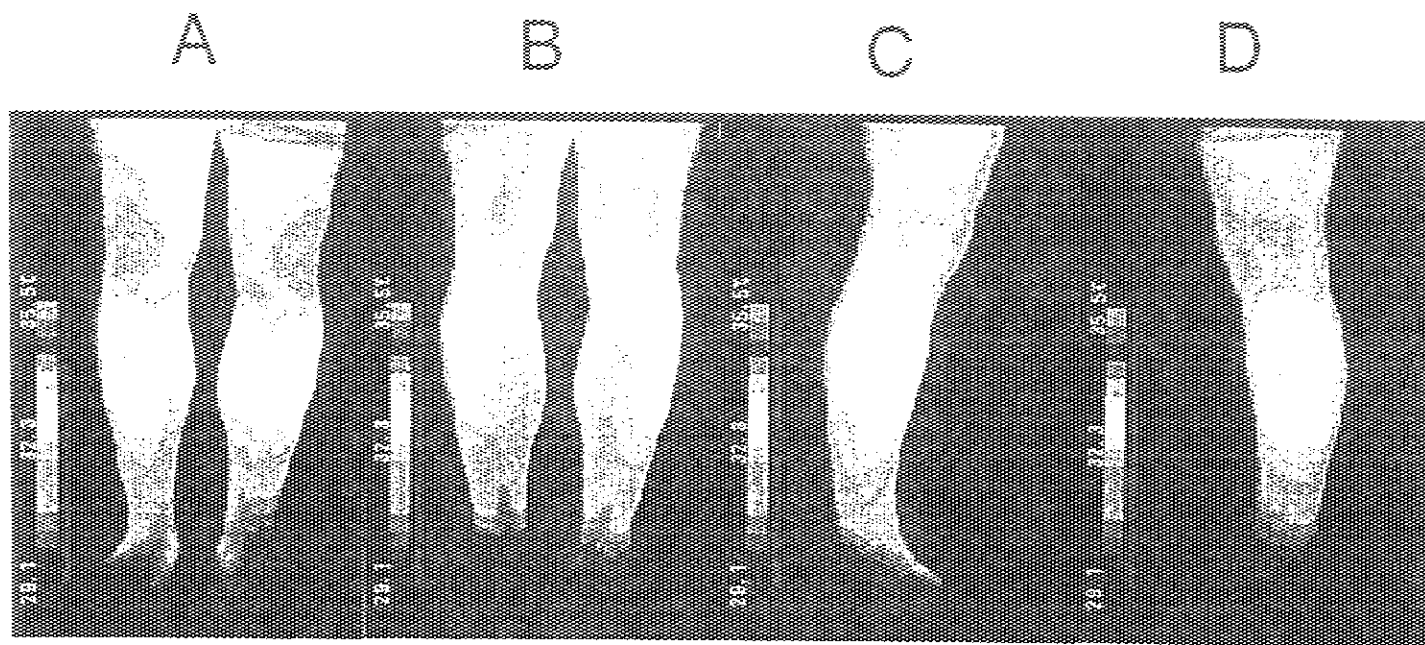


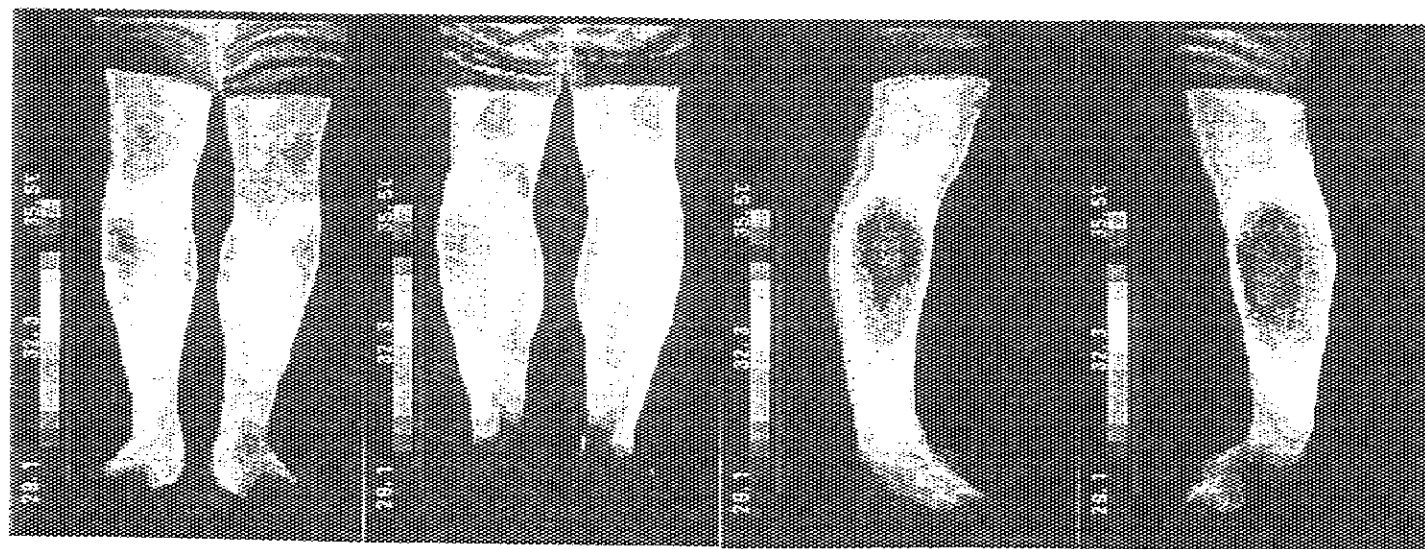
## 参考文献

- 1) Barnes, R.B. : Thermography of the human body. Science, 140 : 870, 1963.
- 2) 五十嵐義晃, 渡辺均, 加藤富三 : サーモグラフィ, からだの科学, 118 : 98-103, 1984.
- 3) 渥美和彦 : 医用サーモロジーの現状と未来 Bimedical Thermography, 4 : 1-5, 1984.
- 4) 藤正巖 : 臨床におけるサーモグラム画像の処理手法の流れ, Biomedical Thermology, 6 : 172-177, 1986.
- 5) 臼杵尚志, 森誠治, 合田文則, 岡田節雄, 若林久雄, 前場隆志, 前田肇 : 腫瘍の検査法としてのサーモグラフィ, Biomedical Thermology, 17 : 125-129, 1998.
- 6) 藤正巖 : 臨床サーモロジー、2. 医用サーモグラフィ装置とその原理. 日本医事新報, 3432 : 37-40, 1990.
- 7) 満淵邦彦 : 臨床サーモロジー, 5. サーモグラフィによる生理機能, 画像診断の原理 (III) - 神経・筋疾患 (1) - 日本医事新報, 3445 : 37-40, 1990.
- 8) 満淵邦彦 : 臨床サーモロジー, 5. サーモグラフィによる生理機能, 画像診断の原理 (IV) - 神経・筋疾患 (2) - 日本医事新報, 3449 : 37-40, 1990.
- 蟹江良一 : 変形性股関節症へのサーモグラフィの応用, J. Joint Surgery., 10 : 1071-1081, 1991.
- 9) 蟹江良一 : 高齢社会とサーモグラフィ, Biomedical Thermology, 17 : 90-96, 1998.
