

癱直型脳性麻痺による中高年肢体不自由者の 長期下肢筋力トレーニングにおける経年的変動

田中弘之*, 井上貴江**, 中野竜太郎***,
徳永綜一郎***, 塩田稔樹***

(キーワード: 癱直型脳性麻痺, 長期下肢筋力トレーニング, 経年的変動)

I 緒言

近年, 中高年者の「健康志向」の著しい高まりや高齢者人口の増加と相俟って, 中高年者の加齢に伴う生理学的機能の変化¹⁾²⁾³⁾や筋力低下を視座に置いた研究報告⁴⁾⁵⁾等が行われている。

江橋・芝山¹⁾は, 「中高年に達すると, 神経系や内分泌系を含めた器官, 組織などの適応能力に減退が生じ, 代謝機能も低下する。このため若年者にとっては通常の刺激量であっても, 中高年者ではしばしば恒常性の破綻を招くほどの強度となる」ことを指摘し, 中高年者を含む成人男性の長期的運動トレーニングの生理学的影響について考察している。また, 竹島・田中²⁾は, 高齢者の加齢に伴う身体機能の低下に言及しながらも「最近では, 70歳を超える高齢者においても持久性トレーニングによる顕著な効果が明らかにされており, 改善率は若年者と同程度であることが示唆される」として, 中高年男性を対象に長期の歩行トレーニングにおける身体機能への影響について述べている。しかし, それらの対象であった被験者においても, 加齢に伴う身体機能の低下を示したとして, 総合的に身体機能を高めるとする観点から筋力保持のためのトレーニング併用の必要性を強調している。

さらに, 関矢・三浦⁴⁾は, 筋力要素の年齢による発達は20歳頃に最高の値を示し, 30歳から40歳頃まで維持されるが, それ以降は漸次低下する傾向にあり, 加齢に伴う筋力の低減を指摘しながら, 中高年者では, 筋力の維持向上を図るためのレジスタンス・トレーニングが重要であると述べている。同時に, 中高年者のための筋力トレーニングにおける初動負荷値設定の構築を提唱している。

他方, 井上・佐々木⁶⁾をはじめとする先行研究⁷⁾⁸⁾においては, 一貫して, 二次障害と障害の重度化の回避に着目し, 成人の脳性麻痺による肢体不自由者に対して, 筋力トレーニングを継続し, リハビリテーションとしての筋力トレーニングの重要性を述べてきた。また, 井上・清水⁹⁾は, 二次障害と障害の重度化の回避に加え, 肢体不自由者の体力維持の観点からも筋力トレーニングが有用であり, トレーニング負荷の決定には十分な検討が重要であるとしながらも, 体力維持という観点からはトレーニングの継続が不可欠であると述べている。さらに, 井上・和田¹⁰⁾も肢体不自由者に対して, 筋力トレーニングを行い, 障害が体幹に及ぶという脳性麻痺の特性から, 有効なトレーニング方法を見いだすのは容易ではないことを指摘している。しかし, 同時に, 障害者にとって加齢に伴う老化から, さらなる障害がもたらされる可能性が想定される場合には, その状況を緩和するためのトレーニング処方策の策定が急務かつ重要であるとも述べている。

以上のような先行研究を総括すれば, 関矢・三浦⁴⁾の指摘は, 障害者を対象にした場合においても適合するものと推察される。本研究では, 等速性筋運動の側面から, 中高年代の肢体不自由者1名を対象に, 障害部位への筋力トレーニングが及ぼす影響について, 症例研究として縦断的に考究することを目的とした。併せて, 加齢に伴う筋力の経年的動態について, 関矢・三浦⁴⁾の健常な中高年者の研究成果と比較してその差異を検討するとともに, 障害者の加齢に伴う老化から, さらなる障害がもたらされる可能性¹⁰⁾を抑制するための方略について検証することとした。

*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

***鳴門教育大学大学院

Ⅱ 方法

1 被験者

松葉杖や車いす等を使用せず自力での歩行が可能であり、幼少期からのリハビリテーションを含め下肢の筋力トレーニングの習慣を有するが、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50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、等速性筋運動負荷装置（以下 CYBEX770と略）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を用いた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（1500ml, 1000ml 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

