

第40回日本理学療法士協会全国研修会 (名古屋) 教育・管理系専門領域研究部会

理学療法における動作分析の現状と今後の課題*

木村 貞治**

はじめに

人間が、日常生活や社会生活を円滑に遂行するためには、自宅や職場などの様々な環境に適応するように、自己の日常生活動作や基本動作などの合目的動作を時間的・空間的に制御することが必要となる¹⁾。

そして、神経系や筋・骨格系などの疾病や外傷により、これらの動作の制御能力に何らかの障害を有する方々を主たる対象としている理学療法においては、動作障害の特性とその原因となっている機能・構造障害特性の把握 (see)、動作障害と機能・構造障害特性の因果関係に関する模式的な分析 (analysis)、機能・構造障害に対する治療計画や動作障害に対する運動学習の方略、そして、環境整備や家族指導に関する計画などの介入計画の立案 (plan)、介入計画の実行 (do) という4つのステップによって対象者の臨床問題の改善に寄与することが中核的な活動となる。

理学療法におけるこのような see, analysis, plan, do の過程において、動作の実用性を包括的に把握するための動作分析 (motion analysis) という作業過程は非常に重要な段階となる。

しかし、わが国の理学療法における動作分析に関する概念的枠組みや具体的な分析方法に関する標準化は、まだ、十分に確立されていないため、現状では、治療体系や施設によって、動作分析の捉え方や方法論に関する相違が大きいのが実状であろう²⁾。また、動作分析は、視覚的な観察に基づく分析方法が中心であるため、主観的で再現性が低く、不確実な情報の集合体となりやすいという問題を含んでいる。

そして、動作分析に関するこのような多様性や不確実性は、担当症例の複雑な動作をどのように観察し、どのように記録し、どのような観点から全体的な障害特性を

整理し、そして、どのような介入計画を立案すればよいのかという複雑な臨床問題解決過程に直面している臨床実習の学生や、学内で動作分析についての学習を行う学生にとって、混乱の原因となりやすい学習課題であろう。また、臨床実習指導者や養成校の教員にとっても、指導に多くの時間と工夫を必要とする教育課題になっているのが実情であると思われる。

そこで、本稿では、理学療法における動作分析の現状の問題点と今後の課題について、臨床場面、教育場面に視座をおいて整理してみたい。

動作分析における現状と今後の課題

理学療法の臨床場面、教育場面で行われている動作分析の現状の問題点と今後の課題について、概念的枠組みや分析方法の妥当性、信頼性などの観点から述べる。

1. 用語の定義に関して

1) 用語の定義に関する現状

現在、わが国の理学療法分野では、“ヒトの動き”を捉えることに関する表現として、「動作分析」、「動作解析」、「運動分析」、「運動解析」など多様な用語や概念が用いられている。

しかし、臨床場面においては、これらの用語について共通の概念的定義が形成されていないため、同じ用語でも、使用する施設、個人によって概念が異なっている場合があり、標準化された共通言語にはなっていないのが実状であろう。

その結果、これらの表現の対象となる“ヒトの動き”が、就業能力やスポーツ活動能力など行為のレベルなのか、日常生活動作のレベルなのか、基本動作のレベルなのか、そして、動作を構成している関節単位での要素的な運動のレベルなのかといった区別が曖昧な状況になりやすいという問題があげられる。

われわれ理学療法士が把握すべき“ヒトの動き”の対象は、このように多様で階層的であるため、どのような“動き”を対象としているのかという点について明確にしておかないと、臨床的な問題解決のプロセス自体が混沌としたものになってしまう恐れがある。

* Current Status and Future Task for Motion Analysis in Physical Therapy

** 信州大学医学部保健学科

(〒390-8621 長野県松本市旭3-1-1)

Teiji Kimura, RPT, PhD: Department of Physical Therapy, School of Health Sciences, School of Medicine, Shinshu University

キーワード: 臨床問題解決過程, 動作分析, 臨床推論

また、そのような用語の定義に関する曖昧さは、臨床実習の学生が、動作分析の概念を理解する上での混乱の原因となる可能性もある。

理学療法における臨床問題を解決するための思考過程において、中核的な役割を担っている“ヒトの動き”の捉え方に関して、このように共通概念、共通言語が形成されにくい背景には、それだけ捉えるべき対象が複雑であること、そして、用いる概念モデルによって階層性が異なることなどの要因が影響しているものと思われる。

2) 用語の定義に関する課題

それでは、理学療法における“ヒトの動き”を表現する用語の定義を明確にするためには、どのような取り組みが必要なのであろうか。

まずは、ヒトの“動き”を捉えるための作業に用いられる「動作分析」、「動作解析」、「運動分析」、「運動解析」などの用語の定義について、それぞれの言葉の持つ意味から整理することが基本的な作業課題であろう。

広辞苑³⁾によれば、「動作」とは、「事を行おうとして身体を動かすこと。また、その動き。」とされ、「運動」とは「物体が時間の経過につれて、その空間的位置を変えること」、あるいは、「生物体の能動的な動き」とされている。

また、「分析」とは、「ある物事を分解して、それを成立させている成分・要素・側面を明らかにすること」、そして、「解析」とは、「物事をこまかく解き開き、理論に基づいて研究すること」であるとされている³⁾。

これらの定義に基づいて、言葉の持つ意味からそれぞれの用語を整理すると、「動作分析」とは、「事を行おうとしている身体の動きを分解して、それを成立させている成分・要素・側面を明らかにすること」、動作解析とは、「事を行おうとしている身体の動きをこまかく解き開き、理論に基づいて研究すること」と定義できよう。

また、同様に、「運動分析」とは、「身体が時間の経過につれて、その空間的位置を変える動きを分解して、それを成立させている成分・要素・側面を明らかにすること」、「運動解析」とは、「身体が時間の経過につれて、

