

## Effects of Facilitation Exercise Techniques in Stroke Rehabilitation

Peter Hans Stern, M.D.

Fletcher McDowell, M.D. •

James M. Miller, Ph.D. ••

and

Marilyn Robinson, R.N.t

White Plains, New York

## 脳卒中患者のリハビリテーションの促通運動技術の効果

ピーター・ハンス・スタン MD フレッチャー・マクドウェル MD

ジェームス・エム・ミラー Ph D マリリン・ロビンソン R N t

Assistant Clinical Professor in Medicine (Rehabilitation), Cornell University Medical College; and Physician in Charge, Physical Medicine and Rehabilitation, The Burke Rehabilitation Center.

\*Professor of Neurology, Cornell University Medical College.

\*\*Staff Member, IBM Research-Yorktown Heights, New York; Research Associate, Department of Medicine, Cornell University Medical College.

†Research Assistant, The Burke Rehabilitation Center.

This study was supported by Grant No. NB 03346, National Institutes of Health, Institute of Neurological Disease and Blindness.

Presented at the Forty-Seventh Annual Session of the American Congress of Rehabilitation Medicine, New York City, August 20, 1970.

A group of randomly selected patients with hemiplegia from stroke were exposed to a specified therapeutic exercise program utilizing neuromuscular "reeducation" techniques based on neurophysiological and/or developmental theories. Results were compared with those in a control group of persons who had received a similar program which did not contain these exercises. Patients in both groups were alike in their major clinical characteristics, and were evaluated using objective, quantitative test methods developed at The Burke Rehabilitation Center. In addition, a numerical self-care scoring system (Kenny Rehabilitation Institute Self-Care Evaluation) was used to assess functional improvement.

This Study indicates that facilitation exercises do not significantly improve the motility and strength deficits observed in these patients, because both groups showed comparable improvement. It can be concluded that these therapeutic exercises as outlined in this Study do not improve motility and strength in patients with stroke.

脳卒中による片麻痺の患者を無作為抽出されたグループが、神経生理学的および/または発達理論を基礎にした神経筋の「再教育」を利用した特殊な技術によって検討された。結果は、これらの運動を含まない同様のプログラムを受けた人々を対照群として比較された。

両群の患者は、主な医学的な特徴は似ており、バーク (BURKE) リハビリテーションセンターで開発された客観的で定量的なテスト法を用いて評価された。

加えて、(ケニーリハビリテーションセルフケア研究所の評価方法)数値的なセルフケアスコアリングシステムを使用して、機能改善の評価をされた。

この研究は、促通運動による両群の患者の運動性と筋張力(強度)の欠如(障害)に、有意な差はないことを指し示した、なぜならば、両群は同じような改善をみせたからである。

この研究の概要として、これらの治療的運動は、脳卒中患者の運動性と筋張力(強度)を改善しないと結論付けることができる。

Therapeutic exercises have been employed in an effort to improve hemiplegia in patients following a stroke. These "specialized therapeutic exercises" are neuromuscular "reeducation" techniques based on neurophysiological and/or developmental theories. Such treatment approaches have been introduced in the past decade by Fay, Bobath, Kabat and Knott, Rood, and Brunnstrom. The use of these methods has created considerable controversy because of their neurophysiological rationale and efficacy in stroke rehabilitation. Neither the proponents nor the physical therapists who employ these treatment modalities have made a serious attempt to evaluate their effectiveness in controlled studies. In conditions where spontaneous improvement is known to occur, evaluation of therapeutic measures is difficult. With increasing public and official concern over rising health care

costs and shortage of trained ancillary personnel, a critical appraisal of rehabilitation procedures is needed.

The primary objective of this study was to determine whether improvement shown by a group of patients having stroke treated with a rehabilitation program which included the "specialized exercises" referred to, was significantly greater than the improvement of another comparable group who received a similar program which did not include these exercises.

治療的運動は、脳卒中後の患者の片麻痺を改善するために用いられてきた。

これらの「特殊な治療的運動」は、神経生理学のおよび／または発達学理論を基礎とする神経筋の「再教育」の技術である。

これらの治療法は、Fay, Bobath, Knott, Rood, および Brunnstrom によって、過去最近の 10 年間に紹介されてきた。

この理論の使用は、それらの神経生理学的論理的根拠および脳卒中患者のリハビリテーションにおける有効性が理由で、重要な論争を引き起こしてきた。

これらの治療法を採用する支持者も使用する PT も、対象研究での有効性を評価する真剣な取り組みをしてこなかった。

自然回復の改善が起こる中、治療法の評価の計測は困難である。

市民と公的な関心が高まると同時に、医療費の高騰と養成された医療職の不足が挙げられ、リハビリテーション手順の批判的な評価が必要である。

この研究の主な目的は、「特殊な運動」を含むリハビリテーションプログラムで治療された脳卒中患者群の改善が、これらの運動を含まない同様なプログラムを受けた他の比較群の改善との間に、著しい効果があるかを比較することである。