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、足関節の背屈底屈運動、膝関節の屈曲伸展運動、股関節の外転内転運動、股関節の屈曲伸展運動、肩関節の水平外転水平内転運動、肩関節の屈曲内転伸展外転運動のアイソキネティック・テストを1日1回、角速度を60度、120度、180度に設定し、数日間実施した。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の屈曲伸展運動と股関節の屈曲伸展運動を対象として、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の屈曲伸展運動については30度、股関節の屈曲伸展運動については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

被験者の年齢が40歳代後半にあたる2011年5月から開始し50歳代前半の2015年12月まで継続して行った。

3 トレーニング効果の評価

CYBEX770によるおけるアイソキネティック・テストを2011年5月、6月、10月、11月、2012年5月、6月、10月、11月、2013年6月、7月、11月、12月、2014年6月、7月、10月、11月、2015年5月、7月、10月、12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、平均関節可動域（以下、平均ROM）、最大仕事量、平均パワー、総仕事量であった。

統計学的解析は、繰り返しのある二元配置の分散分析を行い、多重比較には Scheffe 法を用いた。なお、有意性の水準は5%未満とした。

Ⅲ 結果と考察

トレーニング期間中に実施したアイソキネティック・テストの結果について、被験者の年齢が40歳代の2011年5月、6月、10月、11月、2012年5月、6月、10月、11月、2013年6月、7月を40歳代のデータとし、満50歳を迎えた直後にあたる2013年11月から以降2013年12月、2014年6月、7月、10月、11月、2015年5月、7月、10月、12月までを50歳代のデータとして、それぞれの平均値を算出した。また、最大トルク、最大トルク発揮角度、平均ROM、最大仕事量、平均パワー、総仕事量のそれぞれについて、40歳代における数値と50歳代における数値から、経年的変動を比較した。

足関節については、左最大トルク背屈（図1）、左平均パワー背屈（図2）、左平均パワーBW背屈（図3）、左総仕事量背屈（図4）において、50歳代の数値が有意に高値を示した。

