背臥位および立位における骨盤側方傾斜測定信頼性

—被験者の姿勢の再現性や検者の測定誤差を含めた検討—

*Reliability of Measurements of Pelvic Lateral Tilt in the Supine and Standing Positions:
Rater's Measurement error and Reproducibility of Subject's Posture*

神谷 晃央¹⁾ 名越 央樹²⁾ 竹井 仁³⁾

AKIO KAMIYA, RPT¹⁾, HIROKI NAGOYA, RPT²⁾, HITOSHI TAKEI, RPT, PhD³⁾

¹⁾ Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Kinjo University: 1200 Kasama-machi, Hakusan-city, Ishikawa 924-8511, Japan. TEL +81 76-276-4400 E-mail kamiya@kinjo.ac.jp

²⁾ St. Luke's International Hospital

³⁾ Graduate School of Human Health Science, Tokyo Metropolitan University

Rigakuryoho Kagaku 25(6): 919-922, 2010. Submitted Jun. 11, 2010. Accepted Jul. 22, 2010.

ABSTRACT: [Purpose] The purpose of this study was to verify the reliability of measurements of pelvic lateral tilt and clinical utility, including rater's measurement error and reproducibility of subject's posture. [Subjects] In this study, 10 healthy subjects (10 male; aged 19 to 23) participated from whom informed consent was received. [Methods] We measured pelvic lateral tilt in 4 static postures (supine, standing with feet together, apart feet and feet wide apart) using a goniometer and a inclinometer. Two investigators measured pelvic lateral tilt in all positions. To estimate intra-rater and inter-rater reliability, the intra-class correlation coefficient (ICC) was calculated for the experimental data. [Results] Intra-rater reliabilities ranged from 0.652(ICC1,1)/0.790(ICC1,2) for standing with feet together to 0.886/0.940 for standing with the feet wide apart. Inter-rater reliabilities ranged from 0.784(ICC2,1)/0.879(ICC2,2) for standing with feet apart to 0.884/0.938 for the supine position. [Conclusion] We conclude that this measurement method has reasonable reliability and clinical utility.

Key words: pelvic tilt, reliability, frontal plane

要旨:〔目的〕臨床における実用的な骨盤側方傾斜角度測定の信頼性を検討するため、ランドマークに起因する誤差や被験者に起因する誤差も含めた上で、背臥位や立位における実用的な骨盤側方傾斜角度の検者内および検者間信頼性を検討した。〔対象〕同意の得られた健康成人男性10名。〔方法〕背臥位では東大式ゴニオメータを、立位では各立位姿勢（閉脚立位・肩幅開脚立位・肩幅二倍開脚立位）において、傾斜計をそれぞれ使用して骨盤側方傾斜角度を測定した。それぞれ検者2名が測定し、級内相関係数（以下；ICC）を用いて測定値の検者内信頼性と検者間信頼性を検討した。〔結果〕ICC（1,1）、ICC（1,2）は閉脚立位でのそれぞれの値、0.652、0.790から肩幅二倍開脚立位でのそれぞれの値0.886、0.940の範囲内にあった。また、ICC（2,1）、ICC（2,2）は肩幅開脚立位でのそれぞれの値0.784、0.879から背臥位でのそれぞれの値0.884、0.938の範囲内にあった。〔結語〕本法は良好な信頼性が得られたため、実用的な骨盤側方傾斜の角度測定法となり得る。

キーワード: 骨盤傾斜, 信頼性, 前額面

¹⁾ 金城大学 医療健康学部理学療法学科：石川県白山市笠間町1200（〒924-8511）TEL 076-276-4400

²⁾ 聖路加国際病院 リハビリテーション科

³⁾ 首都大学東京 人間健康科学研究科

I. はじめに

前額面における骨盤側方傾斜角度の測定は臨床研究に使用されている。その測定には、立位において、両側の涙痕を結ぶ線と水平線とのなす角度を用いて測定する方法¹⁾などのX線を用いた手法、前額面における動画撮影にて両側の上前腸骨棘を結んだ線と画像上の基準線とのなす角度を測定する方法²⁾や市販の2次元動作解析システムを用いた方法³⁾などの2次元的手法、さらには両側の上前腸骨棘に反射マーカを貼付し、踵接地時のマーカラインを基準として三次元動作解析装置を用いて動的に測定する方法⁴⁾が含まれる。これらの測定方法の信頼性については次のようである。

