

平成 22 年 5 月 20 日現在

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2007～2009

課題番号：19300220

研究課題名（和文） 競技スポーツ選手の腰椎椎間板変性要因の解明と予防策の立案

研究課題名（英文） Clarification of the risk factors and the prevention methods for lumbar intervertebral disc degeneration in athletes

研究代表者

金岡 恒治（KANEOKA Koji）

早稲田大学・スポーツ科学学術院・准教授

研究者番号：80323294

研究成果の概要（和文）：本研究では、様々なスポーツ選手の腰痛発症率や腰椎椎間板変性率を調査し、腰部障害発生リスクの高い競技に対して動作解析や筋電図解析を行い、各競技での腰部障害発生要因を検討した。さらに、近年腰痛の運動療法として注目されている腰部安定化トレーニングや骨盤傾斜運動時の体幹深部筋（ローカル筋）活動をワイヤ電極により測定し、腰部障害発生を予防するために有効な運動療法を検証した。

研究成果の概要（英文）：We investigated the prevalence of low back pain and lumbar intervertebral disc degeneration in various athletes. Then, the risk factors of low back disorders were examined by kinematic and electromyographic analysis for the sports activities with high risk for low back disorder. Deep trunk muscle (local muscle) activity was measured by using wire electrodes during lumbar stabilization training and pelvic tilting motion which have attracted attention for the therapeutic exercise for low back pain, and then we identified more effective exercise to prevent low back disorders.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	4,400,000	1,320,000	5,720,000
2008 年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2009 年度	1,600,000	480,000	2,080,000
年度			
年度			
総計	7,800,000	2,340,000	10,140,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康スポーツ科学・スポーツ科学

キーワード：腰椎椎間板変性、競技スポーツ、挙動解析、運動療法

1. 研究開始当初の背景

（1）“腰痛”は競技スポーツ障害として頻度が高く、しばしば競技力を低下させる。また、腰椎椎間板変性は椎間板ヘルニアの前駆状態であり、アスリートの腰痛発症要因の一つとして考えられている。そこで我々は、6 競

技運動部（競泳、剣道、硬式野球、サッカー、バスケットボール、陸上）及び競技スポーツ活動経験のない者を対象とし、腰椎椎間板変性率を統計学的に比較検討したところ、競泳、硬式野球群で有意に椎間板変性が高いという結果を得た。今後は他の競技スポーツに

おける腰痛発症率や腰椎椎間板変性を調査し、疫学調査を拡大させる予定である。

(2) 続いて、(1)の疫学調査によって明らかになった腰痛や腰椎椎間板変性が多い競技の要因を探究する必要がある。各競技には競技特有の動作があり、その動作の繰り返しが腰椎に過度なストレスを与え、腰痛や腰椎椎間板変性を生じさせると考えられる。

(3) 腰痛治療や腰痛予防には運動療法が有効であると報告されているが、特に近年、腰椎に直接付着する筋群(腹横筋、多裂筋など。「ローカル筋」と呼称されている)の筋力強化が脊椎の分節安定性を高め、腰痛予防に重要であると報告されている。しかし、このローカル筋が本当に腰椎安定性に寄与しているのか、どのようなトレーニング方法がローカル筋強化に有効なのかは明らかでない。以上の点が明らかになれば、臨床現場においてローカル筋強化を図った運動療法を行う際に有効なエビデンスとなる。

2. 研究の目的

(1) 様々な競技種目選手の腰痛発症や腰椎椎間板変性を調査し、競技スポーツと腰痛・腰椎椎間板変性の因果関係も考慮した疫学調査として発展させる。

(2) 各競技の特異的動作を行った際の動作解析や筋電解析を行い、生体力学的観点から腰椎への負荷が大きいスポーツ動作を明らかにし、各競技種目の腰痛発症要因を検討する。

