

慢性期脳卒中片麻痺患者に対する運動負荷試験の有用性

宮下 智・毛利 光宏・小野 武也*

宮下 智恵美**

鈴木 洋児***

Assessment of the Usefulness of Motor Stress Test on Patients with Chronic Cerebrovascular Disease

Satoshi MIYASHITA, RPT, M.A., Mitsuhiro MOURI, RPT, M.S., Takeya ONO, RPT, M.S.*

Chiemi MIYASHITA, RPT.** , Youji SUZUKI, Ph. D.***

Abstract : Motor stress test is generally regarded as a useful tool for evaluation of the exercise tolerance. Motor stress test has been hardly in execution for patients with cerebrovascular disease(CVD) because of the increase in the abnormal movements, such as synergy and associated movements. Decline of the exercise tolerance caused by decreased physical activity with hemiparesis was considered to be problematic. Evaluation of the proper activity from the motor stress test with a knowledge of individual exercise tolerance is important for instructing physical therapy. We performed the motor stress test on fifteen hemiplegic patients with chronic CVD and evaluated their exercise tolerance. Their stabilometry and muscle strength were measured before and after the test. There were no significances between the values measured before and after the test. We observed fifty-percent decline of oxygen uptake compared with that of normal subjects of the same age without the increment of abnormal movements. These results indicate that the motor stress test on CVD patients is useful with the evaluation of the proper activity of patients.

Key words : Cerebrovascular disease, Exercise tolerance test, Cycle ergometer.

はじめに

脳卒中片麻痺患者の主な障害は運動麻痺であり、発症することにより、著しい身体活動量の減少が生じる。このことに対して理学療法士は、長時間を費やし動きの正確性、再現性などの質の向上とともに、身体運動能力である呼吸・心臓血管系応答能力の向上も治療目標として進めて行く。しかし理学療法士の行う評価・治療には「このように

動いてください」「このような動きはしないでください」と言った質的な要素が多く、「何分間、動きなさい」「どのくらいの距離を歩きなさい」などの量的な指導項目が少ないのが現状である。このことは、脳卒中片麻痺患者に対する呼吸・心臓血管系応答のデータが少ないからであると考えられる。脳卒中片麻痺患者の運動耐応能がどの程度患者にあるかを理学療法士が把握しておくことは、治療を進める上で必要であり、退院後の生活を考えるための重要な項目である。しかし運動耐応能の評価については、一般的に運動負荷試験が用いられることから、脳卒中片麻痺患者の場合、特有の症状である患側の筋緊張増強や共同運動・連合反応による異常動作の出現が予測される。このことはそのまま姿勢・動作に悪影響を及ぼすことにつな

* 山形県立保健医療短期大学理学療法学科
山形市上柳 260 番地

** 老人保健施設サクラパレス

*** 東京大学医学部

* Yamagata School of Health Science

260 Kamiyanagi, Yamagata-Shi, Japan

** Sakura palace facility for health care of the aged

*** University of Tokyo

がり, 日常生活活動や治療に影響を及ぼす。以上のことから, 運動負荷試験は, 脳卒中片麻痺患者に対して, 積極的には行われていないのが現状である。

1985年以降の国内で, 脳卒中片麻痺患者を対象として, エルゴメーターやトレッドミルなど測定機器を使用した運動負荷試験を行った先行研究は14件あり, 内, 最大酸素摂取量を求めたものは7件であったが, 論文として掲載されているものは少ない。原(1992¹⁾・1993²⁾は上肢用エルゴメーターで最大酸素摂取量を求めており, 最大酸素摂取量は握力との相関があると報告した。間嶋(1993³⁻⁴⁾)は下肢エルゴメーターを用い, 無酸素性作業閾値(anaerobic threshold: AT)レベルの訓練は最大酸素摂取量に影響しないと報告している。また大槻(1994⁵⁾)も下肢エルゴメーターを用い, Brunnstrom recovery stage (以下, Br-stage)間で最大酸素摂取量に差は生じないと報告している。いずれの研究も脳卒中片麻痺患者の呼吸・心臓血管系応答そのものを検討しており, 運動負荷試験を行うことで筋緊張等に及ぼす影響についての検討はされていない。

