

障がい者に対するレジスタンストレーニングの効果

(4) ポリオ後症候群の場合

*The Effects of Resistance Training to Persons with Disabled :
(4) In The Case of Post-Polio Syndrome*

石田 直章 *Naotaka Ishida*

(人間発達学部教養部会)

橋本 泰樹 *Yasuki Hashimoto*

(橋本内科クリニック)

1. はじめに

ポリオ (Poliomyelitis) は灰白髄炎と邦訳され、ポリオウイルスによって脊髄前角細胞が侵され、弛緩性の運動麻痺を呈する疾患である。灰白髄炎は1870年代、急性灰白髄炎 (acute anterior poliomyelitis) として知られる様になるまで、小児麻痺やHeine-Medin病など、さまざまな名前で呼ばれていた。その後Poliomyelitisが最適な名称として使われるようになり、これを略してポリオと呼ばれる様になった疾患である。わが国においては1960年代後半以後には新たな罹患者が殆ど認められなくなっている。従って、現在(2012年)生存しているポリオ罹患者の年齢は、既に大半が50歳以上であり、高齢化に伴って今後の生活に不安を感じている者が多い。さらに近年、ポリオ罹患者の加齢化が進む中で、筋力低下や筋委縮、歩行障害、呼吸機能低下、関節痛、冷感などの症状が出現するポリオ後症候群 (Post-Polio Syndrome : PPS) の病態が注目されるようになり、問題となっている¹⁾。またこれらの病状が原因で就労問題やQOLの低下など生活上の困難を抱える患者も多く、それらに関する報告も行われている^{2, 3, 4)}。報告によれば、これらの困難の多くは筋力低下や筋委縮をその原因とすることが多い。したがって、ポリオ後症候群における中心的関心の1つは筋機能であり、Lauroらは著書の中で、筋力はポリオ罹患者の運動能力の最も重要な決定要素であると述べている⁵⁾。

そこで、ポリオ罹患者に対する筋力強化の取り組みは比較的早期から実施され、その効果についても検討されているが、その中には有効であったと報告しているもの^{6, 7, 8, 9, 10)}だけでなく、むしろ有害であったとされる報告も散見される^{11, 12, 13, 14)}。これら医学的実践に基づく研究結果に対する詳細な検討はこれからも継続して行われなければならないと考えるが、一方で、筆者が関係している障がい者スポーツとしてのパワーリフティングにおいては、世界のトップレベルの競技者の多くがポリオ罹患者であるという事実も忘れてはならない^{15, 16)}。パワーリフティング競技は、極めて強度の高いレジスタンストレーニングによってのみパフォーマンスを高める事ができるものである。この競技にお

いて、近年のパラリンピックでは、どの階級においてもポリオ罹患者が上位を占める成績を取っている。この実態をみると、ポリオ罹患者にとってのレジスタンス・トレーニングは、大変効果的に身体機能の改善に寄与するものである事が推察される。これは、ポリオ罹患後数十年を経たポリオ後症候群の患者に対しても、同様にその効果を期待し得る理由の一つである。本研究は、ポリオ罹患後 50 年以上を経て、新たにレジスタンス・トレーニングを始めた 2 名の対象者について、トレーニングに伴う身体状況の変化や、QOL への影響などを調査し、その効果を検証するものである。さらに、この検証を通して、近年特に問題となっているポリオ後症候群の患者に対する効果的なトレーニング処方への提案をすることが本研究の目的である。

2. 対象

本研究では、長期間に渡りレジスタンス・トレーニングを実践した 2 名のポリオ罹患後長期間を経たポリオ後症候群の患者を対象とした。対象者の特徴は以下の通りであった。

対象者 1：1949 年 12 月 8 日生まれ、2012 年 8 月現在 62 歳の男性である。身長 160cm、体重 48kg である。生後 2 歳 6 カ月でポリオに感染し、発熱の後下肢の弛緩性麻痺を生じ、現在（2010 年 6 月時点）右脚は完全弛緩性麻痺による不随意状態であり、左脚は伸展位が不可で、両脚共に長下肢装具を装着して、左側のみ杖を使用した状態で歩行が可能である。上肢は、右腕の筋力低下が認められるが左腕は廃用性の筋萎縮は認めるものの、杖の使用が可能な状態である。

対象者 2：1954 年 4 月 19 日生まれ、2012 年 8 月現在 58 歳の女性である。身長 154cm、体重 45.5kg である。生後 1 歳 6 カ月でポリオに感染し、発熱の後両下肢、右上肢に弛緩性麻痺を生じ、現在（2010 年 6 月時点）両脚は完全弛緩性麻痺による不随意状態であり、右肩、右腕の挙上は不可能である。幼児期には骨盤帯付長下肢装具を着用していたが、現在は、両脚共に長下肢装具を装着し、杖の使用により立位が可能である。したがって、移動は、短距離・短時間であれば長下肢装具装着による杖歩行ができるが、日常的には車椅子を使用する生活を送っている。

3. 実践しているレジスタンス・トレーニング

両対象者共に、2010 年 6 月から継続して定期的にレジスタンス・トレーニングを行っている。トレーニング頻度は、トレーニングジムにおける 1 週に 1 度のペースで実施するレジスタンス・トレーニングに加え、対象者 2 では、日常的に家庭において実践可能なレジスタンス・トレーニングとして、ゴムチューブとダンベルを用いたトレーニングを週 2 ～ 3 回実施している。対象者 1、対象者 2 が、それぞれ実践しているレジスタンス・トレーニングについては、以下の様である。

対象者1

ラットマシン・プルダウン

トレーニング初期から継続して行っている種目の1つは、ラットマシン・プルダウンである。図1は、対象者1がラットマシンを用いてプルダウン動作を行っているものである（以後使用する写真は全て本人の了解を得て掲載している）。使用重量は5Kg、回数は10回であり、この負荷設定はトレーニング開始当初より約2年を経た現在まで変わっていないが、セット回数は増加している。ラットマシンプルダウンによって、鍛える事が出来る部位は、上体背部の筋群である広背筋、肩甲拳筋、菱形筋などである。



図1 対象者1がラットマシンプルダウンを行っている様子

マシン・ローイング

マシン・ローイングも、トレーニング開始当初から継続して実施している運動種目の1つである。図7は対象者2のトレーニングの様子であるが、対象者1についても同様の運動形態である。トレーニング開始当初は使用重量が5Kg（片腕分）であったが、約1年経過した2011年7月からは10Kgに増加して実施している。回数は10回を1セットとし、その日の状態によって3～5セットを行っている。マシン・ローイングによって鍛える事が出来る部位は、体幹部では、僧帽筋を初めとする広背筋、肩甲拳筋、菱形筋などの上背部の筋群や、脊柱起立筋、胸腰筋膜などの中背部の筋群にまで及んでいる。

