

原著

デジタル傾斜計を用いた胸椎後彎角の評価方法の妥当性

大村 颯太^{1*} 横山 茂樹¹¹京都橘大学大学院 健康科学研究科

要旨

〔目的〕胸椎後彎の程度を把握することは、高齢者および腰部や頸部などに傷害を抱える者にとって重要である。脊柱アライメントの簡便な評価方法として、デジタル傾斜計を用いた評価方法が報告されている。しかし、脊柱を指標とした小型デジタル傾斜計による胸椎後彎角の測定方法に関する妥当性は報告されていない。そこで、本研究の目的は、脊柱を指標とした小型デジタル傾斜計を用いた胸椎後彎角の評価法に関する妥当性について調査することである。〔対象と方法〕対象は健常男性7名とした。検者がデジタル傾斜計およびSpinal Mouseを用い対象者の胸椎後彎角を2回ずつ測定し、その平均値を算出した。それぞれの測定結果をもとに、Pearsonの積率相関係数を求め、2種類の機器で測定した平均値の関連性を調べた。〔結果〕胸椎後彎角の平均値はデジタル傾斜計で $30.5 \pm 2.8^\circ$ 、Spinal Mouseで $36.3 \pm 5.1^\circ$ であった。デジタル傾斜計およびSpinal Mouseで得られた値の相関係数は0.78を示した。〔結語〕デジタル傾斜計による胸椎後彎角の測定は、Spinal Mouseとの基準連関妥当性が認められ、臨床で活用できる可能性が示された。今後は円背をもつ高齢者での測定や他の傾斜計との比較なども行う必要がある。デジタル傾斜計は臨床で簡便に使用できる器具であり、今後の臨床応用が期待できる。

受付日 2021年2月3日

採択日 2021年4月8日

*責任著者

*大村 颯太, PT
京都橘大学大学院 健康科学研究科

E-mail: pt.so.0819@gmail.com

キーワード

デジタル傾斜計, 胸椎後彎角,
妥当性

はじめに

脊柱後彎変形は加齢に伴う代表的な姿勢変化であり¹⁾,特に高齢者では胸椎後彎が増大する²⁾。胸椎後彎の増大は、バランス能力の低下³⁾,下肢筋力⁴⁾や運動耐容能の低下⁵⁾など身体機能との関連性が取り上げられている。さらに胸椎後彎は頸椎や腰椎の彎曲とも関連しており、頸部痛や腰痛の一要因になる可能性もある⁶⁻⁸⁾。このようなことから胸椎後彎の程度を把握することは、高齢者および腰部や頸部などに傷害を抱える者にとって重要である。

一般的に脊柱アライメントの評価方法としてレントゲン画像やデジタルカメラによる画像解析が用いられている⁹⁻¹²⁾。しかし、レントゲン撮影は理学療法士が扱えず、画像解析に関しても臨床の中で計測する場合には準備に時間を要するなど、実施する上の制約も大きい。脊柱アライメントを評価する他の方法として、Spinal Mouse¹³⁻¹⁵⁾や自在曲線定

規^{16,17)},に関する報告が散見される。しかし、Spinal Mouseで正確な評価を行うには、頸椎から仙椎まで安定してトレースする検者側の技術が求められる。さらに、Spinal Mouseは測定器の他に付属のパーソナルコンピューターなどの準備に手間がかかる。自在曲線定規に関しても、測定後に用紙に転写する作業があり時間を要する。一方、簡便な方法として、デジタル傾斜計による脊柱アライメントの評価方法についても報告されている^{18,19)}。

デジタル傾斜計は、建築業などで簡便に傾斜度を測定する機器であり、理学療法領域においても腰椎や胸椎の可動性を評価できる機器として紹介されている^{20,21)}。平田らはデジタル傾斜計を用いた胸椎後彎の評価方法は、デジタルカメラによる画像解析との基準連関妥当性を認めることを報告¹⁹⁾しており、臨床で簡便に胸椎後彎を評価する方法として示している。しかし、平田らの測定方法では15.5cm長

のデジタル傾斜計を第 6, 第 7 頸椎棘突起と第 11, 第 12 胸椎棘突起に当てて計測しており, 椎体間を詳細に計測するには不適切であることが考えられる. また, Suzuki ら¹⁸⁾は大型のデジタル傾斜計を胸骨にあてて姿勢を計測しており, 直接的に傾斜計を胸椎に当てる方法を採用していない. そのため, 胸郭の形状を姿勢分析に含んでおり, 胸椎に焦点をあてた測定方法にはなっていない. このようにデジタル傾斜計を用いた胸椎後彎に関して, 計測部位や使用する傾斜計といった測定方法はさまざまであることから, 測定条件に関する基礎的研究を行う必要がある.

