

国際医療福祉大学審査学位論文（博士）

大学院医療福祉学研究科博士課程

立位におけるアライメントおよび腰部への
力学的負荷が腰痛の有訴に与える影響

平成27年度

保健医療学専攻・理学療法学分野・基礎理学療法学領域

学籍番号：13S3045 氏名：長谷川哲也

研究指導教員：丸山仁司

副研究指導教員：勝平純司

立位におけるアライメントおよび腰部への力学的負荷が腰痛の有訴に与える影響

長谷川哲也 著

要旨

目的

立位姿勢のどのような要素が腰痛へ影響するのかを明らかにすること、姿勢変化が椎間板圧縮力に与える影響を明らかにすること。

対象と方法

対象は実験 1 と実験 2 でそれぞれ 67 名と 23 名とし、三次元動作解析装置、床反力計およびスパイナルマウスを用いて立位姿勢の計測を行った。実験 1 では立位姿勢における腰痛有訴者と非腰痛有訴者の運動学、運動力学的要素の比較とロジスティック回帰分析を用いて腰痛の有訴に影響のある要素の特定を行った。実験 2 では安楽立位姿勢と直立姿勢の運動学、運動力学的変化の比較を行った。

結果

腰痛の有訴に関して、椎間板圧縮力の影響が強いことが示唆された。良姿勢とされる直立姿勢をとると椎間板圧縮力が減少することが示された。

結語

腰痛の有訴には立位姿勢における椎間板圧縮力が影響することが示されたことや、良姿勢とされる直立姿勢をとると椎間板圧縮力が小さくなることから、腰痛有訴者に対する椎間板圧縮力に着目した指導や姿勢介入の有効性が示唆された。

キーワード：立位姿勢，腰痛，腰部負担，椎間板圧縮力

Effects of postural alignment and kinetic low back load on a complaint of the low back pain during static standing

ABSTRACT

Objective

The purposes of this study were to demonstrate factors which affect low back pain and to show the effect of postural changes on low back load during static standing.

Subjects and methods

Participants were young males, 67 from experiment 1 and 23 from experiment 2. Standing postures were measured by a 3D motion analysis system, force plates and a spinal mouse. Kinetic and kinematic factors were compared between subjects with and without low back pain. Identification of these factors affecting low back pain was also conducted in experiment 1. Kinetic and kinematic changes between habitual posture and upright posture were examined in experiment 2.

Results

The intervertebral disk compression force was the strongest factor affecting low back pain during static standing. Upright posture contributed to the decrease in the intervertebral disk compression force in standing posture.

Conclusion

The intervertebral disk compression force had a distinct effect on the complaint of low back pain in standing posture. Consequently, being aware to maintain upright posture contributed to a decrease of the low back compression force and therefore could be effective for people with low back pain.

KEYWORDS:

Standing posture, low back pain, low back load, Intervertebral disk compression force

目次

第1章 本研究の背景と目的	2
1.1 本研究の背景	2
1.2 本研究の目的	4
1.3 本論文の構成	4
1.4 倫理的配慮	4
第2章 方法	6
2.1 対象	7
2.1.1 実験1の対象	7
2.1.2 実験2の対象	8
2.1.3 本研究における腰痛有訴者の定義	9
2.1.4 Roland-Morris Disability Questionnaire	11
2.1.5 keele STarT (Subgrouping for Targeted treatment)back scoring tool.....	13
2.2 計測条件	15
2.2.1 立位姿勢の計測	15
2.2.2 直立姿勢の計測	15
2.2.3 本研究における良姿勢の定義	16
2.3 計測方法	17
2.3.1 三次元動作分析装置と床反力計を用いた計測	17
2.3.2 スパイナルマウスを用いた計測	19
2.4 解析方法	20
2.4.1 関節角度と関節モーメントの算出	20
2.4.2 椎間板圧縮力の算出方法	21
2.4.3 脊柱湾曲角度の算出	22
2.5 統計解析	23
2.5.1 実験1の統計解析	23
2.5.2 実験2の統計解析	23
第3章 結果	25
3.1 立位姿勢における椎間板圧縮力が腰痛の有訴に与える影響の検討	25
3.1.1 腰痛の有無による運動学, 運動力学的パラメータの比較	25
3.1.2 ロジスティック回帰分析の結果	28
3.2 安楽立位姿勢と直立姿勢の比較	29
3.2.1 安楽立位姿勢と直立姿勢の姿勢比較	29
第4章 考察	32
4.1 立位姿勢における椎間板圧縮力が腰痛の有訴に与える影響の検討	32
4.1.1 非腰痛有訴群と腰痛有訴群における腰部負担を示すパラメータの比較	32
4.1.2 腰痛の有無に影響する立位姿勢の要素	32
4.2 安楽立位姿勢と直立姿勢の比較	34
4.2.1 安楽立位姿勢と直立姿勢の姿勢変化	34
4.2.2 直立姿勢をとることによる腰部負担軽減効果	36
4.2.3 立位時の椎間板圧縮力が腰痛の有訴に与える影響	36
第5章 結論	38
5.1 本研究の結論	38
5.2 本研究の意義	39
5.3 本研究の限界と今後の課題	40
謝辞	41
参考文献	42

第 1 章

本研究の背景と目的

第1章 本研究の背景と目的

1.1 本研究の背景

本邦において、腰痛は最も有訴率の高い疾患である¹⁾。推計では約2800万人もの腰痛者が存在すると報告され、70~85%のヒトが人生のうち少なくとも一度は経験するといわれている^{2,3)}。また、腰痛は本邦だけではなく欧米においても有訴者数が最大の疾患である^{4,5)}。加えて、腰痛は職業関連の疾患のなかで発生頻度が最も高く、主要な休職理由になっているため⁶⁾、腰痛による多大な金銭的、時間的な社会的損失が報告されている。このような背景から、近年、腰痛発症や慢性化のメカニズムを明らかにする多くの試みが行われるようになってきている。

腰痛の発症には、骨、骨格筋、靭帯、軟部組織、神経由来や心理社会的要因、職場環境など、多くの要因が複雑に関連しているといわれている^{7,8)}。本邦においても、腰痛新規発生の要因や慢性化の要因に関しては、20kg以上の重量物の取り扱いや前屈み動作が多い環境などが危険因子としてあげられている。重量物の運搬や移乗動作などの持ち上げを伴う、作業時に大きな腰部負担が生じる動作が腰痛発生の主要因であることは古くから知られており、持ち上げ動作時の腰部負担を明らかにした先行研究が数多く行われている^{9,10)}。National Institute of Occupational Safety and Health(NIOSH)は持ち上げ動作時の腰部に生じる負担を椎間板圧縮力を用いて分析し、検体から得られた椎間板に対する負荷試験の結果より、椎間板に3400N以上の負荷のかかる作業は避けるべきであると述べている¹¹⁾。また、生体内の椎間板圧縮力を侵襲的な方法によって計測した先行研究により、20~25kgの重量の荷物を持ち上げると椎間板圧縮力が3400Nを超えることが報告されていることから、国によっても異なるが、20kg~25kg以上の持ち上げを避けるように勧告がなされている。そのため、腰部に大きな力学的負担がかかることは腰痛の新規発症要因や慢性化の要因とされている。

一方、職場環境において、長時間の立位姿勢は腰痛を発症するリスクファクターになることや¹²⁾、不良姿勢が腰痛に関連することも指摘されている^{13,14)}。

姿勢の良し悪しに関して、臨床上で良いとされる立位姿勢とは矢状面上では耳垂、肩峰、大転子、外果が一直線上に位置している姿勢であるといわれてきた。一方、不良姿勢は、矢状面における過度な脊柱の弯曲や前額面における非対称など、良いとされる姿勢から逸脱したものを指している。しかし、姿勢の良し悪しは、力学的、審美的、生理的な観点や動作の目的により、それぞれ異なり、定義は一様ではない。

立位姿勢を検討した研究では、脊柱アライメントの計測や立位姿勢をいくつかのタイプに分類する試みが行われている。金村ら¹⁵⁾は日本人の脊柱矢状面弯曲角度を、X線を用いて撮影し脊柱弯曲角度について検討しており、年齢や性別により弯曲角度が異なると述べている。また、Wilesら¹⁶⁾は腰椎と胸椎の弯曲の様子に加えて、仙骨の前方傾斜角度を用いて姿勢を分類しており、立位姿勢といえども、多様な様子を呈することが示されている。近年では、立位姿勢と腰痛との関連に着目した研究が行われており、立位姿勢の矢状面や前額面上の二次元の関節角度を計測し分析した結果と腰痛の有訴との関連を検討した研究が行われている。Smithらは青年期の男女766人を対象に、体幹部と骨盤帯の関節角度を基に立位姿勢をクラスター解析を用いて4種の姿勢に分類し、中間位姿勢から逸脱した姿勢は腰痛発症リスクが高く、体幹伸展、骨盤が適度に前傾している姿勢が良いと報告している¹³⁾。Dolphensらは、青年期の男女1196人を対象に、姿勢の分類と愁訴との関連を検討した結果、立位姿勢における足関節外果の位置から骨盤帯の前方偏倚が腰痛の愁訴に影響しているとし、頭部、体幹、骨盤が直線上に位置する姿勢が良姿勢であると報告している¹⁴⁾。これらはいずれも脊柱弯曲角度や関節角度に代表される運動学的なパラメータを用いて立位姿勢の分析を行っている。

以上のように不良姿勢と腰痛との関連が指摘されており、いわゆる不良姿勢を想定すると、腰部関節中心と上半身重心位置との距離が離れることで、椎間板への力学的負担が増大することが予想できる。従って、力学的な負荷を考慮すれば、関節への負荷が小さい姿勢が良い姿勢、大きい姿勢が悪い姿勢と考えることができる。

椎間板に対する力学的負荷の影響に関して、Adams らは検体を用いて模擬的に椎間板へ圧力を加え、持続的な椎間板圧縮力の増加は椎間板の高さを減らすと報告している¹⁷⁾。椎間板の厚みは、朝に比べ夜に薄くなることも知られており、これは椎間板が圧力を受けることにより、水分が失われ、細胞が押しつぶされるために起こるといわれている。椎間板が薄くなると、椎間関節の圧迫ストレスの増加や神経孔の狭小化が起こり、疼痛の原因になるとされている¹⁸⁾。また、腰椎中間位に比べ、屈曲位や過度な伸展位では椎間板にかかる圧力の不均等が起こると報告されており¹⁹⁾、力学的に見ても、不良姿勢は腰痛につながる可能性が指摘されている。以上のことから、椎間板に生じる負担は、立位時のように小さくとも、不良姿勢によって増えた腰部負担が腰痛に影響することが考えられる。

しかし、これまでは立位姿勢における各関節や脊柱の角度を検討した研究は行われているが、三次元的に身体の姿勢を分析し、腰部に生じる力学的負担を明らかにした研究はない。そのため、実際の生体において、どのような姿勢が力学的負担の大きい姿勢か、小さい姿勢かは示されていない。さらに、これまでの先行研究では、姿勢観察や分類から、立位姿勢と腰痛との関連は検討されているが、立位姿勢における腰部負担と腰痛との関連は検討されておらず、立位姿勢の腰部負担が腰痛に影響を与えるのかは不明である。

そのため、立位姿勢のアライメントや腰部負担などの、どのような運動学、運動力学的要素が腰痛の有訴に影響するのかを明らかにすることができれば、腰痛の改善や予防に対して有用な情報となると考えた。

以上より、本研究では、立位におけるアライメントおよび腰部への力学的負荷が腰痛の有訴に与える影響を明らかにすることを目的に実験を行った。

1.2 本研究の目的

上記の背景より，以下の2点を明らかにするために本研究を実施した．

立位姿勢における椎間板圧縮力が腰痛の有訴に与える影響を明らかにすること．

立位における姿勢変化が椎間板圧縮力の増減に与える影響を明らかにすること．

統計手法を用いて，立位姿勢の椎間板圧縮力が腰痛の有訴へ影響することを明らかにし，先行研究における良姿勢の椎間板圧縮力が小さいことを示すことで，立位姿勢における椎間板圧縮力の腰痛の有訴に対する影響を明らかにできると考えた．

