

機関番号：12103
 研究種目：若手研究 (B)
 研究期間：2008～2010
 課題番号：20700491
 研究課題名 (和文) タイプ別脳性麻痺者の運動能力と筋の特性から見たトレーニング指標に関する研究
 研究課題名 (英文) Training index in different types of cerebral palsy:
 An analysis of muscle characteristics and physical fitness
 研究代表者
 中村 直子 (Nakamura Naoko)
 筑波技術大学・保健科学部・助教
 研究者番号：00455940

研究成果の概要 (和文)：本研究の目的は、脳性マヒ者の運動能力を麻痺のタイプ別、重症度別に明らかにすること。またその結果を科学的根拠に基づいたトレーニング方法開発のための基礎資料をすることである。本課題では、成人脳性マヒ者中最多の痙直型、次いで多いアテトーゼ型、両群を移動能力で分類し、両下肢の筋力・筋断面積・動作速度・筋電位を計測し、分析した。結果、アテトーゼ群では健常者と同様の傾向がみられたが、痙直群では、測定項目間及び移動能力との間に相関が認められず、トレーニング指標を数値的に得ることが困難であると分かった。

研究成果の概要 (英文)：The aim of this study is to investigate the relationships between the characteristics of muscles in the lower extremities and movement in adults with cerebral palsy (CP) of different types. I measured and analyzed isokinetic muscle strength, cross-sectional muscle area (by MRI), and movement velocity in adults with athetoid CP and with spastic CP. In the athetoid group there were significant correlations among the three items. These relationships showed similar trends to those in non-CP adults, i.e. it suggests that the muscles of people with athetoid CP has capability of resistance training. In the spastic group there were no significant correlations among the three test items. This result suggests that for adults with spastic CP there is a need to develop a training method that is individualized and different from those used by able-bodied people.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2009 年度	600,000	180,000	780,000
2010 年度	100,000	30,000	130,000
年度			
年度			
総計	2,300,000	690,000	2,990,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・スポーツ科学

キーワード：①障害者スポーツ、②脳性麻痺者

科学研究費補助金研究成果報告書

1. 研究開始当初の背景

(1) 先行研究

これまで脳性麻痺者の筋力や運動時心拍数などの単一の指標を用いた研究は国内外で行われてきたが、MRI による筋断面積と筋力、動作速度との比較や筋力と体力の比較など、複合的に科学的データに基づいた脳性麻痺者の運動能力を検討する研究は行われていなかった。本研究の先行研究を行った石塚は、麻痺の程度（重症度）の異なる脳性麻痺者7名を車椅子使用群2名、歩行可能群2名、走行可能群3名の3群に分け、筋断面積、筋力、動作速度、無酸素性能力を測定し、比較検討した。その結果、運動能力の高い脳性麻痺者は筋断面積も大きく筋力も高いと報告した。

(2) 本研究について

研究者はこれまで脳性麻痺者について重心動揺計を用いた研究を行ってきた。その中で、麻痺のタイプにより姿勢保持の特徴が全く異なることを発表した。それを受けて今回、脳性麻痺のタイプ別に身体能力の特徴を科学的に明らかにするため石塚の先行研究から対象者数を増やし、20名の脳性麻痺者の運動能力をスポーツホトニクス研究所にて科学的に測定し、個々の特性に合ったトレーニング方法やスポーツへの応用を考察する研究を行った。

2. 研究の目的

本研究は、成人脳性マヒ者の中で最も多い瘻直型、2番目に多いアテトーゼ型、2タイプの脳性マヒ者において、下肢の筋とそれらに関わる粗大運動との関係を分析することで、タイプ別の運動特性の違いを明らかにしようとするものである。また、ここで得られたデータを元に、個人の特徴にあったトレーニング方法を検討したいと考えている。

3. 研究の方法

(1) 対象者

本研究の対象者は不随意運動を主症状とするアテトーゼ型脳性マヒのある男性10名（混合タイプを含む）、および筋緊張の亢進と病的反射の出現を主症状とする瘻直型脳性マヒのある男性10名である。それぞれの年齢や重症度（日常の移動能力）を表1に示した。

