

特 集

—臓器リハビリテーションの最前線—

運動機能のリハビリテーション

獨協医科大学 リハビリテーション科学

古市 照人

はじめに

運動機能の改善・維持・強化については、骨・関節・筋肉・神経・精神・心理・社会で構成される包括的アプローチが重要である。近年、高齢化社会を迎えて、運動機能については、サルコペニア、ロコモティブシンドローム、フレイルといわれる概念が提唱されている。

フレイルとは、虚弱などの意味をさす Frailty を語源にした概念である¹⁾。要介護状態とは区別された概念で、加齢に伴う様々な臓器機能変化や恒常性・予備能力低下によって、身体的、精神・心理的、社会的側面に関わる健康障害に対する脆弱性が増加した状態のことをいう。我が国では2014年5月、日本老年医学会より訳語としてフレイルを用いることが提唱されたが、その定義・診断基準は世界的にも定まったものがないのが実情である。

サルコペニアとは、ギリシャ語の筋肉 (sarx) と減少 (penia) を組み合わせた造語である。筋量と筋力の、進行性かつ全身性の減少に特徴づけられる症候群で、身体機能障害、QOL低下、死のリスクを伴うものと定義されている。フレイルの要素は、栄養障害 (体重減少)、主観的活力低下 (易疲労感)、活動量の低下、移動能力の低下 (歩行速度の低下)、筋力低下 (握力低下) の5つであるが、このうちの歩行速度低下 (0.8m/sec) と握力低下 (男性 26 kg 未満・女性 18 kg 未満) はサルコペニアの要素で、身体的フレイルの主要な要因である¹⁾。

ロコモティブシンドロームは、身体的フレイルと同義に当たると考えられるが、運動器の疾患を扱う日本整形外科学会から提唱されている。高齢期の身体的機能 (なかでも移動機能) の障害を起こす運動器の疾患を念頭に置いた概念である。

これらの概念のメカニズムを考えると、加齢、廃用、栄養、内分泌機能、精神・神経機能、社会的要因など多くの原因と様々な結果を伴う病態が関与する。高齢者ばかりではなく若年者でも起こりうることである。

これらのことを踏まえ、運動機能リハビリテーション (以下リハ) を多角的にとらえることは、生活機能も含めて、全人的な対応として重要である。

I. 筋力低下への対応

近年、筋力トレーニングの目的は筋力増強だけではなく全身的效果が期待されている。このため健康維持や疾病予防には有酸素運動と筋力トレーニングの併用が推奨されている。高齢者においても筋力増強訓練の効果は若年者に比べて小さいが、確実に認められている。筋力トレーニングのために、筋肉の形態や収縮特性、筋力と運動との関係などの概要を理解しておくことは重要である。

一般的に、筋力は不動において進行性に減少する。その進行度は、はじめの4~5週間は1週間につき最初の筋力の10~15%ずつ減少し、その後も徐々に弱くなるとされている。当然、筋力の減少に伴い筋持久力も低下することになる。

筋力の増強には負荷をかける必要があり、トレーニング効果は筋肉の収縮様式と使用した部位に依存するため訓練内容は多様に変化させることが原則とされている。

1. 筋肉 (骨格筋) の組織特性

骨格筋におけるタイプI線維とタイプII線維の分布状態は、動物の種類によって大きな差があることはいうまでもないが、同一個体についても筋の種類により異なり、また同一筋にあっても部位により異なる。根本的には遺伝によって決定されているものと考えられ、筋線維タイプの分化は生下時すでに完了しており、筋線維数も決定しているものと一般には考えられている。

しかし、諸家の報告をみると、発育に伴い筋線維数が増加するというもの、老化に伴い筋線維数が減少するというもの、あるいは筋力トレーニングによって筋線維タイプの組成に変化を生じたというもの、生じないというものなど見解はさまざまである。

リハ医学の立場からはとくに筋力トレーニングと廃用の筋肉に与える影響が問題である。筋線維はトレーニングにより肥大し、廃用によって萎縮することについて異論はないが、筋線維タイプ別にどのように変化するかについては見解がまだ統一されていない。研究対象について、ヒト骨格筋の検索には針生検によるものが多く、観察される筋線維数が不十分であり、部位も一定せず、骨格筋の種類も限定されていること。また動物実験による研究では、各動物の各筋についての筋線維タイプの組成が明確になっていない。すなわち正常対照としての詳細な成績が不十分であることなどが原因とされている²⁾。

骨格筋は色調により赤筋と白筋に大別され、その生理学的特性により、赤筋は遅筋線維 (slow twitch fiber)、白筋は速筋線維 (fast twitch fiber) と呼ばれている。

筋線維はミトコンドリアや脂質に富み、酸化還元酵素活性が強いタイプ I 線維 (赤筋線維) と、グリコーゲンが多く、嫌気性解糖系酵素活性の強いタイプ II 線維 (白筋線維) に分類される。さらに、タイプ II 線維は A, B, C, の亜型に分類される。タイプ II A 線維はタイプ II B 線維よりも持久力はあるが収縮速度は遅く、タイプ II C 線維は未分化な線維であり、成熟した正常の筋組織にはほとんど存在しない。

ヒト骨格筋のタイプ I 線維とタイプ II 線維の分布状態は、タイプ I 線維優位、タイプ II 線維優位はあっても、ほとんどの骨格筋で筋線維分布はモザイク模様を示して、ある特定の筋線維が集り群をなすことはない。しかし、動物の種によって筋線維組成はかなり異なり、豚の簿筋や大腿筋膜張筋などのように同一タイプの筋線維のみで構成される骨格筋もあるといわれているが、その報告は少ない。

タイプ I 線維とタイプ II 線維の分布状態は、遺伝によって決定しており、また骨格筋の収縮特性とある程度相関性を持っているとされている。筋線維を支配する運動神経の伝導速度は筋線維タイプにより異なり、タイプ II 線維は伝導速度の速い運動神経によって支配され、タイプ I 線維は伝導速度の遅い神経によって支配されている。その運動神経の興奮頻度は活動電位に続く後過分極 (after-hyperpolarization) の期間によって左右され、タイプ I 線維を支配する神経の興奮頻度は低く、タイプ II 線維を支配する神経の興奮頻度は高いことが知られている。この後過分極の期間は、運動神経自体の活動性には直接関係なく、その支配筋の活動性に依存しているとされ、逆行性 trophic signal の存在など規定因子としてさまざまなものが考えられ、筋線維タイプの決定因子とされている。

このように筋線維組成はある程度先天的に決定してい

るため、筋力トレーニングや廃用など後天的な因子によって筋線維組成が変化することはないと考えられている。しかし、トレーニングによって筋線維分離 (fiber splitting) が生じたとする報告³⁾、持久力トレーニングによって筋線維組成に変化を生じたとする報告⁴⁾ があり、現在、見解がまだ統一されていない。

リハ医学において重要な廃用性筋萎縮をみると、タイプ I 線維が主に萎縮したとする報告、その逆に、タイプ II 線維とする報告、またタイプに関係なしとの報告などがあり、廃用性筋萎縮の筋線維タイプ選択性について見解が統一されていない。

加齢に伴う筋萎縮では、タイプ II 線維の方がタイプ I 線維に比べ萎縮が強いことが知られている^{5,6)}。このタイプ II 線維の萎縮は上肢では末梢、下肢では近位筋に強く認められることが多いが、廃用や脱神経、栄養障害でも認められる非特異的变化とされている。

このように廃用や加齢などでの筋線維組成の変化を検討するには、被検筋の肢位や伸張度、固定時の随意的な等尺性筋収縮や伸張反射による筋収縮の作用などの影響とともに、検索する骨格筋の筋線維タイプの優位性や部位による筋線維組成や筋線維直径の特性について配慮することが重要である²⁾。

2. 筋肉の臨床的評価について

各種の運動を行う重要な運動器である筋肉を評価する時に、筋力という概念に含まれる各要素について整理しておくことが重要である。

(1) 絶対筋力

最大筋力と筋断面積との比が絶対筋力 (absolute strength : kg/cm²) である。最大筋力は筋肉の生理学的断面積に比例するとされている。各筋肉の絶対筋力は研究により筋断面積の測定方法や筋力測定法が異なり定まっていないが、ほぼ 4-5 kg/cm² といわれている。

(2) 筋張力

筋肉の発生する力は張力 (force : Newton) として表現される。この張力は筋肉の収縮に参加した筋線維数によって決まり、筋線維の最大張力は筋線維の太さに比例する。

(3) 筋持久力

持久力 (endurance) は筋線維のタイプ別特性が関係するが、ある仕事をなし続ける能力である。全身的には呼吸循環機能が大きく関係する。加齢によっては代謝機能に差がないこともあり比較的保たれていることが多いが、タイプ II 線維の萎縮の強いことも影響していると考えられる。

(4) 瞬発力

1回の最大筋力が瞬発力 (strength) とされている。これも呼吸循環機能が大きいに関係する。

(5) 筋萎縮

筋線維が細くなり、張力の低下も伴い筋肉が量的に減少した状態が筋萎縮 (muscle atrophy) である。原因には廃用、加齢、脱神経、筋原性がある。加齢による筋萎縮はタイプ II 線維の消失と脱神経の結果とされている。筋力の減少が筋量の減少に比べて大きいのも特徴である。表面筋電図では加齢とともに多相性、振幅の増大、持続時間の延長が起こり神経原性変化を示唆し⁷⁾、脊髄前角細胞レベルでの大神経細胞数の減少なども認められている。

(6) 筋肥大

筋肉が量的に増加した状態が筋肥大 (muscle hypertrophy) である。一般的には筋線維が太くなるためであり、筋線維数は増加しないとされている。

(7) 筋疲労

筋肉の疲労のために筋力が低下する場合を筋疲労 (muscle fatigue) という。最大随意収縮を反復した時の筋張力の低下で表される。姿勢保持のような筋肉の活動が少ない場合でも疲労がみられるが、局所の酸素供給の低下が影響していると考えられている。

(8) 筋パワー

筋パワー (muscle power : kgm/sec) は筋力と筋収縮速度との積である。一定の重さの物をいかに速やかに移動できるかの能力を表している。

(9) 筋トルク

筋肉の発生する力を、テコの原理により仕事量として表したもの (muscle torque : N/m) である。

3. 筋力評価の留意点

筋力とは、一般的に筋の最大随意収縮時の筋張力で表されることが多いが、以下のように評価時には注意が必要である。

(1) 徒手筋力テスト (Manual Muscle Test : MMT)

徒手筋力テストでは主観的要素を否定できない。このため、定量的筋力テストにおける評価と直線的比例関係にない。徒手的に「正常」と評価された者も、健常者の定量的測定値の約 50% であり、両側の定量的測定値の差が 25% 程度あっても徒手的には同じ段階に評価されていたという報告がある⁸⁾。