X線の使用は当然ながら高い信頼性・妥当性となる。しかし、健常者においてX線を用いた骨盤傾斜角度の測定は被験者の同意を得にくく研究安全倫理の問題もあり現実的ではなく、また簡便性にも欠ける。動画や画像を用いた2次元動作解析の信頼性についての過去の報告では、一般可能性係数 $G \geq 0.9$ 以上を満たす条件は1名の検者で1回測定したときであり、 $G \geq 0.95$ 以上を満たす条件は1名の検者で3回以上測定した時、または2名の検者で1回測定した時である。これらの条件であれば検者内および検者間信頼性は問題とならないことが報告⁵⁾されている。また、芥川ら⁶⁾も画像上のランドマーク間の角度解析における検者内および検者間信頼性において、級内相関係数 (Intraclass Correlation Coefficient ; 以下 ICC) は高いことを示している。しかし、これらの信頼性の検討はランドマークの同定に起因する誤差や、被験者自身の真の姿勢変化などの被験者に起因する誤差については含まれていないため、実際の測定時に生じる信頼性とは異なる。一方、三次元動作解析装置を用いた測定は2次元測定に生じるレンズの歪みの影響や低サンプリングレートの問題は生じず、より客観的かつ精度の高い測定が行える。しかし、貼り付けしたマーカの位置測定で問題となる軟部組織による測定点のズレの問題⁷⁾は生じてしまう。マーカの配置に起因する誤差や被験者による要因も含めた3次元動作分析装置における運動学的データの検者内および検者間信頼性の検討では矢状面・前額面・水平面の各面の運動において Coefficient of Multiple Correlation は0.729～0.994であったと報告⁸⁾しており、検者がマーカ設置に習熟することにより、マーカ配置に起因する変動性を最小限にする必要がある⁸⁾と述べている。

以上のことから、信頼性を高くするためには、実用的な2次元や3次元の測定においてもランドマークを同

定する精度を高める必要がある。そのため、静的で局所的な骨盤側方傾斜の測定においては、ランドマークを直接触れて確認しながら測定できる、ゴニオメータや傾斜計を用いた方法の方がより簡便かつ正確に骨盤側方傾斜を測定できると考えている。また、骨盤側方傾斜角度は股関節の内・外転位置によって軟部組織の伸張度が影響するため値が変わる^{9,10)}。そのため骨盤側方傾斜角度は、閉脚立位・肩幅開脚立位・肩幅二倍開脚立位の各肢位において測定することで軟部組織による影響を調べることができる。

以上から、臨床における実用的な骨盤側方傾斜角度測定の信頼性を確かめるため、ランドマークに起因する誤差や被験者に起因する誤差も含めた上で背臥位や立位などの各肢位における骨盤側方傾斜角度の検者内および検者間信頼性を検討したので報告する。

II. 対象と方法

1. 対象

本研究は首都大学東京研究安全倫理委員会の承認(承認番号07022)の下で実施した。対象は同意の得られた整形外科疾患の既往のない健常成人男性10名で、平均年齢は22 (19-23) 歳であった。身長と体重の平均値と標準偏差は、 173.2 ± 4.0 cm・ 67.6 ± 5.4 kgであった。

2. 方法

検者Aは臨床経験7年の理学療法士男性で、検者Bは理学療法養成校の4年生男性であった。測定に際して、測定方法を統一するべく十分に練習を行った上で測定を開始した。検者Aは被験者に対して各肢位における骨盤側方傾斜角度の測定を一日以上空けて2回測定し検者内信頼性を検討した。また、検者Bにおいても各肢位における骨盤側方傾斜角度の測定を行い、検者間信頼性を検討した。検者Bの測定は、数例を除き検者Aの測定と同日に行った。

各肢位における骨盤側方傾斜角度の測定方法について以下に記述する。背臥位での測定については、縦・横のラインが引いてある方眼マット上で東大式ゴニオメータを使用し、両側上前腸骨棘(以下; ASIS)を結ぶ線と方眼マットの横のラインとの角度を測定した。先行研究¹¹⁾にならい、測定結果は1度単位にて測定した。測定ASISは内側下端の部位を触診するように統一した。背臥位となる場合にはマットの直線と身体の体軸が一致するように姿勢を主観的に調節するよう指示した。

表1 各肢位での骨盤側方傾斜測定の級内相関係数

		背臥位	開脚立位	肩幅開脚立位	肩幅二倍開脚立位
検者内信頼性 (n=10)	ICC(1,1)	0.763 (0.327-0.934)	0.652 (0.114-0.899)	0.871 (0.588-0.966)	0.886 (0.629-0.970)
	ICC(1,2)	0.866 (0.492-0.966)	0.790 (0.205-0.947)	0.931 (0.740-0.983)	0.940 (0.773-0.985)
検者間信頼性 (n=10)	ICC(2,1)	0.884 (0.623-0.969)	0.867 (0.560-0.965)	0.784 (0.349-0.941)	0.811 (0.398-0.950)
	ICC(2,2)	0.938 (0.768-0.984)	0.929 (0.718-0.982)	0.879 (0.518-0.970)	0.896 (0.569-0.974)