## Materials and Methods

### PATIENTS

Sixty-two patients with completed stroke and hemiplegia were admitted to The Burke Rehabilitation Center in 1968-1969. "Stroke" was defined as the neurologic result of an ischemic lesion in a cerebral hemisphere caused by arteriosclerotic or embolic arterial occlusion. Cerebral hemorrhage and other causes of hemiplegia were excluded. On admission 50 patients were divided by a random process into two groups: Group A (control group) received no "specialized" therapeutic exercises, and Group B (exercise group) was treated with a specialized special therapeutic exercise program, the details of which are described in the Appendix. In all other details the treatment program for the two groups was identical.

### 手段と方法

#### 患者群

1968 年から 1969 年に完全な片麻痺脳卒中患者 62 名が Burke リハビリテーションセンターに入院していた。(完全な：一過性の脳虚血を除く)。

「脳卒中」とは、動脈硬化性、血管閉塞性塞栓による起因となった大脳半球の虚血性病変の神経学的結果と定義された。

脳出血と他の片麻痺のケースは含まなかった。

50 名の入院患者は、2 つの群に無作為に分けられた。: A 群 (対照群) は、「特殊な」治療的運動を受けない、B 群 (運動群) は、特殊で特別な治療的運動プログラムで治療された。

(この論文の) 付録に特色の詳細が述べられている。

他のすべての詳細なことは、両群において治療プログラムは同じであった。

To obtain valid results at the conclusion of the study, it was essential that the control group and exercise group be balanced. Twelve patients were added to the randomly selected groups by assignment to even out differences in the important characteristics listed in table 1, which might be expected to influence a patient's response to treatment. These characteristics include age, sex, side of hemiplegia, duration of illness, and the presence of concomitant disease. It can be seen that the two groups are evenly matched for these factors. However, the total population was biased to the extent that patients with right hemiplegia and severe aphasia who were unable to follow instructions or simple commands were omitted from the study (five patients).

この研究の結論で有効な結果を得るためには、対照群と運動群が釣り合うことが不可欠であった。12 名の患者が無作為に選んだ群に加えられ、表 1 に挙げられた主要な特性の差を均等にするために割り当てられた。これは、治療に対する患者の反応が影響することが予期される。これらの特性には、年齢、性別、麻痺側、病気の期間、付随する疾患の存在

が含まれる。二つの群は等しくこれらの要因に対して均等に一致したことが分かる。しかし、両群の中で、指示や簡単な命令に従えなかった右片麻痺と、重度の失語症のある患者（5名の患者）をこの研究から除いたことによって偏っていた。

Table 1: Characteristic of 62 Patients\*

	Control group (31 patients)	Exercise group (31 patients)
Age. Yr. (mean) -----	64.4(Range: 46-84)	63.5(Range: 38-77)
Sex: Male, no. -----	19	19
Female, no. -----	12	12
Left hemiplegia, no. of patients -----	17	17
Right hemiplegia, no. of patients -----	14	14
Days, onset to admission (median) -----	33 (Range: 8days to 5 years)	29 (Range 13days to 2.25 years)
motility index (mean)		
Involved side -----	-18.3	-19.3
Uninvolved side -----	-7.4	-6.9
leg strength (knee flexors and extensors)		
In torwue (mean)		
Involved side -----	31.3 ft./lbs.	23.2 ft./lbs.
Uninvolved side -----	76 ft./lbs.	74.1 ft./lbs.
functional evaluation (KIR scale**) -----	10.7	9.8
Depression, reactive -----	9	3
Chronic brain syndorme, mild to moderate -----	7	6
Heart disease -----	21	14
Diabetes mellitus -----	10	8
Dysphasia -----	12	7
Hypertension -----	24	22
Other significant associated conditions(i.e. arthritis, impaired vision, genitourinary complications) -----		
	9	12

\*Based on vital sintistics, quantitative measurements of motility and strength, functional evaluation and associated sonditions, the control group and the exercise group proved to be equally matched.

\*\*Kenny Rehabilitation Institute Self-Care Evaluation

## THERAPEUTIC EXERCISES

The details of the program of therapeutic exercises are given in the Appendix. These treatment specifications were compiled by a senior physical therapist in collaboration with the physical therapy staff of The Burke Rehabilitation Center and other institutions. The treatment program was a reasonable and practical approach to the utilization of these procedures. Treatment schedules were strictly controlled and given daily on week days for the duration of hospitalization. On occasion resistance was encountered on the part of some physical therapists who were strongly biased in favor of these exercises. In general, the physiotherapists were cooperative and interested in evaluating this program of physical therapy.