1.3 本論文の構成

第1章では本研究における背景と目的を述べた．

第2章では，本研究の方法に関して詳細を述べた．

第3章において，2つの実験結果を述べた．

第4章では，第3章で得られた結果に対する考察を述べた．

第5章では，本研究の内容を統括し，結論を述べた．

1.4 倫理的配慮

本研究は，国際医療福祉大学研究倫理審査委員会の承認を得た．（承認番号: 14-Io-12）
被験者には事前に研究の内容を十分に説明し，書面にて同意を得た．

第 2 章 方法

第2章 方法

本研究では、立位におけるアライメントおよび腰部への力学的負荷が腰痛の有訴に与える影響を明らかにすることを目的に、以下に示す2つの実験を行った。

実験1では、立位姿勢における椎間板圧縮力が腰痛の有訴に与える影響を明らかにすることを目的に、「立位姿勢における椎間板圧縮力が腰痛の有訴に与える影響の検討」と題し、立位姿勢における運動学・運動力学的パラメータを独立変数、腰痛の有訴を従属変数としてロジスティック回帰分析を行った。

実験2では、立位における姿勢変化が椎間板圧縮力の増減に影響するのかを明らかにすることを目的に、「安楽立位姿勢と直立姿勢の比較」と題し、安楽立位姿勢と直立姿勢の運動学・運動力学的パラメータの比較を行った。

それぞれの実験における対象、計測条件、計測方法、解析方法、統計解析の詳細について以下に記す。

2.1 対象

2.1.1 実験1の対象

若年男性 67 名(23.9±3.3 歳, 172.7±6.2cm, 65.2±7.9kg)を対象とした。計測を行うに先立ち、被験者には研究内容を十分に説明し、書面にて研究への同意を得た。本研究では後述する RDQ (Roland-Morris Disability Questionnaire), Dionne らによって確立された腰痛に関する質問, そして心理社会的要因による腰痛の判別に用いられる keele STarT back scoring tool を用いたスクリーニングによって腰痛有訴者と非腰痛有訴者の判別を実施した。RDQ1 点以上かつ腰痛があると答え、3 ヶ月以上腰痛が続いている対象者を腰痛の訴えがある者と定義し、腰痛有訴者とした。非腰痛有訴者はいずれの設問にも該当しない者とした。また、被験者の除外基準は、keele STarT back scoring tool が 4 点以上の心理社会的腰痛の疑いがある者、下肢症状のある者とした。図 2-1 に被験者の抽出方法を示す。抽出の結果、被験者は 64 名となった。

表 2-1 に被験者の年齢、身長、体重を示す。

表 2-1 実験 1 における被験者の内訳

	全体	非腰痛有訴者	腰痛有訴者
人数 (人)	64	42	22
年齢 (歳)	23.9±3.3	23.9±3.3	24.2±3.1
身長 (cm)	172.8±6.1	172.4±6.1	173.4±6.3
体重 (kg)	65.3±7.9	64.6±7.4	67.2±8.7

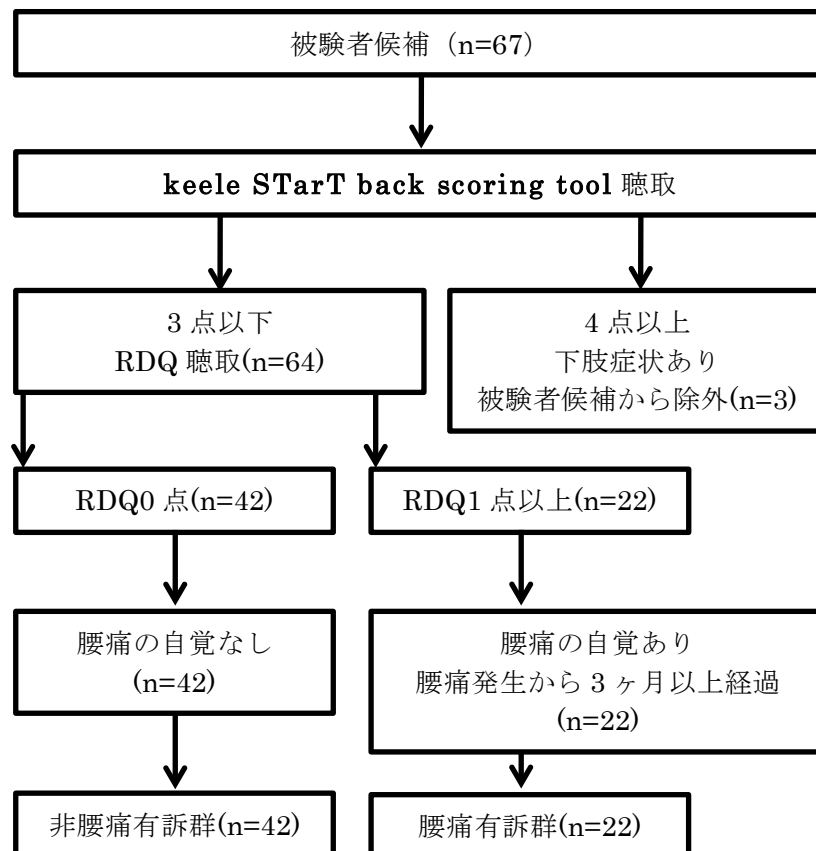


図 2-1 実験 1 における被験者の抽出方法

2.1.2 実験 2 の対象

若年男性 23 名を対象者とした。計測を行うに先立ち、被験者には研究内容を十分に説明し、書面にて研究への同意を得た。

被験者の除外基準は、keele STarT back scoring tool が 4 点以上の心理社会的腰痛が疑われる者、下肢症状のあるものとした。

図 2-2 に被験者の抽出方法を示す。抽出の結果、被験者は 20 名となった。

表 2-2 に被験者の内訳を示す。

表 2-2 実験 2 における被験者の内訳

人数(人)	20
年齢(歳)	23.9±3.3
身長(cm)	172.2±6.8
体重(kg)	62.9±8.9

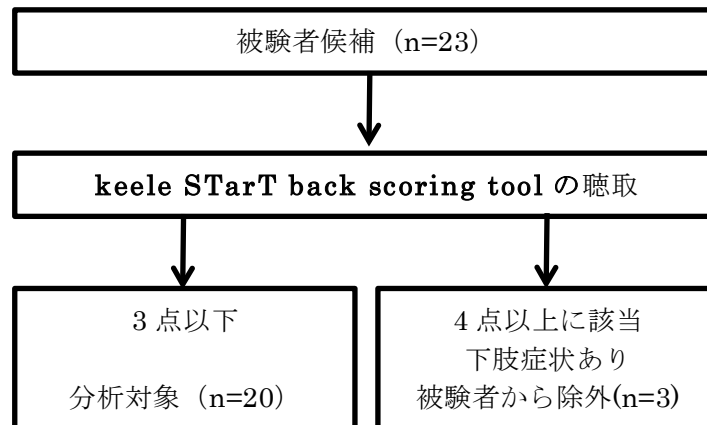


図 2-2 実験 2 における被験者の抽出方法

2.1.3 本研究における腰痛有訴者の定義

Dionne ら²⁰⁾によって、腰痛を対象とする研究を行う際の、研究間のデータ比較を容易にすることを目的に腰痛者の定義づけが提案されている。この定義づけは12カ国28人の研究者らによって行われた。その定義は Minimal definition と Optimal definition とされている。Minimal definition は腰痛の部位と痛みの期間、日常生活の障害の程度を聴取することとされている。Optimal definition は Minimal definition に頻度や期間、痛みの程度、症状、坐骨神経痛の有無や除外基準を加えることとされている。

また、松平らによって、この方針に従った質問票を用いて大規模調査が行われている²¹⁾。これらのことから本研究では松平らの行った調査に用いた質問内容(図 2-4)と RDQ(表 2-3)、STarT back scoring system (図 2-5)を被験者から聴取した。

以上をもとに、本研究では RDQ1 点以上かつ腰痛の自覚を問う質問に腰痛があると答え、3ヶ月以上腰痛が続いている対象者を腰痛の訴えがある者と定義し、腰痛有訴者とした。

非腰痛有訴者はいずれの基準にも該当しない者とした。また、被験者の除外基準は、keele STarT back scoring tool が4点以上の心理社会的腰痛の疑いがある者、下肢症状のある者とした。

アンケートの聴取は、対面式にて行った。被験者は、アンケート内容の説明を受けた後に、ノートパソコンの画面上に記載された設問に対して、選択肢を選ぶ形式にて回答した(図 2-3)。下肢症状については、keele STarT back scoring tool 内の設問と口頭にて被験者に聴取を行った。

RDQ日本語版 Roland-Morris Disability Questionnaire

腰が痛い、ふだんやっていることがなかなかできなくなることがあります。以下の項目は、腰が痛いときに起こることを表したものです。この中に、あなたの「今日」の状態にあてはまるものがあるかもしれません。項目を読みながら、今日のあなたの状態を考えてみてください。あなたの状態にあてはまる場合には「はい」を、あてはまらない場合には「いいえ」を選んでください。

腰痛のため、大半の時間、家にいる*

はい
 いいえ

腰痛を和らげるために、何回も姿勢を変える*

はい
 いいえ

腰痛のため、いつもよりゆっくり歩く*

はい
 いいえ

腰痛のため、ふだんしている家の仕事をまったくしていない*

はい
 いいえ

腰痛のため、手すりを使って階段を上る*

はい
 いいえ

腰痛のため、いつもより横になって休むことが多い*

はい

図 2-3 アンケート聴取画面

腰痛について^{注)}

過去1ヶ月を総合すると、あなたの腰痛は以下1~4のどの状態でしたか？
最もあてはまるものを選んでください。

(注：下図の灰色部分に1日以上続いた痛みで、脚（あし）の痛み・しびれを伴った腰痛は含みますが、生理、妊娠、風邪時の腰痛は除きます.)



