

氏 名	李 思 慧					
学位の種類	博士（保健学）					
学位記番号	甲第43号					
学位授与の日付	2018年3月15日					
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当					
学位論文題目	Investigate the Predictive Value of Independent Variables for Structural Leg-length Discrepancy 構造的脚長差の独立変数の予測値の検討					
論文審査員	主査	新潟医療福祉大学	教授	阿 部	薫	
	副査	新潟医療福祉大学	教授	江 原	義 弘	
	副査	新潟医療福祉大学	教授	真 柄	彰	

## 論文内容の要旨

### 【緒 言】

脚長差には2つのタイプがある。一つは下肢骨の長さが異なる構造的脚長差で、もう一つは下肢骨の長さに差はないが骨盤が傾いているものである。これらは人口の40～70%か、それ以上に認められ、その差は平均 $5.2 \pm 4.1$ mmである。その影響は、短脚側において骨盤傾斜、膝関節過伸展、足関節底屈を呈し、長脚側では膝関節屈曲、足関節背屈を呈する。また腰椎および胸椎側弯、肩の高さの不同、頸椎後弯の減少、腰椎の過伸展などが観察される。さらに歩行運動では、歩幅や歩行角の不同にも影響を及ぼす。

構造的脚長差の標準的診断はレントゲン撮影である。実物大のレントゲン撮影は、患者の捻じれによって視差誤差が生じる。スキャノグラムは倍率誤差があり、コストも高く、時間もかかり、放射線被曝の問題もある。コンピューター断層撮影（CT）は1 mm以上の精度で再現性も高い。しかしコストが高く、全ての医療機関で利用できるとは限らない。

医療機関では通常2つの方法がある。一つは直接的な方法で、短脚側の下に台を置き、骨盤の高さを目視的に判断し、テープメジャーで転子果長を計測する方法（TMM）は、上前腸骨棘（ASIS）と内果または外果の頂点の間の距離を計測する。FribergらはTMM計測は不正確だとし、レントゲン撮影に比較して平均8.6mmの差があったと報告した。これらの計測方法の有効性と信頼性は、レントゲン所見に対して矛盾することがある。したがって本研究の目的は、平均的な臨床場面での使用に適したシンプルかつ測定容易な生理学的パラメータに基づいた新規の簡易測定法を開発することである。

### 【方 法】

2016年1月から2017年3月まで、構造的脚長差の患者57名（ $58 \pm 5.1$ 歳）と、構造的脚長差がない健常者106名（ $54 \pm 3.3$ 歳）を対象として、台北榮民總醫院復健医学科で募集した。選出基準は20～70歳で、自立歩行可能な者とした。除外基準は、特発性側彎症、神経学的疾患、脊椎圧迫骨折を含むすべての骨折、人工関節、関節痛、立位や歩行に影響する怪我、薬物乱用、精神疾患とし、妊娠中の女

性も除外した。経験豊かなセラピストによって盲検により13項目のデータを採取した。測定項目はすべて3回行い平均値を採用した。

自然立位で、(1) 頸椎彎曲、(2) 腰椎彎曲、(3) 肩の高さ、(4) 骨盤傾斜角、(5) Q-angleの差、(6) 膝屈曲角の差、(7) 踵骨内反/外反角の差、(8) 外反母趾角の差、(9) 足幅の差、(10) 足長の差、(11) 舟状骨高の差、合計11項目の計測を実施した。なお(1)～(4)はBASELINE scoliosis meter (Universal Product) を使用した。歩行計測では、(12) 歩行角の差、(13) 歩幅の差をGAITRite electronic walkway (CIR Systems) で計測した。

