

痙直型脳性麻痺による肢体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

田中弘之*, 井上貴江**, 竹内靖人***

(キーワード：痙直型脳性麻痺, 最重度障害部位, 等速性運動, 機能低下)

緒言

近年, 殊に脳性麻痺(児)者においては, 障害が体幹に及ぶという特性があるために, 従来の機能回復としてのリハビリテーションと併せて, 野村¹⁾や原²⁾が述べているように幼児期, 少年期の時点から成長に伴う体格の変化に留意したリハビリテーションが行われる現状にある。井上³⁾は, その後の成長や加齢に伴い対象者が中高年に達すれば, 年齢相応の体調の変化をも伴うために, リハビリテーションの必要性はますます高まることを指摘している。しかし, 現状では脳性麻痺者自身の就労や生活状況の多様化などから, 中高年齢者を含めて, 成人に達した脳性麻痺者が定期的にリハビリテーションを行うことは困難を極めていると想像される。

井上・佐々木⁴⁾⁵⁾, 井上・清水⁶⁾は, 成人脳性麻痺者に対してトレーニングが可能である下肢の障害部位や上肢にまで及ぶ筋力トレーニングを実施した結果, 「二次障害の誘発の回避」, 「障害の重度化の予防」の観点から, 成人脳性麻痺者の筋力トレーニングを中心としたリハビリテーションの重要性の意義を強調している。

他方, 曾根⁷⁾も成人脳性麻痺者の二次障害について「脳性麻痺患者のADLを低下させる大きな要因となる二次障害を予防し, その進行を遅くすることは成人脳性麻痺の機能低下を防ぐ上で非常に重要である」と述べている。さらに井上・松下⁸⁾は, その内容に精査は必要としてはいるものの体力維持の観点からも成人脳性麻痺者のリハビリテーションプログラムとしての筋力トレーニングについて, 継続の重要性を示唆している。

また, 井上・和田⁹⁾は成人脳性麻痺者の最重度障害部位に着目して, 成人脳性麻痺者に対して筋力トレーニングを行い「対象者の障害の最重度部位における状況が障害全体に影響している可能性が極めて高いことが示唆された」としながらも, 「トレーニングの継続が可能であり, たとえ障害の最重度部位であってもトレーニングの有効性が期待される」としているが, 成人脳性麻痺者の最重度障害部位への筋力トレーニング自体の「効果」までは明らかになっていない。

本研究では, 等速性筋運動の側面から痙直型脳性麻痺による肢体不自由者の最重度障害部位を特定して, その部位の筋力トレーニングを継続的に実施し, 対象者の最重度障害部位のトレーニングがリハビリテーションとしての有効性だけでなく, トレーニング自体の効果について検証した。そして, 生活状況の多様化や加齢による体調の変化を考慮しながら, 障害者が定期的な筋力トレーニングを継続するための具体的な方策を明らかにすることを目的とした。

方法

1 対象者

痙直型脳性麻痺による軽度下肢不自由者である40歳代の女性1名とした。対象者は, 幼児期に両足尖足の矯正手術の経験があり, 少女期以降, 不定期に膝関節, 股関節, 足関節の可動性確保のためのリハビリテーションの経験を有しているが, スポーツ等の運動経験はない。

*鳴門教育大学生活・健康系コース(保健体育)

**鳴門教育大学研究生

***徳島市加茂名中学校

2 トレーニング処方

トレーニングの種類

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。

3) トレーニングの強度と時間

予備実験として足関節(背屈/底屈)のアイソキネティック・テストを実施した。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。この結果に基づき, CYBEX770による足関節(背屈/底屈)の筋力トレーニング時の角速度は120度とし, 回数は10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

2006年5月から開始し2008年11月まで継続して行った。

3 トレーニング効果の評価

CYBEX770による足関節運動におけるアイソキネティック・テストを2006年6月, 2006年11月, 2007年6月, 2007年11月, 2008年6月, 2008年11月に実施した。筋力の評価項目は最大トルク, 最大トルク発揮角度, 最大仕事量, 平均パワー, 総仕事量であった。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る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。

結果と考察

トレーニング部位を特定するにあたり, まず対象者がCYBEX770によるアイソキネティック・トレーニングが可能であるかどうかを検証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)のアイソキネティック・テストを実施した。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。予備実験中の観察において, 対象者は膝関節(屈曲/伸展), 股関節(外転/内転), 股関節(屈曲/伸展)については左右両足の動きに差異はほとんど見られなかったが, 足関節(背屈/底屈)については, 左右両足とも動作はしていたものの左足よりも右足の方が明らかに動きが弱いことが観てとれた。

