

## 【研究論文】

# 初学者によるデジタル画像を用いた 角度測定の精度および信頼性

根地嶋 誠<sup>1)</sup>, 影山 哲也<sup>2)</sup>, 澤田 将宏<sup>3)</sup>

1) 聖隷クリストファー大学リハビリテーション学部理学療法学科

2) 常葉大学リハビリテーション病院リハビリテーション科

3) こぼり整形外科クリニックリハビリテーション科

E-mail: makoto-n@seirei.ac.jp

## Accuracy and Reliability of Angle Measurement Using Digital Images: The Case of Students as Examiners

Makoto Nejishima<sup>1)</sup>, Tetsuya Kageyama<sup>2)</sup>, Masahiro Sawada<sup>3)</sup>

1) Division of Physical Therapy, School of Rehabilitation Sciences, Seirei Christopher Univ,  
Shizuoka, Japan

2) Dept of Rehabilitation, Tokoha Univ Rehabilitation Hospital, Shizuoka, Japan

3) Dept of Rehabilitation, Kobori Orthopedic Clinic, Shizuoka, Japan

### 要旨

〔目的〕本研究の目的は、0.5度刻みで設定した被写体に対し、学生が検査者となった場合、デジタル画像解析による角度測定の精度を検証することである。

〔対象と方法〕検査者は大学生10名とした。デジタルカメラで撮影した被写体は、89.0度、89.5度、90.0度、90.5度、91.0度の5条件を設定したモデルとした。得られたデジタル画像に対し、各条件で3回の角度測定を行った。

〔結果〕すべての検査者において、測定値は、いずれの設定条件でも設定角度の大きい条件は小さい条件より大きかった。また、各条件間で有意な差を認めた。絶対誤差は、平均  $0.16 \pm 0.05$  度であった。級内相関係数 ICC (1, 3) は 0.981-0.987 であった。

〔結語〕この研究では、デジタル画像解析が、大学生が測定しても、小さな変化を検出できる精度をもっていることが示唆された。

キーワード：デジタル画像, アライメント, 精度

Key words : digital photography, alignment, accuracy

## I. はじめに

理学療法の臨床現場においてアライメント（関節や骨の歪み・配列）評価は重要な項目のひとつである。愁訴者数の多い腰痛や頸部痛では、姿勢およびアライメント不良が発生の要因として指摘されているため（松平・竹下 2013）、アライメントを適切に評価することが求められている。臨床現場で行われるアライメント評価は、視診によることが多く主観的である。しかし、近年ではより客観的な評価が求められている。客観的な評価が求められる理由は、理学療法のエビデンスの構築に必要であり、2021年に発刊された「理学療法ガイドライン第2版」において改めて言及されている。したがって姿勢やアライメントを主観的な評価ではなく客観的に評価できれば、腰痛や頸部痛のメカニズムおよび理学療法介入による効果検証の質を高めることが期待できエビデンスの構築に寄与することができる。客観的なアライメントの測定方法として、従来単純 X 線や CT (Computed Tomography), MRI (Magnetic Resonance Imaging) が用いられてきた。これらの画像診断は、精度が高いとされているものの所用時間が必要であることや費用負担、放射線被曝 (Weber et al, 2012) などが問題となり、リハビリテーション職では容易に行うことはできない。さらにアライメント評価では小さな変化を捉えることが求められる。例えば骨盤アライメントでは成人の仙腸関節の回転角度は 0.6 度や 1.7 度との報告がある (Sturesson, Uden, A., & Vleeming, A. 2000) (Jacob, & Kissling, R. O.1995)。骨盤アライメントの変化が腰痛を生じる要因であるか、治療介入により骨盤アライメントが変化するか、その変化に伴い腰痛や身体機能が変化するかを検証するため

