観察による歩行分析の信頼性と正確性について

Reliability and Accuracy of Observational Gait Analysis

盆子原秀三¹⁾ 山本 澄子²⁾

SHUZO BONKOHARA, RPT¹⁾, SUMIKO YAMAMOTO²⁾

¹⁾ Ryotokugigakuen Vocational College of Rehabilitation, Department of Physical Therapy: 2-18-5 Ryogoku, Sumida-ku, Tokyo 130-0026, Japan. TEL +81 3-5638-8885

²⁾ International University of Health and Welfare

Rigakuryoho Kagaku 23(6): 747-752, 2008. Submitted Apr. 11, 2008. Accepted Jul. 2, 2008.

ABSTRACT: [Purpose] The object of this study was to clarify the reliability and accuracy of observational ability in gait analysis. [Subjects] The subjects were 24 second year and 26 fourth year physical therapy training school students, and 20 physical therapists. [Methods] Changes in gait of healthy persons due to differences in cadence and gaits imitating disabilities were observed on video, and we asked the subjects to identify the three phases of the gait cycle through angular movements of the joints. We also asked them to guess the causes of the gaits imitating disabilities. [Results] Observation of the hip extension angle in the terminal stance was the easiest, and observation of the knee flexion angle in the initializing phase was difficult, a tendency that was apparent across all 3 groups of subjects. The physical therapists focused on the disabilities and accurately listed their causes. [Conclusion] It is clear that the effect of experience is not the ability to observe and discriminate between joint movements, rather it is the ability to recognize them and judge them as deviated movements, and identify the causes of them.

Key words: observation, gait analysis, experience

要旨: [目的] 本研究は歩行分析における観察能力の信頼性と正確性を明らかにすることを目的とした。[対象] 理学療法士（以下、PT）養成学校学生群（2年学生群24名、4年学生群26名）とPT群20名とした。[方法] ケーデンスの違いによる健常歩行の変化、模擬障害設定による歩行をビデオで観察し、歩行周期中の3つの相での関節の動きを角度として読み取るようにした。また模擬的に障害設定した歩行の原因を推定するように指示した。[結果] ターミナルスタンスでの股伸展角度が最も観察し易く、イニシャルスイングでの膝屈曲角度は観察し難く、その傾向は3群とも同様であった。PT群は障害部位に着目し原因について明確に列挙していた。[結語] 経験は、関節の動きを見て識別する能力ではなく、それを認識して逸脱動作として判断し、原因を絞り込む能力に影響していることが明らかになった。

キーワード: 観察, 歩行分析, 経験

¹⁾ 了徳寺学園リハビリテーション専門学校 リハビリテーション科: 東京都墨田区両国二丁目十八番五号 (〒130-0026) TEL 03-5638-8885

²⁾ 国際医療福祉大学

受付日 2008年4月11日 受理日 2008年7月2日

I. はじめに

観察による歩行分析とは、Rancho Los Amigos Hospital のPerry らを中心にOGIG (Observational Gait Instructor Group) によって体系化されたもので、観察により歩行の評価診断と運動プログラムまでをシステムティックに行う手法である¹⁾。実際の臨床での歩行分析は日常的に利用されているが、個々の観察者においてその手法は様々であり、その正確性を支持するエビデンスは不足しているのが現状である²⁻⁶⁾。その理由は、もともと視覚的な観察には誤差が大きく、セラピストの経験が大きく影響しているためと推測される。MacGinly ら⁷⁾の報告によると、基本的な観察の能力にはPTの経験の差は無いとのことであるが、はたしてそうであるなら一般的に称される熟練した観察眼とはいったい何を示しているのか、という疑問が生じる。

本研究の目的は、歩行分析の手法が臨床また教育場で有用に活用されるために、観察能力を検証し、その信頼性、正確性を検討することである。第一にビデオでの観察による歩行分析についての観察者内信頼性、第二に関節角度の実測値と観察による読み取り角度との比較による正確性、第三に歩行分析の経験による影響について検討した。