そこで本研究の目的は, 測定センサーの幅が短く, 胸椎を直接指標にできるデジタル傾斜計を用いた胸椎後彎角の評価方法に関して, Spinal Mouse による評価法との関連性を検証することで, その妥当性を明らかにすることである. この点を明らかにすることによって, 臨床で簡便に胸椎後彎を評価する方法として, デジタル傾斜計の有用性を示すことができると考えられる.

対象

対象は健常男性 7 名 (年齢: 26.9±1.9 歳/ 身長: 171.9±6.6 cm/ 体重: 65.4±8.1kg/ BMI: 21.7±1.5) であった. 取込基準は, 健常な男性とした. 除外基準は, 整形外科的および神経学的疾患を有する者, 脊柱に変形を有する者, 3 か月以内に脊柱に関連する疼痛を有する者とした.

方法

胸椎後彎の評価として, デジタル傾斜計 (シンワ社製/ デジタルアングルメーター) および Spinal Mouse (インデックス有限会社製) を使用した. 運動器疾患を中心に既往歴や疼痛の有無について対面によるアンケート調査により情報収集した.

デジタル傾斜計の測定方法は解剖学的立位姿勢を基準とし, はじめに第 1 胸椎棘突起 (以下, Th1) に傾斜計の上端を合わせ, 床面からの垂直線に対する Th1 の前傾角度を測定した. 次に第 12 胸椎棘突起 (以下, Th12) に傾斜計の下端を合わせ, 床面からの垂直線に対する Th12 の後傾角度を測定した. Th1 および Th12 の測定した値を加算したものを胸椎後彎角とした (Fig. 1). デジタル傾斜計を当てる位置について, Th1 は被検者に頸椎屈曲を行わせて同定した. Th12 は腸骨稜からヤコビー線を目安に第 4 腰椎棘突起から上位に棘突起を順番に辿り同定した.

Spinal Mouse の測定方法は解剖学的立位姿勢を基準とし, 第 7 頸椎棘突起 (以下, C7) および第 3 仙椎 (以下, S3) をマーキングした上で C7 から S3 までの棘突起上を頭側から尾側へ移動させて測定した. Spinal Mouse における胸椎後彎角は Th1/Th2 間から Th11/Th12 間までの 11 箇

所の各椎体間の角度の総和とした.

どちらの測定も被検者にはリラックスした立位姿勢をとるよう指示した. 服装は肌着 1 枚とした.

検者は臨床経験 5 年目の理学療法士とした. 被検者 7 名に対して, 両機器の測定を各々 2 回ずつ実施し, 2 回の平均値を算出した. 測定は同一日に実施した.

統計的解析には SPSS (Ver. 24) を用い, デジタル傾斜計および Spinal Mouse における胸椎後彎角の関連性を調査するために, Pearson の積率相関係数を求めた. さらに, デジタル傾斜計および Spinal Mouse で得られた 2 つの測定値における加算誤差および比例誤差の有無を検討するために, Bland-Altman 分析を行った. また, 2 値の平均値の差を y 軸, 2 値の平均値を x 軸とする散布図 (Bland-Altman plot) を作成した (Fig. 2). 加算誤差は測定値の差の平均の 95% 信頼区間を算出し, 区間が 0 を含まない場合, 加算誤差が存在すると判断した²²⁾. 比例誤差は Bland-Altman 分析における Pearson の相関係数を算出し, 有意水準 5% にて有意な相関が認められた場合, 比例誤差が存在すると判断した²²⁾. また, 測定時の誤差の許容範囲である「誤差の許容範囲 (limits of agreement: 以下 LOA)」を算出した²²⁾.

本研究は京都橘大学研究倫理委員会の承認 (承認番号 19-45) を得て実施した. なお, 研究開始時に各被検者に対して, 研究内容などの説明を行い書面にて同意を得た.

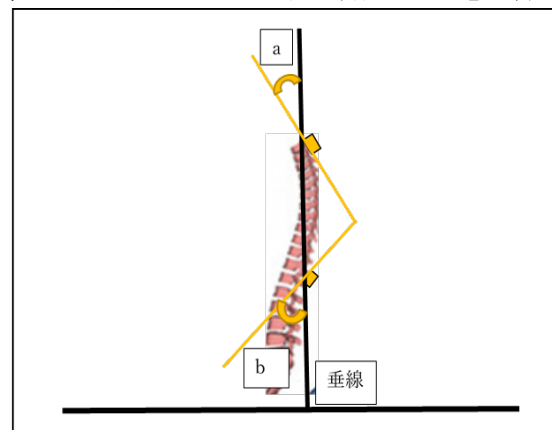


Fig. 1 Thoracic kyphosis angle (a: Th1 Forward tilt angle, b: Th12 Backward tilt angle)

