

青年期の腰痛と関節可動域、身体活動、座位時間等との関係

諸星亮¹⁾, 藤本浩一²⁾, 千足耕一²⁾¹⁾東京海洋大学大学院, ²⁾東京海洋大学

The relationships between range of motion, physical activity, sitting time, and low back pain in adolescents

Ryo MOROHOSHI¹⁾, Koichi FUJIMOTO²⁾, Koichi CHIASHI²⁾¹⁾Graduate School, Tokyo University of Marine Science and Technology, ²⁾Tokyo University of Marine Science and Technology

Abstract

This study examined the relationships between low back pain and range of motion, weekend physical activity, sitting time, and heart rate variability (HRV) in adolescents. Twenty-nine students (20.9 ± 1.8 years of age) participated in this study, which involved measurements of their exercise history and habits, low back pain status, range of motion, sitting time, physical activity, resting heart rate interval, and heart rate. Low back pain status was assessed with the JLEQ (Japan Low back pain Evaluation Questionnaire), questionnaires, and tenderness tests of the spinal column, spinous processes, and lumbar muscles. Range of motion was measured by trunk lateral flexion, ankle dorsiflexion, heel–buttock distance, and the straight leg raise test. Sitting time, physical activity (METs), and heart rate were measured using a wearable device for 24 hours. Resting heart rate intervals were measured for 6 minutes, and then the parasympathetic nervous system (PNS) index and the sympathetic nervous system (SNS) index were calculated. Based on the tenderness tests, cluster analysis was performed to divide the students into low back pain ($n=16$) and non-low back pain groups ($n=13$), which were compared by Fisher's exact and Mann-Whitney's U tests. Significant differences in the group means were observed in the following items: The right straight leg raise test result was 62.5 deg in the low back pain group and 80.4 deg in the non-low back pain group. Similarly, the left straight leg raise test was 60.6 deg and 80.0 deg in the low back pain and non-low back pain groups, respectively. Right ankle dorsiflexion was 10.9 deg and 15.0 deg, and left ankle dorsiflexion was 9.4 deg and 14.1 deg in the low back pain and non-low back pain groups, respectively. Right heel–buttock distance was 13.8 cm and 10.5 cm in the low back pain and non-low back pain groups, respectively. Overall, the low back pain group showed significantly lower values for lower extremity extension and elevation and ankle dorsiflexion, yet significantly higher values for the right heel–buttock distance, compared with the non-low back pain group.

Key words : low back pain (腰痛), range of motion (関節可動域), physical activity (身体活動), sitting time (座位時間), HRV (心拍変動)

背景

人類の約半数はその生涯に腰痛を経験すると言われており¹⁾、腰痛は世界において罹患率が高い筋骨格系疾

患の1つである。WHOのGlobal Burden of Disease studyによると、様々な健康を害する事柄について、その障害を抱えている年数の長さを調査したところ、15～19歳

の中で、腰痛は第 2 位であり、首の痛みは第 8 位であったと報告されている²⁾。日本においても、厚生労働省の国民生活基礎調査³⁾では、有訴者率の第 1 位は男女ともに腰痛となっている。

デンマークでの 9,600 人の双生児を対象とした 8 年間の追跡を伴う研究では、小児期・青年期 (12~22 歳) に腰痛を有している者は、その 8 年後にも腰痛を有しているオッズ比が 4.29 で有意に高いことが報告されている⁴⁾。また、この報告では初回調査時において腰痛が続いていた日数が長いほど、将来の腰痛リスクが高いことが示された。さらに、Hill ら⁵⁾は腰痛の初発時における発症要因の検討とその検証をする目的でシステマティックレビューを行い、多くの要因を検討したものの、将来の腰痛発症と有意な関連性があると結論づけられる要因を特定することはできなかった。このように小児期・青年期に腰痛を有している者は、青年期以降における腰痛発症のリスクが有意に高まることが分かっている^{4,6)}が、その要因については特定することができていない。しかし、小児期・青年期に腰痛症状を緩和させておくことは、その後の腰痛発症リスクを低減させるうえで有効な手段であることが推測される。

腰痛の要因としては、身体活動、関節可動域、座位の時間等が考えられている。Shiri ら⁷⁾の報告では、メタアナリシスにより、中~高レベルの余暇身体活動は慢性腰痛発症リスクを 11~16%減少させると報告している。しかし、この報告では研究間の年齢層のばらつきなどが考慮されていないことが研究の限界として示されている。また反対に、Sitthipornvorakul ら⁸⁾の報告では身体活動と腰痛の関連は認められなかった。この報告では、身体活動の種類が様々であったことや、研究数の少なさ等が研究の限界として示されている。Alzahrani ら⁹⁾は、身体活動と腰痛に関するコホート研究と横断研究のそれぞれでメタアナリシスを実施し、その両方での結果として共通していたこととして、余暇活動として中強度の運動を実施していた者は腰痛が少なかったと報告している。この報告には成人の結果のみ反映されていることや、研究間で身体活動の尺度にばらつきがあること、活動量の測定方法に自己記入式のアン

ケートを使用しており、想起バイアスと過大評価をもたらす可能性があることなどが問題点として述べられている。そのほか身体活動の頻度、強度、持続時間の測定と分類が研究間で異なっていることが、身体活動レベルの誤分類につながる可能性があるとして述べられている。身体活動についての評価法の選択は、妥当性と実現可能性のバランスを考慮したうえで行われている¹⁰⁾。質問紙法は、妥当性は高くないが、低コストで大規模な調査が可能である。また、身体活動を実施している場面や目的を評価できる行動科学の視点でも優れており、これまで多用されてきた。しかしながら、思い出しバイアスや社会的好ましさによるバイアスの混入が避けられないという限界がある¹¹⁾。身体活動量と腰痛には関連があることが示唆されているが、その測定方法や身体活動の分類方法等、未だ課題も多い。