(2) 等運動性収縮機器

コンピューター制御を内蔵する筋力測定機器は種々の角速度で、全可動域をとおして最大負荷を与えることが可能である。筋トルク曲線はピークトルクのみでなく、

その形状での評価も行なうことができる。

(3) 筋持久力

負荷量と持久力との間には直角双曲線の関係がある。腕立てふせの回数などの動的持久力の測定法やつま先立ちの保持時間などの静的持久力の測定法以外に、最大筋力の一定の割合での反復回数や持続時間 (相対的持久力)、一定負荷量での反復回数や持続時間 (絶対的持久力)、最大筋収縮を反復した時の筋力変化、負荷運動時の筋電図上周波数分析などのような方法がある。

4. 筋力増強訓練の種類

筋肉の収縮様式としては、静的トレーニング (等尺性筋収縮) と動的トレーニング (等張性筋収縮, 等運動性筋収縮) がある。等尺性筋収縮とは、厳密にみると筋線維の長さは変化するが負荷となる抵抗の位置は変えずに筋力を発揮する方法である。等尺性筋収縮と他の筋収縮との間には高い相関が認められることから、この方法での筋力評価が一般的に用いられている。ただし厳密にみれば計測時の関節の固定位置により筋力は異なる。等張性筋収縮は、実際の運動では張力が一定ではないがトレーニング上負荷量を一定にした方法である。等運動性筋収縮は一定の角速度で運動を行う方法である。収縮様式はまた、求心性収縮、遠心性収縮、静止性収縮という分類も行われる。

(1) 等尺性訓練 (isometric exercise)

1日わずか6秒間の最大筋力の2/3以上の負荷で等尺性筋収縮させると1週間に5%筋力増強が得られることが報告されたことに始まっている⁹⁾。関節固定中や関節痛がある場合でも適応でき筋力維持目的には効果がある。最大筋力を用いて1回あたりの筋収縮時間と1日の収縮回数の積が大きいほど効果的である。具体的には1回の筋収縮時間は5秒程度で、1日の筋収縮回数は5~10回でも十分である。厳密には等尺性訓練を実際行なった関節角度においてのみ筋力は増加するが、それ以外の角度では増加するとは限らないので注意が必要である。また、訓練中胸腔内圧が上昇することから筋収縮は呼気相に行うよう指導することが必要である。

(2) 等張性訓練 (isotonic exercise)

求心性収縮と遠心性収縮が混在したトレーニング法である。負荷量には1回のみ運動が行える最大負荷量 (1RM : repetition maximum) に対する割合や一定の負荷で最大反復できる回数などで表現することが多い。代表的な方法に DeLome の漸増抵抗運動がある。10回最大反復が出来る 10RM を負荷に用いて1週間に5日間、10RM の50%の負荷で10回、10RM の75%の負荷で10回、10RM で10回等張性筋収縮を繰り返して訓練を

行う方法である。10RMは、実際には最大筋力の2/3程度とする。また、5日目に負荷量を測定してさらに強い負荷量を設定してゆく必要がある。

筋力増強を目的とするためには最低1RMの60~65%の負荷が必要とされており、4-10RMの負荷量が適当とされている¹⁰⁾。筋持久力向上には12-20RMの負荷量を用いている。25RMでは筋力増強効果は期待できない。

通常は1-6RMを高負荷量、8-12RMを中等度負荷量、12-15RMを低負荷量として各種病態に適応させている。この中等度負荷量が全身の健康に対して有効であるとされ一般的な運動強度として推奨されている。虚弱な者に対しては低負荷量が設定される。

トレーニング量設定としての運動強度以外の回数としては、8-10種類の運動を組み合わせれば1セット(8-12回)で十分とされている。また、トレーニング頻度としては運動と次の運動との間は48時間あけることが推奨されている¹¹⁾。

(3) 等運動性訓練 (isokinetic exercise)

日常のヒトの運動ではみられない筋収縮である。特別に高額な訓練機器を必要とするが全関節可動域において筋肉が常時最大の筋力を発揮することが出来る方法である。基本的には30~60 degree/secの角速度で1日5回最大筋収縮を行うよう指導する。低角速度での訓練では高角速度での筋力増強はあまり期待できないことから、100~200 degree/secでの訓練も推奨されている。1セット内の回数を増加させたほうが持久力の強化となる。

(4) 求心性収縮訓練 (concentric contraction exercise)

負荷に打ち勝ち筋肉の長さを短縮させる方向の筋収縮である。

(5) 遠心性収縮訓練 (eccentric contraction exercise)

求心性とは逆に、筋収縮力よりも負荷の方が大きく筋肉が伸長してゆく方向の運動である。大腿四頭筋訓練においては下り坂訓練が有効であることから、遠心性収縮訓練が有効であるといわれている。遠心性収縮訓練は求心性収縮訓練に比べ、機械的効率が高く、酸素消費量、筋疲労も少ない。しかし、遠心性収縮訓練では訓練後の遅延性筋痛の発生が多く、過負荷に注意する必要がある。

(6) その他

機能訓練として、筋電図バイオフィードバック訓練や機能的電気刺激訓練 (functional electrical stimulation : FES) がある。

最近では、低負荷量での筋力トレーニングとして1RMの50%以下の運動強度で行う加圧式筋力トレーニ

ング法が試みられている。これは筋肉の近位部を機械的に圧迫して血流を制限して低い負荷量で筋肉内の低酸素化や乳酸の蓄積化を計って、高い負荷量設定時と同様の効果を促す方法である¹²⁾。

5. 筋力トレーニング時のリスク管理

高齢者では高血圧、糖尿病、虚血性心疾患、変形性関節症、骨粗鬆症などを併存している頻度が高い。このため筋力トレーニング時にはリスク管理が重要である。強い等尺性筋収縮訓練はなるべく避け、低負荷、高頻度の訓練を基本とすることが望ましい。

一般に、危険が少なく、十分な効果を得る運動強度は最大酸素摂取量の60~80%強度の運動とされている。心拍数と酸素摂取量とは直線相関するため心拍数からおよその酸素摂取量を求めることができ、実際には運動時の心拍数がその人の予測最大心拍数の70~85%となるようにコントロールすることが勧められている。訓練時の心拍数の目安として目標心拍数がある。

目標心拍数 = {(予測最大心拍数 - 安静時心拍数) × 0.7 ~ 0.85} + 安静時心拍数

(分時予測最大心拍数 = 220 - 年齢 / 分)

高血圧などの合併症がある場合は最大酸素摂取量の50%程度の運動が勧められている。

自覚症状的にはBorgのスケールで12~13点の運動が予測最大心拍数の60%に相当することが知られている。

また、不整脈のうちでは心室性期外収縮が問題となることが多くLownの分類で3度以上の者には厳密な管理を必要とする。急激な運動では、遊離脂肪酸が導引され筋肉へのエネルギー供給源となるが、運動終了時には筋肉での利用がなくなるため、血中遊離脂肪酸濃度が急上昇する。この遊離脂肪酸には不整脈発生作用があるので、注意して徐々に運動強度を弱めるなどの整理運動が重要である。

等張性運動では酸素摂取量、心拍数、心拍出量が増加して血管抵抗が低下するため、収縮期血圧の上昇と拡張期血圧の低下が生じ、平均血圧はほぼ一定である。しかし、等尺性運動では酸素摂取量、心拍数、心拍出量の増加は軽度であるが収縮期血圧と拡張期血圧ともに上昇するため、手技は簡単であるが注意が必要である。等尺性運動では最大筋力の30%程度の運動でも2~3分間で血圧が急激に上昇するため、30~60秒毎に1分間の休憩を入れることが勧められている。

6. 病態別の留意点

(1) 末梢神経障害

残存末梢軸索あるいは切断縫合後の軸索からの sprouting による筋線維の再神経支配のために運動単位は拡大する。拡大した運動単位のために前角細胞は機能亢進状態にあり、終末軸索では代謝が亢進し、過用などにより容易に終末軸索が障害される。ポリオ患者における over work weakness などの報告で注目されている。

脱神経筋を電気刺激しても筋肥大は期待できず、筋萎縮が遅れた報告はあるが、神経再生を促進させることもなく、単に筋拘縮予防あるいは血流改善程度しか期待できない。脱神経筋に反復して強い電気刺激を与えると、筋の蛋白崩壊が起こる可能性もある。

末梢神経の炎症性変化などで浮腫が強い時期に電気刺激などの運動を行なわせると、末梢神経の血流は浮腫と上昇した神経内鞘圧により障害され回復が阻害されるので、慎重でなければならない。

(2) 筋原性疾患

Duchenne 型筋ジストロフィー患者では、最大筋力の 40~60% の負荷では疲労がみられないが、70~80% では疲労が出現するといわれている。

(3) 高齢者

高齢者における筋力トレーニング効果は、形態的ではなく神経系要因によることが大きいと考えられ、タイプ II 線維の萎縮が主体であることからタイプ I 線維を訓練する目的で一関節筋や抗重力筋、姿勢保持筋などの再教育訓練を中心に行なうことが重要である。

虚弱高齢者においても、比較的低負荷量での訓練でも 4 週間程度の期間で動作上の改善や筋力増強が認められている。筋肥大が関与し始める 4 週以前の効果のため神経筋協調性の改善が示唆されている¹³⁾。他の報告では筋線維はすべてのタイプで増大し、高齢者の筋力増強に筋肥大が関与していることも示されている。

高い運動強度でトレーニングが行えた場合には心肺機能や代謝面を含めて日常生活動作面や全身への効果が期待できる。今後は効果の継続についての方法論を含めた検討が重要である。

II. 廃用症候群への対応

寝たきりの契機として、歩行障害、転倒ということが大きな問題となる。人間は 2 本足で交互に脚を運んで歩くという、きわめて器用で非常に難しいことをしている。例えば、脳卒中による片麻痺患者の歩行をみると、遊脚期には振り廻し、分廻し、尖足、あるいは脚が持ち上がらないで引きずるというような歩き方がみられる。また、立脚期には、脚が着く時に踵から着かないで爪先

から着くというような症状や支えようとした時に膝折れや反張膝などがみられる。こういう症状があると、歩行が困難となり、たとえ歩行が自立したとしても、同じような歩行を続けていると、下肢の関節障害をきたして、結果的に歩行不能となることがある。また、異常歩行の状態にあると、転倒の危険性を常に伴うことになる¹⁴⁾。

転倒は premonitory fall として、潜在する重篤な疾患との関連性などから老年医学では以前から注目されてきた¹⁵⁾。寝たきりの原因についても、原因疾患にかかわらず感冒や下痢、転倒という些細なことがきっかけとなる例が多く、転倒すると、ADL ばかりでなく生命予後にも悪影響をおよぼすことが多い。また、明らかな疾患に罹患していない状態でも、日常生活のなかに廃用症候群を生じる危険が内在することにも注目すべきである。

1. 廃用症候群の臨床的意義

廃用症候群と転倒と寝たきりとの悪循環が指摘されている。とくに障害を持った高齢者において、廃用症候群は避けることができない重要な問題である。廃用症候群は、Hirschberg らにより、日常的活動の低下あるいは活動が禁忌で危険が伴うような状況から生じる二次的障害 (disabilities) を論じる際に用いられた用語である¹⁶⁾。すなわち廃用症候群は、日常生活の不活発や安静に伴って生じる体力の低下や身体的、精神的諸症状を総称した概念である。