本研究は慢性期の脳卒中片麻痺患者に運動負荷試験を行い, 試験前後の重心動揺・筋力を比較する。慢性期の脳卒中片麻痺患者を被験者に選んだ理由は, 機能的にプラトーに到達しているため, 阻害因子を最小限にとどめることが可能になると考えたからである。実験を進めるにあたり, 脳卒中片麻痺特有の症状であり, 理学療法士が抑制したい共同運動や連合反応, 筋緊張が仮に増強されるのであれば, それぞれの測定値に影響が生じ, 脳卒中片麻痺患者に対する運動負荷試験は, 有用でないと結論される。しかし運動前後の値に差が生じなければ, 最大酸素摂取量とともに脳卒中片麻痺患者に対する運動負荷試験の有用性が示され, 運動耐応能という視点で検討が可能になる。この実験を通して, 本研究は脳卒中片麻痺患者に対する運動負荷試験の有用性の提示をはかることを目的とする。

方 法

1. 対 象

被験者はH病院に入院中で歩行可能であり, エルゴメーター上で座位保持可能で慢性期の脳卒中

片麻痺患者を無作為に15名抽出した。内訳は, 男性13名, 女性2名で, 平均年齢は63.7歳(SE=1.5)であった。病名は脳出血9名, 脳梗塞6名で右片麻痺6名, 左片麻痺9名であった。発症からの本試験までの期間は, 平均949日(SE=248)で, 下肢のBr-stageはIIIが2名, IVが7名, Vが3名, VIが3名であった。また移動レベルは, 独歩4名, 杖使用8名, 杖と短下肢装具(Shoe horn brace: SHB)使用が3名であった。いずれの被験者も高次脳機能に問題なく, コミュニケーション可能であり, 自転車エルゴメーター上で自力で座位保持が可能であった。

2. 手続き

被験者には本実験における目的と内容の説明をし, 主治医の承諾を確認, デモンストレーションを行った後, 同意・署名を得た。そして緊急時に対処できる指導者のもと実験を開始した。実験手順は, 運動負荷試験の前にプレテスト(PRE)を, 運動終了後, 心拍数の回復を持ってポストテスト(POST)を実施した。プレ, ポストテスト項目は以下の通りである。

- (1) 重心動揺測定はアニマ社製GS10で, 総軌跡長(LNG: 重心動揺距離), 重心動揺実効値(RMS), 矩形面積(REC AREA: 重心動揺面積), 重心動揺集中面積(SD AREA)を求めた。
- (2) 筋力は膝関節90°で屈曲伸展の等尺性筋力をOG技研社製マスキュレーターGT30で測定した。
- (3) 運動負荷試験はモナーク社製エルゴメーター829E型を使用し, 患側でハンドルとペダルを保持できない場合には, テープで固定した。ペタリング頻度は1分間に60回とした。安静時値を決定するため自転車で3分間座位姿勢を維持させた後, 0 Watt(以下, W)から3分毎に10Wずつ増加させる漸増負荷運動をall-outするまで行った。all-outの基準は, 推定最大心拍数に達した時, ボーグの主観的運動強度(RPE)で19以上を示した時とした。呼気ガス収集にはダグラスバッグ法を用い, 各ステージの2分から3分の1分間の呼気ガスを採集した。換気量測定はガスメーターで, ガス分析は日本電気三栄社製エアロビクスプロセッサ391で酸素摂取量を求めた。血圧