Baradaran ら¹²⁾は、座位と腰痛についての報告を成人群と子供、青年群とに分けてメタアナリシスを行い、日常的に座位の姿勢が多くなる生活様式が小児及び青年の腰痛の顕著な危険因子であることを示している。さらに、座位中の行動として、TV の長時間の視聴、コンピュータ・モバイル・ゲーム機の操作が有意な腰痛のリスクファクターであったと報告している。また、小児、青年では過度の体重もリスクファクターであったと報告している。一方、研究間で腰痛の定義と測定方法に大きな差があったことや慢性と急性の区別がないこと、評価用紙に関して独自の用紙を使用している報告があることなどを問題点として挙げている。また、座位行動の一般的な測定方法は、主観的な自己申告式の質問紙調査であり、参加者の情報バイアスがかかり易いと述べられている。

Sadler ら¹³⁾は関節可動域と腰痛に関するコホート研究を収集、メタアナリシスを行い、体幹側屈可動性の減少、ハムストリングスの柔軟性の減少、腰椎の前弯角度の減少が、腰痛と有意な関連がある項目として示した。一方、腰椎伸展可動域、大腿四頭筋の柔軟性、指床間距離、腰椎屈曲可動域、背筋力、背筋持久力、腹筋力、脊柱起立筋断面積、および腰方形筋断面積は、腰痛との有意な関連がない項目として示された。しかし、分析でき

た研究数が少なかったことや、研究間で同一の測定項目を測定していなかったこと、腰痛が特異的か非特異的かの分類がなされていないなどの課題点が述べられている。

腰痛の主観的な評価尺度としては、痛みの評価としてVAS (visual analog scale) やNRS (numerical rating scale) 等のペインスケールを用いる方法がある。機能的評価としては、RMDQ (Roland-Morris Disability Questionnaire) 等の質問紙を用いる方法がある¹⁴⁾。加えて客観的な評価尺度としては、腰痛患者に対する心拍変動(以下HRV)を用いた自律神経評価がある。HRVは非侵襲的な方法で測定が可能であり¹⁵⁾、自律神経系の機能を評価するために一般的に用いられている¹⁶⁾。

心拍の調整には自律神経系の副交感神経と交感神経の両方が関与する。副交感神経の活動は、心拍数を低下させ、HRVを上昇させる。交感神経は心拍数を上昇させ、HRVを低下させる。ストレスが多い状況では心拍数は上昇し、HRVが低下する。低HRVは、生理的、情動的、認知的調節に関与する一連の神経構造の活動を示す指標として、慢性疼痛をはじめとするさまざまな身体的・心理的障害の有用なマーカーとなる可能性がある¹⁷⁾と考えられている。慢性腰痛患者における安静時HRVに関してシステマティックレビューを行った報告では、健常対照群と比較してHRVで示される副交感神経系(迷走神経)活動が低いことが示唆されているが、そのエビデンスレベルはまだ低い¹⁷⁾。この原因としては、対象研究の数が限られていることや使用したプロトコルが研究間で異なること等が挙げられている。

以上のように、腰痛の要因についてはそれぞれに測定方法等の課題もあり、未だ明確な結論は出ていない。また、慢性腰痛とHRVの関係については、研究数が少ないこと等の課題がある。

身体活動量については、リスト型ウェアラブルデバイスを用いることで測定が可能である。リスト型デバイスを用いることは、心電図等のこれまで使用されていたデバイスに比べ、対象者への負担軽減や装着コンプライアンスの向上¹⁸⁾、さらには座位行動や睡眠も含めた24時間の行動評価を可能にするといった利点があ

る¹⁹⁾。また、同時に心拍数や歩数等の情報も組み合わせることで測定が可能である。座位行動については、ウェアラブルデバイスを用いることで客観的な評価ができるとともに、質問紙によるデータと組み合わせることでより詳細な分析が可能となる。腰痛の評価については、質問紙による腰痛の評価尺度として、RMDQやODI (Oswestry Disability Index)がある。さらに、これらを参考に日本の生活環境に適して作成された自記式の日本版慢性腰痛症機能評価尺度 (Japan Low back pain Evaluation Questionnaire: 以下JLEQ)が存在する。JLEQは正当な計量心理学的検討が行われ、高い妥当性および信頼性を有することが実証されている¹⁹⁾。また、徒手検査としての腰痛の評価方法としては、佐野らの筋・腱、脊椎骨棘突起の圧痛検査があり^{20,21)}、腰痛を訴える者では脊椎骨棘突起の圧痛が強く認められることが報告されている。圧痛検査は脊椎骨の棘突起、及び腰筋を圧迫することで誘発される痛みの程度を調べ、腰痛症が発生しやすい身体条件を予想判断することを目的としている。腰痛症状がなくても、腰椎棘突起・仙骨および腰筋に圧痛が強く認められるほど、腰痛症の発症しやすい身体条件を有していると考えられるとされている^{20,21)}。これらを組み合わせることで、より詳細に腰痛者の身体状態の把握ができると考えられる。

以上のことから、本研究は、青年期における腰痛と関節可動域、余暇活動としての休日の身体活動量、座位時間の関係について検討するとともに、腰痛者の自律神経評価としてHRVと腰痛との関係を検討することを目的とした。

