動作分析の見方について

江原 皓吉¹⁾

LECTURE: Analysis of Human Motions: A Review.

Koukichi EHARA, MS, RPT¹⁾

1) Division of Physical Therapy, Tokyo Metropolitan College of Allied Medical Sciences: 7-2-10 Higashiogu Arakawa-ku Tokyo 116 Japan. TEL +81 03-819-1211.
J. Exerc. Physiol. 8(3):141-146,1993. ISSN 0912-7100. Received June 10, 1993.

ABSTRACT

The analysis of human motions is important for physical therapists in an effort to know physical condition of patients. However, physical therapists do not have any evaluation form that is graded for the analysis of human motions. I therefore introduce here the articles on assessment of human motions available for clinical treatment, especially those on kinematics and kinetics.

Key words: motion analysis, clinical, research

要旨

動作分析は理学療法の評価で重要である。しかし、評価法は段階化されておらず、その見方（考え方）を知る必要がある。動作分析を観察により評価するとき、その疾患の臨床的症状を知ることは動作分析をするための参考になるであろう。また、理学療法の評価を実施することで、結果を統合・解釈することで問題点を把握し、動作に影響する原因を考察できるであろう。P.M.Daviesのような先達が動作の見方をどのように治療に結びつけてきたか知ることは大切であり、また、その他の文献も重要であると考え。研究ではkinematicsな動作分析の文献について記述したが、測定の尺度として統計学的により有用である比率尺度を用いたkineticsな文献についても紹介した。

キーワード: 動作分析、臨床、研究

1) 東京都立医療技術短期大学 理学療法学科 : 東京都荒川区東尾久7-2-10 (〒116)

TEL 03-819-1211.

受付日1993年6月10日

I. 始めに

理学療法を実施するための評価は観察、検査・測定、記録、統合と解釈からなる¹⁾。ここでの観察では動的観察：動作時の観察も行なわれる。理学療法の問題志向型記録システム²⁾でも運動行為のなかで一般的な観察、バランス、身体のアライメント、移動、歩行を評価する。また、国際障害分類³⁾では能力障害のなかに衣服の着脱、食事、歩行動作などが含まれる。運動学実習⁴⁾では動作の目視分析を習得するため、ある課題遂行の身体運動を目視により観察し、動作の時系列を記録する方法を知り、動作分析の基本を習得するため、連続する動作をオペレーション・チャートへ記入する手法を習得し、動作をサブリーグ記号で表現し、分析し、ビデオや映画によるフィルム分析を知ることが実習される。また、歩行では正常歩行の歩行周期の要素を計測・分析し、異常歩行の視診による見方を習得し、歩行分析に用いられる生体力学のデータの読み方を理解することが実習される。このような動作分析は臨床ではどのように考えられ、応用されているか、中枢神経疾患の評価法を中心に文献を調べたので報告し、併せて、2,3の運動学に関する研究論文・研究発表を紹介する。

II. 臨床では

頭部外傷に次ぐ障害の評価⁵⁾では移動能力を36動作で評価する。それらの動作とは：背臥位から右・左に寝返りして腹臥位になる、この逆、腹臥位の状態、右・左の肘で支持している腹臥位、ブリッジの状態、ブリッジで右・左に動く、ブリッジで腰を上・下に動かす、長座位になる、その状態、あぐら座位の状態、この状態で右・左に動く、右・左への移動（いざる）、右・左の横座りの状態、右