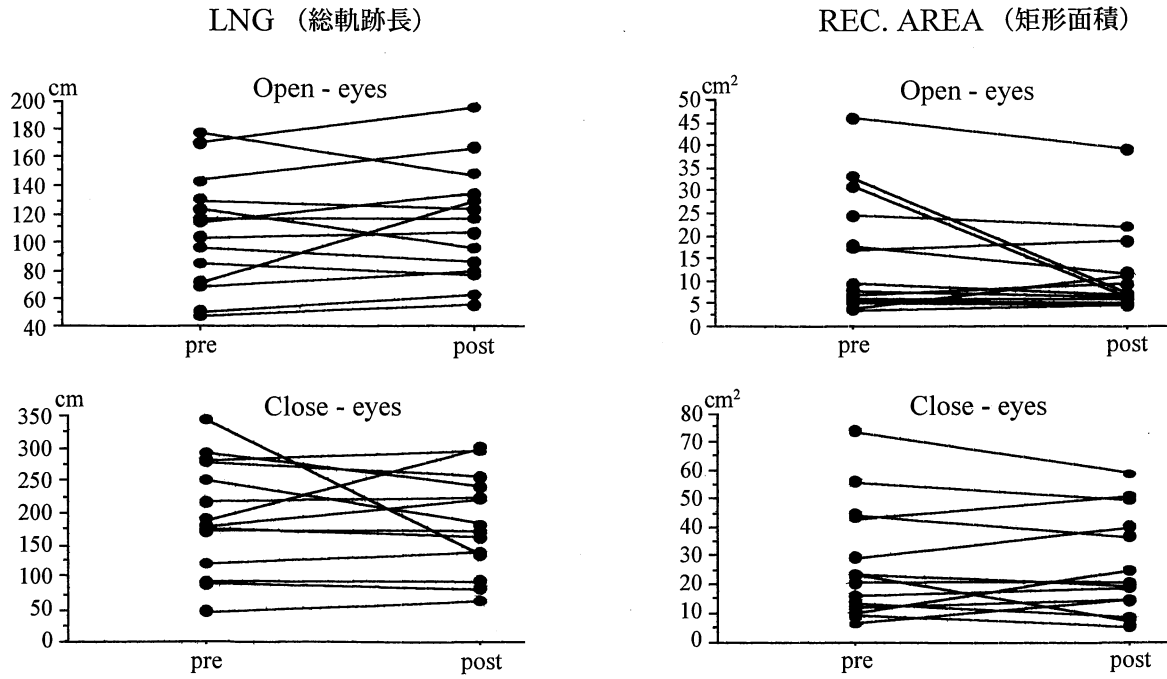


Fig. 1 重心動揺測定結果

と心拍数は、旭光物産社製 CM-4001 で毎分測定し、その際、被験者に主観的運動強度 (RPE) を確認した。

統計処理は運動前後の測定値から、平均値を対応のある t 検定で、個々のデータについては相関係数で求め、検定は Fisher の r の z 変換を行った。その際の有意水準はそれぞれ 5% とした。

結果

1. 最大酸素摂取量の平均は $10.0 \pm 4.1 \text{ ml/kg/min}$ であった。
2. 最大心拍数は 110 ± 25 拍/分であった。
3. all-out 時の平均仕事量は $26.7 \pm 16.3 \text{ W}$ であり、運動持続時間は 10 分弱であった。