方法

1. 対象

対象者は20歳前後の学生32名(男性18名、女性14名)である。腰痛の愁訴がある者17名、ない者15名であった。年齢は21.0±1.9歳であった。対象者はインターネットにて公募を行った。また現在症として悪性腫瘍、感染、骨折、神経症状を伴う腰椎疾患を有する者、習慣的に高強度の運動を行う者は除外した。なお、本研究は東京海洋大学の倫理審査委員会の承認を得たうえ

で実施した（受付番号 R5-002）。さらに、対象者には本研究の目的、拒否による不利益がないこと、および個人情報保護等について文書と口頭で説明を行い、書面にて同意を得た。

2. 測定項目及び測定方法

測定方法について、図 1 に本測定のプロトコルを示した。測定期間は2日間とした。また、腰痛の愁訴がある者となない者双方とも同一のプロトコルを実施した。

1日目

安静時心拍間隔および心拍数の測定は、ウェアラブルデバイスを用いて6分間実施した。測定に用いたウェアラブルデバイスは、Polar社製のVANTAGE Vシリーズと本機にBluetoothで接続する心拍センサーH10で

1日目	実験に関する事前説明	
	安静時心拍数の測定	6分間の安静
	安静時心拍間隔の測定	6分間の安静
	聞き取り調査	基本情報等
	JLEQの実施	
	関節可動域の測定（左右）	側屈距離
		下肢伸展挙上角度
		足関節背屈角度
		踵髻距離
	圧痛検査	脊柱棘突起（C4~S）
腰筋（腰最長筋、腸肋筋）		
↓		
2日目	心拍数、METsの測定	24時間
	1日の座位時間、姿勢、行動の記録	記録用紙

図 1. 測定プロトコル

Figure 1. Measurement protocol

あった。

年齢、性別等の基本情報、運動歴、運動習慣、腰痛の状態に関する質問事項の聞き取り調査、および JLEQ（疾患特異的・患者立脚型慢性腰痛症患者機能評価尺度）を実施した。運動習慣の定義については、週2回、1回30分以上の運動とした。

関節可動域については、体幹側屈距離、下肢伸展挙上角度、足関節背屈角度、踵髻距離（膝関節屈曲時）の測定をそれぞれ左右で行った（図 2）。体幹側屈距離の測定では、対象者は立位姿勢で、左右の指先を伸ばし体側に付けた状態から側屈を行い、立位時と最大側屈時の第3指の位置の距離を測定した。下肢伸展挙上角度の測定では、背臥位の状態から行き、膝伸展位で片側の股関節を対象者が自動運動により屈曲し股関節の角度を測定した。基本軸は体幹と平行な線、移動軸は大腿骨の大転子と大腿骨外顆の中心を結ぶ線とした。足関節背屈の測定では、背臥位、膝伸展位の状態で自動運動により対象者が最大背屈を行い足関節の角度を測定した。基本軸は矢状面における腓骨長軸への垂直線、移動軸は足底とした。膝関節屈曲可動域の測定では、腹臥位にて片側の膝関節を対象者が自動運動により屈曲し、踵と臀部の距離を測定した。体幹側屈距離、踵髻距離はメジャーを用いて測定し、下肢伸展挙上角度、足関節背屈角度はゴニオメータを用いて測定した。

