

原 著 立位における腰椎, 骨盤, 下肢の矢状面上の
アライメントパラメーター間の関係
—X線写真計測値を用いた検討—

¹⁾ 昭和大学大学院保健医療学研究科

²⁾ 社会福祉法人あそか会あそか病院リハビリテーション科

³⁾ 昭和大学医学部整形外科科学講座

鈴木 貞興^{*1,2)} 筒井 廣明³⁾

抄録：体幹機能障害に対し、理学療法を施行する際、骨盤アライメントと腰椎アライメントの関係について考慮することが重要項目の一つであり、この関係については仙骨角と腰椎前弯角に関連するパラメーター間の関係から論じられることが一般的である。本研究の目的は、一般的に採用されているパラメーターに腰椎傾斜角と寛骨傾斜角、骨盤並進を示すパラメーターを加えて腰椎アライメントと骨盤アライメントの関係を再検討し、仙骨角を規定する要因が何であるかを検討することである。2000年10月1日から2011年11月30日に、メディカルチェックを目的に整形外科を受診した、疼痛などの愁訴を持たないスポーツ選手43名である。X線写真撮影時の平均年齢は男性28.8±4.7歳、女性は26.1±4.3歳であった。受診時に撮影した腰部のX線写真と全下肢側面像から、腰椎前弯角、腰椎傾斜角、仙骨角、Pelvic Angle (PA)、寛骨傾斜角、骨盤並進の度合いを示す下肢傾斜角を計測した。各変数間の単相関分析、および仙骨角を目的変数、他のパラメーターを説明変数とした重回帰分析を用い、腰椎アライメントと骨盤アライメントの関係を検討した。腰椎前弯角と仙骨角 ($r = 0.91$)、腰椎傾斜角と仙骨角 ($r = 0.46$)、腰椎傾斜角とPA ($r = -0.59$)、腰椎傾斜角と下肢傾斜角 ($r = 0.41$)、寛骨傾斜角とPA ($r = 0.60$)、寛骨傾斜角と腰椎傾斜角 ($r = 0.47$) に有意な相関関係を認めた。重回帰分析の結果、仙骨角を規定する要因として腰椎前弯角と腰椎傾斜角が抽出された ($p < 0.01$)。腰椎前弯角と腰椎傾斜角の2要因が仙骨角を規定しており、PA、寛骨傾斜角、下肢傾斜角との関係は認められなかった。

キーワード：仙骨角, 腰椎アライメント, 骨盤アライメント, 腰椎前弯角, 腰椎傾斜角

体幹機能を改善するためには、脊柱の運動と骨盤の運動を協調させることが必要である。脊柱の矢状面上の運動は、頸椎、胸椎、腰椎、骨盤の動きが協働することで生じる¹⁾。骨盤の運動には3方向の回転運動と並進運動が定義されるが、矢状面における骨盤傾斜は、水平前額軸周りに生じる前傾、後傾である。骨盤は股関節を介して下肢と連結し、骨盤の上方では脊柱と連結するという構造上の特徴があるため、骨盤傾斜運動は脊柱と股関節の動きが協働することで生じる。矢状面上の運動の一つである並進運動は、前方(腹側)、後方(背側)への水平移動であり、主に下肢が足関節軸を中心に水平前額軸周

りに生じる前傾あるいは後傾の結果生じるが、並進運動には脊柱の運動と股関節の動きも関与する²⁾。

骨盤が固定された状態で、脊柱の運動が起こると頭位や肩甲帯の位置が変化する。頭位が固定された状態で、脊柱の運動が起こると骨盤傾斜や骨盤並進位および股関節位置が変化する。寝返りや起き上がり、立ち上がり、歩行、上肢の挙上などの身体運動は、脊柱と骨盤の運動が協働することで実行されている³⁾ことから、脊柱と骨盤の運動が制限を受けると身体運動は制限される。逆に、脊柱と骨盤の運動が改善すると、身体運動は改善する。腰椎周辺機能改善を目的とした運動療法において、腰椎前弯と