には、小さな角度を測定する必要がある。したがってリハビリテーションの現場でも精度が高く簡易に実施できるアライメント評価方法の確立が必要である。

リハビリテーションの現場で活用できる客観的なアライメント評価方法として、デジタル画像による方法が検討されている (Weber et al 2012) (Ruivo, Pezarat-Correia, P., & Carita, A. I. 2014)。これまでに、立位姿勢を前額面および矢状面で撮影し、頭部や体幹の傾き、骨盤の前後傾、膝の角度などの評価として用いられてきた (Ferreira et al 2011) (Ashnagar et al 2017) (松村他 2014)。このようなデジタル画像の測定に関する信頼性について、Moncrieff & Livingston, L. A. (2009) は、健康な若年成人男女 20 名を対象として実験した結果、検者内信頼性である級内相関係数は Q-angle で 0.458-0.845, 大腿脛骨角で 0.627-0.904 であることを報告し、信頼性にはばらつきが認められた。骨盤アライメントのようなわずかな変化を捉えることができるかといった観点での検証は不十分であり、検討の余地がある。

デジタル画像によるアライメント評価の精度は、検査者による解剖学的指標へのマーキング、撮影方法、測定するランドマークの数など複数の要因によって影響を受ける可能性がある (Moncrieff et al 2009)。デジタル画像による角度測定の一般的な手順として、ランドマークの同定 (解剖学的指標にマーカーを設置する、ペンで印を付けるなど)、デジタルカメラ等によるデジタル画像の取得、ソフトウェアによる角度測定の 3 工程に分けることができ、このとき検査者の技術力も関与する。Ashnagar Z et al (2017) は扁平足群と健常群の立位姿勢における下肢アライメントの信頼性を検討し、扁平足群 (級内相関係数 ICC : 0.79-0.93)、健常足

群 (ICC: 0.84-0.97) とともに良好な試験者内信頼性を示したことを報告した。このときの検査者は博士課程を修了して理学療法臨床を経験している者であった。つまり検査者が角度測定の注意すべきことや信頼性に関して認識をもっていることが推測され、結果的に高い信頼性を得られている可能性がある。一方、研究や臨床経験の少ない検査者が画像解析を行なった場合、同様に高い信頼性が認められるかどうか定かではない。これらのことから、各工程において誤差を生じるためそれぞれで精度を検証しなければならないこと、および検査者の影響を十分に考慮し精度の検証を進める必要がある。

以上より、アライメント評価として精度が高く誰でも容易に実施できる方法の確立が望まれる。そのためにはデジタル画像によるアライメント評価の精度について、小さな角度変化を捉えられるかどうか、検査者の技量が影響しないかなどを検証する必要がある。そこで本研究では、初学者でもアライメント評価を正確に実施することに寄与するために、学生が検査者となり、0.5度刻みの角度変化をさせたモデルを撮影してデジタル画像から角度測定を行い、初学者でもデジタル画像による角度測定で小さな変化を捉えることができるかを検証することとした。

## II. 対象と方法

### 1. 対象

測定を担当する検査者となるのは、研究活動およびデジタル画像での角度測定の経験がない理学療法学科の大学生10名(4年生, 男性3名, 女性7名)とした。検査者が行う内容は、パソコンでの角度測定であり、画面上で3点をクリックするという単純作業であるため、特別

な取り込み基準は設けなかった。除外基準として、何らかの疾患等により医師からパソコン操作を禁じられている者としたが、該当者はいなかった。

本研究は、聖隷クリストファー大学倫理委員会の承認を得て実施した(承認番号21053)。対象者には、研究の目的と研究方法及び倫理的配慮の説明を口頭と文書にて行った。その際、研究への参加は自由意志であること、いつでも中断できること、個人情報厳守し、本研究で得られたデータは研究以外の目的で使用しないこと、発表や論文作成においても決して個人が特定されることのないように実施すること、本研究を中断しても一切の不利益や支障がないことを説明した。

### 2. 方法

デジタル画像による角度測定モデルとして、金属製の角度計にランドマークとなるマーカーを貼付したものをを用いた(図1)。まず、角度計を三脚の雲台に、それぞれの中心が一致するように両面テープにより固定した。次に、角度計の左右に直径14mmのマーカーを両面テープにより設置しランドマークとした。左右のマーカーの位置は、雲台の中心から距離が一致していることを確認した。真の角度を設定するために、電子傾斜計(デジタル角度計MJ-1, サトテック, 精度 $\pm 0.1 \sim 0.2$ 度)を用いた。電子傾斜計は、左右のマーカーの中心に、本体の中心を一致させ、本体底面に備わっているマグネットで角度計に固定した。デジタル画像による角度算出のための基準線として、下げ振り(ピーキャッチ下げ振り100, TAJIMA)をランドマークの右側(デジタル画像では左側)に垂らした。

