

股関節の柔軟性と殿筋筋力が大学スポーツ選手の腰痛発症に 及ぼす影響：前向き調査

武内 孝祐¹⁾ 中嶋 杏菜²⁾ 小松 猛¹⁾ 佃 文子¹⁾

Effects of Hip Joint Flexibility and Strength of the Gluteus Muscles on the Onset of Lower Back Pain in College Athletes: A Prospective Study

Kosuke TAKEUCHI Anna NAKAJIMA Takeshi KOMATSU Fumiko TSUKUDA

Abstract

The purpose of the present study was to examine the effects of hip joint flexibility and the strength of the gluteus muscles on the onset of lower back pain. A total of 218 college athletes who did not have lower back pain participated in the study. The range of motion (ROM) of the trunk, hip, and ankle joints was measured and a tightness test in the hip joint was performed to assess flexibility. The peak torque of the maximum voluntary isometric contraction in hip extension and hip abduction was measured in order to assess isometric muscle strength. One month after the assessments, the onset of lower back pain was investigated. The subjects were divided into two groups: subjects with onset of lower back pain (LBP, n = 19) and without it (n-LBP, n = 198). The results showed that the laterality of the internal and external rotation ROM of the hip joint was significantly higher in the LBP group than in the n-LBP group ($p < 0.05$). The peak torque of the hip abduction was significantly lower in the LBP group compared with the n-LBP group. It is possible that the onset of lower back pain was caused by the laterality of the hip rotation ROM and weakness of the gluteus medius muscle.

Key words : lower back pain, laterality, strength of hip abduction, prospective study

キーワード：腰痛，左右差，股関節外転筋力，前向き調査

1. はじめに

多くの先行研究で、スポーツ選手は腰痛を発症する可能性が高いことが報告されている (Granhed & Morelli, 1988; Kujala et al., 1996; Sato et al., 2011; Videman et al., 1995). 腰痛はスポーツ選手を競技から離脱させ競技力を低下させる原因となることから、スポーツ現場では腰痛予防のトレーニングが積極的に実施されている。効果的に腰痛予防のトレーニングを実施するためには、腰痛の発生に関係する要因を明らかにする必要がある。Triki et al. (2015) は大学スポーツ選手の腰痛には特に運動時間が関係していることを報告しており、週に16.5時間以上運動をしているスポーツ選手は腰痛を発症する可能性が高いことを明らかにしている。また、Burodrf et al. (1996) は、195名の男性ゴルフ選手を対象に1年間の追跡調査を行い、腰痛の発症には特に腰痛の既往歴が関係していることを報告している。腰痛発症のリスクファクターとして、柔軟性や筋力も調査されている。Kujala et al. (2007) は119名の学生スポーツ選手を対象に1年間の前向き調査を行い、腰椎屈曲の柔軟性低下、股関節前面のタイトネスが腰痛のリスクファクターとなったことを報告している。また、Evans et al. (2005) は14名のエリートゴルフ選手を対象に3年間の追跡研究を行い、体幹屈曲筋力と体幹伸展筋力は腰痛発症に関係していなかったが、体幹側屈筋力と股関節外転筋力を反映するサイドブリッジテストが腰痛発症に関係していたことを報告している。以上より、スポーツ選手の腰痛発症には柔軟性や筋力が関係していることが明らかとなっている。しかし、これらの先行研究は柔軟性測定や筋力測定から1年以上経過した後に腰痛発症の有無を調査したものである。スポーツ選手が競技力を向上させるために柔軟性や筋力を向上させるトレーニングを日々行っていることを考えると、先行研究では測定時の柔軟性や筋力が腰痛発症時には変

化している可能性が考えられる。すなわち、腰痛発症に関係する要因を詳細に検討するためには腰痛発症直前の身体特性を検討する必要がある。柔軟性や筋力の測定から短期間で腰痛発症の調査を実施する必要があると考えられる。