### 治療的運動

治療的運動のプログラムの詳細は、付録の中に記載されている。これらの治療の方法は、Burk リハビリテーションセンターと他の研究所の PT が協力の元、上級 PT (いろいろな資格。学位などによる) によって編集された。この治療プログラムは、これらの手順の利用のための合理的で実用的な方法であった。治療スケジュールは、入院期間中の毎日平日に行われ、厳密に管理された。時折、これらの運動を好む強い先入観がある PT の一部の抵抗があった。一般的には、PT は協力的であり、物理的治療のこのプログラムの評価に関心があった。

## METHODS OF EVALUATION

Because of the difficulty in measuring improvement in patients with hemiplegia in a treatment program designed to improve strength and skill of motility performance, three methods of evaluation

were used which we believed could accurately measure change in these parameters: (1) quantitative testing of motility defects, (2) strength measurements, and (3) functional evaluation.

#### 評価の方法

筋張力(強度)と運動性の動作の習熟を改善するために計画された治療プログラムを受けた片麻痺患者の改善の測定が難しいために、我々が信用し、これらの変化を正確に測定できる3つの評価方法の基準を使用した。

- (1) 運動性欠如の定量テスト
- (2) 強度の測定
- (3) 機能的評価

#### ***Quantitative Testing of Motility Defects***

An objective test of motility function was developed to minimize observer bias. The equipment allows the electromechanical recording of tapping rate and accuracy of motor function of distal and proximal muscle groups of arms and legs.

The sum of the scores of performance of all four extremities is expressed in the Motility Index (MI). In a previous publication<sup>6</sup> the details of the methodology and the results of standardization procedures are described. The MI has the property that a normal motility score is 0; less than normal motility gives a negative score, and better than normal motility gives a positive score. Motility subindices can be obtained for either side of the body and for either the upper or lower extremities. Values for the following hypothetical cases can be inferred from the standardization: a complete left hemiplegia, with an uninvolved right side, would give a score of -21.5; a complete right hemiplegia, with an uninvolved left side, would give a score of -23.3; and a quadriplegia would give a score of -44.8.

Although the test battery was applied at weekly intervals, only values obtained upon admission and discharge were used in the statistical comparison of the two groups in this study. The test battery could be administered even in the presence of some degree of aphasia or dementia. Previous analysis of the test has shown that there was neither a learning nor a boredom effect on repeated testing.

#### *運動性欠陥の定量的テスト*

運動性機能の客観的テストが、観察者のバイアスを最小限に抑えるために開発された。この装置は、腕と脚の遠位および近位の筋群の運動機能の正確さとタッピング(軽く叩く回数)率とを、電氣的及び機械的な記録を可能にする。

四肢すべてのパフォーマンスのスコアの合計は、運動指数(MI)で表される。以前の出版物で、詳細な方法論と標準化手順の結果が説明されている。運動指数(MI)は、正常な運動性スコアが0、正常な運動性よりも小さい場合は、負のスコアが得られ、正常な運動性よりも優れていると、正のスコアが得られる。運動性の副次的指標(補助テスト)は、体幹のどちらの側でも、上肢または下肢のどちらでも得られる。以下の仮のケースでは、スコアは、標準化から推測することができる。完全左片麻痺で、非罹患側が右側のスコアは、-21.5、完全右片麻痺で、非罹患側が左側のスコアは、-23.3、となり、(右利きが多い事から左右麻痺側で差が出る)左右合わせると、四肢麻痺のスコアは-44.8(上述の左右を足した数値)となる。

テストバッテリーは1週間間隔で適用されたが、この研究では2つのグループの統計的比較に、入院時と退院時の値のみを使用した。テストバッテリーはある程度の失語症または認知症の存在下でも管理可能であった。テストの以前の分析では、繰り返しのテストで、学習効果も、疲労の影響を生じさせたりすることもなかったことを示している。

#### ***Strength Measurements***

Strength measurement were limited to the leg because the dynamometer used was not easily applicable for testing the upper extremity in patients with hemiparesis from stroke. The strength in foot pounds of the knee extensors and flexors was measured using the Cybex Torque Dynamometer. The muscle groups were functionally isolated for the test by body position and leg immobilization by having the patient seated on a plinth, modified specifically for this purpose.

The results of the best of three trials recording peak torque at a constant speed of 2 rpm. were used. Recording of strength was made on admission, at weekly intervals thereafter, and discharge from the hospital. Leg strength was defined as the sum of the values obtained for both knee flexion and extension. For statistical comparison of the two groups, only the values found on admission and at discharge were used.