(2) 測定項目

本研究で測定した項目は、両下肢の筋力・筋断面積・動作速度・筋電位である。①筋力については Biodex-System3 を用いて、等速運動性最大筋力について股関節屈曲、伸展力を角速度 300°、180°/sec の条件で測定、また膝関節屈曲、伸展力は角速度 300°、180°、60°/sec で測定した。②筋断面積は、

表1 対象者の年齢および移動能力（重症度）

		アテトーゼ群	瘻直群
対象者数		10名	10名
平均年齢		25.7歳	28.7歳
標準偏差		4.8歳	7.0歳
日常の移動能力	車イス（自走可）	3名	2名
	車イス（つまり歩き可）		1名
	歩行	2名	6名
	走行可能	5名	1名

大腰筋、大腿 70%・50%位での総筋断面積、大腿四頭筋・ハムストリングスの断面積、下腿総筋断面積を MRI 画像により算出した。③動作速度は Ballistic Master を用いて膝振上げ（股屈曲）、膝振下ろし（股伸展）速度を測定した。④筋電位の測定は両群 1～2名を行った。携帯型筋電計 MYOTRACE400 を用い、上記膝屈伸筋力測定時の大腿直筋と半膜様筋の筋電位を測定した。なお、全ての測定は静岡県のスポーツホトニクス研究所で実施した。

(3) 分析方法および統計処理

得られた 20 名分のデータは左右 1 肢ごとに分け、アテトーゼ群 10 名 20 肢と瘻直群 10 名 20 肢のデータとを比較の対象とした。前述の測定項目の中で、大腰筋、大腿四頭筋、ハムストリングス、各筋の働きと一致するデータを選び、その関係性を Pearson の相関係数を算出し、比較した。例えば、ハムストリングスは股関節の伸展や膝関節の屈曲、膝振下ろし動作などを行う筋であるため、①筋力（股伸展・膝屈曲）、②筋断面積（ハムストリングスの横断面積）、③動作速度（膝振下ろし速度）のデータについて①と②、②と③、①と③の相関係数を求め、それぞれの関係性を比較した。なお、①筋力と③動作速度を比較する際、膝振上げ動作は主に股関節屈筋群の収縮により行われる動作であるため、今回は①大腰筋と大腿四頭筋の筋力（股屈曲・膝伸展）と③膝振上げ動作速度との比較を行った。同様に膝振下ろし動作についても①ハムストリングスの筋力（股伸展・膝屈曲）と③膝振下ろし速度との比較を行った。統計学的有意水準は 5%未満とした。

4. 研究成果

(1) 筋力・筋断面積・動作速度の関係性

アテトーゼ群では等速運動性筋力・筋断面積・動作速度それぞれの間に高い相関関係が認められた（図1～3、表2～4）。痙直群では、等速運動性筋力と筋断面積、筋断面積と動作速度の間に相関がみられなかった（図1、図2、表2、表3）。筋力と動作速度との関係について、膝振上げ速度と股関節屈曲筋力、および膝関節伸展筋力との間には有意な相関関係が認められた。しかし、膝振下ろし速度と股関節伸展筋力（ $r=0.516$ $p=0.071$ ）、および膝関節屈曲筋力（ $r=0.318$ $p=0.247$ ）との間には相関がみられず、むしろ膝振下ろし動作の拮抗筋である股関節屈曲筋力（ $r=0.671$ $p<0.01$ ）、膝関節伸展筋力（ $r=0.725$ $p<0.01$ ）との間に高い相関関係が認められた（図3、表4）。

なお、図表中の被験肢（n）数は、比較する2項目のデータ検出が可能であった肢数を示している。両群とも立位保持不可能者に動作速度や筋力の測定が行えない者があり、被験肢数にはばらつきがみられた。更にアテトーゼ群では不随意運動のため筋断面積の測定が困難な者が数名みられ、また痙直群では筋力測定時に設定の角速度に動作がついていけず、筋力データの検出ができない者が数名あった。