前述したKujala et al.やEvans et al.の研究結果からも明らかのように、腰痛の発症には股関節の機能が関係している (Evans et al., 2005; Kujala et al., 2007; Shum, Crosbie, & Lee, 2005). 骨盤と腰椎の動きは連動しており、腰椎骨盤リズムと呼ばれる関係にある (Esola et al., 1996; McClure et al., 1997; Porter & Wilkinson, 1997). 腰痛既往者は腰痛非既往者と比較して前屈時の股関節屈曲角度の減少と腰椎屈曲角度の増加が生じており、腰椎骨盤リズムに変化が生じている (Esola et al., 1996; Porter & Wilkinson, 1997). また、慢性的に腰痛を有しているものは中殿筋の筋力低下が生じている (Marshall et al., 2011; Nelson-Wong et al., 2008). 中殿筋は前額面上で骨盤を安定させる働きを有しており、中殿筋の筋力低下は骨盤の安定性を低下させ、腰椎の側屈方向のストレスが増大する。これらの先行研究をもとに、スポーツ現場では腰痛予防や腰痛のリハビリテーションプログラムとして、股関節のストレッチングや殿筋のトレーニングが実施されている。よって、股関節機能と腰痛発症の関係を明らかにすることは、本研究をスポーツ現場に還元するためには非常に重要な点であると考えられる。

以上より、本研究の目的は大学スポーツ選手を対象として、腰痛発症直前の身体的特性を股関節機能に着目して明らかにすることとした。

2. 方法

対象

対象は大学スポーツ選手218名 (年齢 19.9 ± 0.8 歳, 身長 169.9 ± 8.6 cm, 体重 $65.5 \pm$

9.9kg, 男性163名, 女性55名)とした。測定時に腰痛を有していたものは除外した。全ての対象者には本研究の目的, 方法, 安全性, 研究への不参加によりなんら不利益が生じないこと, および個人情報の取り扱いを事前に説明し, 同意を得た上で研究を実施した。また, 本研究はびわこ成蹊スポーツ大学倫理委員会の承認を得たうえで実施した。

実験プロトコル (図1)

全ての対象者に身体計測 (身長, 体重, 体脂肪率), 柔軟性測定 (関節可動域測定, タイトネステスト), 筋力測定 (股関節外転, 股関節伸展) を実施した。測定から1ヶ月後に腰痛発症に関する自記式のアンケート調査を実施した。アンケート調査により腰痛の発症が認められたものを腰痛発症群, 腰痛の発症が認められなかったものを腰痛未発症群とし, 両群間で各測定項目を比較した。腰痛発症前の測定項目を両群間で比較・検討することで, スポーツ選手における腰痛発症直前の身体特性の違いを明らかにすることができる。

関節可動域測定

関節可動域の測定項目は, 体幹 (回旋), 股関節 (内旋, 外旋), 足関節 (背屈) とした。全ての可動域測定は日本リハビリテーション医学会による関節可動域測定に準拠した方法で実施した (米本ら, 1995)。体幹回旋可動域測定に関しては, 四つ這いにて実施した。

四つ這いから体幹を回旋し, 両肩峰を結ぶ線と地面との垂線となす角度を体幹回旋角度として測定した。なお, 全ての測定2人の検者にて行い, 代償動作が生じないように十分注意して実施した。

タイトネステスト (図2)

タイトネステストの測定項目はThomas-test, Heel-Hip Distance (以下, HHD), Straight Leg Raising (以下, SLR), Finger-Flore Distance (以下, FFD) とした。

Thomas-testは背臥位にて測定した。非測定側を膝関節屈曲位にて股関節最大屈曲位まで他動的に屈曲し, その際の測定側の膝窩部と地面との距離を測定した (cm)。