- 10) 蟹江良一, 谷田武喜 : 下肢筋力訓練負荷の温熱生理学的検討と臨床応用, Biomedical Thermology, 18 : 41, 1998.
- 12) 重城哲, 森昭雄, 吉本俊明他 : 筋活動と皮膚温度分布の関係, Health Sciences, 13 : 157-166, 1997.
- 13) 森昭雄, 久保木優, 重城哲, 吉本俊明, 川井昂, 峯島孝雄, Biomedical Thermology 18 : 166-173, 1998.
- 14) 久保木優, 森昭雄, 重城哲他 : 歩行運動と皮膚温度分布の関係, Health Sciences, 15: 1-11, 1999.
- 15) Spielberg, P.I., Walking patterns of old people: Cyclographic analysis. In N.A. Berrnstein (Ed.), Investigations on the biodynamics of walking, running and jumping. Part II. Moscow: Central Scientific Instiute of Physical Culture. 1940.
- 16) Close J.R: Function in the lower extremity : analyses by electronic instrumentation. Charles C Thomas Springfield, 1964.
- 17) 檉村修生, 上田五雨 : 上肢運動における皮膚温のサーモグラフィによる観察, 体力科学, 35 : 83-92, 1986.
- 18) 真島英信 : 藤森閑一編 生理学大系 7, 医学書院, 115-117, 1966.

before



after



8'30"

5'30"

7'00"

6'30"