その空間的位置を変える動きをこまかく解き開き、理論に基づいて研究すること」と定義できよう。

言葉が持つ意味に基づいたこれらの定義を参考にし、理学療法の観点からもう少し平易に定義するためには、「動作」で定義されている「事を行おうとして身体を動かすこと」と、「運動」で定義されている「物体が時間の経過につれて、その空間的位置を変えること」というそれぞれの表現が指す“動き”の違いを明確にすることが必要であろう。

運動学的な視点に基づいた動作や運動に関連する用語の概念として、中村ら⁴⁾は、「運動は姿勢（体位と構え）が時間的に連続して変化したもので、身体軸と重力の関係（体位：position）、身体の動きの方向、身体の各部分の相対的な位置関係（構え：attitude）の変化として記述される。動作は、運動によって具体的に行われる仕事（work）、課題（task）との関係で行動を分析するときの単位となる。行動を、それが示す社会文化的意味や意図との関連でとらえるときには、行為が単位となる」と定義している。

また、ヒトの健康状況と健康関連状況を記述するための、統一的で標準的な言語と概念的枠組みを提供することを目的とした概念モデルである国際生活機能分類（ICF）では、健康状態が「心身機能・身体構造（body functions and structures）」、「活動（activities）」、「参加（participation）」という生活機能（functioning）の側面と、「機能障害（構造障害を含む）（impairments）」、「活動制限（activity limitation）」、「参加制約（participation restrictions）」という障害（disability）の側面に分類され、さらに、これらの要素に影響を与える背景因子として、「環境因子」と「個人因子」が分類されている⁵⁾。

しかし、ICFでは、機能障害と活動制限との因果関係が弱いことなどから⁶⁾、理学療法が対象としている動作障害の要因分析のための概念モデルとしては、何らかの補完や工夫が必要であると思われる。

そこで、これらの定義や概念を参考に“ヒトの動き”の階層性を理学療法の観点から整理すると、図1に示し

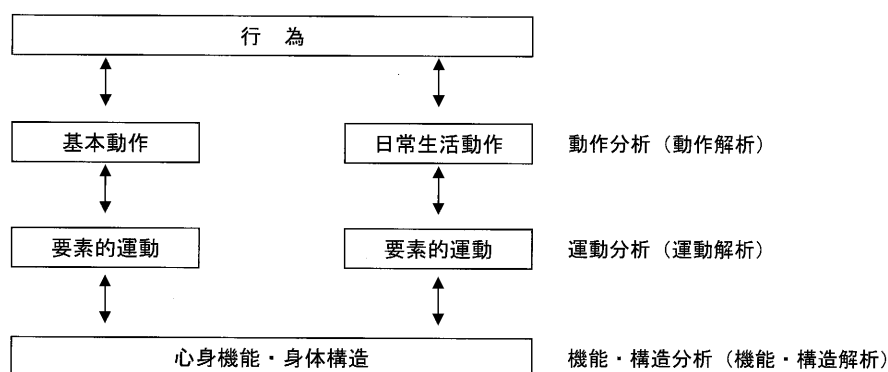


図1 理学療法における人の動きの分析と解析の階層構造

たように、社会的な活動や文化的な活動を捉えるときの階層を「行為」、日常生活動作や基本動作などの合目的な動きを捉えるときの階層を「動作」、動作を構成している身体各部の相対的位置関係の時間的・空間的關係の変化を捉えるときの階層を「運動」というように表現できると考える。

さらに、理学療法における臨床問題解決過程においては、これらの階層的な“動き”を構成している基本的なサブシステムとして、ICFにおいて分類されている認知機能、筋力、感覚、身体構造などの「心身機能・身体構造」の階層を位置づけることが重要である(図1)。

次に、これらの「動作」や「運動」の「分析」と「解析」に関する概念について整理してみたい。

動作や運動の分析に関して、齋藤⁷⁾は、「動作分析(motion analysis)」とは、運動によって具体的に行われる仕事や課題との関係で行動を分析すること、「運動分析(movement analysis)」とは、身体と重力の関係、身体の動きの方向、身体各部の相対的位置関係などを分析することと定義している。

そこで、これまで述べてきた定義や概念に基づいて理学療法の立場から「動作」や「運動」の「分析」と「解析」の概念を整理すると、「動作分析」とは、「日常生活動作や基本動作などの合目的な動作を安定性、協調性(動作様式)、持久性、速度性、応用性という実用性の要素に分解して、それぞれの実用性の要素別に動作の特性を明らかにすること」、そして、「動作解析」とは、「日常生活動作や基本動作などの合目的な動作における実用性の要素の特性を、機器を用いて定量的に計測し、理論に基づいて明らかにすること」と整理できると考える。この概念的定義においては、「動作分析」とは、臨床的な視覚的分析を中心とした定性的な分析と機器を用いた定量的な動作解析を包含した広義の概念として位置づけている。そして、動作分析における実用性の要素を、三次元動作解析装置、床反力計、表面筋電図、三軸加速度計、ジャイロセンサーなどの機器を用いて定量的に解析することを狭義に「動作解析」として位置づけている。

同様に、「運動分析」とは、「合目的動作を構成している要素的運動における身体各部の時間的・空間的な相対的位置関係の変化を明らかにすること」、そして、「運動解析」とは、「合目的動作を構成している要素的運動における身体各部の時間的・空間的な相対的位置関係の変化を機器を用いて定量的に計測し、理論に基づいて明らかにすること」と整理できると考える。「動作分析」と「動作解析」の概念的な位置づけと同様に、「運動分析」とは、歩行動作における骨盤と下肢の運動連鎖などのような要素的運動を個別に分析するための視覚的分析という作業と、機器を用いて定量的に解析する「運動解析」という作業を包含した広義の概念として位置づけてい

