動の量や質の増減を調整して行った．教室開催期間は2年間であり，週1回の頻度で年間40回に亘って行われた．

(3)身体機能測およびADL，QOL調査

身体機能の改善を見るために，ベースライン時に，そしてその後6ヶ月毎に表3に示すような身体機能測定を行った．体脂肪率は(株)タニタ製体内脂肪計を用いてインピーダンス法によって計測した．日常生活に必要な身体機能の測定は明治生命体力医学研究所考案の生活体力テスト⁸⁾を採用した．このテストは起居能力（臥位→立位→座位→立位）・歩行能力（障害物回避10m歩行）・手腕作業能力（机上手腕動作）・身辺作業能力（脱衣着衣を模倣した動作）の4種類の基本的生活動作遂行時の所要時間を計るものである．平衡性を調べるテストは，(株)アニマ製の重心動揺計を用いて30秒間の閉眼両足立ち姿勢における重心動揺面積を測定した．踏み台昇降運動は，高さ15cmのステップ台を昇降する運動を10回行う所要時間を計測した．

また，日常生活のADL機能の困難さをBarthel Index⁹⁾によって問診し，日常生活におけるQOLの評価については，張らの「高齢者の生活満足尺度」¹⁰⁾によって調査した．統計処理にはエクセル統計2004を使用し，2群の差の検定にはt検定を，選択肢の回答の検定には χ^2 検定を用い，5%水準以下を有意差とした．

表 2. 機能回復訓練プログラムの内容

開始時刻	プログラム内容 (水温31°C, 室内温30~35°C, 採暖室温40~45°C)
13:30	対象者の集合 血圧測定と問診 (身体状況や生活状況などについて)
14:00	更衣 (必要に応じて介助を行う)
14:15	準備運動 (採暖室にて全身の拘縮緩和運動としてのストレッチ体操)
14:30	シャワーを浴びて入水 (斜度10%のスロープを使っての入水) 水中運動 (1) 水中歩行 (2) 水中ストレッチ (3) ボールなどを使ってのゲーム (4) 浮き輪やスードルを使ってのリラクゼーション (5) スロープを使っての出水
15:00	シャワー・更衣 (必要に応じて介助を行う)
15:15	血圧測定と問診 (今日の運動強度や自覚症状について)
15:30	おやつとフリータイム
15:50	終了

表 3. 身体機能測定項目およびADLおよびQOL調査

1) 身体組成	①BMI	②体脂肪率
2) 身体機能測定	①基本的な生活動作能力 (生活体力) ⁸⁾ 起居能力・歩行能力・手腕作業能力・身辺作業能力	
	②行動体力 握力・長座位体前屈・閉眼両足立ち重心動揺面積・踏み台昇降運動	
3) ADLおよびQOL調査	① Barthel Index ⁹⁾	
	②生活満足度尺度 ¹⁰⁾	

結 果

(1) ベースライン時からの機能回復程度

2年間の機能回復訓練によって対象者の身体機能は、多くの項目において改善が示された。すなわち、ベースライン時の測定値を1.0として、その後の測定値を比率で示してみると、平均値の推移は図1のようになった。身体機能の中で最も改善が示されたのは、柔軟性の指標である長座位体前屈であり、1年後で2.2倍、2年後で3.0倍の改善がみられた。続いて身辺作業能力が1年後で1.9倍、2年後で2.1倍に改善され、麻痺が残る側の患側握力が1年後で1.3倍、2年後で1.9倍に改善された。歩行能力は1年後で1.3倍、2年後で1.9倍に、起居能力は1年後で1.5倍、2年後で1.8倍に、踏み台10回昇降運動所要時間では1年後で1.4倍、2年後で1.7倍に、平衡性をみた閉眼両足立ち重心動揺面積では1年後に1.3倍、2年後に1.4倍の改善をみることができた。これらはすべて、ベースライン時に比べて統計的な有意差を示した。両手指の動きと目の協応能力の指標であ