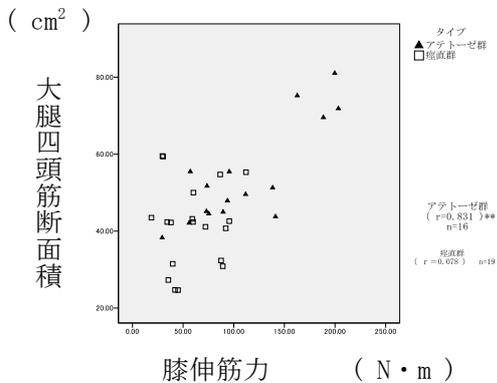


図1. 等速運動性筋力と筋断面積との関係（代表的な例 膝伸展筋力と大腿四頭筋断面積の散布図）

表2 筋力と筋断面積との相関関係

項目 1	項目 2	相関係数	
		アテトーゼ型	痙直型
股屈曲	大腰筋	$r = 0.655^{**}$ (n= 19)	$r = 0.126$ (n= 15)
股屈曲	大腿四頭筋	$r = 0.865^{**}$ (n= 15)	$r = 0.365$ (n= 15)
膝伸展		$r = 0.831^{**}$ (n= 16)	$r = 0.078$ (n= 19)
股伸展	ハムスト	$r = 0.812^{**}$ (n= 14)	$r = 0.316$ ※ (n= 14)
膝屈曲	リングス	$r = 0.814^{**}$ (n= 14)	$r = 0.264$ (n= 18)

* $p < 0.05$ (** $p < 0.01$)

※：ハムストリングスとその拮抗作用である股関節屈曲筋力との間に有意な相関（ $r=0.569$ ）**が見られた

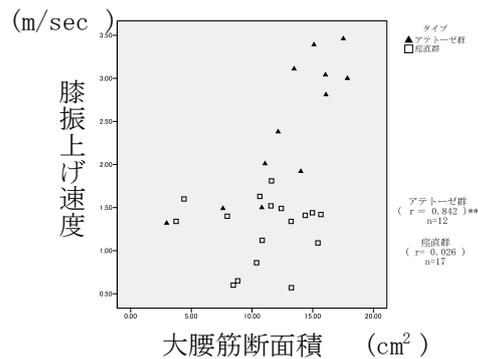


図2. 筋断面積と動作速度との関係（代表例 大腰筋断面積と膝振上げ速度）

表3 筋断面積と動作速度の相関関係

項目 2	項目 3	相関係数	
		アテトーゼ群	痙直群
筋断面積	動作速度		
大腰筋	膝振上げ	$r = 0.842^{**}$ (n= 12)	$r = 0.026$ (n= 17)
大腿四頭筋	膝振上げ	$r = 0.590^*$ (n= 12)	$r = 0.136$ (n= 17)
ハムストリングス	膝振下ろし	$r = 0.909^{**}$ (n= 12)	$r = 0.389$ (n= 17)

* $p < 0.05$ (** $p < 0.01$)

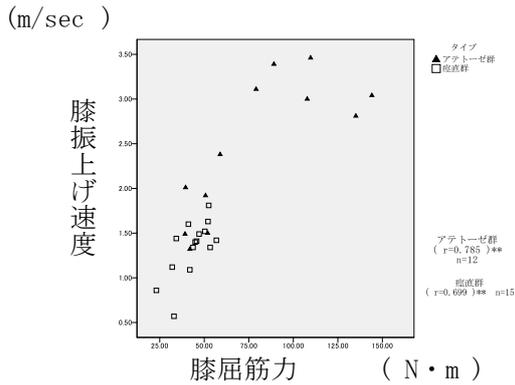


図3. 等速運動性筋力と動作速度との関係
(代表的な例 股関節屈曲筋力と膝振上げ速度)

表4 等速性筋力と動作速度との相関関係

	項目1	項目3	相関係数	
			アテトーゼ群	痙直群
大腰筋・ 大腿四 頭筋の 作用	股屈曲	膝振 上げ	$r = 0.785^{**}$ (n=12)	$r = 0.699^{**}$ (n=15)
	膝伸展		$r = 0.824^{**}$ (n=12)	$r = 0.726^{**}$ (n=16)
ハムスト リングス の作用	股伸展	膝振 下ろ し	$r = 0.751^{**}$ (n=12)	$r = 0.516$ (n=13)
	膝屈曲		$r = 0.799^{**}$ (n=12)	$r = 0.318$ (n=15)