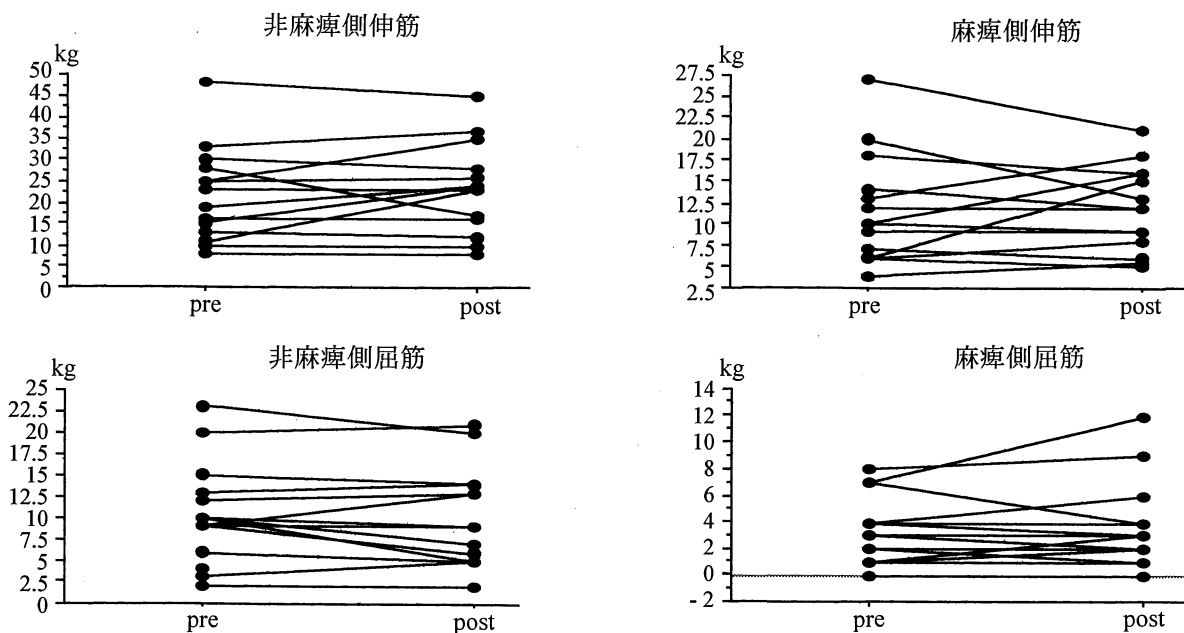


Fig. 2 膝関節筋力測定結果

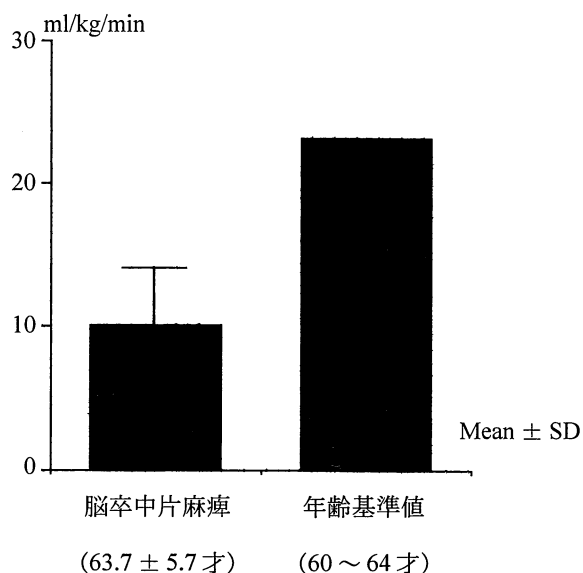


Fig. 3 脳卒中片麻痺患者の最大酸素摂取量と同年齢基準値

- 重心動揺テストは、運動前後の平均値の比較で、開眼のLNGが+5% ($t=-0.61, df=13$), 閉眼のLNGが-5.9% ($t=0.91, df=13$), 開眼のREC.AREAが-25.8% ($t=1.81, df=13$), 閉眼のREC.AREAが-2.2% ($t=1.01, df=13$) 増減したが、運動前後で有意差は認められなかった (Fig. 1)。運動前後の相関関係は開眼のLNG ($r=0.93: z=5.61, df=14, p<0.05$), 閉眼のLNG ($r=0.81: z=3.69, df=14, p<0.05$), 開眼のREC.AREAが ($r=0.69: z=2.71, df=14, p<0.05$), 閉眼のREC.AREAが ($r=0.74: z=3.18, df=14, p<0.05$) であり、有意な相関関係が認められた。
- 運動前後の膝関節伸筋力の平均増減量は、非麻痺側で+11.7% ($t=-1.78, df=13$), 麻痺側で+3.6% ($t=0.84, df=14$), 屈筋力の平均増減量は、非麻痺側で-3.9% ($t=0.80, df=14$), 麻痺側で+12.1% ($t=-0.57, df=14$) であった。他の測定項目と同様、運動前後で脚の筋力発揮に有意な差は認められなかった (Fig. 2)。運動前後の相関関係は伸筋力の非麻痺側で ($r=0.90: z=5.02, df=15, p<0.05$), 麻痺側で ($r=0.87: z=4.58, df=15, p<0.05$), 屈筋力の非麻痺側で ($r=0.92: z=5.57, df=15, p<0.05$), 麻痺側で ($r=0.84: z=4.19, df=15, p<0.05$) であり、有意な相関関係が認められた。
- 運動負荷試験前後の値は、発症からの期間、Br-stageとの関連性は認められなかった。