る手腕作業能力 (2年後で1.2倍) と麻痺の無い側の健側握力 (2年後で1.2倍) については、平均値は向上したものの統計的に有意な改善とは至らなかった。

また、本来再発予防の点からも改善が期待された安静時血圧や、合併症の発症予防や日常動作の物理的負担の軽減から期待される肥満度 (BMI および体脂肪率) の改善についても、2年間の中で有意な減少はみられなかった。週当たりの運動量からみても、そのような生活習慣病の改善に効果が期待されるレベルまでは達し得なかったと考えられる。

(2) 機能別回復傾向の相違

身体機能が回復していく様子を経時変化で見ると、大きく3群に分けられることが示唆された。すなわち、まず座位体前屈に代表される変化の大きい身体機能群である。この中には身辺作業能力や重心動揺面積が挙げられる。2年間でベースライン時の2.0~3.0倍の改善がみられるという点と、経時変化の中で測定値が減退したりすることもあるという不安定性の2点の特徴を持っている

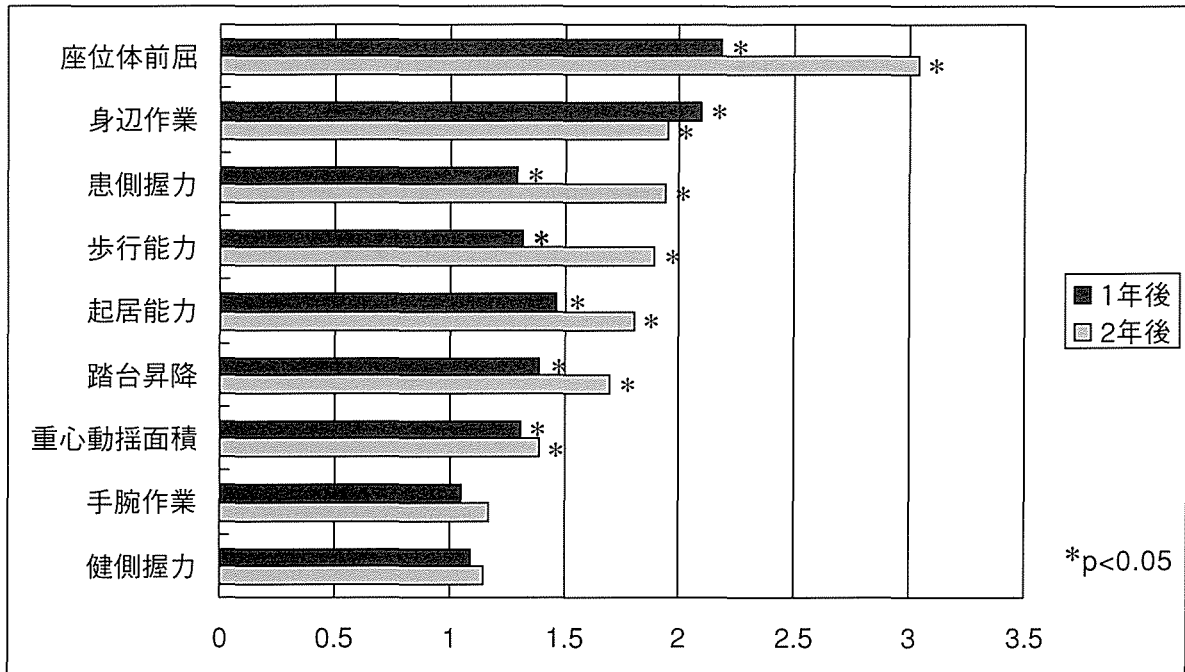


図1. 1年後および2年後の機能回復訓練による身体機能の改善状況
 (ベースライン時を1.0とした場合の1年後と2年後の変化率を表す.
 * : ベースライン時に対しての統計的な有意差を示す.)