*責任著者

骨盤のアライメント、腰椎と骨盤の動きの関係を改善することが特に重要である⁴⁻⁷⁾。

理学療法対象者の腰椎 X 線写真を観察すると、腰椎、骨盤アライメントは個体ごとに多様であることがわかる。腰椎前弯の大きさが同程度であって、腰椎前弯の基盤とされる第3腰椎椎体の位置（矢状面上における前後位置⁸⁾、腰椎傾斜角、仙骨の形態（仙骨傾斜（大腿骨頭中心に対する仙骨傾斜角度⁹⁾、第1仙椎上面と仙骨長軸のなす角度、耳状面の形状、仙骨後面の彎曲）は個体により異なっており、腰椎アライメントを示す各パラメーター間の関係は一様ではない。

腰椎アライメントと腰椎の運動との関係についても、第1腰椎から第5腰椎における前弯が大きいほど、立位体前屈を行う際に生じる腰椎屈曲可動域が大きい傾向がある⁷⁾といった腰椎前弯の大きさとの関連を示した報告ばかりではなく、矢状面における仙骨の形状や仙骨耳状面の形態が異なる個体では、寛骨に対する仙骨の運動様式や腰椎前弯の形態、腰椎屈曲、伸展可動域に差異があることも報告されている¹⁰⁾。

以上の理由から、仙骨上面の傾斜と腰椎前弯の大きさのみでは、腰部アライメントとそれに関連する腰椎の動きを説明することは困難であり、腰部アライメントの特徴を的確に表すには、腰椎傾斜角など、これまでほとんど考慮されることのなかった下肢傾斜角を計測パラメーターに加え、腰椎、骨盤アライメントの関係性について再検討する必要がある。

さらに、脊柱アライメントにおいて仙骨角の存在は重要視されているが、理学療法の臨床場面では対象者の体表から仙骨角を評価することができず、仙骨角と腰椎前弯角の関係についての知識を臨床へ応用することが現状では困難である。仙骨角の程度を体表から確認できる他のパラメーターから推察することができれば、臨床における有益な情報となりうる。

本研究の目的は、腰椎骨盤アライメントを示すパラメーターである腰椎前弯角、仙骨角、腰椎傾斜角、寛骨傾斜角、下肢傾斜角から腰椎アライメントと骨盤アライメントの関係性を再検討し、至適脊柱アライメントの基盤として重要な仙骨角¹¹⁾を規定する要因を検討することである。

本研究は、昭和大学藤が丘病院臨床試験審査委員会の承認を得て行った（受付番号：2015098）。

研究方法

1. 研究対象

対象は、2000年10月1日から2011年11月30日の期間に、メディカルチェックを目的に藤が丘リハビリテーション病院整形外科を受診したスポーツ選手のうち、立位腰椎側面像と全下肢側面像を同時に撮影されたこと、受診時に身体に疼痛などの愁訴を有していないことを条件に抽出し、さらに撮影された X 線写真の画質が鮮明で計測可能であった43名（男性20名、女性23名）である。X 線写真撮影時の平均年齢は男性 28.8 ± 4.7 歳、女性は 26.1 ± 4.3 歳であった。

取り込み条件は1) 静止立位、全下肢側面像が同時に撮影されていること、2) 計測可能な画質を有していること（大腿骨頭が鮮明に描出されていること）、3) 明らかな骨変形がないこと、4) 腰椎の仙骨化や仙骨の腰椎化が存在しないこと、5) 腰部や下肢に疼痛などの支障のない者であること、の5項目であった。

2. 各パラメーターの計測について

パーソナルコンピュータのディスプレイ上に描出された立位腰椎側面像と全下肢側面像から後述するパラメーターを計測し、それらの関連性について下記の検討を行った。

1) 静止立位姿勢の X 線写真撮影条件

被検者に前方を注視させ、膝関節は伸展位に、足部は概ね両股関節の幅と一致するよう保持させた。足位（足部長軸が矢状正中軸と成す角度）に関しては、特に規定を定めなかった。撮影中の立位姿勢を安定させるため、被検者の前方に設置した点滴棒を両手で把持させた。その際、両上肢を下垂した立位姿勢（通常時の姿勢）と相違がないことを目視で確認した。

