

平成 30 年 6 月 22 日現在

機関番号：32402

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K16492

研究課題名(和文) 発育期サッカー選手における腰椎分離症の発症要因と腰椎骨盤リズム破綻の解明

研究課題名(英文) Clarifying the changes in lumbopelvic rhythm during trunk extension among adolescent soccer players

研究代表者

戸島 美智生 (TOJIMA, Michio)

東京国際大学・人間社会学部・講師

研究者番号：10735442

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：発育期サッカー選手における腰椎分離症の発症要因と腰椎骨盤リズム破綻を解明することを目的に、発育期男子中学生サッカー選手を対象に、立位体後屈を三次元動作解析装置で縦断的に測定・解析した。その結果、腰痛を生じる群では、半年前の測定で股関節に対して腰部の伸展が大きく、半年後に腰部の伸展が小さくなった。腰痛を消失した群では、股関節に対する腰部の伸展が小さくなり、腰部への過剰な負荷が減少した可能性がある。

研究成果の概要(英文)：Many adolescent athletes experience low back pain (LBP). Its causative factors include lumbopelvic rhythm [LPR]. We assessed the presence/absence of LBP in adolescent soccer players before and after a six-month period and divided them into four groups: no LBP both before and after the period (NBP); LBP before but not after (PN); LBP after but not before (NP); and LBP both before and after (LBP). We used a 3D motion analysis system during trunk extension to measure the lumbar spine and hip ranges of motion (ROMs). On comparing the results obtained before and after the six-month period, lumbar spine ROM decreased in the NP group, hip ROM increased in the LBP group. The NP group extended their lumbar spine excessively compared with the hip before the period, which could cause LBP, but decreased the extension after the period. Lumbar extension relative to hip extension decreased in the PN group, which could decrease excessive load on the lumbar spine and eliminate LBP.

研究分野：スポーツ医科学、リハビリテーション医学

キーワード：腰部可動域 股関節可動域 腰痛 腰椎骨盤リズム 立位体後屈 発育期サッカー選手

1. 研究開始当初の背景

発育期の身体特性は12歳前後に身長と下肢長の増加量が最大となる (Am J Hum Biol 17, 2005)。下肢の骨長が伸びるとその部位の筋が伸張されて筋タイトネスが増大し、骨長増加に遅れて筋タイトネスが15歳前後で最大となる (臨床スポーツ医学 13, 1996)。さらにサッカーなどの下肢への負担が大きいスポーツ活動は筋タイトネスをより増大させる (戸島, 日本臨床スポーツ医学会誌 18, 2011)。

一方、下肢筋タイトネスと関係するスポーツ障害の腰痛は、多くの先行研究によればスポーツ選手の70%以上に発症し、膝関節痛とともにあらゆる競技で最も多い (Br J Sports Med 38, 2004)。腰痛の原因として、腸腰筋タイトネスの増大 (Med Sci Sports Exerc 24, 1992) と腰椎の疲労骨折である腰椎分離症が挙げられる。腰痛を有する者は有しない者の3倍腰椎分離症になりやすいが (Am J Sports Med 32, 2004)、早期の保存療法では予後が良く (Am J Sports Med 32, 2004)、MRI撮影法で早期に判別できる (Am J Sports Med 41, 2013)。

また、変形性股関節症に見られるような股関節の可動域制限などの問題が腰椎への負荷を増大させることは Hip spine syndrome (以下、HSS, Spine 8, 1983) と呼ばれる病態として知られているが、高齢者 (Spine 29, 2004) だけでなく発育期サッカー選手にも認められる (戸島, 日本臨床スポーツ医学会誌 18, 2010)。しかし、その定義は未だ曖昧であり、その発症要因も充分解明されていない。この発育期特有の身体特性が、この時期に発症するスポーツ選手の体後屈型腰痛症の原因と類似し、HSSと同様のメカニズムで腰痛や腰椎分離症を発症すると考えられる。これらの障害の要因を解明する鍵として、Lumbopelvic rhythm (以下、LPR) が挙げられる。LPRは、様々な運動時での股関節を介した骨盤と腰椎の動きの運動性として、股関節に対する骨盤と腰椎の相対的な角度変化で表される (鳥居, 身体動作の運動学, 1999)。LPRについては、腰部運動測定法が確立されていなかったため、これまで三次元動作解析などの科学的手法を用いた詳細な検討は一切されておらず、健常者の脊椎に負担が大きい体後屈などの運動時での三次元動作解析法を用いたLPR変化と筋活動の影響、さらには発育期サッカー選手の腰痛症有無におけるLPR変化やその時の筋活動の違いについても全く調べられていない。