考 察

最大酸素摂取量については Fig. 3 に示すように、

厚生省から提示されている体力評価区分で非常に弱いとされる同年齢の基準値と比較しても、片麻痺患者の平均最大酸素摂取量は、健常人の43.5%にすぎないことがわかった。最大酸素摂取量は身体活動量を反映するものであり、体力の基準値とされ使用されていることから、脳卒中発症から3年近い被験者は、その経過の中で身体活動の低下が生じ、健常人の50%以下の呼吸循環器系能力に低下したものと思われる。また、高齢者の運動負荷試験の場合には、all-outがどのように生じたかを検討する必要がある。最大心拍数は 110 ± 24.9 拍/分であったことから、%HRmaxは一般人の推定最大心拍数の約70%のものであった。all-outに至る際には、すべての被験者が「足が動かなくなった」と訴え、RPEが19に達したことによるものだった。このことは、一般人の70% HRmax程度の運動強度にしか相当しないので、まだ生理的余力があると思われ、脚の筋疲労がall-outの主要因と考えられる。さらにall-out時の平均仕事量は 26.7 ± 16.3 Wと非常に低く、運動持続時間も10分弱であり、脳卒中片麻痺患者に対する持続的運動の必要性を示唆した結果となった。

従来、脳卒中片麻痺患者に強い運動をさせることにより、共同運動や連合反応などの不随意運動が生じ、その後の理学療法の遂行や回復に影響を与えられると考えられ、共同運動や連合反応が出現しない範囲での運動を患者に要求することが多かった。しかし一方で、患者がどの程度の体力を有しているかは明らかでなかったため、運動量を決定するための基礎データを理学療法士が持つことはなかった。本研究のような運動負荷試験は明らかに強い運動で、患者にとって多くの努力を強要するものであった。このことにより筋緊張上昇などが生じれば重心動揺測定の結果が最も影響を受けるはずである。しかし、重心動揺測定中にXYの微妙な変化分から三平方の定理により動揺距離を算出し、それを測定時間中積算した値で、重心図を1本に伸ばした時の端から端迄の長さを示す重心動揺距離では、平均値の差は生じないものの、プレ、ポストテスト間で有意な相関関係が成立していた。この結果は、開眼では増加傾向、閉眼では減少傾向になることを示した。一般的に重心動揺距離は開眼に比べて閉眼の方が大きな値を示すことが多いことから、閉眼で減少したということ

は、運動負荷試験後に立位の安定性が高まる可能性を示唆している。また、XY方向それぞれの最大値、最小値を測定し(最大値-最小値)の積を算出して求めた重心動揺面積では、運動前後で開眼、閉眼のそれぞれの平均値には差が生じないが、動揺面積の減少傾向を示す有意な相関が見られたことから、重心動揺面積の結果からも立位の安定性向上を裏付けるデータが見い出された。運動による一時的なものであれ、運動直後に立位の安定性を示したことは、ただ単に呼吸・心臓血管系評価のための運動負荷試験でなく、試験を行うことで運動効果も期待できることを示している。