#### 強度測定(筋張力測定)

筋張力測定は、使用されたダイナモメーターが、脳卒中による片麻痺患者の上肢テストに適用することが容易ではなかったため、下肢のみに限定された。

Cyber Torque Dynamometer を使用して、膝伸筋と屈筋の筋張力のトルク値 (foot pounds) を測定した。

患者を、この目的のために特別に改造した台座に座らせ、体位と脚固定により、伸筋群と屈筋群とを機能的に分けてテストした。

2 rpm の一定(等)速度で、3 回試行した中でピークトルクの最も良いものを、結果として採用した。

強さの記録は、入院時、その後は週 1 回の間隔で退院時まで行われた。

下肢の筋張力は、膝の屈曲と伸展の両方で得られた値の合計として規定された。

2 つのグループの統計的比較のためには、入院時と退院時の値のみが使用された。

### **Functional Evaluation**

For the functional evaluation, the numerical self-care scoring system of The Kenny Institute of Rehabilitation (KIR scale) as described by Schoening and Iversen, was used. In this study, nurses rated the patients for all items except stair climbing. The occupational therapists rated patients for all items except stair climbing and personal hygiene. The physical therapists rated patients for transfer and locomotion activities including stair climbing. Activities of daily living were evaluated by personnel who had maximum contact with patients during the time particular activities were performed. There was considerable overlap in observation and rating, allowing a more careful evaluation of a patient's activity. The Kenny Self-Care Index is based on evaluations of 17 different self-care activities, and the subscores are combined to give a single index which ranges from 0 to 24. Higher value indicates complete or nearly complete independence in the activities of daily living. Rating was done upon admission, at bimonthly intervals, and at discharge; but only initial and final values were examined in detail.

Interrater discrepancies were occasionally observed and averaged. An interrater reliability study was conducted before the KIR scale was adapted for our purposes. The Kendall coefficient of concordance was utilized ( $N=8$ ,  $w=0.868$ ,  $p$  less than 0.02). From this study, using this form of analysis, it was concluded that the agreement between raters was reasonable.

### **機能評価**

機能評価については、Schoening と Iversen が紹介しているケニーリハビリテーション研究所の数値セルフケアスコアリングシステム (KIR スケール) を使用した。この研究では、看護師は、階段昇降以外のすべての項目について患者を評価した。作業療法士は、階段昇降と個人の衛生状態 (整容動作) を除く全ての項目で患者を評価した。理学療法士は、階段昇降を含む移乗および移動活動について患者を評価した。日常生活活動は、特定の活動が行われた時間中に患者と最大限の接触があった担当者によって評価された。観察と評価にかなりの重複があり、患者の活動をより慎重に評価できるようになった。ケニーセルフケアインデックスは 17 の異なるセルフケア活動の評価に基づいており、サブスコアを組み合わせ、0 から 24 点が与えられる。高い値は、日常生活活動における完全またはほぼ完全な自立を示す。評価は入院時、2 ヶ月に 1 回、(bimonthly : semimonthly は、一月に 2 回) と退院時に行われたが、初期値と最終値のみが詳細に調べられた。

評価者間の不一致は時々あり、平均化された。評価者間の信頼性調査は、ケニーセルフケアインデックスの評価前に実施された。ケンドールの一致係数が利用された ( $N=8$ ,  $w=0.868$ ,  $p$  は 0.02 未満)。(w は 1 に近いほど信頼度が高い。また  $p>0.02$  で有意差が高い) この調査から、この形式の分析を使用して、評価者間の合意 (一致) は合理的であると結論付けられた。

## **Results**

### **CHANGES IN MOTILITY**

The mean change in the MI of patients in the control group compared with that in the exercise group was 2.4 and 2.9 respectively. The changes in the MI represent the differences between the initial and final scores. These figures do not demonstrate differences in the degree of improvement between the patients who received the special therapeutic exercises and those who did not receive this program of treatment.

## 結果

## 運動性の変化

運動群と比較した対照群の患者のMIの平均変化は、それぞれ2.4と2.9であった。MIの変化は、初期と最終の得点差を示している。これらの数値は、特別な治療的運動を受けた患者とこの治療プログラムを受けなかった患者との間に改善の程度の違いを示さなかった。

(違いはなかった)

Table 2: Changes in the Motility Index, Paretic Compared to the Nonparetic Side

	Mean change	Range of change
Involved side -----	2.6	-1.5 to 13.3
Uninvolved side -----	2.9	-3.5 to 9.3

Table 2 compares the improvement in the hemiparetic side (involved side) with that in the nonparetic side (uninvolved side). For this data presentation, the scores for both the control and the exercise groups are pooled. The scores for the hemiparetic sides of all patients are compared to those for the nonparetic sides of all patients.

The degree of improvement observed in these patients appeared about equal in the paretic and nonparetic extremities. The change in total motility indices reflected changes in motility function of both sides.