2) 計測方法

各パラメーターの計測は、フジフィルム社製計測ソフトウェア OP-A (Ver.2.0) を用い、第1著者が1名で行った。各パラメーターについて3回計測し、平均値を求めた。計測に伴うバイアスを減少させるため、事前に十分な計測練習を行い、検者内信頼性が高いことを確認した（表1）。対象者1名分の計測は1セッションの計測で完了した。

3) 計測項目

以下6項目について、各3回計測し、平均値を求めた。

①腰椎前弯角 (図1A)：第1腰椎椎体上面を通る直線と第1仙椎上縁を通る直線が成す角で、前弯を正值、後弯を負値と定めた。

②腰椎傾斜角 (図1B)：第1腰椎椎体の中心と大腿骨頭中心 (両側大腿骨頭中心を結ぶ線分の中点を通る直線と鉛直線が成す角で、鉛直よりも前傾を正值、後傾を負値と定めた。

③仙骨角 (図2A)：仙骨上面 (第1仙椎上部終板を通る直線) と水平線が成す角である。仙骨上縁が水平線よりも前傾している場合 (仙骨上縁前端が後端よりも低位) を正值と定めた。

④ Pelvic Angle (以下 PA, 図2B)：Jackson¹²⁾の報告に準じ、大腿骨頭中心と第1仙椎上面後端を通る直線と鉛直線が成す角であり、鉛直線を0°とし、前傾向きを正值と定めた。

⑤寛骨傾斜角 (図3)：寛骨傾斜角は上前腸骨棘 (ASIS) と上後腸骨棘 (PSIS) を通る直線と水平線が成す角と定義し、右側寛骨を計測した。水平を0°とし、前傾向きを正值と定めた。

⑥下肢傾斜角 (図4)：この値は、足関節に対する骨盤の前方変位の指標として用いた。右距骨滑車の頂点と右大腿骨頭中心を結ぶ線が鉛直線と成す角度と定義した。正值は、骨盤が足関節に対して前方に位置する向きとした。

3. 解析方法

各計測項目間の関連度をみるために Pearson 積率相関係数を求めた。次に骨盤アライメントパラメーターと腰椎アライメントパラメーター間の関連性を検討する目的で目的変数を仙骨角、説明変数を

表1 各計測パラメーターの信頼性 (級内相関)

計測パラメーター	ICC (1,1)
腰椎前弯角	0.992**
腰椎傾斜角	0.99**
仙骨角	0.94**
PA	0.99**
寛骨傾斜角	0.93**
下肢傾斜角	0.99**