廃用症候群や寝たきりを予防するためには、不活発や安静が強いられる原因を理解し対応しなければならない。過度の安静は、弊害としての廃用症候群を生み出す。絶対安静でなくとも、身体的活動の乏しい期間が長期化すれば同様の合併症を呈する危険がある。

全身性あるいは局所性安静に伴い廃用性合併症を生じることが年齢を問わないが、医学的に重大な問題を生じやすいのは高齢者である。

高齢者の廃用症候群における比較的特異的な重大問題として心理的荒廃がある。障害は本人の心理に多様な影響を与え、周囲の人達の心理状態も大きく関係してくる。長期入院患者の心理とも共通するが、具体的な内容としては、自分が希望し周囲の人達が期待するような行動ができない状態 (社会的役割の制約) や人間的な価値 (尊厳) の低下あるいは喪失という問題から様々な心理反応を引き起こす。しかし、この心理反応は特別なものではなく、人の不快で痛ましい事態に対する健康な反応であることを関係者が理解しておくべきである。社会性の減退や興味の喪失、自発性の低下、抑鬱状態などから食欲低下、拒食、依存性増大、治療者に対する攻撃的態

度あるいは逃避的態度を呈するといった人格変化や行動の障害などが表面化してくる¹⁷⁾。初期にこれらへの対応を誤ると、恒久的な心理的荒廃を招くことになる。また、過度の安静による悪循環のなかから褥瘡や失禁を呈するにいたると、精神的荒廃は急速に増悪し、脳器質性疾患の進行と誤解されることにもなる。

一般に、人は痛ましい事態に遭遇すると、まず衝撃と不信に対する緩衝反応から問題を否認(隔離)しようと無意味な対応を繰り返す。その段階が維持できなくなると、怒り(憤り)を周囲の人達や自分自身などあらゆる方向へむやみに向けるようになる。この怒りが周囲の関係者に、対面している個人に向けられたものではないと認識され許容されれば、次の段階の取引に達し、ついで抑鬱の段階となり、最終的に、自己放棄ではなく、あるがままの自分を容認する段階、すなわち受容に至るとされている。

人間としての価値の発見や存在意義の再確信は、どのような環境でも達成可能であるが、人は社会的存在で、社会的環境との関係は切り離せるものではなく、必ずしも容易でない。受容までの効率を考えれば、関係者の適切な対応は不可欠である。この受容に至る段階付けには諸説があり、これら段階の持続する時間も、個人のそれまでの生き方や痛ましい事態に対する心構えなどの影響でいろいろと異なり一定しない。まず個々の心理状態を的確に評価し、それぞれの心理反応の段階について適切な援助や対応が廃用症候群の予防においても基本的な対応として重要である。

これまで、廃用症候群については多くの研究が行なわれ、比較的短期間の安静臥床でさえ、運動機能や心肺機能、消化器、泌尿器、精神面など多岐にわたる器官や系統に確実に機能の変化を起しうることが明らかになってきている。主に健康な若年者を対象として行われた研究では、そのような変化の一部は元どおりになりにくいものもあるが、普通の生活に戻れば、ほとんどが支障なく回復している。しかし、同様の問題を老年者や障害を持つ人を対象として想定すると、これらの生理学的変化がより短期間でしかも顕著に起こることが容易に予想される。

2. 廃用による生理学的悪影響とその対策

(1) 筋萎縮(筋力低下)

筋力は不動において進行性に減少する。その進行度は、はじめの4~5週間は1週間につき最初の筋力の10~15%ずつ減少し、その後も徐々に弱くなるとされている。当然、筋力の減少に伴い筋持久力も低下することになる。

筋力の維持には最大筋力の20~30%の筋収縮を行うことが必要で、これ以下であると低下する¹⁸⁾。運動の方法には、等尺性と等張性などがある。筋力は1日数回、最大筋力の60%以上で4~6秒間、等尺性運動をすることにより増加することができる。また筋持久力は最大筋力の40%程度で等張性運動を疲労するまで行うことにより効率的に増加できるとされている。

(2) 関節拘縮(柔軟性低下)

関節可動域は関節の運動により保たれているが、不動により可動域は徐々に減少する。軽度の可動域制限は、正常な関節であっても2~3週間の固定で出現し、時間的経過とともに増悪する。可動域制限の原因として、30日以内の固定では筋、関節包および関節内の結合織増殖と癒着が主体で、これらの変化は可逆的である。60日以上固定では関節軟骨のfibrillation、潰瘍などが生じ、非可逆的となる¹⁹⁾。そのような制限は、局所的な外傷や循環障害、変形性変化などにより非常に早期に出現してくる。関節の異常肢位を長くとることによっても変形拘縮が生じやすい。

関節可動域の維持には1日10回、各関節を全ての方向にゆっくり十分に動かすことにより予防可能である。これらの運動は、自分自身で行なったり他動的に行なったりしてできる。

安静臥床により尖足変形や膝関節・股関節の屈曲拘縮などが生じやすい。これらを予防するために足関節を直角位に保つ工夫をし、長期間にわたる膝の下の枕は避けるようにする。また、柔らか過ぎる敷物をさけ、股関節を伸展位に保つ腹臥位を短時間だけでもとるようにするとよい。また、可能であれば1日合計2時間以上の立位や歩行が下肢諸関節の拘縮予防に役立つといわれている。立位保持の時、三角板を使用して足関節を背屈位に矯正すると、なお効果的である。

(3) 骨萎縮(骨粗鬆症)

40歳代までは骨産生と骨吸収速度とは適度な刺激のもと均衡が保持される。不動は通常の刺激を著しく減少させるので、骨吸収率が産生率を上回り、骨萎縮を生じさせる。安静臥床を4~5日とるだけで、窒素やカルシウムのバランスは負となり、カルシウムなどの排泄が増加する。

廃用性骨萎縮予防には1日3時間でもよいから立位保持することが、臥床筋力増強訓練や座位訓練よりも有効であるとされている²⁰⁾。しかし、臥床していなければならぬ人では、日常生活動作や機能的活動を通して四肢を活発に動かし、筋の等尺性運動を行なうことにより

骨粗鬆症を防ぐことができる。また、歩行可能な人では一日 8000 歩程度の歩行が勧められている。下肢などにおける骨粗鬆症の最良の予防法は、立位や歩行の獲得である。

(4) 尿路結石 (尿路感染症)

臥床により尿路は重力の影響を受けなくなるため尿が停滞しやすくなる²¹⁾。腎臓や膀胱での尿の貯留は、カルシウム排泄の増加もあるため尿路結石を起こす可能性が高くなる。また臥位は排尿しにくい姿勢であるため、残尿が増加し、これに伴う膀胱の感受性低下や排尿反射の減少のため排尿回数が減る。もし何かの理由で留置カテーテルが施行されると、尿路感染も避けられなくなる。

尿閉や失禁は、臥床期間を短くし、トイレ排泄にて予防可能なことがある。留置カテーテルは結石を誘発する尿路感染が必発するため、できるだけ避け、必要があれば間歇導尿を行なうようにする。

(5) 循環機能低下 (起立性低血圧)

不動や安静臥床により、心臓と末梢循環を支配する自律神経系を含めて、循環機能の変化を生じる。若年の健康成人でも、3~4 週間の安静臥床後に立位をとらせると起立性低血圧を生じ、失神することもある。さらに、安静臥床後の安静時および最大下運動時に心拍数が 1 回心拍出量の低下を代償するため増加する。これにより安静時および最大下運動時の酸素摂取量は維持されるが、最大運動時には、1 回心拍出量の減少に対する心拍数の代償が十分に得られず、最大酸素摂取量が減少する²²⁾。

持久性体力は酸素の体内への取入れと利用能力を示す酸素摂取量 (ml/kg/分) で表される。持久性が向上すると最大酸素摂取量が増加することになる。心拍数と酸素摂取量とは直線相関するため、心拍数からおよその酸素摂取量を求めることができる。また、その人の最大酸素摂取量の 60~80% 強度の運動が、持久性向上にとって最適で安全な運動であることも分っており、実際には、運動時の心拍数がその人の予測最大心拍数の 70~85% となるような運動を一日一回、20~30 分間行なうようにする。

起立性低血圧、下肢への血液貯留などの血管運動障害は、長期臥床による避けられない合併症である。予防は臥床期間を短くすることである。このような問題が出現した場合、立位の再獲得にまず斜面台を用いた段階的起立訓練が勧められている。

(6) 末梢循環障害 (静脈血栓症)

末梢循環は、筋活動の低下に伴い減少する。また、関節拘縮や外圧により血管が狭くなり、静脈血栓症を生じやすくなる。

安静臥床時の静脈血栓症を予防するため、臥床中に下肢、特に膝より下の筋肉を活発に収縮させ、早期の立位や歩行の再獲得が有効である。長期間の膝や股関節の屈曲位保持は、下肢への静脈外からの圧迫を増すことになるため、可能な限り避ける必要がある。

(7) 呼吸機能障害 (沈下性肺炎)

不動や安静臥床は、深い吸気の頻度の低下などにより肺活量、呼吸効率の減少を呈する。結果として、しばんだ肺泡は広がりにくくなり、長期臥床により肺の一部に徐々にうっ血も生じてくる。さらに、沈下性肺炎も生じやすくなる。

呼吸機能は、定期的に深呼吸訓練を行なうことによって維持することができる。通常の体位変換などによっても、無気肺の発生や分泌物の貯留を防止することが可能である。呼吸時の機械的抵抗は、座位や立位よりも臥位のほうが大きい。適切な姿勢をとるように注意を払う必要がある。また、長期臥床していなければならない人では、咳の訓練や体位ドレナージなども忘れてはならない。

(8) 褥瘡

褥瘡は寝たきり (寝たせきり) で、早期に出現する。特に麻痺や知覚障害を伴う人、高齢者および衰弱した人では生じやすい。

一定時間 (約 2 時間) 以上の局所への過剰圧迫が、褥瘡の原因のひとつであることは古くから知られている。圧迫力については垂直方向の圧迫のみでなく、剪断力などの圧力にも注意が必要で、不注意なマッサージは避けなければならない。また定時の体位変換を行なうとともに、栄養管理にも気を付けなければならない。

寝たきりを生じる機能障害の基盤として、日常的活動量の低下と歩行不安定との間の悪循環に注目して、過度の安静から生じやすい廃用症候群の発生機序を中心に解説した。廃用症候群の予防は可能な限り早期から活動性を回復させることである。さらに、二次的障害の予防に対する意義ばかりでなく、関節の可動域を適切な運動パターンに沿って他動的に動かすことで、機能回復を直接促進する可能性もあることから、活動性を維持することの治療としての意義についても注目する必要がある。

