

痙直型脳性麻痺による肢体不自由者における脱トレーニングの影響

田中弘之*, 井上貴江**, 藤森貴大***

(キーワード: 痙直型脳性麻痺, 等速性運動, 脱トレーニング)

I 緒言

健康志向の高まりにより、『健康づくりのための身体活動基準2013』が改訂されるなど、中高年者の間でも定期的かつ適度な運動が実践されるようになって久しい。当然、身体に障害を有する者においても定期的な運動の必要性が問題提起されながらも¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾, 個々の障害の状況や生活環境の変化および加齢の影響等によって、運動習慣の継続性に関する困難さが想起される。

井上¹⁾²⁾は、痙直型脳性麻痺による肢体不自由者における障害の重度化や二次障害の予防の観点から、内容の精査を含みながらもトレーニング継続の重要性を述べている。また、加齢に伴う変化から、肢体不自由者の身体の老化が障害重度化の一因であることを示唆している。そして、さらなる障害の誘因となる可能性が考えられるのであれば、その状況を緩和するための新たなトレーニング処方³⁾の構築が急務かつ重要であることを指摘している。

しかし、これらの研究では、トレーニングの継続におけるその効果や有効性について述べてはいるが、脱トレーニング時の肢体不自由者の状況の変化にまでは言及していない。既述のように障害者が個々の障害の状況や種々の環境の変化によって、定期的に運動を継続することの困難さが増すことを考慮すると、脱トレーニング時の状況の変化を把握することも重要な検証課題となる。

本研究では、肢体不自由者が、等速性筋運動トレーニングを継続的に行っている期間と筋力トレーニングを休止する脱トレーニング期間の筋力変化の時系列的推移から、運動刺激の様相が障害部位の筋力やトレーニング効果に及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。

II 方法

1 被験者

松葉杖、車いすなどを使用せず自力歩行が可能で、スポーツ等の運動経験のない痙直型脳性麻痺による軽度下肢不自由者の40歳代の女性1名とした。

2 トレーニング処方

トレーニングはCYBEX770によるアイソキネティック・トレーニングと日常生活時のフリーウエイトによる筋力トレーニングとした。

1) フリーウエイトトレーニング時に使用する主な用具

- ・水入りペットボトル (1500, 1000および500ml)
- ・0.5kgのダンベルもしくは同重量のアンクルウエイト
- ・足背固定用のゴムベルト

2) フリーウエイトトレーニング時のトレーニング動作

CYBEX770によるアイソキネティック・トレーニング時と同じ動作を行い、トレーニング部位の負荷はペットボトルの水量やアンクルウエイトの重量およびダンベルの重量で調整を行った。

*鳴門教育大学生生活・健康系コース (保健体育)

**鳴門教育大学研究生

***鳴門教育大学大学院

3) トレーニングの強度と時間

トレーニング部位を特定するにあたり、まず被験者のCYBEX770によるアイソキネティック・トレーニング適性の可否を確認するための予備実験として、膝関節（屈曲／伸展）、足関節（背屈／底屈）、股関節（外転／内転）、股関節（屈曲／伸展）、肩関節（水平外転／水平内転）、肩関節（屈曲内転／伸展外転）のアイソキネティック・テストを1日1回、数日間、実施した。アイソキネティック・テストの角速度は60度、120度、180度とした。

アイソキネティック・テスト中の被験者本人の様子や各部位の動作を観察した結果、その他の部位と比較して、動作様式に比較的変形が少ない膝関節（屈曲／伸展）と股関節（屈曲／伸展）を対象として、筋力トレーニングを行うこととした。またCYBEX770によるこれらの部位の筋力トレーニング時の角速度を膝関節（屈曲／伸展）については30度、股関節（屈曲／伸展）については60度、回数は各5回とした。

4) トレーニングの頻度

一週あたり3回とした。

5) トレーニングの期間

2009年5月から開始し2010年11月まで継続して行ったが途中、脱トレーニングの期間も設定した。

3 トレーニング効果の評価

トレーニングの設定において、2009年7月から9月、2009年12月から2010年4月、2010年7月から9月を脱トレーニングの期間とした。それぞれの脱トレーニング前の2009年6月、2009年11月、2010年6月、2010年11月にトレーニング効果の評価のためのアイソキネティック・テストを行った。また各脱トレーニング期間後の被験者の筋力を解析するために、2009年10月、2010年5月、2010年10月に同様のアイソキネティック・テストを行った。各脱トレーニング前と各脱トレーニング期間後の各測定値における平均値の差の有意性検定は繰り返しのあ一元配置および二元配置の分散分析を行い、有意水準は5%未満とした。