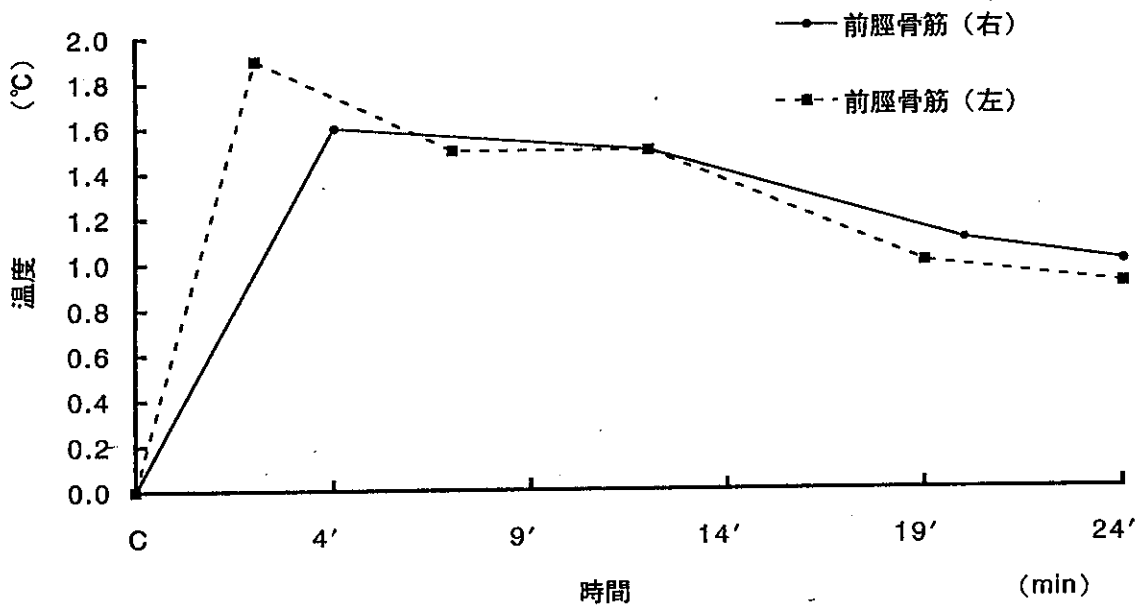
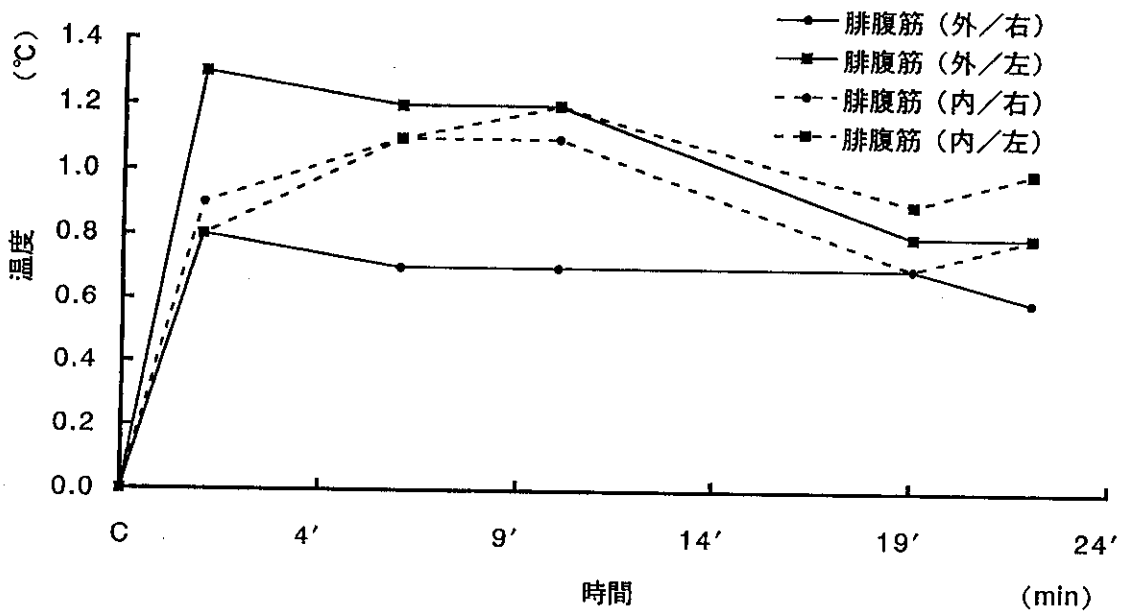


Fig. 2

Fig. 2

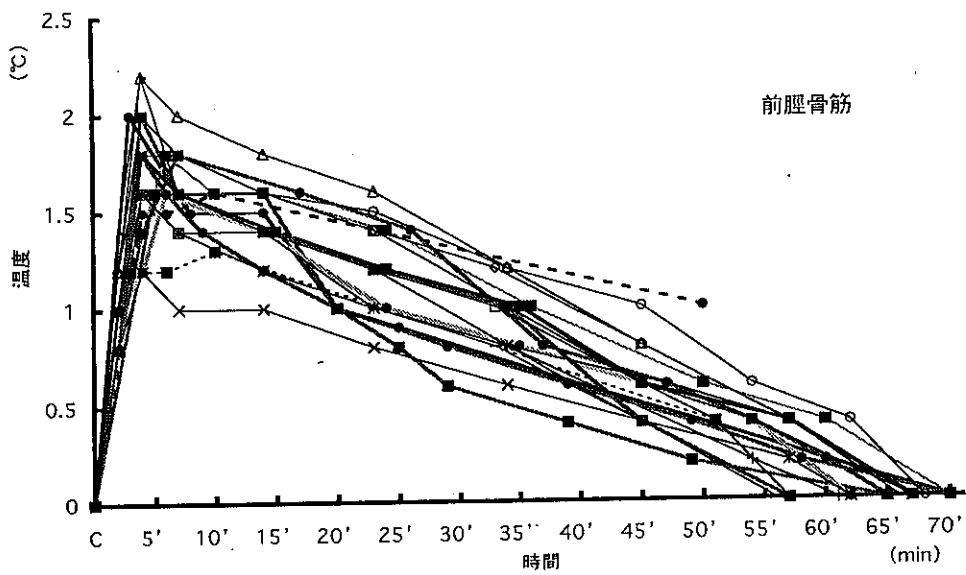
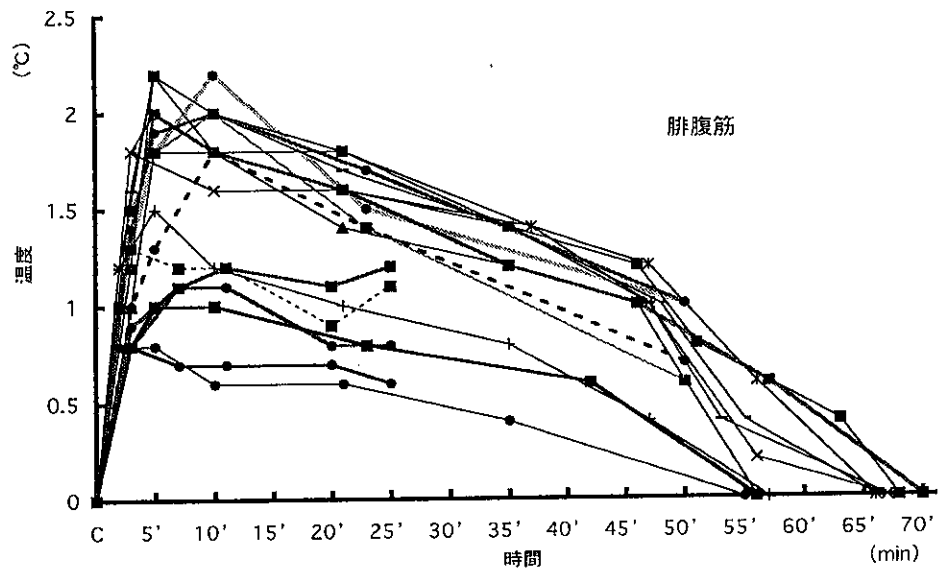