結果

デジタル傾斜計および Spinal Mouse の測定結果を Table1 に示した. デジタル傾斜計は 30.5±2.8°, Spinal Mouse は 36.3±5.1°であった. デジタル傾斜計および Spinal Mouse で得られた値の相関分析および Bland-Altman 分析の結果をそれぞれ Table2, Table3 に示した. 相関係数は $r=0.78$ ($p<0.05$) を示し, Bland-Altman 分析では比例誤差は認めず, 加算誤差のみを認めた.

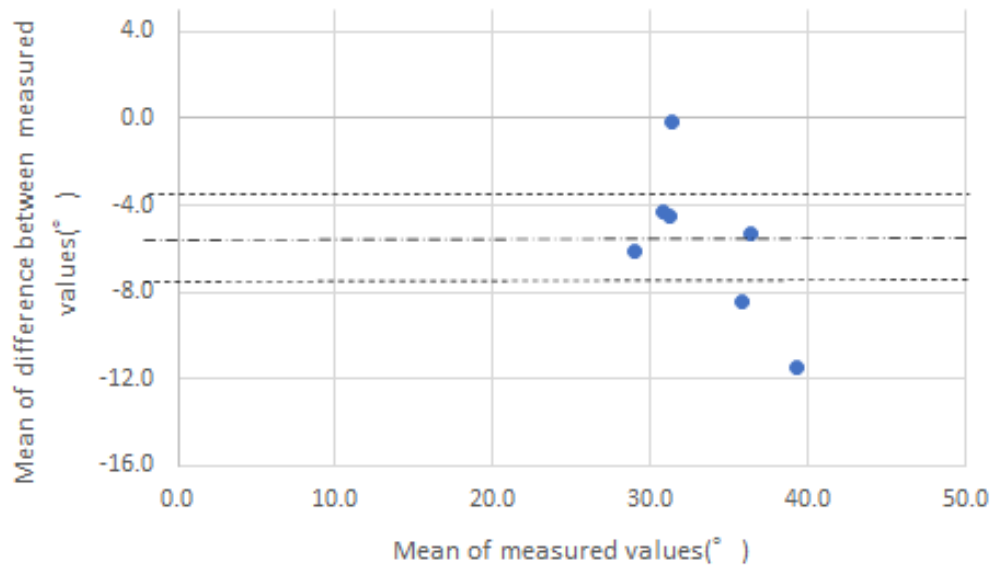


Fig. 2 The Bland-Altman plot

Dashed line: Mean of difference two measurement Dotted line: LOA (limits of agreement)

	Thoracic kyphosis(mean ± SD)
Digital inclinometer	30.5 ± 2.8
Spinal Mouse	36.3 ± 5.1

	Spinal Mouse
Digital inclinometer	0.78
p < 0.05	

fixed bias		Proportional bias		LOA
95% CI	With or Without	Correlation coefficient	With or Without	
0.25~2.5	exist	-0.69	none	-3.9 ~ -7.6

考察

本研究の結果から、デジタル傾斜計と Spinal Mouse での胸椎後彎角の評価方法の関係性について、有意な相関 ($r=0.78$, $p<0.05$) が認められた。脊柱アライメントの評価方法として、Spinal Mouse はその信頼性や妥当性が報告^{13, 15)}されており、今回の結果からデジタル傾斜計は Spinal Mouse との基準関連妥当性が示された。一方、Bland-Altman 分析においては、加算誤差が認められ、デジタル傾斜計を用いた評価法は Spinal Mouse で得られた胸椎後彎角よりも低値を示す傾向が認められた。この要因として、これらの方法による胸椎後彎角の算出方法が考えられる。デジタル傾斜計は Th1 および Th12 の床面からの垂直線に対する 2 箇所への傾きを合計して算出するのに対し、Spinal Mouse では Th1/Th2 間から Th11/Th12 間までの 11 箇所各椎体間の角度の合計を算出している。これらの異なる算出方法の影響により、デジタル傾斜計の方が低値を示し