マシン・チェストプレス

トレーニング開始当初の3ヶ月間は、チェストプレス・マシンを使用してチェストプレスを行った。図6は対象者2がチェストプレスを実施している様子を示したものであるが、

対象者1についても同様の方法である。後に、バーベル・ベンチプレスへの移行を目的としたトレーニングであるため、対象者の意識は体幹部前面の筋群だけでなく、肩甲骨周りの筋群の働きをも意識した動きとなる様にして実施している。トレーニング開始当初は、マシンには何も重りを付けることなく行っていたが、3カ月目には、片方に5Kgずつをセットして10回をこなせるようになった。セット数は、体調により3～5セットであった。この種目によって鍛える事が出来る筋群は、上体前面の部位では、大胸筋、小胸筋、前鋸筋などであるが、肩甲骨周りの筋群の働きを意識することにより、背面の筋群（広背筋、肩甲拳筋、菱形筋など）にも好影響を及ぼしている。

バーベル・ベンチプレス

マシン・チェストプレスをした後、チェストプレスに代りバーベル・ベンチプレスを行うようになった。図2はその様子を示している。バーベル・ベンチプレスは、マシンによるチェストプレスと異なり、前後・左右へのシャフトの動きを制御することが必要である。さらに、シャフトを左右均等に挙上する様に動かすためには、肘や手首の細かな筋肉に対して、両側共に正確にそれを制御する事も必要となる。対象者1は、現在でもシャフトのみ（20Kg）を使用した重量設定であるが、10回を3～5セット行っている。バーベル・ベンチプレスによって鍛える事が可能な部位は、前述したマシン・チェストプレスによって使用される筋に加え、小円筋、大円筋、肩甲下筋、棘上筋、棘下筋などの筋をも強化できる。さらにこれらの大筋群に加えて、肩の筋（三角筋）や上腕の筋（上腕三頭筋）を動作の中で使用するため、これらの筋群の強化にも効果的である。

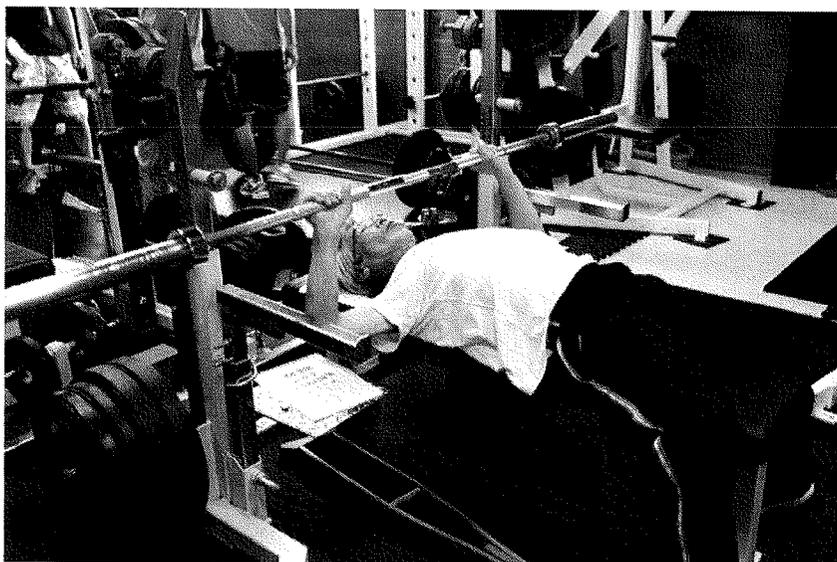


図2 対象者1がバーベル・ベンチプレスを行っている様子
重量はシャフトのみ使用の20Kgであるが両腕均等の動きが制御できている。

対象者2

ゴムチューブ・ローイング

トレーニングジムにおける週に1度のトレーニングに加え、家庭でもゴムチューブ・ローイングを継続的に実践している。図3はその様子を示している。車椅子に座った状態で、ゴムチューブを柱等に固定して適切な動作を行った。対象者2は、上肢の麻痺の程度に左右差があり、特に右腕が不随意で、加えて肩の動きも悪い。しかしながらゴムチューブ・ローイングの実践に当たり、可能な限り左右の動きを均一にして引く方法や、両腕を開いて引く方法など、当初から幾らかの工夫をすることによって、効果的に実施することが可能であった。負荷（ゴムの強度）は比較的低く設定し、回数を多く行う様に指示した。具体的には、上肢に残る不随意部分の存在を考慮して20回以上反復して行うことができる負荷とし、体調に合わせて3～5セット行った。この時に使用する筋は、体幹部では僧帽筋を初めとする広背筋、肩甲挙筋、菱形筋などの上背部の筋群や、脊柱起立筋、胸腰筋膜などの中背部の筋群などである。動作にあたっては、腕よりも体幹部の筋の動きを意識する様に指示した。



図3 トレーニングジムにおけるゴムチューブ・ローイングの様子
両腕に麻痺の程度差（筋力差）があるが、両腕一緒に引いたり、左右に開いて引いたりすることでバランスを取っている。

ダンベル・カール、ダンベル・ショルダーシュラッグ

対象者2は、右上肢に弛緩性の麻痺が有り、肩の挙上ができない。そこで車椅子に乗った状態でも行うことが可能な、ダンベルを用いた種目をレジスタンス・トレーニング開始当初から実践している。その1つがダンベル・カールである。図4はダンベル・カールを行っている様子を示している。使用しているダンベルは2Kgであり、この重量はトレーニング開始当初から変わっていない。左腕は麻痺が無いので正確な動作でカールを

行うことが可能である。一方右腕には軽い麻痺が有るために、左腕同様のカールを行うことはできない。そこで、図5に示した様にダンベルを保持してライズ系の運動種目であるショルダー・シュラッグを行っている。その際には、可能な限り右腕に力を入れて、背筋群の収縮だけでなく、腕も使用するトレーニングと成る様に意識している。ダンベル・カールによって鍛えられるのは、主として上腕二頭筋であり、またショルダー・シュラッグでは、僧坊筋、肩甲筋などが中心的に使われているが、腕のカール動作を意識することで、特に右腕の上腕二頭筋にも刺激を与えている。



