

リハビリテーション医療における技術の進歩

Technological Advance in Medical Rehabilitation

椿原 彰夫^{*1}

Akio TSUBAHARA

要 約

戦後から普及し始めたわが国のリハビリテーション医療は、緩徐な社会的進展に留まっていたが、近年になって急速な医学的進歩を遂げている。ひとつは、障害に関する治療の捉え方が国際障害分類の刊行によって大きく変化したことである。さらに、能力障害に対する治療に偏重していた時代から機能障害への新しい治療法の試みへと変革を遂げている。第2は、早期リハビリテーションが普及し、その開始時期が早くなり、廃用症候群の予防への関心が高まったことである。第3に、機能予後を推定することによって効率的に治療を行い、治療期間を短縮することが重視され、緻密かつ、妥当性・再現性の高い機能評価を行うことが義務づけられてきた。機能評価はデータベース化され、統計学的に解析されるようになった。

疾患別では、脳卒中では治療的電気刺激やCI療法、経頭蓋的磁気刺激、直流刺激、吊り上げ式トレッドミル訓練、ロボット型歩行訓練機、インテリジェント短下肢装具などの新しい治療法が試みられている。脊髄損傷では、機能的電気刺激やPrime Walk内側股継手が取り入れられた。切断者には、インテリジェント膝継手やC-leg、シリコン製の内ソケットの利用が増えている。脳性麻痺では、選択的脊髄後根神経切断術やボツリヌス毒素による神経ブロック、座位保持椅子・座位保持装置の使用が普及し、GMFやSMTCPなどの評価法が取り入れられるようになった。記憶障害や注意障害、遂行機能障害、社会的行動障害などの高次脳障害に対する評価と学習や、摂食・嚥下障害の検査と機能訓練、心臓・呼吸器・腎尿路・消化器などの内部臓器に併発する機能障害のリハビリテーションも広く普及されつつある。

1. はじめに

リハビリテーション医療が我が国に伝えられたのは1940年前後のことであり、東京大学整形外科学教室の高木憲次教授がドイツにおける肢体不自由児に対する医学的治療をはじめて紹介したとされている。1942年には整肢療護園が設立され、高木教授が初代園長に就任した。そして、医学的治療に並行して、肢体不自由児への教育や職能訓練が行われるようになった。一方、第二次世界大戦によって受傷した切断者や脊髄損傷者、その他の外傷に基づく身体障害者への救済の必要性も問われ、義足の支給や機能訓練をはじめとしてリハビリテーション医療の実践が徐々に取り入れられるようになった。

戦後は米国の占領下において医療が進められたために、わが国のリハビリテーション医療も米国の影響を受けることとなった。時を同じくして、1947年に国家資格としてのリハビリテーション専門医制度が米国において制定されたが、わが国に科学的なりハビリテーション医学が導入されたのは、さらに後のことである。当時は、リハビリテーションの専門職は存在しなかったため、リハビリテーション医療は主として整形外科医や内科医、マッサージ師などによって行われていた。法律的には比較的早くから整備がなされ、1947年には児童福祉法、1949年には身体障害者福祉法が制定された。それによって、国立身体障害者更生指導所(後の国立身体障害セン

*1 川崎医療福祉大学 医療技術学部 リハビリテーション学科
(連絡先) 椿原彰夫 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学
E-Mail: tsuba@med.kawasaki-m.ac.jp

ター)や国立聾啞者更生指導所(後の国立聴力言語障害センター)などが設立され、各地に県立の更生指導所が設置されていった。1950年代の後半から、温泉病院を中心として脳卒中のリハビリテーションが施行されるようになった。これを契機に、労災病院や国立療養所では脊髄損傷のリハビリテーションも積極的に行われるようになった。

医師が米国に留学してリハビリテーション医学を学ぶようになったのは、1960年前後のことで、整形外科や物療内科から独立した新しい医学として位置づけられるようになり、1963年に日本リハビリテーション医学会が結成された。初代の会長には大阪大学の水野祥太郎教授(後に川崎医科大学学長)が就任し、64名でのスタートとなった。同じ年に、わが国で最初の理学療法士・作業療法士の養成校が東京都の清瀬に開校した。1966年に卒業生に対する第1回の国家試験が行われ、この年に日本理学療法士協会、作業療法士協会が結成された。療法士の活躍する場はリハビリテーションセンターとなったが、温泉地にある専門病院や労災病院、国立療養所がその主体であり、現在の都市型のリハビリテーション病院とはかなり様相が異なっていた。しかも、リハビリテーション医療は慢性期に開始されることが多く、急性期に一般病院で行われることは稀であった。