HHDは腹臥位にて測定した。対象側の膝関節を痛みが生じない範囲で最大限に他動的に屈曲し, 最大域における殿部と踵の距離を測定した (cm)。

SLRは背臥位にて測定した。膝関節伸展位を保ったまま股関節を痛みのない範囲で最大限に他動的に屈曲し, その際の股関節屈曲角度を測定した (度)。

FFDは立位にて測定し, 痛みのない範囲で最大限に前屈した際の床面と指先との距離を測定した (cm)。なお, FFDは床面に到達しない場合を負の値とした。

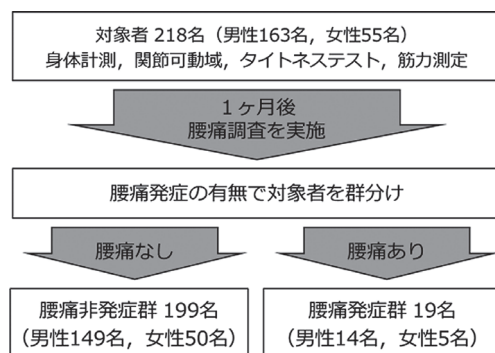


図1. 実験の流れ

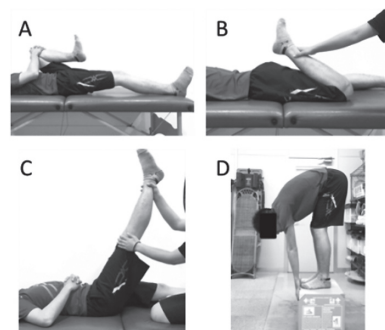


図2. タイトネステスト

A. Thomas-test, B. HHD, C. SLR, D. FFD

筋力測定

股関節伸展筋力および股関節外転筋力は等尺性筋力測定計 (μ TassF-1, ANIMA社製, 日本) を用いて計測した。各測定は5秒間の最大等尺性筋力発揮を2回実施し, 測定間には1分間の安静期間を設けた。股関節伸展筋力測定は腹臥位(股関節中間位, 膝関節伸展位)にて実施した。等尺性筋力測定計を坐骨結節と膝関節膝窩部の midpoint に固定し実施した。股関節外転筋力測定は側臥位(股関節中間位)にて実施した。等尺性筋力測定計を大転子と大腿骨外側上顆の midpoint に固定し実施した。分析には各測定値を体重で割った値を用いた。

腰痛調査

身体特性の計測から1か月後に自記式のアンケート用紙を用いて, 腰痛発症の有無を調査した。本研究では自覚的に腰痛の訴えがあった者を腰痛発症群とし, 訴えがなかった者を腰痛非発症群とした。

分析方法

測定値は平均値 \pm 標準偏差で示した。左右が存在する項目に関しては, 群(腰痛発症群 vs 腰痛非発症群)と測定側(利き手側 vs 非利き手側)を要因とする二要因分散分析を用いて検討した。身長など左右がない項目に関しては, 対応のないt検定を用いて両群間の違いを検討した。また, 利き手側から非利き手側を差し引くことで左右差を算出し, 対応のないt検定を用いて分析した。全ての統計分析はSPSS ver.19 (IBM社製)を用いて行ない, 有意水準は5%未満とした。

表1. 身体計測の結果

	腰痛発症群	腰痛非発症群
身長 (cm)	169.7 \pm 10.6	169.5 \pm 8.6
体重 (kg)	63.8 \pm 9.9	64.7 \pm 9.6
体脂肪率 (%)	19.9 \pm 5.8	21.1 \pm 6.4

平均値 \pm 標準偏差

3. 結果

対象者218名の内, 199名が腰痛非発症群(男性149名, 女性50名), 19名が腰痛発症群(男性14名, 女性5名)であった(図1)。

身体計測

対応のないt検定の結果, 身長, 体重, 体脂肪率に関して群間に差はなかった(表1)。

関節可動域

体幹回旋可動域, 股関節内旋可動域, 股関節外旋可動域, 足関節背屈可動域は群間および測定側間で差はみられなかった(表2)。しかし, 左右差に関しては, 腰痛発症群が腰痛非発症群と比較して股関節内旋可動域左右差が高値を示し ($p < 0.05$), 股関節外旋可動域左右差が低値を示した ($p < 0.05$)(表3)。