る。そして、動作解析と同様に、そのような要素的運動を三次元動作解析装置などの機器を用いて定量的に解析することを狭義に「運動解析」として位置づけている。

さらに、動作や要素的運動に関与する心身機能と身体構造における個々の要素を対象とした検査・測定を「機能・構造分析」とし、それらを等速性筋力測定器や電気角度計などの機器を用いて定量的に解析する作業を狭義に「機能・構造解析」として位置づけることができると考える。

以上のように、理学療法の観点から、「動作」や「運動」の「分析」と「解析」を組み合わせた用語に関する概念的定義をすることによって、それぞれの用語が指す意味を整理することができ、臨床家や研究者同士にとっての共通の概念形成が促進されるものと思われる。しかし、上述の概念的定義はあくまで私見であるため、今後は学際的にも相互理解が促進されるよう理学療法に関する他の用語も含めた概念的定義を組織的に検討し、共通言語を構築していく取り組みが必要であると考ええる。

2. 臨床問題解決過程における動作分析の位置づけに関して

1) 臨床問題解決過程における動作分析の位置づけに関する現状

臨床場面において表現されている「動作分析」の位置づけに関しては、単なる「動作の観察と記録」に焦点が置かれている場合から、「動作の観察と記録の結果に基づいて、動作障害の特性を整理し、機能・構造障害レベルの原因との関連性を分析することによって、理学療法プログラムの立案に結びつけていくための過程」という概念で表現されている場合まで、非常に多様であるように思われる。

臨床問題解決過程における動作分析の位置づけに関するこのような曖昧さの要因は、先に述べたような概念的定義すなわち用語が指す意味の標準化が行われていないことや、治療体系による概念モデルの相違が影響しているものと考えられる。そして、動作分析の目的や位置づけに関するこのような曖昧さは、臨床の現場で学んでいる臨床実習の学生にとっても、臨床問題解決過程を学習する上での混乱の要因になると思われる。

このことに関して、具体的な例を考えてみる。臨床実習の学生は、よく臨床実習指導者から、「あなたは動作分析ができていない」という指摘を受けることが多いと思う。しかし、学生の立場から考えると、もし、動作分析の目的や位置づけについての基本的な指導が行われていなければ、「動作分析とは、どのような目的とどのような作業過程で行われるものであって、自分は、どこまでできていて、どのような点ができていないのか、そして、それを改善させていくためには、どのような点が自

分についての学習課題であるのか」などについて非常に理解しづらい状況になるであろう。そして、もし、学生がこのような動作分析の目的や位置づけに関する理解が不十分なまま動作分析を行うと、視覚的観察によって、担当症例の「目につく動きの異常」をあたかもスケッチのごとくメモしていくという作業に終始してしまいやすくなるのではないだろうか。

さらに、動作分析に関する概念的定義や臨床問題解決過程における位置づけが、施設や指導者によって大きくことなっている場合には、複数の施設で臨床実習を実施する学生にとって、動作分析に関する概念形成を進めていく上での混乱の原因となる可能性もある¹⁾。

2) 臨床問題解決過程における動作分析の位置づけに関する課題

理学療法における臨床問題解決過程における動作分析の位置づけを明確にしていくためには、上述した用語の定義に基づいて、動作分析の目的を明らかにすること、そして、図2に示すような基本的な臨床問題解決過程における動作分析の作業過程を模式的に整理することが大切であると考ええる。

まず、理学療法における動作分析の目的としては、①日常生活動作、基本動作の実用性とその障害特性を把握すること、②対象者の生活環境、社会環境の中で必要となる行為を遂行するために必要な動作能力と現在の動作能力との差分を明らかにすること、などがあげられる。このような動作の実用性の分析によって、動作の実用性の障害の要因となる要素的運動の障害や機能・構造障害レベルの要素との関連性の模式的な分析や、障害特性に応じた介入目標の設定、そして、介入目標に基づいた機能・構造障害に対する治療プログラム、動作障害に対す

る運動制御・運動学習の方略、環境整備や家族指導などに関する計画などの介入計画の立案といった臨床問題解決過程における実践的な情報処理を展開することが可能となる。

また、理学療法における臨床問題解決過程における動作分析の位置づけに関しては、図2に示した一連の過程のうち、「②評価」における日常生活動作や基本動作の実用性の分析という過程が基本となる⁸⁾。

先述の通り、「動作」と「分析」という言葉の意味に基づく直接的な用語の整理では、「動作分析」とは、「事を行おうとしている身体の動きを分解して、それを成立させている成分・要素・側面を明らかにすること」と定義されると述べた。この定義を広義に解釈すると、「動作分析とは、日常生活動作や基本動作などの合目的な動作を実用性の要素に分解して、それぞれの実用性の要素の障害に影響している要素的運動の障害や機能・構造障害との階層的な関連性を明らかにすること」という定義となる。しかし、このような階層的な障害特性の分析と統合に基づく総合的な解釈のためには、図2の「②評価」の段階で、それぞれの階層における障害特性を抽出し、「③問題点リスト」の段階で、各階層における問題点を重要な順に列挙した上で、「④問題点の構造分析」において、動作の実用性の障害要素別の階層的な因果関係の構造を模式的に整理することが必要となり、結果として非常に広範囲の作業過程を含むことになる。このような段階的な情報処理過程を包含して「動作分析」という一つの概念で広義に定義することも可能と思われるが、概念的枠組みの複雑さから臨床場面や教育場面における標準的な概念として実用的に位置づけていくことは困難であると思われる。