2. 研究の目的

本研究では、発育期サッカー選手の体後屈型腰痛症と腰椎分離症の発症メカニズムを解明し、LPR破綻とHSSとの関連性を明らかにする。発育期サッカー選手を対象に三次元動作解析法と下肢筋タイトネス測定法で縦断的なLPRを測定し、発育に伴うLPRの破綻と腰椎への負荷 (HSS) との関連性を明らかにする。同時に、臨床データと併せて解析することで、LPR破綻によるHSSと体後屈型腰痛症の発症との関連性を解明し、発育期サッカー選手の腰椎分離症及びHSS発症メカニズムの解明を目指す。

- (1) 腰椎分離症の有無で分けたLPRの横断比較
- (2) 腰椎分離症の発症過程におけるLPR破綻とHSSとの関連性

3. 研究の方法

早稲田大学人を対象とする研究に関する倫理に承認を得たのち、発育期男子中学生サッカー選手119人を対象とした。対象者の除外基準は、脊椎または下肢の術後や変形のある者、下肢関節に著しい疼痛のある者とした。この対象者から、測定できなかった10人を除外した。よって、109人 (age, 13.1 ± 0.9 years; height, 160.0 ± 9.3 cm; weight, 48.5 ± 8.5 kg; body mass index [BMI], 18.8 ± 1.9 kg/m²) を測定対象とした。

立位体後屈動作時におけるLHRとLPRの横断観察研究

腰痛の評価では、整形外科医が対象者に対して、立位体後屈や側屈、Kemp test、腰椎棘突起の圧痛での疼痛有無を調査した。これらの調査から、腰痛有群 (n = 44; age, 13.1 ± 0.9 years; height, 158.8 ± 9.3 cm; weight, 47.7 ± 8.3 kg; BMI, 18.8 ± 1.8 kg/m²) と無群 (n = 65; no-LBP; age, 13.1 ± 0.9 years; height, 161.7 ± 9.0 cm; weight, 49.2 ± 8.1 kg; BMI, 18.7 ± 2.0 kg/m²) の2群に分けた。

立位体後屈動作時におけるLHRとLPRの縦断観察研究

横断観察研究で測定した対象者のうち、半年後に63人に対して同様な測定を行った。群分けでは、2回の測定で腰痛のなかったNBP群 (n = 23)、腰痛が無くなったPN群 (n = 9)、腰痛を新規に訴えたNP群 (n = 14)、2回とも測定で腰痛を訴えたLBP群 (n = 17) とした。

立位体後屈動作の測定では、6台のカメラからなる三次元動作解析装置 (Qualysis Track Manager; Qualysis AB, Sweden) を用い60 Hzとした。反射マーカは14mmを用い、胸腰椎移行部と骨盤、大腿に貼付した (図1)。対象者は肩幅に足を広げて立ち、自分のペースで3回の最大立位体後屈を行った。

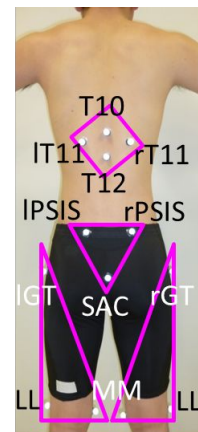
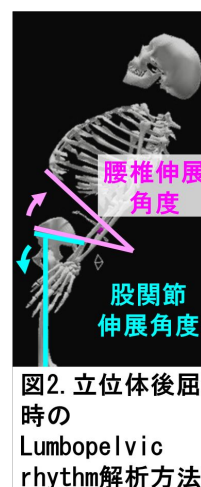


図1. 反射マーカ貼付位置

動作解析では、Visual3D v5 (C-Motion, Inc., MD, USA) を用いてデータに対して 6 Hz の low-pass filter をかけ、腰部と股関節の伸展角度を算出した(図2)。1人3回のデータを平均し、伸展動作の動き出しを股関節が1°動いた点とし、腰椎が最大伸展角度を示した点を最大体後屈位と定義した。動き出しから最大体後屈位までを100%に正規化し、各群でデータを平均した。