Ⅲ 結果と考察

膝関節最大トルク（屈曲）では2010年6月と2010年10月の間において、脱トレーニング期間後の方が有意に高値を示した（ $P < 0.01$, 図1）。また、膝関節最大トルク（伸展）では2009年6月と2009年10月の間、2009年11月と2010年5月の間でそれぞれ脱トレーニング期間前の方が有意に高値を示した（ $P < 0.01$, 図2）。なお、図示しなかったが、膝関節最大トルク（屈曲／伸展）では2009年6月と2009年10月の間、2009年11月と2010年5月の間でそれぞれ脱トレーニング期間後の方が有意に高値を示した（ $P < 0.05$ ）。さらに、膝関節最大トルク%（屈曲）では2009年6月と2009年10月の間、2009年11月と2010年5月の間でそれぞれ脱トレーニング期間後の方が有意に高値を示し（ $P < 0.01$ ）、膝関節最大トルク%（伸展）では2009年6月と2009年10月の間で脱トレーニング期間前の方が有意に高値を示し（ $P < 0.01$ ）、膝関節最大トルク発揮角度（屈曲）では2009年6月と2009年10月

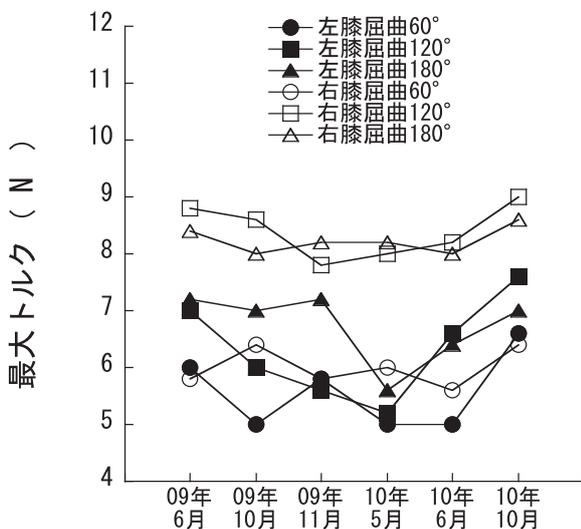


図1 膝関節最大トルク（屈曲）の比較

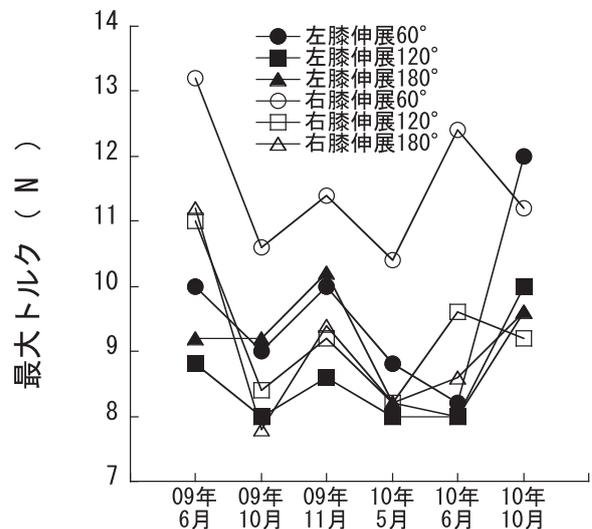


図2 膝関節最大トルク（伸展）の比較

の間および2010年6月と2010年10月の間で脱トレーニング期間前の方が有意に高値を示し ($P < 0.01$)、膝関節最大トルク発揮角度(伸展)については、2009年6月と2009年10月の間で脱トレーニング期間前の方が有意に高値を示した ($P < 0.05$)。左膝関節最大トルク(屈曲/伸展)では2009年6月と2009年10月の間、2010年6月と2010年10月の間で脱トレーニング期間前の方が有意に高値を示した ($P < 0.01$)。