Fig. 3

厚生科学研究費補助金（健康科学総合研究事業）

総括研究報告書

高齢者健康増進用の生活強度別運動処方器具と運動プログラム開発

分担研究者 内山 靖 群馬大学医学部

**研究要旨** 健常な高齢者と脳卒中片麻痺患者の重心動揺を立位、坐位別と開眼、閉眼別にフォースプレート上で測定した。その結果、積極的に運動を実施している高齢者は平衡機能が優れていた。

**A.研究目的**：バランス機能の客観的な記録に加えて病巣の推定や重症度の判定を通じた障害特性の把握、さらには機能的な予後予測や治療効果の判定などを行う。一方、患者の姿勢バランス障害は特定の疾病に起因した病態が種々に重畳・加工された結果の表れである。

**B.研究方法**：定量的検査で最も用いられる重心動揺計を利用して足圧中心に投影された2次元の移動軌跡を描き、面積を計算する。坐位とは足底を床面に全面接地した端坐位と、足指を浮かせた椅坐位（躯幹坐位）とした。端坐位では足・膝・股関節がそれぞれ90度になるように椅子の高さを調節し、被験者は椅子坐面に大腿（坐骨結節から膝関節裂隙）の4分の1が接するような肢位をとることとした。左右分離型の重心動揺計（アニマ社製 G-6100）と増幅器および専用の解析装置（NEC9801）がらなるシステムを用いた。

**C.研究結果**：健常高齢者では本来は体力の独立要素である、筋力、持久性、敏捷性、平衡機能の間に一定の相関を認めた。運動習慣のある群はなない群に比して約5歳ほど若い年齢と同じ値が示された。次に脳血管障害者で、左右方向への随意運動による頸、躯幹バランスと歩行能力には有意な関係がわかり、歩行自立例では右片麻痺で視覚性立ち直り反応がより良好であることが示された。

**D.考察**：脳卒中片麻痺での姿勢バランス障害が左右方向でその特徴が観察されやすいのに対して運動失調症では前後方向の外乱刺激に対する立ち

直り調節に機能不全が顕在化しやすいことがわかる。さらに坐位および立位重心動揺から歩行の様式を決定する基本的な要因として躯幹機能の重要性が示唆され、姿勢バランス障害を躯幹障害優位型、下肢障害優位型、両者の混在型に分類できることがわかった。転倒による大腿骨頸部骨折患者の潜在的な感覚障害や統合部の機能低下を定量的に捉えることは困難な状況であるが、臨床所見から病態を抽出する検査法の開発は今後の大きな課題の一つであろう。

**E.結論**：姿勢バランスの評価は平衡反射に呪縛されることなく、随意運動の中で相対化された調節機構を捉えることが肝要である。それに見合う機器の選択と検査が一定の妥当性を持ち、定性・定量的検査を相互に比較して矛盾なく全体像を描くことが可能になるとと思われる。定量的評価は単に数値を保存する手段ではなく、定性的評価では明らかになりにくい潜在構造を明らかにする指向が求められる。

**F.研究発表**

1.論文発表

○恩幣伸子・内山靖：臨床における足関節背屈筋力の定量化、理学療法 15(11),914-919,1998

内山靖・白田滋他：理学療法における標準（値）「平衡機能」、理学療法ジャーナル 32(12),949-959,1998

○内山靖・酒井保治郎他：神経難病に対する理学療法、理学療法ジャーナル 32(6),449-456,1998

# 姿勢バランスの定量的評価\*

内山 靖\*\*

## はじめに

臨床医学では近代科学の発達にともなう工学技術の進歩を応用して、さまざまな病態で観察される現象を定量的に分析・判定し、よりよい治療へ還元する努力を重ねている。

このうち姿勢バランスは、臨床で遭遇する姿勢調節の障害を定性的に記述する方法と重心動揺計を始めとする機器を用いた定量的な計測結果を相互に比較し、その病態を詳細かつ全体として妥当性のある障害像として捉えることが検討されてきた。19世紀後半から20世紀初頭にかけての現象学による記載や神経学で発達した症候学では、平易な言葉でありながらよめきながら歩く患者さんの姿を私達の眼前に浮かび上がらせることができる<sup>1)</sup>。定量的評価で重要な視点は、前述の臨場感を失わずに、精度の高い計測機器と正確な手順を踏まえたくて信頼性の高い測定システムを選択・設定するとともに、整合性のある結果の算出と合目的な指標を抽出して妥当性の高い方法を確立することにある<sup>2)</sup>。