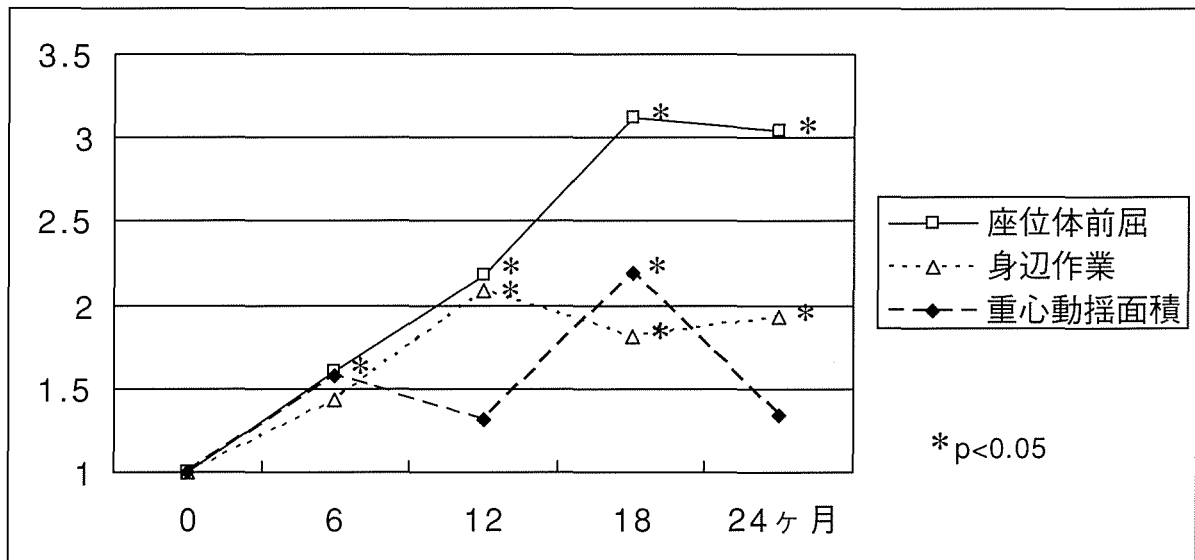


図2. 機能回復訓練において変化が大きいか不安定だった身体機能群の経時変化
 (ベースライン時を1.0とした場合の2年間の変化率を表す.
 * : ベースライン時に対しての統計的な有意差を示す.)