III. 脳血管障害への対応

脳血管障害で生じる機能障害 (impairment) はさまざまな能力障害や心理反応を引き起こす。近年、核家族化などの社会構造の変化により、在宅生活をみてもかなり高度な自立能力が求められる。日常生活で介助を必要とする場合、家庭内や地域での介護力不足のため在宅生活が困難になることが多い。このように生活環境から社会問題がかかわる社会的側面まで含めて、予後推定や医学的管理のための正確な病変部位の把握などを基本として、そこから生じる障害を広範囲に評価することは重要である。また、可能なかぎり発症の早期から様々な対応を開始し、患者の機能障害や日常生活動作能力を改善し社会的不利を軽減するためには、患者自身のみでなく、その家族や介護者などに対しても、疾病教育や対応法の指導、社会的資源の利用に関する相談などを行なう過程で、心理面での評価を行うことが重要である。

1. 片麻痺のとらえ方

(1) 中枢性麻痺の本態

中枢神経損傷後の片麻痺の時間的変遷に注意すると、初期に麻痺側上下肢は弛緩し、完全麻痺を呈していたものが、数日から数週間の経過で著しい腱反射の亢進を示し、随意的に有目的動作はできないが、他動的に関節を動かそうとすると固く抵抗があり、徒手筋力テストでは5 (正常) に相当すると感じさせることがある。同じく麻痺と呼ばれても、末梢神経などの脊髓前角細胞以下の神経損傷による麻痺性筋力低下とは明らかに性質が異なるものである。このように、半定量的な徒手筋力テストなどで評価しえないことから中枢性麻痺の本態は「質的变化」としてとらえられる。

片麻痺の回復には、正常ではみられない質的に異なった異常な現象が出現し、その経過には一定の法則性が認められる。このような質的变化を示す症候について、正常では上位中枢より抑制されている原始的な現象が開放されて顕在化した症状を「陽性徴候」と呼び、正常に存在している直接的な神経機構の障害による脱落症状を「陰性徴候」と呼ぶことがある。

(2) 筋緊張異常

筋緊張は古典的には静止時の筋の僅かな収縮状態と考えられ、筋伸展時の筋緊張の増大または低下で判断される。主として γ 運動系により制御され、さらに α 運動系および筋自体の粘・弾性により維持される筋の緊張状態である。四肢が緊張状態にあって、それを他動的に屈伸するときに抵抗を生じ、固く感じさせる状態を筋強剛

と呼ぶ。

筋緊張は網様体脊髄線維により通常は制御され、これは錘体路と併走し、脊髓の伸張反射を抑制する。脊髓伸張反射に対する上位中枢からの抑制が開放されると、動的 γ 運動ニューロンの活動性が高まり、その状態の持続により、 α 運動ニューロンの活動も亢進し、痙性と呼ばれる状態を呈する。筋が他動的に伸張されるときに抵抗を示し、とりわけ初期に著しく、伸張への力が加え続けられると突然、抵抗が減弱し伸張される。これを「折りたたみナイフ固縮 (現象)」と呼ぶ。これに対して、基底核や黒質など、いわゆる錘体外路の障害では、 γ ニューロンより α ニューロンの活動性がより優位で、動的 γ 運動ニューロンの場合とは異なる機序で、静的状態での活動性が高まる。筋の他動的伸張時の抵抗が一樣な「鉛管様固縮」間欠的断続的抵抗を示す「歯車様固縮」がある。

脳血管障害時に多い急激な内包基底核領域を含む損傷の初期には、筋緊張維持機構の混乱を生じ、結果的に伸張反射は機能停止し、運動単位の末端である筋自体の粘・弾性も低下し、筋弛緩状態を呈することが多い。その後、一般的には時間経過に伴い腱反射の出現、亢進が先行し、筋緊張の亢進が出現するため、一見弛緩様 (quasiflaccid) の状態を経て、痙性から固縮痙性 (rigido-spasticity) の状態に変化する。

(3) 連合運動 associated movement

運動系の中枢経路は非交叉性線維を含み、さらに脳梁を介した連絡をはじめとして左右の連絡が存在する。健常者においても、握力計検査で全身性に筋緊張が高まり、反対側上肢の屈筋群の収縮や手指の把握を生じることがある。このような一側の随意的筋収縮が反対側の筋収縮、さらには全身性に筋緊張の高まりを引き起こす現象が連合反応である。片麻痺の回復期に出現しやすく、麻痺側のみでは随意的筋収縮を生じえないときに、健側股関節の内・外転を命じて抵抗を加えると、麻痺側股関節の内・外転が生じる現象をレイミスト (Raimiste) 反応と呼ぶ。

(4) 共同運動 synergy

片麻痺回復期の随意運動がわずかでも可能になった段階で、初期に出現するものが共同運動パターンである。これは脊髓レベルの原始的な運動統合のあらわれと考えられる。患者は自分の意志により筋収縮をひき起こすことができるが、運動は屈筋共同運動パターン、または伸筋共同運動パターンに沿ったものでしかない。しかし、手関節や手指などの運動は例外も多い。

下肢の屈筋共同運動パターンは回復がほぼ完全に達成された後も誘発されやすく、股・膝関節の屈曲に抵抗を加えると足関節背屈・内反が出現し、軽度の中枢性麻痺を検出するときには有用である。

(5) 姿勢反射 postural reflex

姿勢によって、筋緊張の分布が変化するが、中枢性麻痺では、上部頸髄レベルで原始的に統合される緊張性頸反射 (tonic neck reflex : TNR) や、延髄レベルで原始的に統合される緊張性迷路反射 (tonic labyrinthine reflex : TLR) が出現しやすくなる。これらも陽性徴候として、片麻痺側に出現する。

顔を麻痺側に向け、頸筋に力を入れると、麻痺側上肢の伸展が生じやすくなり、反対に健側に顔を向けると、麻痺側上肢は屈曲し、伸展が困難となる。これが非対称性緊張性頸反射 (asymmetric tonic neck reflex : ATNR) である。

緊張性迷路反射は内耳の迷路に受容体を有し、前庭核に到達するニューロンが伸筋の筋紡錘線維を収縮させ、伸張刺激に対する感受性を高め、伸筋活動を増大させる。

姿勢反射と、次に述べる平衡反応と関連深いものに立ち直り反応 (righting reaction) がある。これが出現するためには、末梢から赤核レベルまでの連絡路が維持されていることが必要であるが、とくに前庭核と網様体の働きが重要である。受容体は迷路、筋、関節、皮膚、網膜にあり、臥位から直立位を獲得し、維持する機能を有する。

(6) 平衡反応障害

正常な平衡反応が出現するためには、中枢神経系の成熟、四肢関節および脊柱の可動性、身体各部の適度な筋力を必要とする。この反応は前庭系、小脳および錐体外路系がその制御に関与し、立ち直り反応よりは動的で、巧緻な機能である。生後間もなく発達を始め、歩行の安定とともに完成される。パラシュート反応時にみられる防御的な腕の伸展や、重心を的確な方向へ移動するための前後左右への腕振りなど上肢を使用するもの。同じく前後左右あるいは交叉といった足踏みなど下肢を使用するもの。重心の相対的位置に適合するため上下肢および躯幹を動かすものなどがある。このような運動により、空間内での体の位置と身体各部の位置関係は正しく保たれている。

2. 片麻痺機能評価

中枢神経損傷後の神経学的回復機序には不明な部分が

多いが、運動機能の回復過程には一定の法則性が認められる。1950年代、Twitchellにより、これらの法則性の研究がなされた。初期には、上下肢の筋緊張は著しく低下し弛緩性の完全麻痺がみられ、次いで、深部腱反射の出現する一見弛緩性の時期を経て、連合運動、共同運動、最終的に共同運動から分離した随意運動へと改善、巧緻動作などの実用的機能レベルまで完全回復する過程が明らかにされた。

Brunnstromはこの観察を発展させて、上肢、手指、下肢のおのおのについて6段階の回復過程を定義した。回復段階の評価方法としても簡明で、有用であるが、実際には厳密な記載を欠く部分もあり、修正したものが用いられている²³⁾。

また、発症からの期間と機能回復の程度との関連や機能回復の終了する期間など回復の時間経過も明らかにされ始めた。機能回復は、どの機能でも発症から3ヵ月間が最も顕著であり、障害が軽度あるいは中等度であると回復は発症3ヵ月間でほぼ終了するが、重度の場合は6ヵ月間を越えても回復がみられる。

運動機能の予後については、発症後4週間前後の状態がとくに参考になる。片麻痺の回復が、およそプラトーに到達する期間は、下肢では8ヵ月間前後、上肢では10~11ヵ月間、手指では14ヵ月間前後という成績がある。しかし、片麻痺だけでなく感覚障害(とくに深部感覚障害)や失語、失行、失認といった高次脳機能障害を伴う場合、麻痺が軽度であっても、これらが能力障害などの回復を阻害する因子となる。

3. 日常生活動作 (ADL) 評価

神経学的所見や運動機能レベルが同様でも能力障害状態や活動状況に個人差がみられることが多い。このため、能力障害の指標としてADL評価法が用いられる。その方法としてBarthel IndexとKatz Index、FIMが代表的であるが、Barthel Indexは10項目について自立度を100満点で採点し、その合計点により能力低下の程度を評価する方法である。入院時20点以上の得点であれば、訓練効果が期待でき、退院時65点以上の者の85%は自宅に戻り、20点以下の者の90%は、長期介護施設を必要としたとの報告がある。Katz Indexは6項目の基本的活動(入浴、更衣、トイレ、移乗、排泄コントロール、食事)について自立の可否に基づき自立度を分類するものである。最近では、セルフ・ケアや移乗の詳細な評価とコミュニケーションおよび社会的認知などの項目を含むことが特徴である機能的自立度評価法(functional independence measure : FIM) が用いられている。

表1 運動負荷試験の禁忌

絶対禁忌	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2日以内の急性心筋梗塞 2. 内科治療により安定していない不安定狭心症 3. 自覚症状または血行動態異常の原因となるコントロール不良の不整脈 4. 症候性の高度大動脈弁狭窄 5. コントロール不良の症候性心不全 6. 急性の肺塞栓症または肺梗塞 7. 急性の心筋炎または心膜炎 8. 急性大動脈解離 9. 意思疎通の行えない精神疾患
相対禁忌	<ol style="list-style-type: none"> 1. 左冠動脈主幹部の狭窄 2. 中等度の狭窄性弁膜症 3. 電解質異常 4. 重症高血圧* 5. 頻脈性不整脈または徐脈性不整脈 6. 肥大型心筋症またはその他の流出路狭窄 7. 運動負荷が十分行えないような精神的または身体的障害 8. 高度房室ブロック

*原則として収縮血圧>200mmHg, または拡張期血圧>110mmHg, あるいはその両方とすることが推奨されている。

[日本循環器学会・他：心血管疾患におけるリハビリテーションに関するガイドライン(2012年改訂版)、循環器病の診断と治療に関するガイドライン(2011年合同研究班報告)：http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2012_nohara_h.pdf]