そこで本稿では、理学療法におけるよりよい姿勢バランスの定量的評価を考えるために、現状と課題を整理して今後の指向性を模索することとした。この際、定量的評価の過程を考え、姿勢バランスの捉え方にかかわる意義と範疇を吟味し、現在までに提唱されている計測方法を紹介し、理学療法の臨床における定量的評価を概観することとした。

\* Quantitative Evaluation of Postural Regulation and Balance Control on Patients Associated with Disequilibrium in Physical Therapy

\*\* 北里研究所メディカルセンター病院  
(〒364 埼玉県北本市荒井6-100)  
Yasushi Uchiyama, RPT, Ph.D.: Department of Rehabilitation, Kitasato Institute Medical Center Hospital

キーワード: 姿勢バランス, 定量的評価

## 定量的評価の過程

### 1. 波・図・機

臨床では、非言語的な要素を含めた患者さんの訴えから、治療者の「気づき」によって注目すべき事項の観察や計測が始まる。生体計測とは、何らかの情報を信号である波形として抽出(例えば脳波、筋電位、身体動揺など)し、それぞれを合理的な方法で明視的な図として表現(脳波図、筋電図、重心図など)し、対象者の生体機能を客観化したり動作への影響や関連性を検討し、機能不全の機構を明らかにして治療へ還元しえる資料を提供する一連の流れ(波・図・機)と考えられる。

### 2. 何を・どのように計り・どう読むのか

したがって、具体的な計測へ展開するためには、第1に何を抽出して計るのかを明らかにする必要がある。このことは自明のことのようでありながら厳密に捉えることは容易でなく、他領域で開発・発展した測定方法をそのまま応用するとこの段階での矛盾が解決されておらず、実際の計測結果を解釈しても大きな隔たりを抱えたままになってしまう場合が少なくない。

次に、対象となったものをどのように計るのかを吟味する必要がある。これには計測機器の特性と限界を十分に理解した計測手段の選択と応用が不可欠となる。身体動揺計測の一例としてワイアーストレンゲージとピエゾ型センサでは、一見類似した圧中心点の軌跡が記録されてもその精度と意味は少なからず異なっている。また計測誤差や再現性・信頼性を明らかにする必要がある。

さらに、得られたデータをどう読むのかが重要で、コンピュータの普及によって後方処理の技術は著しく発達し多くの算出された結果が表示されるが、指標の選択とその解釈は臨床家に委ねられた本質的な課題でもある。

## 姿勢バランスの意義と範疇

### 1. 範囲と要素

姿勢バランスは図1に示すように、一方では体位や肢位のような配列や相互の位置関係を示す静的な要素から、他方では歩行や応用動作時の制御や出来高など極めて広範囲にわたっている。これを後述する検査の視点から便宜的に分類すれば、静的姿勢保持力、外乱負荷応答、随意運動の要素から捉えることができ、生体が目指す安楽性と機能性とを念頭に置いた評価が求められる。

姿勢バランスは Postural Regulation と Balance Control の2つの要素に大別して整理することが可能で、前者は冗長自由度の高い“ゆとり”をもった調節機能を有し、構築学的な並びや姿勢交換によって生じる血流再分布を始めとする恒常性や、微妙な筋トーンの調整など幾重もの階層性が存在している。一方後者では、目的とする動作を最大限に成功させるために予測を含めた方略の選択を行う過程を含めて、効果器としての筋機能やあらゆる持久性が重要となる場合も稀ではない。

### 2. 評価の視点

評価に際しては、とくに①望ましい（個々の患者が求められている）姿勢調節とは何か、②随意運動の冗長自由度の中での相対的な位置づけ、③定性・定量的要因からみた障害構造の階層性、を明らかにする必要がある。

望ましい姿勢調節のために求められる要素の状態と構造を明らかにする過程が評価ともいえ、エネルギー消費の少ない安楽な姿勢、揺らぎの少ない姿勢、遠くのものに手が届く姿勢、外力に対する応答に優れた姿勢、などを検討するにはそれぞれ異なる検査を実施する必要があり、検査の目的と方法の選択には高い整合性が求められる。

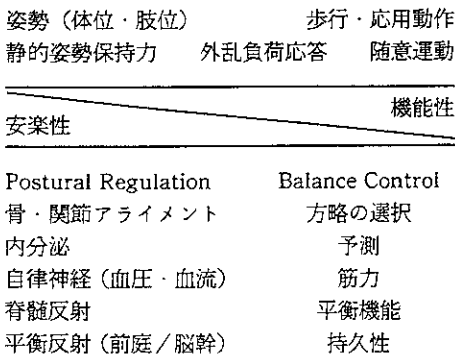


図1 姿勢バランスの範疇

生体の動きは最終的に軌道としてとらえられるが、それを決定する各関節角度の組み合わせ、筋収縮の分布、神経の調節にはそれぞれの段階で大きな冗長性が存在する。姿勢調節では、とくに残された自由度（を支える共同運動）の中で有用な方略を選択・抽出しそれを強化することが運動療法の展開にとって重要な視点となる。