そこで、筆者は「動作分析」を先述の通り、「日常生

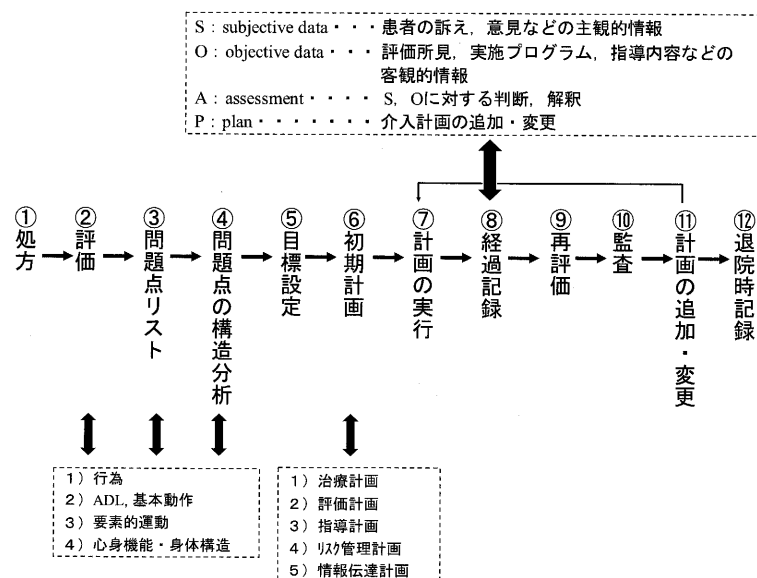


図2 理学療法における臨床問題解決過程

活動や基本動作などの合目的な動作を安定性、協調性（動作様式）、持久性、速度性、応用性という実用性の要素に分解して、それぞれの実用性の要素別に動作の特性を明らかにすること」と定義し、臨床推論（clinical reasoning）に基づく障害特性の階層構造に関する統合的な解釈は、図2の「④問題点の構造分析」という段階における演繹的または帰納的な臨床推論の段階に位置づけている。

このような「動作分析」を含めた人の動きに関する用語の概念的定義によって、学内実習や臨床実習において学習する学生が、自己の学習目標や学習課題、そして、学習到達度を把握しやすくなるものと期待される。

それでは、次に、図2の「②評価」から「④問題点の構造分析」に至るまでの臨床問題解決過程における具体的な情報処理の進め方について整理してみたい。

理学療法における評価から問題点の構造分析までの具体的な情報処理過程は、図3に示すように、①カルテ情報に基づいて処方内容を把握するとともに、医学的情報

を収集することによって、大まかな障害構造のイメージを想定し、②医療面接によって、社会生活や家庭生活におけるQOLや動作の実用性に関する特徴を浮き彫りにして、③動作分析・動作解析によって動作の実用性を整理し、④運動分析、運動解析によって、動作障害に影響を与えている要素的な運動障害の特徴を抽出し、⑤動作障害や要素的運動障害に影響を及ぼしていると考えられる心身機能・身体構造レベルの要因に関する仮説を一次仮説として推論するとともに、機能・構造分析、または、機能・構造解析の計画をたて、⑥実際の機能・構造分析、機能・構造解析によってそれらの一次仮説の妥当性を検証し、⑦その結果に基づいて、障害特性に関する全体像としての二次仮説をたてる、というプロセスになる。

一般的に、学生の場合には、このような臨床推論過程において、診断名から必要と思われる検査・測定項目を立案・実行し、次に、基本動作や日常生活動作を分析することによって、両者の関連性を考えるという帰納的推論（bottom up reasoning）を行い、ベテランになるほ