図4 左腕でダンベル・カールを行っている様子 (2Kg)



図5 ダンベル・シュラッグを行っている様子
特に右腕はカールが困難であるのでシュラッグにより適切な負荷をかけている。

マシン・チェストプレス

図6は、対象者2がチェストプレスを実施している様子を示したものである。対象者の意識は体幹部前面の筋群だけでなく、肩甲骨周りの筋群の働きをも意識した動きとなる様に指示している。対象者2は、左腕の不随意麻痺のために、腕が伸び切らず、プレス動作も途中までで止まってしまうが、それでも上腕三頭筋に対してはトレーニング効果が期待できるものと考えている。対象者2はトレーニング開始当初からこの種目が行えた訳ではなく、開始後約半年を経て可能となった。マシンには何も重りを付けることなく、10回を目処にセットを組んでいる。セット数は、体調により3～5セットである。この種目で使用する筋群は、対象者1同様に大胸筋、小胸筋、前鋸筋、広背筋、肩甲拳筋、菱形筋などであるが、腕の伸展を意識することによって、上腕二頭筋にも好影響を及ぼしている。

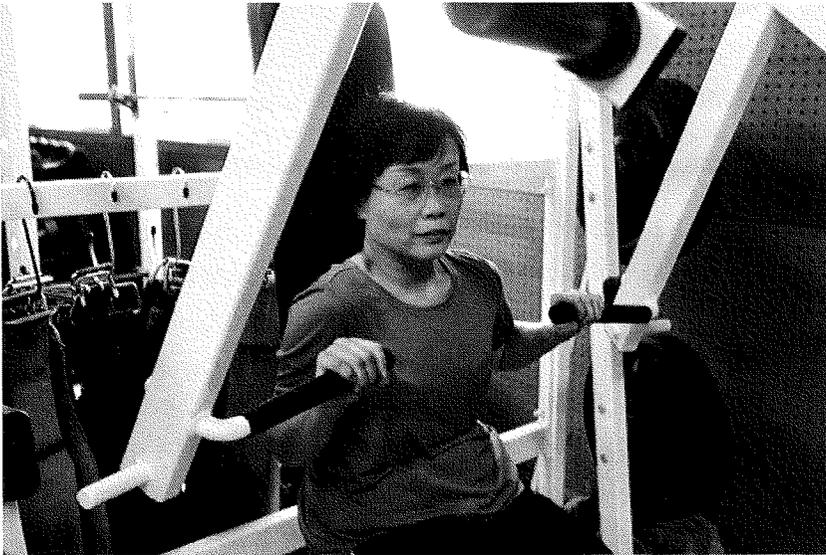


図6 マシン・チェストプレスを行っている様子
マシンは、左右独立して動くが、負荷は均一である。

マシン・ローイング

マシン・ローイングは、トレーニング開始当初は左腕の不随意状態から、行うことが不可能であった。トレーニング開始後半年が経過した2011年1月から重量負荷を極力少なくして取り組んでいる。図7は対象者2のトレーニングの様子である。写真からも分かる様に、左腕は十分には引けていない。トレーニング開始当初はプレートを全く付けずに行っていたが、現在では、片方ずつ其々に3.75Kgを付けて実施している。回数は10回を1セットとし、その日の状態によって3～5セットを行っている。不随意状態であるので、左腕については十分な引きが困難であるが、左右の腕ごとに最大の動作範囲でローイングを行っている。このマシン・ローイングによって鍛える事が出来る部位は、僧帽筋、広背筋、肩甲拳筋、菱形筋などの上背部の筋群や、脊柱起立筋、胸腰筋膜などの中背部の筋群である。

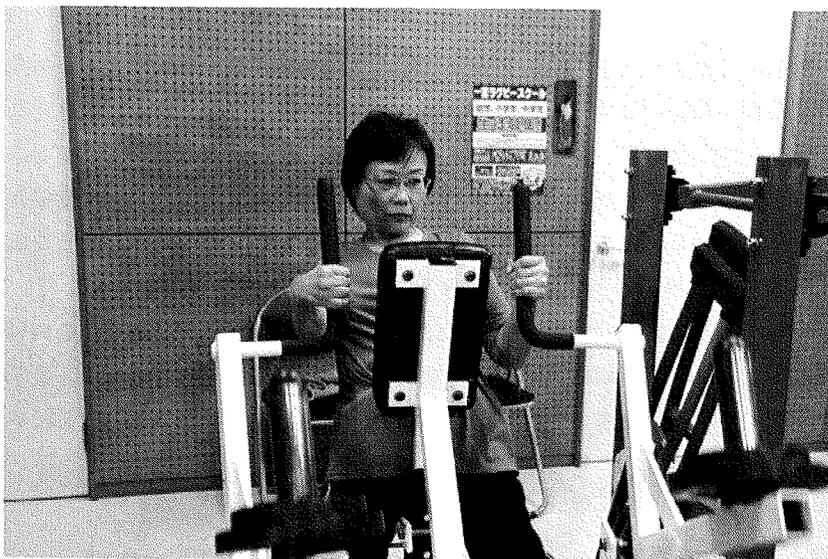


図7 マシン・ローイングの動作を行っている様子
左腕は不随意麻痺のために十分な引きが出来ていないが、右腕は同重量でも引けている。

4. レジスタンス・トレーニングの効果

両対象者共に下肢の麻痺が上肢の麻痺に比して広範囲に渡っており、不随意の程度も高度であったので、レジスタンス・トレーニングを開始するに当たっては、運動する事に支障の少ない上肢（上体）のトレーニングを中心に指導を開始した。またレジスタンス負荷を掛けた部位のトレーニング効果を実感することが、以後のトレーニング継続へのモチベーションとして必要であるため、その効果をより体感し易いという意味からも、不随意部分の比較的少ない上肢をターゲットとした。効果の検証に当たっては、両対象者では、障がいによる不随意部位が若干異なるため、個別に評価する。

対象者 1

最初に、取り組んでいる種目ごとに変化を確認したい。ラットマシン・プルダインについては、トレーニング開始当初から 5 Kg の負荷を掛け 10 回を 3 セットから 5 セット行う様に指示しており、その後現在に至っても回数・重量に変化は無い。しかしながら本人が自覚できる強度の評価によれば、同回数を楽しめる様になっている。この事は、筋力の上昇を意味しており、その効果として肩こりが全く無くなった事や、上肢を挙上する事ができる範囲の増加として表れている事が当人からの評価として回答されている。次にチェストプレス動作については、当初は 5 Kg の負荷を付けたチェストプレス・マシンを用いたトレーニングであったものが、3 か月を経過した後に、フリーウェイトを使用したバーベル・ベンチプレスへと変化している。使用負荷はシャフトのみ使用の 10 Kg である事は現在も変わっていないが、シャフトの揺れの無い安定したフォームのベンチプレスが出来