局所の時間・空間的な反応が個体全体の姿勢調節として集約され、分析のおよび統合的指向による双方向からの考察が不可欠で、全体を観察する定性的な指標と激まなく整理されなければならない。

### 3. 測定の狙いと病態の背景

検者側の測定の狙いは、現象の客観的な記録に加えて病巣の推定や重症度の判定を通した障害特性の把握、さらには機能的な予後予測や治療効果の判定など多岐に渡っている。一方、患者の姿勢バランス障害は特定の疾病に起因した病態が種々に重畳・加工された結果の表れであり、図2に示すように立位重心動揺の計測では両足底面のみを接面とした計測によって検者-被検者の膨大な背景要因を整理しなければならない。したがって各要素を相対的に強調できるような条件設定を吟味する過程が重要となる。

### 姿勢バランスの評価方法

#### 1. 評価の着眼点と要素

実際の評価は、障害の分析的な測定と行動目的を念頭においた方法に大別される。前者はさらに時間・空間的な要素に大別でき、現在までの評価法は空間要素に注目した配列（肢位・体位）や力学的（足圧中心）な分析が多い。時間的な要素では、予測や共同運動および先行随伴調節<sup>3)</sup>に対する測定によって多くの情報が得られ、今後積極的に取り組まれる必要がある。一方、行動目的に

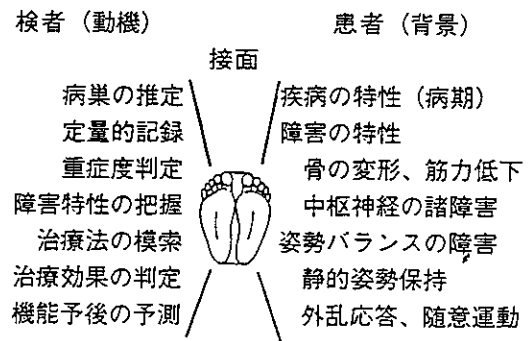


図2 測定の狙いと病態の背景

立脚すれば、動作の出来高や正確さ、持続時間、ほかの動作との関連性などが比較される。ここでは優先させる方略が歴然としており、脳卒中片麻痺患者が安定性を求めるが故に非効率で不自然な姿勢を惹起したり、上肢を遠くに延ばす目的のために軀幹と下肢とがバランスの悪い一見相反した姿勢を呈する場合もある。

また、包括的な姿勢バランスの検査は、狭義の平衡機能検査のみならず効果器を含めた検討が不可欠で、他科の臨床および生理検査、理学療法の視点による固有の検査が含まれる。但し狭義の平衡機能検査といっても理学療法で実施されているのは体平衡に関わる一部の検査に過ぎず、頭部の運動を通じて上肢や動作全体と密接な関連のある前庭動眼あるいは眼運動に対する関心が不足している<sup>4)</sup>。

## 2. 検査法の実際

理学療法で実際に用いられている検査法について、静的姿勢保持力、外乱負荷応答、随意運動ごとにその有用性がある程度報告されている方法<sup>5)</sup>を表1に示した。外乱負荷は、物理的外力、感覚情報の操作・攪乱、課題遂行を指示する、のいずれにおいても可能で、Nashnerが提唱したEqui test<sup>6)</sup>は外乱負荷のうちの感覚情報を操作する一つの方法に過ぎない。随意運動を介して判定する方法には動作解析中の筋電図や床反力計の分析なども該当し、表1の方法には各動作の観察によって得点化を行うテストバッテリーが多く含まれている<sup>7)</sup>。

## 3. 検査法の応用と評価の限界

定量的検査で最も用いられる重心動揺計は足圧中心に

投影された2次元の移動軌跡を描いたもので、1900年代初頭に考えられた計測原理に基づきセンサーや評価指標の改良が重ねられて現在に至っている。その有用性は多くの研究分野で示されており、理学療法固有の応用方法として筆者らは坐位による軀幹機能を強調した評価法を提唱している。また、筋力低下や運動麻痺のある患者の判定には多くの要因が重畳して、得られた数値のみを単純に比較することは困難となり、このことは前述したNashnerのsensory organization testなどにも当てはまる。さらに、静的姿勢保持において動揺軌跡が少ないことを優れた機能とすると、パーキンソン病患者で健康人よりも動揺が小さい例の解釈はどのようにすればよいのかに疑問が生じる。それを適切な姿勢反応が低下していると解釈すること自体に誤りはないが、どのような状況でそのような解釈を適応するかという客観的な指標が不可欠となる<sup>2)</sup>。

## 対象者の姿勢バランス

表2には姿勢バランスに低下をきたす代表的な例を一覧した。中枢神経系の病変では部位毎にその障害特性が異なり、統合部の障害に加えて運動麻痺などの出力部の機能不全を合併している例が少なくない。

図3には、65歳以上の健康高齢者の坐位および立位重心動揺を年齢毎に示した。表3には日常生活の活動レベルごとの結果を示しており両群の有意な違いとともに、健康高齢者では本来は体力の独立要素である、筋力・持久性・敏捷性・平衡機能の間に一定の相関を認めた<sup>8)</sup>。また前田<sup>9)</sup>は、1400人の健康高齢者を対象に運動習慣の有無別に握力・長坐位体前屈・開眼片足立ちを調べ、運