II. 対象と方法

1. 対象

観察者として調査対象としたのは理学療法士の養成学校2年学生群24名(男16女8:平均年齢26.5歳)、4年学生群26名(男20女6:平均年齢28.5歳)ならびに理学療法士群20名(男20女8:平均年齢33.1歳、以下PT群と略す)の3群であった。2年学生群は歩行に関する科目が未履修であり、4年学生群は総合臨床実習を終了した学生であった。またPT群はすべて総合病院に在籍しており、平均経験年数7.9年(0.5~31年)、歩行分析の経験の有無に関しては、頻度は少ないが行っているが8名、日常頻繁に行っている者が8名、解析分析機器などの経験を有している者が4名であった。

この研究の趣旨を観察者に説明し同意を得た。また結果を個人が特定できる形で公表しないことを説明した。

2. 方法

観察能力を客観的に把握するため、歩行中の関節角度を読み取るという課題を観察者に指示した。事前に

図1 観察用ビデオの構成

観察対象をビデオに撮り、データの信頼性や正確性を検討するためにいくつかの段階的な課題を設定し、観察用ビデオを作製した。

観察用ビデオの構成を図1に示した。①静的な状態での角度の認識および修正については、二つの直線がなす角度を画面上で5秒間静止させた状態において、視覚的にその角度の読み取りを行わせた。また直後に正解角度を観察者に提示した。提示した映像は3種類とし基準線を水平にした場合と鉛直にした場合、また中間位の角度とした(図2-a)。②観察で着目する歩行の相とその角度を図2-bに示す。観察肢はすべて右下肢とした。矢状面での1歩行周期の中で、観察する相と各関節角度は以下の3つを選択した。

- ・ターミナルスタンスでの股関節伸展角度
- ・プレスイングでの中足指節関節が最大伸展時点での足底と床とがなす角度
- ・イニシャルスイングでの膝関節屈曲角度

③マーカーを貼付していない状態での3つのケージンスにおける歩行の観察とチェックシート記載。④マーカーを貼付した状態で3つのケージンスにおける歩行の観察とチェックシート記載。⑤模擬障害設定における歩行の観察では、模擬障害設定Aは骨盤から大腿前面にかけて伸縮性のあるテーピングテープで固定し股関節の伸展を制限した。設定Bは大腿後面から下腿後面にかけて同様のテープで固定し膝関節の伸展を制限した。3回繰り返した後に各相の関節角度を読み取るように指示した。観察者には設定内容については知らせない状態で行った。⑥模擬障害設定による歩行を再度各5回繰り返して、歩容に対するアンケートを行った。

図2-a 静的角度の認識 (例)

ターミナルスタンス プレッシング イニシャルスイング

図2-b 着目する相と各関節角度

ビデオ撮影された観察の対象は健康男性1名(23歳, 身長165 cm, 体重78 kg)とし上半身はランニングウェア, 下半身はスパッツを着用し裸足とした。ビデオカメラを車台に載せ, 対象者のほぼ身体重心の高さに設定した。撮影時は歩行速度に応じてカメラを移動した。歩行速度は3つのケーデンス80, 100, 120 steps/minとしてそれぞれ「遅い」, 「普通」, 「速い」とした。マーカーを貼付していない状態, ならびにマーカーを貼付(肩峰, 大転子, 膝裂隙中央, 外果, 第五中足骨骨頭)した状態で3つのケーデンスでの健康歩行を撮影し, さらに模擬障害を設定した状態の歩行をビデオで撮影した。歩行路は10 mとし, それぞれの歩行の収録は定常状態になった歩行開始2~3 mから停止の2~3 m前までのものを使用した。

観察用ビデオは各観察する相の関節角度ごとに3つのケーデンスの歩行を無作為に並び替えた。まず連続した3つのケーデンスの歩行の後, 観察する相と関節角度を指示した。同じ速度の歩行を3回繰り返した後回答する間をおいた。全体として9つのセクションに分けて作成した。

ビデオでの観察の前に, 着目してもらいたい歩行周期の相と各関節角度について十分に説明を繰り返した。観察はプロジェクターにてスクリーン(縦1.5 m横2 m)

に映写し, 同時に観察する観察者は十数人とした。テープのストップ, スローモーションなどの機能は使用しないものとした。1回の観察には観察者の記載を含め30~40分を要した。

観察者はビデオの進行に従い, 各関節の参考可動域が表示されたビジュアルアナログスケールにて所定のチェックシートを使用して, 観察された関節角度をチェックするように指示した。無作為に並び替えた3つのケーデンスによる歩容に対し, それぞれ指示された動きを観察した。識別された角度を縦線でチェックし, これを観察値とした。

