

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6月 5日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2011

課題番号：22700533

研究課題名（和文） 脳損傷後片麻痺患者に対する機能的筋力トレーニングの効果

研究課題名（英文） Effects of functional strength training in individuals with hemiplegia after stroke.

研究代表者

大畑 光司 (Ohata Koji)

京都大学・医学研究科・講師

研究者番号：30300320

研究成果の概要（和文）：

多くの研究が、脳卒中後片麻痺患者に対する筋力トレーニングの重要性を指摘しているが、歩行動作の反復学習のような課題特異的トレーニングによる筋力増強効果については明確ではない。このため、我々は、まず三次元歩行解析を行い、歩行時の最大関節トルクと徒手筋力測定による筋力評価の比較を行ったところ、麻痺側において、股関節伸展、膝関節屈曲、足関節底屈は歩行時の発揮トルクのほうが等尺性最大筋力より大きくなっていった。したがって、これらの筋では漸増負荷抵抗トレーニングより歩行トレーニングのほうが筋に過負荷を与えられる可能性が示唆された。その後、片麻痺者 20 名をトレーニング群とコントロール群に分けて、歩行動作に対する課題指向型トレーニングの効果を調べるために無作為対照試験を行った。その結果、トレーニング群では股関節伸展、膝関節屈曲、足関節底屈筋力がコントロール群と比べて有意に改善するとともに、Timed Up and Go の改善が得られた。以上の結果は最大等尺性収縮よりも歩行時の筋力発揮が大きくなった筋群では課題指向型トレーニングにより筋力改善が得られることを示しており、機能的筋力トレーニングの有効性を示唆するものであると考えられた。

研究成果の概要（英文）：

Many studies suggested that strength training is important for improvement of motor function in individuals with hemiplegia after stroke. However, it is not clear whether a task oriented training to improve the walking in this population can increase their muscle strength. First study was conducted to compare between peak joint torque measured using 3D gait analysis and maximum isometric strength measured using hand-held dynamometer at same joint. The result revealed that peak joint torque during walking was higher than maximum isometric strength at hip extensor, knee flexor and plantarflexor muscles. Second study was conducted randomized control trial to examine the effects of task oriented gait training for muscle strengthening. These results showed maximum isometric strengths at hip extensor, knee flexor and plantarflexor muscles were increased during intervention phase with improvement of Timed Up and Go test. Generally, Progressive Resistance Training required the overload to the target muscle. Most of stroke patients can not perform the strong muscle contraction, because voluntary muscle contraction is difficult due to dysfunction of cortico-spinal tract. Task oriented gait training has a potential to increase the muscle strength instead of strength training.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2011 年度	1,000,000	100,000	1,100,000
総計	3,000,000	700,000	3,700,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：脳卒中・片麻痺・歩行・筋力・トレーニング

1. 研究開始当初の背景

平成 17 年度厚生労働省患者調査によると脳血管障害の総患者数は 137 万人に達し、入院患者の 16%、外来患者の 10.7%にのぼるとされる。平成 16 年国民生活基礎調査の概況によると要介護者の原因疾患として、「脳血管疾患（脳卒中など）」が 29.1%と最も多く、要介護度が高い程、割合も多くなっている。このような、後遺障害を少なくするためにもリハビリテーション領域の研究にかかる期待は大きい。一方、日本脳卒中学会が作成した「脳卒中治療ガイドライン 2004」では、脳卒中後遺症の運動障害に対しては、自然回復を待つよりも、リハビリテーションを行うことが強く推奨され、下肢訓練の量を増加させることは歩行能力の改善のために強くすすめられるとしている。しかし、具体的なリハビリテーションの内容についての医学的根拠は、未だ乏しいと言わざるを得ない状況である。