表1 理学療法で用いられる検査法（文献<sup>5)</sup>を筆者が整理作表）

A. 静的姿勢保持力	C. 随意運動
ロンベルグ・マン・片脚	Berg balance scale
重心動揺計測	mobility skills assessment
B. 外乱負荷応答	timed up and go
1) 物理的外力	Tinetti performance oriented
nudge/push test	assessment of balance/gait
postural stress test	Fregley-Graybiel test battery
motor control test	Fugl-Meyer sensorimotor
2) 感覚情報を操作	assessment of balance per.
sensory organization test	motor assessment scale
3) 課題遂行を指示	Chedoke-McMaster stroke
functional reach	assessment
limits of stability	
rhythmic weight shifts	



表2 姿勢バランスの低下をきたす代表例

1. 健常高齢者
2. 感覚（入力）系の障害
  - 1) 視覚：多発性硬化症，ニューロベージェット
  - 2) 前庭：メニエール病，良性発作性頭位めまい症
  - 3) 体性：ニューロパチー，脊髄症，糖尿病
3. 中枢神経（統合）系の障害
  - 1) 小脳—脳幹 2) 大脳基底核 3) 大脳皮質
 脊髄小脳変性症，パーキンソン病，脳性麻痺，頭部外傷，脳血管障害，多発性脳梗塞，視床病変
4. 運動（出力）系の障害
  - 1) 筋：ニューロパチー，筋ジストロフィー症
  - 2) 骨・関節：脊柱側弯症，切断，靭帯損傷
 \*大腿骨頸部骨折（転倒）

動習慣のある群はない群に比して約5歳ほど若い年齢と、同じ値を示すことを報告した。

次に脳血管障害患者で，吉元<sup>10)</sup>は左右方向への随意運動による頭・軀幹バランスと歩行能力には有意な関係があることを報告し，歩行自立例では右片麻痺で視覚性立ち直り反応がより良好であることを示した。沼田ら<sup>11)</sup>は，傾斜刺激時の左右片麻痺患者の荷重率と重心位置の偏位について検討した。また網本<sup>12)</sup>は閉眼正中化現象を示す半側空間無視例の坐位重心動揺によって，ミラー条件での動揺が大きく鏡をつかったの姿勢コントロールがむしろ難しいことを報告した。

脳性麻痺児の姿勢バランスについて，石塚ら<sup>13)</sup>は坐位，膝立ち位，立位の重心動揺を計測し，吉尾<sup>14)</sup>が提唱した頭・体幹・骨盤帯運動機能と比較したところ膝立ち位での相関が最も高かったと述べている。

一方，頭部外傷の姿勢バランス障害には少なくとも，運動・感覚障害，めまい，脳幹由来の平衡反射障害，大

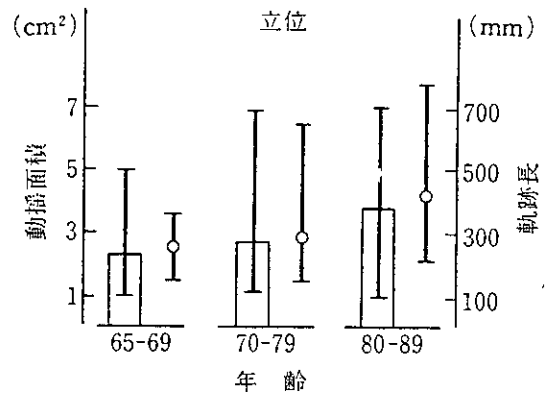
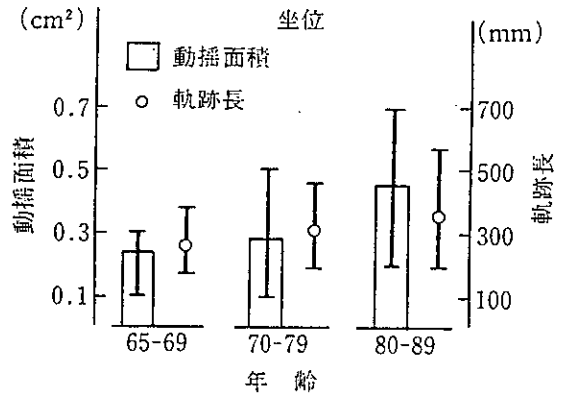


図3 坐位および立位重心動揺の加齢変化<sup>8)</sup>

図は平均値と各年齢群でとりえた範囲（最大～最小）を示している。加齢にともない平均値は増加するが低値にとどまる例も認められた。

脳皮質の機能不全による立ち直り反応の低下，学習の障害，などが混在し現在までその特徴を端的に示すことは容易ではない。

小脳性運動失調症では軀幹協調機能ステージと歩行能

表3 活動性別にみた年齢ごとの重心動揺<sup>8)</sup>

	65-69 (N=13)		70-79 (N=25)		80-89 (N=17)	
	面積 (cm²)	軌跡長 (mm)	面積 (cm²)	軌跡長 (mm)	面積 (cm²)	軌跡長 (mm)
〈坐位〉						
非積極群	0.27±0.05	255.0±28.7	0.29±0.14	309.7±39.8	0.47±0.16	359.7±113.0
積極群	0.20±0.06	236.4±45.4	0.28±0.12	296.6±88.1	0.35±0.15	337.0±111.0
〈立位〉						
非積極群	4.27±0.50	331.3±34.0	4.47±2.03	396.9±106.9	5.79±1.05	518.6±150.6
積極群	1.68±0.54	242.6±48.7	2.02±0.68	248.8±64.6	2.43±1.12	330.8±102.3