ADLは、病院内などで必要となる身の回り動作のみでなく、在宅生活などで必要となる調理や財産管理、電話などの道具を用いる手段的ADL能力も重要な要素となる。このような観点から、主に老年者のADL評価を目的としたものだが、20項目からなるADL₂₀評価がある²⁴⁾。移動、セルフ・ケア、手段的日常生活動作(instrumental ADL:IADL)、コミュニケーションと大きく四つの群に分け、自立度を4段階で採点し、60点満点で表すものである。多少の介護サービスを利用して在宅生活を自立させるためには49点以上の得点が必要とされている。

4. その他の評価

(1) 関節可動域 (ROM) 評価²⁵⁾

日本整形外科学会と日本リハ医学会とで協議を重ねて、平成6年6月に改訂された評価法が現在使用されている。

Neutral Zero Methodを採用しているの、概ね解剖学的肢位を基本肢位としているが、それぞれの部位でのstarting positionと関節角度の測定部位に注意が必要である。測定は通常5°刻みで行い、表示は基本肢位を0°として、原則として他動運動による測定値を表記する。

その他、関節可動域表示における運動方向の名称につ

いては、多方面の関連職種間での統一が重要である。

(2) 循環機能評価

片麻痺患者のエネルギー消費量は、歩行でみると同じスピードであれば健常者と比較して約60%増となり、装具を用いると約50%増まで改善されるが、いずれにしても動作時のエネルギー消費が大きくなっている。しかし実際は、時間あたりのエネルギー消費量は歩行スピードなどを遅くすることで調節して過負荷を防いでおり、心臓疾患合併例でも、ゆっくり時間をかけることや、頻回の休憩を取り入れるなどの対応で機能訓練は可能なことが多い。運動負荷が過大になることを避けるために準用されている基準を表1, 2に示す。

(3) 社会資源評価

自宅退院を目標としても、家族構成、家屋構造、経済的問題など解決すべき要因は多い。また、高齢者世帯で、家族はいても日中独居となる患者では、介護を要する場合、自宅への退院が困難となる。これらはすべて社会的不利としてとらえられるものであるが、問題点に対処する専門の職種として医療ソーシャルワーカー (medical social worker: MSW) が存在する。地域の通所施設やヘルパー派遣といった介護資源の調整は、在宅生活を

表2 運動負荷の中止基準

1. 症 状	狭心痛, 呼吸困難, 失神, めまい, ふらつき, 下肢疼痛 (跛行)
2. 兆 候	チアノーゼ, 顔面蒼白, 冷汗, 運動失調
3. 血 圧	収縮期血圧の上昇不良ないし進行性低下 異常な血圧上昇 (225 mmHg 以上)
4. 心電図	明らかな虚血性 ST-T 変化 調律異常 (著明な頻脈ないし徐脈, 心室性頻拍, 頻発する不整脈, 心房細動, R on T, 心室期外収縮など) II ~ III度の房室ブロック

[日本循環器学会・他：心血管疾患におけるリハビリテーションに関するガイドライン (2012年改訂版), 循環器病の診断と治療に関するガイドライン (2011年合同研究班報告) : http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2012_nohara_h.pdf]

可能にする方法を検討するために有用である。

(4) 心理評価

障害は本人の心理に多様な影響を与え, 様々な心理反応を引き起こす。しかし, 実際には医療的対応を要する状態であることも多く, 障害の必然的な反応と考えると危険な場合がある。

(5) 高次脳機能評価

意識レベル, 見当識, 意欲, 集中力, 判断力, 持続力, うつ状態, 不安, 周囲への無関心, 痴呆, 疾病の認識など問題となる要因を評価する。表情, 話し方, 反応の仕方などが観察のポイントである。発症初期は症状の自然経過を捉えながら簡便なスクリーニングテスト (長谷川式簡易知能評価 : HDS-R, ミニメンタルステイトテスト : MMST) で全体像をとらえる。患者の生活状況, 病気に対する態度, 一般精神活動, 行動所見は, 問題の発見につながる事が多い。

行為・認知機能は視覚的認知, 位置関係の認知, 構成, 身体認知, 左右弁別, 手指認知について評価する。

左右半球による差異を整理しておくことも重要である。右半球損傷の場合, 症状の重層性を意識していることが必要であり, しばしば半側無視がみられる。検査法も種々あるが, 計算 (2~3桁の加算), 描画 (時計・花の絵・人物画), 図形の模写 (簡単な幾何学図形), 二等分テスト, 文字末梢テスト, 読みのテストなどを行う。刺激密度や課題の質により半側無視の出現は左右される。また, 病態失認, 運動維持困難 (Motor impersistence) の合併についても検査する。テスト所見には反映されない側面である汎性注意障害 (いい加減さ, 無関心, ぼんやりした, だらしなさ, 了解の悪さなど) も観察する。左半球損傷にみられる動作障害については標準

高次動作性検査²⁶⁾を実施する。

(6) 前職業的評価

職業復帰が可能か否かを身体・知的・精神・心理面および高次脳機能面から検討し, 障害がワークアビリティにどのように影響を与えているか評価する。手工芸, ワークサンプルの課題を通して作業態度, 作業習慣, 作業耐性, 作業技術 (特に正確性), 一般知的能力 (コース立方体テスト, WAIS-R) を評価する。

総合的な評価尺度として, ERCD (障害者用就職レディネス・チェックリスト), 一般職業適性検査, 職業適性検査などがある。

上肢の運動機能障害のある程度回復した段階では, 簡易上肢機能検査 (Simple Test for Evaluating Hand Function) を用いる。健側機能も評価して利き手交換の指標とすることもできる。

5. 脳血管障害リハの実践

片麻痺の最大原因である脳血管障害は病巣部位やその大きさにより, また, 高血圧, 糖尿病, 心臓疾患を有することも多いことから障害の出現と程度はさまざまである。今日では的確な診断と治療により救命されるようになり, 同時にリハの必要性も理解されてきた。しかし, その介入次期については一定しておらず, 開始時期が遅れることがある。

(1) 急性期のリハ

この時期は二次的障害, すなわち過度の安静による拘縮や褥瘡, 尿路感染など廃用症候群の予防と関節可動域訓練が中心となる。主な機能訓練の流れを表3に示す。

意識障害を伴う場合は患者の体動が乏しく, 四肢の筋緊張が低下していることも多い。移動時などにその重さ

により関節や神経叢が過度に牽引される危険があり、とくに麻痺側の取り扱いには注意する必要がある。関節可動域訓練は、意識レベルがJ.C.S.分類で2~3桁の状態では他動的に施行する。意識障害がない場合は痛みに注意して、強い痛みのために急速に運動抵抗が高まるまでの範囲内で緩やかに動かす。抵抗が強い場合はあらかじめ関節周囲を温めておくと動かしやすくなる。他動的関節運動により、自発性が低下した四肢において固有受容器を介しての刺激が脳の出力系を賦活させる可能性があり、促進効果が期待できる。機能障害の回復を促進するには、神経路の可塑性が発現している時期に、多くの感覚入力を与え、同時に必要な自他動運動を繰り返すことが重要である。より効果的な訓練とするためには、企図した運動との差を認識させ、注意の喚起を繰り返すことが必要である。神経細胞は非再生系細胞の代表であることから、神経細胞の絶対数が減少する高齢者ほど回復不良例が増加する。しかし、神経機構としては可塑性を保持することから、反復刺激が加わると、それに対応した機能の回復が期待される。いかなる高齢者でも訓練効果は期待でき、原疾患の再発や進行がなければ、経年的回復の可能性がある。

ギャッジベッドを利用した坐位保持訓練では、まず血压と脈拍を監視する。脳循環自動調節能が破綻していて脳血流量が減少する危険があり、頭側半身を15-30度拳上させて収縮期血压が30 mmHg以上下降する場合は直ちに水平位に戻し、血压の回復を待つ。血压下降が時間経過とともに起きる場合もあるので、初期には常時監視が必要である。徐々に角度を増して背もたれの角度は75-80度を目標にする。

(2) 亜急性期・慢性期のリハ

医学的管理内容が定まった時期で意識障害が軽度であれば積極的な機能訓練を計画する。ベッド上坐位保持で血压・脈拍も安定し、30分以上の坐位耐性があれば車椅子へ介助にて移乗させ、車椅子坐位訓練を行う。車椅子上の坐位耐性が十分であれば訓練室での機能訓練を開始する。立位訓練に傾斜台 tilt table を用いる場合は坐位訓練と同様に訓練初期に血压を測定して姿勢変化の影響を観察する必要がある。一方で片麻痺の程度が軽く、ベッドサイドでの立位保持が可能である場合は歩行訓練を計画する。介助歩行が可能となれば、外泊訓練も計画する。

立位訓練を行っても歩行レベルへの到達が困難な場合、また、杖や下肢装具を装着し歩行が可能でも屋外で長時間歩くことが困難な場合には移動手段として車椅子を使用する。しかし、歩行の自立は患者ばかりでなく、

家族にとっても期待度の高い動作であり、車椅子作製については心理的受入れに対して十分に配慮が必要である。装具については、訓練目的を伝え早期から作製するべきである。

指示されれば自立可能なADL項目で、訓練場面あるいは病院内などでは行なえていることが、自宅では家族などに依存して、その能力を発揮できずに生活する場合がある。早期より家族を含めた医療スタッフなどによる、基本的な動作を自分で実行することへの励ましが大切である。基本動作としては移動動作、トイレ動作、更衣動作、食事動作が重視される。食事動作はこのなかで最も基本的なもので、患者の意欲と能力を確認しやすい動作である。また、嚥下障害を有する場合は、誤嚥しないように食べ物そのものへの工夫と摂食訓練が必要である。最近では、嚥下状態をX線透視下に評価する方法 videofluorography が確立され、より詳しい観察も可能である。むせなどの臨床症状のみでは評価が不十分なことが多いので注意が必要である。

トイレ動作には衣服の上げ下げや後始末が含まれるが、それに関連して特に高齢者では尿失禁の問題がある。加齢など生理的变化に伴う排尿筋群の弱化、あるいは運動麻痺による移動能力の低下、感覚系の排尿調節障害、また、冬期の寒冷といった環境要因も原因としてあげられる。泌尿器科的検査として膀胱内圧測定や尿道内圧測定などの尿流動態検査 urodynamic study を行う必要がある。

失語は、脳血管障害患者のうちの約4%に発生する。その他、失行、失認といった高次脳機能障害を伴う場合にも能力低下が重度となることが多い。認知機能障害による能力低下はさらに重大で、社会生活への適応を妨げる。脳血管障害は痴呆の原因疾患としてアルツハイマー病と並び最大のものである。認知機能の障害があるとADLの手技的項目での困難が目立ち、自発的な活動も制約されるため著しく生活の質 quality of life (QOL) が阻害される。

痙攣 seizure も重要な症状であり、時に痙攣による機能障害の悪化の可能性がある。脳卒中における痙攣の頻度は10~17%で、なかでも発症後2週間以内の早期痙攣は4.4~5.5%の頻度であり、脳出血やくも膜下出血ではほとんどが早期痙攣である。晩期痙攣は脳梗塞に多く、1年以内のものが55~73%で、多くが2年以内に起こっている。