近年、脳損傷後片麻痺患者に対するリハビリテーションにおいて、「筋力トレーニング」の重要性が再評価されてきている。筋力については、長年にわたり、脳損傷後の運動障害の本質的な問題ではないと考えられてきた。しかし、“Muscle strength and muscle training after stroke.” Bohannon RW J Rehabil Med 39: 14–20 (2007)に総説されるように運動機能障害と筋力低下の密接な関係については多数の報告で一致しており、運動障害を構成する重要な因子であると考えられるようになっている。

しかし、筋力トレーニングによる立位や歩行などの運動機能改善に対する効果は明確ではない。“Outcomes of progressive resistance strength training following stroke: a systematic review.” Morris SL, Dodd KJ, Morris ME. Clin Rehabil 18: 27–39. (2004) などのいくつかの系統的総説では、その効果は乏しいと結論付けている。つまり、一般的な、漸増負荷抵抗による筋力増強トレーニングでは、運動機能の改善効果は明確ではなく、より効果的に片麻痺患者の運動機能を改善する筋力トレーニングが求められている。

通常、筋力トレーニングは随意的な筋力発揮が前提となる。しかし、皮質脊髄路の損傷を有する片麻痺患者では、皮質性の制御による高い筋活動を生じさせることは容易でない。つまり、随意努力による漸増負荷抵抗トレーニングでは、必要とされる筋力発揮水準に達しない可能性があると考えられる。

これに対して、立位における姿勢応答や歩行で生じる筋活動は、皮質脊髄路以外の下行路や脊髄固有路による制御も受けている。健常者の場合、このような運動では筋力発揮水準に達しないが、筋力低下している片麻痺患者の場合には、最大随意収縮より高い筋活動が生じている可能性がある。実際、筋力増強にはトレーニング課題特異性があるとされ、立位場面や歩行に要求される運動課題に近い状態で行われる機能的筋力トレーニング (Functional strength training) のほうが“Does functional strength training of the leg in subacute stroke improve physical performance? A pilot randomized controlled trial.” Bale M, Strand LI. Clin Rehabil. 22:911-921. (2008) で報告されているように、運動機能改善効果が高いのではないかと推測されている。しかし、最大筋力と、立位における姿勢応答や歩行のような場面で発揮される機能的筋力とを比較した報告はない。

2. 研究の目的

以上のことから、本研究の目的は片麻痺患者に対して以下の二点を明確にすることである。まず、はじめに片麻痺者の最大随意収縮による筋力と歩行における機能的筋力との差を比較することを目的とし、最大等尺性随意筋力と三次元動作分析による関節ピークトルクの計測を行った。

次に、歩行に類似した運動を反復して行う課題特異的トレーニングによる筋力増強効果と歩行機能改善効果を検証するために無作為対照試験を行った。

3. 研究の方法

(1) 最大等尺性筋力と歩行中発揮筋力との比較検討

1) 対象

対象は屋内歩行が可能な地域在住の脳卒中後片麻痺者 10 名 (平均年齢 50.1 ± 11.1 歳、女性 4 名、男性 6 名) を対象とした。身体特性は身長が 164.5 ± 8.6 cm、体重が 61.7 ± 7.6 kg であった。脳卒中の損傷側は右が 5 名、左が 5 名で、脳卒中が 4 名、脳出血が 6 名であった。脳卒中発症からの経過期間は平均 68 ヶ月 (6–209 ヶ月) で、Brunnstrom stage は III 2 名、IV 5 名、V 2 名、VI 1 名であった。