- | |
|--|
| 1. 腰痛を伴うことはなかった |
| 2. 腰痛を伴うことはあったが、仕事に支障をきたすことはなかった |
| 3. 腰痛のため仕事に支障をきたしたこともあったが、欠勤（休職）はしなかった |
| 4. 腰痛のため、欠勤（休職）をしたことがある |

⇒2, 3, 4に回答（腰痛あり）とした方にお聞きします。

⇒腰痛を患ってから3ヵ月以上経っていますか？ → はい・いいえ

図 2-4 腰痛アンケートの設問

Dionne ら²⁰⁾,松平ら²¹⁾より引用

2.1.4 Roland-Morris Disability Questionnaire

RDQ は腰痛によって日常生活が障害される程度を評価する尺度である。24 項目の設問で構成されている(表 2-3)²²⁾。設問の内容は、立つことや、歩くこと、仕事をするなどの、日常生活の行動が腰痛のために障害されるか否かを尋ねる項目に、「はい」、「いいえ」で回答してもらい、「はい」と回答した項目の数を加算して得点を算出する。RDQ の長所として項目と回答選択肢が少なく臨床で実施しやすいこと、多くの先行研究に活用されていることなどがあげられる²³⁾。

RDQ の再現性を示す級内相関係数は 0.91、内的整合性を示すクロンバックの α 係数は 0.89 であり、信頼性が示されている^{22,24)}。また、RDQ は ODI, Quebec back pain disability scale(QDS) との相関を示し、基準関連妥当性が示されている^{25,26)}。日本語版 RDQ についても、信頼性、妥当性、変化に対する反応性の検証が行われている。日本語版 RDQ の再現性を示す級内相関係数は 0.91、内的整合性を示すクロンバックの α 係数は 0.85 であり、信頼性が示されている。また、日本語版 RDQ は SF-36 の「身体機能」、「身体の痛み」、「日常役割機能(身体)」と高い相関を示し、基準関連妥当性が示されている²⁷⁾。以上のことから RDQ は腰痛による日常生活への機能障害の程度の評価に有用であると考えられる。

表 2-3 Roland-Morris Disability Questionnaire の質問項目

鈴嶋²³⁾より引用

-
- 1 腰痛のため、大半の時間、家にいる
 - 2 腰痛を和らげるために、何回も姿勢を変える
 - 3 腰痛のため、いつもよりゆっくり歩く
 - 4 腰痛のため、ふだんしている家の仕事を全くしていない
 - 5 腰痛のため、手すりを使って階段を上る
 - 6 腰痛のため、いつもより横になって休むことが多い
 - 7 腰痛のため、何かにつかまらないと、
安楽椅子(体を預けて楽に座れる椅子、深く腰掛けた姿勢)から立ち上がれない
 - 8 腰痛のため、人に何かしてもらおうよう頼むことがある
 - 9 腰痛のため、服を着るのにいつもより時間がかかる
 - 10 腰痛のため、短時間しか立たないようにしている
 - 11 腰痛のため、腰を曲げたりひざまずいたりしないようにしている
 - 12 腰痛のため、椅子からなかなか立ち上がれない
 - 13 ほとんどいつも腰が痛い
 - 14 腰痛のため、寝返りがうちにくい
 - 15 腰痛のため、あまり食欲がない
 - 16 腰痛のため、靴下やストッキングをはくとき苦勞する
 - 17 腰痛のため、短い距離しか歩かないようにしている
 - 18 腰痛のため、あまりよく眠れない
(痛みのために睡眠薬を飲んでいる場合は「はい」を選択して下さい)
 - 19 腰痛のため、服を着るのを誰かに手伝ってもらおう
 - 20 腰痛のため、一日の大半を、座って過ごす
 - 21 腰痛のため、家の仕事をするとき力仕事をしないようにしている
 - 22 腰痛のため、いつもより人に対していらいらしたり腹が立ったりする
 - 23 腰痛のため、いつもよりゆっくり階段を上る
 - 24 腰痛のため、大半の時間、ベッド（布団）の中にいる
-

2.1.5 keele STarT (Subgrouping for Targeted treatment)back scoring tool

keele STarT (Subgrouping for Targeted treatment)back scoring tool (図 2-5)はイギリスのキール大学にて開発された、質問票を用いて腰痛者を対象とし、3段階のサブグループへ分類を行うものである²⁸⁾。全9設問で構成されている。設問の1~4番は腰痛や痛みに関する設問、5~9番は、心理社会的要因に関する設問であり、「不安」、「抑うつ」、「恐怖回避思考」、「破局的思考」、「自覚的な煩わしさ」の5項目から構成されている。最後の「煩わしさ」について、腰痛を強く煩わしいと感じている人は、半年後に欠勤しているリスクが明らかに高まるという疫学知見を基に採用されている。

総合点が3点以下の場合にはLow risk群、4点以上の場合にはMedium risk、High risk群に分類される。総合点が4点以上かつ、心理社会的要因に関する設問に5問中4問以上に該当した場合、心理社会的要因の関与が強いHigh risk群の腰痛患者に分類され、初期の段階から認知行動的療法を加える介入プロトコールの方が医療経済学的評価も含め有益であることが報告されている²⁹⁾。

松平²¹⁾らの報告によると、腰痛の発症因子や予後不良因子は、心理社会的要因としての心理状態や考え方による要因と、人間工学的要因として腰への機械的な負担による要因に分けられる。心理社会的要因では、新規発症要因と慢性化要因ともに、職場におけるストレスや仕事の満足度の低さなどがあげられる。こういった心理社会的要因による腰痛は発症早期においてスクリーニングを行い、人間工学的要因と分けて介入することが勧められている。

本研究では、keele STarT back scoring toolを心理社会的要因による腰痛を除外するために用いた。総合点が4点以上の者を被験者から除外した。

keele STarT back scoring tool 日本語版				
ここ2週間のことを考えて、次のそれぞれの質問に対して回答してください				
1.ここ2週の間、腰痛が足のほうにも広がることがあった		そうではない	そうだ	
2.ここ2週の間、肩や首にも痛みを感じることもあった		そうではない	そうだ	
3.腰痛のため短い距離しか歩いていない		そうではない	そうだ	
4.最近2週間は、腰痛のため、いつもよりゆっくり着替えをした		そうではない	そうだ	
5.私のような体の状態の人は、体を動かし、活動的であることは決して安全とはいえない		そうではない	そうだ	
6.心配事が心に浮かぶことが多かった		そうではない	そうだ	
7.私の腰痛はひどく、決してよくなると思わない		そうではない	そうだ	
8.以前は楽しめたことが最近楽しめない		そうではない	そうだ	
9.全体的に考えて、ここ2週間の間に腰痛をどの程度煩わしく感じましたか				
全然	少し	中等度	とても	極めて

図 2-5 keele STarT back scoring tool 日本語版

松平²⁸⁾より引用

2.2 計測条件

2.2.1 立位姿勢の計測

計測条件は被験者が習慣的にとっている安楽立位姿勢とした。被験者は片脚ずつ床反力計上に肩幅程度に足を広げて立ち 10 秒間 3 試行の立位姿勢を計測した。目線は 5m 先に設置した目線の高さの目印を見るように指示した。

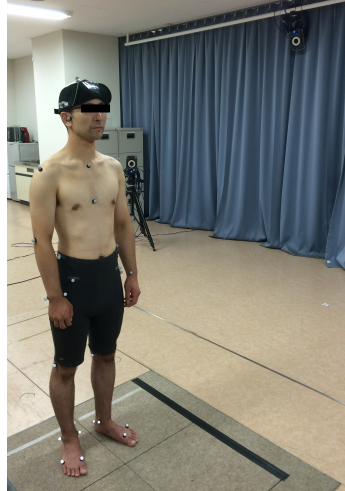


図 2-6 安楽立位姿勢

2.2.2 直立姿勢の計測

実験 2 では安楽立位姿勢と直立姿勢の比較を行った。直立姿勢をとるための姿勢介入は、理学療法分野でも広く実施されているが、本研究では直立姿勢に特化した姿勢介入を行い、大規模な介入研究も行われているアレクサンダーテクニク(以下 AT)を用いることとした^{30,31)}。介入には AT 教師養成校の認定を受け、日本アレクサンダーテクニク協会 (Japan Alexander Technique Society) に所属する AT 教師 (資格取得後 5 年) が実施した。姿勢介入は声による教示と徒手による姿勢の修正によって行われた。AT と介入方法の詳細は本論文の最後に付録として示した。介入時間は 5 分以内とした。介入を行った後は、被験者には介入内容を意識して立位姿勢を保持するよう指示し、通常の立位姿勢の計測と同様に 10 秒間 3 試行の立位姿勢を計測した。計測順序は、先に介入無し条件の安楽立位姿勢を計測後に直立姿勢をとる介入有り条件の計測を行った。



図 2-7 直立姿勢介入の様子

2.2.3 本研究における良姿勢の定義

Smith ら¹³⁾の報告において、垂線に対して C7 と大転子を結んだ直線のなす角度が増大するとスウェイバック姿勢となり腰痛の有訴が多いと報告されている。Dolphens ら¹⁴⁾の報告において垂線と大転子と足関節外果を結ぶ線のなす角が増大し骨盤が前方へ偏倚することが腰痛の有訴に影響すると報告されている。

以上のことから、本研究においては、C7 と大転子、足関節外果の位置を、直立姿勢を表す指標として用いた。大転子を通る垂線に対して、C7 と大転子を結ぶ線と足関節外果と大転子を結ぶ線それぞれのなす角度が小さい姿勢を直立姿勢と定義した。

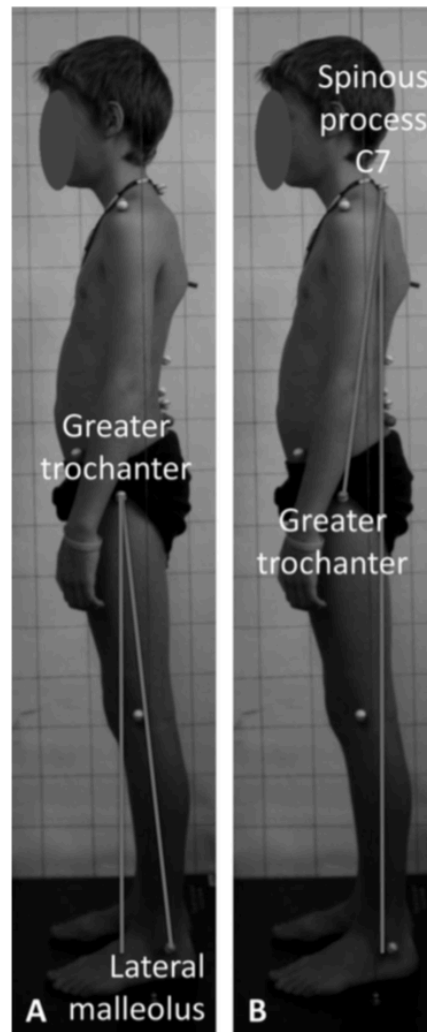


図 2-8 直立姿勢の定義
Dolphens ら¹⁴⁾の報告より引用

2.3 計測方法

2.3.1 三次元動作分析装置と床反力計を用いた計測

図 2-9 に本研究の計測システムを示す。計測には三次元動作分析装置(VICON MX, VICON, UK), 床反力計(AMTI, USA), スパイナルマウス(Idiag, Switzerland)を使用した。被験者の立位姿勢を三次元的にとらえるためにサンプリング周波数 100Hz の床反力計 2 枚とサンプリング周波数 100Hz の赤外線カメラを 10 台用いた三次元動作解析装置を使用した。図 2-10 に示すように被験者の体表には直径 14mm の赤外線反射マーカを頭頂, 第 7 頸椎, 第 10 胸椎, 第 5 腰椎, 仙骨, 胸骨柄, 胸骨剣状突起, 以下は左右両側の耳介上部, 耳丘, 肩峰, 上腕内側上果, 上腕外側上果, 橈骨茎状突起, 尺骨茎状突起, 腸骨稜, 上前腸骨棘, 上後腸骨棘, 大転子, 膝内側, 膝外側, 足内果, 足外果, 母趾中足骨頭, 小趾中足骨頭, 踵骨へ合計 46 箇所貼付した。赤外線反射マーカの貼付はすべて同一の検者が行った。