括弧内は95%信頼区間

立位での測定は、閉脚立位・肩幅開脚立位・肩幅二倍開脚立位の3つの肢位で行った。肩幅は両側肩峰角の距離とし、その幅と足部両外側縁との距離が等しくなるよう開脚量を調整した。足部の内転・外転は0度に配置した。骨盤側方傾斜角度の測定は、両側ASISを結ぶ線と水平線との角度について傾斜計（マルチレベルA-300；シンワ測定製）を金属製直定規（シンワ測定製）にマグネットで固定し、1度単位で測定した。

検者内信頼性はICC（1,1）および（1,2）を用いて検討した。単一測定であるICC（1,1）と平均測定であるICC（1,2）の両方測定した理由は、単一測定と平均測定においてICCがどの程度変化するかを検討するためである。また同様に、検者間信頼性はICC（2,1）および（2,2）を用いて検討した。これら統計処理にはSPSS17.0Jを使用した。

III. 結 果

各肢位における骨盤側方傾斜測定のICCおよび95%信頼区間を表1に示す。検者内信頼性を示すICC（1,1）、ICC（1,2）は閉脚立位でのそれぞれの値、0.652、0.790から肩幅二倍開脚立位でのそれぞれの値、0.886、0.940の範囲内にあった。また、検者間信頼性を示すICC（2,1）、ICC（2,2）は肩幅開脚立位でのそれぞれの値、0.784、0.879から背臥位でのそれぞれの値0.884、0.938の範囲内にあった。

IV. 考 察

ICCの評価基準として、0.6以上は「可」、0.7以上は「良」、0.8以上は「優」¹²⁾という報告がある。また、ICCの判定基準について、諸研究をまとめると0.7以上であれば信頼性が高い¹³⁾とされている。今回の測定においては、閉脚立位での0.652においては「可」であり、他は0.7以上であったため「良」以上の高い信頼性であったと考える。ICCの欠点として被験者の個人差が大き

いデータでは検者の個人差や誤差が相対的に小さくなって係数値は高くなる¹³⁾。今回測定したICCは、骨盤側方傾斜角度に著明な差のない被験者を対象にしている。そのため値としてはプラスマイナス3度程度の個人差の非常に少ない範囲における値の信頼性を求めている。よって、ICCは非常に低くなりやすい条件での係数値であることを述べておく必要がある。

村田ら¹¹⁾は、工業分野にて頻繁に使用されている傾斜角度計を用いて簡便に関節可動域測定を行いその再現性と妥当性について検証した結果、高い再現性と妥当性が確認され、しかも基本軸や移動軸などの専門知識の必要なしに簡便に測定できる点で有効であると報告している。このように傾斜角度計を用いた身体計測¹⁴⁻¹⁷⁾は頻繁におこなわれている。傾斜計を用いて、三角形の板に直接もしくは20 cm離して一辺の角度を測定した場合の誤差は0.14度から0.57度の範囲であり非常に精度が高い¹⁸⁾。一方で、ゴニオメータを用いた関節可動域測定においては、報告によって異なるものの測定誤差は4から5度¹⁹⁾と言われており、誤差として影響する主要因は代償動作や最終域感の不明瞭さ²⁰⁾である。しかし、これは関節可動域測定においてゴニオメータを用いた時である。今回の場合は骨指標となるランドマークを直接触れながら測定したため、関節可動域測定の時に生じる代償や最終域感の不明瞭さに伴う誤差は生じない。そのため、今回のようにランドマークをゴニオメータで測定する場合は、傾斜計と同等の信頼性があると考えた。

本法は直接ランドマークに触れて確認しながら測定できる点で優れている。動画や画像による測定ではランドマークにシールやマーカを貼り付けてからさらに画像上で角度を同定するステップが加わるため、画像上で測定する分の誤差がプラスされる。逆に制限として、動的な測定や複数個所の同時測定については不可能である。また、肥満を呈する被験者の場合については上前腸骨棘の同定が難しく²¹⁾なるため、誤差の原因となりやすい。さらに、上前腸骨棘のランドマークを一致させて練習を積み重ねれば高い信頼性は得られに