力との密接な相関を示すことが報告されており、脳卒中片麻痺での姿勢バランス障害が左右方向でその特徴が観察されやすいのに対して運動失調症では前後方向の外乱刺激に対する立ち直りの調節に機能不全が顕在化しやすいことが示されている。さらに坐位および立位重心動揺から歩行の様式を決定する基本的な要因として軀幹機能の重要性が示唆され、姿勢バランス障害を軀幹障害優位型、下肢障害優位型、両者の混合型に分類できることを示した。いずれも対象患者を一括した平均値の差による比較ではなく、個々の症例が全体のなかで相対的にどのような位置を示しているのかを起点とした障害特性の抽出と種々のパラメータとの比較が重要である<sup>4)</sup>。また望月<sup>15)</sup>は、重心移動域と静的姿勢保持における重心動揺の比率から支持基底面におけるバランス予備能を定量的に表現しえる可能性を報告した。

切断患者の姿勢バランスについて、石川ら<sup>16)</sup>は左骨盤半側切断例のクロステストの経時変化を報告し、重心位置の対称性と左右方向への移動域の拡大が経時的に獲得されることを示した。また近年では、足関節部捻挫や膝関節の靭帯損傷患者に対するバランス訓練の重要性が指摘されており、スポーツ外傷などで発生する傷害の予防には高速度での姿勢バランスの再教育が不可欠であることが認識されつつある。

転倒による大腿骨頸部骨折患者の潜在的な感覚障害や統合部の機能低下を定量的に捉えることは困難な状況であるが、臨床所見からその病態を抽出する検査法の開発は今後の大きな課題の一つであろう。

## おわりに

各患者さんの望ましい姿勢バランスとは何かを十分に吟味することによって、何を計ればよいかとその評価尺度は自ずと明らかになってくる。

姿勢バランスの評価は平衡反射に呪縛されることなく、随意運動の中で相対化された調節機構を捉えることが肝要である。この過程が厳密に吟味されると、それに見合う機器の選択と検査が一定の妥当性を持ち、定性・定量的検査を相互に比較して矛盾なく全体像を描くことが可能になると思われる。定量的評価は単に数値を保存する手段ではなく、定性的評価では明らかになりにくい潜在構造を明らかにする指向が求められる。

これまで本邦では優れた研究成果が少なからず報告さ

れているが、標準的に吟味された検査法は北米に比べて極端に少なく、今後は組織的に標準的なテストバッテリーの作成に力を注ぐことも重要である。このことによって大数としての知見の集積や各要素の相互関係を吟味することが可能になると考えられる。

さらに一方では、定量的な解析を一層進めて臨床で実用的な指標づくりを目指すことが肝要で、洗練された簡便な評価法は最終的な日々の臨床へ大きなインパクトを与えることになる。

稿を終えるにあたり、発表の機会を与えて下さった、中島敏和研修会長と司会の丸山仁司先生に厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 萬年 甫 (編訳) : バランスキー. 東大出版会, 1992, pp 155-246.
- 2) 内山 靖 : 重心動揺計. 理学療法 11 : 459-466, 1994.
- 3) Massion J : Movement, posture and equilibrium: interaction and coordination. Prog Neurobiol 38 : 33-56, 1993.
- 4) 内山 靖 : 姿勢の調節. 理学療法科学 10 : 221-231, 1995.
- 5) Allison L : Balance disorder. Neurological Rehabilitation (ed Umphred D), Mosby, Sait Louis, 1995, pp 802-837.
- 6) Nashner LM : Posturographic testing, Handbook of Balance Function Testing (eds Jacobson GP et al), Mosby, 1993, pp 259-334.
- 7) Cole B, Finch E, et al : Physical Rehabilitation Outcome Measures (ed. Basmajian J), Canadian Physiotherapy Association, 1994, pp 38-79.
- 8) 内山 靖・永田辰 : 高齢者の健康・体力——平衡機能——. ヒューマンサイエンス 9 : 49-57, 1996.
- 9) 前田 清 : 老年者の運動とQOL. Gerontology 7 : 285-291, 1995.
- 10) 吉元洋一 : 脳卒中片麻痺患者の視覚性立ち直り反応と歩行能力. 理学療法学 18 : 413-419, 1991.
- 11) 沼田憲治・川名隆治・他 : 左・右片麻痺患者間における体幹バランスの差異. 理学療法学 15 : 19-26, 1988.
- 12) 網本 和 : 半側空間無視へのリハビリテーションアプローチ. リハ医学 33 : 544-548, 1996.
- 13) 石塚和重・月村泰治 : 脳性麻痺児の重心図. 理学療法ジャーナル 25 : 101-106, 1991.
- 14) 吉尾雅春 : 片麻痺の頸, 体幹, 骨盤の運動検査法の試作. 理・作療法 15 : 831-839, 1980.
- 15) 望月 久 : 神経疾患と姿勢調節. 理学療法ジャーナル 30 : 311-315, 1996.
- 16) 石川 朗・武藤美穂子・他 : 平衡機能検査を目的とした Cross test の有効性. 理学療法学 21 : 186-194, 1994.