表2. 関節可動域 (度)

	腰痛発症群		腰痛非発症群	
	利き手側	非利き手側	利き手側	非利き手側
体幹回旋	155.5 \pm 21.1	151.8 \pm 19.9	162.5 \pm 15.5	159.5 \pm 18.4
股関節内旋	33.4 \pm 14.0	29.2 \pm 10.8	29.2 \pm 13.7	29.0 \pm 13.3
股関節外旋	35.0 \pm 14.0	40.5 \pm 15.0	34.9 \pm 13.4	35.3 \pm 12.8
足関節背屈	40.6 \pm 8.5	41.2 \pm 7.5	41.2 \pm 7.5	39.1 \pm 6.7

平均値 \pm 標準偏差

表3. 関節可動域左右差 (度)

	腰痛発症群	腰痛非発症群
体幹回旋	3.7 \pm 9.0	3.1 \pm 11.3
股関節内旋	4.2 \pm 11.6*	-0.7 \pm 9.2
股関節外旋	-5.5 \pm 11.7*	-0.4 \pm 9.2
足関節背屈	-0.6 \pm 4.8	-0.4 \pm 5.8

平均値 \pm 標準偏差, * $p < 0.05$ (vs腰痛非発症群)

表4. タイトネステスト

	腰痛発症群		腰痛非発症群	
	利き手側	非利き手側	利き手側	非利き手側
HHD (cm)	9.4±7.5	10.6±8.1	9.4±6.6	9.2±6.5
Thomas-test (cm)	3.4±2.0	2.8±1.7	3.4±2.5	3.3±2.5
SLR (度)	82.6±15.1	84.6±16.5	84.7±11.8	84.1±15.3
FFD(cm)	5.8±10.0		7.5±9.6	

平均値 ± 標準偏差

表5. タイトネステスト左右差

	腰痛発症群	腰痛非発症群
HHD (cm)	-1.2 ± 2.3*	0.2 ± 3.1
Thomas test (cm)	0.6 ± 1.2	0.2 ± 1.4
SLR (度)	-2.1 ± 10.8	0.4 ± 10.5

平均値 ± 標準偏差, *p<0.05 (vs腰痛非発症群)

タイトネステスト

HHD, Thomas test, FFDは全て群間および測定側間で差は認められなかった(表4)。左右差に関しては, Thomas testとFFDに関して群間に差は認められなかったが, HHDは腰痛発症群が腰痛非発症群と比較して低値を示した(p < 0.05)(表5)。

筋力測定

股関節伸展筋力に関して, 群間および測定側間で差は認められなかった(表6)。一方, 股関節外転筋力に関して, 腰痛発症群は腰痛非発症群と比較して有意に低値を示した(p < 0.05)(表6)。また, 股関節伸展筋力および股関節外転筋力の左右差に関して群間に差はなかった(表7)。

4. 考察

スポーツ選手において腰痛は問題となっており, 学生アスリートでは約15%の腰痛有訴者率があることが報告されている(Schmidt & Kohlmann, 2005)。本研究における腰痛発症者は228名中19名(約8%)と先行研究よりも低値であったが, 1か月以内の有訴者率であることを考えると, 本研究の対象においても腰痛が大きな問題であることが分かる。

表6. 股関節筋力 (Nm)

	腰痛発症群		腰痛非発症群	
	利き手側	非利き手側	利き手側	非利き手側
股関節伸展	4.2±1.5	4.0±1.3	4.7±1.7	4.4±1.5
股関節外転	5.5±1.5*	5.2±1.8*	6.2±1.7	6.0±1.6

平均値 ± 標準偏差, *p<0.05 (vs腰痛非発症群)