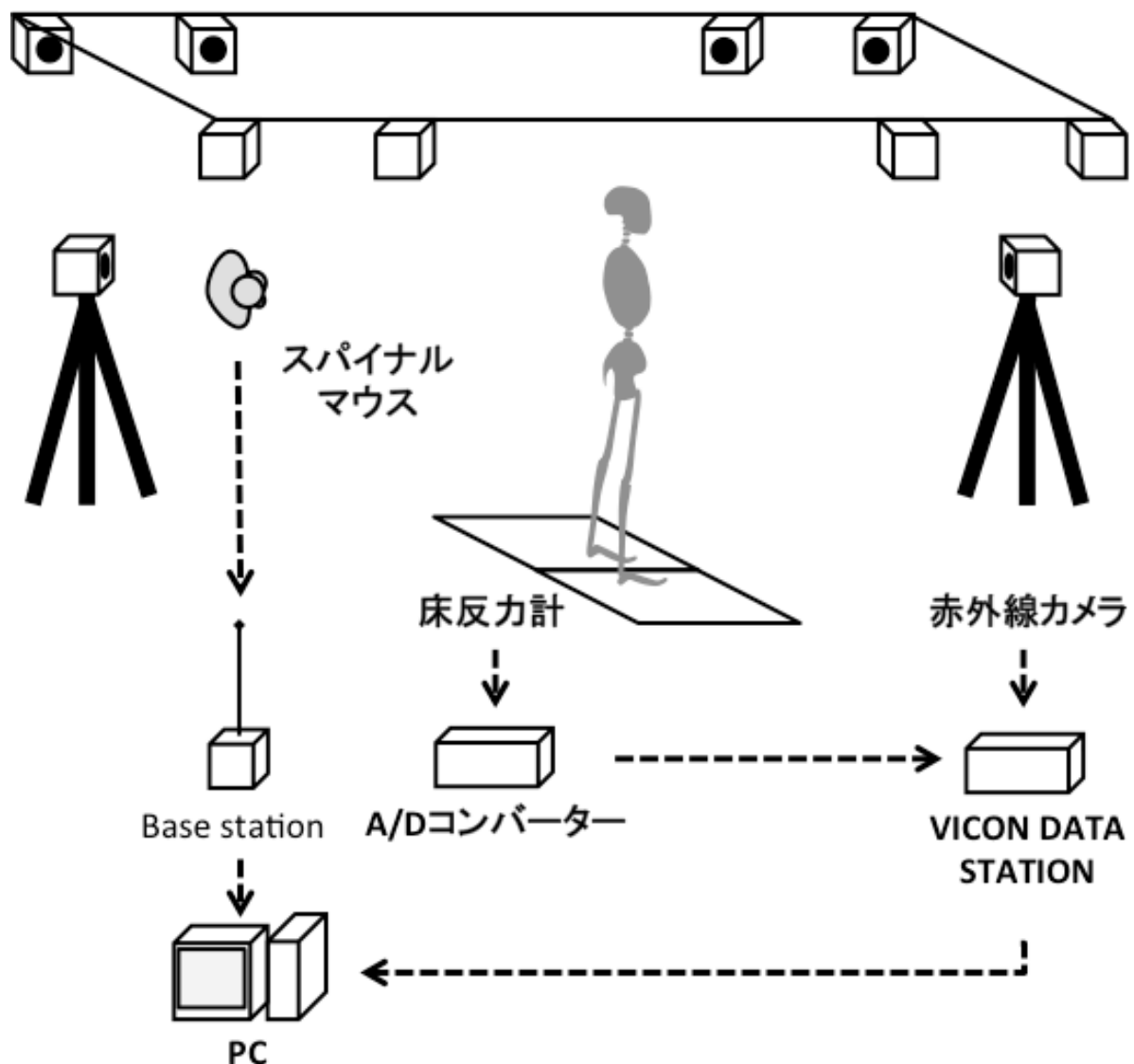


図 2-9 計測システム

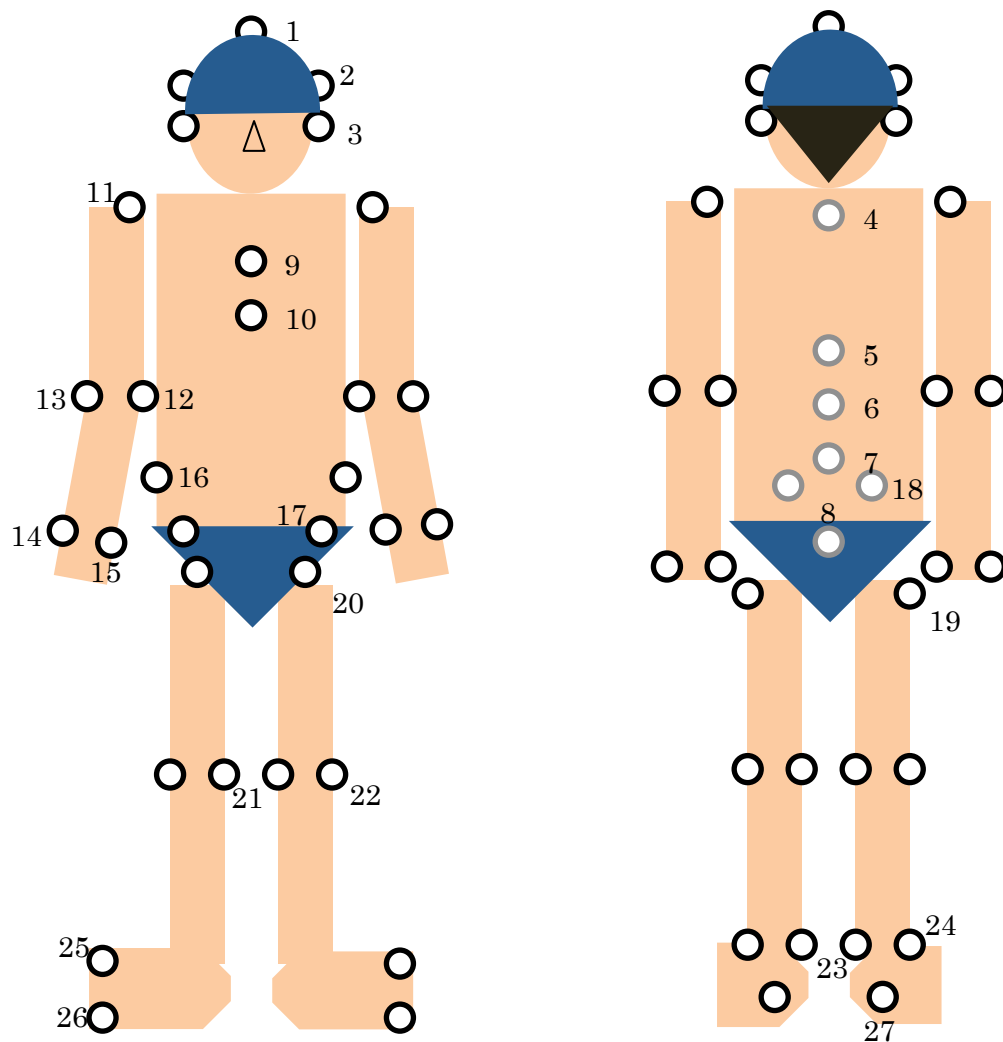


図 2-10 マーカー貼付位置

表 2-4 マーカー貼付位置

1 頭頂	8 仙骨	15 尺骨茎状突起	
2 耳孔上部	9 胸骨丙	16 腸骨稜	22 膝外側 ※2
3 耳丘	10 胸骨剣状突起	17 上前腸骨棘	23 足内果
4 頸椎 7 番	11 肩峰	18 上後腸骨棘	24 足外果
5 胸椎 10 番	12 上腕内側上果	19 大転子 ※1	25 母趾中足骨頭
6 胸椎 12 番	13 上腕外側上果	20 股関節	26 小趾中足骨頭
7 腰椎 5 番	14 橈骨茎状突起	21 膝内側 ※2	27 踵骨

※1 大転子と上前腸骨棘を結ぶ線上で大転子から 1/3 の点
 ※2 膝蓋骨中央の高さで膝蓋骨を除いた前後径の midpoint

2.3.2 スパイナルマウスを用いた計測

スパイナルマウスは脊柱弯曲角度を計測するために用いた(図 2-11)。

スパイナルマウスは3軸加速度センサーを用いて非侵襲的に脊柱の弯曲角度を測ることができる装置である。Mannion ら³²⁾により、スパイナルマウスの再現性と妥当性の検討が行われており、その結果、検者内信頼性、検者間信頼性ともに0.8以上であったと報告されている。

計測方法は、第7頸椎から第3仙椎の椎骨横突起を縦に結んだ線である脊柱傍線上に上から下に計測器を沿わせて、脊柱の形を計測した(図 2-12)。第7頸椎から第3仙椎の位置は触診で場所を確認し、赤外線反射マーカを貼付し、目印とした。計測したデータは、Base station を経由し、記録用のパソコンに無線で送信され、専用の解析ソフトを用いて解析した。

スパイナルマウスの計測は、すべて同一の検者が行った。



図 2-11 スパイナルマウス



図 2-12 スパイナルマウスの使用方法

2.4 解析方法

2.4.1 関節角度と関節モーメントの算出

身体各部に取り付けたマーカの位置情報は三次元動作解析装置により三次元座標を計測し、サンプリング周波数 100Hz で VICON DATA STATION に取り込まれた。床反力計からの信号はサンプリング周波数 100Hz で A/D 変換され、計測用 PC へ座標データとともに取り込まれた。取り込まれたデータは三次元動作解析装置計測用ソフト VICON Nexus version.1.8.1(VICON, UK)によりマーカ位置と床反力ベクトルを三次元的に PC 画面上に表示することができる。次に表示されたマーカに対して被験者の関節点位置と対応するようにラベリングを行い C3D 形式ファイルを作成した。これを三次元動作解析ソフト VICON Body Builder(VICON, UK)と Visual3D version.5(C-Motion, USA)を用い、解析用プログラムを作成し解析を行った。得られた座標データと床反力データはそれぞれ 6Hz と 18Hz のローパスフィルタによりフィルタリング処理を行った。

各関節角度、関節モーメントの算出方法については、勝平ら³³⁾が行った先行研究において報告した方法を用いた。関節角度は三次元動作解析装置を用いて得られた体表上のマーカの位置情報により、三次元角度であるオイラー角を用いて算出した。関節モーメントは赤外線反射マーカの座標値、床反力計から得られた床反力情報からニュートン・オイラー法を用いた逆動力学的分析により算出した。逆動力学的分析では、セグメント(体節)を剛体とみなし、リンクセグメントモデル(セグメントが関節点により連結されたモデル)を用いた。空間座標系は左右方向を x 軸、進行方向を y 軸、鉛直方向を z 軸と定義した。 x 軸は右方向を+、 y 軸は前方向を+、 z 軸は上方向を+と定義した。関節モーメントの算出には、関節の座標位置と床反力データに加えて、各体節の重心位置、各体節の身体質量比および各体節の慣性モーメントが身体パラメータとして必要になる。モーメントの計算に必要な身体パラメータは Winter ら³⁴⁾、岡田ら³⁵⁾、Jorgensen ら³⁶⁾の報告した身体計測データを用いた。腰痛は第 4, 5 腰椎間で多く発生すると報告されているため³⁷⁾、本研究では第 4, 5 腰椎間を腰部モーメントの回転中心とした。

本研究で用いた関節モーメントのデータは被験者の体重で除し正規化したものを用いた。

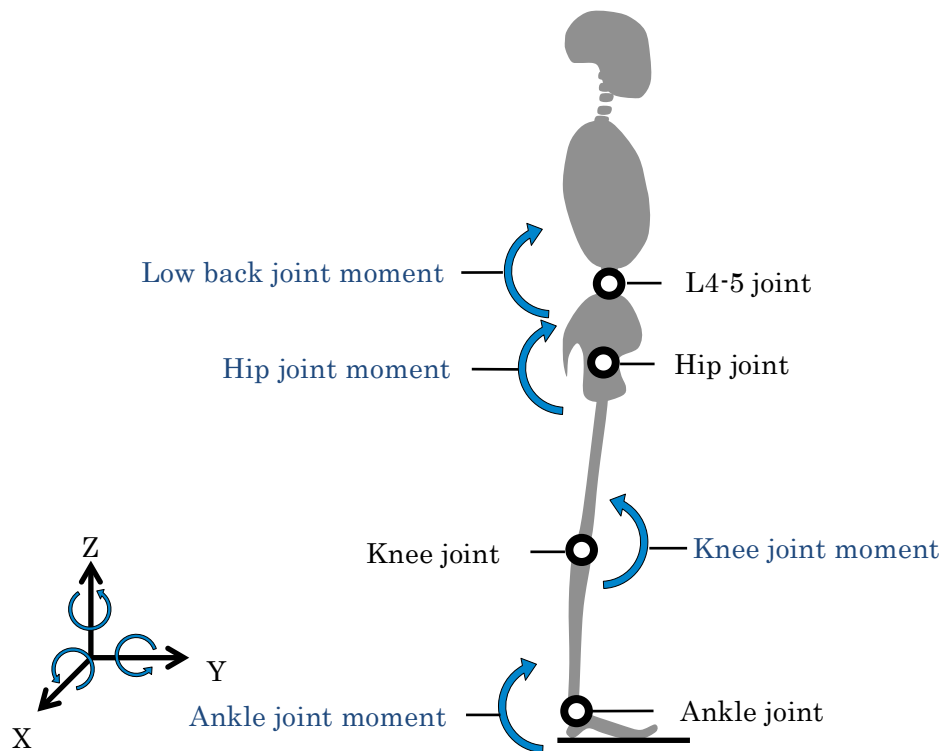


図 2-13 関節モーメントの概念図

2.4.2 椎間板圧縮力の算出方法

本研究では腰部負担の指標として、腰部関節モーメントに加えて、第4, 5腰椎間にかかる椎間板圧縮力を用いた。本研究で用いた椎間板圧縮力は、第4, 5腰椎間にかかる3軸のモーメントより算出しており、立位姿勢の三次元的な変化による腰部負担の変化を反映している。