統計解析では、IBM SPSS Statistics, Version 19.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) を用いて、2群の股関節伸展角度、腰椎伸展角度、平均化したLHRに対してt検定を用いた。動作中のLHRに対して、繰り返しの二要因分散分析を用いた。また、動作中の股関節伸展角度(x軸)と腰椎伸展角度(y軸)に対して線形回帰分析を用いた。統計的有意水準は0.05%未満とした。



腰痛有無によるサッカーキック動作の比較

早稲田大学人を対象とする研究に関する倫理に承認を得たのち、発育期男子中学生サッカー選手42人(age, 13.9 ± 0.6 years; height, 164.5 ± 7.1 cm; body mass, 54.0 ± 7.1 kg; body mass index, 19.9 ± 1.6 kg/m²)を対象とした。対象者の除外基準は、脊椎または下肢の術後や変形のある者、下肢関節に著しい疼痛のある者とした。対象者を腰痛有無で、LBP群(n=22人)とNBP群(n=20人)の2群に分けた。

キック動作測定では、体育館内のバスケットボールセンターコートへ反射シールを貼付したFIFA基準の5号ボールを置き、14 m離れた位置にゴールを設置した。14 mm反射マーカを身体65ヶ所へ貼付し、8台のカメラからなる三次元動作解析装置(Qualysis Track Manager; Qualysis AB, Sweden)を用い240 Hzで測定した。

動作解析では、Visual3D v5 (C-Motion, Inc., MD, USA) を用いてデータに対して6 Hzのlow-pass filterをかけ、腰部角度、身体質量中心位置(COM)、足部位置、そして最大ボール速度を算出した。先行研究(J.Orthop. Sports Phys. Ther. 37, 2007)に従って、キック動作をfoot contact, toe off, maximum hip extension, maximum knee flexion, ball impact, and maximum hip flexionの6時点で分割した。統計解析では、IBM SPSS Statistics, Version 19.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)を用いて、2群の結果に対して対応のないt検定を用いた。統計的有意水準は0.05%未満とした。

4. 研究成果

立位体後屈動作時におけるLHRとLPRの横断観察研究

最大体後屈時の股関節伸展角度は2群で有意な差はなかった。腰椎伸展角度に有意な差があり、非腰痛群に対して腰痛群で6.6°小さい結果となった($p=0.005$)。平均化したLHRは2群間で有意な差はなく($p=0.320$)。非腰痛群では 4.6 ± 5.1 、腰痛群では 3.7 ± 3.4 であった。LPRは両群ともに一次線形回帰を示し、非腰痛群では $y = 3.2x - 0.4$ ($R^2 = .997, p < .001$)、腰痛群では $y = 2.8x - 0.2$ ($R^2 = .999, p < .001$)であった。つまり、立位体後屈時の股関節1°伸展に対して腰部伸展は、非腰痛群では3.2°、腰痛群では2.8°であった。このことより、腰痛群では、腰痛で腰部を伸展することができず、股関節伸展に対して腰部伸展が相対的に小さいことが明らかとなった。

立位体後屈動作時におけるLHRとLPRの縦断観察研究

半年前の測定と比べて半年後の測定で、NP群では有意に腰部伸展角度が小さくなり($p=0.047$)、LBP群では股関節伸展角度は有意に大きくなった($p=0.036$)。また、半年間でNP群とLBP群で有意にLPRは低下した。股関節伸展1°に対して、腰部伸展は、NBP群では3.1°と2.8°であり、PN群では3.5°と3.2°であり、NP群では3.4°から2.8°に変化し、LBP群では3.1°から2.8°に変化した(図3)。NP群では半年前の測定で股関節に対する相対的な腰部伸展が大きく腰痛を生じて、半年後は腰痛のため腰部伸展が小さくなった可能性がある。PN群では、股関節に対する相対的な腰部伸展が小さくなり、腰部への負荷が少なくなり、腰痛がなくなった可能性がある。