2) 等尺性筋力の測定

最大等尺性筋力 (以下 MVC) の測定にはア

ニマ社製徒手筋力計 μ TAS を用いた。測定筋力は股関節の屈曲と伸展、膝関節の屈曲と伸展、および足関節の背屈と底屈であった。股関節の屈曲は座位にて股関節 90 度、膝関節 90 度屈曲位で股関節屈曲し、大腿前面下 1/3 に抵抗を加えた。股関節伸展は腹臥位にて股関節 0 度、膝関節 0 度で伸展し、大腿後面下 1/3 に抵抗を加えた。膝関節の屈曲と伸展は座位にて、股関節 90 度、膝関節 90 度屈曲位で膝関節屈曲もしくは伸展させ、下腿後面もしくは前面の下 1/3 の部位に抵抗を加えた。足関節背屈筋の筋力は、座位にて股 90 度、膝関節 90 度屈曲位で足関節中間位から足背屈させ、前足部に抵抗を加えた。さらに足関節底屈筋力の測定は、腹臥位にて股関節 0 度、膝関節 0 度にて足底屈させ、前足部の足底に抵抗を加えた。二回測定を行い、検者内信頼性を調べたところ、級内相関係数 ICC(1.1) は股関節屈曲 0.98、股関節伸展 0.97、膝関節屈曲 0.99、膝関節伸展 0.97、足関節背屈 0.98、足関節底屈 0.99 となり、高い信頼性を有していた。

3) 歩行中の発揮筋力の測定

歩行時の発揮筋力は、DKH 社製三次元解析システム(Fraim-Dias IV) を用いて関節トルクのピーク値 (以下、PTJ) を測定した。被験者に 4m 歩行路上に設置した床反力計上を 2 回、歩行させ、歩行中の運動を 60 Hz のデジタルビデオカメラにて撮影した。身体マーカーを肩関節、腸骨稜上縁、上前および上後腸骨棘、大転子、膝関節関節裂隙、足関節外果、第二中足骨、踵骨に貼付し、Fraim-Dias IV にて、矢状面上における股関節、膝関節、足関節の関節 Peak Torque を算出した。

4) 解析方法

まず、MVC と PTJ を Paired t-test で比較し、それらの関連性について、Pearson 相関係数を用いて調べた。さらに 10m 歩行テストと Timed up and go テストなどの MVC と PTJ の関係を Pearson 相関係数、Spearman 相関係数を用いて検証した。有意水準はすべて 5% 未満とした。

(2) 課題指向型歩行トレーニングの筋力増強効果の検討

1) 対象

対象は屋内歩行が可能な地域在住の脳卒中後片麻痺者 20 名とし、無作為に介入群 10 名とコントロール群 10 名の二群に分類した。

表 1. 対象の属性

	介入群	コントロール群	群間差
n	8	10	
性別 f/m	4/5	3/6	n.s.
年齢 (歳)	51.3 ± 11.0	49.3 ± 13.0	n.s.
身長 (cm)	164.3 ± 7.8	165.5 ± 7.7	n.s.
体重 (kg)	61.0 ± 6.3	60.4 ± 8.8	n.s.

疾患 (n):			
脳梗塞	3	4	
脳出血	5	5	
脳動静脈奇形	0	1	n.s.
発症からの経過月数	70.6 ± 66.9	69.1 ± 76.1	n.s.
損傷側 Rt / Lt	6 / 2	6 / 4	n.s.
Brunnstrom Stage (n):			
II III IV V VI	0 / 1 / 2 / 4 / 1	1 / 1 / 7 / 0 / 1	n.s.

unpaired t-test and kaisquare test(p<0.05)

介入開始前に歩行能力と MVC を測定し、その後、二週間の介入の後に再評価を行った。介入期間中に介入群のうち、1 名が再測定を欠席した。欠席理由は、1 名が介入期間中に就職し、トレーニングを行えなかったため、もう一人が精神的な事由により研究参加の継続ができなかったためであった。結果的に、介入群 8 名、コントロール群 10 名で比較した。各群の詳細については表 1 に示した。

2) 評価

介入前後における最大等尺性筋力と歩行能力の変化については、徒手筋力計による筋力評価と 10m 歩行テストと Timed up and go テストを行った。徒手筋力計による筋力評価については、前述の方法で MVC として測定を行った。