圧痛検査は、佐野ら²⁰⁾の脊椎棘突起及び腰筋の圧痛検査を用いた。対象者は、椅子に腰かけ、頭を下げて背

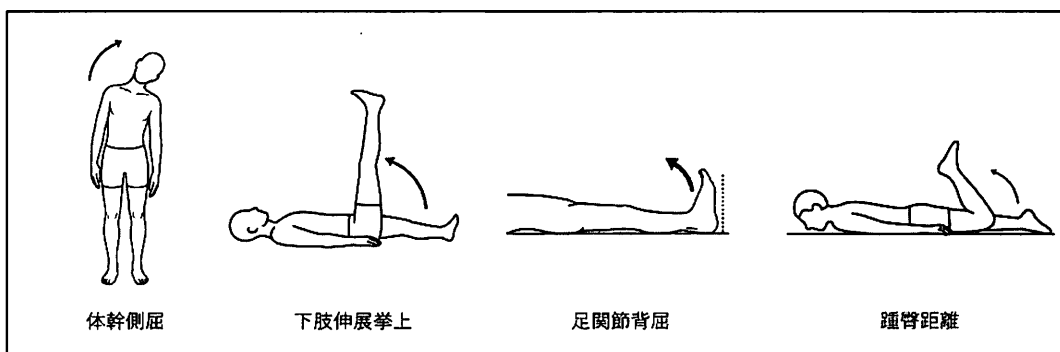


図 2. 関節可動域の測定方法※栗田ら²²⁾を参考に作成

Figure 2. Joint Range of Motion Measurement Methods

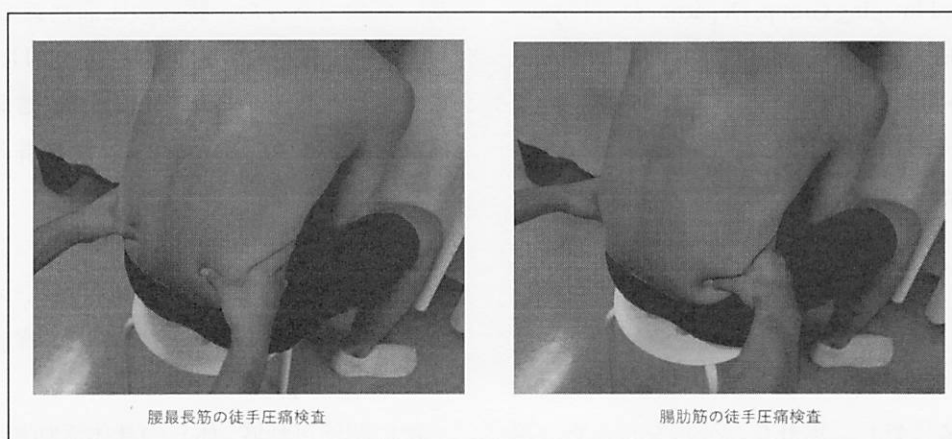


図3. 腰部筋の徒手圧痛検査

Figure 3. Tenderness tests of lumbar muscles

中を丸め、同時に上肢を下垂し、肩の力を抜かせた状態で行った。第4頸椎から第7頸椎、第1胸椎から第12胸椎、第1腰椎から第5腰椎、及び仙骨の棘突起と腰最長筋、腸肋筋起始部に対して検者が徒手にて押圧し、圧痛の程度を聴取した(図3)。圧痛の評価は、脊椎棘突起については「0点:圧痛なし」、「1点:弱い圧痛あり」、「2点:強い圧痛あり」及び「3点:非常に強い圧痛あり」の4段階とした。腰筋については、11段階(0点:全く圧痛なし~10点:我慢できない)のRPP(Rating of Pressed Pain)とした。関節可動域の測定、圧痛検査共に検者は、圧痛検査の研究者ら^{20,21)}から指導を受け、接骨院等での業務として5年以上の実験歴がある柔道整復師1名である。

2日目

本研究では、学業及びアルバイトの無い日を休日と定義し、2日目の測定は休日に実施した。

24時間の心拍数、METsは、前述と同様のウェアラブルデバイスを用いて測定した。また心拍数からカルボネン法を用いて運動強度(%HRreserve)を算出した。

24時間内の座位の時間とその時の座位の姿勢、行動については、配布した記録用紙に記録させた。座位の姿勢に関しては座位時の骨盤傾斜に着目し、対象者に骨盤傾斜について事前に説明したうえで、骨盤の前傾位、中間位、後傾位から選択式で記録させた。また、記録用紙の回収の際には、記載事項について確認を行った。

3. 統計処理

各項目について単純集計を行い、脊椎棘突起及び腰筋の圧痛検査から得られたデータを用いて、クラスター分析により腰痛群と非腰痛群に分類し、各項目について2群間の比較を行った。クラスター分析は、変数を脊椎棘突起及び腰筋の圧痛検査から得られたデータのうち、第1腰椎~第5腰椎及び仙骨の合計点数と、左右の腰最長筋と腸肋筋の合計点数の値とした。クラスター化の方法はward法とし、間隔尺度はユークリッド平方距離とした。

運動歴、運動習慣に関しては、Fisherの正確確率検定を用いた。BMI、関節可動域、休日の身体活動量、座位の時間、姿勢別の座位時間、HRVに関してはMann-WhitneyのU検定を用いて分析を行った。

関節可動域については、測定した4項目の結果を変数とした。さらに、体幹側屈では対象者の身長を100%とした時の測定値の割合も変数とした。休日の身体活動量については、ウェアラブルデバイスから得られた歩数、運動強度低、中、強の時間、運動強度中以上の合計時間、立位より高い運動強度の合計時間を変数とした。また、ウェアラブルデバイスにより計測した心拍数から算出した24時間の平均運動強度と起床時から就寝時までの覚醒中の平均運動強度も変数とした。座位の時間に関しては、ウェアラブルデバイスから得られた座位の時間と、記録用紙から得られた姿勢別の座位の時間を変数とした。HRVについては、測定で得られた心拍間隔からKubios HRVソフトウェア(Biosignal

Analysis and Medical Imaging Group, Department of Physics, University of Kuopio, Kuopio, Finland) を用いて PNS index (副交感神経系の指数) と SNS index (交感神経系の指数) を算出し、それらを変数とした。

統計処理は SPSS ver.29 を用いて、有意確率は 5%未満とした。

結果

対象者 32 名のうち、腰痛があり医療機関未受診の 3 名を除外し、29 名に対して集計及び分析を行った。平均年齢は 20.9±1.8 歳、男性 16 名、女性 13 名であった。

1. クラスタ分析

29 名のデータについてクラスタ分析を行った。クラスタ分析の結果は、非腰痛群 13 名 (女性 5 名、男性 8 名)、腰痛群 16 名 (女性 8 名、男性 8 名) であった。脊椎棘突起及び腰筋の圧痛検査、JLEQ スコアについて、各群の平均を図 4 に示す。

その後、Mann-Whitney の U 検定を用いて、群間の比較を行った。脊椎棘突起圧痛検査では腰痛群 28.8 点、非腰痛群 11.1 点であり (p<0.01)、腰痛群の方が有意に