くい。

以上のように、前額面における骨盤側方傾斜角度の背臥位および各立位肢位における信頼性は高く、被験者に起因する誤差やランドマークの同定に関する誤差を合わせても比較的高いICCが得られたことから、臨床においても簡便かつ実用的に測定できる骨盤側方傾斜角度の測定法であるといえる。今後は股関節の可動域制限のある股関節疾患患者に対して、立位における肢位の違いによる骨盤側方傾斜角度を測定するなどの臨床において本計測法を使用していく予定である。

引用文献

- 1) 春藤基之, 増田武志, 菅野大己・他: THAによる骨盤側方傾斜の変化. 北海道整形災害外科学会雑誌, 2006, **48**(1): 88-89.
- 2) 加藤 浩, 奥村晃司, 今田 健・他: 動画でみる変形性股関節症患者の臨床動作分析. 理学療法, 2007, **24**(8): 1060-1070.
- 3) 中俣 修, 新田 収, 竹井 仁・他: 片足立位における上部体幹および骨盤の前額面上の変化. 理学療法学会第32回学会特別号, 1997, **24**: 441.
- 4) 加藤 浩, 神宮司誠也, 岩本幸英・他: 股関節疾患患者の三次元跛行解析—骨盤傾斜角・回旋角・側方移動距離に対する中殿筋の動的EMG周波数特性の意義—. 理学療法科学, 2004, **31**(7): 426-432.
- 5) 対馬栄輝, 石田水里, Nenchev DN: デジタル画像上の角度測定における検者間・検者内信頼性. 理学療法科学, 2003, **13**(3): 167-171.
- 6) 芥川知彰, 西上智彦, 榎 勇人・他: 2次元での簡易的な身体角度計測の信頼性—臨床普及の観点から—. 理学療法科学, 2007, **22**(3): 369-372.
- 7) 郭 丹, 丸山仁司: 測量手法を用いた空間位置計測装置の信頼性と妥当性. 理学療法科学, 2008, **23**(1): 121-124.
- 8) Tsushima H, Morris EM, McGinley J: Test-retest reliability and inter-tester reliability of kinematic data from a Three-dimensional gait analysis system. J Japanese Physical Therapy Association, 2003, **6**: 9-17.
- 9) 福井 勉: 姿勢のバイオメカニクス. 理学療法, 2007, **24**: 123-132.
- 10) Sahrman SA: 運動機能障害症候群のマネジメント—理学療法評価・MSBアプローチ・ADL指導—. 医歯薬出版, 東京, 2005, p145.
- 11) 村田 伸, 宮副孝茂: 傾斜角度計による関節可動域測定. 理学療法科学, 2003, **18**(3): 153-157.
- 12) 桑原洋一, 齋藤俊弘, 稲垣義明: 検者内および検者間のReliability (再現性, 信頼性) の検討. 呼吸と循環, 1993, **41**: 945-951.
- 13) 対馬栄輝: SPSSで学ぶ医療系データ解析. 東京図書, 東京, 2007, pp212-213.
- 14) Bierma-Zeinstra SM, Bohnen AM, Ramlal R, et al.: Comparison between two devices for measuring hip joint motions. Clin Rehabil, 1998, **12**(6): 497-505.
- 15) Saur PM, Ensink FB, Frese K, et al.: Lumber range of motion: reliability and validity of the inclinometer technique in the clinical measurement of trunk flexibility. Spine, 1996, **21**(11): 1332-1338.
- 16) 重島晃史, 坂上 昇: 関節可動域測定における傾斜計の同時的妥当性と再現性. 高知リハビリテーション学院紀要, 2005, **7**: 39-46.
- 17) 重島晃史, 坂上 昇, 山本 巖: 関節可動域測定における傾斜計の有用性—検者間信頼性と測定時間の検討—. 高知県理学療法, 2007, **14**: 45-50.
- 18) 神谷晃史, 木村 朗, 竹井 仁: オイル式レベルメーターを用いた角度測定の検者間信頼性. 金城大学紀要, 2009, **9**: 97-101.
- 19) 加藤宗規, 高橋輝雄, 山本康稔・他: 臨床における関節可動域測定. 理学療法進歩と展望, 1999, **14**: 9-13.
- 20) 安田 修, 村上忠洋, 柘植英明・他: 関節可動域測定の信頼性—関節とその運動方向別における検討—. 日本私立医科大学理学療法学会誌, 2006, **23**: 45-47.
- 21) Moriguchi CS, Carnaz L, Silva LC, et al.: Reliability of intra- and inter-rater palpation discrepancy and estimation of its effects on joint angle measurements. Man Ther, 2008, **14**(3): 299-305.