3) 介入方法

介入群に対しては、2 週間の介入期間中に課題指向型トレーニングとして、理学療法士が 9 つのプログラムメニューの中から、被験者の歩行特性に応じて、エクササイズを選択し、プログラムメニューの方法を書いた印刷物を配布し、家庭でトレーニングを行うように指導した。トレーニング内容は、1) 麻痺側ステップトレーニング、2) 非麻痺側ステップトレーニング、3) 踵あげ、4) 跨ぎ動作トレーニング、5) 遊脚トレーニング、6) 立位での膝伸展運動、7) 立位での膝屈曲運動、8) 立位での股関節屈曲運動、9) 立位での股関節伸展運動から、歩行の特徴をかんがみて 3 つから 4 つのトレーニング内容が選択された。指示されたトレーニング内容を週 3 回以上行い、所定の用紙に行った日数を記録させた。コントロール群にはストレッチのみを指導した。

4) 解析方法

介入群、非介入群を群間要因、トレーニング前後の変化を群内要因とした反復測定二元配置分散分析を行い、主効果と交互作用を求めた。有意水準は 5% 未満とした。

4. 研究成果

(1) 最大等尺性筋力と歩行中発揮筋力との比較検討

非麻痺側の筋力については、膝関節、足関節の背屈筋で、MVC が PTJ と比較して有意に高い値を示した。また、股関節筋では有意差がなく、足関節底屈筋では PTJ が有意に高い値を示した(図 1)。

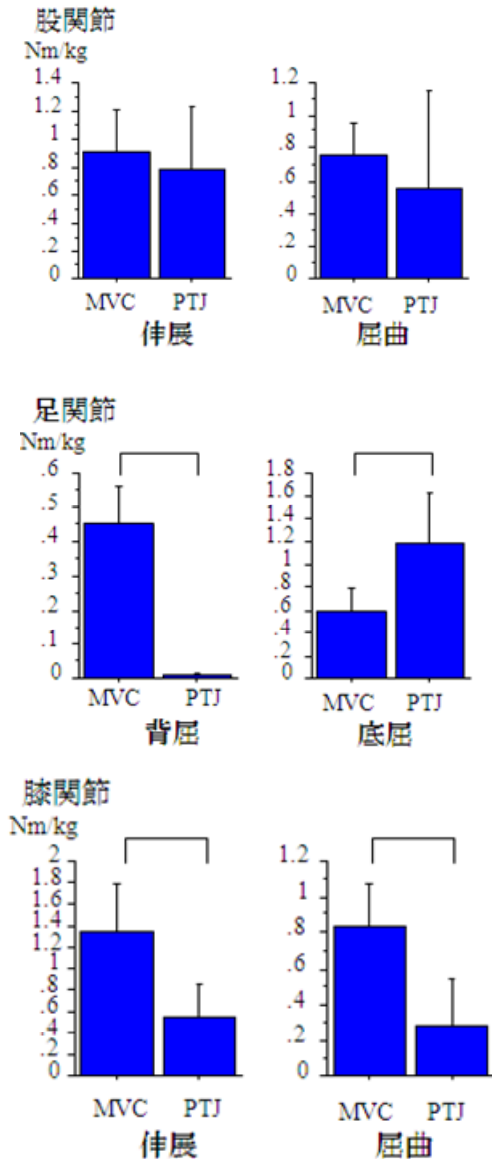


図 1.MVC と P T J の比較 (非麻痺側)

一方、麻痺側において、膝関節伸展、足関節背屈で MVC の方が有意に大きくなっていたが、股関節伸展、膝関節屈曲、足関節底屈は PJT の発揮トルクのほうが有意に大きかった (図 2)。MVC と PTJ の相関は麻痺側の膝関節屈曲筋、足関節底屈筋でのみ認められた (表 2)。