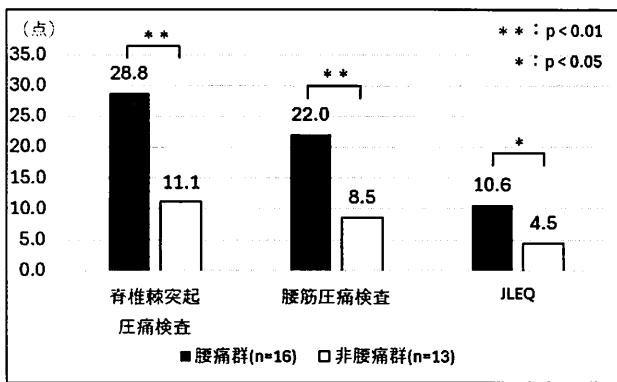


図 4. クラスタ分析による各群の平均
Figure 4. Mean of each group by cluster analysis

高い点数であった。腰筋の圧痛検査では腰痛群が 22.0 点、非腰痛群が 8.5 点であり (p<0.01)、腰痛群の方が有意に高い点数であった。JLEQ では腰痛群 10.6 点、非腰痛群 4.5 点であり (p<0.05)、腰痛群の方が有意に高い点数であった。

2. 各項目の分析

過去の運動歴と現在の運動習慣について、Fisher の正確確率検定を実施した。その結果、有意差は認められなかった (表 1)。

次に関節可動域、休日の身体活動量、座位の時間について、Mann-Whitney の U 検定を用いて比較を行った。その結果、関節可動域でのみ有意差が認められた。関節可動域について、下肢伸展挙上角度については、左右ともに非腰痛群が腰痛群よりも有意に高値を示した。左側における非腰痛群と腰痛群の平均値±標準偏差は、それぞれ 80.00±13.69 度と 60.63±14.71 度であり (p<0.01)、右側においては、それぞれ 80.38±13.61 度と 62.50±11.83 度であった (p<0.01)。また、足関節背屈角度も下肢伸展挙上角度と同様に、左右ともに非腰痛群が腰痛群よりも有意に高値を示し、非腰痛群と腰痛群の平均値±標準偏差は、左側でそれぞれ 14.08±5.72 度と 9.38±5.12 度 (p<0.05)、右側でそれぞれ 15.00±4.56 度と 10.94±3.75 度 (p<0.05) であった。踵臀距離の平均値±標準偏差については、左側では非腰痛群で 10.58±2.45cm、腰痛群で 13.84±5.23cm を示し、p 値が 0.056 であったことから有意な差ではなかったものの、非腰痛群が腰痛群よりも低値を示す傾向が認められ、右側では非腰痛群が 10.50±1.87cm、腰痛群が 13.84±4.38cm を示し、非腰痛群が腰痛群よりも有意に低値を示した (p<0.05) (表 2)。

HRV については、測定できなかった者 (非腰痛群 6

表 1. Fisher の正確確率検定

Table 1. Fisher's exact test

調査項目		非腰痛群 (n=13)	腰痛群 (n=16)	p
運動歴	なし	11	7	0.052
	あり	2	9	
運動習慣	なし	8	13	0.406
	あり	5	3	

名、腰痛群 4 名) および測定値にアーチファクトが含まれていた者 (非腰痛群 2 名、腰痛群 2 名) を除外し、非腰痛群 5 名、腰痛群 10 名とし分析を行った。各群の平均は PNS index では非腰痛群 0.09±2.04、腰痛群 0.75±1.06 であった。SNS index では非腰痛群 0.49±1.35、腰痛群 1.46±1.57 であった。Mann-Whitney の U 検定の結果、有意な項目は認められなかった (表 3)。

考察

本研究は、青年期における腰痛の有無と、関節可動域、休日の身体活動量、座位時間との関係について検討するとともに、腰痛者の自律神経評価として腰痛と HRV との関係について検討することを目的とした。

圧痛検査を用いて、被験者を非腰痛群、腰痛群に分け、Mann-Whitney の U 検定を用いて両群の比較を行った。JLEQ のスコアにおいて有意な差が認められ、圧痛強度が強い腰痛群の方が非腰痛群と比較して、JLEQ のスコアが高かった。これは、腰部筋の圧痛強度が強いほど腰痛症状を有する者が多かった先行研究²¹⁾の結果と同様であった。下肢伸展挙上では、腰痛群の方が有意に低い結果となった。下肢伸展挙上可動域の低下には、主にハムストリングス等の股関節伸展筋の柔軟性低下が関与することから、腰痛を有している者は股関節伸展筋の柔軟性が低いことが考えられた。股関節伸展筋の柔軟性が低い場合は、腰椎の前弯が減少し、力の吸収が弱くなる可能性があり腰痛を発症する可能性が高くなると

表 2. 2 群間の比較結果

Table 2. Comparison results between the two groups

調査項目	非腰痛群(n=13)		腰痛群(n=16)		p
	Mean	SD	Mean	SD	
BMI	20.69	2.80	21.35	2.55	0.329
左側屈(cm)	14.23	3.46	13.97	6.03	0.531
右側屈(cm)	14.54	3.08	13.97	5.48	0.503
左側屈(%)	8.59	0.02	8.30	0.03	0.559
右側屈(%)	8.79	0.02	8.32	0.03	0.449
左下肢伸展挙上(度)	80.00	13.69	60.63	14.71	0.001 **
右下肢伸展挙上(度)	80.38	13.61	62.50	11.83	0.002 **
左足関節背屈(度)	14.08	5.72	9.38	5.12	0.045 *
右足関節背屈(度)	15.00	4.56	10.94	3.75	0.036 *
左踵臀距離(cm)	10.58	2.45	13.84	5.23	0.056
右踵臀距離(cm)	10.50	1.87	13.84	4.38	0.010 *
歩数(歩)	12620	6544	12449	7467	0.914
運動強度：低の時間(min)	255	52	302	87	0.199
運動強度：中の時間(min)	181	89	184	103	0.880
運動強度：高の時間(min)	33	24	35	41	0.779
運動強度：中以上の時間(min)	214	102	219	132	0.682
立位以上の時間(min)	469	134	496	166	0.812
24時間中の運動強度(%HRreserve)	12.37	3.16	10.64	3.74	0.288
覚醒中の運動強度(%HRreserve)	17.42	4.40	15.34	5.56	0.308
座位時間(min)	449	137	443	145	1.000
骨盤中間位の座位時間(min)	123	124	207	185	0.249
骨盤前傾位の座位時間(min)	136	229	68	124	0.914
骨盤後傾位の座位時間(min)	266	197	257	228	0.779