日本リハビリテーション医学会では1980年に学会独自のリハビリテーション医学専門医制度を発足し、翌年から試験が行われた。しかし、大学医学部へのリハビリテーション医学講座の設置が遅れたことが影響し、標榜診療科としての「リハビリテーション科」の使用が長年認められず、結局のところ承認されたのは1996年のことであった。それまでは理学診療科の名称で診療報酬点数の請求がなされ、大学病院では理学診療部や理学療法部という名称が使用されていた。実に、現在でもその名残が国立大学に続いている。リハビリテーション科が標榜科として認められるようになってからは、一般人も「リハビリテーション」という用語を知るようになり、高齢化社会の到来によって需要が増大して行った¹⁾。

本稿では、以上のような戦後からのわが国の遅々とした社会的進展の歴史を脳裏に置いたうえで、近年の急速な医学的進歩がリハビリテーション医療にも陰ながら存在することを簡略に紹介したい。

2. 障害に関する治療の捉え方の変遷

リハビリテーション医療の対象が障害を持つ人々であることは言うまでもないが、障害とは何であろうか。障害を規定することの重要性が認識されるようになったのは、実はかなり最近のことである。

1970年代までは、たとえば脊髄損傷によって完全対麻痺になった障害者に対して、下肢を動かす訓練や歩行訓練が延々と続けられていた。何を狙っているのかが不明確なままに、患者は説明を受けることもなく下肢機能の完全回復を夢見ていることがしばしばであった。リハビリテーション医療に批判的な医療者の中には、「麻痺も治らないのにリハビリテーションなんて有効なのか?」と吹聴する者もいた。

1980年にWHOは国際障害分類(ICIDH: International Classification of Impairment, Disability, and Handicap)を刊行した²⁾。このモデルは、障害を①機能・形態障害、②能力障害(能力低下)、③社会的不利の3つのレベルに分けて捉えるという「障害の階層性」を示した点で画期的なものであった。詳細は省略するが、対麻痺という臓器レベルである「機能障害」が治癒しない患者の場合には、日常生活活動(ADL: activities of daily living)という能力レベルである「能力障害」にアプローチすることが重要であるといった概念である。これによって、寝たきりの患者の多くが救われ、介護に要する人件費が削減され、障害者の活動範囲が広がることとなった。さらに、障害者の住居や職業復帰といった社会レベルである「社会的不利」に対しても、ノーマライゼーションとバリアフリー(あるいはユニバーサルデザイン)の概念がわが国にも広まり、職業リハビリテーション、介護福祉サービスなどの社会的な配慮がなされるようになってきた。個々の障害者の持つ問題点を列挙し、3つの階層に区分して治療プログラムを計画する医療形態は、リハビリテーション医療の目的を明確化させた点で大きな功績となった。

さて、ICIDHの到来からリハビリテーション医療が機能障害よりも能力障害に対する治療に偏重したという事実は否めない。ADLが自立すれば治療が終了するという考え方は、障害者が真に願っている希望とは掛け離れているのかもしれない。それに対抗するかのように、21世紀に入ってから機能障害への新しい治療法の試みに関心が寄せられるようになってきた。たとえば、脳卒中による重度片麻痺の改善を目的とした治療法などがあげられるが、再生医療もこれに一役を担っている。このことに関する詳細は後に述べる。

WHOは、2001年にICIDHに加えて国際生活機能分類(ICF: International Classification of Functioning, Disability and Health)を障害の分類法として採択した³⁾。この分類法では障害者を肯定的に捉えることと障害の状況が環境因子によって変化し得ることが強調されている。障害者の生活権を尊重するという理念として語り継がれることに大きな意