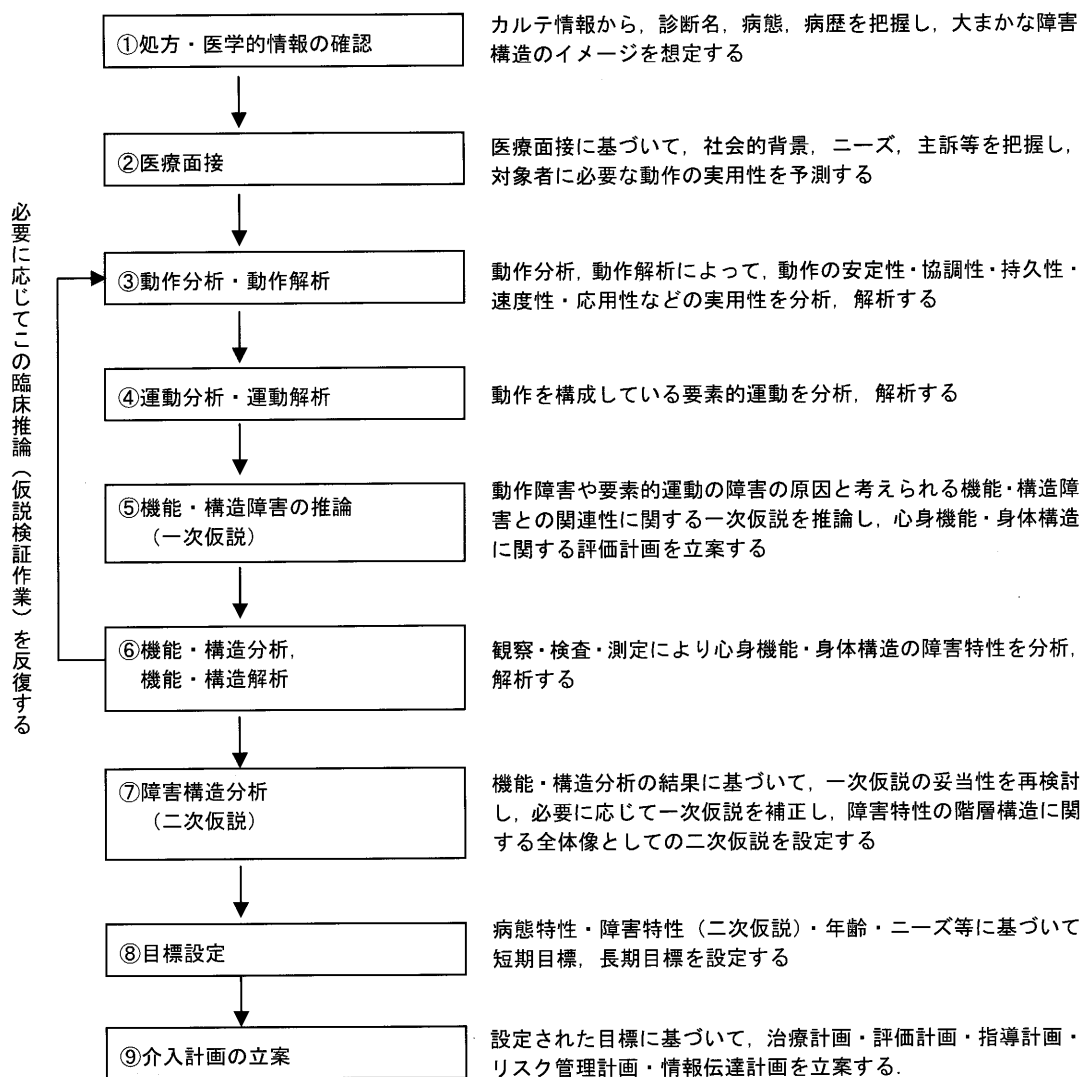


図3 理学療法における介入計画立案までの臨床問題解決過程

ど動作分析の結果から、動作障害と心身機能・身体構造との関連性に関する仮説をたて、検査・測定によって仮説を検証するという演繹的推論 (top down reasoning) を行うという傾向があると思われる。しかし、これらのうち、演繹的推論では、仮説検証型の方略に基づいて的を絞った機能・構造分析による推論が可能になる反面、動作障害の要因を絞る段階で、経験的なバイアスによって、推論過程が偏ってしまうという可能性がある。また、帰納的推論では、網羅的な機能・構造分析に基づいた情報収集を行える反面、検査・測定に時間がかかるとともに、機械的に評価表を埋めていくような作業になりやすく、結果として、それぞれの因子を独立して捉えることによって、因果関係に関する仮説を検証しにくいという問題がある。

そこで、実際的には、図3に示すように、まずは、動作分析から機能・構造分析までの過程に基づいて演繹的推論を行い、もし、機能・構造分析の結果、一次仮説の妥当性が低ければ、適宜、他の機能・構造分析を行うとともに、あらためて動作分析を行うという帰納的推論過程を通して、障害特性に関する二次仮説の妥当性を高めていくというトップダウンとボトムアップの両方向型の臨床推論過程を展開することが実践的な問題解決過程になるとと思われる。

図4に歩行動作の実用性と機能・構造障害との関連性を分析するための概念図を示す。この図では、因果関係が生起する可能性がある項目同士をすべて線で結んであるため複雑に見えるが、実際の分析作業では、因果関係が強いと考えられる項目同士を太い線で結び、因果関係が弱いと考えられる項目同士は、細い線や破線で結ぶなどの工夫をすることによって、階層的な障害構造に関するモデルを模式的に示すことができる。

このような動作分析の進め方に関して、長崎⁶⁾は、基本動作の障害を運動協調性の解体と見て、運動パターンのレベルから、さらに運動パターンを可能にする運動能力のレベルから、因果の糸を解きほぐしていくことの重要性を指摘している。

以上のような動作分析過程によって、二次仮説としての障害特性の全体像が模式的に整理されれば、図2の⑤目標設定 (goal setting) の段階において、病態特性や障害特性、そして、年齢やニーズ等の要因を考慮して、短期的、長期的目標を設定する。

次に、⑥初期計画 (initial plan) の立案の段階では、設定した目標に基づいて、心身機能・身体構造の障害におけるそれぞれの問題点に対する介入プログラムと、動作障害に影響を与えている要素的な運動障害に対する運動制御課題の設定、そして、対象者の生活環境や認知機能、動作能力に基づいた具体的な動作の練習方法や結果の知識 (knowledge of results, KR) の付与の仕方などを考慮した運動学習プログラムの内容を検討する。初期計画の具体的な内容としては、できるだけ問題点ごとに、1) 治療計画 (どのような治療を実施するのか)、2) 評価計画 (どのような評価内容をどのような頻度で実施するのか)、3) 指導計画 (患者さんやご家族に対して、どのような助言、指導を行うのか)、4) リスク管理計画 (担当理学療法士として、どのような点についてのリスク管理に配慮すべきなのか)、5) 情報伝達計画 (主治医、看護部、ソーシャルワーカーなど関連職種にどのような情報を伝達するのか) という介入内容を適宜立案していくことが重要となる。

以上の初期計画が立案されれば、次に、⑦計画を実行するとともに、⑧経過を要素別に記録し、⑨再評価に基づいて経時的な介入効果を検証していくというのが、理学療法における基本的な臨床問題解決過程となる。

さらに、根拠に基づいた理学療法 (Evidence-based Physical Therapy, EBPT) を実践していくためには、心身機能と身体構造、要素的運動、そして、動作に対する介入プログラムを、目の前の患者の状況に関連した系統的総説 (systematic review) などの質の高い臨床研究の結果と、個々の患者の価値観、そして、理学療法士の臨床技能や施設的环境等を総合的に捉えた上で立案・実践し、患者中心型の効果的な介入を展開するとともに、EBPTを展開していく上での重要なアウトカムの1つで