対象者の自己申告では, 足関節(背屈/底屈)におけるアイソキネティック・テストの動作の際, 特に痛みを感じたりすることはないとのことであった。特定の部位ということにかかわらず右足の方が「障害が重い」という自覚症状のようなものは少女期あたりから持っており, そのために右足が特に疲労しやすい, あるいは頻繁に外傷を負ったということもこれまでは「ほとんどない」とのことであった。

実際のアイソキネティック・テストの検査結果において, 足関節の数値が特性として小さく出る傾向にあることを考慮しても対象者の場合は, その他の部位と比べて足関節の数値が極端に小さかった。さらに対象者が幼児期に両足に尖足の矯正手術を経験しているという申告をも考慮して, トレーニングにあたっては対象者が持つ最も重い障害の部位を足関節と特定した。

他方, 対象者には現実に両足に障害があるため, CYBEX770によるアイソキネティック・トレーニングにおいて設定が可能な「健足/患足」の区別は行わずにトレーニングを実施することとした。

なお, 本トレーニングを実施する前に, 左右両足関節の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も数日間継続して行い, 対象者の身体および障害の現況に影響がないことを確認し, その上でアイソキネティック・トレーニングとフリーウエイトの筋力トレーニングを開始した。

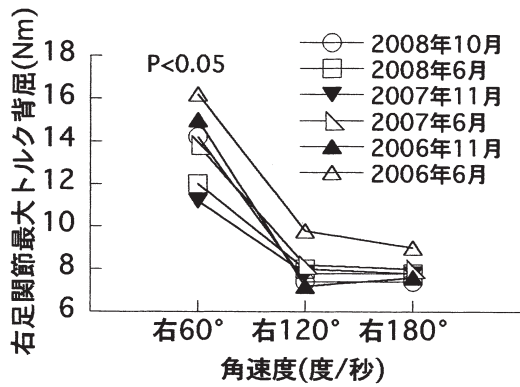


図1 右足関節背屈時の最大トルクの変化

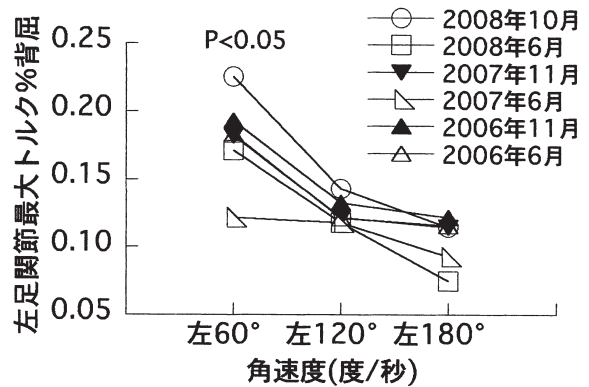