膝関節については、左右平均ROM（図5）、左右最大仕事量BW屈曲（図6）、左総仕事量屈曲（図7）にお

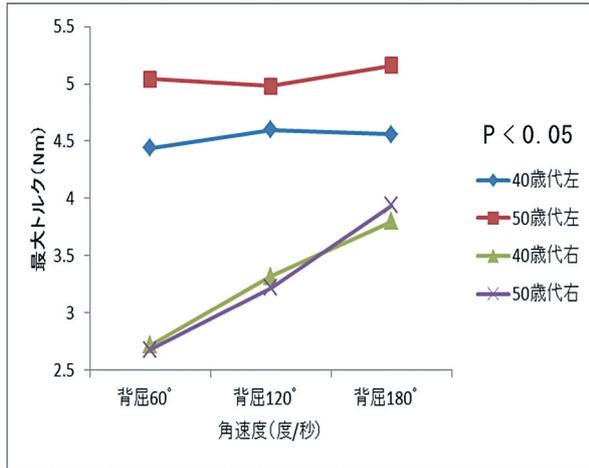


図1 足関節最大トルクの左右別・年代別比較

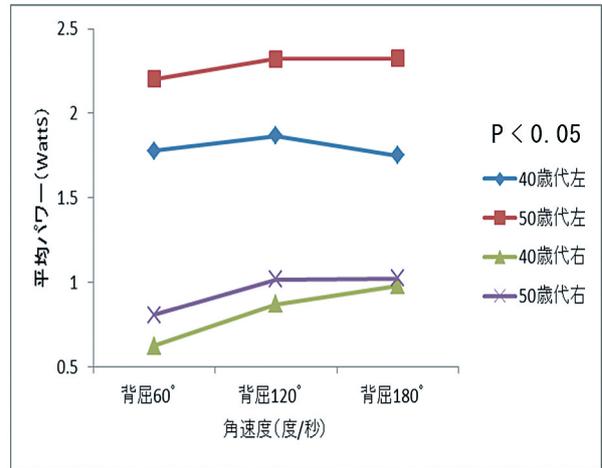


図2 足関節平均パワーの左右別・年代別比較

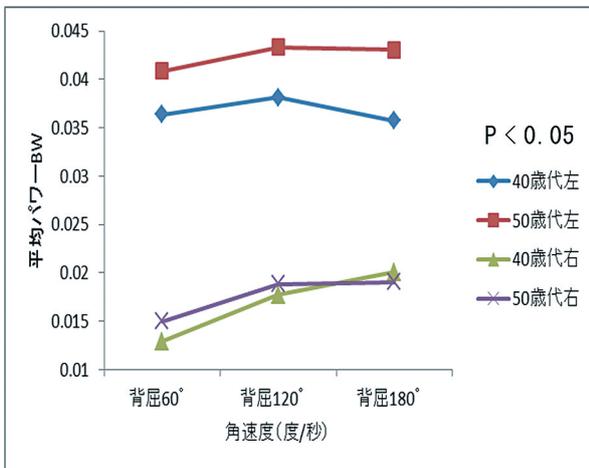


図3 足関節平均パワー BW の左右別・年代別比較

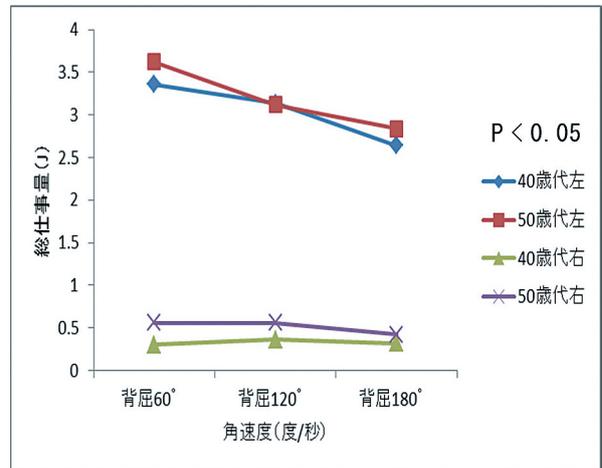


図4 足関節平均総仕事量の左右別・年代別比較

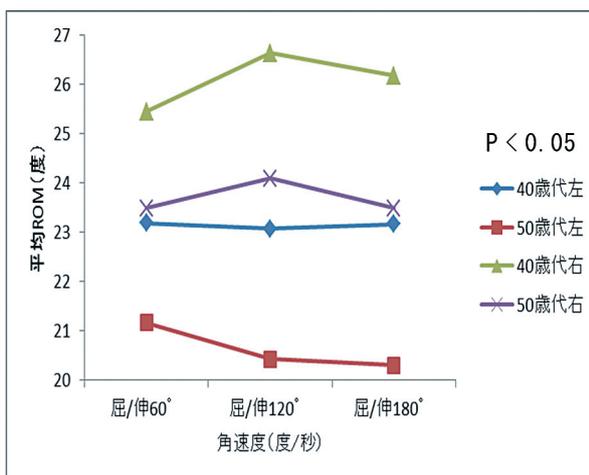


図5 膝関節平均 ROM の左右別・年代別比較

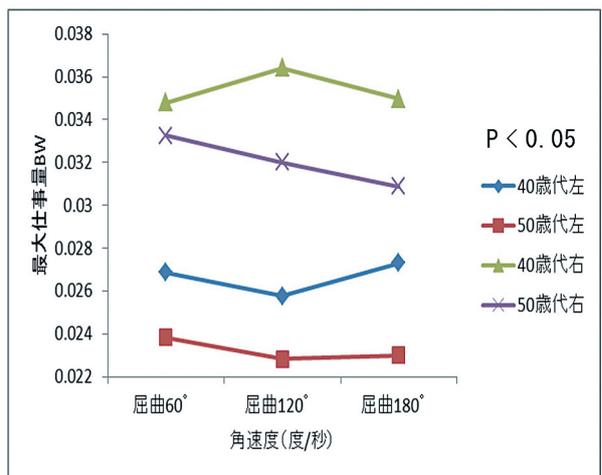


図6 膝関節最大仕事量 BW の左右別・年代別比較

いて、40歳代の数値が有意に高値を示した。しかし、右平均パワー屈曲(図8)では、50歳代の数値が有意に高値を示した。

股関節については、右最大トルク発揮角度外転(図9)において、50歳代の数値が有意に高値を示した。また、左平均ROM(図10)において、40歳代の数値が有意に高値を示した。また、その他の測定項目では、40歳代の