ていることが考えられる。さらに傾斜計を用いた胸椎後彎角の報告として、平田ら¹⁹⁾は平均年齢 20.2 歳の健康女性を対象に 15.5cm 長のデジタル傾斜計で測定した結果、 $36.0 \pm 7.7^\circ$ という値を示し、Lewis²³⁾らは平均年齢 32 歳の健康な男女を対象にアナログ傾斜計を用いた結果、 $35.5 \pm 6.0^\circ$ という値を示している。これらの先行研究では妥当性や信頼性も報告されている。本研究では平均年齢 26.9 歳の健康男性を対象とした結果、 $30.5 \pm 2.8^\circ$ という値を示していた。このように先行研究と比較して今回の結果では平均値が 6° 程度小さくなっているものの標準偏差は約 $3 \sim 4^\circ$ 小さな値となっていた。この点について、対象の性別や年齢は異なるものの、傾斜計の計測面の幅の狭い傾斜計では、長いものと比較して実測値が小さくなる傾向となるものの、ばらつきは小さくなる傾向にあった。しかしながら小型のデジタル傾斜計は Spinal Mouse と比較して携帯性に優れて測定方法も簡便であることから、Spinal Mouse との相違点を考慮して



臨床で活用できる可能性があると考えられた。

円背姿勢や腰痛患者の脊柱アライメントを評価することは、異常姿勢の程度や疼痛発生メカニズムを推測する上で重要である。デジタル傾斜計は Spinal Mouse よりも低値を示す傾向にあるが、安価かつ簡易に測定可能な小型の傾斜計は臨床現場においても利用しやすい。とくに立位時における胸椎後彎は、円背姿勢の程度や肩関節運動に与える影響を及ぼすこと^{24, 25)}から、簡便かつ正確に測定できることが求められる。今回の結果、デジタル傾斜計による評価法の妥当性が認められたことで、臨床で活用できる可能性が示された。

今後の課題として、デジタル傾斜計による評価方法の検者内・検者間信頼性などの検証を行うことで、臨床に応用できるか検討していく必要がある。今回、評価者は臨床経験5年目の理学療法士であった。このことを考慮すると、触診技能の低い新人セラピストや学生が評価として用いた場合、妥当性が得られ難い可能性が予測される。このため、測定手順に関するマニュアル作成などの対策を立てる必要がある。今回の測定は健常男性に留まっており、高齢者や円背を有する者、腰痛患者に対する妥当性の検討も必要である。しかし、デジタル傾斜計は臨床で簡便に使用できる器具であり、今後の臨床応用が期待できる。

利益相反

本論文に関して、開示すべき利益相反はない。

謝辞

本研究を実施するにあたり、参加を了承頂いた対象の皆様へ深く感謝致します。

文献

- 丸山 仁司: 老人の評価. 理学療法科学, 12: 141-147, 1997.
- 勝田 治己, 古川 良三: 体幹機能 老人の姿勢と体幹機能. 理学療法ジャーナル, 25: 82-87, 1991.
- 坂光 徹彦, 浦辺 幸夫, 山本 圭彦: 脊柱後彎変形とバランス能力および歩行能力の関係. 理学療法科学, 22: 489-494, 2007.
- 甲斐 義浩, 村田 伸, 大田尾 浩・他: 地域在住女性高齢者の脊椎加齢変化と下肢筋力との関連. 理学療法科学, 24: 45-48, 2009.
- 草苺 佳子, 佐々木 誠: 円背姿勢が呼吸循環反応ならびに運動耐容能に及ぼす影響. 理学療法科学, 18: 187-191, 2003.
- 高島 弘幸, 黄金 勲矢, 押切 勉・他: 慢性腰痛患者における腰痛関連因子の解析. J Musculoskelet Pain Res, 11: 182-186, 2019.
- 尾崎 純, 脇元 幸一, 渡邊 純・他: 青年～壮年期における慢性疼痛患者と健常人との胸椎彎曲特性の比較. 慢性疼痛, 30: 103-108, 2011.
- 堀本 祥惟, 栗原 良平, 嵩下 敏文・他: 全脊柱 X 線像を用いた頸椎前彎アライメントと胸椎彎曲アライメントの関係性. 静岡理療士会学術誌: 23-27, 2017.
- Dimar JR, Carreon LY, Labelle H, et al.: Intra and inter observer reliability of determining radiographic sagittal parameters of the spine and pelvis using a manual and a computer assisted methods. Eur. Spine J, 17: 1373-1379, 2008.
- Dunk NM, Lalonde J, Callaghan JP: Implications for the use of postural analysis as a clinical diagnostic tool: reliability of quantifying upright standing spinal postures from photographic images. J. Manipulative Physiol, Ther, 28: 386-392, 2005.
- Smith A, O Sullivan P, Straker L: Classification of sagittal thoraco lumbo pelvic alignment of the adolescent spine in standing and its relationship to low back pain. Spine, 33: 2101-2107, 2008.
- Vaz G, Roussouly P, Berthonnaud E, et al.: Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine. Eur. Spine J, 11: 80-87, 2002.
- 宮崎 純弥, 荒川 千秋, 鈴木 秀次・他: Spinal Mouse を使用した脊柱彎曲角度測定 of the 再現性 Reproducibility of Spinal Curve Angle Measurements Using Spinal Mouse. 理学療法科学, 25: 223-226, 2010.
- 白田 梨奈, 佐藤 みつ子: スパイナルマウスを用いた青年期の立位姿勢の評価. Yamanashi Nursing Journal, 5: 2, 2007.
- 谷澤 真, 飯田 尚裕, 飛永 敬志・他: 成人脊柱変形症に対するスパイナルマウスを用いた脊柱矢状面アライメント評価の妥当性. 理学療法, 22: 21-24, 2015.
- 金田 恵子, 久家 直巳, 鈴木 健: 自在曲線定規を用いた腰椎部可動性の測定における測定者内信頼性の検討. 東北理学療法学 10: 63-67, 1998.
- 寺垣 康裕, 新谷 和文, 末木 恒治・他: 脊柱後彎評価を目的とした座位円背指数計測の信頼性と妥当性. 理学療法科学, 19: 137-140, 2004.
- Suzuki Y, Kamide N, Mizuno K, et al.: Validity and Reliability of Evaluation of Posture Using a Digital Inclination Meter. J Phys Ther Sci, 23: 431-435, 2011.
- 平田 大勝, 矢倉 千昭, 岡 真一郎・他: デジタル傾斜計を用いた胸椎後彎角の測定. 理学療法科学, 27: 115-118, 2012.