る様になっている。これはベンチプレス動作において、上体背部にある肩甲骨周辺の筋群を上手く使えるようになった事を意味しており、体幹部の強化を狙いとする筆者らのトレーニング方針に沿う効果である事が窺われる。また対象者1は、上肢の麻痺に左右差が有る事から右腕の筋力低下が認められ、この状態で左右均等にベンチプレス動作を行える事が、トレーニング効果を示しているものとする。すなわち、腕を中心としたベンチプレス動作ではなく、上体背部筋群や大胸筋などの上体前部を使用した、より多くの筋群を動員するベンチプレス動作が出来るようになってきている事を示唆した結果であると判断するものである。さらにマシン・ローイングについては、トレーニング開始後1年間は左右5Kgずつの負荷であったものが、その後10Kgへと倍増しており、筋力の上昇が認められる結果であった。この事も、上体背部の筋群へのトレーニング効果を示唆しており、その変化は僅かずつであるものの、確実に良い方向へと身体的な変化が起きている事を示唆するものである。前述した様に、本人から得られた自覚的トレーニング効果の情報によれば、肩の動きがスムーズになり腕を挙上出来る範囲が増した事や肩こりが無くなった事は特筆すべき事である。さらに、トレーニング後の疲労感が現在では少なくなったと回答しており、その結果日常的な疲労感も減少したとの事である。これらは、二次的なレジスタンス・トレーニング効果と考えられ、直接的なトレーニング効果と併せて、実施してきたレジスタンス・トレーニングが全行程を通し対象者に対して効果的であった事を明確に示すものである。

対象者2

先ず、対象者1と同様に、取り組んでいる種目ごとにその効果を概観することとする。対象者2の身体状況は、初期には、マシン・トレーニングに取り組む事ができる状態では無かったため、強度は低くなるものの、ゴムチューブを用いたローイングを開始し、継続して実施してきた。1回に行うトレーニングの運動強度は低くなるので、ジムにおけるトレーニングだけでなく、自宅においてもトレーニングを行い、頻度を上げる（1週に3回程度）事によって、十分なトレーニング刺激を得る事が出来る様に工夫した。トレーニング開始当初は、殆ど出力もなく可動範囲も極めて狭い右肘関節・右肩関節であったので、前述した様に、ゴムチューブ・ローイングの実践の際には可能な限り左右の動きを均一にして引き、また時には両腕を開いて引くなど、上体背部の筋群に効果的に刺激を与える事が出来る方法を探った。その結果現在では、引く動作において左右差は残っているものの、力強いローイングが可能となった。上体背部の筋群を意識した動作をすることで、初期動作を力強く行う事が出来るようになり、右腕の動きもこれに連動して行う事が可能となった。加えて、上腕の筋群を意識して動かすことによる筋力の増加も推測される。トレーニング開始当初には行う事が不可能だったローイングマシンを用いたトレーニングにも、半年後には取り組む事が可能になったのは、これらの身体的変化に基づくものであろう。同様に、

最初から実践しているダンベル・カールとダンベル・シュラッグについてもトレーニングに対する適応状態を観ていくことにする。ダンベル・カールは、麻痺の無い左腕については上腕二頭筋の強化を目的として実施した。2年間で使用重量に変化は無いものの、自覚的には筋力強化に対する効果が認められた。一方、弛緩性麻痺が有る右腕については、筋力強化は当然のことながら、神経系に対する促通効果も目的とした。結果的には、上腕二頭筋そのものの明らかな筋力強化・神経促通効果は認められなかったが、後述するダンベル・シュラッグのトレーニング効果と相乗的に作用して、上体背部の筋群の強化へと繋がったものと考えられる。トレーニング開始当初には出来なかったマシン・ローイングを、半年後には行う事が可能になった事も、効果を示唆する傍証であろう。ダンベル・ショルダーシュラッグは、僧坊筋を主とした上体背部の筋群の強化を目的として行っている。加えて対象者2の場合には、右腕に対する刺激も加味しており、若干カール気味に動作を行うことによって、上腕二頭筋へもレジスタンス刺激を行う様にしている。この種目単独の効果である事は断定できないものの、マシン・ローイング動作を可能とする筋力・神経系の改善が認められた事は特筆すべき結果であろう。すなわちこの結果は、ダンベルを用いたカールやショルダーシュラッグは、弛緩性の運動機能麻痺が有る対象者2に対しても、筋力強化や神経系の促通に対して効果的であった事を示唆するものであると考える。次にマシン・チェストプレスの効果を概観したい。マシン・チェストプレスは上肢の筋群強化を目的とするだけでなく、上体背部並びに前面の筋群に対する強化刺激を狙いとして実施している。対象者2は、現在でもチェストプレス動作において右腕を完全に伸展させる事はできない。しかしながら、伸展する様に意識して動作を行う事により、右腕の不随意部分に対しても刺激を与えており、将来的には、出来る様になる可能性も推測される。トレーニング開始当初に比して現在では確実に動作が大きくなり、力強いプレス動作が行えるようになってからである。本対象者の様に片方の腕が不随意であり伸展動作が完全に行えない場合には、バーベル・ベンチプレスを行う事が困難である。この様な場合には、本研究で使用したチェストプレス・マシンはとても有効なトレーニング器具として利用できる物である事を改めて確認させる結果であった。最後に、トレーニング開始半年後から行う事が出来る様になったローイング・マシンについて現在の状況を確認する事にしたい。トレーニング開始当初には、上体の左右差が大きい事、また右上肢では引く動作が全く出来なかった事などが理由で、ローイング・マシンを使用する事が出来なかった。そこで、より弱い力でも動作が可能なゴムチューブによるローイングを実施してきた訳であるが、前述した様に筋力や動作の左右差は解消されてはいないものの、動作は力強く行える様に変化した。その結果、ローイング・マシンも左右差の有る引き方ではあるが、力強いローイング動作を行う事が可能となった。この結果は、肩甲骨周辺の筋群を主とする上体背部の筋群の強化が出来てきた事、ならびに両上肢共に筋力強化が出来つつあり、また右腕の神経系の促通も起きつつある事を推察させるものであった。本人からの情報によれば、日常生活にお