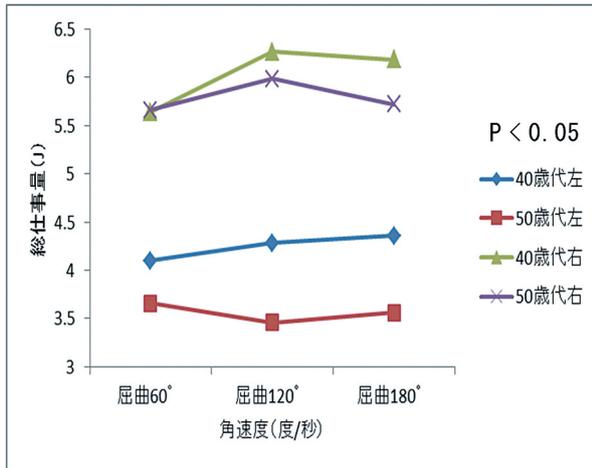


図7 膝関節総仕事量の左右別・年代別比較

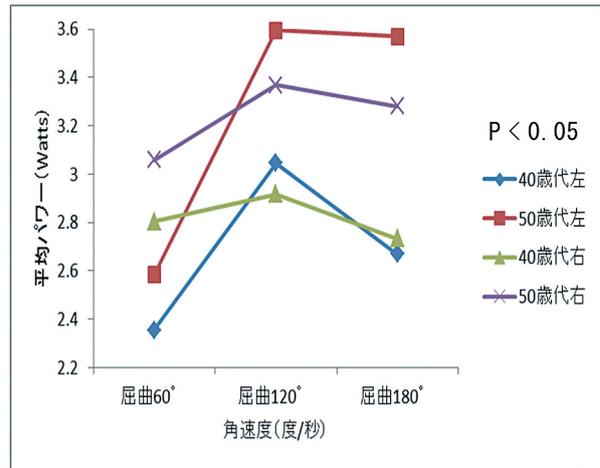


図8 膝関節平均パワーの左右別・年代別比較

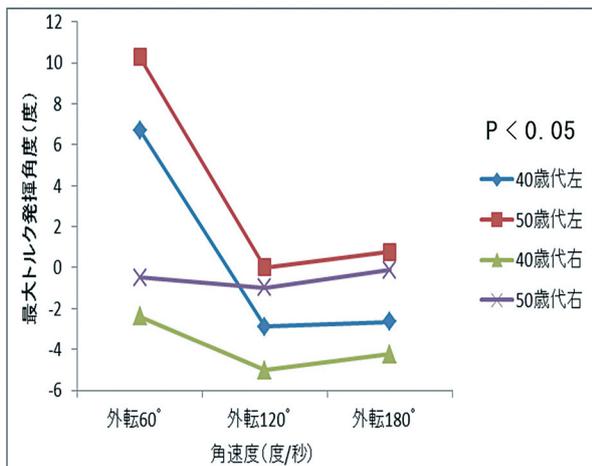


図9 股関節最大トルク発揮角度の左右別・年代別比較

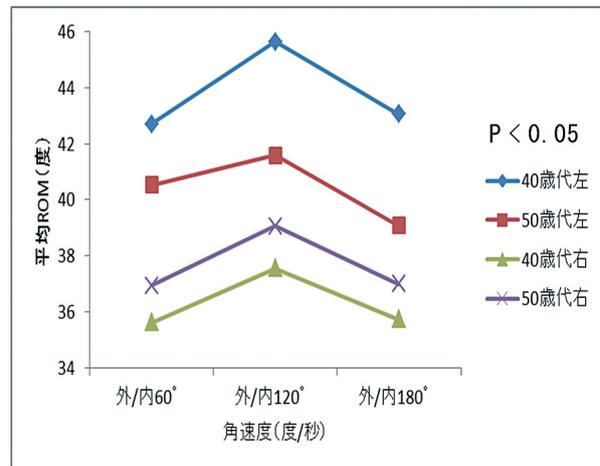


図10 股関節平均ROMの左右別・年代別比較

数値と50歳代の数値との間に有意な差異は認められなかった。

以上の結果から、今回、対象とした被験者の場合、トレーニング部位によって効果に差異が生じていることが明らかとなった。膝関節では、40歳代の方が高い傾向が比較的顕著であったが、足関節については50歳代の数値の方が高い傾向が認められている。