**P < 0.01

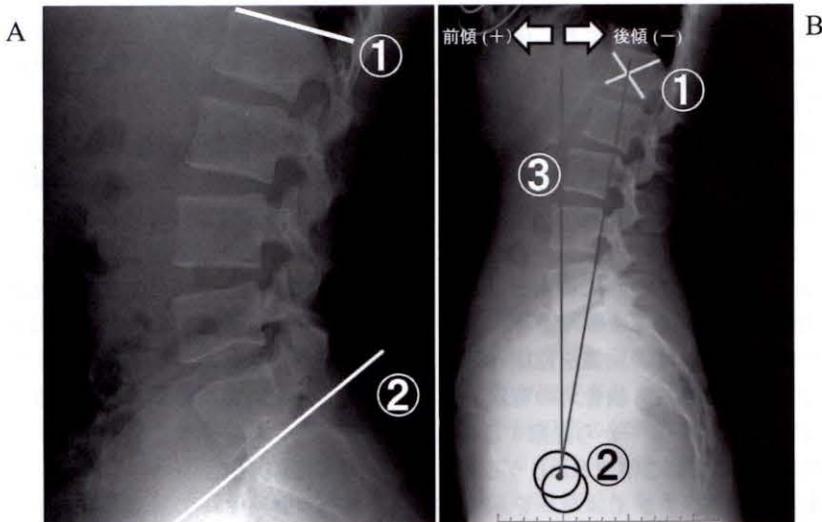


図1 腰椎前弯角、腰椎傾斜角の計測方法

A：腰椎前弯角

第1腰椎椎体上縁を通る直線 (①) と第1仙椎上縁を通る直線 (②) のなす角度。前弯を正、後弯を負で示す。

B：腰椎傾斜角

点①と点②を通る直線と直線③がなす角度で、鉛直よりも前傾を (スライド左傾斜) を正值で示す。①第1腰椎椎体中心 (椎体上縁前端と下縁後端を通る直線、上縁後端と下縁前端を通る直線の交点) ②両大腿骨頭中心を通る線分の中点 ③任意の鉛直線

腰椎前弯角、腰椎傾斜角、PA、寛骨傾斜角、下肢傾斜角とし、ステップワイズ変数増加法による重回帰分析を行った。検定に先立って、データ分布の正

規性を Shapiro-Wilk 検定を用いて確認した。統計解析には JMP Ver.12.2 (SAS) を使用した。検定における有意水準は 5% 未満とした。

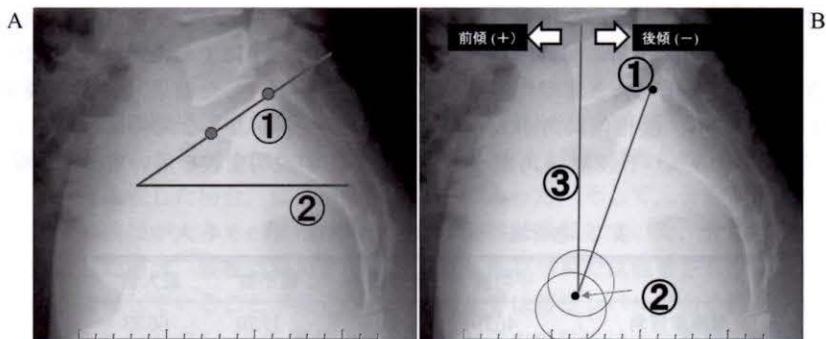


図 2 仙骨角, Pelvic Angle (PA) の計測

A: 仙骨角

直線①と直線②がなす角度で、直線①が前傾している場合を正值で示す。

①第1仙椎上縁の接線：第1仙椎上縁前端と後端を通る直線、②水平線

B: PA

点①と点②を通る直線と鉛直線(③)が成す角度で、大腿骨頭中心に対する仙骨傾斜の程度を示す。前傾向きを正值で示す。

①第1仙椎上縁後端 ②両側大腿骨頭中心を通る線分の midpoint ③鉛直線



図 3 寛骨傾斜角の計測

①上前腸骨棘と下後腸骨棘を通る直線と②水平線がなす角度で、右側について計測した。寛骨が前傾している状態を正值で示した。

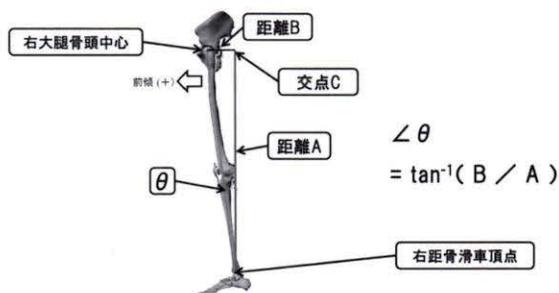


図 4 下肢傾斜角 (θ) の計測

全下肢側面像は3枚のフィルムを1つのカセットにセットした状態で撮影されたため、直接角度を測定することができないため、上図に示した距離を計測した後、図に示した計算式を用い算出した。下肢長軸が鉛直に対して傾斜している程度が大きいこの値は高値となる。前傾(腹側方向への傾斜)を+、後傾を-で表した。計測誤差軽減を考慮し、X線写真上、右下肢を計測した(右側下肢はカセットに接しており、左下肢と比較して、画像が明瞭であるため)。