(3) ローカル筋の筋活動をワイヤ筋電図を用いて測定し、ローカル筋が腰椎安定性に及ぼす影響や、ローカル筋強化に有効なトレーニング方法を検討する。

3. 研究の方法

(1) 疫学調査

様々なスポーツ競技の腰痛発症率調査

大学入学生 6920 名に腰痛に関するアンケート用紙を配布し、大学入学時までの腰痛既往の有無および競技スポーツ活動経験の調査を行った。

また、高校生以上のボクシング選手 170 名に障害に関するアンケート調査を行い、ボクシング選手の腰痛発症率を調査した。

スポーツ競技の腰椎椎間板変性調査
今まで我々が調査を行っていない競技で

ある、大学ボート選手 40 名に対し、腰椎椎間板変性を MRI 画像(T2 強調)にて調査した。椎間板変性の程度は Pfirrmann 分類に従い、Grade ~ に分類し、Grade 以上を変性ありとした。

(2) スポーツ競技の生体力学的研究

水泳競技のバイオメカニクス

水泳経験が長い競泳選手 6 名(H 群)と水泳経験が短い競泳選手 7 名(L 群)に、キック泳を行かせた際の腰部伸展角度を磁気式三次元位置センサーにより計測した。試技は立位姿勢、水中蹴伸び姿勢、ビート板無しキック泳(BN)、小ビート板キック泳(BS)、大ビート板キック泳(BL)の 5 条件であり、試技条件間および群間にて腰部伸展角度を比較検討した。

ボクシング動作のバイオメカニクス

現役ボクシング選手 8 名(BOX)およびボクシング未経験者 7 名(CON)にボクシングのストレートパンチを行かせた際の体幹回旋角度をビデオカメラにより計測した。ストレートパンチ動作時の両側の肩峰を結んだ直線(肩峰線)、上前腸骨棘を結んだ直線(骨盤線)、大転子を結んだ直線(大転子線)の地面に対する回旋角度を算出し、さらに各々の回旋角度の差から測定部位間の捻れ角度(例:肩峰-骨盤間の捻れ角度=肩峰線の回旋角度-骨盤線の回旋角度)を求め、2 群間で比較した。

ラグビー競技の筋電図解析

ラグビー経験者 6 名を対象とし、スクラム装置に向かってスクラム姿勢を保持させた際(姿勢保持)およびスクラム動作を行った際(PUSH 時)の筋電図を測定した。被験筋は、腹横筋と多裂筋にはワイヤ電極、腹直筋、外腹斜筋、脊柱起立筋、広背筋、大腿直筋、半腱様筋、大殿筋には表面電極を用いた。姿勢保持時と PUSH 時の筋活動量を比較し、スクラム動作に影響を及ぼしている筋を検討した。

(3) ローカル筋と腰椎安定性に関する研究 体幹筋が腰椎安定性に及ぼす影響

健常男性 13 名に対し、腰部・下肢に他動的振り子運動を行かせた際の腰椎挙動を磁気式三次元位置センサーにて測定した。試技は体幹に力を入れない「Relax」、ローカル筋を選択的に収縮させる「Hollowing」、体幹筋全体を収縮させる「Bracing」の 3 条件とした。各条件の収縮様式は筋電図によってモニタリングし、3 条件間で振り子運動時の腰椎角度変化量を比較した。

腰椎安定化トレーニング時の筋電図解析
 健常男性 9 名に対し、様々な腰椎安定化トレーニングを行わせた際の体幹筋活動を筋電図に測定した。腹横筋および多裂筋にはワイヤ電極を、腹直筋、外腹斜筋、脊柱起立筋には表面電極を用い、ローカル筋強化に有効なトレーニング手法を検討した。

骨盤前後傾時の筋電図解析

健常男性 12 名に対し、立位骨盤前後傾を行わせた際の筋活動を測定した。腹横筋および多裂筋にはワイヤ電極を、腹直筋、外腹斜筋、脊柱起立筋、広背筋、大殿筋、半腱様筋、大腿直筋には表面電極を用い、骨盤前傾・後傾それぞれに最も関与している筋を検討した。