群である。

次の群は、6ヶ月ごとの測定において堅実な向上をみせた身体機能である。これには、基本的な生活動作能力としての起居能力や歩行能力および踏

み台昇降能力や患側握力が挙げられる。6ヶ月ごとに1.0~1.4倍の向上がみられ、2年間でおよそ2.0倍の改善を示している点が類似している。

最後の群は、機能回復訓練によって改善がほと

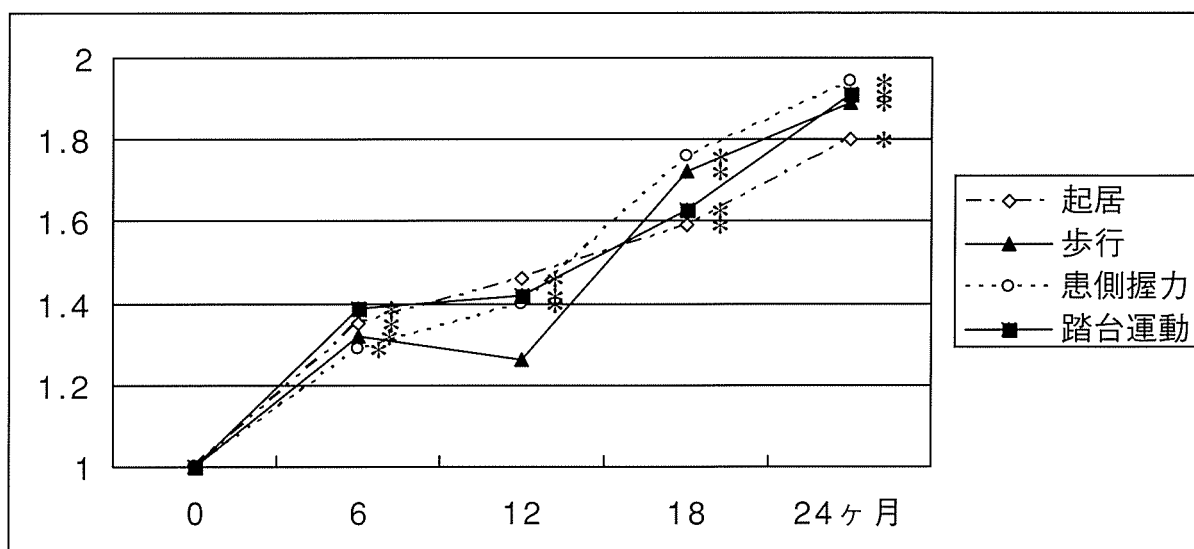


図3. 機能回復訓練において変化が安定していた身体機能群の経時変化
 (ベースライン時を1.0とした場合の2年間の変化率を表す。
 * : ベースライン時に対しての統計的な有意差を示す.)

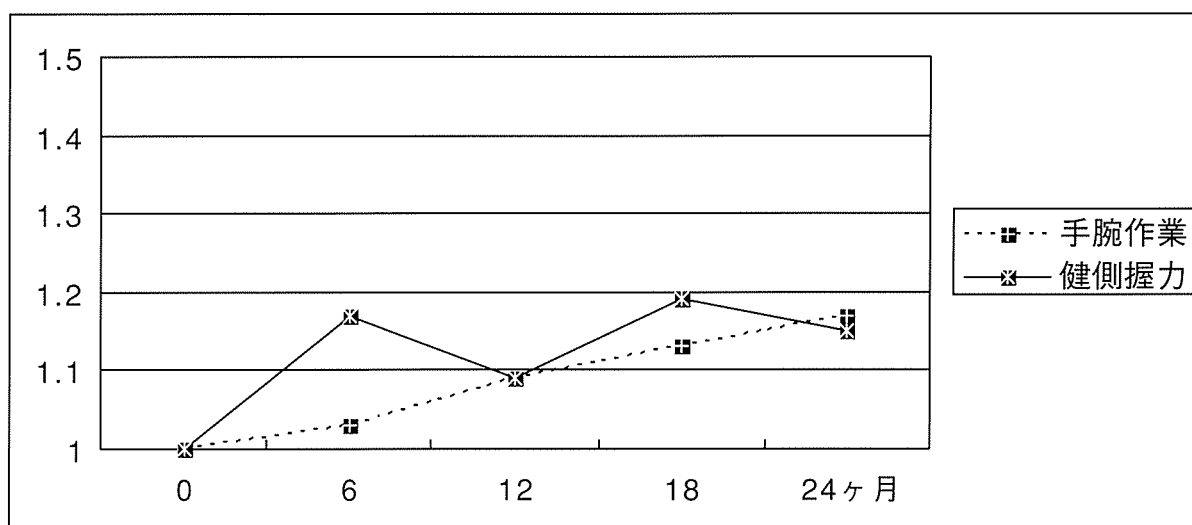


図4. 機能回復訓練において変化が小さかった身体機能群の経時変化
 (ベースライン時を1.0とした場合の2年後の変化率を表す.)

んどみられなかった身体機能である。手腕作業能力と健側握力がこの中に入る。2年間の中でどの期においても統計的に有意差がみられなかった。

(3)ADLおよびQOLにみる改善

Barthel Index⁹⁾を使用して、日常生活におけるADL機能の困難さやその改善について問診により調査した結果では、平均値において改善がみられた項目も多くあったが、ベースライン時に対して統計的に有意差のあったのは「階段昇降」のみ

であった。また、QOLの変化を把握するために、張らの高齢者の生活満足度¹⁰⁾を使用して問診を行った結果ではベースライン時に対して2年後に「人生に対する満足感」「仕事がまだまだできるという気持ち」「気力の減退が少なくなった」「健康不安が減った」において統計的に有意な改善がみられた。