・左の横座りになる、よつばいの状態、よつばいになること、這うこと、膝立ちの状態、膝立ちになること、右・左の片膝立ちの状態、右・左の片膝立ちになること、立位の状態、立位になること、右・左の片足で立位になる動作について、観察して評価する。この評価方法は、完全に動作ができれば1点、部分的にできれば0.5点、できない状態を0点として、患者を評価する。また、動作を行なうとき、痙性が影響する評価について：背臥位、背臥位で顔を右向き・左向き、腹臥位、座位、立位、立位で顔を右向き・左向きしたとき、左右の上・下肢について評価する。この評価方法は0～5の段階でなり、屈曲・伸展パターンだけを0、近位部の関節がコントロールされた屈曲・伸展動作を1、1と中間関節の動作ができるを2、2と遠位関節の動作ができるを3、遠位関節の動作が良くて力を強めたときに、いくらかその動作ができるを4、正常を5で評価する。脳卒中患者の身体的な評価⁶⁾では、英国の21病院およびリハビリテーション施設の理学療法士等が理学療法の運動機能面の評価を共通して用いるために作成した。ここで実施する上・下肢の評価は検査の体位を、a：側臥位、b：腹臥位、c：座位、d：立位とし、評価段階は、動作できない：0、動作の範囲に限界がある：1（より詳細に－または＋をつける）動作が完全にできる：2とした。検査できないときはxとして、その理由を記述する。下肢動作の評価は股関節と膝関節屈曲を検査体位：a、b、dで評価する。膝屈曲を：a、b、d。足関節背屈を膝関節伸展時にbで、屈曲時にcで評価する。上肢の動作では両肩挙上をa、b、c。腕の突張をa、b、c、d。前腕回外をc。手関節背屈を前腕支持有りと、無しでc。手指伸展を前腕支持有りと無しでc。つまみ動作を前腕支持有りと、無しでcで検査する。機能的な運動行為の検査では、この評価段階を検査不可能（介助者が2名以上必要な状態）

を0, 介助必要(1名)を1, 自助具などの使用で自立できるを2, 自立しているを3, 検査できないときはその理由を記述する。この機能面の検査項目として: 背臥位から左・右への寝返り(注意: 患者はベッドの端を引ばって行なうか)。ブッリジ(注意: 健側の助けで行なうか)。座位バランス60秒(注意: 手で支えているか)。座位で手を床に触りもとに戻す(注意: 片手で支持しているか)。座位から立位へ(注意: 手で椅子を押していないか)立位バランス30秒(注意: 椅子、杖などの介助は必要か), 左・右の片足立ち5秒(注意: 上記と同じ), 立位から床にしゃがむ(注意: 上記と同じ), 膝立ちバランス10秒(注意: 台など必要か), 左・右の片膝立ちバランス5秒(注意: 上記と同じ)。床から立ち上がり立位(注意: 上記と同じ)。トランスファ: 椅座位からベッド上の臥位へ(三脚杖または、杖を使うか、介助: ベッドまたは、椅子を支え)。トランスファ: 上記の逆(注意: 同じ)。歩行15m(注意: 介助のタイプ)。階段昇降10段(注意: 介助のタイプ)について検査する。病理学的歩行の視診による手引き⁷⁾によると、歩行速度: m/秒、左右の歩幅、その時間、果間距離を測定する。また、歩行を八つの矢状面(遊脚初期、遊脚中期、遊脚終期、踵接地初期、体重負荷期、立脚中期、立脚終期、前遊脚期)で身体のアライメント、頭、腕、胸部、軀幹、骨盤、股関節、膝関節、足関節/足部、足指を観察する。徒手筋力検査法⁹⁾によれば、歩行異常の最も多い原因として、体重負荷や運動時の疼痛あるいは不快感、筋力低下、関節運動の制限(多くは筋の拘縮を伴っている)、運動の協調不全、骨あるいは軟部組織の病変(切断を含む)がある。実践的な神経学の評価⁹⁾では、動作分析に関する項目として: 頭部、軀幹、上肢、下肢座位、立位、移動、歩行について異常と思われる部位を評価する。頭部について: 背臥位で頭部は休息時に体の中心にある