* $p < 0.05$ (** $p < 0.01$)

(2) その他の結果

①筋電位について

膝屈伸筋力測定時の筋電位測定を試みたところ、アテトーゼ群では主動筋と拮抗筋が屈伸動作に合わせて交互に収縮し、健常者と同様の筋収縮傾向を示したが、動作中に不随意運動の波形が見られた(図4)。痙直群は動作中に拮抗筋が収縮し続ける同時収縮の波形がみられる者と、明確な同時収縮がみられない者があった(図5)。しかしながら、筋力測定装置(Biodex)や動作によるノイズが入り、また限られた時間での筋電計装着および設定が難しいなど、多くの課題を残した。

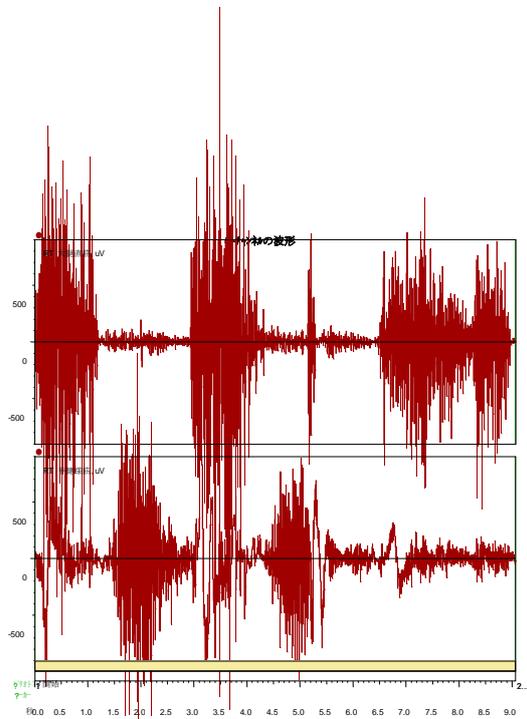


図4. アテトーゼ型 膝屈伸時の筋電位
(上段 大腿直筋、下段 半膜様筋の筋電図
角速度 60°)

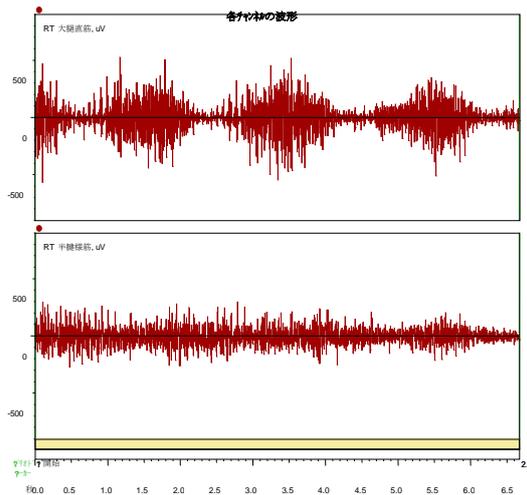


図5. 痙直型 膝屈伸時の筋電位
(上段 大腿直筋、下段 半膜様筋の筋電図
角速度 60°)

②重症度別比較

日常の移動能力を基準に重症度を設定し、筋力・筋断面積・動作速度との関係を比較した。結果、アテトーゼ群では、多くの項目で関係性が得られたが、痙直群では関係性が認められなかった。しかし各群とも被験者数が1~6名での比較となり、精度の高い比較は行えなかった。

(3) 成果のまとめ

①脳性マヒ者のタイプ別、筋と動作の関係性
(トレーニングを行う場合の注意点)