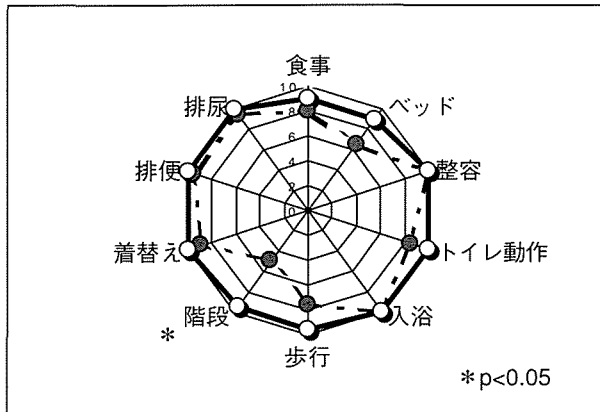


図5. 日常生活のADLにおける前後比較

(Barthel Index⁹⁾を使用。●ベースライン時，○2年後。各項目10点満点。ただし整容と入浴については5点満点なので2倍して表示した。2年後に「階段昇降」において統計的に有意な改善がみられた。)

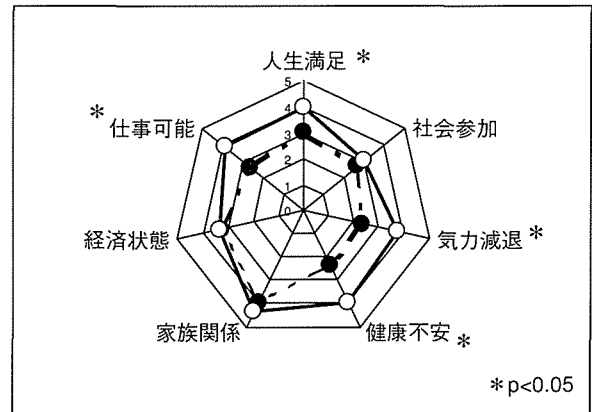


図6. QOLに関する前後比較

(張らの尺度¹⁰⁾を使用。●ベースライン時，○2年後。2年後に「人生に対する満足」「仕事ができる」「気力の減退が少なくなった」「健康不安が減った」において統計的に有意な改善がみられた。)

考 察

CVDの発症に伴う急性期の入院加療において、一定期間の臥床状態を余儀なくされた結果、廃用症候群が少なからず起こる¹¹⁾。そして廃用症候群はまず関節拘縮、筋萎縮、骨萎縮といった運動器に起きやすい。矢部ら¹²⁾も、発症前に自力歩行が可能であった高齢患者の3割は、急性期治療後に歩行能力の低下を示し、その後寝たきりあるいは寝たきり予備状態に陥っていたと報告している。また痴呆発症の調査¹³⁾では、その発症の最も大きな原因として入院を挙げている。ということは、臥床日数をいかに少なくして、廃用症候群の被害を減らし、有効な機能回復訓練を早期に始めなければ、神経症状が回復したとしても、その後のADLやQOLを取り戻すことが難しいことを示唆している。矢部ら¹²⁾は機能回復が可能となる平均臥床期間をおよそ2週間としている。

しかしながら、理想とする早期の離床と機能回復訓練の開始は必ずしも容易ではない。自宅における改装の必要性や本人の精神的安定、周囲の支援体制などに時間がかかる場合が多いのが現状である。本研究においても、対象者は発症後6ヶ月以上、退院後4ヶ月以上が経過しており、また退院後は自宅での機能回復訓練はおろか、努めてからだを動かすようにすることもほとんど行っていなかったという状況であった。おそらく本教室の

ような支援がなかったら、対象者の多くは寝たきりに近い状態になっていたと推察される。

CVD発症後の機能回復訓練の開始時としては遅きに至る状況ではあっても、訓練の効果はかなり顕著に認められた。運動実施の効果の現われ方は、同年代の障害の無い者を対象にして行った結果¹⁴⁾¹⁵⁾¹⁶⁾を大幅に上回るものであった。この辺りがトレーニングとリハビリテーションの相違点、すなわちトレーニングによる効果が期待される範囲(トレーナービリティ)が廃用症候群の無い者では小さく、障害によって廃用症候群が起こった者にとっては大きいと考えられる。