立位姿勢は様々な様子を呈することが予想できる。そのため、立位姿勢の腰部負担を検討する場合、三次元的な変化を考慮する必要がある。よって、腰部の3軸モーメントから計算する椎間板圧縮力を腰部負担の指標として用いた。

椎間板圧縮力の算出については山崎らの方法を参考に算出した(式1)^{38,39}。椎間板と筋とのモーメントアームは、腰部屈曲モーメント発生時は椎間板から腹直筋までの距離、腰部伸展モーメント発生時には椎間板から脊柱起立筋までの距離とした。椎間板と各筋腹までのモーメントアームは先行研究を参考にした³⁶。

椎間板圧縮力の計算はBody Builderを用いて行った。算出された第4, 5腰椎にかかるモーメントの絶対値にモーメントアームの逆数をかけることで傍脊柱の筋群が発揮する筋張力を推定し、HAT(Head, Arm, Trunk)の質量から重力を計算した後に、第4, 5腰椎にかかる力を体幹角度(θ)にあわせて分解し、これらを合わせた力を椎間板圧縮力とした。(式1)

式中の数字はモーメントアームの逆数を表している。

本研究で用いた椎間板圧縮力のデータは被験者の体重で除し正規化したものを用いた。

$$\begin{aligned}
 & \cdot \text{椎間板圧縮力} = \\
 & + 20 \times | \text{Extension moment} | \text{ or } 13 \times | \text{Flexion moment} | \\
 & + 8 \times | \text{Side flexion moment} | \\
 & + 23 \times | \text{Rotation moment} | \\
 & + \text{upper body weight} \cdot \cos \theta \cdot 9.8
 \end{aligned}
 \tag{式 1}$$

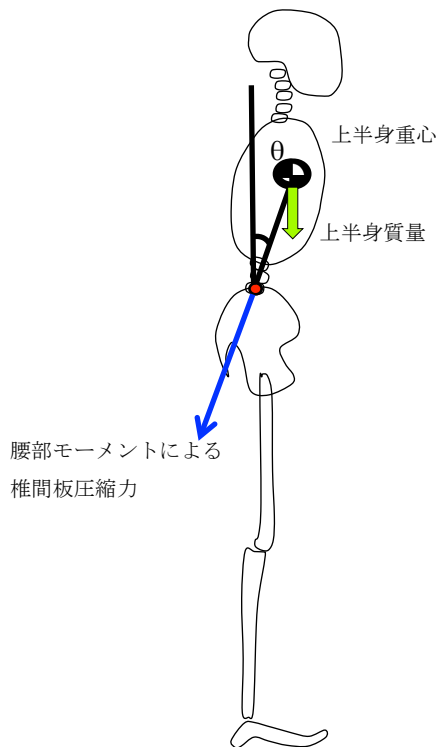


図 2-14 椎間板圧縮力の計算

2.4.3 脊柱弯曲角度の算出

脊柱弯曲角度の算出は、スパイナルマウスにて計測した脊柱の形状より、専用ソフトウェアを用いて、上下の棘突起間を結んだ線に対する垂線と、隣接する垂線がなす角度を計算した。後弯は正の値、前弯は負の値を示す。

胸椎弯曲角度は第1番胸椎から第12胸椎までの脊柱全体の弯曲を表し、第1胸椎と第2胸椎間から第11胸椎と第12胸椎間の合計11ヶ所の椎体のなす角度の総和を表す。

腰椎弯曲角度は第12胸椎から第1仙椎の脊柱全体の弯曲を表し、第12胸椎と第1腰椎間から第4腰椎と第5腰椎間の合計6ヶ所の椎体のなす角度の総和を表す(図 2-15)³²⁾。

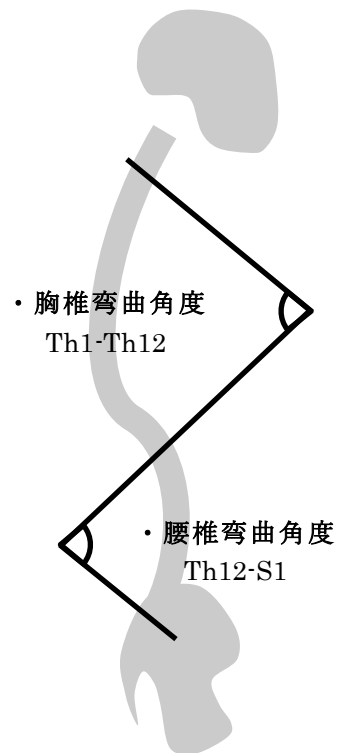


図 2-15 脊柱弯曲角度

2.5 統計解析

三次元動作解析装置で得られたパラメータは、10秒間の値を平均し、3試行の値を平均した値を分析に用いた。スパイナルマウスから得られた値は3試行の平均値を用いた。関節モーメント、椎間板圧縮力は被験者の体重で除し正規化した。

2.5.1 実験1の統計解析

被験者間の身体特性および非腰痛有訴群と腰痛有訴群の比較には対応のない t 検定を行った。

ロジスティック回帰分析は、腰痛の有無を従属変数、計測したパラメータを独立変数とし、腰痛の有無へ影響度の高いパラメータを選出した。ロジスティック回帰分析を行うに際し、ピアソンの積率相関係数を用いて独立変数間で相関係数が、 $|r| > 0.9$ の強い相関のある変数がないことを確認した。ロジスティック回帰分析に投入する独立変数の選定は、非腰痛有訴群と腰痛有訴群にて、対応のない t 検定によって、有意な差を認めた変数を用いた。変数選択の方法は尤度比による変数増加法を用いた。いずれも有意水準は5%とした。

2.5.2 実験2の統計解析

安楽立位姿勢と直立姿勢におけるパラメータの比較を、対応のある t 検定を用いて比較した。有意水準は5%とした。

上記2つの実験の統計解析には IBM SPSS Statistics 22.0(IBM, USA)を使用した。

第 3 章

結果

第3章 結果

3.1 立位姿勢における椎間板圧縮力が腰痛の有訴に与える影響の検討

3.1.1 腰痛の有無による運動学，運動力学的パラメータの比較

非腰痛有訴群，腰痛有訴群のパラメータの比較を対応のない t 検定を用いて行った。

腰痛有訴群の RDQ の点数の平均値と標準偏差は， 1.41 ± 0.85 点であった。

解析に用いた運動学的パラメータを表 3-1 に，運動力学的パラメータを表 3-2 にそれぞれ示す。

非腰痛有訴群と腰痛有訴群の身長と体重に有意差は認められなかった。また，運動学的パラメータでは有意差を認めたものはなかった。

運動力学的パラメータでは，椎間板圧縮力 ($F(21,41)=4.478$, $t(28.283)=2.67$, $P<.05$)，腰部屈伸モーメント ($F(21,41)=1.804$, $t(62)=2.745$, $P<.01$) が腰痛有訴群で有意に大きかった。非腰痛有訴群と腰痛有訴群の比較では，その他の項目に有意差は認められなかった。

表 3-1 運動学的パラメータの比較

			非腰痛有訴群	腰痛有訴群	<i>P</i>
身長(cm)			172.40 ± 6.10	173.40 ± 6.30	0.528
体重(kg)			64.64 ± 7.42	67.23 ± 8.77	0.219
頭部 (deg)	屈伸角度	伸展+	-12.63 ± 10.07	-10.92 ± 7.27	0.482
	側屈	右側屈+	0.74 ± 2.25	1.28 ± 2.27	0.370
	回旋角度	右回旋+	1.51 ± 3.57	3.97 ± 3.71	0.393
脊柱弯曲角度 (deg)	胸椎弯曲角度	後弯+	46.99 ± 6.67	48.44 ± 7.72	0.438
	腰椎弯曲角度	前弯-	-20.30 ± 6.44	-21.65 ± 8.74	0.485
体幹 (deg)	屈伸角度	伸展+	5.16 ± 3.02	5.06 ± 2.91	0.899
	側屈角度	右側屈+	0.04 ± 1.16	0.01 ± 1.73	0.937
	回旋角度	右回旋+	-0.31 ± 2.57	-0.26 ± 2.70	0.938
	骨盤角度	前傾-	-7.23 ± 5.18	-8.54 ± 5.30	0.344
右股関節 (deg)	屈伸角度	屈曲+	-0.44 ± 6.56	1.59 ± 6.45	0.242
	内外転角度	外転+	1.62 ± 2.29	0.69 ± 2.49	0.139
	回旋角度	外旋+	-3.60 ± 6.61	-0.51 ± 4.76	0.056
左股関節 (deg)	屈伸角度	屈曲+	-0.84 ± 6.66	1.82 ± 5.84	0.119
	内外転角度	外転+	2.02 ± 2.22	1.79 ± 3.39	0.747
	回旋角度	外旋+	-0.40 ± 5.84	-2.80 ± 6.02	0.128
右膝関節 (deg)	屈伸角度	屈曲+	-2.07 ± 5.44	-2.69 ± 5.82	0.672
	内外反角度	内反+	0.00 ± 2.24	-0.72 ± 2.68	0.263
左膝関節 (deg)	屈伸角度	屈曲+	-3.30 ± 5.38	-2.61 ± 5.98	0.641
	内外反角度	内反+	0.38 ± 2.21	-0.51 ± 2.45	0.146
右足関節 (deg)	底背屈角度	背屈+	1.43 ± 8.25	0.41 ± 1.47	0.568
	回内外角度	内反+	-0.81 ± 2.27	-1.30 ± 2.64	0.448
	内外転角度	外転+	0.47 ± 1.23	0.06 ± 1.53	0.247
左足関節 (deg)	底背屈角度	背屈+	1.49 ± 8.21	0.56 ± 1.82	0.604
	回内外角度	内反+	-0.71 ± 2.22	-1.27 ± 2.20	0.344
	内外転角度	外転+	0.48 ± 1.28	0.28 ± 1.22	0.549