* : p<0.05 ** : p<0.01

表3. HRVに関する項目の2群間比較結果

Table 3. Comparisons of items related to HRV between the two groups

調査項目	非腰痛群(n=5)		腰痛群(n=10)		p
	Mean	SD	Mean	SD	
PNS index	0.09	2.04	-0.75	1.06	0.679
SNS index	0.49	1.35	1.46	1.57	0.440

考えられている²³⁾。足関節背屈では、腰痛群の方が有意に低い結果となった。足関節背屈可動域の低下では、下腿三頭筋等の足関節底屈筋の柔軟性低下が考えられる。本研究の結果と同様に渡邊ら²⁴⁾の報告でも、年齢層は49.4歳と異なっているが、足関節背屈可動域の低下と腰痛との有意な関係を報告している。踵臀距離では、右踵臀距離においては腰痛群の方が有意に高い値を示し、左踵臀距離では、5%水準には至らなかったものの有意な傾向が認められた ($p < 0.10$)。単純集計の結果においては、腰痛群の左右踵臀距離は同一を示し左踵臀距離において、統計的な差が認められなかったことには被験者数の少なさが影響しているのではないかと考えられた。踵臀距離が高い結果を示したことからは、主に大腿四頭筋等の股関節屈曲筋の柔軟性低下が考えられる。対象が運動競技者ではあるが、本研究と同様に、今井ら²⁵⁾も腰痛有訴者の大腿四頭筋の柔軟性低下を報告している。また、戸島ら²⁶⁾は大腿四頭筋のタイトネス増大に伴い、体後屈位での仙骨を含む骨盤後傾が制限され、仙骨後傾の制限を相補的に補うように腰椎が可動し、さらに、腰椎の可動制限が生じてくると、より腰椎や椎間関節への負荷が増して腰痛が発症することが推察されると報告している。

本研究の関節可動域に関する結果は、Sadlerら¹³⁾のシステマティックレビューの結果とは一部異なる結果であった。Sadlerらの報告では、腰痛群では非腰痛群と比較して体幹側屈とハムストリングの柔軟性に有意な減少が認められたものの、大腿四頭筋の柔軟性については両群間に有意差は認められていない。結果が異なった要因としては、腰痛の程度に関して、Sadlerらの研究では分析に使用された先行研究には腰痛の測定につ

いて有効で信頼できる測定ツールが使用されたかは明記されていなかったと述べられているため比較することができなかった。その他の要因としては、年齢層、国籍の違い等が考えられた。

休日の身体活動量について、運動強度を2群間で比較したが有意差は認められなかった。その原因としては、今回の対象者では運動を実施した者が少なく、全体的に身体活動量が低かったことが考えられた。今回は休日の活動量の計測として、計測日を1日だけとしたが、複数の計測日を設け、長期的な計測をすることで異なった結果となることも考えられた。

座位の時間についても、両群間に有意差は得られなかった。1日の座位の時間に関して、3時間以上の座位は腰痛の要因として考えられている¹²⁾。しかし、Baradaranら¹²⁾の報告でメタアナリシスに使用された日本の報告は、座位作業労働者とアスリートのみであり、アスリートでない青年期の腰痛有訴者は含まれていなかった。今回の対象者は、腰痛群、非腰痛群の両群において休日の座位時間が7時間以上あることが確認された。Baradaranらの報告¹²⁾と比較しても長い座位時間であり、日本の青年期に対してより詳細な座位時間や座位中の行動と腰痛との関連を調査する必要があることが考えられた。

HRVについては、PNS indexとSNS indexを指標として用いて両群間の比較を行った。PNS index、SNS indexは0が正常集団の平均と等しいことを意味する。ストレスが高い時や高強度の運動中は副交感神経活動の低下を反映して、PNS indexは低くなる²⁷⁾。このとき心拍数は上昇し、HRVは低下する。PNS indexが高い時は心拍数が低下し、HRVは上昇する。また、PNS indexおよ

び SNS index は、双方ともに 0 を正規分布の中央値としてプラスの値は活性度が高く、マイナスの値は活性度が低い状態を示すとともに、68%の者はマイナス 1 からプラス 1 の範囲内に該当することが報告されている²⁷⁾。本研究の結果においては、非腰痛群と腰痛群との間に、PNS index および SNS index とともに有意差は認められなかったものの、SNS index については非腰痛群が 0.49 であったのに対し、腰痛群は 1.46 を示したことから、腰痛群は交感神経系の活性度が高く、値もプラス 1 を超えていたことから、活性度の高さは全体の 16% に該当すると考えられた。PNS index については、非腰痛群は 0.09 を示したことから、副交感神経系活性度は標準的であり、一方で、腰痛群の PNS index は -0.75 を示したことから、マイナス 1 を下回るものではなかったものの、副交感神経系活性度が低い状態であったと考えられた。以上のことから、腰痛群は副交感神経系活性度が低く、交感神経系活性度が高い傾向が認められ、自律神経系の乱れが生じている可能性が考えられた。先行研究²⁸⁾でも有意差は得られていないものの、腰痛を有する者は交感神経優位となる傾向が示されており、本研究の結果は先行研究と同様の結果となった。HRV を用いた腰痛者の自律神経評価では未解明な部分が多いが、腰痛者は交感神経優位な傾向となることが考えられた。また、今回有意な結果が認められなかった原因として腰痛の痛み、機能障害の程度が腰痛群でも低かったことが考えられた。Gockel ら²⁹⁾の報告では、障害の程度が中程度の患者群は、障害の程度が軽度の患者群に比べて HRV が低かったことや、障害の程度が高い者ほど HRV が低かったことを報告している。今回の JLEQ の結果は腰痛群 10.6、非腰痛群 4.5 であり、JLEQ の満点である 120 点から考えると、腰痛群の機能障害としてのスコアが低かったと考えられた。より腰痛の機能障害が重い者まで対象を拡大させて調査を行う必要があると考えられた。