ランドマークの撮影には、デジタルカメラ

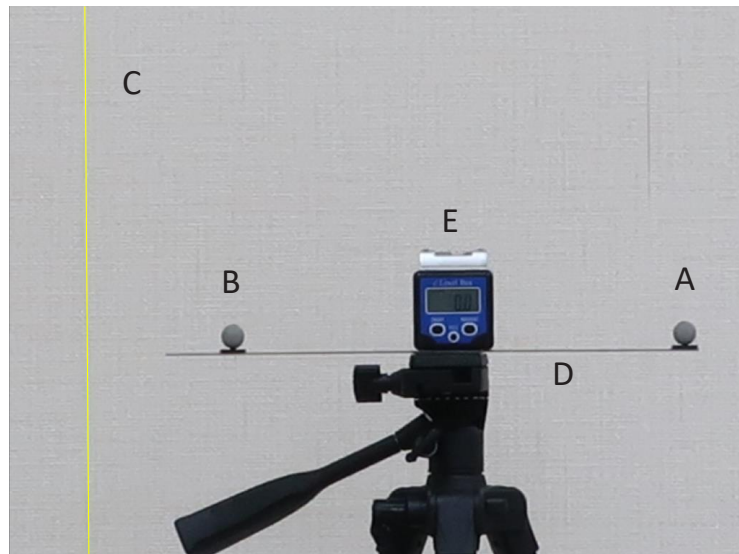


図1. デジタル画像による角度測定モデル

- A・B: 14mm のマーカー
- C: 下げ振りの糸
- D: 金属製の角度計
- E: 電子傾斜計



図2. カメラの設置方法

- A: 矢状面において、カメラ本体が床に直角になるよう設置した。またカメラ本体底面と床が平行であることを確認した。
- B: レンズの中央を被写体の中央が一致するようにカメラを設置した。またカメラのセンサーと左右のランドマークを結ぶ線が平行であることを確認した。

(PowerShot G9X Mark II, Canon) を用いた (図2)。カメラを三脚に取り付け、水平面ではカメラのセンサーと左右のランドマークを結ぶ線が平行であることを、矢状面ではカメラ本体底

面と床が平行であることを、傾斜計を用いて確認した。カメラの設置位置は、ランドマークからカメラ本体前縁までの距離を 3.0m とし、カ

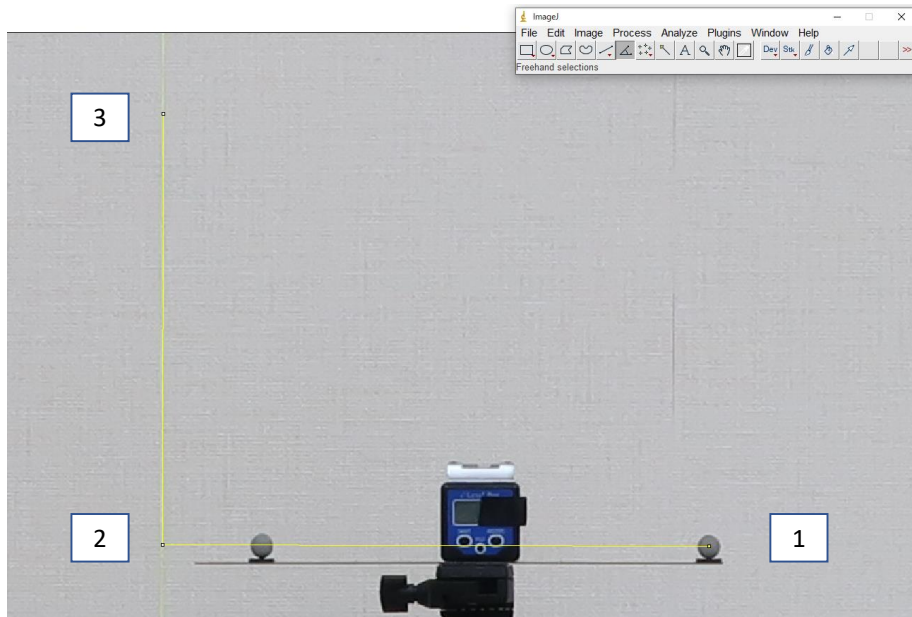


図3. デジタル画像による角度測定の算出方法

右のランドマークの中心からクリック (1) し, 左のランドマークの中心を通り下げ振りの交点まで直線を引くようにクリック (2) する. 次に下げ振り上の一点でクリック (3) することで, 角度を算出する.