膝関節最大仕事量(屈曲)では有意な変動は認められなかった(図3)が、膝関節最大仕事量(伸展)では2009年6月と2009年10月の間および2009年11月と2010年5月の間で脱トレーニング期間前の方が有意に高値を示した ($P < 0.05$, 図4)。なお、図示しなかったが、膝関節最大仕事量(屈曲/伸展)では2009年6月と2009年10月の間で脱トレーニング期間後の方が有意に高値を示した ($P < 0.05$)。また、膝関節最大仕事量%(屈曲)では2010年6月と2010年10月の間で脱トレーニング期間後の方が上回っており ($P < 0.05$)、右膝関節最大仕事量%(屈曲)でも2010年6月と2010年10月の間で脱トレーニング期間後の方が有意に高値を示し ($P < 0.01$)、膝関節最大仕事量%(伸展)では2009年6月と2009年10月の間で脱トレーニング期間前の方が有意に高値を示した ($P < 0.01$)。

左膝関節総仕事量(屈曲)では2010年6月と2010年10月の間で脱トレーニング期間後の方が有意に高値を示し ($P < 0.01$)、右膝関節総仕事量(屈曲)では2009年11月と2010年5月の間で脱トレーニング期間前の方が有意に高値を示し ($P < 0.01$)、2010年6月と2010年10月の間で脱トレーニング期間後の方が有意に高値を示した ($P < 0.05$, 図5)。右膝関節総仕事量(伸展)では2009年6月と2009年10月の間および2009年11月と2010年5月の