距離 A: 右側距骨滑車の頂点(最高位点)と交点 C との距離(3枚のフィルムから計測し、合計した)

距離 B: 右大腿骨頭中心から交点 C との距離

交点 C: 右側距骨滑車の頂点を通る鉛直線と右大腿骨頭中心を通る水平線との交点

結 果

1. 各計測パラメーターの結果とパラメーター間の関係について

全項目の計測結果を表2に示す。Shapiro-Wilk 検定の結果、全項目に関して母集団分布の正規性は棄却されなかった。各パラメーター間の関係については、仙骨角が大きいほど腰椎前弯角と腰椎傾斜角が大きく ($r = 0.91$, $r = 0.46$)、腰椎傾斜角が大きいほどPAが大きく ($r = 0.59$)、下肢傾斜角が小さ

かった ($r = -0.41$)。寛骨傾斜角が大きいほどPAが大きく ($r = 0.60$)、腰椎傾斜角が大きかった ($r = 0.47$) (表3)。

2. 重回帰分析の結果 (表4)

至適脊柱彎曲アライメントを規定する骨盤アライメントパラメーターとして重要な仙骨角を規定する要因を明らかにするために、重回帰分析を行った。単相関を検討した結果 (表3)、説明変数間に $|r| > 0.9$ となるような関係は認められなかったため、すべての説明変数を用い重回帰分析を行った。その

表2 各計測パラメーターの平均値とバラツキ

	平均値	標準偏差	最小値	最大値
腰椎前弯角 (°)	46.79	11.08	17.70	66.33
腰椎傾斜角 (°)	-5.15	3.35	-11.27	4.63
仙骨角 (°)	38.10	8.02	17.83	54.93
PA (°)	-16.13	5.32	-26.30	-1.07
寛骨傾斜角 (°)	10.23	4.35	1.20	21.80
下肢傾斜角 (°)	2.97	1.32	0.52	5.95

全計測パラメーターに関して、度数分布の形状は正規分布であった。

表3 各計測項目間の Pearson 積率相関係数

	腰椎前弯角	腰椎傾斜角	仙骨角	PA	寛骨傾斜角	下肢傾斜角
腰椎前弯角 (°)	1	0.29	0.91**	0.26	0.29	-0.13
腰椎傾斜角 (°)		1	0.46**	0.59**	0.47**	-0.41**
仙骨角 (°)			1	0.26	0.30	-0.24
PA (°)				1	0.60**	-0.15
寛骨傾斜角 (°)					1	0.01
下肢傾斜角 (°)						1

**p < 0.01 *p < 0.05

表4 重回帰分析 (ステップワイズ変数増加法) の結果

	非標準化係数		標準化偏回帰係数	t 値	p 値	多重共線性の統計量	
	偏回帰係数	標準誤差				VIF	平均 VIF
残差	11.92	2.35	0	5.07	< 0.001		
腰椎前弯角	0.62	0.04	0.85	14.48	< 0.001	1.09	1.09
腰椎傾斜角	0.51	0.14	0.21	3.63	0.0008	1.09	
寄与率	0.87						
調整済み寄与率	0.87						
誤差の標準偏差	2.92						
予測値の p 値	< 0.0001						

結果、仙骨角の規定要因として腰椎前弯角と腰椎傾斜角が抽出された ($p < 0.01$)。偏回帰係数は第1要因が0.62, 第2要因が0.51, 残差が11.92であった。多重共線性は認められなかった。寄与率は0.87であり、実測値と予測値の適合度は高かった。