いては、疲れにくい身体状況になった事、運動による発汗量が増した事等の身体変化を感じているとの事である。さらに何よりも大きな変化は、麻痺がひどくて全く動かないと考えていた右腕や、挙上する事が不可能だった右肩が、完全ではないにせよ動く様になり、挙上も可能になった事である。この結果は、麻痺による下半身の不随意部分に対しても、適切なレジスタンス・トレーニングを処方する事によって変化する可能性が示唆されたものであり、麻痺部分に対する積極的な働き掛けの重要性を示す結果である。同時に、対象者2にとっても前向きで積極的なデータであり、今後の取り組みを後押しする様な、動機付けを高める資料となり得るものと思われる。

5. 臨床検査からみた筋の状態

ポリオ後症候群の患者は、筋の過用性疲労や委縮、或いは横紋筋融解症など神経・筋由来の様々な筋疾患を発症する危険因子を有している。そして、もしこれらの症状が出現したならば、日常生活や社会参加に支障を来し、本来有益であると考えて実践しているレジスタンス・トレーニングでさえ、その効果を享受する事が出来なくなってしまう。そこで、トレーニングと並行して筋の状態を把握するために、定期的な臨床検査を実施する事も必要である。本研究では、血液検査によって、筋（蛋白）の状態を客観的に把握する事が可能な、アルブミン（Albumin:ALB）、クレアチンキナーゼ（Creatine Kinase:CK）、クレアチニン（Creatinine:Cr,SCr）の値を定期的に測定した。これらの測定結果から判断できる事柄は、次の様である。

アルブミンは血清中の総蛋白の60～70%を占めており、重症肝炎や肝硬変などの疾患を調べる時やタンパクが漏出する漏出性胃腸病やネフローゼ症候群などの検査に用いられる。また、栄養摂取状態を反映しており、栄養失調の検査としても使われたり、アルブミンの低下傾向によって老化の進行状態を計る事も可能であると言われている。

クレアチンキナーゼ或いはクレアチンリン酸キナーゼ（Creatine Phospho Kinase:CPK）は、筋中にある酵素で、筋収縮におけるエネルギー代謝に関与している。臨床的には、CK値の上昇は筋細胞が壊れた事を意味しており、当初は筋ジストロフィーに特異的な検査として使われていた。その他高値を示す疾患には、多発性筋炎、皮膚筋炎、アルコール性ミオパチー、筋委縮性側索硬化症、髄膜脳炎、心筋炎、心外膜炎、甲状腺機能低下症などが知られている。また、ポリオ後症候群と関連が深い横紋筋融解症^{17, 18)}でも、CK値は上昇する。他方、薬物の筋肉内注射や激しい運動時にもCK値は上昇する事が知られており、これらは疾患では無いので安静にしていれば自然に回復する。筋そのものに関連する疾患であるとか、急性心筋梗塞や心筋炎などの疾患が疑われる場合には、その他の検査を併用して行う事により運動によるCK値の上昇とは区別しなければならない。

クレアチニンは腎臓の糸球体で濾過されるが、尿細管では殆ど再吸収されずに尿中に排出される物質である。筋活動の代謝産物であるため、筋量に比例し、一般的には男性の値

が女性の値に比して 10～20% 程度高値を示す。年齢依存性はあまり認められない。医療的には腎臓機能の働きを検査する際に用いられる事が多いが、低値を示す場合には、筋量の低下の可能性を検討する材料となる。女性の場合、0.4mg/dl 以下の場合には、筋ジストロフィーや多発性筋炎、筋委縮性側索硬化症などの疾患が疑われる。

本研究では、対象者 2 に対する血液検査を定期的に行っており、ここでは、レジスタンス・トレーニングを実施した全ての期間に渡るアルブミン、クレアチンキナーゼ、クレアチニンの値を検討することとする。図 8 は、対象者 2 のアルブミン測定値の経時的変化を示している。測定回数の 1 回目、2 回目 (2010 年 5 月) までは、レジスタンス・トレーニング開始前の測定値である。アルブミンの正常値は 3.8～5.2g/dl の範囲であり、したがって対象者 2 の測定値は全ての期間において正常の範囲内にある事が分かる。タンパクの漏出や肝機能の異常も認められず、また栄養状態についても全く問題は無いものと判断できる結果であった。

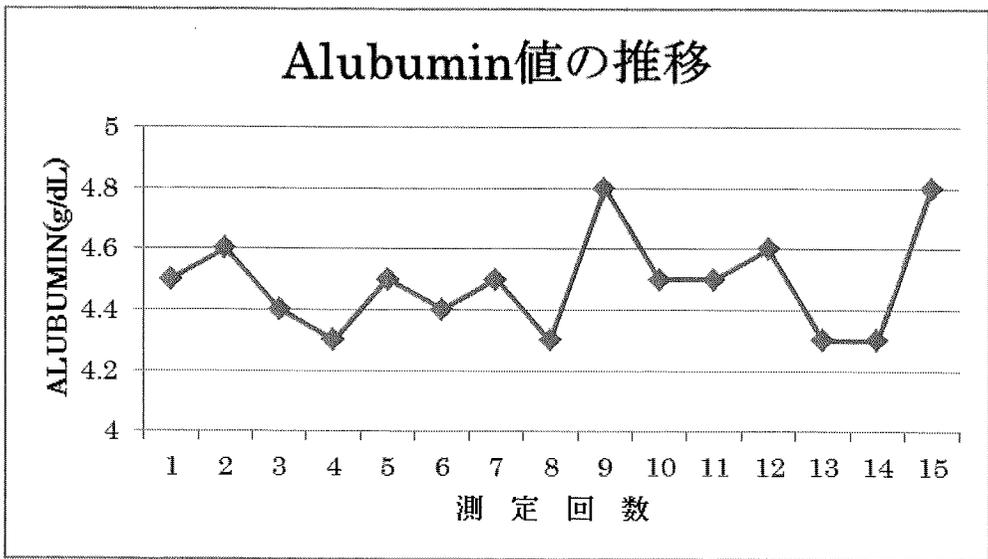


図8 アルブミン測定値の推移
若干の変化は有るものの、全期間を通して標準的な値の範囲を逸脱していない。

次に、クレアチンキナーゼの測定値の推移を図 9 に示した。クレアチンキナーゼの値は、臨床的には、男性が約 40～200IU/l、女性では 30～150IU/l の範囲で正常であると判断されており、筋量に比例するため、男性の値が女性に比して 20～30% 高値を示す。対象者 2 の場合をみると、レジスタンス・トレーニング開始前の 2 回目までの測定値が 170IU/l を若干上回っており、女性の正常範囲を逸脱していた事が分かる。その後トレーニングを始めた当初は、一度急激に低下し、一時は 140IU/l 近くまで下がったが、6 回目 (2010 年 12 月) の測定以後上昇傾向が認められ、10 回目 (2011 年 8 月) の測定以後は再び女性の正常値を逸脱している。対象者 2 は 1 回目の測定である 2010 年 4 月以前にもク