義を持っているが、実際に ICF をデータベースとして利用している医療福祉関係者はほとんどいない。今後、利用し易い内容へと改定が待たれるところである。

3. リハビリテーションの開始時期の変化

リハビリテーション医療は慢性期の医療であると誤解している医療者は今でも少なくはないが、一般病院におけるリハビリテーション医療の普及に伴って、その開始時期は徐々に早まってきた。1980年前後からは、わが国でも疾病・外傷の発症と同時に開始されるようになり、1990年代からは診療報酬点数にも「リハビリテーション早期加算」として点数が付加されるようになっていた。たとえば、脳卒中の場合には発症日からベッドサイドでの機能訓練が開始され、廃用症候群を予防することの重要性が提唱されている。座位や立位の訓練を開始する時期に関しても徐々に早くなり、意識障害がなければ発症当日から許可される傾向にある⁴⁾。

リハビリテーション医療の対象が徐々に高齢化している状況の中で、廃用症候群の予防の重要性はますます認識されるようになった。胸腹部疾患をはじめとする内部臓器の疾病に罹患した高齢者は、四肢の麻痺がなくても容易に筋力低下や持久力低下によって寝たきりとなる危険性があり、早期にリハビリテーション医療を開始することの重要性が啓発されるようになってきている。さらに、わが国の患者の疾病構造も変化した。たとえば、1980年代にはほとんど見られなかった深部静脈血栓症は急激に増加し、血栓症の結果として肺塞栓を併発することも少なくない。弾性ストッキングの装着や間欠的空気圧迫法、低用量抗凝固療法が予防的に開始されるが、下肢の運動療法や電気刺激治療、早期離床の促進も重要な手法である⁵⁾。

4. 機能評価とデータベース化の進歩

リハビリテーション医療を科学的に遂行するに当たっては、機能評価を行ってから治療プログラムを立案することは言うまでもない。近年では、さらに機能予後を推定することによって効率的に治療を行い、治療期間を短縮することの重要性が提唱されている。そのためには機能帰結の測定値をデータベースとして蓄積し、統計学的に解析されなければならない。より精度の高い予測を行うには、機能評価も緻密なものが有用で、妥当性・再現性の高いものである必要がある。

機能評価については、たとえば ADL に関してはこれまで Barthel Index がわが国の主流であったが、

近年は FIM (Functional Independence Measure) に取って変わられつつある⁶⁾。機能障害レベルの評価についても脳卒中では NIHSS (National Institutes of Health Stroke Scale)⁷⁾ や SIAS (Stroke Impairment Assessment Set)⁸⁾ など、脊髄損傷では ASIA (American Spinal Injury Association) Impairment Scale⁹⁾ などが標準的に使用されるようになってきた。

5. 脳卒中のリハビリテーション

すでに述べたように、脳卒中の新しい治療法としては機能障害である片麻痺の改善に関する手法に注目が集められている。これまでは、脳卒中による片麻痺は発症後3か月を経過すると改善しないとわれてきた。しかし、運動学習の導入によって神経回路にある程度の再組織化が生じることが知られるようになった。特に、上肢に対して試みられることが多く、代表的な治療法には治療的電気刺激(低周波治療)を行いながら運動する方法、筋電図バイオフィードバックに治療的電気刺激を組み合わせた方法¹⁰⁾、健側上肢の使用を抑制して日常生活活動を行わせる CI 療法 (Constraint-Induced Movement Therapy)¹¹⁾ などがある。さらに、近年では経頭蓋的磁気刺激や直流刺激 (tDCS : transcranial direct current stimulation) を大脳に与えながら運動療法を行う試みもなされつつある¹²⁾。

昨年、京都大学の山中伸弥教授はヒトの皮膚細胞から胚性幹細胞 (ES 細胞) と遜色のない能力を持った人工多能性幹細胞 (iPS 細胞) の開発に成功した。これによって、損傷した大脳への幹細胞移植が行われる時代が到来すると予想される。再生医学が進歩したとしても、そのまま神経細胞が役立つ機能を発揮するのではないため、リハビリテーション医療での運動学習の重要性とその有り方が問われる時代が訪れることであろう。

脳卒中の歩行の改善に関しては、早期装具療法が提唱されている。膝関節伸展力の弱い重度麻痺に対しては長下肢装具が使用されてきた。近年では、麻痺肢への荷重量を制限して歩行能力改善を促進する吊り上げ式トレッドミル訓練 (body weight supported treadmill training)¹³⁾ を利用する施設も増えている。同様の試みとしては、ロボット型歩行訓練機 (Lokomat)¹⁴⁾ や歩行支援ロボット (産業医科大学)、さらにはロボットスーツが登場し、より生理的な歩行を早期から再現する機能訓練が行われようとしている¹⁵⁾。一方、短下肢装具に関しては、金属支柱付き靴型装具からプラスチック製装具への移行の時代が終了し、チタンやグラスファイ