レントゲン撮影は立位でA-Pを撮り、下肢は3方向から撮影した。画像での脚長差の測定は20年以上の経験がある主任技師が行った。

## 【結果】

構造的脚長差がある57名と健常者106名の比較において、骨盤傾斜角、膝屈曲角の差、踵骨内反/外反角の差、舟状骨高の差、歩幅の差に有意差が認められた。多変量ロジスティック回帰分析の結果、 $\text{Log } p/(1-p) = 0.785 + 0.474 \text{骨盤傾斜角} + 0.519 \text{膝屈曲角の差} + 0.729 \text{踵骨内反/外反角の差}$ の關係式が得られた。なお $p$ は構造的脚長差の可能性を示す。

## 【考察】

多変量ロジスティック回帰分析の結果、3つの独立変数(骨盤傾斜角、膝屈曲角の差、踵骨内反/外反角の差)を用いることによって構造的脚長差の有無の判断ができるようになったことは、臨床現場における構造的脚長差の判断に有用性が高い。

現在、構造的脚長差の診断はレントゲン撮影に依存しているが、本研究はシンプルかつ汎用性が高く、ローコストで放射線照射もなく、再現性のある診断援助の方法を提供する。

先行研究(Resendeら;2016, Swaminathanら;2014)では、構造的脚長差の患者の歩行中に、踵骨内反、膝屈曲、骨盤傾斜によって代償すると報告している。本研究では同様の傾向を認めたが、それは静止立位時の状態であった。2 cm以下の構造的脚長差の患者は、長期間にわたって生体力学的に不均衡な状態であるため、静止立位時にも偏位が生じているものと考えられた。

本研究の限界は次の3つである。一つは被験者数が少ないため過大な解釈に注意が必要であること、二つ目は分析に使用した独立変数には限りがあり、年齢、性別、身長、体重以外の項目についても、検討していく必要があること、三つ目は被験者は病院のリハビリテーション科の外来患者に限られており、年齢も40～60歳の範囲であることである。したがって、本研究の結果が他の年齢層にも適応できるか検証が必要である。

## 【結語】

構築性脚長差の患者106名と、健常者57名を対象とし、13項目について測定した。構築性脚長差の独立変数を評価するために、多変量ロジスティック回帰モデルを使用した。性別、年齢、身長および体重を調整した後、骨盤傾斜角、膝屈曲角の差、および踵骨の内反または外反の差異を構築性脚長差の3つの独立変数とした。その結果、これら3項目の組合せは、判別感度が非常に良好であった。この成果は臨床医に対して、40～60歳台の患者におけるローコストで放射線照射もなく、再現性のある診断援助の方法を提供することになるだろう。

キーワード：独立変数 (independent variable), 予測 (prediction), 構造的脚長差 (structural leg length discrepancy)

## 論文審査結果の要旨

本論文は、構造的脚長差の独立変数の予測値の検討に関する研究である。

脚長差には2つのタイプがある。一つは下肢骨の長さが異なる構造的脚長差で、もう一つは下肢骨の長さに差はないが骨盤が傾いているものである。これらは人口の40～70%か、それ以上に認められ、その差は平均 $5.2 \pm 4.1$ mmである。その影響は、短脚側において骨盤傾斜、膝関節過伸展、足関節底屈を呈し、長脚側では膝関節屈曲、足関節背屈を呈する。また腰椎および胸椎側弯、肩の高さの不同、頸椎後弯の減少、腰椎の過伸展などが観察される。さらに歩行運動では、歩幅や歩行角の不同にも影響を及ぼす。

構造的脚長差の標準的診断はレントゲン撮影である。実物大のレントゲン撮影は、患者の捻じれによって視差誤差が生じる。スキヤノグラムは倍率誤差があり、コストも高く、時間もかかり、放射線被曝の問題もある。コンピューター断層撮影 (CT) は1 mm以上の精度で再現性も高い。しかしコストが高く、全ての医療機関で利用できるとは限らない。したがって本研究の目的は、平均的な臨床場面での使用に適したシンプルかつ測定容易な生理学的パラメータに基づいた新規の簡易測定法を開発することである。