か。傾いているか一側に回旋しているか。屈曲または伸展しているか。頭の位置を直せ自由に動かせるか。自分の足を見るように頭を持ち上げられるか頭を他動的に動かすときどの方向に抵抗があるか。自分で頭を支えられるか。腹臥位で頭を持ち上げ両側に回せるか。他動的に回旋するとき抵抗があるか。軀幹について: 背臥位で対称的か。一側に引かれていないか。骨盤はこの肢位で回旋しているか。腰椎は前弯しているか。もしそうなら、股関節屈曲と骨盤を傾斜することにより他動的に矯正できるか。手の使用、または、軀幹を回旋しないで背臥位から起き上がれるか。もしできないなら、介助したとき股関節と軀幹に伸展痙性による抵抗があるか。または、腹直筋が弱い。背臥位から腹臥位に寝返りができて、その逆もでき、左右にできるか。腹臥位では、この肢位で軀幹は対称的か。軀幹の屈曲と、または下肢の屈曲はこの肢位で増大するか。脊椎を自動的に伸展でき、頭をベッドから挙げられるか。上肢について: 背臥位で休息時にどんな肢位を腕はとるか。上肢を随意的に動かせるか。もしできないなら、動作パターンの状態はどのようなか。他動的に動かしたとき、どの方向で動作に抵抗があるか努力で腕は不随的に動くか。または、あくび咳により動くか。もしそうなら、どんな動作パターンか。どちら側に頭を回すことによって腕の緊張は変化するか。痙性を解放したあと、どの関節に拘縮があるか。腹臥位では腕を前方に挙げられるか。または、過度の屈曲があるか。この腹臥位で肩甲骨の挙上と肘関節の伸展が可能か肘で体重を支持できるか。肘を伸展して体重を支持できるか。下肢について: 腹臥位では股関節の屈曲をしないで、自動的に膝を屈曲できるか。他動的に膝を屈曲するとき抵抗があるか。そして、この時、膝は屈曲するか。もし、腹臥位でいるなら、膝は屈曲位をとっているか。膝の屈曲位と伸展位で足関節の分離した動きが見られるか。

ベッド、または、台の端で座位について：どのように寝ている状態から起き上がるか。軀幹を曲げて座っているか。または、ベッドを押しているか。または、後ろに倒れるか。一側に傾いているか両殿部で体重を支えているか。軀幹を回旋しているか。例：片側の肩または、骨盤が後方に引かれていないか。一側の肩が他側より下がっていないか。正常に足を曲げた状態に組めるか。または、筋緊張が亢進したときに見られるように、膝は伸展しているか。この座位でバランスはどのようなか。頭、足、腕を動かすことができるか。または、倒れないで他動的にそれらを動かせるか。倒れないようにしていられるか。立位について：どのように座位から立ち上がるか。真直な肢位をとらそうとすると、体を伸展するか。立位になると、他側より一側が速く挙がらないか。立位になったら、両側で体重を支えられるか。重力に抗して体を真直にすると、姿勢は悪くないか。例：どんな肢位をとるか。注意。もし、骨盤が前後方向に傾いているとき、体を真直に保とうとすると、身体に連合反応が見られるか。立位になるため短下肢装具を必要とするか。もし必要とするなら、それなしでどのように立位になれるか。体重の移動について：肘で支えた腹臥位で両側に体重を移すことができ、片腕を自由に動かせる。座位では腕で支えないで両側に体重を移動でき一側の足を自由に動かせ、上げられる。立位では体重を移動でき、これを支えられる。片足で立て、一側を動かせる。一歩踏み出した肢位で両側に交互に体重を移動できる。歩行について：歩行を正確に記述することは難しいので、正常歩行からの変化を記述するのが一番よい。また、他人、杖などの支持を必要とするのか、歩行パターン、距離、リズムなどを記録する。機能椅子¹⁰⁾では、座位に問題のある子供達とは、姿勢面では：頭部のコントロールが乏しい。伸筋突張がある。アテイド動作がある。身体に筋緊張がある。