メラのレンズの高さをランドマークと同じ高さになるように三脚で調整した. レンズの焦点距離は, 35mm 換算で広角端の 28mm, 絞りは F5.2, ピントはオートとし, 画素数および画質は  $3648 \times 2736$  画素の L ラージ, 縦横比は 4:3, ISO 感度は 400 に設定した.

角度計の撮影条件は, 角度計に設置した電子傾斜計により前額面上で -1.0 度, -0.5 度, 0.0 度, +0.5 度, +1.0 度に傾けた 5 条件とした. これは可動性が 0.6 ~ 1.7 度の骨盤の測定を想定するならば 0.5 度の角度を捉えられることが望まれるためである. 5 つの角度条件において 1 枚ずつ撮影し, 合計 5 枚のデジタル画像を得た. 解析時は, 下げ振りによる垂直線を基準とするため, 真の値は前額面上における 89.0 度, 89.5 度, 90.0 度, 90.5 度, 91.0 度になる.

撮影したデジタル画像から, 角度計に添付したマーカの傾斜角度を算出するために画像解析ソフト ImageJ 1.43u を用いた.

使用したモニタは 19 型液晶ディスプレイ (ProLiteE1906S-B1, iiyama) であり, 解像度は  $1280 \times 1024$  とした.

検査者である学生は, 各条件で撮影された 5 枚のデジタル画像について, ImageJ の角度計測機能を用い角度を算出した (図 3). 具体的には, 1) 画面上で右にあるランドマークの中央をクリック, 2) 左にあるランドマークの中央を通過するように線を伸ばし, 画面の左にある下げ振りとの交点をクリック, 3) 下げ振りと一致するように直線を伸ばし線上でクリックをした. クリックした位置がずれたと感じれば, やり直してよいことを指示した. 検査者には, 真の値は知らせず, 1 枚の画像につき 3 回の測定をした. デジタル画像の順番は昇降順や下降順にならないように, 検査者毎に変えた. 角度の測定の際, 画面上でデジタル画像を表示する倍率は 300% で統一した. 測定の前に一連の作業について説明して 1 度の練習操作を確認した

後、測定を実施した。

各撮影条件で得られた測定値は、3回の平均を代表値とした。各条件における真の値との誤差を示すために、真の値から測定値を引き絶対値として絶対誤差を求めた。絶対誤差も3回の平均を代表値とした。測定値と絶対誤差は、いずれも小数点第二位を四捨五入し小数点第一位までとした。ただし、各検査者および各条件における絶対誤差の平均は大小を判別するために小数点第二位まで示した。解析として、検者内信頼性を検討するために級内相関係数(1, 1), (2, 2)を、検者間信頼性を検討するために級内相関係数(2, 1)を求めた。5条件間で差が認められるかについては多重比較検定(チューキー法)を行った。いずれも正規性の検定(シャピロ・ウィルク検定)を事前に実施した。統計ソフトはIBM SPSS Statistics (ver.28)を使用し、有意水準は5%とした。

### Ⅲ. 結果

表1に各検査者の測定値を示す。各条件の測定値におけるシャピロ・ウィルク検定の結果、 $p > 0.05$ であり正規分布に従うことが確認された。すべての検査者の測定値で、真の値が大きい条件は小さい条件より大きく、89.0度より89.5度、89.5度より90.0度、90.0度より90.5度、90.5度より91.0度で角度が大きかった。測定値を各条件間で比較した結果、すべての条件間で有意な差を認めた(各条件間で $p < 0.01$ )。

表2は各検査者の絶対誤差を示す。絶対誤差の最小値は0.0度、最大値は0.4度であった。また絶対誤差の平均として89.5度の条件で $0.12 \pm 0.06$ 度と最も小さく、90.5度の条件で $0.21 \pm 0.11$ 度と最も大きかった。各検査者における絶対誤差の平均は、0.12～0.24度であった。