4. 研究成果

(1) 疫学調査

様々なスポーツ競技の腰痛発症率調査

大学入学生のアンケート調査から、スポーツ経験がない者に比べて、スポーツ活動経験者は有意に腰痛既往率が高く、特にバレーボール(オッズ比:3.9)、野球(オッズ比:3.2)で高かった(図1)⁴。また、ボクシング選手の障害調査から、非コンタクト部位では腰部障害が最も多く、シニア(大学生以上)よりもジュニア(高校生)で腰痛発症率が高かった⁷。

以上から、成長期におけるスポーツ活動による腰痛発症率は高く、腰痛発症リスクの高い競技が明らかになった。

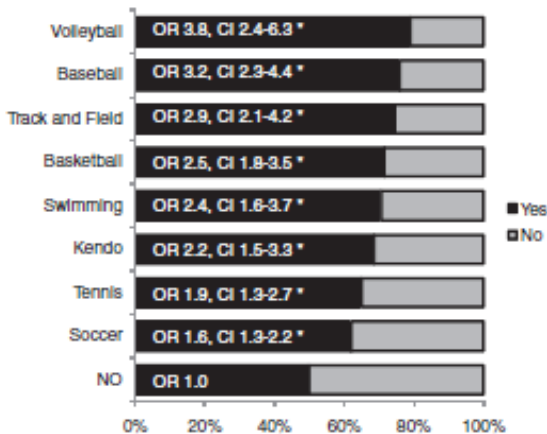


図1: 各競技の腰痛既往率とオッズ比(OR)

スポーツ競技の腰椎椎間板変性調査

1 椎間以上に椎間板変性を有する割合は、3 年男子で 100%、2 年男子では 57.1%、1 年男子では 45.5%であり、学年が上がるに伴い椎間板変性率も高かった。本結果は、我々の先行研究⁶において椎間板変性率が高かった水泳(61%)、野球(59.7%)

と同程度の割合であり、ボート競技は他の競技よりも椎間板変性を促進させる可能性が示された。

(2) スポーツ競技の生体力学的研究

水泳競技のバイオメカニクス(図2)

BN、BS、BL において、L 群の腰部伸展角度が H 群より有意に大きい値を示した。さらに L 群では立位姿勢よりも蹴伸び姿勢、BN、BS、BL で腰部伸展角度が有意に大きかった¹⁵。本結果より、競泳経験の短い者は陸上よりも水中において腰部伸展角度が増大し、そのことが競技力や腰部障害発生リスクに関連している可能性が示唆された。

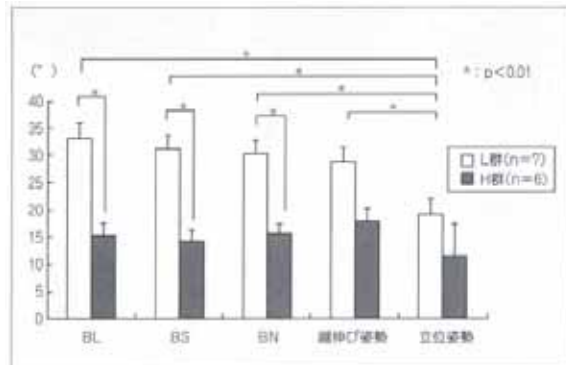


図2: 各試技での腰部伸展角度

ボクシング動作のバイオメカニクス

ボクシング選手は CON 群より肩峰線および骨盤線の回旋角度が有意に大きく、肩峰-大転子間の捻れ角度が小さい傾向を示した($p = 0.09$, 図3)¹¹。この結果から、ボクシング選手は肩甲帯、脊椎、骨盤、股関節を同程度回旋させることで体幹を一つのユニットとした捻転動作を行っているのに対し、対照群は部位によって回旋角度が乱れた体幹の捻転によるパンチ動作を行っていることがパフォーマンスに影響を及ぼしていることが示唆された。