表2は不全片麻痺側(罹患側)と非麻痺側(非罹患側)の改善を比較している。このデータ表示は、対照群と運動群のそれぞれの数値がプールされている。全ての患者の不全片麻痺側の数値は、全ての患者の非麻痺側の数値と比較された。

これらの患者で観察された改善の程度は、麻痺側と非麻痺側の四肢においてほぼ等しいように見えた。総運動指数の変化は、両側の運動機能の変化を反映している。

## LEG STRENGTH MEASUREMENTS

Torque dynamometry measurements of the knee flexors and extensors of the patients in the control and exercise groups revealed 15.7 ft./ lbs. and 19.6 ft./ lbs. respectively. Leg strength is defined as the difference between the initial and the final score. The changes in strength for both groups were about equal.

The change in leg strength for the involved (paretic) side compared to the uninvolved (normal) side was calculated for all of the patients in both the control and exercise groups. Table 3 shows the results of this comparison. Leg strength improved in both the paretic and nonparetic lower extremities.

## 下肢の筋張力測定

対照群と運動群の患者の膝屈筋と伸筋のトルクダイナモメーターでの測定では、それぞれ 15.7 フィートポンドと 19.6 フィートポンドとなった。脚張力は最初と最後のスコアの差として規定された。両群の張力の変化はほぼ同等であった。

非罹患 (正常) 側と比較した罹患 (麻痺) 側の脚張力の変化を対照群と運動群の両方の全患者について算出した。この比較の結果を表 3 に示す。脚張力は麻痺および非麻痺下肢の両方で改善した。

Table 3: Changes in Leg Strength, Paretic Side Compared to Nonparetic Side

	Mean change	Range of change
Involved side-----	17.7	—27 to 101
Uninvolved side-----	15.5	—34 to 80

Strength measurements are difficult to interpret owing to the high variance of the data. The special exercise group showed a slight trend toward higher values but the difference was small and is presumed to have no clinical importance.

張力測定はデータの分散が大きいため解釈が難しい。特別な運動群はより高い値になる傾向をわずかに示したが、その差は小さく臨床的重要性は無いと推定される。

## FUNCTIONAL EVALUATION

Important functional improvement in the activities of daily living was noted in both groups. Table 4 shows the results from the treated and control groups. Although considerable improvement in these scores was seen in both groups, the differences in achievement are not marked.

A degree of improvement in self-care status is usual for stroke victims followed for extended periods of time. As both our control and the treatment group improved to about the same degree, it appears that specialized exercises do not influence the final functional outcome. These observations are in accordance with those made by Feldman and associates. This conclusion would be irrelevant if the duration of hospitalization were significantly shorter for the group receiving specialized exercises as compared with a control group. The means and medians for the length of stay are listed in table 5. Patients in the exercise group actually had a longer hospital stay than those in the control group.

### 機能評価

日常生活活動における重要な機能の改善、(KIR スコアの改善のこと)は、治療群と対照群の両群に認められた。表4は、治療群と対照群の結果を示している。これらのスコアは、両群で著しい改善が見られたが、回復程度の違いは明らかではなかった。

セルフケアの状態のある程度の改善は、脳卒中の状態が長い期間にわたり続いた場合には一般的に生じる。我々の扱った対照群と治療群の両方がほぼ同じ程度に改善していた。このことは、運動が最終的な機能の結果に影響を与えないことを示している。これらの観察結果は、フェルドマンらによってなされた観察と一致している。この結論は、入院期間について、対照群と比較して、治療群の方が有意に短くなる場合には、関連性がなくなるであろう。入院期間の平均値と中央値を表5に示す。運動を受けた群の患者は、対照群と比較して、実際には入院期間が長かった。

Table 4: Functional Improvement (KIR Scale\*) in Activities of Daily Living, Control Compared to Exercise Group

Mean	Control group	Exercise group
Initial -----	10.7	9.8
Final-----	19.0	19.5
Change -----	8.3	9.7

•Kenny Rehabilitation Institute Self-Care Evaluation.

Table 5: Duration of Hospitalization, Control and Exercise Group Compared

Group	Mean. days	Median. days
Control-----	55.7	54
Exercise -----	63.3	60

From the measurements made during the stay of each patient in the hospital, two were subjected to statistical analysis: (1) The difference between the final and initial motility indices from the paretic side; and (2) the difference between final and initial leg strength on the paretic side.

The variance of the data was quite high, and it clearly departed from the normal distribution. Therefore, the principal analysis was made using a nonparametric test based on the bivariate Mann-Whitney statistic.