図2 左足関節背屈時の最大トルク比の変化

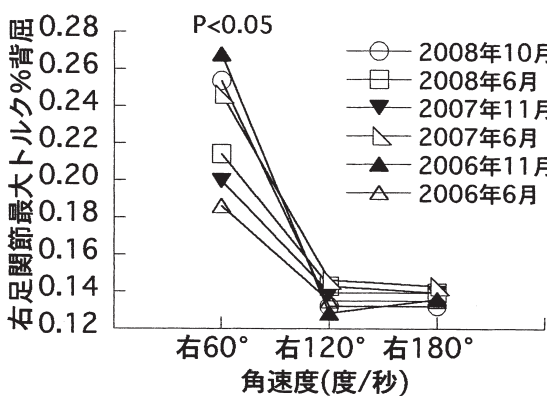


図3 右足関節背屈時の最大トルク比の変化

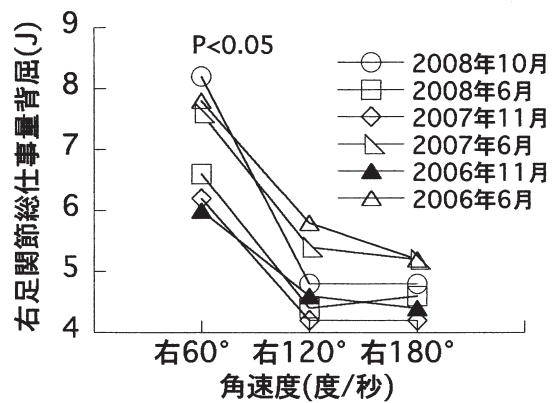


図4 左足関節背屈時の総仕事量の変化

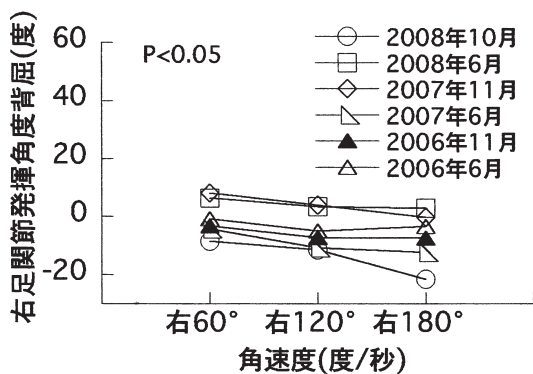


図5 右足関節背屈時の発揮角度の変化

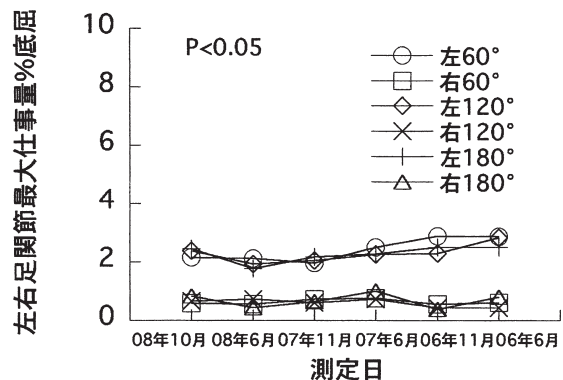


図6 左右足関節底屈時の最大仕事量比の変化

トレーニングは2008年11月まで継続し、その間の2006年6月、2006年11月、2007年6月、2007年11月、2008年6月に、2008年11月に、それぞれアイソキネティック・テストを実施した。その結果、右足最大トルクおよび最大トルク比では左右両足関節の背屈において、各角速度の間で有意差（すべて $P < .05$ ）が認められた（図1～3）。

最大トルク発揮角度では左右足関節背屈で測定期間との間で有意差（ $P < 0.05$ ）が認められた（図4～5）。総仕事量では右足関節背屈における角速度の間に有意差（ $P < 0.05$ ）が認められた（図6）。

また、本研究において、トレーニング部位を特定した経緯から、左足関節と右足関節の差異について、角速度毎に左右間での検定も実施した。その結果、最大仕事量では足関節底屈時の120度において、左右間で有意差（ $P < 0.05$ ）が認められた（図7）。