具体的な機能回復についてみると、廃用症候群として最も早く起こる関節拘縮の緩和については、十分なストレッチ体操を暖かい環境下(採暖室:室温40°C前後)においてできたことと、重力負荷を軽減してくれる水中で時間をかけて十分なストレッチ体操ができたことが有効な成果(3.0倍の改善)を上げた要因と思われる。評価指標は体幹の前屈動作であったが、その他の関節運動においても改善効果はみられ、そのことが身辺作業能力や起居能力の動作遂行の成績向上につながったと観察された。加えて腰痛が改善したという身体状況記録が多くみられた。

筋萎縮に伴う筋力低下の改善についても訓練の効果は大きかった。麻痺のある側の握力(患側握力)は、健側握力の平均30%程度に低下していた。

それに対して、上肢のストレッチ体操や両手でからだを支える動作あるいは患側の手だけで支える動作、いろいろな物を握る動作などでトレーニングされてベースライン時の1.9倍に回復した。10 kg未満に低下した患側握力（前腕屈筋力）が20 kg近くまで回復したことを示唆しており、日常生活において不自由さをかなり克服できるようになったとみられる。

状況に応じて適切な力の出し方ができる能力、すなわち神経筋協応能が回復してきたことは、水中運動の利点¹⁷⁾¹⁸⁾¹⁹⁾を利用した運動の成果であると考えられる。一つは水中運動における浮力の効果による成果である。陸上歩行ではいまだ麻痺側の歩行障害がみられる者が、水中ではほぼ正常歩行になっているケースが多く観察された。神経症状の回復が進んでくれば、浮力によって重力の影響が小さくなる水中ならば少ない筋力でも意図する運動ができるようになったことを示している。また一つは水中運動における水の粘性抵抗の成果である。水の粘性抵抗が筋力負荷となって徐々に脚筋力も回復させてきたと考えられる。そして、脚筋力の増強を期待しながら、しかし浮力や水流によって不安定性も生じる水中運動では、歩くという動作における神経と筋の協応能力がより求められることになり、平衡性を含めた神経筋協応能が向上したと考えられる。例えば評価指標としての歩行能力テストは、10m間に障害物を2mずつ左右50cm側方に置き、それをジグザグに歩きながら回避していくという動作の所要時間を測定したものであるが、ベースライン時の1.9倍向上した。訓練を今後も継続することで、重力下での歩行も正常に回復する可能性を示唆するものと考えられる。また、踏み台昇降運動（高さ15cmの踏み台を昇降10回）の所要時間の大幅な短縮も同様の脚筋力の増加および脚の神経筋協応能の向上と平衡能の向上の総合的な回復効果を示すものと思われる。

これらの身体機能の回復により、日常生活でのADLの改善が認められた。2年間の訓練前後で有意差の認められたのは「階段の昇降」だけであったが、他の項目でも平均点では上昇がみられた。日常動作が活発になり、家の中やその周辺で自分が活動できる機会が増えたことは、家の周りで「自分にできる仕事がある」ことに気づかせることになり、「生きていく気力が満ちてきた」こと

につながった。その結果「健康に対する不安は減少」し、「人生に対する満足度は向上した」ことを示唆した。新井²⁰⁾も運動機能の改善がメンタルヘルスに好影響を与え、長期的にはうつ状態の悪化の防止効果につながったことを報告しているが、本研究においても同様の効果が得られたと考えられる。

結 語

CVDの慢性期に入った中等度障害者7名を対象として、自治体の保健センターを利用し、運動指導者と保健師、看護師によって、主に水中運動を中心とした個別指導と集団指導を組み合わせた機能回復訓練を、週1回の頻度で2年間継続した結果は、柔軟性の向上や筋力の回復やそれに伴う神経筋協応能の改善を示唆するような身体機能の改善が統計的に有意に認められた。また、日常生活の中での階段昇降の改善にもつながり、生きがい感の向上や健康不安の軽減に好影響を示し、QOLを高める効果があったことが示唆された。自治体によるこのような取り組みは過去に例が少なく、今後の地域医療に対して寄与する資料と考えられる。