筋力は運動前後で平均値の有意な差は認められなかったが、有意な相関関係が成立していた。膝伸筋の場合、非麻痺側の筋力が約10%増加したのは、運動範囲が増大し、筋力を出力しやすくなったことが考えられる。麻痺側も約4%の増加が見られたが、筋緊張の増強か抑制かについては、他のデータとの検討が必要である。屈筋力については非麻痺側で減少傾向に、麻痺側では約10%の有意な増加傾向が見られた。脳卒中片麻痺患者の場合、下肢は伸展共同運動パターンに支配されることが多く、ハムストリングスの随意的収縮を難しくしている。この筋力の増加傾向は、伸筋の筋緊張抑制に伴うものと考えることができ、同時に伸筋の随意性が高まったものと考えられる。

以上のことから、従来、脳卒中片麻痺患者を代表とする中枢性神経疾患の患者に対して、運動負荷試験は禁忌とする傾向が強かったが、本研究では試験前後での異常値は検出されなかった。むしろ健常者と比較して大きく最大酸素摂取量が低下しているという問題点が浮きぼりにされた。直接的な原因として脳卒中発症後、患者の身体活動量は麻痺により大きく低下することで、運動負荷試験の早期で筋疲労が生じてしまい、生理的余力を残しながらall-outしてしまう傾向が示された。これは理学療法訓練の中で持続的運動の少なさが関与しているものと考えられる。リハビリテーションは患者の社会への復帰のために行われるものであり、それに関与するスタッフは、基礎体力という視点からも患者を捉える必要があるものと考えられる。疾患のある患者の運動負荷試験は、十分な考慮をして行うべきで、発症間もない脳卒中片麻痺患者では、筋緊張の変化が容易に起こりやす

く、適応としない場合がある。しかし一定期間を経過し、長期の身体活動量の低下が予測される患者に対しては、合併症や身体機能面を考慮した上で、できるだけ行うべきであると考えられる。

現在の医療体制の中で、理学療法や作業療法は限られた時間の中で、患者の動きや作業に対して、アプローチを行うが、病院や施設という限られたスペースの中に患者が生活することは、明らかに身体活動量の低下がおきる。特に慢性期に入った脳卒中片麻痺患者に対しては可能な限り運動負荷試験から基礎体力を把握し、適切な運動量の提示が必要であり、発症からの時期により運動の質と量を組み合わせた運動療法の必要性が示された。

結 論

脳卒中片麻痺患者に対しての運動負荷試験は、共同運動や連合反応に伴う筋緊張の増強が見られることが予測され、行われることは少なかった。本研究では、その有用性について検討したところ、発症より平均で3年近く経過した慢性期の脳卒中片麻痺患者は、呼吸・心臓血管系応答が平均値で健常人の約半分まで低下していたことが見いだされた。しかし運動負荷前後での重心動揺、筋力に有意な変化が見られなかったことから、脳卒中片麻痺患者に対する運動負荷試験の有用性が示された。退院後は、さらなる身体活動量の低下が予測される片麻痺患者には、運動負荷試験結果に基づき「質」と「量」を兼ね備えた運動プログラムの処方が重要である。しかし全例に適応ということではなく、運動負荷試験を行う時期、患者の機能、合併症等について、慎重な姿勢で対処して行かなくてはならない。

文 献

- 1) 原行弘・里宇明元・道免和久・青柳昭雄・千野直一: MET300による上肢運動負荷(第2報)脳卒中患者における検討. リハビリテーション医学, 29(12), 1121-1122(学会抄録), 1992.
- 2) 原行弘・里宇明元・道免和久・青柳昭雄・千野直一: 脳卒中患者における最大酸素摂取量と筋力の関係—上肢運動負荷試験による検討. リハビリテーション医学, 30(11), 862(学会抄録), 1993.
- 3) 間嶋満・藤谷順子・小宮山剛平・財満達也・