表7. 股関節筋力左右差 (Nm)

	腰痛発症群	腰痛非発症群
股関節伸展	0.2 ± 0.9	0.3 ± 0.9
股関節外転	0.3 ± 1.3	0.1 ± 1.2

平均値 ± 標準偏差

Leboueuf (2000) は体重と腰痛発症の関係性をシステムティックレビューにより検討し, 体重は腰痛発症の低リスクファクターであるとしている。スポーツ選手を対象とした研究では, Triki et al. (2015) は3379名の大学スポーツ選手の腰痛発症に関わる因子を前向きに調査し, 体重と体脂肪は腰痛の発症に関係なかったと報告している。加えて, Kujala et al. (1997) はスポーツ選手の腰痛発症状況を3年間に渡り前向きに調査し, 腰痛の発症には体重の増加が関係しており, 初期評価時の体重は関係なかったことを報告している。本研究においても, 腰痛発症群と腰痛非発症群の間で体重と体脂肪に関して差は認められていない。以上より, スポーツ選手における腰痛発症に体重や体脂肪の測定値の大きさよりも, 経時的な体重の変化が関係している可能性が考えられる。

柔軟性に関して, 本研究では股関節内旋可動域左右差, 股関節外旋可動域左右差, HHD左右差の3項目で群間に差が認められた。差が認められた3項目全てにおいて, 腰痛発症群は腰痛非発症群と比較して左右差の程度が大きい結果となった。先行研究においても同様の結果が得られている(Ellison et al., 1990; Roach et al., 2015; Vad et al., 2004; Van

Dillen et al., 2008). Linda et al. (2008) は48名の回旋動作を頻回に行う競技のスポーツ選手を対象に股関節回旋可動域が腰痛に及ぼす影響を検討し、腰痛群は股関節回旋の可動域制限と左右差が生じていたことを報告している。加えて、Ellison et al. (1990) は腰痛者50名を股関節の可動域により群分けしたところ、股関節の回旋可動域に左右差を有しているものが最も多かったことを報告している。これらの研究結果は、股関節回旋可動域の左右差がスポーツ選手における腰痛発症に関係していることを示唆するものである。方向転換など身体を回旋する際には脊椎の回旋と股関節の回旋が共に重要となる (Lee & Kim, 2015)。股関節回旋可動域に制限が生じれば、代償的に脊椎での回旋が増加し、腰椎への負担が増加する。同様に、股関節回旋可動域に左右差が生じれば、腰椎へ左右で異なる回旋ストレスが生じ、腰痛発症の一因となる可能性がある。HHDは主に大腿直筋の柔軟性の検査である。大腿直筋は腸骨の上前腸骨棘から起始し、膝蓋腱を介して脛骨粗面に停止する二関節筋である。すなわち、骨盤を構成する骨の1つである腸骨に前面から付着する筋であり、骨盤の前後傾に関係する。大腿直筋の柔軟性の低下は骨盤前傾を介して腰椎前弯を増強させる。本研究において腰痛発症群はHHDの左右差が増加しており、腰椎前弯に関しても左右差が生じていた可能性が考えられる。腰椎前弯の左右差はねじれストレスとなり、腰痛の発症に関与した可能性が考えられる。以上より、スポーツ選手の腰痛発症には股関節の柔軟性の左右差が関係している可能性があり、腰痛予防のプログラムを立案する際には柔軟性の左右差を改善するトレーニングを行う必要があると考えられる。

本研究では、股関節外転筋力が腰痛発症群で有意に低値を示した。股関節外転の主動筋は中殿筋であり、中殿筋は前額面上で骨盤を安定化させる機能を持つ。中殿筋の筋力低下は前額面上で骨盤を不安定にし、腰椎に側屈