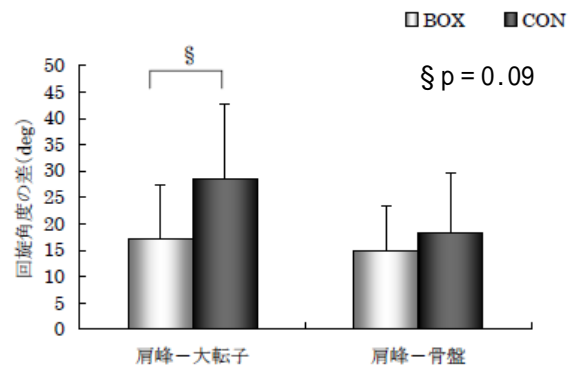


図3: パンチ動作時の体幹捻れ角度

ラグビー競技の筋電図解析

スクラム姿勢における姿勢保持時と PUSH 時の筋活動量を比較した結果、腹横筋、多裂

筋、外腹斜筋、脊柱起立筋の活動が PUSH 時で有意に増加した。一方、大腿直筋や半腱様筋など、下肢の筋では PUSH 時に有意な変化が見られなかったことから、スクラム動作時に推進力を得るためには、下肢筋よりも体幹筋の活動が重要であることが示唆された。

(3) ローカル筋と腰椎安定性に関する研究
体幹筋が腰椎安定性に及ぼす影響

3 条件で腰椎角度変化量を比較した結果、有意差は見られなかったものの、下位腰椎 (L3-S1 椎間) において Relax、Hollowing、Bracing の順に腰椎拳動が抑制される傾向を示した (図 4)。本結果はローカル筋を含めた体幹筋が腰椎安定性に寄与している一知見となると考える。

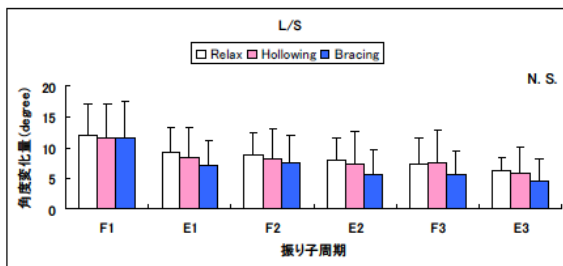


図 4：振り子運動時の下位腰椎角度変化量

腰椎安定化トレーニング時の筋電図解析

各筋の筋活動量をトレーニング間で比較した結果、腹横筋は Elbow-Toe 対側上下肢挙上、多裂筋は Back Bridge 片側下肢挙上、腹横筋・多裂筋の共同収縮は Hand-Knee 対側上下肢挙上において高い活動量を示した (図 5)¹。また、不安定面上での腰椎安定化トレーニングはローカル筋よりも体幹表層筋の活動量を増加させた³。以上から、様々な腰椎安定化トレーニング時のローカル筋活動様式が明らかになり、ローカル筋を強化するための運動処方にも有用な情報になると考える。

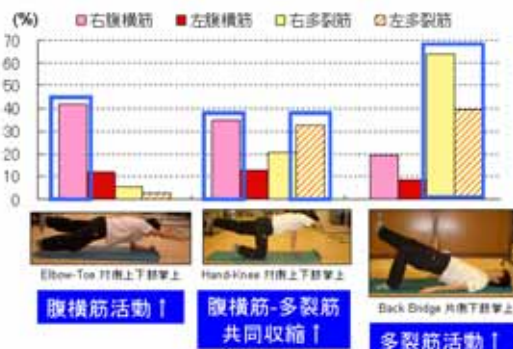


図 5：腰部安定化トレーニング時のローカル筋活動量

骨盤前後傾時の筋電図解析

骨盤前傾運動時には多裂筋 (MF) と脊柱起立筋 (ES) が他の筋に比べ有意に筋活動量が大きかった (図 6)。一方、骨盤後傾運動時には腹横筋 (TrA) が他の筋に比べ有意に活動量が大きかった (図 7)。以上から、骨盤前後傾運動にはローカル筋が大きく関与しており、骨盤傾斜角改善を目的とした運動療法を処方する際に有用な情報になると考える。