測定誤差の平均が最も小さかったNo.1と大きかったNo.2の測定値を用い、検者内信頼性

表1. 各検査者の測定値と条件間の比較結果

No.	89.0度	89.5度	90.0度	90.5度	91.0度
1	88.8	89.5	90.0	90.5	90.9
2	88.9	89.5	89.7	90.1	90.9
3	89.2	89.5	90.0	90.6	91.1
4	89.0	89.4	89.7	90.4	90.9
5	88.9	89.4	90.0	90.4	91.1
6	88.9	89.3	89.8	90.1	91.0
7	89.1	89.6	89.9	90.3	90.8
8	89.3	89.6	90.1	90.4	91.1
9	89.1	89.7	90.0	90.3	91.2
10	89.2	89.6	90.1	90.5	91.1
測定値 * †	$89.0 \pm 0.2$	$89.5 \pm 0.1$	$89.9 \pm 0.2$	$90.4 \pm 0.2$	$91.0 \pm 0.1$

単位：度

\*：平均値±標準偏差

†：チューキー法による89.0度と89.5度、89.5度と90.0度、90.0度と90.5度、90.5度と91.0度の比較 ( $p < 0.01$ )

表2. 各検査者における真の値との絶対誤差

No.	89.0度	89.5度	90.0度	90.5度	91.0度	平均
1	0.2	0.0	0.1	0.2	0.1	0.12
2	0.3	0.1	0.3	0.4	0.1	0.24
3	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.14
4	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.12
5	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.12
6	0.2	0.2	0.2	0.4	0.1	0.22
7	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.14
8	0.4	0.2	0.1	0.1	0.3	0.22
9	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.16
10	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.14
絶対誤差*	0.19±0.10	0.12±0.06	0.15±0.07	0.21±0.11	0.14±0.07	0.16±0.05

単位: 度

\*: 平均値±標準偏差

表3. 検査者No.1とNo.2による角度測定の内信賴性

	ICC(1, 1)	95%信賴区間 (下限値-上限値)	ICC(1, 3)	95%信賴区間 (下限値-上限値)
No.1	0.963	0.847-0.996	0.987	0.943-0.999
No.2	0.946	0.785-0.994	0.981	0.917-0.998

ICC: Intraclass correlation coefficients

表4. 角度測定の内信賴性

測定回数	ICC(2, 1)	95%信賴区間 (下限値-上限値)
1回目	0.935	0.815-0.992
2回目	0.926	0.799-0.991
3回目	0.930	0.806-0.991
3回の平均	0.964	0.888-0.996

ICC: Intraclass correlation coefficients

として級内相関係数を求めた (表 3)。いずれの検査者も ICC は 0.9 以上を示した (No.1, No.2 とも  $p < 0.01$ )。95%信頼区間の下限値では, ICC (1, 1) において No.1 は 0.847, No.2 は 0.785 であり, ICC (1, 3) ではそれぞれ 0.943, 0.917 であった。

検者間信頼性は表 4 に示した。1 回目から 3 回目の ICC (2, 1) は, 2 回目が 0.926 (95% 信頼区間 0.799-0.991) と最も低かったが, 3 回の平均値を用いた場合は 0.964 (95% 信頼区間 0.888-0.996) と最も高かった。

#### IV. 考察

本研究では, 0.5 度ずつ傾けたモデルを用い, デジタル画像による角度測定を学生が行った。その結果, 設定した角度の大小を間違えることなく測定を行うことができた。誤差の範囲は 0.0 ~ 0.4 度であり, 0.5 度を超える誤差はなかった。これらのことから, 本研究でおこなったデジタル画像による角度測定方法は, 初学者が測定を行っても 0.5 度の変化を捉えられることが示唆された。

デジタル画像によるアライメント評価のための角度測定には, ランドマークの同定, 被写体の撮影, ソフトウェアによる角度測定の 3 工程があり (Ferreira et al 2011), 本研究では, デジタル画像による角度測定に焦点を当てた。ランドマークの同定に関しては, モデルを作成しランドマークのずれが生じない条件とした。被写体の撮影については, カメラの設定条件を統一した。カメラの性能が影響する要因は, レンズでは焦点距離および歪曲収差, F 値, ISO, シャッタースピードが関与する。焦点距離が広角寄りだと, 画角の周辺がゆがみやすいが, 本研究では被写体が中央に位置するように