IV. 小児運動疾患への対応

小児運動疾患のリハには、療育という概念を基本としている。近年、周産期医療の進歩からNICU (neonatal

表3 片麻痺機能訓練フローチャート

<ul style="list-style-type: none"> ①体位変換 (ベッド上での他動的体交) ②他動的関節可動域訓練 (良肢位保持, ポジショニングを含めて)
<ul style="list-style-type: none"> ・意識が刺激しないでも覚醒していることを確認 (J.C.S. 分類で最悪でも一桁以内) <ul style="list-style-type: none"> ①経口摂食・嚥下訓練 ②排泄訓練～尿意確認 ～便意確認 ③他動的もたれ坐位訓練 (ベッド上で 30 分間以上の保持が目標)
<ul style="list-style-type: none"> ・他動的もたれ坐位 30 分間保持確認 <ul style="list-style-type: none"> ①体幹・下肢基本訓練 (ベッド上健側下肢挙上訓練など) ②自己関節可動域訓練 (健側を用いた患側上下肢自己他動運動など) ③床上起居移動動作基本訓練～横移動 ～寝返り動作 ④坐位耐性訓練～ベッド上 (テスリを把持して, 背もたれなしから) ～車椅子上 (必要であればテーブルと背板を用いて) ⑤食事動作訓練 ⑥整容動作訓練 (可能であれば車椅子などを用いて洗面所にて) ⑦静的坐位バランス (端坐位保持) 訓練 (テスリを把持せず, 背もたれなしの端坐位姿勢で 30 分間以上の保持が目標)
<ul style="list-style-type: none"> ・端坐位 30 分間保持確認 (テスリを把持せず, 背もたれなし) <ul style="list-style-type: none"> ①起坐基本訓練 (起き上がり動作)～ベッド上 ～床上 ②車椅子駆動訓練 (片手片足駆動などで) ③更衣動作訓練 (ベッド上から) ④上肢装具・自助具装着訓練 ⑤書字動作訓練 (訓練可能な上肢を用いて) ⑥動的坐位バランス (端坐位での体幹ゆすり動作) 訓練
<ul style="list-style-type: none"> ・動的坐位バランス能力獲得確認 <ul style="list-style-type: none"> ①静的立位バランス (立位保持) 訓練 (平行棒内などでテスリを把持して, 下肢装具を装着して) ②下肢装具自己装着訓練 ③椅子起立訓練 (テスリを把持して)～普通より高い椅子から ～普通の高さの椅子から
<ul style="list-style-type: none"> ・椅子からの起立動作自立確認 (テスリを把持して普通の高さの椅子から) <ul style="list-style-type: none"> ①トランスファー (移乗) 訓練 (ベッドと車椅子間から) ②排泄動作訓練～ベットサイドのポータブルトイレにて ～病棟内トイレにて ③床上起立訓練～テーブルなどの台を用いて ～テーブルなどの台を用いないで ④動的立位バランス (立位での体幹ゆすり動作) 訓練 (平行棒内などでテスリを把持して, 下肢装具を装着して)
<ul style="list-style-type: none"> ・動的立位バランス能力獲得確認 <ul style="list-style-type: none"> ①歩行訓練～平行棒内 (下肢装具を装着して 2 往復以上が目標) ～杖使用 (下肢装具を装着して 45 m 以上の持続歩行が目標) ②入浴動作訓練
<ul style="list-style-type: none"> ・45 m 持続杖歩行確認 (下肢装具を装着しても可) <ul style="list-style-type: none"> ①外泊訓練 (可能であれば介助歩行時でも) ②応用歩行訓練～階段 (テスリを把持して二足一段昇降自立が目標) ～屋外 (下肢装具を装着して 500 m 以上の持続杖歩行が目標)

intensive care unit) でのリハも重要視され、新生児からの早期介入 (early intervention)²⁷⁾ として特定の機能の改善や発達を目標とせず、全体的な発達を目指すことなどが再認識されている。これまで小児リハについては肢体不自由児施設を中心として多くの研究成果が報告されているが、その基本となる評価法の標準化が課題であった。現在、脳性麻痺児における運動発達の標準的な尺度としては、Gross Motor Function Measure (以下: GMFM)²⁸⁾ が開発され国際的に用いられてきている。わが国では脳性麻痺簡易運動テスト (simple motor test for cerebral palsy: 以下 SMTCP)²⁹⁾ が開発され、普及のために改定が重ねられている。対象児のライフステージに合わせた対応のために、これら長期的にデータ蓄積が可能な評価法の普及が重要である。

小児疾患ではとくに、多様な症状に則した総合的な対応と、発達途上の変化に注目した発達の対応が早期から必要である。総合的な対応のためには、各専門職が参加したチームアプローチが大切であり、家庭環境の重要性から可能な限り早期からの両親を含めた家族の積極的な参加を計画する必要がある²⁷⁾。

乳幼児期からの発達や成長に応じた総合的な対応が療育 (医療・教育) である。療育は、長期の医療と教育、生活指導を通じて肢体不自由児の身体的障害を軽減し、社会的自立を目標に努力することと定義されている。障害児に対するリハの基本的な考えとして古くからわが国で用いられている概念である。

1. 発達評価

小児の機能を発達に合わせて評価するために、運動、感覚、知覚、認知、情緒、社会性などの概念的な分類を基にした評価尺度が多数作られている³⁰⁾。

新生児期の評価法としては、これまで Dubowitz らによる神経学的診察法³¹⁾ などが用いられてきたが、古典的な神経学的診断法を基準にしているため不十分な面が指摘されていた。これらを補うために行動観察を中心とした行動評価法が開発されている³²⁾。Brazelton の新生児行動評価法³³⁾ は、行動評価に関する 37 項目と神経学的検査 17 項目から成る。刺激に対する「慣れ現象 (habituation)」についての項目があり、新生児の様々な能力を把握するのに有用である。Prechtl らの胎児、新生児にみられる自発運動 (general movement: 以下 GM) を自然の状態を観察する脳障害の評価法³⁴⁾ は、児に触れずに重度の障害や全身状態の悪い場合でも実施可能で、ビデオ録画しても判定できる方法である。GM を運動の始まり、速さ、大きさ、流暢さ、優雅さ、運動の変化、終わり方、指の運動などの項目について観察、評

価する。MRI や超音波などの画像診断と併せて検討することにより予後予測がより正確になるとされている³²⁾。

総合的な発達の評価尺度には、機能発達を全領域にわたってスクリーニング的に評価する目的のため発達評価表が用いられることが多い。遠城寺式分析的発達検査表³⁵⁾、津守・稲毛の乳幼児精神発達質問紙、新版 K 式発達検査、デンバー式発達スクリーニング検査などが、わが国の小児科分野で一般的に用いられている³⁰⁾。

運動発達についての評価尺度には、運動年齢テスト (Motor Age Test: MAT)³⁶⁾ が、わが国で比較的良好に用いられている。しかし、この評価法は訓練や療育の効果、小さな発達変化をとらえるには不十分とされている³⁷⁾。その他、簡便な予測評価尺度として 2 歳時の運動異常から歩行の可能性を判断する Bleck の尺度³⁸⁾、出生後の正常運動発達と原始反射、誘発される正常反射・反応との関連をみる Milani-Comparetti の発達検査表³⁹⁾ などがある。

脳性麻痺児における粗大運動機能評価法としては、Russell らにより開発された GMFM がある⁴⁰⁾。通常 5 歳児なら遂行可能な 88 項目の運動課題の達成度を観察により判定する方法である。1993 年に改訂 2 版が出されている。88 項目は、A: 臥位と寝返り、B: 座位、C: 四つ這いと膝立ち、D: 立位、E: 歩行、歩行とジャンプの 5 領域に分類されている。マニュアルの分量が多く、評価に要する時間が 80 分程度かかる場合があり⁴¹⁾、日本語版²⁸⁾ が出版されているが、わが国での使用は限られている³⁷⁾。

これらの評価における複雑性を考慮して、GMFM のうち反応性を基準として採取した 27 項目を用いた脳性麻痺簡易運動テスト (SMTCP)²⁹⁾ が、わが国の肢体不自由児施設運営協議会で開発された⁴²⁾。短時間での評価も可能で今後の普及が期待されている²⁹⁾。

脳性麻痺児における粗大運動機能の長期予後については、判別的尺度として、GMFM と同じ研究施設で開発された Gross Motor Function Classification System (粗大運動能力分類システム: GMFCS)⁴³⁾ がある。脳性麻痺児の座位および歩行に重点をおいた粗大運動能力を 5 段階レベルに分類して、2 歳未満、2-4 歳、4-6 歳、6-12 歳の年齢ごとに判定する。2 歳未満の運動機能レベルから 6-12 歳の機能が推定可能となる。この評価では、粗大運動能力の限界および歩行補助具や車椅子などの補助器具使用の必要性などを基準としているため運動の質はあまり重視していない⁴¹⁾。日本語改訂版が公表されている⁴¹⁾。

ADL の評価としては、こどものための機能的自立度

評価表 (Functional Independence Measure for Children: 以下 WeeFIM)^{44,45)} や小児の能力低下評価表 (Pediatric Evaluation of Disability Inventory: 以下 PEDI)⁴⁶⁾ が開発され、再現性が確認されている。WeeFIM は能力低下のみを評価しており、PEDI は子どもの機能的制限と能力低下の両方を評価している。WeeFIM は職種を問わないため能力低下を概観するのに適しており、PEDI は機能的活動に必要な能力と遂行を詳細に評価するので、変化に対する反応性の高いことが指摘されている⁴⁷⁾。

その他の単独領域の評価として、知能の評価には新版田中ビネー知能検査法、ウエクスラー知能検査法 (WISC III) などがあり、目と手の協調運動の評価にはフロスティッグ視知覚発達検査、企画や構成能力を評価するコース立方体組み合わせテストがある。

2. 脳性麻痺リハの実際

脳性麻痺は脳損傷の代表的疾患である。まとまった単一の疾病単位を示す病名ではなく、発達途上の脳に様々な原因から発生した損傷により引き起こされる運動機能障害をあらわす包括的な名称である。わが国においては、厚生省脳性麻痺研究班 (1968) の定義に基づいて診断されることが多い。それは、「受胎から新生児 (生後4週以内) までの間に生じた、脳の非進行性病変に基づく、永続的なしこ変化しうる運動および姿勢の異常である。その症状は満2歳までに発現する。進行性疾患や一過性運動障害、または将来正常化するであろうと思われる運動発達遅延は除外する。」である⁴⁸⁾。