また、自律神経系は痛みによる影響を受けることが考えられている。痛みは、私たちの身体を実際の損傷や組織損傷の可能性から守ることを目的としており³⁰⁾、痛みを感じている人は生理的、行動的な防御反応を示

すことがある。したがって、痛みは交感神経-迷走神経バランスを変化させる可能性がある¹⁶⁾、と述べられている。本研究では非腰痛群と腰痛群の 2 群間の比較を基本として統計学的な分析を行っているため、結果では示さなかったが、腰痛に関する愁訴の有無によって 2 群に分け（愁訴なし、n=6；愁訴あり、n=12）、Mann-Whitney の U 検定を用いて群間比較を行ったところ、PNS index については愁訴なし群は 0.54、愁訴あり群は -1.16 を示し、両群間に有意差が認められた ($p=0.032$)。さらに、SNS index については愁訴なし群は 0.16、愁訴あり群は 1.90 を示し、p 値は 0.053 であったことから両群間の差は有意ではなかったものの、愁訴あり群の方が高値を示す傾向が認められた。以上の結果から、腰痛に関する愁訴が有る者の自律神経系の特徴として、副交感神経系の活性度が低く、交感神経系の活性度が高いことが推察された。HRV で腰痛を捉えようとする際は、機能障害より痛みに着目した方が傾向的な差が得られやすいと考えられた。

本研究では日常的に高強度の運動を行っていない青年期の腰痛者と非腰痛者を比較検討し、股関節屈曲の関節可動域等に一定な関係が認められた。一方、青年期であっても高強度の運動を行っている者、中でも高い柔軟性が必要とされるスポーツ種目の競技者等にも、高い柔軟性を有しているにも関わらず腰痛を訴える者がいる。今後は、そういったスポーツ競技者等についても、調査をする必要があると考えられる。

結論

本研究は、青年期における腰痛と関節可動域、休日の身体活動量、座位時間との関係について検討するとともに、腰痛者の自律神経評価として腰痛と HRV との関係について多角的に検討することを目的とした。その結果は以下のようにまとめられる。

- 1) 脊椎棘突起及び腰筋の圧痛検査、JLEQ（日本版慢性腰痛症機能評価尺度：Japan Low back pain Evaluation Questionnaire）では腰痛群と非腰痛群を比較すると腰痛群の方が有意に高い点数であった。
- 2) 腰痛群と非腰痛群を比較すると右下肢伸展挙上、左

下肢伸展挙上、右足関節背屈、左足関節背屈で、腰痛群の方が有意に低い値を示し、右踵臀距離で腰痛群の方が有意に高い値を示した。

3) HRV (心拍変動) に関しては、腰痛群と非腰痛群において有意差は認められないものの、腰痛群では交感神経が優位となる傾向が認められた。

4) 休日の身体活動量、座位時間との関係においては、腰痛群と非腰痛群に差が認められなかった。今後は、より長期的な測定も考慮に入れさらなるデータ収集を行う必要がある。

5) 腰痛の愁訴の有無と HRV の関係について着目すると、PNS index では愁訴なし群の方が有意に高値を示し、SNS index では愁訴あり群の方が高値を示す傾向が認められた。

まとめとして、本研究で得られた青年期の腰痛者の特徴としては、脊椎棘突起及び腰筋の圧痛検査で高値を示し、股関節屈曲、足関節背屈、膝関節屈曲の可動域が低く、また交感神経優位となる傾向であった。