クレアチンキナーゼを測定しており、その時の値は 162IU/L、180IU/L であった。この値は、レジスタンス・トレーニングをしていない身体状態下であった事から判断すると、ポリオ後症候群に由来する筋疲労か、廃用性の筋萎縮を反映したものである可能性を推察させるものである。一方、6回目以降に惹起したクレアチンキナーゼ値の上昇については、レジスタンス・トレーニングを継続的に実施している環境下で起きている変化であり、筋量の増加や筋活動の活性化を反映したものであると考え得るものである。したがってトレーニング開始以前の高値とは発生原因を異にするものと思われる。しかしながら、これ以上の上昇傾向が継続して起きるのであれば、筋疲労を含めた何らかの筋の疾患をも考慮する必要があり、今後の数値変化を注意深く観察する事が肝要である。

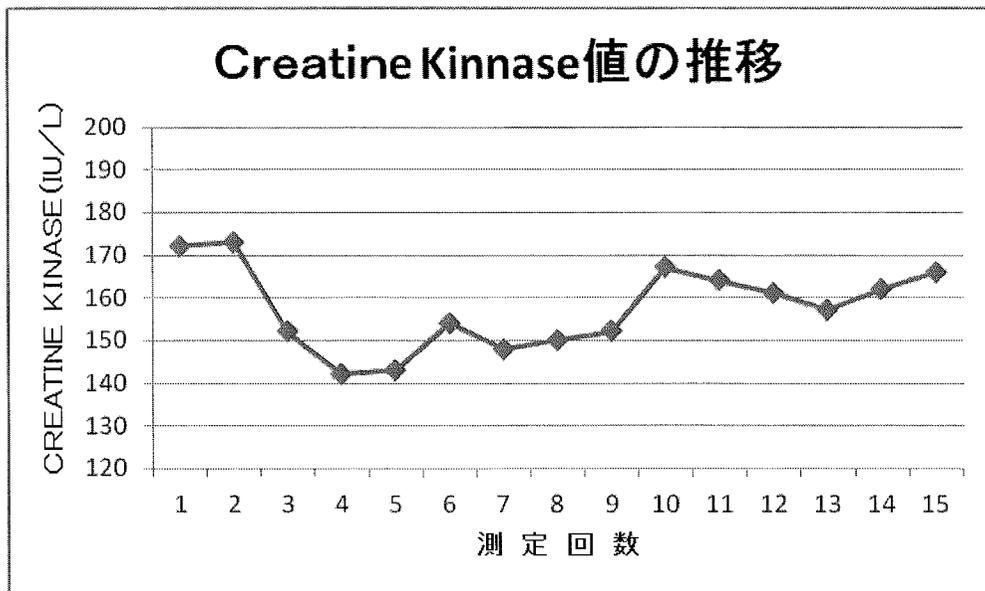


図9 クレアチンキナーゼ測定値の推移
トレーニングを開始した2回目以後、1度は低下したが、再び若干の上昇傾向が認められる。

続いて、クレアチニンの測定値の推移を図10に示した。クレアチニンの値もクレアチンキナーゼと同様に、筋量に依存して比例するため、その基準値の範囲は男性の方が女性よりも10～20%高値である。男性は0.5～1.1mg/dl、女性は0.4～0.8mg/dlの範囲が基準値である。対象者2の値は、図10からも分かる様に全体を通して非常に低値である。具体的には、平均値が 0.23 ± 0.02 mg/dlであり、この値は、女性の基準値を大きく下回っている。最大値はトレーニング開始前の0.27mg/dlであり、最低値は12回目(2012年1月)の0.17mg/dlである。何れにせよ、基準値よりも極めて低い値である事には変わりはない。筋内で合成されるクレアチニンの量は筋量に比例するので、対象者2の場合には、ポリオ後症候群に由来する筋量の少なさ故の低値である事が推察される。この様に、全体に標準値に比べて低地であり、2010年6月のレジスタンス・トレーニング開始後から、2011年

10月の11回目の測定までの1年反の間には殆ど変化していない。その後は12回目の測定(2012年1月)を境に上昇に転じ、現在も継続して上昇している。この事は、継続的に実施してきたレジスタンス・トレーニングによって、徐々にではあるが、筋量も増えつつある事を推察させるものである。

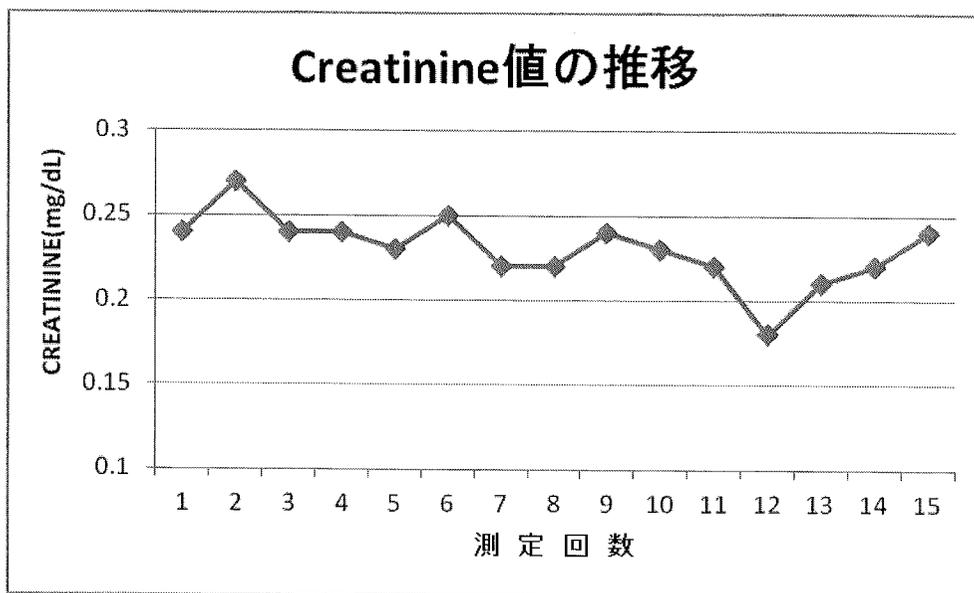


図 10 クレアチニン測定値の推移
基準値の範囲 (0.4~0.8mg/dl) を継続して下回っている。

以上、血液検査によって知り得る事ができる、3種類の指標の値を基に、レジスタンス・トレーニングによる筋の変化を検討した。対象者2は、栄養摂取の状態も良く、肝機能にも問題はみられないが、疾患に由来すると推察される筋量の少なさが認められた。しかしながらトレーニングの進行に伴って、筋活動の活性化や筋量の増加傾向が示唆された。他方、筋の疲労や疾患由来の筋委縮も懸念され、継続的な医療面からのケアの必要性を確認した。