入院中の各患者の滞在中に行われた測定から、以下の2つについて統計的な分析が行われた。

- (1) 麻痺側の最終と初回の運動指数の差
- (2) 麻痺側の最終と初回の下肢の筋力の強さの差

データの分散は非常に高く、明らかに正規分布から逸脱していた。

したがって、主要な分析は、2 変量マンホイットニー統計に基づくノンパラメトリック検定を使用して行われた。

The null hypothesis for our problem is that improvement for patients in the control group was the same as that for the exercise group. An alternative hypothesis would be that the exercise group showed a greater improvement, according to our measures, than the control group. Both of these hypotheses are based on the premise that both groups of patients were drawn from the same population based on our analysis of important characteristics listed in table I. If the null hypothesis is true, then the bivariate Mann-Whitney statistic tends to be chi-square distributed as the sample size increases. We assume that the chi-square table can be used in our case.

The value of the Mann-Whitney statistic calculated from the measures of improvement on the involved side for the control and the exercise groups is 0.194. For the null hypothesis to be rejected at the 5 per cent level of significance the statistic would have to be at least 4.6, and at the 10 per cent level, at least 3.2. Further, if the null hypothesis were true, then it would be expected that about 95 per cent of the observed samples would yield a statistic at least as large as 0.194. On this basis, we do not reject the hypothesis that there is "no difference" between the control and the exercise groups in response to two different programs of treatment.

私たちの問題の帰無仮説は対照群の患者の改善は運動群の結果と同じであったというものである。対立仮説は、我々の測定によれば対照群より運動群が大きく改善するというものである。これらの両仮説は、表1でリストされた重要な特性の分析に基づいて、両群の患者が同じ母集団から引き出されたという前提に基づいている。もし帰無仮説が本当なら、2変数の Mann-Whitney 検定は、サンプルサイズが増加したとしてカイ二乗分布する傾向となる。我々はカイ二乗の表が、我々のケースに使用できると想定している。

Mann-Whitney 検定で対照群と運動群の麻痺側の改善の計測を計算した数値は、0.194 である。帰無仮説が棄却されるためには、5%レベルの有意水準で少なくとも 4.6、10%では 3.2 でなければならない。さらに、帰無仮説が真である場合、観測されたサンプルの約 95% が少なくとも 0.194 と同じくらいの大きさの統計を生成すると予想される。これに基づいて2つの異なる治療プログラムに対応して、対照群と治療群の間に「差がない」という仮説を棄却できない。

To check for the consistency of this conclusion, the familiar  $T^2$  statistic was calculated for the data. This statistic is only strictly valid for testing for equality of means for data with a bivariate normal distribution. The value obtained was 0.54. To reject the hypothesis of "no difference" in the means of the scores for the control and exercise groups at the 5 per cent level, this statistic would have to be at least as large as 4.68. This analysis, then, is consistent with the previous one.

In using the Mann-Whitney statistic, the question arises whether the null hypothesis can be accepted when the alternative is true. This question cannot be answered directly, but some experimentation indicates that if, in fact, the values for the scores for each patient in the exercise group were 2 to 3 times greater than those for the control group, the hypothesis of "no difference" would be rejected at the 10 per cent significance level. From the medical standpoint, one might expect that an effective therapeutic exercise regimen would make at least this degree of difference in the patient's performance. This is particularly true since the scores under discussion are small in comparison with the variability of scores for an unimpaired population. We believe that the statistical methods used are powerful enough to detect differences which could be considered medically significant.

この結論の一貫性を確認するために、おなじみの T 二乗検定がデータに対して計算された。この統計は、2 変量正規分布のデータの平均値が等しいかどうかをテストする場合にのみ厳密に有効である。(平均値の差のテストである)得られた数値は、0.54 であった。5%レベルでの対照群と運動群の数値の平均の“差がない”という仮説を棄却するためには、この統計は少なくとも 4.68 と同程度の大きさでなければならない。したがってこの解析は前のものと一致した。

Mann-Whitney 検定を使用する場合、対立仮説が真の時に、帰無仮説は受け入れられるべきであるかどうかの問題が生じる。この問題は直接的に答えることが出来ない、しかし、実際には、運動群のそれぞれの患者の数値の基準が対照群より 2~3 倍である場合、いくつかの実験で、“差がない”という仮説が有意水準 10%レベルで棄却されている。医学的観点から、効果的な治療的運動療法は、患者の動作に少なくともこの程度の差をもたらすと予想される。



議論されているスコアは、健常者のスコアの変動性と比較して小さいため、これは明確に真である。使用された統計的手法は、医学的に重要であると見なされる可能性のある差異を検出するのに十分強力であると考えられる。

### Appendix

The following treatment schedules were designed by Jeffery Iacobucci, R.P.T. (now third-year medical student), Barbara Amen, B.A., R.P.T. (Director, Physical Therapy Department, The Burke Rehabilitation Center), Anthony DeRosa, M.A., R.P.T. (Co-ordinator, Rehabilitation and Education Service, The Burke Rehabilitation Center) in cooperation with the physical therapy staff of The Burke Rehabilitation Center and Other institutions. Treatment schedules were controlled and carried out by a physical therapist.