- 20) Mac Dermid JC, Arumugam V, Vincent JI, et al.: The reliability and validity of the computerized double inclinometer in measuring lumbar mobility. *Open Orthop. J*, 8: 355-360, 2014.
- 21) Bucke J, Spencer S, Fawcett L, et al.: Validity of the Digital Inclinometer and iPhone When Measuring Thoracic Spine Rotation. *J. Athl Train*, 52: 820-825, 2017.
- 22) 下井 俊典: 評価の絶対信頼性. *理学療法科学*, 26: 451-461, 2011.
- 23) Lewis JS, Valentine RE: Clinical measurement of the thoracic kyphosis. a study of the intra rater reliability in subjects with and without shoulder pain. *BMC musculoskeletal disorders*, 11(1): 39, 2010.
- 24) 甲斐 義浩, 村田 伸, 堀江 淳: 上肢挙上角と脊柱彎曲角との関係 健常成人における検討. *理学療法科学*, 25: 19-22, 2010.
- 25) 甲斐 義浩, 村田 伸, 中江 祐輔・他: 拘縮肩患者における上肢挙上運動と脊柱彎曲角との関係. *総合リハビリテーション*, 39: 71-74, 2011.



Original article

Validity of Evaluation of Thoracic Kyphosis Angle with the Digital Inclinometer

Sota OMURA^{1*} Shigeki YOKOYAMA¹¹Department of Health Sciences, Graduate School of Health Sciences, Kyoto Tachibana University, 34 Yamada-cho, Oyake, Yamashina-ku, Kyoto 607-8175, Japan

ABSTRACT

[Purpose] Evaluation of thoracic kyphosis is important in the elderly and those with injuries in the lumbar region and the neck. An evaluation method using the digital inclinometer was reported as a simple evaluation method for spinal alignment. However, the validity of the method for measuring the thoracic kyphosis angle using a small digital inclinometer with the spine as the indicator has not yet been reported. Therefore, the purpose of this study was to investigate the validity of the evaluation method of thoracic kyphosis using a small digital inclinometer with the spine as the index. **[Subjects and Methods]** The study included seven healthy men. The angle of the thoracic kyphosis of the subjects was measured twice by the examiner using a digital inclinometer and the spinal mouse, and then, the average was calculated. Based on the results of each measurement, Pearson's product-moment correlation coefficient was calculated, and the relationship between the mean values measured was investigated. **[Result]** The mean values of the thoracic kyphosis angle for the digital inclinometer and Spinal Mouse was $30.5 \pm 2.8^\circ$ and $36.3 \pm 5.1^\circ$, respectively. The correlation coefficient of the values obtained with the digital inclinometer and spinal mouse was 0.78 was observed. **[Conclusion]** The digital inclinometer measurement of the thoracic kyphosis angle was confirmed to have validity, and its clinical applicability was demonstrated. It should also be verified for elderly people with a round spine and compared with other inclinometers. The digital inclinometer is an instrument that can be easily used clinically and is expected to be applied clinically in the future.

Key words: digital inclinometer, thoracic kyphosis angle, validity