謝辞

本研究は、日本スポーツ整復療法学会の研究助成(2023年)を受けたものである。

引用文献

- 1) 山口義臣、山本三希雄(1979)腰痛症の疫学、整形外科MOOK11:9-19
- 2) Kamper,SJ., Henschke,N., Hestbaek,L., Dunn,KM. and Williams,CM. (2016) Musculoskeletal pain in children and adolescents, *Braz J Phys Ther.*20(3): 275-284
- 3) 厚生労働省 (2023) 2022 (令和4) 年 国民生活基礎調査の概況、
<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa22/index.html> (2024年5月24日閲覧)
- 4) Hestbaek,L., Leboeuf-Yde,C., Kyvik,KO. and Manniche,C. (2006) The course of low back pain from adolescence to adulthood: eight-year follow-up of 9600 twins, *Spine (Phila Pa 1976).*31(4):468-472
- 5) Hill,JJ. and Keating,JL. (2010) Risk factors for the first episode of low back pain in children are infrequently validated across samples and conditions: a systematic review, *Journal of Physiotherapy.*56(4):237-244
- 6) Kamper,SJ., Yamato,TP. and Williams,CM. (2016) The prevalence, risk factors, prognosis and treatment for back pain in children and adolescents: An overview of systematic reviews, *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 30(6):1021-1036
- 7) Shiri,R. and Falah-Hassani,K. (2017) Does leisure time physical activity protect against low back pain? Systematic review and meta-analysis of 36 prospective cohort studies, *Br J Sports Med.*51(19):1410-1418
- 8) Sitthipornvorakul,E., Janwantanakul,P., Purepong,N., Pensri,P. and van der Beek,AJ. (2011) The association between physical activity and neck and low back pain: a systematic review, *European Spine Journal.*20(5):677-689
- 9) Alzahrani,H., Mackey,M., Stamatakis,E. and Zadro JR. (2019) The association between physical activity and low back pain: a systematic review and meta-analysis of observational studies, *Sci Rep.*9(1):8244
- 10) Esliger,DW. and Tremblay,MS. (2007) Physical activity and inactivity profiling: the next generation, *Can J Public Health.*98(2):S195-207
- 11) 天笠志保、荒神裕之、鎌田真光、福岡豊、井上茂 (2021)医療・健康分野におけるスマートフォンおよびウェアラブルデバイスを用いた身体活動の評価：現状と今後の展望、*日本公衆衛生雑誌* 68(9):585-596
- 12) Baradaran Mahdavi,S., Riahi,R., Vahdatpour,B. and Kelishadi,R. (2021) Association between sedentary behavior and low back pain; A systematic review and meta-analysis, *Health Promot Perspect.*11(4):393-410
- 13) Sadler,SG., Spink,MJ., Ho,A., De Jonge,XJ. and Chuter, VH. (2017) Restriction in lateral bending range of motion, lumbar lordosis, and hamstring flexibility predicts the development of low back pain: a systematic review of prospective cohort studies, *BMC Musculoskelet Disord.* 18(1):179
- 14) 森本忠嗣(2006)腰痛評価法の使用動向調査、*日本腰*

- 痛会誌 12(1):136-142
- 15) Malik,M. (1996) Heart rate variability, *Ann Noninvasive Electrocardiol.*1:151-181
- 16)Grossman,P. and Taylor,EW. (2007) Toward understanding respiratory sinus arrhythmia: relations to cardiac vagal tone, evolution and biobehavioral functions, *Biol Psychol.*74(2):263-285
- 17) Bandeira,PM., Reis,FJJ., Sequeira,VCC., Chaves, ACS., Fernandes,O. and Arruda-Sanchez,T. (2021) Heart rate variability in patients with low back pain: a systematic review, *Scand J Pain.*21(3):426-433
- 18) Pourmand,A., Lombardi,K., Kuhl,E. and O'Connell,F. (2017) Videogame-Related Illness and Injury A Review of the Literature and Predictions for Pokémon GO!, *Games Health J.*6(1):9-18
- 19) 白土修、土肥徳秀、赤居正美、藤野圭司、星野雄一、岩谷力(2007)疾患特異的・患者立脚型慢性腰痛症患者機能評価尺度;JLEQ(Japan Low back pain Evaluation Questionnaire)、日本腰痛学会雑誌 13(1):225-235
- 20) 佐野裕司、片岡幸雄(1997)腰筋の主観的圧痛強度の評価スケールに関する検討—4段階法の評価と10点法の評価との関係—、*柔道整復・接骨医学* 6(1):21-25
- 21) 佐野裕司、渋谷権司、白石聖、片岡幸雄(1997)体操競技選手と介護職における脊椎棘突起・腰筋の圧痛と腰痛症状との関係、*柔道整復・接骨医学* 5(3):145-151
- 22) 栗田剛寧、南谷哲司(2018)高校男子バスケットボール選手における腰痛の発生要因に関する研究、*日本臨床スポーツ医学会誌* 26(1):95-99
- 23) Alston,W., Carlson,KE., Feldman,DJ., Grimm,Z. and Gerontinos,E. (1966) A quantitative study of muscle factors in the chronic low back syndrome, *J Am Geriatr Soc.*14(10):1041-1047
- 24) 渡邊英一、白石聖、佐野裕司(2014)腰痛有訴者の下肢関節可動域の特徴、第23回日本柔道整復接骨医学会学術大会プログラム・抄録集:78.
- 25) 今井立史、丹沢政、沼本秀樹、永松尚、金澤博明(1995)駅伝選手における整形外科的メディカルチェック、*山梨医学* 23:209-211
- 26) 戸島美智生、鳥居俊、渡邊裕之、阿部宙(2010)発育期男子サッカー選手の脊椎アライメント、下肢筋タイトネスと腰痛との関連性、*日本臨床スポーツ医学会誌* 18(2):320-327
- 27) kubios Oy, PNS AND SNS INDEXES IN EVALUATING AUTONOMIC FUNCTION, kubios, 2024-06-04. <https://www.kubios.com/blog/hrv-ans-function/> (2024年7月12日閲覧)
- 28) Kalezic,N., Åsell,M., Kerschbaumer,H. and Lyskov, E. (2007) Physiological reactivity to functional tests in patients with chronic low back pain, *J Musculoskelet Pain.*15(1):29-40
- 29) Gockel,M., Lindholm,H., Niemistö,L. and Hurri,H. (2008) Perceived disability but not pain is connected with autonomic nervous function among patients with chronic low back pain, *J Rehabil.*40:355-358
- 30) Gilam,G., Gross,JJ., Wager,TD., Keefe,FJ. and Mackey,SC. (2020) What is the relationship between pain and emotion? Bridging constructs and communities, *Neuron.*107(1):17-21

(2025年8月13日受理)