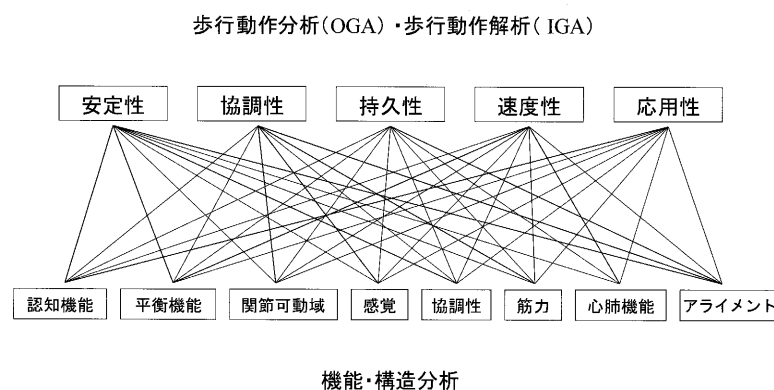


図4 歩行動作における臨床推論の概念図

ある「動作の実用性」の経時的変化をきちんと把握していくことが重要となる⁹⁾。

3. 動作分析の内容に関して

次に、動作分析の内容を分析要素の観点から考えてみる。

1) 動作分析の内容に関する現状

一般的に、理学療法の臨床場面における「動作分析」の分析要素としては、基本動作などにおける複雑なヒトの動きの様式すなわち「動作パターン」を視覚的に観察・記録することが主たる作業として行われていることが多いように思われる。

しかし、そのような動作様式に関する断片的な情報だけでは、実際の生活場面において必要となる動作の実用性に関する全体像を捉えることは困難である。

このことを歩行動作を例にとりて考えてみると、もし、歩行動作の動作様式、すなわち歩容だけを観察、記録した場合には、実際には、どの程度安定して歩けるのか（安定性）、どの程度の速さで歩けるのか（速度性）、どの程度連続的に歩けるのか（持久性）、階段や坂道でも移動できるのか（応用性）といった動作の“実用性”の全体像を把握することができない。そして、結果として、今後、対象者の生活環境に合わせて、どのような目標を設定し、どのような理学療法プログラムや環境整備を立案し、そして、どのような家族指導を行えばよいのかという臨床的な意思決定を展開することが困難となる。

2) 動作分析の内容に関する課題

退院後の実際の生活場面における動作の実用性を想定して、理学療法プログラムを展開していくためには、図2の「②評価」の段階において、単なる動作様式の観察にとどまるのではなく、実際の日常生活、社会生活で必要となる「動作の実用性」を包括的に捉えることが重要である。「動作の実用性」としては、先述の通り、①安定性、②協調性（動作様式）、③持久性、④速度性、⑤応用性の5要素が重要な要素であると考えられる。

このような動作の実用性の分析内容を歩行動作を中心として具体的に述べる。

まず、①安定性としては、静的な立位保持動作や動的な歩行動作中におけるバランスの動揺の有無や程度が指標となる。また、具体的な安定性の分析のためには、杖や装具などの補装具の有無、介助量（表1）などの物理的条件についても記述することが、退院後の日常生活レベルの予測や家族指導において重要となる。

次に、②協調性としては、基本動作や日常生活動作における動作様式すなわち動作パターンの特性が指標となる。通常、協調性というと協調性テストに代表されるような要素的な運動における動きのスムーズさが評価の対象となるが、基本動作や歩行動作など合目的動作におけ

表1 介助量の分類

- | | |
|---|-------|
| ① | 抱き上げ |
| ② | 最大介助 |
| ③ | 中等度介助 |
| ④ | 最小介助 |
| ⑤ | 指尖介助 |
| ⑥ | 近位監視 |
| ⑦ | 遠位監視 |
| ⑧ | 自立 |

る四肢、体幹の相対的な位置関係や重力との関係の時間的・空間的な変化の特徴を「動作の協調性」として模式的に捉えることは、理学療法の臨床問題解決過程において重要な位置を占めている。

筋緊張の異常、筋力低下、脚長差など様々な要因によって、歩行動作における協調性としての歩容の異常が認められれば、エネルギー効率の低下、転倒の危険性の増大、外観上の問題などに影響する可能性があるため、できるだけ模式的に特徴抽出を行うことが重要である。

このような動作の協調性を模式的に捉えるためには、矢状面、前額面、水平面における体幹や四肢の動きの特徴を、歩行周期など動作の相（phase）と、時間因子・空間因子に分けて、視覚的に観察することが基本となるが、可能であれば、ビデオや動作解析装置などを用いた動作解析を併用することで、動作分析の妥当性や信頼性を高める工夫が必要であろう。

③持久性としては、疲労を感じはじめる時点までの連続歩行距離や、6分間歩行における歩行距離と歩行前後での心拍数、血圧の変化、そして、歩行終了時点での主観的運動強度などが指標となる。

④速度性としては、10 m歩行における所要時間や単位時間あたりの歩行距離などを指標として捉える。自宅周辺の横断歩道を渡ることや、定期的な外出先までの所要時間などを推定することにより、退院後の社会生活におけるリスクや行動範囲を予測することが可能となる。

⑤応用性としては、家屋内外の階段や段差、自宅周辺の坂道、悪路、公共交通機関の利用など様々な実生活の環境に対する適応能力が指標となる。運動学習の観点からは、本来の生活環境を想定した中での運動制御課題の反復練習が非常に重要となるため、できるだけ生活環境における物理的特性を模擬した中での動作学習を実施するよう工夫していくことが大切である。

以上のような「動作の実用性」を要素別に系統的に把握することにより、リハビリテーションチームとしての目標設定や家族指導が具体的なものになっていくため、臨床実習等の教育場面においては、このような概念を適切に指導していくことが重要であると思われる。

4. 動作分析, 動作解析の方法論に関して

1) 動作分析, 動作解析の方法論に関する現状

基本動作や日常生活動作などにおける動作の特性や、それらの動作を構成する個々の運動要素の分析は、臨床的には視覚的な観察に基づいて行われている。このような観察的動作分析 (observational motion analysis, OMA) は、簡便でパターン認識にすぐれた臨床的方法であり、OMAにおける観察力とその結果に基づく情報処理能力は、理学療法士として重要な臨床能力となっている。

しかし、このような視覚的な観察に基づく臨床的な動作分析においては、観察した場面、介助量、使用した補装具、そして観察における評価シートの使用の有無など、分析方法に関する具体的な操作的定義 (operational definition) が曖昧な場合が多いように感じられる。