石原・樋口ら¹²⁾は9歳、12歳、21歳の脳性麻痺児および脳性麻痺者に対して7週間の足関節底屈筋トレーニングを行い、その効果について検証している。また、著者ら¹⁰⁾¹¹⁾もその先行研究において、40歳代の成人の脳性麻痺者に対して、等速性運動による足関節筋力トレーニングを行った結果、その効果を認め、障害の重度化回避の観点から脳性麻痺者に対する筋力トレーニング継続の重要性について報告している。本研究の足関節筋力の動態は、脳性麻痺者において、関矢・三浦⁴⁾が論究している加齢に伴う筋力低下に対処する上でのひとつの指針となる可能性を示唆するものとも捉え得る。

他方、40歳代の測定値が高値であった膝関節や、有意な差異の検出頻度が少なかった股関節運動における消長については、加齢による筋萎縮は比較的大筋群において顕著であるのは自明であり、この因子を反映した縦断的な機能低下を表出している可能性も否定できない。江橋・芝山ら¹⁾は、加齢による生理的機能の低下は運動不足により促進されることを実証し、健全な中高年者を念頭に、身体トレーニング継続の重要性を指摘している。また、竹島・田中ら²⁾や関矢・三浦⁴⁾の先行研究においても、機能の低下は運動不足により促進されるとまでは言及してはいないが、加齢による身体機能低下因子に対して、運動量の増大による補完が重要であることを明示している。運動量は、運動強度と運動時間で積算されるため、身体機能の低下予防や維持促進のための運動処方策定は容易ではない。しかも、運動機能を含む身体や体幹に障害が及ぶ脳性麻痺者においては、さらに複雑な因子が付加されることとなる。一般に、脳性麻痺者は、その障害の特性により運動機能が阻害されている場合が多い。

そのため、比較的幼小期からリハビリテーションに取り組み、日常生活を送るために必要な「動作」の獲得と可能な限りの維持に努めている⁷⁾⁸⁾。

先行研究⁶⁾において、脳性麻痺者では、成人期以降、その障害の状況や生活環境の多様化によって医療機関でのリハビリテーションの継続が困難となっている現況が指摘されてもいる。松葉杖や車椅子を使用している脳性麻痺者であっても、それらのツールが阻害されている機能を補完しているだけであって、それらを使いこなすための体力や運動能力は日常的に必要となる。このような状況を考慮すれば、加齢速度が健常の中高年者と同じであったと仮定しても、中高年の脳性麻痺者では、江橋・芝山¹⁾が指摘する運動不足の状況とは、必ずしも合致しない状況も想定される。また、穂山・川口¹³⁾は、脳性麻痺者が高齢期を迎えることについて「避けることのできない老化、これは、障害の有無にかかわらず訪れる運命である。(中略)身体的・肉体的にハンディを持ちつつ生きてきた人と自然に老いていく人、この両者の折り合いのつけ方は、少し注意が必要である」と述べており、他の先行研究²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾などの知見をも包括して脳性麻痺が有する徴候を思量すれば、健常者のスケールで運動機能の多寡と加齢との因果関係を考究することは適切ではないのかも知れない。

本研究は、一貫した症例的事例研究であり、普遍性に言及することは、論理の飛躍となる危険性を内在しつつ、足関節への筋力トレーニングでは抗老化的に機能が向上し、膝関節および股関節動作では、老化あるいは障害による機能低下の亢進が認められており、これらの機序については、さらなる追認が必要であろう。井上・佐々木⁶⁾をはじめとする先行研究⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾や田中・井上¹¹⁾の先行研究と同様に、「二次障害と障害の重度化の回避」という相反の命題の解明は非常に困難であるが、今後のトレーニング継続に関する運動処方精査を行い、加齢と抗老化および障害による機能低下の回避に関する資料の収集に努めたい。