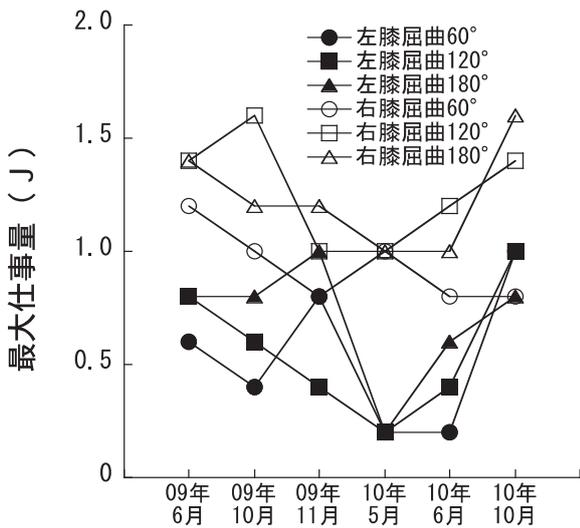


図3 膝関節最大仕事量(屈曲)の比較

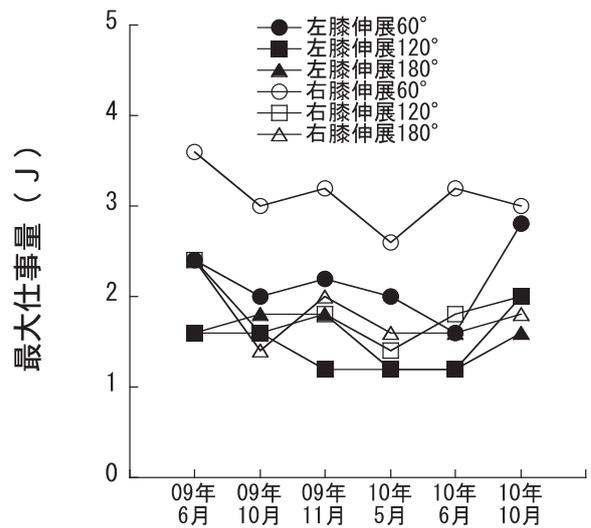


図4 膝関節最大仕事量(伸展)の比較

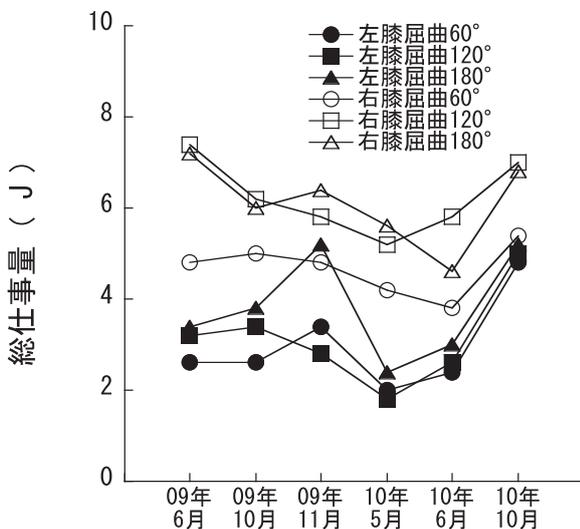


図5 膝関節総仕事量(屈曲)の比較

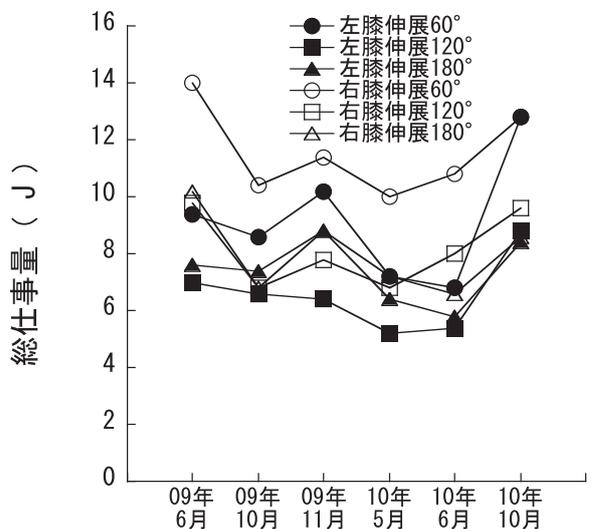


図6 膝関節総仕事量(伸展)の比較

間で脱トレーニング期間前の方が有意に高値を示し ($P < 0.01$), 2010年6月と2010年10月の間で脱トレーニング期間後の方が有意に高値を示した ($P < 0.01$, 図6)。左膝関節総仕事量(屈曲/伸展), 右膝関節総仕事量(屈曲/伸展)でも2009年6月と2009年10月の間で脱トレーニング期間後の方が有意に高値を示した ($P < 0.01$)。

右膝関節平均パワー(屈曲)では2010年6月と2010年10月の間で脱トレーニング期間後の方が有意に高値を示したが ($P < 0.05$, 図7), 膝関節平均パワー(伸展)では有意な変動は認められなかった(図8)。なお, 図示しなかったが, 右膝関節平均パワー%(屈曲)でも2010年6月と2010年10月の間で脱トレーニング期間後の方が有意に高値を示した ($P < 0.05$)。また, 膝関節平均ROM(屈曲/伸展)では2010年6月と2010年10月の間で脱トレーニング期間後の方が有意に高値であり ($P < 0.01$), 2009年11月と2010年5月の間では脱トレーニング期間前の方が有意に高値を示し ($P < 0.01$), 左膝関節平均ROM(屈曲/伸展)については2010年6月と2010年10月の間で脱トレーニング期間後の方が有意に高値を示した ($P < 0.05$)。