模擬障害設定の歩行に関してのアンケートは観察した逸脱部位について優先順に列挙し, それぞれの原因について自由記載するように指示した。

観察者内の信頼性については1ヶ月後, 無作為に再び並び替えたビデオにより, 同一観察者に対し再度, 観察してもらった。正確性についてはビデオ画像上で, 各相での関節角度をゴニオメーターで計測した値を実測値として, 観察値と実測値との差の絶対値を誤差角度とした。統計的処理では, 観察者内信頼性は第1回目の観察値と第2回目の値の相関係数で表した。誤差角度は, 3つの関節角度間, あるいは群間において一元配置分散分析, 多重比較検定を行い, アンケートの質問項目についてはカイ二乗検定を用いた。統計用ソフトはStatViewJ-5.0を使用した。危険率は5%未満で有意とした。

III. 結 果

静止画面での2つの直線がなす角度の読み取りでは, 中間位での誤差角度が水平, 鉛直を基準線とした誤差角度に比して有意に大きい値を認めた ($p<0.05$)。また各角度において群間での差は認められなかった。

図3に2年学生群における遅い速度での一回目と1ヵ月後の観察値の関係を示した。全体的な相関係数は0.69と正の相関を認め, 各角度においては足底屈角度, 股関節伸展角度ではそれぞれ相関係数が0.67, 0.44であった。膝関節角度では遅い速度での相関は認められなかったが, 普通(100 steps/min), 速い速度(120 steps/min)において, それぞれ0.60, 0.52と正の相関を認めた ($p<0.05$)。実測値と観察値との関係については, 膝屈曲の観察値は実測値に比べ低く分布しており, 股伸展の観察値は高い値に分布していた。この傾向は他群においても同様の結果であった。各群での関節における相関係数は全体的には相関係数0.69~0.85 ($p<0.05$)であった(表1)。

図3 観察者内の信頼性

表1 各群間での相関係数

	遅い 80 steps/min	普通 100 steps/min	速い 120 steps/min
2 年学生群	0.69	0.72	0.79
4 年学生群	0.75	0.77	0.85
PT 群	0.72	0.76	0.78

観察値の正確性は誤差角度により検討した。マーカーを貼付していない場合において、4 年学生群の普通速度での観察値誤差角度（表2）は、ミッドスイングでの膝屈曲誤差角度がプレスイングでの足底屈誤差角度、ならびにターミナルスタンスでの股伸展誤差角度に比して有意に大きく、また足底屈誤差角度はターミナルス

タンスでの股伸展誤差角度より有意に大きい値を示した。この傾向は遅い、また速い速度でも同様の結果となった。また速い速度での膝屈曲角度の誤差は遅い速度に比して有意に大きい値を示した。その他の関節誤差角度においては速度による差は認められなかった。

マーカーを貼付した場合の観察値誤差角度に与える影響については、2 年学生群での速い速度において、マーカー貼付をした方がしていない時より膝屈曲誤差角度が有意に小さい値となった（表3）。他の速度についての有意差は認められなかった。このことは各群においても同様の結果が認められた。

PT 群での臨床経験年数と観察値誤差角度との関係、および個々の対象者における日常の歩行分析の頻度と観察値誤差角度との関係については統計学的に有意な関係は認められなかった。

表2 健常歩行ならびに模擬障害設定による観察値誤差角度

	足底屈	股伸展	膝屈曲
健常歩行（4 年学生群） （マーカー貼付なし） 普通速度（100 steps/min）	11.0 ± 9.9	6.3 ± 4.8	27.8 ± 11.8
	*		*
模擬障害設定 A 群（PT 群） （股関節伸展制限）	16.1 ± 12.6	13.8 ± 10.3	26.5 ± 13.0
	*		*
模擬障害設定 B 群（PT 群） （膝関節伸展制限）	18.0 ± 14.7	9.5 ± 8.8	9.5 ± 8.8
	*		*

(* : p<0.05)

表3 マーカー貼付の有無による観察値誤差角度

	(2 年学生群 n=24)	
	マーカーなし	マーカーあり
足底屈	15.8 ± 13.0	18.9 ± 15.1
股伸展	6.6 ± 4.0	10.0 ± 8.5
膝屈曲	46.2 ± 17.0	35.0 ± 17.6
	p<0.05	