IV 結 語

自力歩行が可能な痙直型脳性麻痺による軽度肢体不自由者である50歳代の女性1名を対象に、概ね4年間の長期等速性筋運動トレーニングが及ぼす機能向上効果と加齢との関係性を検証し、以下の知見を得た。

- 1) 足関節筋力では、40歳代と比較して、50歳代の方が有意に高値を示した。
- 2) 膝関節筋力では、50歳代と比較して、40歳代の方が有意に高値を示す項目が多かった。
- 3) 股関節筋力では、多くの項目において、40歳代と50歳代の数値に有意な差異は認められなかった。

以上のような結果から、痙直型脳性麻痺による軽度肢体不自由者においては、障害改善のためのトレーニング効果と加齢に伴う筋力低下について、部位差が生じる可能性が示唆され、一定の所見が得られなかった。このような結果が、障害部位自体に起因する結果であるのか、筋力トレーニングによる部位差であるのかは不明であり、障害の改善と加齢に伴う筋力低下の関連については、今後もさらなる検証が必要であると考えられた。

V 参考・引用文献

- 1) 江橋博・芝山秀太郎・大森浩明：成人の体力に及ぼす長期間の運動習慣形成の影響，*The Annals of physiological anthropology* 5 (2)，75-88，1986.
- 2) 竹島伸生・田中喜代次・小林章雄・渡辺丈真・中田昌敏：長期間の歩行習慣が中高年者の全身持久性と活力年齢に及ぼす効果，*体力科学*，45，387-394，1996.
- 3) 竹島伸生・小林章雄・田中喜代次・新畑茂充・渡辺丈真・鷺見勝博・鈴木雅裕・小村堯・宮原満男・上田一博・加藤孝之：中高年ランナーの最大酸素摂取量と乳酸性閾値—加齢に伴う変化—，*体力科学*，38，197-207，1989.
- 4) 関矢貴秋・三浦望慶：パワーリハビリテーション・マシンによる中・高年者の初動負荷値設定について，*仙台大学紀要*，37 (2)，31-38，2006.
- 5) 久保啓太郎・東香寿美・金久博昭・久野譜也・福永哲夫：加齢に伴う筋厚、羽状角および筋束長の変化，*体力科学*，52 (Suppl)，119-126，2003.
- 6) 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*，16，41-44，2006.

- 7) 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，18，15－18，2008.
- 8) 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，19，49－53，2009.
- 9) 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，17，33－36，2007.
- 10) 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，鳴門教育大学実技教育研究，20，47－51，2010.
- 11) 田中弘之・井上貴江・竹内靖人：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，鳴門教育大学研究紀要，27，383－389，2012.
- 12) 石原みさ子・樋口由美・出原千寛：足関節底屈筋トレーニングは脳性麻痺児・者の歩行を改善する：シングルケースデザインによる検討，理学療法学，39（1），20－29，2012.
- 13) 穂山富太郎・川口幸義・大城昌平：脳性麻痺ハンドブック－療育にたずさわる人のために－第2版，339－340，医歯薬出版，2015.

Effects of Long-term Training on the Lower Limb Muscle Strength in Physically Handicapped Person due to the Spastic Type Cerebral Palsy

TANAKA Hiroyuki*, INOUE Takae**, NAKANO Ryutaro***,
TOKUNAGA Soichiro*** and SHIOTA Toshiki***

As targeting the physically handicapped person who can have their own walking, the effect of long-term isokinetic muscle exercise training was verified from the point of view of the aging, and the following results were obtained.

- 1) In the muscle strength of ankle joint, its value of 50 years old person were significantly higher, compared with the value of 40 years old person.
- 2) In the muscle strength of knee joint, its value of 40 years old person were significantly higher, compared with the value of 50 years old person.
- 3) No significant differences were observed in the numerical values between the 40s and 50s old person.

From the above result, the following possibility was also shown that the training effect for the handicap improvement is higher than the muscle weakness associated with aging in the person having the cerebral palsy.

However, the further verification is needed about the relation between the handicap improvement by the muscle training and the muscle weakness associated with aging.

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

**Naruto University of Education Research Student

***Graduate School of Education, Naruto University of Education