バーの時代を迎えようとしている。重度麻痺では慢性期に足部変形が悪化することもクローズアップされ、足継手付き軽量短下肢装具の有用性が唱えられている。従来から使用されているクレンザック (Klenzak) 継手のほかにタマラック足継手、DACS 短下肢装具、調節機能付き後方平板支柱型短下肢装具 (APS - AFO)、Gait-Solution などが新たに登場している¹⁶⁾。さらに、開発中である MR ブレーキを備えたインテリジェント短下肢装具 (iAFO)¹⁷⁾ も、歩行速度に対応した調整機能として今後臨床的使用が期待されている。

脳卒中リハビリテーションの治療頻度に関しては、高頻度が好ましいと言われている。1990年代までは理学療法・作業療法・言語聴覚療法とともにそれぞれ40分以下が診療報酬点数に示されていたが、最近では合計180分の請求が許可されている。藤田保健衛生大学から提唱された FIT (Full-time Integrated Treatment) プログラム¹⁸⁾ をはじめとして、日曜日から土曜日まで毎日訓練が行われる施設も増えている。また、療法士による機能訓練のみでなく、看護師による補充訓練や ADL 訓練の有効性も明らかとなっている。

6. 脊髄損傷のリハビリテーション

脊髄が完全断裂を生じた場合に下肢の麻痺が治癒しないことは言うまでもないが、これまでの移動手段の第一選択は車椅子であった。しかし、近年、何らかの手段を用いて歩行を継続している対麻痺者が車椅子のみを使用して社会生活を営む障害者に比較して、生命予後の長いことが知られている。そこで、より快適に歩行できる手段に注目が集められるようになった。

両下肢に通常の長下肢装具を装着して歩行することはエネルギー消費量が過剰であるため、英国でまず用いられたのは HGO (Hip Guidance Orthosis) である。振り子の原理で踏み出す鎧のように頑強な骨盤帯付きの長下肢装具で、装着が困難であるために実用化しなかった。そこで、米国では交互歩行装具 (RGO: Reciprocating Gait Orthosis) や ARGO (Advanced Reciprocating Gait Orthosis) が用いられるようになったが、日本での使用率は低い。さらに、オーストラリアから内側股継手である Walkabout が日本に紹介され¹⁹⁾、その改良型として仮想軸を生理的な股関節の高さに近づけた Prime Walk が藤田保健衛生大学で開発された²⁰⁾。

ほぼ同じ時代に、わが国でも機能的電気刺激 (FES: functional electrical stimulation) が試みられるようになり、手術によって刺激電極を埋没する方法と

表面電極によって刺激する方法が行われるようになった。電気刺激治療に関しては筋疲労の問題が解決されていないため、現在では Prime Walk 付きの長下肢装具と FES とを併用するハイブリッドが最も多く利用されている²¹⁾。

FES は上位頸髄損傷者の上肢麻痺に対しても利用されるようになり、食事動作をはじめとする ADL 自立の一助となっている²²⁾。

脊髄損傷者の痙縮に対して新しく試みられている治療的手法としては、脊髄髄腔内バクロフェン持続注入法がある。重度の痙縮を制御する治療で、体内に持続注入薬ポンプを手術的に埋め込み、少量のバクロフェンをクモ膜下腔に流す方法である²³⁾。

7. 切断者のリハビリテーション

切断者のリハビリテーション医療で最も進歩した内容は、義足のパーツの発展である。特に、コンピュータを内蔵した膝継手の登場は重要である。インテリジェント膝継手は世界に先駆けてわが国で開発されたもので、空気圧シリンダーをマイコン制御することで遊脚期を変化させることができる²⁴⁾。ほぼ一定の速度でしか歩行できなかった切断者にとって、歩行速度を自由に変えることが可能となった。遊脚期に加えて立脚期も制御することができる油圧制御膝継手として、C-leg は注目に値する。膝角度センサーによって計測した情報をもとに油圧シリンダーを制御するもので、坂道や階段を無意識下で安心して昇降することが可能となった²⁵⁾。価格が高額であり、身体障害者福祉法による支給対象外であるため、わが国での普及は残念ながら遅れている。