(120 steps/min)

表4 第一番目に変化を観察した部位（模擬障害設定A）

	手の振り	体幹	股関節	膝関節	足関節
2年学生群	15.0	15.0	60.0	5.0	5.0
4年学生群	11.5	3.8	61.5	15.4	7.7
PT群	5.9	35.3	29.4	11.8	17.6

(百分率)

模擬障害設定Aの股関節伸展を制限した場合、PT群では股伸展および足底屈誤差角度が膝屈曲誤差角度に比して有意に小さい値が認められ、設定Bの膝伸展を制限した場合では、足底屈誤差角度は股伸展および膝屈曲誤差角度に比して有意に大きい値が認められた(表2)。また各群間では膝屈曲誤差角度についてPT群が他の群より誤差角度が有意に小さい値を示した。

模擬障害設定の歩行についてのアンケート調査では、設定Aを観察し、第一番目に着目した部位についての結果を表4に示した。股関節伸展の逸脱動作については各群で着目していたが、PT群は特に体幹（骨盤を含む）に着目していた。これについては、着目部位を体幹とそれ以外の部位に分け、それぞれの着目した人数において群間でカイ二乗独立性の検定をおこなった(表5-a)。結果、PT群では、他群に比べて着目した部位のなかで体幹を占める割合が有意に高かった。次にその逸脱動作の原因は何かの質問に対して、股関節、体幹に着目した人のうち、股伸展制限と骨盤前傾に原因があるとした人数において群間でのカイ二乗独立性の検定をおこなった(表5-b)。これによるとPT群では、2年学生群に比べて原因を股伸展制限また骨盤前傾とした人の割合が有意に高かった。設定Bの模擬障害については各群とも股伸展の逸脱動作に着目したが、PT群と4年学生群は膝についての割合が多くなった。膝とそれ以外の部位とに分けカイ二乗独立性の検定を行った結

果、PT群と2年学生群との間において有意な差が認められた($p<0.05$)。またその原因についてPT群では膝・股関節の動きに着目した13人の内、膝関節伸展制限と答えた人が9人と多くの割合を占めていた。

IV. 考 察

観察による歩行分析には逸脱した動きを識別し、さらにその動きを認識して原因を絞り込む過程を有している。本研究では動きの識別の過程において、静的な状態での角度、また歩行中での動的な状態での関節の角度について、観察者での信頼性および正確性についての検討をおこなった。認識の過程においては、模擬障害を設定し観察を行いアンケート調査により、原因の絞込みの過程で臨床的な経験が与える影響について明らかにしようと試みた。

静的な状態での基準線を用いた角度の設定に対する識別では、理学療法の教育課程においては関節可動域計測などの教科において角度の識別がなされていくが、臨床的な経験によってその識別に差が生じているかを知ることを目的とした。また生じているとすれば、動的な状態での角度の読み取りの前にそれらの角度の正解値を示すことにより、各群間での角度の識別に補正を行う必要がある。静止画面での2つの線がなす角度について中間位での誤差角度が水平、鉛直を基準線とした誤差に比して有意に大きい値を認めたことにより、もともと空間において水平線や鉛直線の基準がある方が角度を読み取り易いのではないかと考える。また各角度において各群間での有意な差はなく、静的な角度の識別には臨床的な経験は影響していないと考えられる。

歩行中での動的な状態での関節の動きに対する識別では、観察者内の信頼性は全体的に相関係数が0.69から0.85と正の相関を認めた。しかし実測値と観察値の

表5 模擬障害設定A（股伸展制限）でのアンケート結果

a) 体幹ならび体幹以外に着目した人数

	体幹	体幹以外
2年学生群	2	22
4年学生群	1	25
PT群	6	11

*]

*: $p<0.05$

b) 原因を股伸展制限、骨盤前傾とした人数

	股関節、体幹を 着目した人数	股伸展制限、骨盤前傾 を原因とした人数
2年学生群	14	2
4年学生群	15	9
PT群	11	10

*]

分布をみると、足底屈角度はばらつきがあり、股伸展角度は実測値より高い値で分布し、膝屈曲角度は実測値より低い値で分布していた。これは観察者が股伸展角度を大きく、また膝屈曲角度を小さく読み取っていたことを示している。このように観察者の各相での関節角度の読み取りに特徴が認められた。