表 3-2 運動力学的パラメータの比較

			非腰痛有訴群	腰痛有訴群	<i>P</i>
椎間板圧縮力(N/kg)			8.22 ± 0.79	9.07 ± 1.38	0.012*
腰部 (Nm/kg)	屈伸モーメント	屈曲+	0.18 ± 0.06	0.23 ± 0.08	0.008**
	側屈モーメント	右側屈-	-0.01 ± 0.05	0.00 ± 0.06	0.388
	回旋モーメント	右回旋-	-0.01 ± 0.01	-0.02 ± 0.01	0.514
右股関節 (Nm/kg)	屈伸モーメント	伸展+	0.11 ± 0.06	0.10 ± 0.06	0.411
	内外転モーメント	外転-	-0.05 ± 0.05	-0.06 ± 0.06	0.223
	回旋モーメント	外旋+	-0.01 ± 0.02	-0.02 ± 0.02	0.321
左股関節 (Nm/kg)	屈伸モーメント	伸展+	0.16 ± 0.07	0.16 ± 0.05	0.727
	内外転モーメント	外転-	-0.04 ± 0.05	-0.07 ± 0.07	0.083
	回旋モーメント	外旋+	0.00 ± 0.01	-0.01 ± 0.02	0.545
右膝関節 (Nm/kg)	屈伸モーメント	屈曲-	-0.09 ± 0.08	-0.09 ± 0.09	0.894
	内外反モーメント	外反-	0.03 ± 0.04	0.03 ± 0.05	0.734
左膝関節 (Nm/kg)	屈伸モーメント	屈曲-	-0.07 ± 0.07	-0.04 ± 0.08	0.159
	内外反モーメント	外反-	0.00 ± 0.04	-0.01 ± 0.04	0.345
右足関節 (Nm/kg)	底背屈モーメント	底屈+	0.26 ± 0.09	0.23 ± 0.08	0.164
	回内外モーメント	内反+	0.08 ± 0.03	0.08 ± 0.04	0.287
	内外転モーメント	外転+	-0.02 ± 0.01	-0.02 ± 0.01	0.600
左足関節 (Nm/kg)	底背屈モーメント	底屈+	0.22 ± 0.08	0.19 ± 0.07	0.189
	回内外モーメント	内反+	0.03 ± 0.03	0.03 ± 0.03	0.694
	内外転モーメント	外転+	-0.01 ± 0.01	-0.01 ± 0.01	0.643

**P* < 0.05

***P* < 0.01

3.1.2 ロジスティック回帰分析の結果

表 3-3 にロジスティック回帰分析の結果を示す。表 3-3 では、非腰痛有訴群と腰痛有訴群のパラメータを対応のない t 検定を行い、有意な差を認め、腰部屈伸モーメント、椎間板圧縮力を独立変数とし、腰痛の有無を従属変数としたロジスティック回帰分析を行った結果を示す。

分析の結果、椎間板圧縮力のみ変数として選択され、オッズ比は 2.308 であった。

モデル X^2 検定は $P < 0.01$ で有意であった ($X^2(1, N=64) = 9.253, P = .002$)。

表 3-3 対応のない t 検定で有意差が認められた項目によるロジスティック回帰分析

	回帰係数	標準誤差	有意確率	オッズ比	95% 信頼区間	
					下限	上限
椎間板圧縮力	0.836	0.321	0.009**	2.308	1.229	4.333
定数	-7.828	2.782	0.005**	0.000		

** $P < 0.01$

3.2 安楽立位姿勢と直立姿勢の比較

3.2.1 安楽立位姿勢と直立姿勢の姿勢比較

以下に、安楽立位姿勢と直立姿勢のパラメータを対応のある t 検定を用いて比較した結果を示す。

表 3-4 は直立姿勢の指標角度を表している。C7-大転子角度は、矢状面上における、大転子を通る垂線に対して、C7 と大転子を結んだ線のなす角を表している。

大転子-外果角度は、矢状面上における、大転子を通る垂線に対して、大転子と足関節外果を結んだ線のなす角を表している。それぞれ、角度が小さいほど直立姿勢に近づいていることを示している。C7-大転子角度は安楽立位姿勢に比べ、直立姿勢で有意に小さい値となっていた

($t(19)=3.683, P<.01$).

表 3-5 に、安楽立位姿勢と直立姿勢の運動学・運動力学パラメータの比較を表す。

椎間板圧縮力は直立姿勢において有意に低い値を示した($t(19)=2.425, P<.05$)。腰部モーメントに関しては、3 軸まわりの腰部モーメントの内、腰部屈伸モーメントは低下傾向であったが、有意差は認められなかった。腰部側屈モーメントが有意に低い値を示した($t(19)=4.436, P<.01$)。

関節角度に関しては、頭部屈曲角度($t(19)=2.434, P<.05$)、体幹伸展角度($t(19)=2.873, P<.05$)、骨盤前傾角度($t(19)=6.311, P<.01$)に有意な差を認めた。脊柱弯曲角度に関しては、胸椎弯曲角度($t(19)=5.176, P<.01$)、腰椎弯曲角度($t(19)=2.813, P<.05$)に有意差を認めた。頭部角度は屈曲方向に、体幹角度は伸展方向に増加した。胸椎後弯角度は減少し、腰椎前弯角度は増加していた。骨盤前傾角度は増加していた。

表 3-4 直立姿勢の指標角度

		安楽立位姿勢		直立姿勢		<i>P</i>
C7-大転子角度	前方+	-5.77	± 1.86	-4.62	± 1.38	0.002**
大転子-外果角度	前方+	5.32	± 1.75	4.99	± 1.53	0.190

***P* < 0.01

表 3-5 安楽立位姿勢と直立姿勢運動学・運動力学パラメータの比較

		安楽立位姿勢		直立姿勢		<i>P</i>
頭部角度(deg)	伸展+	-13.44	± 4.45	-14.91	± 4.45	0.025*
骨盤角度(deg)	前傾-	-8.67	± 4.42	-13.45	± 4.36	0.001**
体幹角度(deg)	伸展+	5.44	± 2.01	7.10	± 1.84	0.010*
胸椎弯曲角度(deg)	後弯+	50.33	± 8.03	44.90	± 6.49	0.001**
腰椎弯曲角度(deg)	前弯-	-22.43	± 8.53	-25.97	± 7.43	0.011*
椎間板圧縮力(N/kg)		8.10	± 0.94	7.79	± 0.93	0.025*
腰部屈伸モーメント(Nm/kg)	屈曲+	0.17	± 0.06	0.15	± 0.06	0.089
腰部側屈モーメント(Nm/kg)	右側屈-	-0.02	± 0.04	0.00	± 0.04	0.001**
腰部回旋モーメント(Nm/kg)	右回旋-	-0.02	± 0.01	-0.02	± 0.01	0.502

**P* < 0.05

***P* < 0.01

第 4 章 考察

第4章 考察

4.1 立位姿勢における椎間板圧縮力が腰痛の有訴に与える影響の検討

4.1.1 非腰痛有訴群と腰痛有訴群における腰部負担を示すパラメータの比較

非腰痛有訴群と腰痛有訴群における腰部負担を示すパラメータの比較を行い、特徴を明らかにするために、対応のない t 検定を用いて比較をおこなった。

本研究では腰部負担を示す指標として椎間板圧縮力と 3 軸周りの腰部モーメントを用いた。Nachemson ら⁴⁰⁾、Schultz ら⁴¹⁾、Wilke ら⁴²⁾は被験者の腰椎椎間板内に侵襲的に圧力計を直接挿入し、立位姿勢や座位姿勢、重量物の持ち上げ動作などの椎間板圧縮力を計測し、報告している。それらの研究において、安楽立位姿勢の椎間板圧縮力は $0.27\sim 0.97\text{MPa}$ であったと報告されている。本研究では非腰痛有訴群の椎間板圧縮力は平均 $524.5\pm 73.8\text{N}$ 、腰痛有訴群は $598.4\pm 114.1\text{N}$ であったことから、Wilke らの先行研究を基に椎体の断面積を 1800mm^2 として圧力に変換すると約 $0.30\pm 0.05\text{MPa}$ 相当となり、今回の結果は先行研究の結果と概ね一致した。

腰部負担を示す指標の内、椎間板圧縮力と腰部屈伸モーメントに有意差が認められ、非腰痛有訴群に比べ、腰痛有訴群で有意に大きくなった。椎間板圧縮力の計算には上半身の重量を含むため、体重が椎間板圧縮力の大きさに影響する。今回の椎間板圧縮力の値は体重で正規化しているため、体重による椎間板圧縮力の増加の影響を除いている。加えて、非腰痛有訴群と腰痛有訴群の身長と体重の群間の比較より、両群に有意差は認められなかった。そのため、非腰痛有訴群に比べ、腰痛有訴群の椎間板圧縮力が大きい理由として、姿勢の変化の影響であると考えられる。しかしながら、非腰痛有訴群と腰痛有訴群の比較では体幹や骨盤のアライメントを反映する角度データには有意差が認められなかった。また、下肢関節についても関節角度、関節モーメントに有意差は認められず、下肢関節からも腰部屈伸モーメントが増加した要因を特定することはできなかった。

4.1.2 腰痛の有無に影響する立位姿勢の要素

立位姿勢における椎間板圧縮力が腰痛の有訴に対する影響をロジスティック回帰分析を用いて明らかにすることを目的に解析を行った。

本研究における腰痛有訴者と非腰痛有訴者の分類は RDQ、質問紙の結果より分類した。RDQ が 1 点以上かつ、腰痛の有無に関して腰痛があると答え、腰痛を自覚してから 3 ヶ月以上症状が続いている者を対象とした。除外基準は keele STarT back scoring tool が 4 点以上の心理社会的腰痛が疑われるもの、下肢症状のあるものとした。

RDQ は腰痛による日常生活の障害を問うものであり、質問紙は腰痛の自覚を問うものである。つまり、本研究における腰痛有訴群は、3 ヶ月以上続く腰痛の自覚があり、日常生活になんらかの障害をもつ者となる。

以上の基準より判定した腰痛の有無を従属変数とし、非腰痛有訴群と腰痛有訴群で有意差のあったパラメータである椎間板圧縮力、腰部屈伸モーメントを独立変数として、ロジスティック回帰分析を行った。この方法により単一のパラメータ間の比較でなく、複合的な要因が腰痛に与える影響について調べることができる。ロジスティック回帰分析の結果から、腰痛の有無には椎間板圧縮力が影響することが示唆された。オッズ比から、椎間板圧縮力が $1(\text{N/kg})$ 増えると、腰痛を訴える可能性が約 2.3 倍になることが示された。

本研究で用いた椎間板圧縮力は 3 軸まわりの腰部モーメントと各モーメントのモーメントア

ムとの逆数との積により筋張力を推定し、合計した値を用いて算出された。この方法を用いると、いずれの方向の姿勢の崩れに対しても、腰部負担を各軸周りのモーメントの増加として反映することができる。前述した腰痛の有無による比較では椎間板圧縮力だけでなく、腰部屈伸モーメントにも有意差が認められたが、ロジスティック回帰分析では腰部屈伸モーメントは腰痛の有無に影響を与える要素として選択されなかった。これは椎間板圧縮力が単軸のモーメントだけでなく、多軸のモーメントの影響を複合して算出されていることが影響したためと考えられる。先行研究においても、腰痛に関連すると考えられる不良姿勢には、過度の胸椎後弯、過度の腰椎前弯など、様々なパターンがあると報告されている^{15,16)}。立位姿勢を保持する戦略や不良姿勢には多様性があるが、最終的には各軸周りのモーメントが複雑に関連することで椎間板圧縮力が増加し、腰痛の有訴に影響していたことが考えられる。

椎間板圧縮力に関して、NIOSHの基準に示されているように大きな腰部負担は不可逆的な損傷をもたらすといわれている¹¹⁾。そのため多くの先行研究では重量物の運搬や移乗介助動作など、高負荷な動作の腰部負担に関しての検討がなされてきた^{9,10)}。本研究の結果から、腰痛有訴者では非腰痛有訴者に比べて立位時の椎間板圧縮力が大きいこと、小さい負担であっても椎間板圧縮力の増加は腰痛の有訴に影響することが示されたことより、立位時に生じるようなわずかな負担の違いであっても、負担を軽減することが重要であることが示唆された。