設定し歪みを最小限にとどめた。F 値が小さいと, 被写体深度が浅くなりボケの原因となるため, 数値を 5.2 に設定しボケを防止した。ISO が高いとノイズが増えランドマークの判別を困難にさせる可能性があったため, 400 に押さえノイズを防止した。そのためソフトウェアによる角度測定の影響に絞った検証が行えたと考えられる。

ソフトウェアによる角度測定には, パーソナルコンピュータ (PC) の操作と表示方法が測定値に影響を及ぼすことが考えられる。PC の操作は, 最適な位置でのクリックしなければ角度に誤差が生じる。本研究の場合は, 一つ目のランドマークの中心, 二つ目のランドマークの中心を通過して垂直線と交差する点, 垂直線上のある一点を正確にクリックする必要があった。表示方法については, ディスプレイの解像度と被写体の拡大の程度が影響する。解像度が低いと被写体を拡大表示したときにランドマークが鮮明に表示できない。本研究では, ディスプレイが 19 インチでありその解像度は 1280×1024, 拡大表示は 300% であった。以上の条件のもと, 初学者である学生が検査者として角度を測定しても, 0.5 度の変化で大小を間違えることなく, 絶対誤差を 0.12 ~ 0.21 度に収められることが明らかとなった。

今回の被写体では, 0.5 度ごとに角度の条件を設定した。一般的な関節可動域測定では, 5.0 度刻みで記録する。しかし, 例えば骨盤のアライメント変化は非常に小さく, 仙腸関節の可動域は 2.0 度程度である (Sturesson et al 2000) (Jacob et al 1995)。したがって 0.5 度という変化を検討することも意義深いことであり新規性となる。

信頼性の検討では, 絶対誤差の小さい者と大きい者の ICC を求めた。いずれも測定が 1 回



より3回の平均値を用いること ICC の値が高かった。特に絶対誤差の大きい検査者では、測定1回の ICC の95%信頼区間が0.785-0.994 と下限値が低くかった。3回の平均値では95%信頼区間の下限値が0.917になったことから、デジタル画像による角度測定では、3回の平均値を用いることが適切だと判断された。

本研究の限界として、実際の対象者にマーカーを設置した場合の信頼性は不明な点が上げられる。本研究では、モデルとなるマーカーとカメラを平行になるように設置した。実際のヒトで測定する場合、身体の回旋により奥行きが生じる可能性があるため、角度測定への影響が考えられる。また本研究では、モデルを用いソフトウェアによる角度計測に絞って精度の検証を行った。実施のヒトにおいてランドマークを同定しマーカーを設置する行程を含めた場合の信頼性についても検証が必要である。

今後、アライメント評価としてデジタル画像による角度測定は役立つ可能性がある。リハビリテーションの臨床および研究では、CT や MRI ほどの時間と経費を掛けずとも、簡易的な方法が求められる場面があるからである。簡易的な方法として、近年の AI の発達により動作をスマートフォン等で撮影することで自動的に関節を同定し、角度を算出することができつつある<sup>10, 11)</sup>。しかし、骨盤の傾斜や肩甲骨の位置などのアライメント評価では、触察しないと位置が分からない場合も少なくない。したがって、ランドマークの同定についてはまだ検査者の技術が必要であると考えられる。今後、実際にヒトを対象として、マーキング精度や角度測定における最小可検変化量などの絶対信頼性を検討する必要がある。加えて治療効果としてわずかなアライメント変化が疼痛や機能に及ぼす影響は明らかではないため、今後検討する必要

がある。

本研究では、デジタル画像によるアライメント評価の測定について、バイアスを可能な限り考慮し、ソフトウェアによる角度計測に絞って精度の検証を行った。その結果、学生が検査者となっても0.5度の変化を大小間違ふことなく測定できることが示唆された。本研究の結論は、デジタル画像を用いた角度測定では0.5度を判別する精度と信頼性があるとした。臨床現場でデジタル画像による角度測定を行う際、ランドマークの同定さえ正確であれば、撮影条件を一定にし、3回の測定値の平均を用いることが望ましいと考えられた。

