

カメラ画像から円背姿勢を推定するための身体ランドマークの提案と検証

釋迦野一徳¹⁾, 肥田光正²⁾, 今岡真和²⁾, 和田親宗¹⁾

¹⁾九州工業大学 大学院生命体工学研究科 人間知能システム工学専攻,

²⁾大阪河崎リハビリテーション大学 リハビリテーション学部 リハビリテーション学科 理学療法学専攻

E-mail address: syakano.kazunori975@mail.kyutech.jp, hidam@kawasakigakuen.ac.jp,
imaokakam@kawasakigakuen.ac.jp, wada@brain.kyutech.ac.jp

1. はじめに

矢状面で起こるヒトの脊柱アライメントの弯曲の異常は円背と呼ばれる。円背による胸椎後弯および腰椎前弯変形は、頸部から下肢に至る多くの筋群の筋の短縮や延長をもたらす、筋力の低下に影響を与えるとされている[1]。円背を含めた脊柱アライメントの異常は、加齢に伴い特に症状がなく、本人が気づかないまま進行することから、定期的な測定が必要である[2]。円背測定法にはレントゲン撮影による脊柱コブ角による円背測定、曲線定規[3]を用いた円背指数測定法が挙げられるが、被ばくの問題や専門知識、専用機器が必要であり、定期的な測定により姿勢アライメントを確認するツールではないため日常的に姿勢の変化を知ることは難しい。

そこで我々は、被ばくの問題が無く、専門知識や専用機器を必要とせず、どこでも簡便に円背を測定できる手法の開発を進めてきた。過去の研究では、仰臥位におけるカメラ画像による円背推定法を提案した。円背指数との有意な相関は報告されたものの、仰臥位姿勢を取れない者に測定ができないことや、健康増進事業においてはベッドを準備する必要があるなどの問題があった[4]。本稿では、これらの課題を解決するため、カメラ画像から立位で円背の程度を推定できるランドマークを提案し、その有効性について報告する。

2. 円背指数の計測方法

円背との相関を比較する指標として、円背と高い相関を示している円背指数を用いた[3]。

2. 1 実験環境

円背指数は曲線定規 (0.6m 曲線ルーラー、T&B 社製) を用い、経験年数が 21 年の理学療法士が測定した。

2. 2 実験条件

Milne らによると、曲線定規による円背指数の測定時に対象者は上半身を脱衣する必要があることが記されているが[4]、実際の健康増進事業の現場では対象者に脱衣を指示することは困難であるため、T シャツなどの薄着になるよう指示した。

2. 3 測定方法

曲線定規を用いて円背指数の測定を行った。図 1 左のように曲線定規で第 7 頸椎から第 4 腰椎の背部の弯曲をなぞり、その形状を紙面にトレースする。図 1 右図のように第 7 頸椎と第 4 腰椎を結ぶ直線 L[cm]、直線 L から

弯曲頂点までの距離を H[cm]とし、その割合を算出 ($H/L \times 100$) し、円背指数とするものである。円背指数は検者内信頼性および検者間信頼性が中年以降の対象者で高く、レントゲン測定の結果との相関性が高いことが報告されている[5]。



図 1 円背測定の様子

3. 身体ランドマークの提案と有効性評価実験

まず若年者を対象に、身体ランドマーク提案を行った。その後、高齢者を対象に提案手法の有効性を調べた。

3. 1 身体ランドマークの提案

過去の研究にて円背指数との高い相関を示したランドマーク候補を図 2 に示す。目尻と耳珠結んだ角度である Sagittal Head Angle (以下 SHA と記す)、耳珠と第 7 頸椎結んだ角度である Craniovertebral Angle (以下 CA と記す)、第 7 頸椎と肩峰を結んだ角度である Shoulder Angle (以下 SA と記す) が提案され[6]、円背と深いかわりがあるとされる頭部前傾姿勢との相関が確認されている[7]。第 7 頸椎、肩峰の位置はカメラ画像からの正確な推定が難しいため、目印となるマーカを付け撮影を行った。さらに、脊柱に沿った首と水平線を結んだ角である Neck Angle (以下 NA と記す) を図 2 右のように提案した。NA を提案した理由としては、首は頸椎と胸椎の境目の部分であり、頭部前傾姿勢が円背指数との相関を示しているためである[8]。

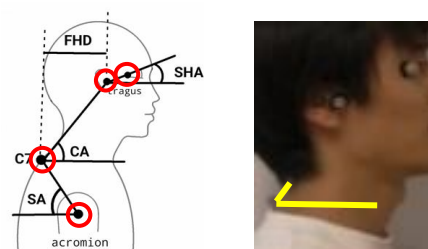


図 2 SHA, SA, CA の位置 (左), NA の位置 (右)
(文献[5]を一部改変引用)

3. 2 実験環境

写真撮影時の目印には直径 12.7[mm]のマーカ (株式会社ノビテック)を、撮影にはデジタルカメラ (HC-W870M, Panasonic 社製) を用いた。