義足のソケットに関しても進歩しつつあり、シリコン製の内ソケットを利用する全表面荷重型 (TSB: total surface bearing) が下腿義足に使用され、義足の懸垂が容易となった²⁶⁾。さらに、大腿義足にもシリコン製の内ソケットが使われる場合が増えていく。

上肢の切断に関しては、前腕切断者に対する筋電義手が登場して以来、著しい進歩はみられていない。残存上肢にて ADL が自立する点から、義手の利用率が低いことが医学的発展の妨げとなっている。

社会の高齢化と生活様式の欧米化などによって、動脈硬化症や糖尿病による血行障害で切断する患者が増加しているが、義肢や車椅子は依然として医療保険の給付対象になっていない。高額なパーツを自由に利用できないことは、障害者にとっては辛い現状である。

8. 脳性麻痺のリハビリテーション

脳性麻痺の発生頻度は周産期医療の発展に伴って一旦は低下したが、超未熟児の救命技術の進歩によって再度増加の傾向にある。医療の形態は従来の肢体不自由児施設入所(収容)から在宅サービス(通園)へと移行し、障害児の教育は養護学校から普通学校へと変化する傾向にある。

1970年代にはボパス法やポイタ法などの神経筋促通手技による治療が主体であったが、股関節脱臼や側彎症、内反尖足などの変形を予防することとADL自立を視野に入れた早期座位、歩行能力獲得へのアプローチへと変化しつつある。変形に大きく関与する痙縮の治療としては、従来から行われている腱延長術や腱移行術に加えて、選択的脊髄後根神経切断術²⁷⁾やボツリヌス毒素²⁸⁾による神経ブロックが積極的に行われるようになった。重度障害者の座位保持に関しては、早期から座位保持椅子・座位保持装置が処方され、側彎症の予防が促進されるようになった²⁹⁾。

障害児の機能に関しては、発達の段階から機能予後を推定する試みが行われるようになり、機能の評価法として、GMFM(Gross Motor Function Measure)やその簡易版であるSMTCP(Simple Motor Test for Cerebral Palsy)が使用されるようになった³⁰⁾。

9. 高次脳機能障害のリハビリテーション

失語症や失認症、失行症などの高次脳機能障害に関しては、脳卒中を中心として従来から包括的な治療が行われていた。しかし、記憶障害や注意障害、遂行機能障害(実行機能障害)、社会的行動障害などのいわゆる認知障害に関してリハビリテーション治療の重要性が目目されるようになったのは、1980年代以降のことである³¹⁾。外傷性脳損傷や低酸素脳症、脳炎、クモ膜下出血をはじめとする外傷や疾患に基づく高次脳機能障害がこれに相当するが、特に知能指数の高い患者については障害者として取り上げられず、無視あるいは軽視されていた歴史的背景がある。

一見して正常と見受けられるが、復職などの社会生活を営むようになってはじめて異常が指摘され、家族的にも混乱に陥る高次脳機能障害者を救済すべく、高次脳機能障害支援モデル事業が2001年に開始された。現在では、都道府県単位の高次脳機能障害支援普及事業となって、機能評価と治療法の開発が継続されている^{32,33)}。

機能評価については、記憶機能はWMS-R(Wechsler Memory Scale Revised)やリバーミー

ド行動記憶検査など、注意機能は標準注意検査法や仮名拾いテスト、TMT(Trail-Making Test)など、遂行機能はWCST(Wisconsin Card Sorting Test)、BADS(Behavioral Assessment of the Dysexecutive Syndrome)などが使われるようになり、詳細な検討が可能となっている^{32,33)}。治療に関しても、種々の学習課題の遂行や代償手段(記憶ノートなど)によって機能の改善が報告されている。職業的リハビリテーションとしても、生活技能訓練(SST: Social Skill Training)やジョブコーチなどが徐々に普及されるようになった³⁴⁾。

10. 摂食・嚥下障害のリハビリテーション

摂食・嚥下障害のために十分な栄養が摂取できない患者や誤嚥性肺炎を繰り返す患者は、以前には摂食することは諦められていた。しかし、1980年代から急速にリハビリテーション医療の重要性が認識され、現在では機能訓練や代償的手法(食事形態の選択、摂食姿勢の調整、介護法)によって摂食可能となる障害者が増えている。