脳性マヒ者の筋と動作の関係性を麻痺の

タイプ別に調べた。測定項目は筋力、筋断面積、動作速度である。その結果を以下にまとめる。

- ・アテトーゼ型脳性マヒ者では、筋力・筋断面積・動作速度、全ての測定項目の間に相関がみられた。これは健常者と同様の傾向であり、筋断面積が筋力の指標となり得ることが分かった。不随意運動に留意しながらも、健常者と同様のトレーニングで効果が得られる可能性が示唆された。
 - ・痙直型脳性マヒ者では、一部の動作速度と筋力との間にのみ、相関が得られた。しかし、筋力と筋断面積、筋断面積と動作速度との間に統計的な関係性はみられなかった。健常者と異なるトレーニング方法を個人に合わせて検討する必要が示唆された。また、早い速度の動作が困難な者が多いため、ゆっくりした動作を中心に展開していくトレーニング方法が望ましいと考えられた。
 - ・なお、研究者のその後の継続研究により、被験者数が増えると痙直型脳性マヒ者においても筋と動作の間に関係性が認められる感触がある。
- ②重症度別、筋と動作の関係性
- ・アテトーゼ群では、上記の結果同様、多くの項目間で関係性が得られ、また重症度が高い者ほど、筋力・筋断面積が少ない傾向が見られた。
 - ・痙直群では重症度と筋力・筋断面積・動作速度との間に関係性が認められなかったとりわけ筋断面積においては、BMI、痙性など、その他の要因が大きく影響していると考えられた。更に細かいグループ分けを行い、検討が必要と考えられる。

(4) 国内外における本研究の位置づけ

脳性マヒ者の運動特性は科学的に明らかにされておらず、運動が筋緊張に及ぼす影響（関節変形や筋緊張増大）への心配から、スポーツやトレーニングが全般的に禁忌とされる傾向にあった。しかし近年、国内外で痙直型脳性マヒ児に対する筋力トレーニング効果についての報告が徐々に増えており、筋力トレーニングと運動能力の関係についての研究が、待たれる状況にあったといえる。本研究はアテトーゼ型と痙直型、2つのタイプで筋力トレーニングの指標が異なることを明らかにした点でユニークといえる。

(5) 今後の展望

①今後の課題

本研究により、アテトーゼ型・痙直型脳性マヒ者の筋と動作の関係性が、異なることが分かったが、被験者数が少ないため、統計学的に精度の高い分析とはいえず、また特徴を捉えるための詳細なグループ分けが困難で

あった。今後被験者数を増やし、より詳細な分析をしていく必要がある。

②現在継続している研究内容

・脳性マヒのある女性についての研究
本研究の予備測定として女性脳性マヒ者について数名、男性と同様の測定を行った。また、筑波技術大学教育研究高度化推進事業の助成により脳性マヒのある女性の測定を継続し、論文・学術集會にて報告している。

③被験者数増加による展望

今後、被験者数を増やすことにより、以下の展望がある。

- ・アテトーゼ型・痙直型2つのマヒについて、より明確な特徴、トレーニング指標が提示される。
- ・更に細かいタイプ別・重症度別のグループ分けをし、個々の特徴にあわせたトレーニング方法を提示する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計3件）

- ①中村直子、石塚和重、齊藤まゆみ、タイプ別脳性マヒ者における筋と動作の関係性：筋力・筋断面積・動作速度による分析、上田法治療ジャーナル、21巻1号、3-12、査読有、2010
- ②中村直子、石塚和重、齊藤まゆみ、脳性マヒのある女性における筋と動作の関係性：筋力・筋断面積・動作速度によるマヒのタイプ別比較、筑波技術大学テクノレポート、vol18、No1、123-128、査読なし、2010

〔学会発表〕（計6件）

- ①中村直子、齊藤まゆみ、タイプ別脳性マヒ者の筋力・筋断面積・動作速度についての一考察-女性の脳性マヒ者についての報告-、日本体育学会61回大会、2010年9月8日、中京大学豊田キャンパス
- ②中村直子、齊藤まゆみ、タイプ別脳性マヒ者の筋断面積・筋力・動作速度・筋電図についての一考察、日本体育学会60回大会、2009年8月28日、広島大学東広島キャンパス
- ③中村直子、石塚和重、齊藤まゆみ、タイプ別脳性マヒ者の筋断面積・筋力・動作速度についての一考察、第44回日本理学療法学術大会、2009年5月28日、東京国際フォーラム

6. 研究組織

研究代表者

中村 直子 (NAKAMURA NAKO)

筑波技術大学・保健科学部・助教

研究者番号：00455940