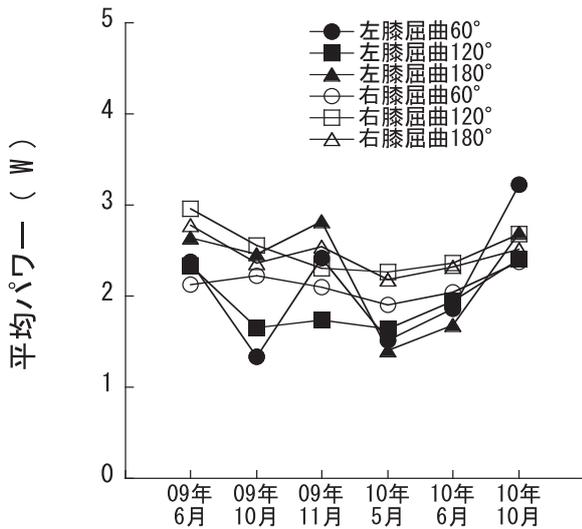


図7 膝関節平均パワー(屈曲)の比較

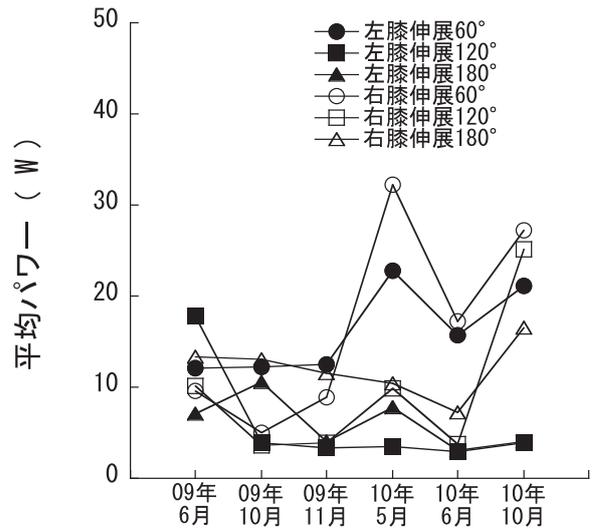


図8 膝関節平均パワー(伸展)の比較

次に股関節については, 左最大トルク(屈曲)では2010年6月と2010年10月の間で脱トレーニング期間後の方が有意に高値を示した ($P < 0.05$, 図9)。右股関節最大トルク(伸展)では2009年11月と2010年5月の間で脱トレーニング期間後の方が有意に高値を示した ($P < 0.05$, 図10)。なお, 図示しなかったが, 左股関節最大トルク%(屈曲)では2010年6月と2010年10月の間で脱トレーニング期間後の方が有意に高値を示した ($P < 0.05$)。また, 右股関節最大トルク%(伸展)では2009年11月と2010年5月の間で脱トレーニング期間後の方が有意に高値を示し ($P < 0.01$), 左股関節最大トルク発揮角度(伸展)では, 2009年6月と2009年10月の間で脱トレーニ

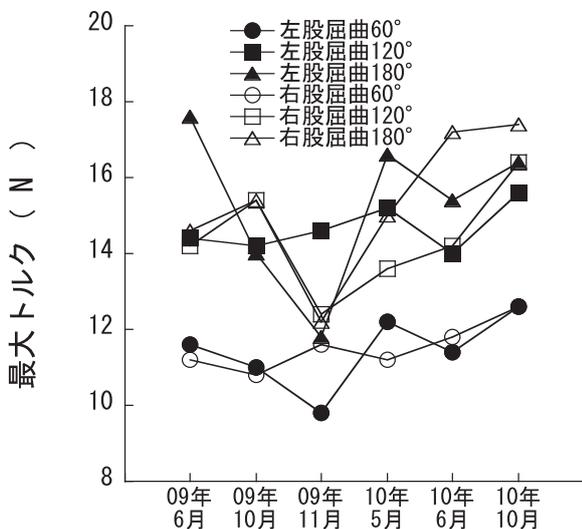


図9 股関節最大トルク(屈曲)の比較

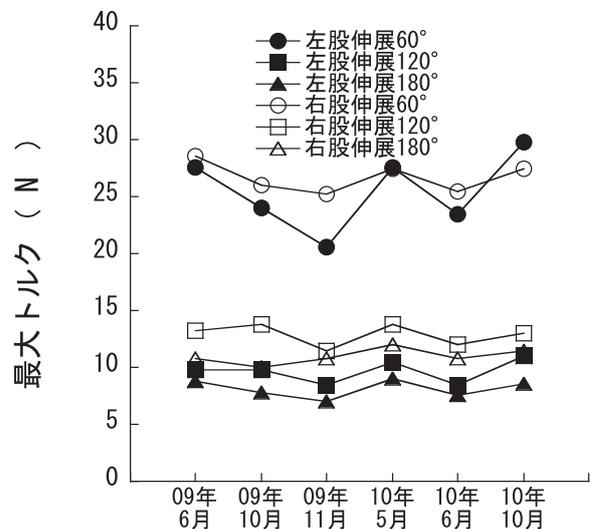


図10 股関節最大トルク(伸展)の比較

ング期間後の方が有意に高値を示した ($P < 0.05$)。

右股関節総仕事量 (屈曲) および右股関節総仕事量 (伸展) では、2009年11月と2010年5月の間で脱トレーニング期間後の方が有意に高値を示した ($P < 0.05$, 図11, 図12)。なお、図示しなかったが、右股関節最大仕事量% (伸展) では、2009年11月と2010年5月の間で脱トレーニング期間後の方が有意に高値を示した ($P < 0.05$)。さらに、左股関節平均パワー (伸展) でも、2009年11月と2010年5月の間で脱トレーニング期間後の方が有意に高値を示し ($P < 0.05$)、左股関節平均パワー (屈曲/伸展) では、2010年6月と2010年10月の間で脱トレーニング期間前の方が有意に高値を示し ($P < 0.01$)、右股関節平均パワー% (伸展) では2009年11月と2010年5月の間で脱トレーニング期間後の方が有意に高値を示し ($P < 0.05$)、右股関節平均ROM (屈曲/伸展) でも、2009年6月と2009年10月の間で脱トレーニング期間後の方が有意に高値を示した ($P < 0.05$)。