観察値の正確性については、イニシャルスイングでの膝関節の動きは観察し難く、ターミナルスタンスでの股伸展角度は観察し易いと考えられる。静的角度の識別の結果と同様に、ターミナルスタンスでの股伸展角度のように体幹という鉛直の基準線の存在が観察し易さに影響を与えているのではないかと考える。しかし足底屈角度は地面という水平線の存在にもかかわらず、足底という移動線が短いと観察し難かったのではないかと推測する。

骨標点へのマーカー貼付により観察し易くなったのはイニシャルスイングの膝屈曲角度のみであり、他の相の関節角度には影響がなかった。鉛直や水平線という基準線がないような角度の場合において、マーカーを貼付することによって観察し易くなる可能性はあると考える。

PTの臨床経験年数と観察値誤差角度とには統計学的な関係は認められなかったことから、今回の各相の各関節角度を読み取る能力、すなわち見て識別する能力には経験年数の影響はなかったと考える。

模擬障害設定では、股伸展と膝伸展制限の両方の障害設定においてターミナルスタンスでの股伸展角度は観察し易く、イニシャルスイングでの膝屈曲角度は観察しにくい傾向となった。これは障害を設定した状態でも健常歩行での観察と同様な傾向が認められていると考える。またPT群では股伸展制限の設定では、他群に比してターミナルスタンスでの股伸展、さらに膝伸展制限の設定ではイニシャルスイングでの膝屈曲誤差角度が有意に小さいことから、理学療法士は障害設定部位の動きをより一層観察できていると考える。

その動きを認識して原因を絞り込む過程では、2つの模擬障害を観察しアンケート調査をおこなった。模擬障害設定はいずれもターミナルスタンスでの股関節に逸脱した動きを有しているが、その障害設定の部位は異なっている。その差について観察者の判断する能

力を調査した。各群とも両方の障害設定においてターミナルスタンスでの股関節の動きに着目している人の割合が大きかった。また股伸展制限の障害設定の場合、PT群ではその原因を股伸展制限に加え、体幹、特に骨盤前傾と列挙した人が多くいた。さらに膝伸展制限の障害設定の場合では、PT群では股伸展制限に加え膝伸展制限を原因に挙げた人が多くいた。このことは、PT群は一つの逸脱した動きだけではなく、それに関連した代償的な動きに対しても観察できていることを表しているのではないかと考える。すなわち原因の絞り込みの過程において、代償動作との関連した知識が影響していると推測される。

今後の課題としては、観察中の視覚の配置がどのようにおこなわれているのかと共に、分析の過程についてさらに言及することにより歩行分析の熟練さについて研究を進めていきたいと考える。

謝辞 稿を終えるに当たり、今回の研究に協力を頂いた臨床現場の理学療法士の方々、了徳寺学園リハビリテーション専門学校の学生諸君には幾度も調査にご協力していただき感謝いたします。

引用文献

- 1) Gotz-Neumann K: 観察による歩行分析. 月城慶一, 山本澄子, 盆子原秀三 (訳), 医学書院, 東京, 2005.
- 2) Miyazaki S, Kubota T: Quantification of gait abnormalities on the basis of a continuous foot-force measurement: correlation between quantitative indices and visual rating. *Medi Biol Eng Comput*, 1984, **22**: 70-76.
- 3) Saleh M, Murdoch G: In defense of gait analysis. *J Bone Joint Surg Br*, 1985, **67**: 237-241.
- 4) Patla A, Clouse S: Visual assessment of human gait: reliability and validity. *Rehabil Res*, 1988, October: 87-96.
- 5) Eastkack ME, Arridson J, Snyder-Macler L, et al.: Interrater reliability of videotaped observational gait analysis assessment. *Phys Ther*, 1991, **71**: 465-472.
- 6) Krebs DE, Edelstein JE, Fishman S: Reliability of observational kinematic gait analysis. *Phys Ther*, 1985, **65**: 1027-1033.
- 7) McGinley JL, Glodie PA, Greenwood KM, et al.: Accuracy and reliability of observational gait analysis data: Judgments of push-off in gait after stroke. *Phys Ther*, 2003, **83**: 146-160.