現在の頻度は、出生数1000人に1人程度である。1950年代には出生数1000人に2.5~3人であったが、その後、胎児管理の向上や核黄疸の減少、感染症対策の進歩などにより発生頻度は劇的に減少した。しかし、1980年代からは周産期医療の進歩により極低出生体重児の死亡が減少した一方、重症の脳性麻痺が増加し結果的に頻度は横這い状態となっている。この頻度に影響を与えているのが、成熟児における低酸素性虚血性脳症 (hypoxic encephalopathy: HIE) の減少を上回る、低出生体重児の脳室周囲白質軟化症 (periventricular leukomalacia: 以下 PVL) の増加である。病型でみると、アテトーゼ型が減少して痙直型両麻痺が増加している。

脳虚血病変の発生機序としては、胎児仮死の状態から引き続いて生じた低酸素症がある。胎児仮死徴候を示しても、多くの症例は神経学的障害を残すことなく成長するとされているが、肺成長の障害や胎便吸引症候群 (meconium aspiration syndrome: MAS)、帝王切開で出生した症例に多いとされる胎児肺を満たしている肺液

の吸収遅延が原因である新生児一過性頻呼吸 (transient tachypnea of the newborn: TTN) が合併して低酸素症が増悪する可能性がある。血管病変にこれらの低酸素症をきたす悪条件が重なり脳障害を発生しやすいことが考えられる。

NICU などでは、早期から胸部理学療法を行うことが多いが、血管障害が発生する可能性が高い場合などは、吸引時に重度の一過性低酸素症が発生することや吸引による頭蓋内圧の異常上昇、胸部理学療法自体が酸素消費量を増加させることなどを慎重に考慮して、胸部理学療法に適応や具体的な方法を見極める必要がある。

低酸素性虚血性脳症は、画像上の異常所見が認められない場合でも、成長とともに知的障害や学習障害が明らかになる症例があるが、これらの関連性は明らかにされていない。

脳障害そのものの回復には限界があるが、臨床的には幼若児の神経学的症状の軽症化はよく経験することである。新生児期には特に必要以上の神経網が存在するため修復機転とともに代償的变化が期待される。

NICU からの療育でも、特定の機能の改善あるいは発達を目的とした狭義の治療や訓練ではなく全人的な発達を目標とした対応が重要である。Early intervention²⁷⁾ として、発達に合わせた専門家による援助とともに子供同士や共感しやすい親同士のかかわりの経験も重要である。

脳性麻痺の運動障害は病態が多様であるため臨床症状から分類するが、多くの場合これらの病態が重複している。現在、1956年に出された American Academy of Cerebral Palsy (アメリカ脳性麻痺協会: AACP) の分類⁴⁹⁾ が用いられることが多い。臨床的には、病態をある程度明確にするため神経生理学的分類 (主に筋緊張) と障害部位を組み合わせ、「痙直型両麻痺」などと表現する。

(1) 神経生理学的分類

・痙縮 (直) 型 spastic type

痙縮とは、錐体路障害による、伸張反射の亢進 (腱反射の亢進) や足クローヌスの出現、病的反射がみられる病態をいう。筋緊張は亢進しており、他動運動時にジャックナイフ様の抵抗を呈する。この抵抗は、関節を他動的に運動させるとき運動の初期に抵抗があり、その後は急に抵抗が消失するものである。また、他動運動の速度が速いほど抵抗がはっきりする。

痙性麻痺ともいわれ、脳性麻痺では痙直型と表現されることが多い。上肢では主として屈筋群に、下肢では伸筋群に優位にみられ、安静時の異常姿勢の原因となる。

臨床的には、痙縮とともに錐体外路性筋緊張亢進である筋強剛が潜在した固縮痙性を呈することが多い。筋強剛のみでは、筋緊張は亢進するが病的反射や伸張反射の亢進は呈さない。

痙直型両麻痺型は60%が早産で低出生体重児である。脳室周囲白質軟化症を原因とすることが多く、在胎27週から32週の間で、出生体重は1000g以上1500g未満に集中している⁵⁰⁾。てんかん発作や知的障害の合併は少ない。痙性片麻痺型にはてんかん発作や知的障害を合併することが多い。痙性四肢麻痺型は重症例が多く、運動障害は四肢体幹すべてに起こる。てんかん発作と知的障害も高頻度に合併する。嚥下障害の合併が多く、誤嚥性肺炎をきたしやすい。

・アテトーゼ (アテトイド) 型 athetotic type

不随意運動としてアテトーゼとジストニー (ジストニア) がみられることが多い。いずれも筋の過活動が波動的に、動作時の動筋と拮抗筋に異常な筋緊張を呈する。

アテトーゼ型は筋緊張が動揺するゆるやかな捻じ曲げ運動が顔面、手指、四肢にみられ、筋緊張の亢進 (固縮) を伴うものを緊張性、運動時には不随意運動がみられるがそれ以外のときには筋緊張を伴わないものを非緊張性とよぶ。

ジストニー型は筋緊張が強く、体幹を中心に体全体をゆっくり捻るような不随意運動を呈する。

不随意運動が生後6か月以内にみられることはまれで、6か月以内に出現する場合は重症であることが多い。乳児期には筋緊張が低下しており、運動しようとするとその度に口を開き、運動が全身に放散することが多く、顎定不良や舌口腔咽頭部筋群の協調不全による哺乳困難などの運動発達遅延が主な症状であるのが普通である。アテトーゼ運動の出現時期は1歳から3歳に多く、遅くとも6歳までには出現する。

主に脳基底核病変によることが多く、てんかん発作や知的障害を合併することは痙縮型よりも少ない。年齢とともに肩関節脱臼や頸椎の不随意運動による頸椎症などの関節障害がみられることがある。最近では、高ビリルビン血症の管理が容易となり核黄疸 (脳基底核障害) の発生が減少しており、アテトーゼ型は比較的にまれになってきている。

・その他の型

固縮 (強剛) 型、失調型、振戦型、無緊張 (アトニー) 型などがある。

(2) 部位別分類

・単麻痺 monoplegia

一側下肢の痙性麻痺であることが多い。同側上肢に

もごく軽度の障害を合併することもある。

・対麻痺 paraplegia

両側の下肢だけに麻痺がみられるもので、痙縮型であることが多い。

・片麻痺 hemiplegia

一側の上下肢体幹、ときに顔面に麻痺を呈するもので、上肢が下肢より麻痺程度が強い。痙縮型に多いが、アテトーゼ型にもみられる。

・三肢麻痺 triplegia

両上肢と一側下肢の痙性麻痺であることが多い。

・四肢麻痺 quadriplegia (tetraplegia)

四肢体幹すべてにほぼ同じ程度の麻痺がみられるもの。左右差がみられても、同側上下肢の麻痺程度が同じであればこの型とする。

・両麻痺 diplegia

四肢体幹すべて、ときに顔面にも麻痺がみられるが、上肢より下肢の麻痺程度が強いものである。

・重複 (両側) 片麻痺 double hemiplegia

両麻痺とは逆に上肢が下肢より麻痺程度が強い片麻痺が両側にみられるものである。

(3) 周辺障害 (合併症)

脳性麻痺本来の運動障害に由来する合併症以外に、運動領域以外の脳損傷に由来するものや発達途上に発生する学習不足などによる二次的障害があり、全人的視点から障害に対応する必要がある。

・栄養障害と摂食・嚥下障害

栄養状態を良好に保つことは、意欲や体力の維持、向上に不可欠である。口腔機能は言語発達にも影響するため、可能な限り早期から経管栄養などを避け、吸啜能力の向上をはかり、その後の離乳を積極的に進める。

・呼吸障害

アテトーゼ型や重症例で問題になる。胸郭変形とともに、少ない1回換気量と浅く速い呼吸を呈する乳児呼吸パターンが永続する。呼吸器感染症などを合併すると全身の過緊張を助長し、これら感染症は死亡原因となることが多い。

・知的障害 (mental retardation : MR)

脳性麻痺の40~50%にIQ70以下の障害を合併する。知的障害以外に学習障害や情緒障害として多動性行動異常、自閉症などがみられる。

IQ35以下の重度の知的障害と重度の肢体不自由 (身体障害等級にて1-2級に該当) が重複している児は重症心身障害児と規定されている。

・感覚障害

視覚や聴覚障害の出現頻度は高い。眼障害として、斜視は30~50%に合併する。斜視は二次的な弱視をもたらすため積極的な治療が必要である。

・言語障害

知的障害や構音障害、呼吸障害などの運動障害があり、多様な言語障害として高率に合併する。

・てんかん（痙攣）発作

痙縮型に合併することが多いが、アテトーゼ型にもまれではない。全体として30~40%に合併する。

・骨・関節障害

様々な関節変形、拘縮が発生するため、早期からの管理や予防が大切で、管理などのため装具療法、整形外科的手術も行われる。

思春期以降になると、側弯症や頸椎症などの脊椎変形のため脊髄障害、神経根障害を呈することもある。

(4) 診断・検査

早期発見、早期治療の重要性はすでに認められている。しかし、専門家でも中等症の脳性麻痺を確定診断できるのは生後6か月以降であり、重症例を除いて早期診断は困難であることが多い。

臨床診断として、仮死分娩、重症黄疸、早産児、低出生体重児、その他の未熟児、筋緊張異常、発達の遅延、原始反射の異常残存などがあれば、それらの経過を観察して総合的に診断する。これらの障害評価には正常乳幼児の発達に関する基礎知識が重要である。

画像診断としては、超音波、CT スキャン、MRI などにより超早期から診断が可能である。とくに頭蓋内出血や脳室周囲白質軟化症（PVL）の診断には超音波検査法が有力である。MRI では、髄鞘化の進行もとらえることが可能で脳の成熟程度や障害を診断することができる。

(5) 介入対応法

脳性麻痺の治療として、従来からの整形外科的治療、合併症に対する薬物療法などに加え、発達神経学的治療法としてのボバース（Bobath）法やボイタ法などが、中枢神経系に損傷を受けても可塑性に富んだ発達段階の初期なら訓練によってある程度正常に発達することが期待できるとして、早期訓練とともにその必要性が強調されてきた。

現在は、脳の可塑性が豊富な早期からの訓練の重要性は認められているが、早期治療すれば正常化する可能性については否定的である。単なる運動訓練だけで発達が全面的に促されることはなく、訓練法による差も認められていない。多様な刺激で総合的な対応（療育）が重要

とされている。

早期から療育的対応を開始し、発達の時期に合わせた療育計画の見直しと継続が必要である。訓練では、乳児期には原始反射や緊張性反射などの異常姿勢反射の消失と立ち直り反応などの正常姿勢反応の出現を目標とし、その後は、運動発達年齢の向上を目標とする。家庭療育での家族指導として、乳幼児期には栄養と姿勢、生活リズムの管理が重要で、重症例では母子入所（園）制度の活用と座位保持装置などの装具療法を積極的に導入する。就学時期には地域社会での生活体験を目標として、可能な限り統合的に教育する。成人期には、運動機能よりも生きがい対策が重要で、情緒や社会性の安定と健常者とともに就労するなど、地域生活環境を確保して志気の向上を維持する。