### 付録

以下の治療スケジュールは Jeffery Iacobucci, R.P.T, (now third-year medical student), Barbara Amen, B.A. (Director, Physical Therapy Department, The Burke Rehabilitation Center), R.P.T, Anthony DeRosa, M.A R.P.T (Co-ordinator, Rehabilitation and Education Service, The Burke Rehabilitation Center), およびバークリハビリテーションセンターの理学療法士及び他の機関と協力して計画された。治療スケジュールは理学療法士によってコントロールされ、実行された。

#### GROUP A (CONTROL GROUP)

Heat or—at times—cold modalities were used to alleviate pain in the affected shoulder or arm. Passive range of motion was carried out in all extremities. Braces and/or splints were removed. Treatment time for modalities: 20 minutes. For passive range of motion: maximal 15 minutes.

Ambulation: Temporary or permanent bracing was used when indicated. Severely paretic patients stood in the parallel bars, balanced, and if possible, walked three times the length of 20-ft. bars and back with assistance. Moderately paretic patients used walkerette and walked with assistance in the gym, covering a distance of not more than 420 ft. Mildly paretic patients used a regular cane and covered a distance of not more than 420 ft. They used stairs, curb and ramp once, with assistance, if necessary. Time allowance for formal gait training did not exceed 40 minutes.

#### A 群 (対照群)

○温熱療法：肩・腕の痛みを緩和 (20分)

○他動的関節可動域運動 (四肢 15分) 装具・スプリントは除去された

○歩行訓練：指示されたときは装具が使用された(一時的・永続的)

(重度) 平行棒で立位可能であれば介助歩行(平行棒と背部の支持) 20フィート x 3

(中等度) 歩行器(要介助で屋内にて) 420 フィート以下 (1 フィート=30.48cm) (軽度) 杖歩行 420 フィート以下 必要に応じて、階段、縁石、スロープを介助下で一回行った 歩行訓練は 40 分を超えないこととした。

#### GROUP B (EXERCISE GROUP)

Thermal modalities, passive ranges of motion, and ambulation were carried out in the same manner as for Group A. In addition, therapeutic exercises were carried out for a period of at least 40 minutes. These exercises were based on proprioceptive neuromuscular facilitation as described by Knott and Voss and on the techniques described by Brunnstrom. Depending on the patient's motor ability, exercises were performed assistively when needed, or against progressive resistance when tolerated. Maximal effort was encouraged in each procedure, and repetitions were limited to 10 for each exercise. The following are examples of the techniques employed by the physical therapists:

#### B 群 (運動群)

温熱療法・関節可動域運動・歩行訓練はグループ A と同様に行われた。

加えて、PNF(Knott・Voss), Brunnstrom の治療的運動が少なくとも 40 分間施行された。治療は患者の運動能力に応じて、漸進的な抵抗を用いて行われた。繰り返しは 10 回に制限された。

#### *Upper Extremity and Trunk*

(1) Starting position, sitting: use of flexion and extension synergies elicited by offering resistance to the uninvolved side.

(2) Starting position, supine: with the elbow flexed, shoulder extended, wrist and fingers flexed and forearm supinated, the patient pushes straight up thus flexing the shoulder, extending the elbow, wrist, and fingers, and pronating the forearm. In returning to starting position extend shoulder, flex elbow, wrist, fingers and supinate forearm.

(3) Starting position sitting or supine: Start with shoulder extended, abducted, internally rotated, and the elbow extended. The patient flexes, adducts, and externally rotates the shoulder while the elbow remains extended. In returning, the opposite is performed, keeping elbow extended.

(4) Starting position, sitting: Rotate the trunk to the right to facilitate retraction or the shoulder and adduction of scapula. The head is turned to the right also. This exercise is to be performed on both sides.

(5) Starting position, supine: Both knees are flexed and adducted. Patient swings them from one side of the mat to the other so that at one time the lateral side of the right thigh touches the mat, then the lateral side of the left thigh touches the mat, keeping both knees together throughout.

#### 上肢と体幹

(1) 開始肢位：座位、非麻痺側に抵抗を与えることによって誘発される屈曲と伸展の共同運動の使用

(2) 開始肢位：仰臥位、肘屈曲、肩伸展、手首と指を屈曲、前腕を回外にして、患者は押し伸ばすように肩を屈曲、肘、手首、指を伸展、前腕を回内する。

開始位置に戻るときは、肩、肘、手首、指を伸ばし、前腕を回外する。

(3) 開始肢位：座位または仰臥位、肩伸展、外転、内旋し、肘を伸ばして開始する。

肘を伸ばしたまま、患者は肩を屈曲、内転させ、外旋する。戻るときは、肘を伸ばしたまま反対側を行う。

(4) 開始位置、座位：体幹を右に回転させて、肩の後退と肩甲骨の内転を促通する。

頭も右を向いている。この運動は両側で行う。

(5) 開始肢位、仰臥位：両膝を曲げて内転させる

患者はそれらをマットの片側から反対側に振って、一度に右大腿の外側がマットに触れ、次に左大腿の外側がマットに触れ、両方の膝は常に保たせる。

#### Lower Extremity

(1) Starting position, supine: Patient's uninvolved hip is flexed with the knee bent. Involved leg is extended (Thomas test), He is then encouraged to flex the involved hip.