6. ポリオ後症候群と筋力強化運動との関係

ポリオの世界的な大流行から約50年を経た現在、わが国においては新たなポリオ感染の流行は再発しないであろう。しかしながら、感染後に長い年月を経て筋骨格系や神経系に新たな障害を抱えるポリオ後症候群が新たに問題となっている。Wyatt¹⁹⁾はその著書の中で、「ある筋肉にかかわるニューロンの60%までが、機能不全が起こる以前に破壊されている」可能性を推察し、「麻痺にならなくても、前に中枢神経が感染した患者は、かなりの損傷を受けている可能性がある。したがって回復した人の多くは、30年以上たってからポリオの遅発効果 (late effect of polio : LEP) に苦しむ」状態を報告し、以前には麻

痺を生じていなかった筋が弱くなったり、麻痺筋がさらに弱くなり全身疲労に苛まれる様になる事を紹介している。LEPは、この様に通常の加齢による運動ニューロンの減少に加え、昔のポリオによる損傷が重なった結果生じた筋活動の不具合も一因として考えられ、対象者の筋系のトレーニングの際には、この事を考慮する必要性も存在する。本研究で対象とした2症例についても、約60歳になる年齢であり、筋力低下や関節の拘縮・痛みなどを生じ、ADLに支障を来す状態を招来している。ポリオ罹患筋以外の筋では、運動をする事に支障は無く、筋力強化を狙いとした運動プログラムの処方には、ポリオ後症候群独自の方法を採る必要はない様にも思われる。他方、罹患筋に関してはこれまでも、過度の運動負荷によって発現した筋力低下などの筋障害についても報告されており²⁰⁾、過用性をもたらす運動負荷に対する危険性についても指摘されている^{21, 22)}。

これまでに行われた運動との関係について報告された論文を概観すると、その多くが、レジスタンス・トレーニングによって生じる筋疲労に注意を払う様に指摘したものが多岐に分かる^{23, 24, 25)}。これらの報告は、レジスタンス・トレーニングによる筋力強化を「疲労を生じない程度」に行う事によって、筋力の増加あるいは最大筋トルクの増大を認めた事を記述している。その際には過用性筋力低下の発生を防ぐために、定期的に定量的な筋力評価を行うべきである事を指摘し、特に局所の筋疲労が発生しない様な程度の運動を推奨したものが多岐にわたる。疲労はポリオ罹患直後或いは数年を経た患者に対するレジスタンス・トレーニングの強度の指標と成り得るだけでなく、ポリオ後症候群においても頻度の高い訴えでもあり^{24, 26, 27, 28, 29)}、この愁訴が新たに発生する筋力低下や筋委縮の徴候・症状に先行するものである。

7. まとめ

本研究は、レジスタンス・トレーニングを障がい者に対して実践し、その効果を検討する事により、適応する障がい範囲の拡大や、適切な処方の構築を目的とする研究の一環として実施したものである。対象者はポリオ後症候群の患者であり、近年、リハビリテーション分野でも、運動と過用性の筋力低下や筋委縮との関係について言及されている病態を有し、そのトレーニングには、適切な配慮を必要とする者であった。一方で、筆者らが関係するパラリンピック競技としてのIPC Powerliftingでは、成績上位者の多くがポリオ罹患患者である事も事実であり、選手達の麻痺の無い筋に対するレジスタンス・トレーニングの絶大な効果は、彼らの記録を見れば一目瞭然である。本研究では、ポリオ罹患後数十年を経て、加齢による廃用性の筋委縮や筋力低下を招来しているであろう年齢の患者を対象としているが、疾患との関係を考慮したレジスタンス・トレーニングを適切に処方する事により、一定の効果を確認した。具体的な効果は、結果の章でも述べた様に、対象者1では、ベンチプレスを行

う事が可能になった事そのものが、トレーニング効果を如実に表している。彼は、上肢の麻痺に左右差が有る状態でも左右均等にベンチプレス動作を行える様になった。上体背部筋群や、大胸筋などの上体前部をも使用し、より多くの筋群を動員するベンチプレス動作が出来る。その他のトレーニングでも、その変化は僅かずつであるが確実に良い方向へと身体的な変化が起きている。また対象者2では、右腕の不随意部分に対する刺激が効果を呈し、次第に動きを取り戻している。本対象者の様に片方の腕が不随意であり伸展動作が完全に行えない場合には、バーベル・ベンチプレスを行う事が困難であるので、チェストプレス・マシンはとても効果的なトレーニング器具として利用できる物であることを確認した。またローイング・マシンの使用に至るまでに実施した、ゴムチューブによるローイングが、彼女の動作を改善し、動作を力強く行える様に変化させた。その結果、ローイング・マシンも左右差の有る引き方ではあるが、力強いローイング動作を行う事が可能となった。これは、肩甲骨周辺の筋群を主とする上体背部の筋群の強化ならびに両上肢共に筋力強化が出来つつあり、また右腕の神経系の促通も起きつつある事を推察させる結果であった。麻痺がひどくて全く動かないと考えていた右腕や、挙上動作が不可能だった右肩が、完全ではないにせよ動く様になり、挙上も可能になった事は大きなトレーニング効果である。現在では両者共にトレーニング後の疲労感が少なくなった事、また日常的な疲労感も減少した事を訴えている。これらも実践したレジスタンス・トレーニングの効果である。

本研究の結果は、適切に処方されたレジスタンス・トレーニングが、ポリオ後症候群の患者に対しても適用可能であることを示唆するものであった。その適用にあたり、留意しなければならない点について以下に記してまとめたい。