本研究の独創性は、臨床データを用いて構造的脚長差の独立変数の予測値を追及したことである。

2016年1月から2017年3月まで、構造的脚長差の患者57名 ( $58 \pm 5.1$ 歳) と、構造的脚長差がない健常者106名 ( $54 \pm 3.3$ 歳) を対象として、台北榮民總醫院復健医学科で募集した。選出基準は20～70歳で、自立歩行可能な者とした。除外基準は、特発性側彎症、神経学的疾患、脊椎圧迫骨折を含むすべての骨折、人工関節、関節痛、立位や歩行に影響する怪我、薬物乱用、精神疾患とし、妊娠中の女性も除外した。経験豊かなセラピストによって盲検により13項目のデータを採取した。測定項目はすべて3回行い平均値を採用した。

自然立位で、(1) 頸椎彎曲、(2) 腰椎彎曲、(3) 肩の高さ、(4) 骨盤傾斜角、(5) Q-angleの差、(6) 膝屈曲角の差、(7) 踵骨内反/外反角の差、(8) 外反母趾角の差、(9) 足幅の差、(10) 足長の差、(11) 舟状骨高の差、合計11項目の計測を実施した。なお(1)～(4)はBASELINE scoliosis meter (Universal Product) を使用した。歩行計測では、(12) 歩行角の差、(13) 歩幅の差をGAITRite electronic walkway (CIR Systems) で計測した。

レントゲン撮影は立位でA-Pを撮り、下肢は3方向から撮影した。

構造的脚長差がある57名と健常者106名の比較において、骨盤傾斜角、膝屈曲角の差、踵骨内反/外反角の差、舟状骨高の差、歩幅の差に有意差が認められた。多変量ロジスティック回帰分析の結果、 $\text{Log } p/(1-p) = 0.785 + 0.474 \text{骨盤傾斜角} + 0.519 \text{膝屈曲角の差} + 0.729 \text{踵骨内反/外反角の差}$ の関係式が得られた。なお $p$ は構造的脚長差の可能性を示す。

多変量ロジスティック回帰分析の結果、3つの独立変数(骨盤傾斜角、膝屈曲角の差、踵骨内反/外反角の差)を用いることによって構造的脚長差の有無の判断ができるようになったことは、臨床現場における構造的脚長差の判断に有用性が高い。現在、構造的脚長差の診断はレントゲン撮影に依存

しているが、本研究はシンプルかつ汎用性が高く、ローコストで放射線照射もなく、再現性のある診断援助の方法を提供する。先行研究（Resendeら；2016, Swaminathanら；2014）では、構造的脚長差の患者の歩行中に、踵骨内反、膝屈曲、骨盤傾斜によって代償すると報告している。本研究では同様の傾向を認めたが、それは静止立位時の状態であった。2 cm以下の構造的脚長差の患者は、長期間にわたって生体力学的に不均衡な状態であるため、静止立位時にも偏位が生じているものと考えられた。

構築性脚長差の独立変数を評価するために、多変量ロジスティック回帰モデルを使用した。性別、年齢、身長および体重を調整した後、骨盤傾斜角、膝屈曲角の差、および踵骨の内反または外反の差異を構築性脚長差の3つの独立変数とした。その結果、これら3項目の組合せは、判別感度が非常に良好であった。この成果は臨床医に対して、40～60歳台の患者におけるローコストで放射線照射もなく、再現性のある診断援助の方法を提供することになることが評価される。

今後の研究展開の中で取り組まれるべき課題は3つある。一つは被験者数が少ないため過大な解釈に注意が必要であること、2つ目は分析に使用した独立変数には限りがあり、年齢、性別、身長、体重以外の項目についても検討していく必要があること、3つ目は被験者は病院のリハビリテーション科の外来患者に限られており、年齢も40～60歳の範囲であることである。したがって、本研究の結果が他の年齢層にも適応できるか検証が必要である。

以上のことから、審査委員会は本論文を博士論文に相応しいと認める。