考 察

1. 仙骨角を規定する要因

今回の結果から、仙骨角は腰椎前弯角と腰椎傾斜角の2要因から影響を受けることが分かった。腰椎傾斜角が同程度の2者を比較した場合、腰椎前弯角が大きい方が仙骨上面の前傾が大きく、腰椎前弯角が同程度の2者を比較した場合、腰椎傾斜角が前傾している方が仙骨角が前傾していることが推定される。Kobayashi¹¹⁾は100名を対象に12年間にわたり実施したコホート研究において、腰椎前弯角(第1腰椎上面-第5腰椎下面)を決定する因子は仙骨角であることを述べている。

他の報告においても仙骨上面の傾きと腰椎前弯との関連性が高いことが示されてきた¹²⁻¹⁷⁾。この関連性は、腰椎アライメントの形態を画像上で診断する目的においては有用であるが、理学療法の臨床場面において、仙骨上面を触診することはできないため、X写真など画像を用意できない場合には、仙骨角を直接評価することはできない。ゆえに、仙骨角の程度を判断し得る要因が、他の腰椎アライメントと骨盤アライメントパラメーターの中に存在しないかを検討する必要性が生じた。本研究の結果、仙骨角を規定する要因が腰椎前弯角と腰椎傾斜角であることが分かり、この2要因の程度は体表から確認することができるため、この2要因を評価することで仙骨角をある程度、推測できる可能性があると考えられる。理学療法の臨床場面では、腰部のX線写真を用意できるとは限らず、用意できたとしても立位条件で撮影されていない場合もある。腰椎前弯角と腰椎傾斜角を体表から評価することで、仙骨上面の傾斜を推測できれば、臨床的に意義があり、医療安全の見地からも有意義である。

2. 腰椎アライメントと骨盤アライメント、下肢傾斜角の関係

本研究の結果では、腰椎前弯角、腰椎傾斜角以外のパラメーターは、仙骨角を規定する要因ではないが、各パラメーターを単相関から見ると、仙骨

角と腰椎前弯角、腰椎傾斜角と仙骨角、寛骨傾斜角とPA、寛骨傾斜角と腰椎傾斜は正の相関、腰椎傾斜角とPA、腰椎傾斜角と下肢傾斜角は負の相関関係にあった。寛骨傾斜角と腰椎前弯角、仙骨角と寛骨傾斜角には相関関係を認めなかった。まとめると、腰椎傾斜角と腰椎前弯角を除く、他のパラメーター間には相関関係を認めたが、骨盤アライメント構成するパラメーター間には相関関係を認めなかった。骨盤が前傾していると腰椎は前傾している傾向があるが、腰椎前弯角の大きさは個体によりさまざまであった。そして、骨盤が前方へ並進しているほど腰椎は後傾していた。骨盤傾斜に対する姿勢対応は腰椎レベルでは観察されなかったが、骨盤並進に対しては腰椎レベルでの姿勢対応が観察された。骨盤傾斜の可動性は大きな股関節屈曲伸展および腰椎屈曲伸展の可動域の大きさに影響を受け、姿勢対応のバリエーションが多様であること、あるいは腰椎以外のレベルで姿勢対応がなされていたなど、が考えられる。一方、骨盤並進に関連する下肢傾斜角は鉛直から前傾方向へ 10° までに集約しているため、骨盤並進の可動範囲は、骨盤傾斜に比較して非常に狭く、姿勢対応のバリエーションに個体差が生じにくいことが推察される。今回の検討では、判断が困難であり、今後、検討する必要がある。

3. 寛骨傾斜角と他のパラメーターの関係

今回の結果では、寛骨傾斜角はPAと腰椎傾斜角との間に相関が認められたが、寛骨傾斜角と腰椎前弯角、寛骨傾斜角と仙骨角には、相関を認めなかった。この結果は、寛骨傾斜角が仙骨上面の傾斜と腰椎前弯角に関連しないが、大腿骨頭を中心とした仙骨の傾斜と鉛直に対する腰椎傾斜角に関連することを示している。臨床では、立位姿勢に関して、矢状面上の骨盤傾斜を評価する際、体表より上前腸骨棘と上後腸骨棘を触診し、それらの高低差を確認する方法を用いている。この方法で確認できるのは、あくまで骨盤を構成する寛骨の傾斜である。静止立位姿勢における寛骨傾斜角が同等の2者に関して仙骨角と腰椎前弯角の大きさが同程度であるとは言い切れない。評価結果の取り扱いには注意が必要である。