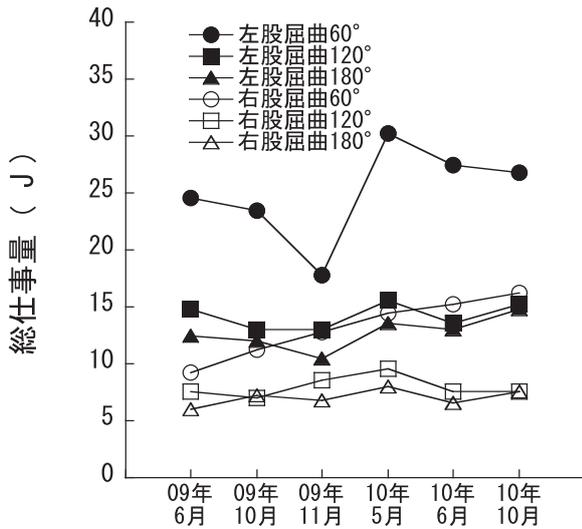


図11 股関節総仕事量 (屈曲) の比較

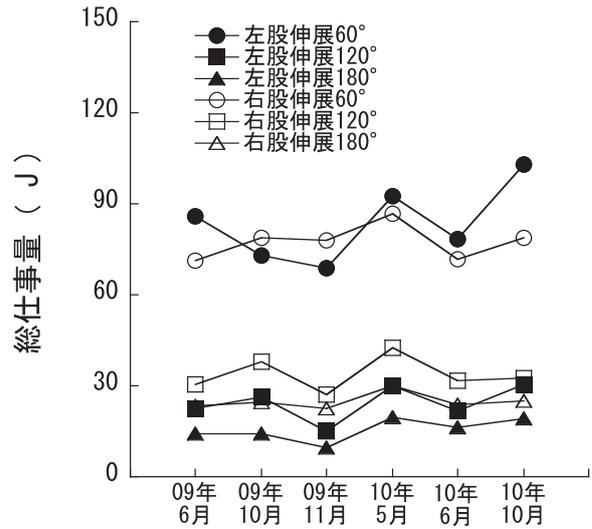


図12 股関節総仕事量 (伸展) の比較

従来から、脳性麻痺に起因する肢体不自由者の筋力トレーニング⁸⁾⁹⁾、リハビリテーション¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾¹⁶⁾および歩行動態¹⁷⁾¹⁸⁾¹⁹⁾²⁰⁾に関する研究は多数の報告が行われている。しかし、休養という概念を包含した意図的な脱トレーニングに関する報告は、文献渉猟の範囲内では、極めて少ない現状にある。他方、健常者が継続したトレーニングの後、脱トレーニングをした場合には、呼吸循環器系機能²¹⁾²²⁾、代謝系機能²³⁾および筋系機能²⁴⁾²⁵⁾²⁶⁾などがトレーニング前値に復すること、トレーニング効果が消失することなどの多数の報告が行われている。

本研究の結果から、健常者における筋力の消長と同様に脱トレーニング期間後に膝関節および股関節での等速性筋力が低下している項目が散見される一方で、総仕事量のように脱トレーニング期間後の方が上昇する傾向も少なからず認められている。一般に、脳性麻痺に起因する肢体不自由者の筋力評価については、運動機能の再現性が困難であることが指摘されており¹⁰⁾¹³⁾¹⁴⁾、論議を有するところである。特に、膝関節運動に参与する等速性筋力では多数の有意差を生じる項目が認められている。これらの傾向から、脱トレーニング期間の設定は、障害者に対して頻繁に生起するトレーニングによる陰性相の回避に有用であったとも推察される。この傾向は、膝関節も股関節も被験者にとっては障害の程度が比較的軽い部位であったことにも起因し、また、比較的大筋群を動員する股関節運動よりも小筋群依存の膝関節運動の方が脱トレーニングの影響を受けやすい可能性を示唆している。