絶え間ない下肢の動きが姿勢のコントロールを妨げる。側弯の発達、非対象的な骨盤が股関節脱臼につながる。筋の緊張がある。スパズムがある。癲癇がある。機能面では：食事動作が重度に困難である。突発性行為のため手の使用に限界がある。トイレ動作が困難である社会的な相互作用に限界がある。バランスの符合化¹¹⁾では、この評価方法で神経病疾患、耳科疾患、心疾患、神経・筋疾患、整形外科疾患の患者を2, 3分観察すれば、バランスの状態を把握でき便利である。この方法は静的状態でのバランスの評価を符合化したものである。その内容は静的ストレス：座位で不安定を0、座位で安定だが立位で不安定を1、介助されて立位で20秒間安定を2、立位で20秒間介助なしで支持面を広くして安定を3、立位で20秒間介助なしで支持面を狭くして安定を4、立位で20秒間介助なしで歩幅を広くして安定を5、立位で20秒間介助なしで歩幅を広くとり閉眼で安定している状態を6とした。回旋的なストレス：上記2から5の段階の患者に頭の左右の回旋を5秒間隔で3回行ない安定している状態をaとした。360度身体を回旋しても安定している状態をbとした。上記、両方ともできる患者をabとし両方ともできない患者には符合を記述しない。矢状的なストレス：椅子から立ち上がり20秒間安定して立位の患者をxとした。方向的な優位：前方偏位をA、後方をP、右をR、左をLとして記録する。Steps To Follow ボバース概念にもとづく片麻痺の治療法¹²⁾では正常動作とバランス反応について第2章で述べ、第3章以後で片麻痺の臨床的な特徴とその治療法を明らかにしている。脳卒中の運動訓練プログラム¹³⁾では第2部運動再学習のプログラムでステップ1～4に分けて、課題の分析、欠けている要素の練習、課題の練習、訓練の日常生活への転移ベッドの端での起き上がり等について治療法を述べている。なお、詳細については上記2冊の本を御一読

していただきたい。

Ⅲ. 研究では

青少年のベッドから起き上がる運動パターン¹⁴⁾では、青少年がベッド上で背臥位から起き上がり立位になるとき用いる運動パターンを記述し、青少年にまたがる年齢でこれらの運動パターンがどのように変わるのかを調べた。被験者は60名の健常な青少年である。3年齢群(11,14,17歳)で各群20名がベッドからの起き上がるところを10試行ビデオテープに収録した。身体の4部位の運動パターンを写し、各年齢群で観察された最も共通の運動の型が測定された。各身体部位の運動パターンの観察された発生回数は年齢と4部位の2部位で変わり、顕著なパターンは年齢群にまたがって変わった。起き上がりで89の型が観察され、11歳の被験者のなかで最も大きく変わった。起き上がりで最も多い型は各年齢群の試行で5%から15%だけであった。これらは共通して年齢群にまたがっていた。治療者はどのように運動パターンが年齢で変り、この動作を指導するとき特定のアプローチを無駄に用いることを避けるべきであると述べている。健常成人の両足立ちから片足立ちへ移行時の床反力測定の信頼性¹⁵⁾では被験者は18名(男性10, 女性8名)の健常成人年齢は21~47歳(平均31.1歳、SD = 8.6)、身長は160~191cm(平均173cm、SD = 0.08)、体重は48~109kg(平均68.1kg、SD = 16.4)について調べた。課題は上記の速い運動と自然な速さの運動を2回ずつ行い、床反力測定の信頼性を実験した。結果は二動作のそれぞれの潜時について級間内相関係数を動作の開始まで下肢屈曲の抑制まで、下肢を屈曲して体重が負荷しなくなり床から離れるまでを比較したら、速い動作で $\geq .66$ 、自然な速さの動作で $\geq .37$ であった。同様に、床反力の大きさを