方向のストレスを発生させる。腰痛者は中殿筋の筋力が低下していることが明らかとなっており、中殿筋の筋力低下による腰椎へのストレスが腰痛の原因となる可能性が先行研究において示されている (Bussey et al., 2016; Cooper et al., 2015; Marshall et al., 2011; Nelson-Wong et al., 2008; Penney et al., 2014)。しかし、これらの研究は腰痛者を対象に中殿筋の筋力を測定した後ろ向き研究あり、中殿筋の筋力低下が腰痛発症前から生じていたものなのか、腰痛発症後に生じたものなのかは明らかとなっていない。本研究において腰痛発症を前向きに調査した結果、中殿筋の筋力低下は腰痛発症前から発生していたことが明らかとなった。また、慢性的な腰痛を有するものが中殿筋の筋力低下を生じていることを踏まえると、中殿筋の筋力低下は腰痛発症の一因となるだけではなく、腰痛を慢性化させる原因となる可能性が考えられる。以上より、中殿筋の筋力トレーニングは腰痛予防と腰痛のリハビリテーションの両方の観点から重要であると考えられる。

5. まとめ

大学スポーツ選手を対象に腰痛発症前の身体特性を前向き調査により検討した。その結果、腰痛発症群は、股関節内旋可動域左右差、股関節外旋可動域左右差、HHD左右差の程度が大きく、中殿筋筋力が低いことが明らかとなった。

腰痛はスポーツ選手を競技から離脱させ、パフォーマンスを低下させる原因となる。本研究結果によりスポーツ選手の腰痛発症に関係している可能性がある因子が明らかとなった。今後は、これらの因子を改善する予防的なプログラムを実施することでスポーツ選手の腰痛予防につなげていきたいと考える。

参考文献

Burdorf, A., Van Der Steenhoven, G. A., & Tromp-Klaren, E. G. (1996). A one-year

- prospective study on back pain among novice golfers. *The American Journal of Sports Medicine*, 24(5), 659-64.
- Bussey, M. D., Kennedy, J. E., & Kennedy, G. (2016). Gluteus medius coactivation response in field hockey players with and without lower back pain. *Physical Therapy in Sport*, 17, 24-9.
- Cooper, N. A., Scavo, K. M., Strickland, K. J., Tipayamongkol, N., Nicholson, J. D., Bewyer, D. C., & Sluka, K. A. (2015). Prevalence of gluteus medius weakness in people with chronic lower back pain compared to healthy controls. *European Spine Journal*, 25(4), 1258-65.
- Ellison, J. B., Rose, S. J., & Sahrman, S. A. (1990). Patterns of hip rotation range of motion: a comparison between healthy subjects and patients with lower back pain. *Physical Therapy*, 70(9), 537-41.
- Esola, M. A., McClure, P. W., Fitzgerald, G. K., & Siegler, S. (1996). Analysis of lumbar spine and hip motion during forward bending in subjects with and without a history of lower back pain. *Spine*, 21(1), 71-8.
- Evans, K., Refshauge, K. M., Adams, R., & Aliprandi, L. (2005). Predictors of lower back pain in young elite golfers: A preliminary study. *Physical Therapy in Sport*, 6(3), 122-130.
- Granhed, H., & Morelli, B. (1988). Lower back pain among retired wrestlers and heavyweight lifters. *The American Journal of Sports Medicine*, 16(5), 530-3.
- Kujala, U. M., Taimela, S., Erkinntalo, M., Salminen, J. J., & Kaprio, J. (1996). Lower-back pain in adolescent athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(2), 165-70.
- Kujala, U. M., Taimela, S., Oksanen, A., & Salminen, J. J. (1997). Lumbar mobility and lower back pain during adolescence. A longitudinal three-year follow-up study in athletes and controls. *The American Journal of Sports Medicine*, 25(3), 363-8.
- Kujala, U. M., Taimela, S., Salminen, J. J., & Oksanen, A. (2007). Baseline anthropometry, flexibility and strength characteristics and future lower-back pain in adolescent athletes and nonathletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 4(3), 200-205.
- Leboeuf-Yde, C. (2000). Body weight and lower back pain. A systematic literature review of 56 journal articles reporting on 65 epidemiologic studies. *Spine*, 25(2), 226-37.
- Lee, S. W., & Kim, S. Y. (2015). Comparison of chronic lower-back pain patients hip range of motion with lumbar instability. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(2), 349-51.
- Marshall, P. W. M., Patel, H., & Callaghan, J. P. (2011). Gluteus medius strength, endurance, and co-activation in the development of lower back pain during prolonged standing. *Human Movement Science*, 30(1), 63-73.
- McClure, P. W., Esola, M., Schreier, R., & Siegler, S. (1997). Kinematic analysis of lumbar and hip motion while rising from a forward, flexed position in patients with and without a history of lower back pain. *Spine*, 22(5), 552-8.
- Nelson-Wong, E., Gregory, D. E., Winter, D. A., & Callaghan, J. P. (2008). Gluteus medius muscle activation patterns as a predictor of lower back pain during standing. *Clinical Biomechanics*, 23(5), 545-53.
- Penney, T., Ploughman, M., Austin, M. W., Behm, D. G., & Byrne, J. M. (2014). Determining the activation of gluteus medius and the validity of the single leg stance test in chronic, nonspecific lower back pain. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(10), 1969-76.
- Porter, J. L., & Wilkinson, A. (1997). Lumbar-hip flexion motion. A comparative study between asymptomatic and chronic lower back pain in 18- to 36-year-old men. *Spine*, 22(13), 1508-13-4.
- Roach, S. M., San Juan, J. G., Suprak, D. N., Lyda,