本稿を終えるにあたり、研究対象者として参加いただいた被験者の方に、またその活動を影で支えていただいたボランティアの方に、そして多大な協力をいただいた八東町保健センターの職員の方に心よりお礼を申し上げます。なお、本研究は文部科学省科学研究費補助金（課題番号15500483）および地域貢献特別支援事業費（2003～2004）によって補助を受けて行われており、感謝の意を表します。また研究の一部は第59回日本体力医学会において発表した。

文 献

- 1) 倉鋪桂子, 尾崎米厚, 岡本幹三, 嘉悦明彦, 能勢隆之, 長田昭夫. (2004) 鳥取県における脳卒中発症の季節および曜日変動について. 米子医学雑誌 55, 249-257.
- 2) 内閣府編. (2002) 高齢者の状況. 平成14年度高齢社会白書, 66-78.
- 3) National Institute of Neurological disorders and Stroke. (1990) Classification of cerebrovascular disease III. Stroke 21, 637-676.

- 4) 新井雅信. (1991) 脳血管障害, 神経疾患の運動療法. *Current Therapy* 9(7), 1369-1373.
- 5) 坪井安広, 新井雅信. (1993) 神経内科の理学療法. *臨床スポーツ医学* 10, 448-452.
- 6) 新井雅信. (1994) 急性疾患回復期の運動処方—リハビリテーションの立場から. *診断と治療* 82(9), 1587-1593.
- 7) 奈良勲, 藤村昌彦. (2003) 虚弱・障害高齢者のための健康体操テキスト. 医歯薬出版 Pp.98.
- 8) 種田行男, 荒尾孝, 西嶋洋子, 北島義典, 永松俊哉, 一木昭男, 江橋博, 前田明. (1996) 高齢者の身体活動能力(生活体力)の測定法の開発. *日本公衆衛生雑誌* 43, 196-208.
- 9) Mahoney, F. I. and Barthel, D. W. (1965) Functional evaluation; the Barthel index. *Md St Med J*, 14(2), 61-65.
- 10) 張美蘭, 金憲経, 田中喜代次, (1998) 高齢者の生活満尺度の構築. *教育医学* 43(4), 360-370.
- 11) Deitrick, J. (1948) Effects of immobilization upon various metabolic and physiologic functions of normal men. *Am J Med* 4, 30-36.
- 12) 矢部弘子, 鎌田ケイ子. (1996) 急性期における寝たきり予防. *老人ケア研究* 4, 11-15.
- 13) 東京都老人総合研究所看護学研究室. (1995) 小金井市における痴呆老人実態調査報告書.
- 14) Kato, T. and Kurosawa, Y. (2002) Effect of Long-Term Exercise on physical Function and medical Examination in Elderly Women. *Yonago Acta medica* 45, 75-88.
- 15) 加藤敏明, 清水克哉, 黒沢洋一, 波多野義郎, 椎名健. (2000) 在宅高齢男性の健康度評価システムの開発. *米子医誌* 51, 205-217.
- 16) 黒沢洋一, 加藤敏明, 細田武信, 森田曜, 大城等, 能勢隆之. ウォーキングが高齢振動障害患者の生活体力に与える効果に関する研究 (2001) *日本公衛誌* 48, 897-902.
- 17) Onodera. S., Miyachi. M., Yano, H., Nakamura, Y., Kimura, K. (1994) Effect of Differences in Buoyancy of Water on Oxygen Uptake and Heart Rate during Swimming. *Med Sci Aqua sports* 39, 126-130.
- 18) 小野寺昇. (2000) 水中運動と健康増進. *体育の科学* 50(7), 510-516.
- 19) 小野寺昇, 宮地元彦, 矢野博己, 宮川健. (1998) 水の物理的特性と水中運動. *バイオメカニクス研究* 2(1), 33-38.
- 20) 新井雅信. (1992) 神経疾患とスポーツ医学. *逡信医学* 44(1), 7-19.