- ①初期には、残存する筋に対する軽いレジスタンス・トレーニング負荷を設定し、その強化を図る事が必要である。
- ②麻痺が有る筋に対しては、麻痺の無い筋を、共に動きの中で動員して共同作業として動かす様にする事を意識させる事が必要である。
- ③過用性筋力低下・筋委縮を予防するために、局所的な筋疲労を強く起こさない程度の負荷を処方する事が必要である。
- ④筋疲労を蓄積しない様に、トレーニングの期間を短くしない事に配慮した実施計画を立てる事が必要である。
- ⑤トレーニングにあたっては、いつも、体幹の筋群を意識して力を出す様に指示する事が必要である。
- ⑥可能であれば、レジスタンス・トレーニング以外の呼吸循環系（有酸素系）のトレーニングも併せて処方する事が必要である。
- ⑦体脂肪量の測定や血液検査等、医療機関との連携により定期的なトレーニングによる身体変化を検証する事が必要である。
- ⑧全ての運動プログラムは、運動に関連する新たな問題を惹起する様な事態が発生しない

様に配慮したものである事。

謝辞

本研究の遂行にあたり、終始親身になって対象者のレジスタンス・トレーニング指導に努めて頂いた、愛知県一宮市のシルバーバックジムトレーナーである神戸泰三氏に深く感謝申し上げます。有り難うございました。

文 献

- 1) 蜂須賀研二：ポリオ後症候群：その診断と治療，リハビリテーション医学，39（10）：642-647，2002.
- 2) Takemura J, Saeki S, Hachisuka K, Aridome K: Prevalence of post-polio Syndrome based on a cross-sectional survey in Kitakyusyu. Japan J Rehabil Med 36: 1-3, 2004.
- 3) Saeki S, Takemura J, Matsushima Y, et al: Workplace disability management in postpolio syndrome. J Occup Rehabil 11: 299-307, 2002.
- 4) 小田太士, 佐伯 覚, 蜂須賀研二：障害者の加齢に伴う問題と対策—ポリオ. 総合リハビリテーション 37: 131-136, 2009.
- 5) Lauro SH, Gunnar G 編 蜂須賀研二, 伊藤利之監訳: ポリオ後症候群—その基礎と臨床, 医歯薬出版, 2001.
- 6) DeLorme TL, Schwab RS, Watkins AL: The response of the quadriceps femoris to progressive resistance exercises in polio myelitic patients. J Bone Joint Surg (Am) 30: 834-847, 1948.
- 7) Gurewitsch AD: Intensive graduated exercises in early infantile paralysis. Arch Phys Med 31: 213-218, 1950.
- 8) Lemman JAR: A clinical and experimental study of the effects of exercise on motor weakness in neurological disease. J Neurol Neurosurg Psychiatry 22: 182-194, 1959.
- 9) Müller EA, Beckmann H: Die trainierbarkeit von kindern mit gelähmten muskeln durch isometrische kontraktionen. Z Orthop 102: 139-145, 1966.
- 10) Russell WR, Fischr-Williams M: Recovery of muscular strength after poliomyelitis. Lancet 1: 330-333, 1954
- 11) Bennett RL, Knowlton GC: Overwork weakness in partially denervated skeletal muscle. Clin Orthop 12: 22-29, 1958.
- 12) Hyman G: Poliomyelitis. Lancet 1: 852, 1953.
- 13) Knowlton GC, Bennett RL: Overwork. Arch Phys Med Rehabil 38: 18-20, 1957.
- 14) Mitchell GP: Poliomyelitis and exercise. Lancet 2: 90-91, 1953.
- 15) 石田直章：障害者スポーツとしてのディスプレイ・パワーリフティング. 名古屋芸術大学研究紀要, 26: 1-14, 2005.
- 16) 石田直章：障害者に対するレジスタンス・トレーニングの効果（3）脊髄損傷の場合. 名古屋芸術大学研究紀要, 30: 1-18, 2009.
- 17) 水江優子, 佐伯覚, 稗田寛, 緒方甫, 蜂須賀研二：ポリオ後症候群に横紋筋融解症を合併した1症例. 日本災害医学会会誌, 45: 669-671, 1997
- 18) 後藤正樹, 井出睦, 蜂須賀研二: 横紋筋融解症を合併したポリオ後症候群. 日本職業・災害医学会会誌, 50: 45-47, 2002.

- 19) Kiple KF. 編 酒井シヅ監訳 : 科学史ライブラリー 疾患別医学史, 朝倉書店, 2006 pp651-657.
- 20) Summers GD. and Codhrane G.M.: The late effects of poliomyelitis : aetiology and rehabilitation. Clin Rehabil 1: 325-334, 1987.
- 21) Feldman R.: The use of strengthening exercises in post-polio sequelae: methods and results. Orthopedics 8: 889-890, 1985.
- 22) 蜂須賀研二, 緒方甫, 井出睦 : 神経・筋疾患のリハビリテーション : ポリオ後遺症にみられた過用性筋力低下. 総合リハビリテーション, 16: 513-518, 1988.
- 23) Agre JC, Rodriquez AA: Intermittent isometric activity: Its effect on muscle fatigue in postpolio subjects. Arch Phys Med Rehabil 72: 971-975, 1991.
- 24) Barly MH, Strauser WW, Hall KM: Fatigue in postpolio syndrome. Arch Phys Med Rehabil 72: 115-118, 1991.
- 25) Fillyaw MJ, Badger GJ, Goodwin GD, et al: The effects of long-term non-fatiguing resistance exercise in subjects with post-polio syndrome. Orthopedics 14: 1253-1256, 1991.
- 26) Bruno RL, Cohen JM, Golski T, Frick NM: The neuroanatomy of post-polio fatigue. Arch Phys Med Rehabil 75: 498-504, 1994.
- 27) Bruno RL, Frick NM: Stress and "type A" behavior as precipitants of post-polio sequelae. In Halstead LS, Wiechers DO (eds) : Research and Clinical Aspects of the Late Effects of Poliomyelitis. White Plains: March of Dimes, 1987.
- 28) Halstead LS, Rossi CD: Late effects of polio: Clinical experience with 132 consecutive out-patients. In Halstead LS, Wiechers DO (eds) : Research and Clinical Aspects of the Late Effects of Poliomyelitis Miami. Simposia Foundation, 1987 pp13-26.
- 29) Halstead LS: Post-polio sequelae: Assessment and differential diagnosis for post-polio syndrome. Orthopedics 14 (11) : 1209-1217, 1991.