3. 3 実験条件

被測定者は 22~24 歳の学生 13 名である。マーカ貼付状態の立位右側面からの画像を撮影した。カメラと被測定者との距離を 1[m]とし、つま先とカメラ位置が合うように設置した。カメラ高さは被測定者の耳珠の高さに合わせた。

3. 4 解析方法

身体ランドマークの提案については、立位側面画像から SHA, CA, SA, NA を ImageJ 1.54d (version 1.54d, National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA) のポイントツールを用いて算出した。その後各ランドマーク候補と円背指数との相関を調べた。

3. 5 高齢者画像からの解析

若年者では円背指数の幅が狭いため、過去に撮影した高齢者画像の円背指数と、3.4 で高い相関の得られたランドマークとの相関を調べた。高齢者画像は、認知機能および身体機能の検診の参加者を対象に撮影された。対象画像は 118 枚で、このうち本研究の提案手法に基づき角度を算出できた画像は 62 枚であった。これらの画像から SHA や NA と円背指数との相関を確認した。

4. 結果と考察

円背指数の平均値±標準偏差 (最小~最大) は 5.64±1.68 (1.94~8.9) [°]であった。Milne の報告において、12.7 以上の対象者を円背群としているが[3]、若年層の被測定者群において円背と診断される者はいなかった。

表 1 に円背指数と各角度との相関を示す。円背指数と有意な相関が認められたのは NA (相関係数-0.83) であった (* $p<0.05$)。

表 1 若年者における円背指数と各角度の相関

	円背指数との相関
SHA	-0.45
CA	-0.14
SA	0.37
NA	-0.83*

次に、高齢者画像に対し、比較的相関の高かった SHA や NA と円背指数との相関を表 2 に示す。円背指数は 7.06±2.50[°] (0.88~14.78) であった。NA で円背指数との有意な相関がみられ、相関係数は-0.76 であった (* $p<0.05$)。

表 2 高齢者における SHA, NA と円背指数との相関

	円背指数との相関
SHA	-0.12
NA	-0.76*

NA と円背指数の相関が若年者でも高齢者でも高かった理由として、円背の影響が頭部前傾姿勢、ひいては首に出やすかったためと考える。

提案されていた SHA, CA, SA の相関が高くなかった理由として、カメラを設置する場所によって値が変わったと考えられる。本稿ではカメラ位置をつま先に合わせた。参考とした文献では特に記述がなかったため、側面からみて耳珠や肩と平行な位置に合わせるなど、撮影する角度によって生じる誤差を検証する必要がある。

今後の課題として、正確に NA を計測するためには詳細な条件設定が必須なことが挙げられる。今回、過去に撮影した高齢者画像のうち約半数が使えなかった。これは、襟のついた服や髪の毛によって首元が見えなかったこと、目線が不自然な方向を向いており SHA や NA に影響があったためである。今回、円背と診断された方の画像が少なく、サンプル数の不足も挙げられるため、今後、幅広い年齢層、円背指数に対して検証する必要がある。

参考文献

- [1] Czaprowski D, Stoli Ł, Tyrakowski M, Kozinoga M. Non-structural misalignments of body posture in the sagittal plane. *Scoliosis Spinal Disord.* 2018;13:1-14.
- [2] Ailon T, Shaffrey CI, Lenke LG, et al. Progressive spinal kyphosis in the aging population. *Neurosurgery* 2015; 77(4): S164-S172.
- [3] Milne JS, Williamson J. A longitudinal study of kyphosis in older people. *Age Ageing.* 1983 Aug;12(3):225-33
- [4] 肥田光正, 和田親宗, 岡松将吾, 北川広大, 大西忠輔, 多田康貴, 湯川貴史, 川島聡史, 南征吾, 畑中良太. “マーカレスなカメラ画像を用いた円背測定手法の提案”. 大阪河崎リハビリテーション大学紀要. 2020;14: 27-31.
- [5] 寺垣 康裕, 新谷 和文, 末木 恒治, 入内島 弘太, 山内 順子, 臼田 滋. 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(2): 137-140, 2004
- [6] Torkamani MH et al. Relationships between cervical sagittal posture, muscle endurance, joint position sense, range of motion and level of smartphone addiction. *BMC Musculoskelet Disord.* 2023 Jan 23;24(1):61.
- [7] 吉田 一也, 江尻 廣樹, 磯谷 隆介, 原 和彦, 藤縄 理. “自然立位の脊柱アライメントと肩甲骨位置および肩甲上腕関節外転可動域の関係”. *理学療法科学* 29 (2) : 277-282, 2014
- [8] Lizet Torres-Cusihuaman et al, Association between Thoracic Kyphosis and Forward Head Posture in Teenagers: An Analytical Cross-Sectional Study. *Middle East J Rehabil Health Stud.* 2023 October; 10(4):e134579.