## 利益相反

本研究における開示すべき COI はありません。

## 引用文献

- Ashnagar, Z., Hadian, M. R., Olyaei, G., Moghadam, S. T., Rezasoltani, A., Saeedi, H., ... Mahmoodi, R. (2017). Reliability of digital photography for assessing lower extremity alignment in individuals with flatfeet and normal feet types. *Journal of bodywork and movement therapies*, 21(3), 704-710.
- Ferreira, E. A., Duarte, M., Maldonado, E. P., Bersanetti, A. A., & Marques, A. P. (2011). Quantitative assessment of postural alignment in young adults based on photographs of anterior, posterior, and lateral views. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 34(6), 371-380.
- Jacob, H. A. C., & Kissling, R. O. (1995).

- The mobility of the sacroiliac joints in healthy volunteers between 20 and 50 years of age. *Clinical Biomechanics*, 10(7), 352-361.
- Moncrieff, M. J., & Livingston, L. A. (2009). Reliability of a digital-photographic-goniometric method for coronal-plane lower limb measurements. *Journal of sport rehabilitation*, 18(2), 296-315.
- Park, C., An, Y., Yoon, H., Park, I., Kim, K., & Cha, Y. (2022). Comparative accuracy of a shoulder range motion measurement sensor and Vicon 3D motion capture for shoulder abduction in frozen shoulder. *Technology and Health Care*, 30(S1), 251-257.
- Ruivo, R. M., Pezarat-Correia, P., & Carita, A. I. (2014). Cervical and shoulder postural assessment of adolescents between 15 and 17 years old and association with upper quadrant pain. *Brazilian journal of physical therapy*, 18, 364-371.
- Sturesson, B., Uden, A., & Vleeming, A. (2000). A radiostereometric analysis of movements of the sacroiliac joints during the standing hip flexion test. *Spine*, 25(3), 364-368.
- Takeda, I., Yamada, A., & Onodera, H. (2021). Artificial Intelligence-Assisted motion capture for medical applications: a comparative study between markerless and passive marker motion capture. *Computer methods in biomechanics and biomedical engineering*, 24(8), 864-873.
- Weber P, Corrêa ECR, Milanesi JM et al. (2012). Craniocervical posture: cephalometric and biophotogrammetric analysis. *Brazilian Journal of Oral Sciences*, 11(3), 416-421.
- 松平浩, 竹下克志(監訳) (2013). 姿勢の改善(pp. 112 ~ 115). 英国医師会 腰痛・頸部痛ガイド. 神奈川: 医道の日本社
- 松村将司, 宇佐英幸, 小川大輔, 市川和奈, 畠昌史, 清水洋治, ... & 竹井仁. (2014). 骨盤・下肢アライメントの年代間の相違とその性差 - 20-70代を対象とした横断研究 -. *理学療法科学*, 29(6), 965-971.

# Accuracy and Reliability of Angle Measurement Using Digital Images: The Case of Students as Examiners

Makoto Nejishima <sup>1)</sup>, Tetsuya Kageyama <sup>2)</sup>, Masahiro Sawada <sup>3)</sup>

1) Division of Physical Therapy, School of Rehabilitation Sciences, Seirei Christopher Univ, Shizuoka, Japan

2) Dept of Rehabilitation, Tokoha Univ Rehabilitation Hospital, Shizuoka, Japan

3) Dept of Rehabilitation, Kobori Orthopedic Clinic, Shizuoka, Japan

## Abstract:

[Purpose] The purpose of this study is to verify the accuracy of angle measurement by digital image analysis for subjects set at 0.5-degree increments.

[Methods] The examiners were 10 university students. The subjects were photographed with a digital camera, and the model was set to five conditions: 89.0, 89.5, 90.0, 90.5, and 91.0 degrees. The examiner performed angle measurements in each condition using the digital images obtained.

[Results] In all examiners, measurements were greater for the larger set angle condition than for the smaller set angle condition for all conditions. In addition, measurements were significantly different between conditions. Absolute errors averaged  $0.16 \pm 0.05$  degrees. The intraclass correlation coefficient ICC (1, 3) was 0.981-0.987.

[Conclusion] This study suggests that digital image analysis has the accuracy to detect small changes even when measured by university students.

Key Words : digital photography, alignment, accuracy