(2) Starting position, supine: Both legs are extended and raised 6 inches or so from the table by placing a pillow under the patient's heels or a therapist supports them. The patient then pushes his heels downward thus raising legs, buttocks, and low back from the table.

(3) Starting position, supine: Hip flexion and extension synergies to include trunk rotation with knees either flexed or extended and ankles dorsiflexed. Starting with the involved leg over the edge of the table, hips extended, knees either flexed or extended and ankle plantar flexed. As patient flexes hip, he rotates his trunk to the opposite side and dorsiflexes his ankle. In returning to the starting position, the opposite movement occurs.

#### 下肢

(1) 開始位置、仰臥位：患者の健側膝屈曲位で股関節を屈曲する。患側脚が伸展位（トーマステストを使用して）。次に、患側股関節の屈曲が促通される。

(2) 開始肢位、仰臥位：患者のかかとの下に枕を置くか、セラピストが両足を支えて、両脚をテーブルから 6 インチほど伸展して上げる。次に、患者はかかとを下に押し、脚、臀部、および腰をテーブルから持ち上げる。

(3) 開始肢位、仰臥位：膝を屈曲あるいは伸展、足関節の背屈を伴う体幹回転を含む、股関節屈曲と伸展の共同運動。テーブルの端を越えた患側下肢から始める、股関節を伸展し、膝を屈曲か伸展し、足部を底屈する。患者が股関節を屈曲すると、体幹を反対側に回転させ、足首を背屈する。開始位置に戻ると、反対の動きが発生する。

Acknowledgment: We wish to thank the Physical Therapy, Occupational Therapy, and Nursing Staff of The Burke Rehabilitation Center for their cooperation in this study.

Burke Rehabilitation Center  
White Plains, New York 10605

#### References

1. Fay, T. : Basic Considerations Regarding Neuromuscular and Reflex Therapy. *Spastic Quarterly* 3:5-8 (June) 1954.
2. Bobath, B. : Observations on Adult Hemiplegia and Suggestions for Treatment. *Physiotherapy* 45:279-269 (Dec.) 1959, and 46:5-14 (Jan. 10) 1960.
3. Kabat, and Knott, M. : Proprioceptive Facilitation Technics for Treatment of Paralysis. *Phys Therapy Rev* 33:53-64 (Feb.) 1953.
4. Rood, M. : Use of Sensory Receptors to Activate, Facilitate, and Inhibit Motor Response, Autonomic and Somatic in Developmental Sequence. In, Sattely, E. (editor) : Approaches to Treatment of Patients With Neuromuscular Dysfunction. Study Course VI. "Third International Congress, World Federation of Occupational Therapists. Dubuque, Iowa, William C. Brown Company, March 1962, pp. 26-37.
5. Brunnstrom, S. : Movement Therapy for Stroke Patients—A Neurophysiological Approach. Vocational Rehabilitation Administration, U. S. Department of Health, Education, and Welfare, Washington, D. C., and Columbia University, 1965-1966.
6. Stern, P. H.; McDowell, F.; Miller, J. M., and Elkin, R. D.: Quantitative Testing of Motility Defects in Patients After Stroke. *Arch Phys Med* 50:320-325 (June) 1969.
7. Schoening, H. A., and Iversen, I. A. : Numerical Scoring of Self-Care Status; A Study of the Kenny Self-Care Evaluation. *Arch Med* 49:221-229 (Apr.) 1968.
8. Feldman, D. J.; Lee, P. R.; Unterecker, J. ; Lloyd, K. ; Rusk, H. A., and Toole, A.: Comparison of Functionally Oriented Medical Care and Formal Rehabilitation in the Management of Patients With Hemiplegia Due to Cerebrovascular Disease. *Chronic Dis* 15:297-310 (Mar.) 1962.
9. Seamans, S. ; Perry, C. E.; Page, D. ; Voss, D. F., and Stockmeyer, S. A. : Exploratory and Analytical Survey of Therapeutic Exercise Project. *Amer J Phys Med* 46 : 732-955 (Feb.) 1967.
10. Knott, M. and Voss, D. E.: Proprioceptive Neuromuscular Facilitation, Patterns and Techniques. Ed. 2, New York, Hoeber, June, 1968.