今回の結果からは静止立位姿勢に関して、寛骨傾斜角と腰椎前弯角、仙骨角の間に相関が認められなかったが、体前後屈運動において寛骨の前後傾運動と脊柱の屈曲伸展運動(腰椎前弯の変化量)には相

関があることが報告されている¹⁸⁾。

静止立位時と運動時では、寛骨傾斜角と腰椎前弯の関係性は異なっているため、評価結果に対する解釈には注意する必要がある。

股関節と膝関節に作用する一組の拮抗する二関節筋は、寛骨臼を挟み対称的な位置関係に付着するため、二関節筋の緊張のバランスは寛骨傾斜角に関連する可能性があること¹⁹⁾や寛骨と下腿骨に付着する二関節筋である大腿四頭筋とハムストリングスの筋の活動は寛骨傾斜角と下肢傾斜、体幹傾斜に関連することが報告されている²⁰⁾。本研究においても寛骨傾斜角と下肢傾斜角が関連することを予測したが、今回の結果では相関を認めなかった。しかし、寛骨傾斜角と下肢傾斜角との関連については否定できない。今後、調査する必要がある。

3. 研究の限界と今後の展望

本研究の結果から、至適脊柱アライメントの基盤をなす仙骨角が腰椎前弯角の大きさと腰椎傾斜角の大きさにより決定される可能性が示唆された。今回用いた腰椎傾斜角を計測するために用いたランドマークである椎体の中心と大腿骨頭中心は体表から観察したり、触診したりすることができないため、今回の結果を直接、臨床へ応用することはできないことが問題点の一つである。さらに、性別を区別することなく同一に処理を行ったこと、対象者の年齢が偏っている点が、本研究データの限界である。今後は年齢、性別を考慮しデータを収集し、腰椎前弯角と腰椎傾斜角を体表から観察できる方法を用いて、今回得られた結果を再現することが今後の課題である。

謝辞 本論文の執筆にあたり、諸先生から多くの助言を頂きました。書面をお借りし、御礼申し上げます。

利益相反

本研究に関し開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) Kapandi IA, 荻島秀男, 嶋田智明訳. 体幹・脊柱. 東京: 医歯薬出版; 1986. (カバンディ関節の生理学; 3).
- 2) 中村隆一, 齋藤 宏, 長崎 浩, 円運動並進運動と回転運動. 基礎運動学. 第6版. 東京: 医歯薬出版; 2006. p26.
- 3) Klein-Voglbach S. Functional kinetics: observ-

ing, analysing, and teaching human movement. New York: Springer-Verlag; 1990.

- 4) Cailliet R. 荻島秀男訳. 腰痛症候群. 原著第4版. 東京: 医歯薬出版; 1992.
- 5) Williams PC. The lumbosacral spine: emphasizing conservative management. New York: McGraw-Hill; 1965.
- 6) Mackenzie RA. 鈴木信治, 愛知理学療法研究会訳. Mckenzie 腰痛治療法. 東京: 医歯薬出版; 1985.
- 7) Gracovetsky S. The spinal engine. New York: Springer-Verlag; 1988.
- 8) Bogdok N, Twomey LT. 四宮謙一訳. 腰椎の臨床解剖. 東京: 医学書院; 1989.
- 9) 鈴木貞興, 大野範夫, 筒井廣明, ほか. 腰椎前弯, 腸骨傾斜, 仙骨傾斜の関係について 静止立位腰椎側面撮影像からの検討. 理学療法学. 2005;32(supple2):9.
- 10) Twomey LT, Taylor JM. Physical therapy of the low back. New York: Churchill livingstone; 1987. (Clinics in physical therapy; 13).
- 11) Kobayashi T, Atsuta Y, Matsuno T, et al. A longitudinal study of congruent sagittal spinal alignment in an adult cohort. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004;29:671-676.
- 12) Jackson RP, Kanemura T, Kawakami N, et al. Lumbopelvic lordosis lateral radiographs of adult volunteers and untreated patients with constant low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;22:575-586.
- 13) Lee SH, Son ES, Seo EM, et al. Factors determining cervical spine sagittal balance in asymptomatic adults: correlation with spinopelvic balance and thoracic inlet alignment. *Spine J*. 2015;15:705-712.
- 14) Berthonnaud E, Dimnet J, Roussouly P, et al. Analysis of the sagittal balance of the spine and pelvis using shape and orientation parameters. *J Spinal Disord Tech*. 2005;18:40-47.
- 15) Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E, et al. Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30:346-353.
- 16) Vialle R, Levassor N, Rillardon L, et al. Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87:260-267.
- 17) Misuk Cho, Yoonmi Lee, Chang Sook Kim, et al. Correlations among sacral angle, lumbar lordosis lumbar ROM, static and dynamic lumbar stability in college students. *J Phys Ther Sci*. 2011;23:793-795.