トレーニング期間中に被験者からはトレーニング部位に関する疼痛や過度の陰性疲労などの申告はなかった。しかし、被験者の膝関節トレーニングにおける「負荷をあまり感じない感覚」の内観については、被験者の障害である脳性麻痺の特性が、障害を有する部位だけでなく体幹にも及ぶ¹⁴⁾²⁰⁾可能性を有するため、膝関節運動においては、過剰なトレーニングに陥る危険性を内包しているとも想起され、日常的なトレーニング負荷への再精査が重要であると思われる。

今回のプロトコルでは、被験者の経年的な加齢の影響等も考慮して、トレーニング継続期間よりも脱トレーニング期間を長く設定したが、脱トレーニングによる下肢筋力の動態には、正負の影響が混在しており、その要因の究明には、脱トレーニング期間の長さとの因果関係に関するさらなる検証が必要であると考えられた。

IV 結語

下肢の筋力トレーニング習慣を有する痙直型脳性麻痺による肢体不自由者における意図的な脱トレーニングの影響について検証を行った。その結果、単に、トレーニング効果の低下を招来するだけでなく、逆に上昇をももたらす可能性が示唆された。これは健常者を対象としたトレーニングとは異なり、肢体不自由者のトレーニングが障害の重度化を予防し、現有能力の維持にも貢献する意義を有し、筋力トレーニングの継続にあたって、オーバートレーニングの防止が重要であると推察された。

今回トレーニングの対象としなかった被験者の障害の程度が比較的重い部位でのトレーニング効果や脱トレーニングの影響については、今後の課題としたい。

参考・引用文献

- 1) 井上貴江・佐々木弘幸・清水安希子・田中弘之：痙直型脳性麻痺による軽度肢体不自由者の筋力トレーニングに関する研究，鳴門教育大学実技教育研究，第15巻，47-50，2005.
- 2) 井上貴江・佐々木弘幸・清水安希子・田中弘之：痙直型脳性麻痺による軽度肢体不自由者の筋力トレーニングに関する研究（第2報）-継続に向けての課題-，鳴門教育大学実技教育研究，第16巻，41-44，2006.
- 3) 井上貴江・和田規孝・竹内靖人・田中弘之：痙直型脳性麻痺による下肢不自由者における上肢筋力トレーニングが下肢筋力トレーニングに及ぼす影響に関する研究，鳴門教育大学実技教育研究，第20巻，47-51，2010.
- 4) 田中弘之・井上貴江・竹内靖人：痙直型脳性麻痺による下肢不自由者の最重度障害部位のトレーニング効果に関する研究，鳴門教育大学研究紀要，第27巻，383-389，2012.
- 5) 井上貴江・清水安希子・山本洋司・松下亮・田中弘之：痙直型脳性麻痺による軽度肢体不自由者の上肢筋力トレーニングに関する研究，鳴門教育大学実技教育研究，第17巻，33-36，2007.
- 6) 井上貴江・松下亮・松原圭一・和田規孝・田中弘之：痙直型脳性麻痺による軽度肢体不自由者の長期トレーニングに関する研究-有効性と問題点-，鳴門教育大学実技教育研究，第18巻，15-18，2008.
- 7) 井上貴江・和田規孝・田中弘之：痙直型脳性麻痺による軽度肢体不自由者の最重度障害部位の筋力トレーニングに関する研究，鳴門教育大学実技教育研究，第19巻，49-53，2009.
- 8) 浅海岩生：CYBEXを使用した痙性筋の評価，第3回中国ブロック理学療法士学会学会誌，49-51，1989.
- 9) 平岡浩一・秋山稔・渡部政幸・新町景充・川上司：CYBEX6000を用いた痙性評価の検者内信頼性および妥当性の検討，PTジャーナル，Vol. 30, No. 229-132，1996.
- 10) 曾根翠：成人に至った脳性麻痺のリハビリテーション，Medical Rehabilitation, No. 87, 63-70，2007.
- 11) 野村忠雄：脳性麻痺の整形外科的治療，Medical Rehabilitation, No. 87, 23-30，2007.
- 12) 原泰夫：年長児の理学療法，Medical Rehabilitation, No. 35, 44-48，2003.
- 13) 河村光俊：脳性麻痺の理学療法，Medical Rehabilitation, No. 87, 31-37，2007.
- 14) 佐藤一望・落合達宏：二次障害の予防と治療，Medical Rehabilitation, No. 35, 70-77，2003.
- 15) 松尾隆：脳性麻痺と機能訓練-運動障害の本質と訓練の実際-（改訂第2版）南江堂，2002.
- 16) 五味重春：脳性麻痺（第2版）-リハビリテーション医学全書15-医歯薬出版，1989.
- 17) 広川俊二：距離・時間因子情報による脳性麻痺児の歩行分析，医用電子と生体工学25巻，2号，17-24，1987.
- 18) 土屋邦喜・佐竹孝行・太田剛・池邊修二：大型三次元床反力計を用いた歩行の解析-脳性麻痺治療における適用に関して-，整形外科と災害外科，38巻，4号，1801-1805，1990.
- 19) 小塚直樹・橋本伸也・宮本重範・小神博・横井裕一郎・仙石泰仁・三島与志正：痙直性脳性麻痺児のcrouching gaitとその定量化に関する研究，理学療法学，19巻，4号，371-375，1992.
- 20) 永島智里：脳性麻痺児の歩行障害とその治療，歩行と走行の脳・神経科学-その基礎から臨床まで-市村出版，185-193，2013.
- 21) 山下陽一郎・小田南州生・山下敦美：全身持久性能力の変化に関する脱トレーニングの影響，職業能力開発総合大学校紀要，第36号B（人文・教育編），47-51，2007.
- 22) 脇本敏裕・三秋欣彦・中嶋雅子・長尾光城・松枝秀二・長尾憲樹：短期の低酸素吸入を伴う運動負荷と10日