機能評価は診察として容易に行える改訂水飲みテスト(WST-R: Water Swallowing Test-Revised)や反復唾液嚥下テスト(RSST: Repetitive Saliva Swallowing Test)³⁵⁾、検査として行う嚥下造影検査(VF: videofluorographic examination of swallowing function)や嚥下内視鏡検査(VE: videoendoscopic examination of swallowing function)が標準的となっている³⁶⁾。

嚥下訓練は食事を使用しない間接訓練と段階的嚥下食を使用する直接訓練が行われている。間接訓練にはShaker法やMendelsohn手技、K-point刺激など、さまざまな手法があるが、エビデンスは現在検討されつつある。また、頻回に口腔ケアを行うことの重要性や、歯科にて作製する嚥下補助装置の利用、体力の向上と栄養の獲得が摂食・嚥下障害の改善に不可欠であることが知られている。経皮内視鏡的胃瘻増設術(PEG: Percutaneous Endoscopic Gastrostomy)を受けた患者に対しても嚥下訓練を行うことの重要性が認識され、栄養サポートチーム(NST: nutritional support team)と嚥下チームの協力が効果を上げている³⁷⁾。

11. 内部障害のリハビリテーション

内部障害とは、心臓・呼吸器・腎尿路・消化器などの内部臓器に異常を来たした場合に生じる機能障害をいう。高血圧、糖尿病、高脂血症などの動脈硬化性疾患の増加や高齢化に伴って、わが国の内部障害患者数は激増している。単に、これらの臓器の異

常のみでなく、疾患に伴う四肢の筋力低下や持久力低下などの廃用症候群も問題となり、その対策を十分に検討する必要性が高い。

心臓リハビリテーションについては、いち早く診療報酬点数として取り上げられ、早期からの段階的運動負荷が常識となっている。慢性期の外来での有酸素運動負荷についても、徐々に行われつつある。運動負荷による冠血流量の改善や冠動脈疾患予防効果などの報告も見られ、生命予後やQOL改善の観点からもその普及が望まれている。近年ではPTCAやステント留置、バイパス術、心臓移植などの疾患への治療変化が目覚しく、運動負荷の方法の選択もそれに準じて対応すべき課題となっている³⁸⁾。

呼吸器リハビリテーションについても、呼吸訓練法や体位排痰法、胸郭伸張法、持久力運動などのいわゆる呼吸理学療法は、1980年代から慢性閉塞性肺疾患を対象として加速的に普及している。1996年には呼吸療法認定士制度が発足し、人工呼吸器や呼吸管理の知識までが教育されている。在宅での呼吸器治療が盛んになり、在宅酸素療法(HOT: home oxygen therapy)や在宅人工呼吸療法(HMV: home mechanical ventilation)を行う障害者が急増している。また、非侵襲的気道内陽圧人工呼吸(NPPV: noninvasive positive pressure ventilation)を受け

ている拘束性呼吸障害の患者も少なくない。在宅での包括的ケアと社会参加の拡大に向けた取り組みが期待される³⁹⁾。

廃用性筋力低下に関しては、その分子応答も徐々に解明されている。高齢者に対する筋力訓練は早ければ早いほど予防可能であるが、意欲低下や認知機能低下の問題を考慮して、手法の再考が必要である。FESに用いられる電気刺激治療は非麻痺性疾患の筋力強化の目的においても有効で、少ない痛みで強い筋収縮が得られる刺激法が徐々に開発されている⁴⁰⁾。

12. おわりに

欧米諸国からわが国に伝えられたリハビリテーション医学・医療の近年における急速な技術的進歩について、その一端の概略を臓器別に紹介した。医療者は常に、役立つ知識・技術と誤った内容とを適切に選別しなければならない。医学はその進歩の中で人類に幸福を与え続けてきたが、より長く生きることを求めて発展してきた。高齢化社会の中で人々のQOLを高めることは、平均寿命がより長くなることにつながると信じて、本稿を終える。