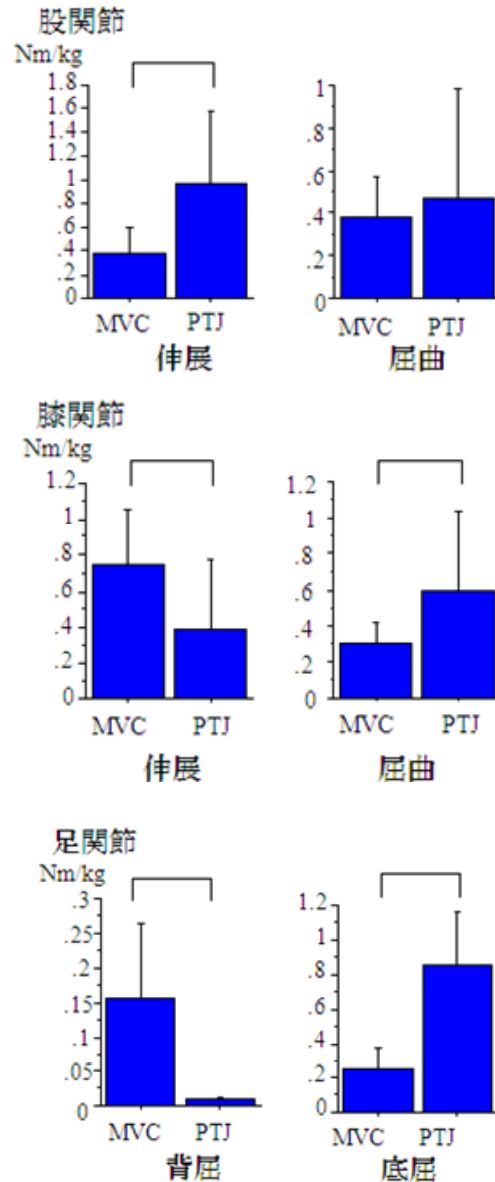


図 2.MVC と P T J の比較 (麻痺側)

表 2.MT J と P J T の相関

	麻痺側	非麻痺側
股関節屈曲	0.24	-0.02
股関節伸展	0.47	0.35
膝関節屈曲	0.64*	-0.15
膝関節伸展	0.06	-0.06
足関節背屈	-0.14	0.46
足関節底屈	0.61	-0.01

Peasons相関係数 *p<0.05

以上の結果から、麻痺側では股関節伸展、膝関節屈曲、足関節底屈で PTJ の方が MVC よりも高値を示していた。このような麻痺側における PJT の優位性は、筋力発揮水準が筋力測定時よりも歩行時のほうが高いことを示している。したがって、