- M., Bies, A. J., & Boydston, C. R. (2015). Passive hip range of motion is reduced in active subjects with chronic lower back pain compared to controls. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(1), 13-20.
- Sato, T., Ito, T., Hirano, T., Morita, O., Kikuchi, R., Endo, N., & Tanabe, N. (2011). Lower back pain in childhood and adolescence: assessment of sports activities. *European Spine Journal* :, 20(1), 94-9.
- Schmidt, C. O., & Kohlmann, T. (2005). [What do we know about the symptoms of back pain? Epidemiological results on prevalence, incidence, progression and risk factors]. *Zeitschrift Für Orthopädie Und Ihre Grenzgebiete*, 143(3), 292-8.
- Shum, G. L. K., Crosbie, J., & Lee, R. Y. W. (2005). Effect of lower back pain on the kinematics and joint coordination of the lumbar spine and hip during sit-to-stand and stand-to-sit. *Spine*, 30(17), 1998-2004.
- Triki, M., Koubaa, A., Masmoudi, L., Fellmann, N., & Tabka, Z. (2015). Prevalence and risk factors of lower back pain among undergraduate students of a sports and physical education institute in Tunisia. *The Libyan Journal of Medicine*, 10, 26802.
- Vad, V. B., Bhat, A. L., Basrai, D., Gebeh, A., Aspergren, D. D., & Andrews, J. R. (2004). Lower back pain in professional golfers: the role of associated hip and lower back range-of-motion deficits. *The American Journal of Sports Medicine*, 32(2), 494-7.
- Van Dillen, L. R., Bloom, N. J., Gombatto, S. P., & Susco, T. M. (2008). Hip rotation range of motion in people with and without lower back pain who participate in rotation-related sports. *Physical Therapy in Sport*, 9(2), 72-81.
- Videman, T., Sarna, S., Battié, M. C., Koskinen, S., Gill, K., Paananen, H., & Gibbons, L. (1995). The long-term effects of physical loading and exercise lifestyles on back-related symptoms, disability, and spinal pathology among men. *Spine*, 20(6), 699-709.
- 米本恭三, 石神重信近藤徹. (1995). 関節可動域表示ならびに測定法. *リハビリテーション医学*, 32(4), 207-217.