4.2 安楽立位姿勢と直立姿勢の比較

4.2.1 安楽立位姿勢と直立姿勢の姿勢変化

直立姿勢における椎間板圧縮力の変化を明らかにすることを目的に、介入前後の変化を対応のある t 検定を用いて分析を行った。

直立姿勢を表す指標として、C7 と大転子、足関節外果の位置を分析した。

その結果、直立姿勢をとることで、安楽立位姿勢に比べて C7 と大転子を結んだ線が垂線となす角度が有意に減少した。先行研究において、垂線に対して C7 と大転子を結んだ直線のなす角度が増大するとスウェイバック姿勢となり腰痛の有訴が多くなると報告されている。また、垂線に対して大転子と足関節外果を結んだ直線のなす角度は直立姿勢において減少傾向を示していた。本研究において、安楽立位姿勢では大転子よりも C7 と足関節外果が後方に位置したスウェイバックに近い姿勢をとっていたが、直立姿勢ではスウェイバックが改善され、3 点が直線上に並ぶような姿勢を保持できていた。

関節角度に関して、頭部角度、体幹角度、胸椎湾曲角度、腰椎湾曲角度、骨盤角度に安楽立位姿勢と直立姿勢の間に有意差を認めた。腰椎湾曲角度は、前弯方向へ変化し、骨盤角度は前傾方向へと変化していた。胸椎湾曲角度は、介入後は後弯角度が小さくなり、体幹角度は伸展方向へ変化していた。これらの変化は体幹を伸展した際に上半身重心が後方へ変位することに対して、上半身の土台である骨盤を前傾させ、身体重心を支持基底面内に留めるために生じた反応であったと考えられる。頭部角度は、屈曲傾向を示しており、顎を引くような変化が起こっていた。頭部と体幹において、介入前は頭部伸展、体幹屈曲傾向であるが、介入後はそれぞれ逆方向へ変化しており、両部位の重心が鉛直線上に並ぶような姿勢変化が起きていたと考えられる (図 4-1)。

Smith らは青年期の男女 766 名を対象に二次元上の立位姿勢における体幹と骨盤帯の位置関係と、腰痛の有訴との関連を検討した結果、体幹が伸展し、骨盤が前傾している姿勢が良い姿勢であり、腰痛の有訴の少ない姿勢だと報告している¹³⁾。また、Dolphens らは、青年期の男女 1196 人を対象に、矢状面上の関節角度や体節の位置と腰痛の有訴との関連を検討した結果、立位姿勢における頭部、体幹、骨盤帯の位置が重力線上に位置する姿勢が良いと述べている¹⁴⁾。本研究において、直立姿勢をとった結果、体幹や骨盤に Smith らや Dolphens らの報告のような良姿勢に近づく変化が起きていたと考えられる。

以上より、本研究において操作定義として用いた直立姿勢は、関節位置と関節角度から考えて、安楽立位姿勢より各指標が直線上に位置し、負担を大きくするような傾きが小さい姿勢となっていたと考えられる。

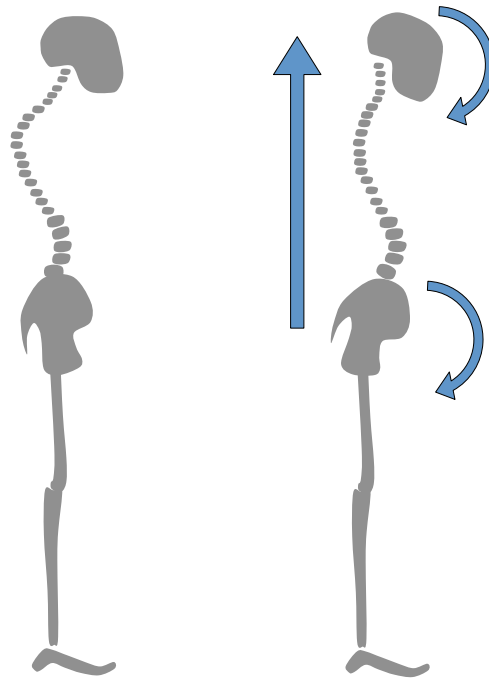


図 4-1 直立姿勢をとることによる姿勢変化の模式図

4.2.2 直立姿勢をとることによる腰部負担軽減効果

直立姿勢をとることによる椎間板圧縮力の変化を明らかにすることを目的に、安楽立位姿勢と直立姿勢の比較を対応のある t 検定を行った。その結果、椎間板圧縮力は直立姿勢をとることで有意に減少していた。

腰部モーメントに関しては屈伸モーメントが減少傾向を示していたが、側屈モーメントのみが有意に減少し、腰部伸展、回旋モーメントについては有意差を認めなかった。腰部側屈モーメントが減少したことから、前額面上の変化が起こったと考えられるが、本研究においては、体幹側屈角度に介入前後の変化を認めなかった。前額面の変化が、頭部や体幹の角度変化に表れなかった理由として、姿勢の個人差が挙げられる。個人によって頭部や体幹が左右どちらかに傾くかは異なる。また、関節角度は左右で極性が異なることから、有意な差が認められなかったと考えられる。また、同一の個人であっても頭部と体幹の傾斜の大きさの程度が異なる。そのため、角度変化としては有意な差がなく、腰部以上の位置変化の結果として腰部側屈モーメントの変化が表れたと推察される。

以上を踏まえ、椎間板圧縮力が軽減した理由を考察する。直立姿勢をとることによって、頭部角度、体幹角度、胸椎、腰椎弯曲角度、骨盤角度が変化していた。上半身部位の変化は腰部モーメントに影響する。腰部モーメントに関して、腰部側屈モーメントは有意に減少し、腰部屈伸モーメントは減少傾向を示していた。つまり、頭部や体幹、骨盤の重心が腰部モーメントの軸である腰椎上に位置するように変化することで腰部モーメントが減少し、椎間板圧縮力が軽減されたと考えられる。

4.2.3 立位時の椎間板圧縮力が腰痛の有訴に与える影響

実験 1 では、腰痛の有訴に影響のある要素として、立位姿勢における椎間板圧縮力のみが選択された。腰痛の発症には様々な要因が関連しているといわれており、腰部負担に関しては高負荷な動作が関連しているといわれている。今回の結果から、立位姿勢のような小さな腰部負担であっても、腰痛の有訴に影響することが示された。また、実験 2 では、安楽立位姿勢より直立姿勢の椎間板圧縮量が小さいことが示された。本研究における直立姿勢は先行研究における腰痛有訴の少ない姿勢を基にしている。そのため、先行研究における良姿勢は椎間板圧縮力の小さい姿勢と考えられる。

安楽立位姿勢から直立姿勢をとることで、椎間板圧縮力は 0.31N/kg 減少した。これは実験 1 のオッズ比に当てはめると、 1.295 となる。つまり、本研究において腰痛の有訴に与える影響に関して、直立姿勢に比べ、安楽立位は約 1.3 倍となると考えられる。これらから、立位姿勢のような比較的小さい腰部負担であっても、姿勢を意識することにより椎間板圧縮力を軽減することで、腰痛による日常生活の障害を軽減、予防することができるのではないかと考える。

これまで、直立姿勢が良い姿勢であることは指摘されていたが、その腰部負担の力学的な様子は示されていなかった。本研究では椎間板圧縮力が腰痛の有訴に影響のある要因であることを明らかにした上で、直立姿勢をとることが腰部の力学的負荷に対して影響することを示した。

第 5 章

結論

第 5 章 結論

5.1 本研究の結論

立位姿勢における椎間板圧縮力が腰痛の有訴に与える影響を明らかにすること、立位における姿勢変化が椎間板圧縮力の増減に対する影響を明らかにすることを目的とし、本研究を行った。

第 3 章 1 節において、若年男性の立位姿勢の運動学、運動力学的パラメータを計測した。その値を用いてロジスティック回帰分析を行った結果、立位姿勢における椎間板圧縮力の増加は腰痛の有訴に影響することが示された。このことから立位姿勢の椎間板圧縮力が増えることは腰痛の危険因子になることが明らかになった。

第 3 章 2 節では、腰痛の有訴が少ないとされる直立姿勢の椎間板圧縮力と姿勢を計測した。その結果、直立姿勢は、椎間板圧縮力が小さいことが示された。

これまで、不良姿勢は腰痛との関連が指摘されており、先行研究では、いくつかの姿勢が腰痛に関連する姿勢と述べられていた。しかし、先行研究においては、姿勢と腰痛との関連を指摘するのみにとどまり、力学的要素の様子や影響は明らかではなかった。

今回の実施した二つの実験結果より、椎間板圧縮力は腰痛の有訴に影響し、腰痛の有訴が少ないとされる直立姿勢は椎間板圧縮力が小さい姿勢であることが示唆された。

以上のことから、いわゆる不良姿勢となることで、体節の重心と関節中心との距離が離れることにより、力学的な負荷が増加することが考えられる。

先行研究において、重量物の持ち上げや、肥満など、腰部に大きな負担のかかることと、腰痛の発症や増悪との関連が指摘されている⁹⁾。また、椎間板への持続的な力学的負担の増加は障害につながると指摘されている¹⁷⁾。これらのことから、立位姿勢のような小さな腰部負担であっても、腰痛の有訴に影響し、不良姿勢となることで力学的な負担の増加が起これ、腰痛の有訴へ影響すると考えられる。

5.2 本研究の意義

これまで、移乗動作や物の持ち上げ動作など、椎間板に大きな負担のかかる動作が腰痛の発症や増悪につながることは指摘されていた。しかし、立位における不良姿勢は腰痛との関連は指摘されていたものの、力学的な検討はされていなかった。

本研究の意義として、立位姿勢の力学的な分析を行い、立位姿勢の椎間板圧縮力の増大が腰痛の有訴に関連することを示したことがあげられる。これまで非腰痛有訴者や腰痛有訴者の二次元上の姿勢を検討した研究は存在したが、腰部にかかる負担を三次元的に検討した研究はない。本研究の新規性として、非腰痛有訴者と腰痛有訴者の腰部負担の違いを客観的な数値で表したことが挙げられる。

また、本研究では椎間板圧縮力を指標として、良姿勢とされる直立姿勢の椎間板圧縮力が小さいことを示した。このことから、理学療法士が行う姿勢介入や動作指導が力学的にみて有用であることを示すことができた。また、その他の運動療法による介入についても同様の手法を用いて客観的な効果判定が可能になることが挙げられる。

5.3 本研究の限界と今後の課題

本研究の限界と今後の課題として、以下の3点が挙げられる。

被験者について

被験者は男性のみを対象としていることから、女性においても同様の結果になるとはいえない。また、青年期を対象としているため、中年期や老年期においても同様の傾向があることはいえない。そのため、本研究の有用性向上のためには、女性を対象とした検討や、年齢層を拡大した検討が必要である。

椎間板圧縮算出について

力学的なパラメータは三次元動作解析装置と床反力計を使用した、逆動力学的な計算を用いているため、椎間板圧縮力の値は推定値である。また、椎間板の形状や、生理変化などの生体特性を直接反映しているとはいえない。加えて椎間板の厚さには日内変動があると報告されているが、本研究ではある特定日の限られた時間のみの計測に留まっている。

腰痛に対する椎間板圧縮力の効果について

腰痛軽減効果に関しては検討していない。そのため、椎間板圧縮力を軽減することで、腰痛軽減効果があることは、本研究では断定することができない。そのため、椎間板圧縮力の軽減を主題とした介入研究の必要がある。

謝辞

副担当指導教員の勝平純司先生には、学部生の頃より、修士課程から博士課程までの今に至るまで研究の立案から実施、論文執筆において、多大なるご指導をいただきました。感謝申し上げます。

指導教員である丸山仁司先生をはじめ、丸山ゼミ、勝平ゼミのメンバーの皆様方からは研究に関する指導、質疑をいただき、研究を練磨する機会をいただきました。皆様方に感謝申し上げます。

東京大学医学部附属病院の松平浩先生においては本研究に関する示唆、様々なご指導や研究の海外発表の機会をいただきました。貴重な機会をいただけたことに感謝申し上げます。