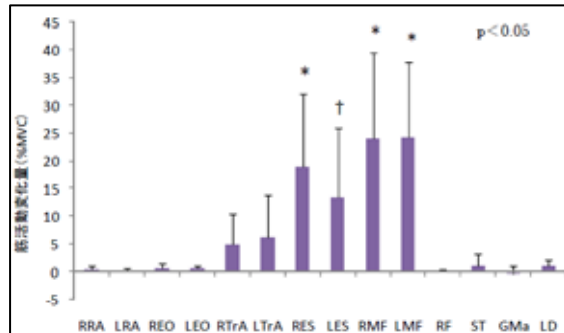


図 6：骨盤前傾運動時の筋活動量

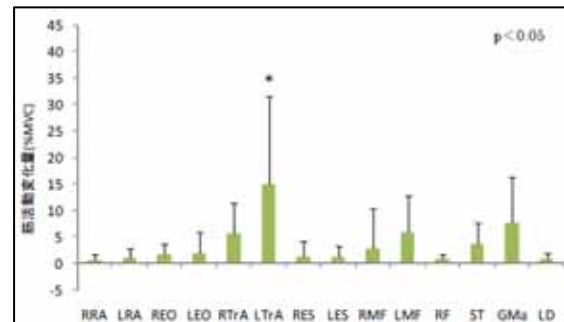


図 7：骨盤後傾運動時の筋活動量

以上から、疫学調査により腰部障害発症リスクの高いスポーツ競技を明らかにし、それらの競技に対して動作解析や筋電解析などを行い、スポーツ競技における腰部障害発症要因を探求した。また、腰部障害を予防するために有効な運動療法を筋電図学的な知見から考案した。今後はこれらの運動療法を介入し、腰部障害や競技パフォーマンス向上に有効であるか否かを検討する必要がある。

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 19 件)

1. Okubo Y, Kaneoka K, Imai A et al.: Electromyographic analysis of transversus abdominis and lumbar multifidus using wire electrodes during lumbar stabilization exercises. J Orthop Sports Phys Ther, 査読有, in press