整形外科的手術療法として、選択的緊張筋解離術などが主に痙縮型に対して行われることが多いが、重症度や手術時期、知的レベルなどとの関連が指摘されている⁵¹⁾。重症の股関節脱臼に対しては予防的な早期手術が勧められ、膝関節の屈筋群延長術では年齢差は少ないとされているが、尖足に対するアキレス腱延長術は年少ほど再発が多いことなどが指摘されている。

(6) 機能予後

歩行の予後については、座位保持の獲得が一応の目安となる。脳性麻痺一般について、2歳までに座位が安定すれば独歩可能となり、4歳までに座位を獲得すれば杖歩行が実用化し、8歳までに座位保持が不可能であると歩行は望めないといわれている。痙縮型では7歳以後に歩行開始するものは少なく、アテトーゼ型では9歳でも歩行開始した症例がある。痙縮型では、1歳半までに寝返りを獲得できないものと、3歳までに四つ這いを獲得できないものは歩行が不能となる可能性が大きいことが指摘されている。

いずれにしても、脳性麻痺に対する総合的で統合的な療育は、脳の可塑性を刺激して驚くべき発達をもたらす。障害を持ったままでも社会性の獲得を目標として、訓練のみにとられない総合的な対応が重要である⁵²⁾。

おわりに

筋力トレーニング、廃用症候群、脳血管障害、小児疾患のリハについて概略を紹介した。

近年、骨格筋組織の再生には、自己複製能と分化能を合わせ持つ幹細胞の性質を有しているサテライト細胞の存在が確認され、加齢により、その数と機能が低下することも知られてきた⁵³⁾。また、リハ支援機器のなかで、ロボットが飛躍的な発展を遂げている⁵⁴⁾。リハにおい

てロボットを用いる利点は、ロボットにより可能になる日常生活動作があり、麻痺改善のための治療機器という役割も担当している。補装具においては、脳血管障害や脊髄障害による下肢麻痺に対して、早期からの長下肢装具や体重免荷トレッドミル歩行訓練 (body weight-supported treadmill therapy : BWSTT)⁵⁵⁾ などが実践されている。さらに、微小重力環境に暴露された宇宙飛行士の身体変化が、加齢に伴う身体変化や科学技術の恩恵で身体に負荷をかける機会が減少している現代の地球上に生きる人々の身体状況と似た側面があるため、抗加齢医学や生活習慣病にかかわる課題を宇宙医学の観点からとらえようとする対応が拡がりつつある⁵⁶⁾。宇宙飛行士のための健康管理対策が役立つという考えである。我が国が抱える少子高齢化・人口減少問題を考えるうえで、役立つことが期待できる。

文 献

- 1) Fried LP, et al : Cardiovascular Health Study Collaborative Research Group. *J Biol Sci Med Sci* **56** : 146-156, 2001.
- 2) 古市照人 : ラット骨格筋における筋線維分布特性に関する研究. *獨協医学会雑誌* **7** : 163-177, 1992.
- 3) Hall-Craggs ECB : The longitudinal division of fibres in overloaded rat skeletal muscle. *J Anat* **107** : 459-470, 1970.
- 4) Jansson E, et al : Changes in muscle fibre type distribution in man after physical training. *Acta Physiol Scand* **104** : 235-237, 1978.
- 5) 新井寿夫ほか : 高齢者の歩行能力と骨格筋病変との関連性についての関節. *理学療法科学* **10** : 87-91, 1995.
- 6) Larsson L : Histochemical and biochemical changes in human skeletal muscle with age in sedentary males, aged 22-65 years. *Acta Physiol Scand* **103** : 31-39, 1978.
- 7) Howard JE, et al : Age effects on properties of motor unit action potentials : ADEMG analysis. *Ann Neurol* **24** : 207-213, 1988.
- 8) Beasley WC : Influence of method on estimates of normal knee extensor force among normal and postpolio children. *Physical Therapy Review* **36** : 21-41, 1956.
- 9) Hettlinger R, Müller E : Muskelleistung und muskelttraining. *Arbeits Physiol* **15** : 111-126, 1953.
- 10) McDonagh MJN, et al : Adaptive response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. *Eur J Appl Physiol* **52** : 139-155, 1989.
- 11) Fleck SJ, et al : Designing resistance training programs, 2nd ed, Champaigne, Human kinetics books, pp1-115, 1997.
- 12) 江口清 : 高齢者における筋力トレーニング. *臨床リハビリテーション* **12** : 587-592, 2003.
- 13) Moritani T, et al : Potential for gross muscle hypertrophy in older men. *J Gerontol* **35** : 672-682, 1980.
- 14) 古市照人, 江藤文夫, 原田孝 : 老年者の姿勢と歩行. *老化と疾患* **7** : 185-191, 1994.
- 15) 江藤文夫 : 歩行障害と転倒. *医学と薬学* **19** : 37-42, 1988.
- 16) Hirschberg GG, et al : Rehabilitation. 12, Lippincot, Philadelphia, 1964.
- 17) 江藤文夫 : 廃用症候群の発生機序と改善のための運動療法. *PT ジャーナル* **25** : 160-167, 1991.
- 18) 江藤文夫 : 過度の安静による合併症の障害学. *医学のあゆみ* **116** : 416-422, 1981.
- 19) Muller EA : Influence of training and of inactivity on muscle strength. *Arch Phys Med Rehabil* **51** : 449-461, 1970.
- 20) Evans EB, et al : Experimental immobilization and remobilization of rat knee joint. *J.B.J.S.* **42-A** : 737-742, 1960.
- 21) Issekutz B, et al : Effect of prolonged bed rest on urinary calcium output. *J Appl Physiol* **21** : 1013-1020, 1966.
- 22) Saltin B, et al : Response to exercise after bed rest and after training. *Circulation* **38** : 1-10, 1968.
- 23) 古市照人, 江藤文夫 : 片麻痺のリハビリテーション. 神経疾患のリハビリテーション. 平井俊策 (編), 57頁, 南山堂, 東京, pp57-69, 1999.
- 24) 江藤文夫, 田中正則, 千島亮, 他 : 老年者の ADL 評価法に関する研究. *日本老年医学会雑誌* **21** : 841, 1992.
- 25) 関節可動域表示ならびに測定法改訂案. *リハビリテーション医学* **31** : 669, 1994.
- 26) 標準高次動作性検査. 日本失語症学会 (編), 医学書院, 東京, 1985.
- 27) 前川喜平 : 新生児の early intervention. *臨床リハ* **6** : 488-492, 1997.
- 28) Russell D et al : GMFM 粗大運動尺度 - 脳性麻痺児のための評価尺度 (近藤和泉, 福田道隆監訳), 医学書院, 東京, 2000.
- 29) 近藤和泉 : 脳性麻痺簡易運動テスト Simple Motor Test for Cerebral Palsy SMTCP ver.2.01. 弘前大学脳研機能回復部門, 2002.
- 30) 北原信 : 発達の評価尺度. *臨床リハビリテーション* **9** :

- 1058-1067, 2000.
- 31) Dubowitz LMS, Dubowitz V : The neurological assessment of the preterm and fullterm newborn infant. *Clinics in Developmental Medicine* 79, Blackwell Oxford, 1981.
- 32) 小西行朗 : 新生児の観察法. *臨床リハビリテーション* 6 : 389-394, 1997.
- 33) Brazelton TB : Neonatal Behavioral Assessment Scale. 2nd ed, Blackwell London, 1984.
- 34) Prechtl HFR : Qualitative changes of spontaneous movements in fetus and preterm infant are a marker of neurological dysfunction. *Early Hum Dev* 23 : 151-158, 1990.
- 35) 遠城寺宗徳・他 : 遠城寺式乳幼児分析的発達検査法, 慶應通信, 1992.
- 36) Johnson MK : The motor age test : Measurement of motor handicaps in children with neuromuscular disorders such as cerebral palsy. *JBJS* 33-A : 698-707, 1951.
- 37) 君塚葵 : 脳性麻痺. *臨床リハビリテーション別冊リハビリテーションにおける評価 Ver.2*. 米本恭三(編), 医歯薬出版, 東京, pp249-257, 2000.
- 38) Bleck EE : Orthopaedic Management in Cerebral Palsy, Mac Keith Press, London, pp121-125, 1987.
- 39) Milani-Comparetti A, Gidoni EA : Routine developmental examination in normal and retarded children. *Dev Med Child Neurol* 9 : 631-638, 1967.
- 40) Russell D, et al : The Gross motor function measure : a means to evaluate the effects of physical therapy. *Dev Med Child Neurol* 31 : 341-352, 1989.
- 41) 近藤和泉 : 脳性麻痺のリハビリテーションに対する近年の考え方と評価尺度. *リハビリテーション医学* 37 : 230-241, 2000.
- 42) 岩崎光茂 : 脳性麻痺の評価として使用される標準的評価法の作成. 脳性麻痺など脳性麻痺児・者に対する治療およびリハビリテーションの治療効果とその評価に関する総合的研究. 研究報告書(主任研究者: 坂口亮), pp169-202, 2000.
- 43) Palisano R, et al : Development and validation of a gross motor function classification system for children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 39 : 214-223, 1997.
- 44) Guide for Uniform Data Set for Medical Rehabilitation for Children (WeeFIM). Version 4.0-community/outpatient. State University of New York at Buffalo, Buffalo (NY), 1993.
- 45) 里宇明元 : こどものための機能的自立度評価法(Wee FIM). *総合リハビリテーション* 21 : 936-966, 1993.
- 46) Haley SM, et al : Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI) : Development, Standardization and Administration Manual. New England Medical Center Hospitals and PEDI Research Group, Boston, 1992.
- 47) 問川博之, 里宇明元 : ADLの評価尺度(2)-PEDI-. *臨床リハビリテーション* 9 : 1087-1094, 2000.
- 48) 福山幸夫 : 序論. 脳性麻痺. 佐藤孝三(編), 医学書院, 東京, pp1-10, 1971.
- 49) 児玉和夫 : 脳性小児麻痺. 新小児医学体系 13D, 小児神経学IV, 中山書店, 東京, pp3-8, 1983.
- 50) 金沢忠博 : 極低出生体重児の成長発達と学齢期の問題. *臨床リハビリテーション* 6 : 705-713, 1997.
- 51) 松尾隆 : 概論. 脳性麻痺と機能訓練—運障害の本質と訓練の実際—, 南江堂, 東京, pp1-39, 1995.
- 52) 川口幸義 : 学齢期(思春期まで)のみかた. *臨床リハビリテーション* 11 : 698-705, 2002.
- 53) Sousa-Victor P, Gutarra S, Garcia-Prat L, et al : Geriatric muscle stem cells switch reversible quiescence into senescence. *Nature* 506 : 316-321, 2014.
- 54) 浅見豊子 : ロボットリハ外来開設の意義と上肢ロボットの有用性. *月間新医療* 11 : 96-98, 2015.
- 55) Dietz V, Colombo G, Jensen L : Locomotor activity in spinal man. *Lancet* 344 : 1260-1263, 1994.
- 56) 松尾知明 : 有人宇宙飛行と体力医学研究. *総合リハビリテーション* 43 : 627-632, 2015.