- 藤井泰・北村純一・岨康二・近藤徹：自転車エルゴメーターを用いた全身持久力訓練が最大作業能力および最大運動時の心臓・血管系の反応に及ぼす影響に関する検討. リハビリテーション医学, 30 (11), 775 (学会抄録), 1993.
- 4) 間嶋満・藤谷順子・小宮山剛平・財満達也・藤井泰・北村純一・岨康二・近藤徹：自転車エルゴメーターを用いた全身持久力訓練の脳卒中患者における anaerobic threshold の改善に対する効果に関する検討. リハビリテーション医学, 30 (11), 774 (学会抄録), 1993.
- 5) 大槻洋也・松原充隆・日比野敬明：脳血管障害者と高齢者の有酸素作業能力に関する研究. 体力科学, 43 (6), 641 (学会抄録), 1994.
- 6) 大隈秀信・緒方甫・美津島隆・筒井由香・永吉美砂子：脳卒中片麻痺患者に対する AT (anaerobic threshold) 決定のための運動負荷方法としての反復起立動作の検討. リハビリテーション医学, 31:3, P165-172, 1994.
- 7) 齊藤智子・近藤照彦・渡辺宏幸・菅井芳郎：実測による酸素摂取量からみた脳血管障害片麻痺者の運動強度の検討. 体力科学, 42 (6), 809 (学会抄録), 1993.
- 8) 柿崎藤泰・大野範夫・原一：脳卒中後片麻痺患者の負荷強度と主観的運動強度の関係. 体力科学, 42 (6), 810 (学会抄録), 1993.
- 9) 財満達也・間嶋満・藤谷順子・小宮山剛平・岨康二・北村純一・江口清・鈴木英二・磯江尚史・近藤徹：脳卒中患者における自転車エルゴメーターを用いた運動負荷試験の有用性の検討. リハビリテーション医学, 30 (11), 774 (学会抄録), 1993.
- 10) 新藤直子・三宅直之・磯江尚史・柳原幸治：脳血管障害片麻痺患者における反復起立負荷法による無酸素性作業閾値 (AT) の検討, リハビリテーション医学, 30 (11), 775 (学会抄録), 1993.
- 11) 大川裕行：脳卒中後片麻痺患者の呼吸機能の特性. 理学療法学, 20 (3), 151-155, 1993.
- 12) 秋庭保夫・石田暉・村上恵一：歩行非自立脳卒中片麻痺患者の上肢エルゴメーターを用いた運動負荷評価(第2報). リハビリテーション医学, 29 (12), 1120 (学会抄録), 1992.
- 13) 西村尚志・藤原孝之・原寛美・高橋細一：脳卒中早期リハビリにおける運動負荷強度の検討. リハビリテーション医学, 29 (11), 870 (学会抄録), 1992.
- 14) 大隈秀信・田中由香・緒方甫：AT を指標とした脳卒中片麻痺患者の体力と活動性. 総合リハビリテーション, 19 (4), 478 (学会抄録), 1991. - 1997. 12. 31. 受稿, 1998. 2. 7. 受理 -

要 約

脳卒中片麻痺患者に対する運動負荷試験は、共同運動、連合反応などの異常動作を引き起こし、日常生活活動に支障をきたし、回復訓練にも影響を及ぼすことが予測されることから、理学療法の中ではほとんど行われていない。一方、片麻痺になることで身体活動量が低下することによって引き起こされる運動耐応能の低下が問題とされている。リハビリテーションを進める上では、患者の運動耐応能を把握した上で適切な運動量を指導することが必要なことから、運動負荷試験による患者評価は重要である。本研究では、脳卒中片麻痺患者 15 名を対象に、運動負荷試験を行い運動耐応能を評価し、あわせて試験前後の重心動揺、筋力について測定した。前後の試験結果より、データに変化がなければ、運動負荷試験が脳卒中片麻痺患者にとって有用であると考えられる。測定の結果、運動負荷試験前後での各測定値には有意差が認められず、異常動作の増悪も確認されなかった。また同年代の健常者と比較して呼吸、心臓血管系応答は約 50% の低下を示していた。従って、脳卒中片麻痺患者に対する運動負荷試験は、リスク上問題なければ、積極的に測定を行い、適切な運動量の決定をした上で、治療においては持続的な運動を取り入れる必要性が示された。

キーワード：脳卒中片麻痺・運動負荷試験・自転車エルゴメーター