また、観察的動作分析のみでは、客観性、妥当性、検者内・検者間信頼性が低いため、科学的な根拠にはなりにくいという大きな問題点を含んでいるのも事実である。

OMAの妥当性に関しては、観察的歩行分析 (observational gait analysis, OGA) の結果と機器を用いた定量的な歩行解析 (instrumented gait analysis, IGA) の結果との相関の程度を指標として研究されてきている¹⁰⁾。

Miyazakiら¹¹⁾は、脳血管障害片麻痺患者を対象としたOGAを理学療法士等が実施した結果と床反力計の測定結果との関連性を分析した結果、OGAの妥当性は中等度以下であったとしている。Salehら¹²⁾は、下腿切断者の義足歩行を対象としたOGAを医師や理学療法士等が実施した結果とIGAとの関連性を分析した結果、OGAではIGAによって抽出された異常特性の22%しか抽出できなかったため、臨床的な歩行分析においてはOGAとIGAを併用することが必要であると指摘している。また、Patlaら¹³⁾は、複数の疾患の症例を混合させた対象に対するOGAとビデオテープに基づく関節角度測定との関連性を分析した結果、OGAは足部の位置の同定は比較的正確に行えるが、関節角度の同定は不正確であったとしている。

一方、Spencerら¹⁴⁾は、脳血管障害片麻痺患者を対象としたOGAを理学療法士が実施した結果、OGAによる時間因子の左右対称性の同定とフットスイッチを用いた測定結果との関連性において、高い相関関係 ($r = .88$) が認められたとしている。

次に、OGAの信頼性に関する先行研究の結果について列挙する。

OGAの信頼性に関しては、検者内または検者間の信頼性を級内相関係数 (intraclass correlation coefficient, ICC) を指標として検討されてきている。

Brunnekreefら¹⁵⁾は、30名の整形外科疾患患者のビ

デオテープを経験年数の異なる10名の理学療法士に観察させ、その結果を構造化された歩行分析フォームに記入させることによって検者内・検者間信頼性を分析した。その結果、検者間信頼性に関するICCは、経験が浅い理学療法士では0.40、ある程度経験を有する理学療法士では0.42、そして、専門レベルの理学療法士では、0.54であったこと、また、検者内信頼性も、同様にそれぞれ、0.57, 0.63, 0.70であったことから、OGAの信頼性は、中等度のレベルで、その程度は観察者の臨床経験の程度によって影響を受けると報告している。

一方、McGinleyら¹⁰⁾は、18名の理学療法士を対象として、11名の脳血管障害片麻痺患者の歩行を矢状面から記録したビデオテープに基づいたOGAの結果と、床反力計を用いたpush off時の床反力の結果との関連性を解析した結果、OGAによるpush offの程度に関する順序尺度の評価結果と実際の床反力計の計測値との間の相関関係は、 $r = 0.84$ と高かったことから、ビデオテープを用いた理学療法士によるOGAの基準関連妥当性は高いとしている。また、上記のOGAを4週間の期間において2回実施した結果、検者間信頼性は、 $ICC = 0.76$ 、検者内信頼性は、 $ICC = 0.89$ とともに高かったことから、臨床的なOGAにおいては、ビデオテープを用いて、できるだけ少ないパラメータに的を絞った観察を行えば、高い信頼性を得ることが可能であると指摘している。さらに彼らは、このような方法に基づくOGAにおいては、理学療法士の経験年数と、OGAの基準関連妥当性や検者内信頼性との間には、関連性は認められなかったとしている。

これらの先行研究の結果から、OGAの妥当性や信頼性については、対象疾患の種類、異常動作の複雑さの程度、観察するパラメータの数や要素の内容 (時間因子、空間因子等)、観察する場面 (ライブなのかビデオテープなのか)、構造化された評価フォームの使用の有無、理学療法士の経験年数などOGAを実施する様々な条件によって大きく異なることが分かる。

動作分析におけるこのような妥当性や信頼性に関する問題は、OGA以外の寝返り動作から立ち上がり動作までの基本動作や、日常生活動作の分析においても同様であると考えられるため、動作分析の方法論的枠組みに関する基本的な標準化が必要であると考ええる。

次に、3次元動作解析装置や床反力計など機器を用いた定量的な動作解析 (instrumented motion analysis, IMA) や歩行解析 (IGA) の現状について整理する。

IMAやIGAに関しては、上述のOMAやOGAと異なり、解析結果の客観性、信頼性が高く、疾患別の動作障害の特性や、運動療法・装具療法などの介入効果に関する研究が精力的に行われてきている。

しかし、OMAやOGAとは異なり、機器の費用が高

額であること、計測から解析までにある程度処理時間がかかること、操作に関してある程度の習熟が必要であること、パターン認識が困難であること、パラメータごとの正常範囲としての normative data が十分に構築されていないこと、対象者自身が理解しやすいデータ表現としての工夫が不十分であること、解析結果に基づいた臨床的意思決定に関する概念モデルの構築が不十分であることなど、実際面におけるいくつかの課題がある。

2) 動作分析、動作解析の方法論に関する課題

臨床場面で実施されている視覚的観察に基づく動作分析である OGA を含めた OMA の妥当性や信頼性を高めるための基本的な課題を先行研究の結果も含めて考えると、①観察する場面、条件、観察するポイントなどに関する基本的な枠組みを明記した構造化された動作分析フォームを疾患別に構築し、臨床実習指導者、臨床実習生がともにそのような動作分析シートを用いて、臨床問題解決過程について検討していくこと、②臨床現場におけるライブの観察だけでなく、適宜動作をビデオに記録し、その画像を再生して観察、記録、分析を行う Video-based Motion Analysis (VMA) を実践していくことなどがあげられる。