最大仕事量比では足関節底屈時の180度において、左右間で有意差（ $P < 0.05$ ）が認められた（図8）。

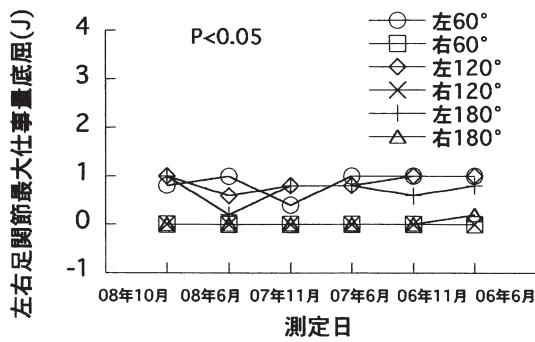


図7 左右足関節底屈時の最大仕事量の変化

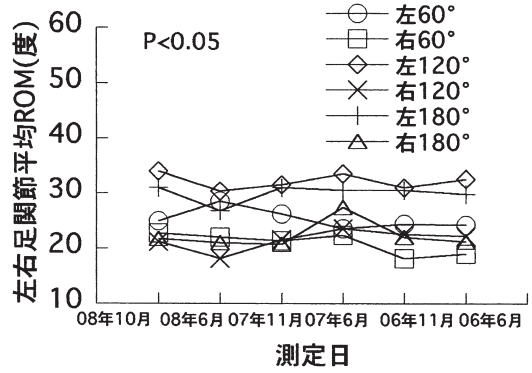


図8 左右足関節 ROM の変化

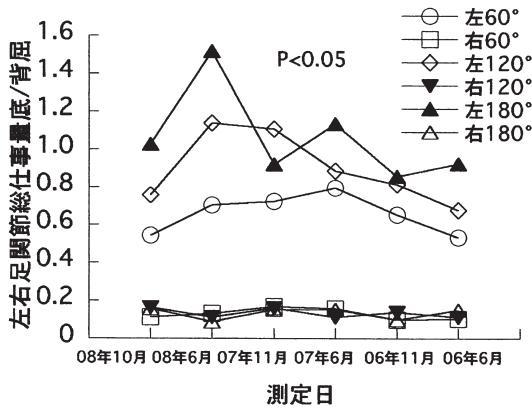


図9 左右足関節総仕事量底背屈比の変化

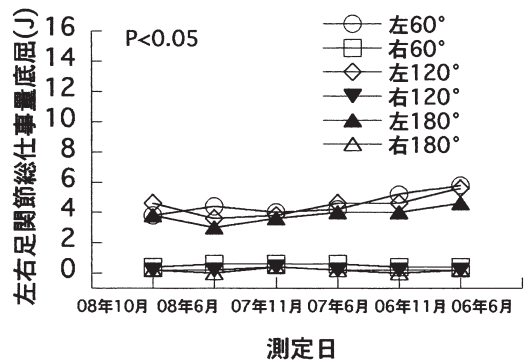


図10 左右足関節底屈時総仕事量の変化

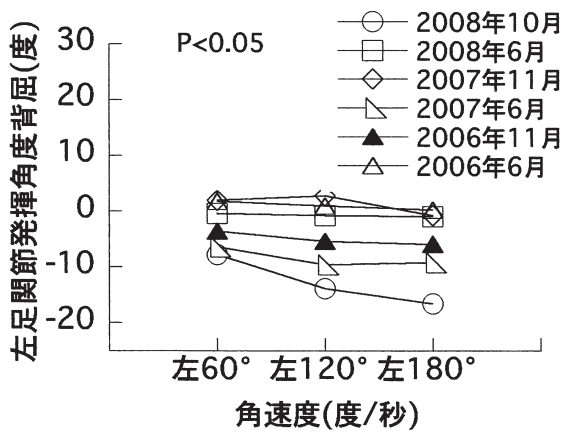


図11 左足関節背屈時の発揮角度の変化

左右足関節平均 ROM では角速度120度で有意差 (P<0.05) が認められた (図9)。

総仕事量では、足関節底屈の角速度60度, 120度, 180度すべてにおいて左右間で有意差 (すべて P<0.05) が認められた (図10)。

また、同じく総仕事量の足関節背屈・底屈比では角速度60度において左右間で有意差 (P<0.05) が認められた (図11)。

以上のような結果を踏まえ、トレーニング期間全体の概観から、筋力発揮の角速度及び筋力の継時的変化において、有意な差異が認められている評価項目の運動形態は背屈時であり、左右間で有意差が認められている項目の大半は、底屈時であることが明確となった。このように、底屈時と背屈時での測定結果において、一連の傾向差が認められたことは、トレーニング結果の安定性を示したものと考えられる。これまでに、井上ら³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁸⁾⁹⁾によって報告されてきた「結果の不安定性」が認められなかったという意味では、継続的な筋力トレーニングの効果

が得られた証左であろう。

河村¹⁰⁾は「脳性麻痺の理学療法（リハビリテーション）において重要なキーワードは運動性であり、運動性の改善に伴って痙性も変化する」と述べている。本研究での一連の筋力トレーニングで先に述べた「結果の安定性」が認められたことは、このことを他面からも肯定する結果と推察される。

また、左右間で有意差の認められた項目について、すべて左の方が高値であったことは、対象者からの申告にあった右足の方が「障害が重い」ことを裏付けるものと考えられ、対象者の足関節の状況を的確に示していると考えられた。