ATを用いた計測では、AT教師の青木紀和先生にご協力をいただきました。ご多忙のなか研究に参加していただき、感謝申し上げます。

本論文を作成、推敲するにあたり、谷浩明先生、黒澤和生先生、山本澄子先生におかれましては、多くの助言とご指導をいただきました。感謝申し上げます。

本研究を実施するに際し、被験者募集に協力していただいた、野村高弘先生、貞清香織先生に感謝申し上げます。また、実験に参加して頂いた被験者の方々には本研究に対して理解と協力をしていただき、感謝申し上げます。

大学院課程を過ごすにあたり、勤務先である栃木県塩原温泉病院のスタッフの皆様には、格別のご配慮をいただきました。皆様のご協力なくしては、これまでの研究過程を遂行することができませんでした。感謝申し上げます。

参考文献

1. 厚生労働省.平成 25 年国民生活基礎調査.<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa13/> 2015.11.8
2. Andersson GB.Epidemiological features of chronic low-back pain.Lancet. 1999;354(9178):581-585
3. Cassidy JD, Carroll LJ, Côté P.The Saskatchewan health and back pain survey. The prevalence of low back pain and related disability in Saskatchewan adults.Spine. 1998;23:1860-1866
4. 松平浩,山田浩司,竹下克志,et al.日本における慢性疼痛の実態-Pain Associated Cross-sectional Epidemiological(PACE) survey 2009.ペインクリニック 2009;32:1345-1356
5. Frymoyer JW, Cats-Baril WL.An overview of the incidences and costs of low back pain.The orthopedic clinics of North America 1991;22:263-271
6. Vos T, Flaxman AD, Naghavi M,et al.Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010.Lancet. 2012;380:2163-2196.
7. Borenstein DG.Epidemiology, etiology, diagnostic evaluation, and treatment of low back pain.Curr Opin Rheumatol. 2001;13:128-134.
8. Chou R, Qaseem A, Snow V,Diagnosis and treatment of low back pain: a joint clinical practice guideline from the American College of Physicians and the American Pain Society.Ann Intern Med. 2007;147:478-491.
9. Waddell G, Burton AK.Occupational health guidelines for the management of low back pain at work: evidence review. Occup Med 2001;51:124-135.
10. Van Dieën JH, Hoozemans MJ, Toussaint HM. Stoop or squat: a review of biomechanical studies on lifting technique. Clin Biomech 1999;14:685-696.
11. Waters TR,Putz-Anderson V,Garg A,et al.Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. Ergonomics.1993;36:749-776
12. Harkness EF, Macfarlane GJ, Nahit ES, et al.Risk factors for new-onset low back pain amongst cohorts of newly employed workers.Rheumatology (Oxford). 2003;42:959-968.
13. 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. 2008;33:2101-2107
14. Dolphens M, Cagnie B, Coorevits P, et al.Sagittal standing posture and its association with spinal pain: a school-based epidemiological study of 1196 Flemish adolescents before age at peak height velocity.Spine 2012;37:1657-1666
15. 金村 徳相, 川上 紀明, 松原 祐二,et al. 日本人の脊柱矢状面彎曲とその評価.脊柱変形 2003;18:150-155
16. Wiles P.Postural deformities of anteroposterior curves of the spine.Lancet 1937;299:911-919
17. Adams M A, Patricia Dolan .Spine biomechanics.Spine 2005;38:1972-1983
18. Pollintine, P, Dolan, P, Tobias J H,et al. Intervertebral disc degeneration can lead to 'stress shielding' of the anterior vertebral body: a cause of osteoporotic vertebral fracture? 2004;Spine 29:774-782
19. Adams MA,Hutton WC.The effect of posture on the fluid content of lumbar intervertebral discs.Spine 1983;8:665-671

20. Dionne CE, Dunn KM, Croft PR, et al. A Consensus Approach Toward the Standardization of Back Pain Definitions for Use in Prevalence Studies. *Spine* 2008;33:95-103
21. Matsudaira K, Konishi H, Miyoshi K, et al. Potential Risk Factors for New Onset of Back Pain Disability in Japanese Workers. *Spine* 2012;37:1324-1333
22. Roland M, Morris R. A Study of the natural history of back pain. Part I: development of a reliable and sensitive measure of disability in low-back pain. *Spine* 1983;8:141-144
23. 鈴嶋よしみ. Roland-Morris Disability Questionnaire(RDQ)によるアウトカム評価. *日本腰痛会誌* 2009;15:17-22
24. Hsieh CYJ, Phillip RB, Adams AH, et al. Function outcomes of low back pain: comparison of four treatment groups in a randomized controlled trial. *J Manipulative Physiol Ther* 1992;15:4-9
25. Stratford PW, Binkley J, Solomon P, et al. Assessing change over time in patients with low back pain. *Phys Ther* 1994;74:528-533
26. Kopec JA, Esdaile JM, Abrahamowicz M, et al. The Quebec back pain disability scale. Measurement properties. *Spine* 1995;20:341-352
27. Suzukamo Y, Fukuhara S, Kikuchi S, et al.: Validation of the Japanese version of the Roland-Morris disability questionnaire. *J Orthop Sci*;2003;8:543-548
28. 松平浩. 知っておきたい非特異的腰痛の知識-疫学的な global 知見を踏まえて- *ペインクリニック* 2014;35:623-630
29. Hill JC, Whitehurst DG, Lewis M, et al. Comparison of stratified primary care management for low back pain with current best practice (STarT Back): a randomised controlled trial. *Lancet* 2011;378:1560-1571
30. Little P, Lewith G, Webley F, Evans M, et al. Randomised controlled trial of Alexander technique lessons, exercise, and massage (ATEAM) for chronic and recurrent back pain. *BMJ* 2008;337:a884
31. Hollinghurst S, Sharp D, Ballard K, et al. Randomised controlled trial of Alexander technique lessons, exercise, and massage (ATEAM) for chronic and recurrent back pain: economic evaluation. *BMJ*. 2008;337;a2656
32. Mannion AF, Knecht K, Balaban G, et al. A new skin-surface device for measuring the curvature and global and segmental ranges of motion of the spine: reliability of measurements and comparison with data reviewed from the literature. *Eur Spine J* 2004;13:122-136
33. Katsuhira J, Matsudaira K, Iwakiri K, et al. Effect of mental processing on low back load while lifting an object. *Spine* 2013;38:832-839
34. Winter DA. *Biomechanics and Motor control of Human Movement* 3rd ed. hoboken, NJ: Wiley, 2004:261-314
35. Okada H, Ae M, Fujii N, et al. Body segment inertia properties of Japanese elderly [in Japanese]. *Biomechanisms* 1996;13:125-139
36. Jorgensen MJ, Marras WS, Granata KP, et al. MRI-derived moment-arms of the female and male spine loading muscles. *Clinical Biomechanics* 2001;16:182-193
37. Chaffin DB, Anderson GBJ, Martin BJ. *Occup biomech*. hoboken, NJ: Wiley, 1999:224-252
38. Yamazaki N, Yamamoto S, Inoue T. Measurement of transferring motions and evaluation of caregiver's low back load [in Japanese]. *Biomechanisms* 2000;15:195-205
39. Hasegawa T, Katsuhira J, Matsudaira K, et al. Biomechanical analysis of low back load when sneezing. *Gait Posture*. 2014;40:670-675

40. Nachemson A, Elfstrom G. Intravital dynamic pressure measurements in lumbar discs. A study of common movements, maneuvers and exercises. *Scand J Rehabil Med* 1970;1:1-40
41. Schultz A, Andersson G, Ortengren R, et al. Loads on the lumbar spine. Validation of a biomechanical analysis by measurements of intradiscal pressures and myoelectric signals. *J Bone Joint Surg [Am]* 1982;64:713-720
42. Wilke HJ, Neef P, Caimi M, et al. New in vivo measurements of pressures in the intervertebral disc in daily life. *Spine* 1999;24:755-762
43. Björkstén M, Jonsson B. Endurance. Limit of force in long-term intermittent static contractions. *Scand J Work Environ Health* 1977;3:23-27

アレクサンダー・テクニックの概要

アレクサンダー・テクニック(以下 AT)は 100 年程前にオーストラリアで始まった心身の不要な使い方を修正することを目的とした体の使い方の技術である。AT の介入は教師による徒手での誘導や声による教示によって行われる。介入は対象者が日常生活や種々の活動において、姿勢保持や動作が、より少ない努力で行えるように誘導を行う。介入対象は多岐にわたり、俳優やダンサーに対するパフォーマンス向上、バランス能力、頸部や腰部の慢性疼痛、呼吸機能、パーキンソン病、吃音などがあり^{1,2,3)}、特に腰痛に関しては一万人規模の無作為化比較試験によってその効果が示されている。また、英国では医師会より腰痛者に対する介入手法として推薦されており、医師の指示があれば医療保険の適用を受けて実施することもできる⁴⁾。

立位姿勢への介入方法

立位姿勢への介入は以下の点を意識して行った。

体の腹側と背側に2つの鉛直線をとる。腹側の鉛直線が、「胸鎖関節部」と「脛と足の甲の交わる部位」を通過している。背側の鉛直線は、殿部の最背部を通過させ、その鉛直線よりも「肩甲骨最背部」、「頭部最背部」、「踵最背部」が内側にある。脊椎が屈曲する形で頭部が前に過度に突出していないか、逆に過度に後方に位置づけていないかを確認するこれらを目安にし、上記のようになっていない場合は、徒手で対象者を誘導する。(図1)

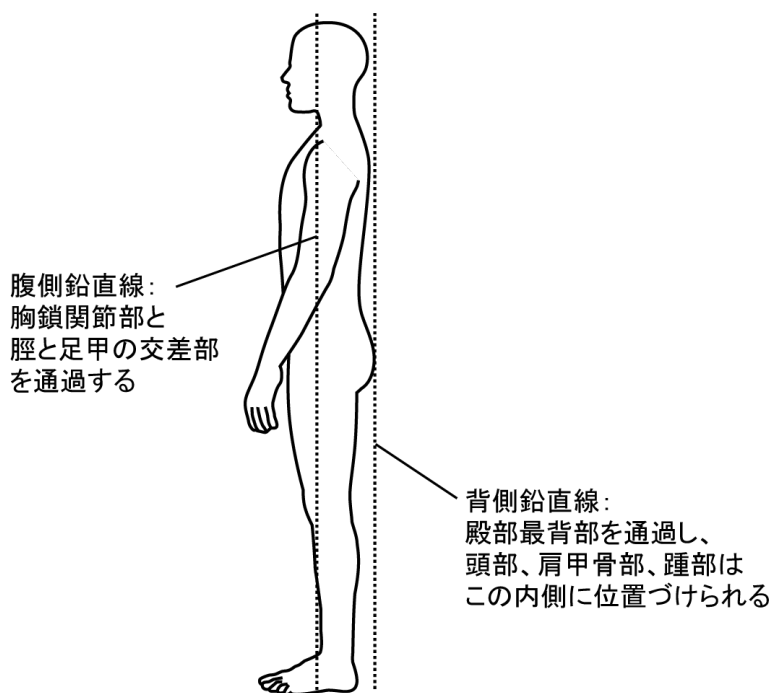


図1 姿勢介入時の目安

1. MacPherson H, Tilbrook HE, Richmond SJ. Alexander Technique Lessons, Acupuncture Sessions or usual care for patients with chronic neck pain (ATLAS): study protocol for a randomised controlled trial. *Trials* 2013;14:209.
2. Little P, Lewith G, Webley F, Evans M, et al. Randomised controlled trial of Alexander technique lessons, exercise, and massage (ATEAM) for chronic and recurrent back pain. *BMJ* 2008;337:a884

3. Hollinghurst S, Sharp D, Ballard K, et al. Randomised controlled trial of Alexander technique lessons, exercise, and massage (ATEAM) for chronic and recurrent back pain: economic evaluation. *BMJ*. 2008;337:a2656
4. British Medical Association(松平浩, 竹下克志監訳). 英国医師会 腰痛・頸部痛ガイド. 東京: 医道の日本社, 2014:115