2. Okubo Y, Kaneoka K, Imai A et al.: Comparison of the deep trunk muscles activities measured using intramuscular and surface electrodes. J Mech Med Biol, 査読有, in press
 3. Imai A, Kaneoka K, Okubo Y et al.: Trunk muscle activity during lumbar stabilization exercises on both stable and unstable surface. J Orthop Sports Phys Ther, 査読有, in press
 4. Hangai M, Kaneoka K, Okubo Y et al.: The relationship between low back pain and competitive sports activities during youth. Am J Sports Med, 査読有, in press
 5. 大久保雄、金岡恒治、半谷美夏ほか：体表計測による腰部角度変化と腰椎角度変化との関係．臨床バイメカニクス，査読有、30、2009、155-159
 6. Hangai M, Kaneoka K, Hinotsu S et al.: Lumbar Intervertebral Disk Degeneration in Athletes. Am J Sports Med, 査読有, 37(1), 2009, 149-155
 7. 泉重樹、金岡恒治、宮本俊和ほか：アマチュアボクシング選手の外傷・障害調査．日本臨床スポーツ医学会誌、査読有、17、2009、225-231
 8. 泉重樹、日浦幹夫、金岡恒治ほか：ボクシング防御動作時の体幹挙動に関する検討．法政大学体育・スポーツ研究センター紀要、査読有、27、2009、1-5
 9. 金岡恒治：腰椎椎間板変性とStabilization Exercise．日本臨床スポーツ医学会誌、査読無、17、2009、452-458
 10. 金岡恒治：競技別メディカルサポートの現状と課題．水泳におけるメディカルサポート．臨床スポーツ医学、査読無、26、2009、393-398
 11. 大久保雄、金岡恒治：体幹の捻転動作の医学的基礎．バイオメカニクス研究、査読無、13、2009、125-129
 12. 大久保雄、金岡恒治：コアスタビリティトレーニングのための機能解剖学．理学療法、査読無、26、2009、1187-1194
 13. Hangai M, Kaneoka K, Kuno S et al.: Factors associated with lumbar intervertebral disc degeneration in the elderly. Spine J, 査読有, 8, 2008, 732-740
 14. 大久保雄、金岡恒治、半谷美夏ほか：立位体幹前後屈時の腰椎矢状面椎間挙動解析．臨床整形外科、査読有、43、2008、1183-1188
 15. 三瀬貴生、金岡恒治、大久保雄ほか：キック泳における腰部伸展角度解析．臨床スポーツ医学、査読有、25、2008、51-55
 16. 金岡恒治：予防としてのスポーツ医学．
腰椎椎間板ヘルニア．発症メカニズムとその予防・再発予防．臨床スポーツ医学、査読無、25、2008、221-225
 17. 大久保雄、金岡恒治：成長期の脊椎スポーツ障害とリハビリテーション．MEDICAL REHABILITATION、査読無、96、2008、28-32
 18. Kaneoka K, Shimizu K, Hangai M et al.: Lumbar intervertebral disk degeneration in elite competitive swimmers. A case control study. Am J Sports Med, 査読有, 35, 2007, 1341-1345
 19. 泉重樹、宮川俊平、宮本俊和、金岡恒治ほか：経絡テストによる大学ボクシング選手のコンディション評価．日本臨床スポーツ医学会誌、査読有、15、2007、385-394
- [学会発表](計45件)
- Okubo Y, Kaneoka K, Imai A et al.: Comparison of the activities of the deep trunk muscles measured using intramuscular and surface electromyography. 37th International Society for the Study of the Lumbar Spine, April 13-17, 2010, Auckland
- Takaki S, Kaneoka K, Okubo Y et al.: Analysis of the muscle activity active pelvic tilting motion. 37th International Society for the Study of the Lumbar Spine, April 13-17, 2010, Auckland
- Otsuka S, Kaneoka K, Okubo Y et al.: The analysis of trunk and lower extremity muscular activation during rugby scrummaging. 37th International Society for the Study of the Lumbar Spine, April 13-17, 2010, Auckland
- Hangai M, Koizumi K, Dohi M, Kaneoka K et al.: Do the deep muscles of the trunk contribute the stability of the lumbar spine? Evaluation by MR fluoroscopy. 37th International Society for the Study of the Lumbar Spine, April 13-17, 2010, Auckland
- 金岡恒治、大久保雄：急性腰痛の病態別保存療法と再発予防策．第17回日本腰痛学会パネルディスカッション、2009/11/21-22、東京
- 金岡恒治．シンポジウム：スポーツ選手の腰痛 “スポーツ選手の腰痛の実態とその病態”．第1回日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会、2009/6、札幌
- Izumi S, Kaneoka K, Miyamoto et al.: Electromyographic and Kinematic Trunk Analysis during the Straight Punch.

European College of Sports Science,
June 24-27, 2009, Oslo
Okubo Y, Kaneoka K, Imai A et al.:
Analysis of Trunk Muscle Activity with
Wire Electrodes during Lumbar
Stabilization Exercise. 36th
International society for the study of
the lumbar spine, 2009, Miami
Imai A, Kaneoka K, Okubo Y et al.: Trunk
Muscle Activity during Stabilization
Exercises on both Stable and Unstable
Surface. 36th International society
for the study of the lumbar spine, 2009,
Miami
金岡恒治. シンポジウム“腰痛の運動療
法”. 腰痛椎間板変性と Stabilization
Exercise. 第 19 回日本臨床スポーツ医
学会、2008/11/1-2、千葉
金岡恒治、中島求、福林徹. シンポジウ
ム 腰痛予防に向けたバイオメカニクス
研究. 第 20 回日本バイオメカニクス学
会、2008/8/26-28、仙台
Hangai M, Kaneoka K, Okubo Y et al.:
The Relationship Between Low Back Pain
And Competitive Sports Activities
During Youth. 34th International
society for the study of the lumbar
spine, June 10-14, 2007, Hong Kong

〔図書〕(計1件)

- 1) 遠藤健司、金岡恒治、シュプリングージ
ャパン、最新腰痛症ハンドブック、2008、
172

6. 研究組織

(1) 研究代表者

金岡 恒治 (Kaneoka Koji)
早稲田大学・スポーツ科学学院・准教授
研究者番号：80323294