有意差の見られた筋力では、歩行トレーニングのみによっても筋に過負荷を与えられる可能性があると考えられた。

(2) 課題指向型歩行トレーニングの筋力増強効果の検討

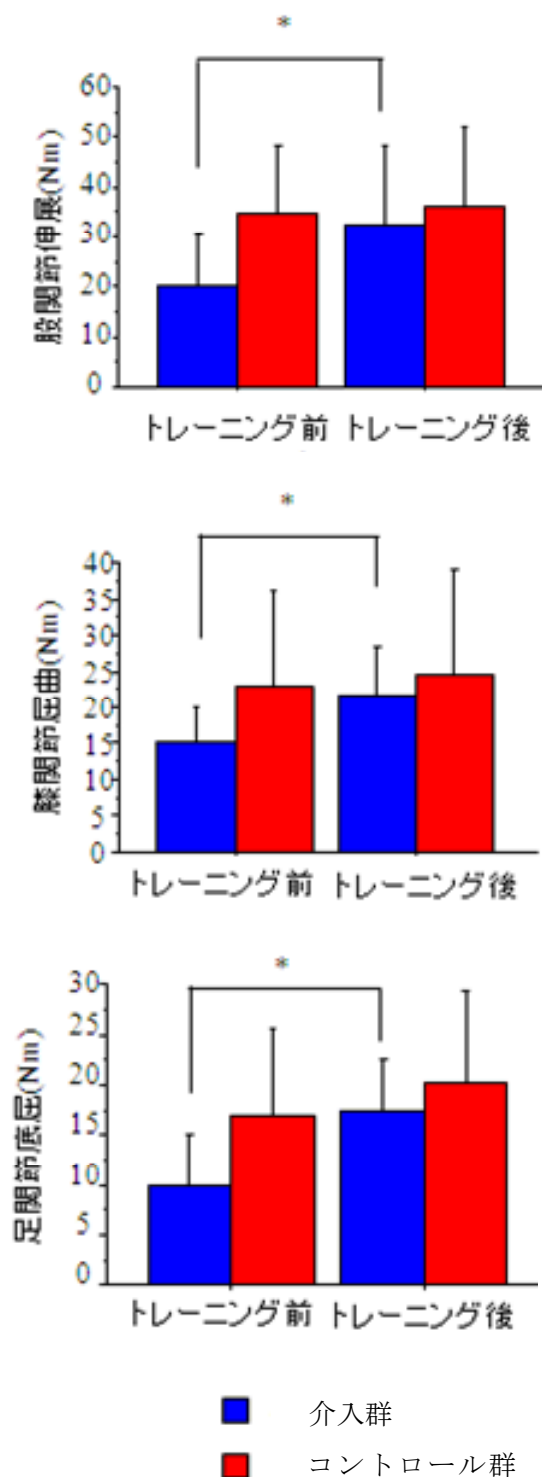


図 3. 介入前後の変化

介入群とコントロール群のトレーニング期間前後の変化には有意な交互作用が認めら

れ ($p < 0.05$)、股関節伸展、膝関節屈曲、足関節底屈筋力がコントロール群と比べて有意に改善していた。さらに 10m 歩行速度には変化がなかったが、Timed Up and Go の改善が得られた。以上の結果は MVC よりも歩行時の筋力発揮が大きくなった筋群で、歩行に対する課題指向型トレーニングにより筋力が改善することを示しており、課題指向型トレーニングによる筋力トレーニング、すなわち機能的筋力トレーニングの有効性を示唆するものであると考えられた。健常者では歩行に必要な筋力は小さいため、歩行自体を行うことによる筋力増強効果は小さいが、片麻痺者では歩行においても随意的な最大収縮より大きな筋力を発揮する可能性があり、歩行トレーニングが筋力を向上させる可能性があると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 4 件)

① 大畑光司、脳卒中後片麻痺患者における運動機能の回復と代償のメカニズム、理学療法京都、Vol.41、2012、ページ数未定、DOI: 該当なし

② 大畑光司、Gait Solution 付短下肢器具による脳卒中片麻痺の運動療法とその効果、理学療法ジャーナル、査読無、Vol.45、2011、pp.217-224、DOI: 該当なし

③ Ohata K, Yasui T, Tsuboyama T, Ichihashi N. Effects of an ankle-foot orthosis with oil damper on muscle activity in adult after stroke Gait and Posture, 査読有、Vol 33、2011、pp102-107、DOI: 該当なし

④ 大畑光司、脳卒中片麻痺患者の主要な障害としての筋力低下について、秋田理学療法学会、Vol.18、2010、pp.3-7、DOI: 該当なし

〔学会発表〕(計 2 件)

① Ohata K、Gait characteristics & training for individuals with hemiplegia、Commissioned Training Program 2011/12 Functional Enhancement of Post-stroke Rehabilitation.、2011 年 11 月 25-26 日、香港

② 大畑光司、市橋則明、泉圭輔、佐久間香、脳損傷後片麻痺者における最大随意筋力と歩行時の最大関節トルクの関係、第 45 回日本理学療法学会大会、2010 年 5 月 27 日、岐阜

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大畑光司 (Ohata Koji)

京都大学・医学研究科・講師

研究者番号：30300320