これらのうち、動作分析フォームに関しては、疾患別の動作障害の特徴を考慮して、最低限この点については捉える必要があるという項目を中心としたチェックリストと、補足すべき情報を追記できるような備考欄で構成された形式が望ましいと考える。そして、そのような疾患別に標準化された動作分析フォームが、多くの施設で活用されれば、臨床面、教育面における動作分析に関する共通概念の形成にも寄与できると考える。また、動作分析方法に関する操作的定義を明らかにしていくためにも、動作分析をどのような場面で、どの程度の介助量で、どのような補装具を使用して、どのような動作に焦点を絞って実施したのかという点を動作分析フォームに記入できるよう工夫していくことが必要であろう。

また、ビデオを用いた VMA においては、被写体とカメラの位置関係を一定にすること、本人及び家族のインフォームドコンセントをきちんと行った上で実施すること、そして、画像データのセキュリティ対策をきちんと実施すること、などが重要であると考えられる。

一方、3次元動作解析装置や床反力計、筋電計などの機器を用いた IMA や IGA に関しては、定量的で信頼性の高い動作解析方法と思われるが、限られた予算、時間、マンパワーの中で、これらの動作解析システムの解析結果をどのように臨床場面で活用できるのかという点をきちんと整理すること、画像データと筋電信号などのアナログ信号を同期させること、解析のために対象者に装着する各種センサーが動作を行う上での外乱になりにくいこと、対象者に解析結果を分かりやすくフィードバック

できるようなデータの表現方法を工夫すること、などの課題について検討していくことが重要であると考えられる。

おわりに

理学療法における動作分析は、対象者の障害特性の分析、目標設定、介入内容に関する臨床的意思決定を行うための重要な臨床問題解決過程である。したがって、動作分析の妥当性は、理学療法の介入方針の決定に直接的に影響し、結果として、介入効果そのものを左右するといっても過言ではないであろう。

このような動作分析に関する臨床能力は、理学療法士の動作の指示の仕方や介助の仕方、目と耳と手から入ってくる感性情報の捉え方、階層的で複数の障害要素の因果関係を整理する情報処理能力など、多様な因子によって構成されていると考えられる。

したがって、動作分析に関するこのような複雑な情報処理過程に関する概念的枠組みや方法論に関する標準化が行われていなければ、当然、理学療法士一人ひとりの経験年数や臨床能力の個人差によって、そして、治療体系の概念の違いによって、動作分析の内容や表現方法は多様化してしまうであろう。また、そのことは、理学療法士同士でしか通じにくいような、または、理学療法の一部の治療体系においてしか通じないような特殊な用語が用いられたり、抽象的で冗長性のある表現が用いられたりすることにも影響している可能性があるように思われる。

したがって、理学療法において中核的な概念となる動作分析の概念と方法論を、理学療法士以外の職種から見ても理解できるような用語に基づいて標準化するとともに、それらの科学的妥当性を高めていく努力が必要であろう。

そして、そのような取り組みが進められることによって、理学療法士を目指す学生が、分かりやすく、そして、効率よく動作分析について学ぶことができるようになると思う。

本稿では、このような観点から、動作分析に関する用語の定義、臨床推論過程における動作分析の位置づけ、そして、動作分析の内容や方法論に関する現状の問題点と今後の課題について整理してみた。

今後、理学療法における臨床、教育、研究の各分野が、動作分析を含めた臨床問題解決過程に関する概念的枠組みや方法論に関する標準化に向けて組織的に検討していくことによって、動作分析に関する共通概念、共通言語に基づいたエビデンスが蓄積され、根拠に基づく理学療法 (EBPT) の実践が促進されることを期待したい。

文 献

- 1) 木村貞治：理学療法における動作分析の現状と課題。理学

- 療法学 32(3): 46, 2005.
- 2) 木村貞治：理学療法における動作分析の概要．理学療法 19(8): 883-887, 2002.
 - 3) 新村 出（編）：広辞苑 第5版．岩波書店，1998.
 - 4) 中村隆一，齋藤 宏・他：基礎運動学．医歯薬出版，2005.
 - 5) 障害者福祉研究会（編）：国際生活機能分類—国際障害分類改訂版—．中央法規出版．2002.
 - 6) 長崎 浩：動作分析のこれから．理学療法科学 18(3): 147-151, 2003.
 - 7) 齋藤 宏：身体運動の解析．理学療法 20(10): 1011, 2003.
 - 8) 木村貞治：臨床評価とデータベース．理学療法 8(2): 107-117, 1991.
 - 9) 木村貞治：科学的根拠に基づく理学療法モデル．理学療法ジャーナル 38(5): 358-367, 2004.
 - 10) McGinley JL, Goldie PA, *et al.*: Accuracy and reliability of observational gait analysis data: Judgments of push-off in gait after stroke. *Phys Ther* 83(2): 146-160, 2003.
 - 11) Miyazaki S, Kubota T: Quantification of gait abnormalities on the basis of a continuous foot-force measurement; correlation between quantitative indices and visual rating. *Medical & Biological Engineering & Computing* 22: 70-76, 1984.
 - 12) Saleh M, Murdoch G: In defence of gait analysis. Observation and measurement in gait assessment. *J Bone Joint Surg Br* 67(2): 237-241, 1985.
 - 13) Patla A, Clouse S: Visual assessment of human gait; reliability and validity. *Rehabilitation Research* October: 87-96, 1988.
 - 14) Spencer K, Goldie PA, *et al.*: Criterion-related validity of visual assessment of the temporal symmetry of hemiplegic gait. In: *Proceedings of the Australian Physiotherapy Association National Congress, 1992, Adelaide, Australia. Melbourne, Victoria, Australia: Australian Physiotherapy Association, 68, 1992.*
 - 15) Brunnekeef JJ, van Uden CJ, *et al.*: Reliability of videotaped observational gait analysis in patients with orthopedic impairment. *BMC Musculoskeletal Disorders* 6(17): 1-9, 2005.