筋力発揮の角速度や測定期間の推移において、有意差が認められた項目については、トレーニング開始の約1年後まで有意に上昇した項目もあったものの、それ以後はトレーニング効果が停滞する傾向が多く認められてきた³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁸⁾⁹⁾。トレーニング期間中、足関節の痛みや過度の疲労などを訴えることがなかったことから、今後もトレーニングの継続については可能であろうと考えられるが、既述の井上ら³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁸⁾⁹⁾の研究から、これ以降のトレーニングの継続は、対象者の加齢現象によるトレーニング効果の相殺も予想される。さらに、対象者において、足関節が最重度の障害部位であることを斟酌しながら、一方で最重度の障害部位であっても「結果の安定性」も認められていることを考慮し、現段階では効果の停滞傾向が「トレーニングを継続しても効果が認められなくなった」と断定することは早計であろう。

定期的なトレーニング内容の精査の上でトレーニングを継続し、さらなる経過観察を重ね、縦断的なデータの構築は、症例研究においては有用であろう。当然、トレーニング効果の停滞傾向を理由にトレーニングの長期中断や休止は、対象者の機能低下⁷⁾を誘発することにもなると想像され、成人脳性麻痺者にとって、科学的なリハビリテーションとしての筋力トレーニングの継続が今後の最も重要な課題である。

結 語

脳性麻痺による軽度下肢不自由者の障害の最重度部位を特定し、これにより左右両足関節の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を約3年間実施した。その結果、対象者の障害の状況により左右差が認められるものの、トレーニングの結果には一定の安定性が認められ、トレーニング効果の一端が明らかとなった。トレーニング期間中、対象者がトレーニングに伴う痛みや過度の疲労を訴えることはなかったことから、その内容の精査と脳性麻痺者に対するトレーニング時の留意の上でトレーニングの継続が可能と思われたが、トレーニング効果の停滞傾向も認められた。しかし、この現象は、「トレーニング効果」が認められなくなることは異なるものであり、トレーニングを行った部位が最重度の障害部位でもあり、効果の停滞を理由にトレーニングを休止してしまうことは「成人脳性麻痺の機能低下」につながる可能性が示唆されており、筋力トレーニングを継続し、縦断的なデータの構築は有意義であると想定される。

参考・引用文献

- 1) 野村 忠雄：脳性麻痺の整形外科的治療，*Medical Rehabilitation*, No.87, 23-30, 2007.
- 2) 原 泰夫：年長児の理学療法，*Medical Rehabilitation*, No.35, 44-48, 2003.
- 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) 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.
- 5) 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.
- 6) 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.
- 7) 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.
- 8) 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.
- 9) 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.
 - 10) 河村 光俊：脳性麻痺の理学療法，*Medical Rehabilitation*, No.87, 31－37, 2007.
 - 11) 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.
 - 12) 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.
 - 13) 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.
 - 14) 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.
 - 15) 竹川 徹・殷 祥洙・安保 雅博・宮野 佐年：変形性膝関節症に対するセラバンドを用いた運動療法の効果－膝伸展・屈曲同時訓練についての検討－，*体力科学*, 52巻，3号，305－312, 2003.
 - 16) 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.
 - 17) 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.
 - 18) 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.
 - 19) 昇地勝人：姿勢と脚ラテラルティの相互関係，*リハビリテーション心理学研究*, 12巻，39－46, 1983.
 - 20) 江原義弘：異常歩行をどうみるか，*J. Clin. Rehab.*, 299－304, Vol.5, No.3, 1996.
 - 21) 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.
 - 22) 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.
 - 23) 菅原憲一・内田成男・椿原彰男：脳卒中片麻痺患者の麻痺側筋出力特性に関する研究，*PT ジャーナル*, Vol. 29, No.1, 64－66, 1995.

Research on the Effect of Muscle Training of the Heaviest Symptomatic Part of the Crippled due to Spastic Cerebral Palsy

TANAKA Hiroyuki*, INOUE Takae** and TAKEUCHI Yasuhito***

Difficulties can be seen for an adult with the cerebral palsy in doing regular rehabilitation as getting older because of working condition and diversify of life-style. By this research, we gave the crippled with spastic cerebral palsy the experiment of the iso-kinetic training by CYBEX 770 on both ankles joints which are the heaviest symptomatic parts and the indoor muscle training with free weight on a daily life basis for three years.

As a result, though there was a little difference of effect between both ankles, we could get the significant effect of training. This result also shows that the effect of training seems to be sluggish, however it shows the possibility of causing hypo-activity to the crippled with spastic cerebral palsy when stopping training. Consequently it is very important to continue the training.

*Faculty of Health and Living Sciences, Naruto University of Education

**Naruto University of Education Research Student

***Tokushima City Kamona Junior High School