引用文献

- 1) 千野直一: リハビリテーション医学の現状と歩み。リハビリテーション医学白書, 医学書院, 2-10, 2003.
- 2) WHO: International Classification of Impairment, Disability, and Handicap, Geneva, 1980.
- 3) WHO: International Classification of Functioning, Disability and Health, Geneva, 2001.
- 4) Bernhardt J, Dewey H, Thrift A, Collier J and Donnan G: A very early rehabilitation trial for stroke (AVERT) phase II safety and feasibility. *Stroke* **39**: 390-396, 2008.
- 5) Pambianco G, Orchard T and Landau P: Deep vein thrombosis: prevention in stroke patients during rehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* **76**: 324-330, 1995.
- 6) Granger CV, Hamilton BB, Linacre JM, Heinemann AW and Wright BD: Performance profiles of the functional independence measure. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation* **72**: 84-89, 1993.
- 7) Muir KW, Weir CJ, Murray GD, Provey C and Lees KR: Comparison of neurological scales and scoring systems for acute stroke prognosis. *Stroke* **27**: 1817-1820, 1996.
- 8) Sonoda S, Chino N, Domen K and Saitoh E: Changes in impairment and disability from the third to the sixth month after stroke and its relationship evaluated by an artificial neural network. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation* **76**: 395-400, 1997.
- 9) Priebe MM and Waring WP: The interobserver reliability of the revised American Spinal Injury Association standards for neurological classification of spinal injury patients. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation* **70**: 268-270, 1991.
- 10) Kraft GH and Hammond MC: Techniques to improve function of the arm and hand in chronic hemiplegia. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* **73**: 220-227, 1992.
- 11) Miltner WH, Bauder H, Sommer M, Dettmers C and Taub E: Effects of constraint-induced movement

- therapy on patients with chronic motor deficits after stroke : a replication . *Stroke* **30** : 586-592 , 1999 .
- 12) Alonso-Alonso M , Freqni F and Pascual-Leone A : Brain stimulation in poststroke rehabilitation. *Cerebrovascular Disease* **24** (Supplement 1) : 157-166 , 2007 .
- 13) Visintin M , Barbeau H , Komer-Bitensky N and Mayo NE : A new approach to retrain gait in stroke patients through body weight support and treadmill stimulation . *Stroke* **29** : 1122-1128 , 1998 .
- 14) Mayr A , Kofler M , Quirbach E , Matzak H , Frohlich K and Saltuari L : Prospective , blinded , randomized crossover study of gait rehabilitation in stroke patients using the Lokomat gait orthosis . *Neurorehabilitation and Neural Repair* **21** : 307-314 , 2007 .
- 15) 蜂須賀研二 , 佐伯覚 , 和田太 , 越智光宏 : 片麻痺患者歩行訓練に対する歩行支援ロボットの臨床的有用性 . *日本臨床* **64** (増刊 7) : 764-769 , 2006 .
- 16) 牧野健一郎 , 和田太 , 蜂須賀研二 : 下肢装具 ; 成人 - カーボン製下肢装具と継手付プラスチック短下肢装具 - . *総合リハビリテーション* **33** : 919-924 , 2005 .
- 17) 古荘純次 , 菊池武士 : 上・下肢リハビリテーション福祉機器へのロボット技術の適用 . *総合リハビリテーション* **35** : 439-445 , 2007 .
- 18) Sonoda S , Saitoh E , Nagai S , Kawakita M and Kanda Y : Full-time integrated treatment program , a new system for stroke rehabilitation in Japan : comparison with conventional rehabilitation . *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation* **83** : 88-93 , 2004 .
- 19) Middleton JW , Yeo JD , Blanch L , Vane V , Peterson K and Brigden K : Clinical evaluation of a new orthosis the ' walkabout ' for restoration of functional standing and short distance mobility in spinal paralyzed individuals . *Spinal Cord* **35** : 574-579 , 1997 .
- 20) Suzuki T , Sonoda S , Saitoh E , Murata M , Uno A , Shimizu Y , Misawa K and Kotake T : Development of a novel type of shoe to improve the efficiency of knee-ankle-foot orthoses with a medial single hip joint (Primewalk orthoses) : a novel type of shoe for Primewalk orthosis. *Prosthetics and Orthotics International* **29** : 303-311 , 2005 .
- 21) Shimada Y , Hatakeyama K , Minato T , Matsunaga T , Sato M , Chida S and Itoi E : Hybrid functional electrical stimulation with medial linkage knee-ankle-foot orthoses in complete paraplegics . *Tohoku Journal of Experimental Medicine* **209** : 117-123 , 2006 .
- 22) Snoek GJ , IJzerman MJ , in't Groen FA , Stoffers TS and Zilverdijk G : Use of the NESS handmaster to restore handfunction in tetraplegia : clinical experiences in ten patients . *Spinal Cord* **38** : 244-249 , 2000 .
- 23) Dykstra D , Stuckey M , DesLauriers L , Chappuis D and Krach L : Intrathecal baclofen in the treatment of spasticity . *Acta Neurochirurgica. Supplement* **97** : 163-171 , 2007 .
- 24) Chin T , Sawamura S , Fujita H , Nakajima S , Ojima I , Oyabu H , Nagakura Y , Otsuka H and Nakagawa A : The efficacy of physiological cost index (PCI) measurement of a subject walking with an Intelligent Prosthesis . *Prosthetics and Orthotics International* **23** : 45-49 , 1999 .
- 25) Lemaire ED and Fawcett JA : Using NetMeeting for remote configuration of the Otto Bock C-Leg : technical considerations . *Prosthetics and Orthotics International* **26** : 154-158 , 2002 .
- 26) Narita H , Yokogushi K , Shii S , Kakizawa M and Nosaka T : Suspension effect and dynamic evaluation of the total surface bearing (TSB) trans-tibial prosthesis : a comparison with the patellar tendon bearing (PTB) trans-tibial prosthesis . *Prosthetics and Orthotics International* **21** : 175-178 , 1997 .
- 27) Steinbok P : Selective dorsal rhizotomy for spastic cerebral palsy : a review . *Child's Nervous System* **23** : 981-990 , 2007 .
- 28) Gaebler-Spira D and Revivo G : The use of botulinum toxin in pediatric disorders . *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America* **14** : 703-725 , 2003 .
- 29) Medhat MA and Redford JB : Experience of a seating clinic . *International Orthopaedics* **9** : 279-285 , 1985 .
- 30) Pietrzak S and Jozwiak M : Subjective and objective scales to assess the development of children cerebral palsy . *Ortopedia, Traumatologia, Rehabilitacja* **3** : 487-489 , 2001 .
- 31) Cicerone KD , Dahlberg C , Malec JF , Langenbahn DM , Felicetti T , Kneipp S , Ellmo W , Kalmar K , Giacino JT , Harley JP , Laatsch L , Morse PA and Catanese J : Evidence-based cognitive rehabilitation: updated