- 間の脱トレーニングが有酸素的作業能力および運動中の血中乳酸応答に及ぼす影響, 川崎医療福祉学会誌, Vol. 15, No. 2, 455-561, 2006.
- 23) 大柿哲朗・小室史恵・宅島章・吉水浩・満園良一: 中高年婦人の健康づくり運動教室の効果に関する研究 - 4年間継続者と中断者における血清脂質の動態 -, 健康科学, 第12巻, 99-106, 1990.
 - 24) 辻本尚弥・鈴木英樹: ラット下肢骨格筋に対する長期間の脱トレーニングの影響, 久留米大学健康・スポーツ科学センター研究紀要, 第14巻, 第1号, 29-35, 2007.
 - 25) 田中弘之・清水安希子・山本洋司・松下亮: 足関節運動の筋力トレーニングが垂直跳びの跳躍高に及ぼす影響 - バレーボール競技におけるジャンプパフォーマンス向上のための実践的方策について -, 鳴門教育大学実技教育研究, 第17巻, 27-32, 2007.
 - 26) 岡本直輝・伊坂忠夫・福川敦: 頸部の筋力トレーニングと脱トレーニングが頸部筋力に及ぼす影響, 体力科学, 第46巻, 201-210, 1997.

Research about the Effect of Detraining on the Continued Muscle Training of the Crippled due to Spastic Cerebral Palsy

TANAKA Hiroyuki^{*}, INOUE Takae^{**} and FUJIMORI Takahiro^{***}

It is very important to continue the muscle training for the crippled due to spastic cerebral palsy. By this research, we gave the experiment of isokinetic training by CYBEX770 on both of knee joints, both of hip joints and muscle training by free weight on the crippled due to spastic cerebral palsy on a daily life basis for one and a half years within detraining period.

As a result, unexpectedly in training period, in detraining period, there were significant differences regarding some more items in muscle strength of the knee joints than in muscle strength of the hip joints. There is not a decline in effect of detraining but rather effectiveness and it is confirmed that the detraining had an influence more on muscle strength of the hip joints than on muscle strength of the knee joints which are slightly symptomatic part of the crippled test subject due to spastic cerebral palsy. It is necessary to be inspected about the influence of the detraining period.

^{*}Faculty of Health and Living Sciences, Naruto University of Education

^{**}Naruto University of Education Research Student

^{***}Graduate School of Education, Naruto University of Education