これらのことより、発育期では、股関節に対する相対的な腰部運動の小ささ(LPRの低

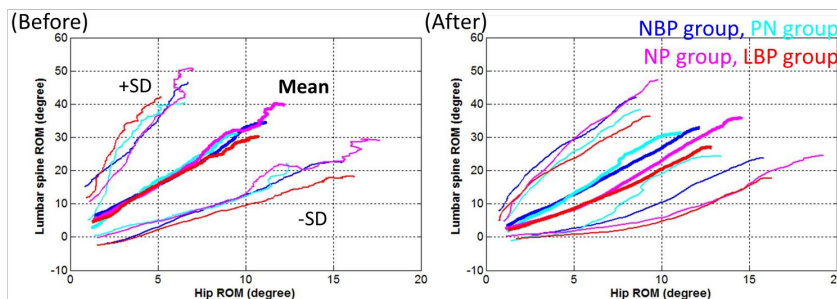


図3. 半年前(Before)と後(After)におけるLumbopelvic rhythm(体後屈)

さ)が腰痛発症と関係し、股関節に対する腰部運動の大きさ(LPRの高さ)が腰痛寛解と関係する可能性があると考えた。よって、発育期サッカー選手の腰痛予防には、腰部に対する相対的な股関節運動を大きくする必要があったと考えた。

腰痛有無によるサッカーキック動作の比較

NBP群と比較して、LBP群ではキック動作中の重心位置の側方移動が大きく、キック動作時間が長かった。腰痛群では、軸足位置が後方へ接地し、腰部の側屈運動が制限されていたが、回旋運動が大きい傾向があった。重心位置の側方移動が大きいことと腰部回旋運動の増大は、キック動作中に腰部へのストレスを大きくする可能性があると考えた。そのため、腰痛との関係から、コーチやアスレティックトレーナーは、選手のキック動作中における腰部回旋運動や重心位置に注意する必要があると考えた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 3件)

Tojima M, Torii S: Changes in lumbopelvic rhythm during trunk extension in adolescent soccer players. *Gait & Posture*, 査読有, 52C (2017) pp. 72-75

DOI: 10.1016/j.gaitpost.2016.11.026

Tojima M, Torii S: Difference in kick motion of adolescent soccer players in presence and absence of low back pain. *Gait & Posture*, 査読有, 2017; 52:72-5.

<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.10.012>

Tojima M, Torii S: Comparison of lumbopelvic rhythm among adolescent soccer players with and without low back pain. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 査読有, 2018; 13:1-6

DOI: 10.26603/ijsp20180171

[学会発表](計 5件)

Tojima M, Torii S: COMPARISON OF LUMBOPELVIC RHYTHM BETWEEN WITH AND WITHOUT LOW BACK PAIN AMONG ADOLESCENT SOCCER PLAYERS DURING TRUNK EXTENSION. *Gait and clinical movement analysis society (GCMAS) 2016 annual conference*, 2016.5.17-20. Tennessee, USA. (Poster)

Tojima M, Torii S: CHANGES OF LUMBOPELVIC RHYTHM DURING TRUNK EXTENSION IN ADOLESCENT SOCCER PLAYERS. *34th International Conference on Biomechanics in Sports*, 2016.7.18-22. Tsukuba, JAPAN. (Mini Oral and Poster)

Tojima M: Comparison of lumbopelvic rhythm between adults and adolescent soccer players during trunk extension. *MEXT Top Global University Project "Waseda Goes Global Plan"*, 2017.3.3-5. Tokyo, JAPAN. (Invitational Lecture)

Tojima M, Torii S: THE CHANGE OF THORACIC SPINE ANGLE AND LUMBAR SPINE ANGLE DURING SPEED-UP RUNNING. *Gait and clinical movement analysis society (GCMAS) 2017 annual conference*, 2017.5.23-26. Utah, USA. (Poster)

Tojima M, Torii S: DIFFERENCE IN THE KICK MOTION OF ADOLESCENT SOCCER PLAYERS BETWEEN PRESENCE AND ABSENCE OF LOW BACK PAIN. *Gait and clinical movement analysis society (GCMAS) 2017 annual conference*, 2017.5.23-26. Utah, USA. (ePoster)

[図書](計 0件)

[産業財産権]

○出願状況(計 0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

○取得状況(計 0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

戸島 美智生 (TOJIMA, Michio)
東京国際大学・人間社会学部・専任講師
研究者番号：10735442

(2) 研究分担者

()
研究者番号：

(3) 連携研究者

()
研究者番号：

(4) 研究協力者

()