- review of the literature from 1998 through 2002 . *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* **86** : 1681-1692 , 2005 .
- 32) 種村純, 椿原彰夫: 外傷性脳損傷後の認知コミュニケーション障害 . *リハビリテーション医学* **43** : 110-119 , 2006 .
- 33) 種村純, 椿原彰夫: 高次脳機能障害と生活障害, 遂行機能と生活障害 . *臨床作業療法* **4** : 50-55 , 2007 .
- 34) 岡本隆嗣, 橋本圭司, 大橋正洋, 宮野佐年: 復職を妨げた高次脳機能障害を診断しえたびまん性軸索損傷の1例 . *総合リハビリテーション* **32** : 583-587 , 2004 .
- 35) 小口和代, 才藤栄一, 水野雅康, 皿井正子: 嚥下障害スクリーニング法「反復唾液嚥下テスト」(the Repetitive Saliva Swallowing Test : RSST) . *治療* **80** : 1405-1408 , 1998 .
- 36) 椿原彰夫: 嚥下障害の評価-ビデオ嚥下造影検査からビデオ喉頭内視鏡検査へ . *日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌* **4** : 78-79 , 2000 .
- 37) 椿原彰夫(編著): PT・OT・ST・学生のためのやさしい嚥下障害の診療 . 永井書店 , 2006 .
- 38) Williams MA , Ades PA , Hamm LF , Keteyian SJ , LaFontaine TP , Roitman JL and Squires RW : Clinical evidence for a health benefit from cardiac rehabilitation : an update . *American Heart Journal* **152** : 835-841 , 2006 .
- 39) Wilt TJ , Niewoehner D , MacDonald R and Kane RL : Management of stable chronic obstructive pulmonary disease : a systematic review for a clinical practice guideline . *Annals of Internal Medicine* **147** : 639-653 , 2007 .
- 40) Miller M , Flansbjerg UB , Dowham D and Lexell J : Superimposed electrical stimulation : assessment of voluntary activation and perceived discomfort in healthy , moderately active older and younger women and men . *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation* **85** : 945-950 , 2006 .