- 18) 塩本祥子, 松村 純, 森健太郎, ほか. 端座位における骨盤前後傾中の脊柱の運動分析. 理療科. 2011;26:337-340.
- 19) 福井 勉. 力学的平衡理論, 力学的平衡訓練. 山崎 勉編. 整形外科理学療法の理論と技術. 東京: メジカルビュー社; 1997. pp172-201.
- 20) 岡坂政人, 福井 勉, 山崎 勉, ほか. 大腿四頭筋, ハムストリングスの筋トルクが体幹, 骨盤, 脛骨の傾斜角に与える影響. 理学療法学. 1996;23(学会特別号):466.

THE RELATIONSHIP AMONG PARAMETERS FOR SAGITTAL ALIGNMENT OF THE LUMBAR SPINE, PELVIS, AND LOWER LIMBS IN THE STANDING POSITION: A STUDY INVOLVING MEASUREMENTS ON X-RAY FILMS

Sadaoki SUZUKI^{1,2)} and Hiroaki TSUTSUMI³⁾

¹⁾ Showa University Graduate School of Health Sciences

²⁾ Department of Rehabilitation, Asoka Hospital

³⁾ Department of Orthopedics Surgery, Showa University School of Medicine

Abstract — The relationship between pelvic alignment and lumbar alignment is typically expressed in terms of the sacral slope and the angle of lumbar lordosis. In clinical practice, determination of the sacral slope based solely on the angle of lumbar lordosis is difficult. The current study sought to examine factors that determine the sacral slope from among parameters indicating pelvic and lumbar alignment. Subjects were 43 athletes undergoing a medical check-up. Subjects were seen by physicians of the Orthopedics Department at Fujigaoka Rehabilitation Hospital from October 1, 2000 to November 30, 2011; none had lower back pain. X-ray films of the lumbar spine and X-ray films of the lower limbs were used to measure the angle of lumbar lordosis, lumbar tilt, the sacral slope, the pelvic angle (PA), innominate bone inclination, and inclination of the lower limbs (indicating the pelvic position relations for the ankle). Parameters were analyzed statistically using multiple regression analysis with a significance level of 0.05. A significant correlation was noted between the following: lumbar lordosis and the sacral slope ($r = 0.91$), lumbar tilt and the sacral slope ($r = 0.46$), lumbar tilt and the PA ($r = -0.59$), lumbar tilt and inclination of the lower limbs ($r = 0.41$), innominate bone inclination and the PA ($r = 0.60$), and innominate bone inclination and lumbar tilt ($r = 0.47$). The angles of lumbar lordosis and lumbar tilt were identified as factors that determine the sacral slope ($p < 0.01$). No relationship was noted between the sacral slope and the PA, innominate bone inclination, or inclination of the lower limbs.

Key words: sacral slope, pelvic alignment, lumbar alignment, lumbar lordosis, lumbar tilt

[受付: 7月16日, 受理: 8月19日, 2016]