各動作の推進時と抑制時と比較したら、速い動作で $\geq .73$ 、自然な速さの動作で $\geq .88$ であった。後者の測定は速度に関わりなくこの動作で信頼できる。また、人間の運動行為を全体的な観察や機能的な尺度で評価するよりも、運動力学の変数を用いることにはいくつかの有利な点がある。この変数は間隔、または、比率尺度を代表している。これらの尺度は数学の計算を応用できる。床反力は全体的な身体運動の準-静的な面と同様に動的な面で量的情報を提供する。歩行開始時の床反力¹⁶⁾では周期動作である歩行の開始時における力学的特性を、立位から第1歩を踏み出す時点での床反力測定によって検討した。対象は健常成人男子20例、平均年齢22歳(19~30)、体重は平均64.6kg(52.0~94.7)で全員右利き手であった。床反力計(アニマ)の上に基本的立位姿勢をとらせ、信号音で右下肢を1歩前に踏み出すように指示した。左右下肢からの力をそれぞれ垂直分力Z、前後分力X、内外分力Yに分けて記録した。記録開始は信号音に同期させた。数回の練習後の3回の試行について時間と分力の平均値を求めて分析した。信号音から実際に動作が開始されたのは0.2sec後であった。右下肢が蹴り出すために床に作用する最大の時期は0.5sec後で、Zは立位時加重(A) + 19.0%(Aは平均体重に対する比率)、Xは後向き(3.2%)、Yは外向き(2.9%)であった。この時、左下肢のZ A = 19.6%、Xはわずかに後向きの力が作用した後、0.5secの時点では開始時の値にもどっており、Yは内向き(1.5%)の力が作用していた。右下肢が床からはなれた時期は0.7secで、左下肢のZのピーク(A + 52.7%)はこれよりやや遅れた時期にあった。0.7secの時期における左下肢のXは後向き(6.3%) Yは外向き(2.8%)であった。これらのことから、立位から1歩を踏み出すとき、立脚肢の支持性が特に重要である。

IV. まとめ

動作分析の見方（考え方）について述べたが、動作分析を観察により評価するときはその疾患の臨床的症状の詳細を知り、理学療法の評価を実施することで問題点を把握して、動作に影響を及ぼす原因を考察することも重要である。次にP.M.Davies（文献9,12）のような先達が動作分析を行なうためにどのように考え、その思考を発展させてきたかを知ることが必要であろう。また、H.C.Janet（文献13）の運動学習を治療に取り入れた考え方も動作分析を考えるときに必要であろう。しかし、学生のように臨床経験の浅い初心者は静的状態である各姿勢のアライメント、バランスを評価でき、次に動的状態である動作分析を学習することが大事であろう。研究面では、Kinematicsな動作分析の文献について記述したが、測定の尺度として、統計学でより有用性のある比率尺度を用いたKineticsな文献についても述べた。将来、各疾患の動作分析の方法が各疾患の回復に従って段階化され、容易に学習できることを願っている。

文 献

- 1)和才嘉昭・他:測定と評価.評価の意義とその構成要素医歯薬出版 1982.
- 2)Samuel B.Feitelberg : The Problem Oriented Record in Physical Therapy Vermont University 1975.
- 3)土屋弘吉他:日常生活活動（動作）第3版.第2章 日常生活活動と国際障害分類 医歯薬出版 1992.
- 4)中村隆一他:運動学実習 第2版. 動作・課題・工程分析医歯薬出版 1989.
- 5)Michael Briggs: Management of Patients with Head Injuries Vol.61, No.9, Physiotherapy 1975.
- 6)Ann Ashburn : A Physical Assessment for Stroke Patients Vol.68, No.4, Physiotherapy 1982.
- 7)Shelley B Mampton: A Guide to the Visual Examination of Pathological Gait Temple University 1979.
- 8)津山直一他:徒手筋力検査 改訂第5版 患者の歩容からテストすべき筋を選り分ける方法 協同医書 1992.
- 9)Patricia M.Davies z : Practical Neurological Assessment Vol.58, No.12, Physiotherapy 1972.
- 10)Rose Dawson :The Action Chair Vol. No.2, Physiotherapy 1983.
- 11)A Gabell etc. :Balance Coding Vol. 68, No.9, Physiotherapy 1982.
- 12)P.M.デービス著 富田昌夫訳: Steps To Follow ボバース概念にもとづく片麻痺の治療 シュプリング・フェアラーク 東京 1988.
- 13)横山 巖監訳 額谷一夫他訳:脳卒中の運動訓練プログラム 医学書院 1991.
- 14)J.O.McCoy etc. : Movement Patterns of Adolescents Rising from a Bed Vol.73 No.3, Physical Therapy 1993.
- 15)T.A.Hanke etc. : Reliability of Ground Reaction Force Measurements During Dynamic Transitions from Bipedal to Single-Limb Stance in Healthy Adults Vol.72, No.11, Physical Therapy 1992.
- 16)江原皓吉他:歩行開始時の床反力 Vol.26, No.4, リハビリテーション医学 1989.