

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年5月10日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22300224

研究課題名（和文）：競技スポーツ選手の腰部障害発生機序解明と予防策の考案

研究課題名（英文）：The Injury Mechanisms and Prevention of Lumbar Spine Disorders of 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・教授

研究者番号：80323294

研究成果の概要（和文）：競技スポーツ動作時の腰椎・骨盤の挙動解析及び体幹・骨盤周囲筋群の筋活動解析をワイヤレス環境において実施してきた。その結果、スポーツ動作に体幹・骨盤を安定させるための筋活動を観察した。これらの基礎的データを基に、体幹安定化体操をはじめとした障害予防対策を立案し、スポーツ選手のみならず一般の腰痛者への腰痛体操としてもその効果を確認し実践・普及に努めている。

研究成果の概要（英文）：We investigated the lumbar and pelvis motion and electromyographical activities of the trunk and peripelvic muscles during several specific motions of sports activities. The results revealed some specific muscular activities to stabilize the lumbar spine and pelvis. From these results, trunk stabilization exercises thought to be effective methods to prevent lumbar spine disorders not only for athletes but also for chronic low back pain patients.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	7,100,000	2,130,000	9,230,000
2011年度	2,700,000	810,000	3,510,000
2012年度	2,400,000	720,000	3,120,000
総計	12,200,000	3,660,000	15,860,000

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

我々はこれまでに、競技スポーツ選手の腰部障害発生予防を目的に、競技種目別の腰痛発生率や腰椎椎間板変性率を調査し、変性率の高い種目において、その種目に特異的な動作における体幹挙動解析・体幹筋活動解析（深部筋を含む）を行い、障害発生に関わる腰椎挙動・筋活動を明らかにしてきた。また、腰部障害発生危険因子となる腰椎挙動（リスク挙動）を抑制するための方策（体幹深部筋トレーニング・ストレッチングなど）を考案し、その効果を筋電図学的に解明してきた。

今後はこれまでの研究限界を改良・発展さ

せ、テレメータ筋電計と三次元動作解析装置を用いたワイヤレス環境において、よりdynamicなスポーツ動作の挙動解析を行う。さらに、体幹深部筋促進に有効な深部筋トレーニングを臨床現場にて実践し、腰痛患者への効果検証を行う。

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) 我々が今までに解明してきた体幹深部筋トレーニングを腰痛患者に対して実践し、腰痛の運動療法としての有効性を臨床現場において明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 疫学調査

①飛込選手の傷害調査および腰痛発生リスクファクターの抽出

1998～2010年に選抜された飛込選手83名(男子42名,女子41名)の傷害調査を行い、体幹筋力、体幹筋持久力、体幹柔軟性、瞬発力、倒立姿勢などを独立変数としたロジスティック回帰分析を用いて腰痛発生に關与する因子を検証した。

②飛込選手の腰椎器質的变化

飛込選手を対象に、MRI画像による腰椎椎間板変性、X線画像による側弯、腰椎分離、椎間不安定性を調査した。側弯を認めた者はCobb角を算出した。また、飛込選手の腰痛と腰椎器質的变化の關係性を χ^2 検定を用いて検討した。

(2) スポーツ動作の生体力学的研究

①ジャンプ動作時の腹部筋活動解析

健康成人男性11名を対象に、身長の高さの距離の立ち幅跳びを行った際の筋電図データを収集した。被験筋は左側の腹直筋、外腹斜筋、腹横筋であり、腹横筋にはワイヤ電極を刺入した。ジャンプ動作はPreparation phase(heel-offの200msec前のphase)、Push-off phase(heel-offからtoe-off)、Floating phase(toe-offから200msec後のphase)の3相に期分けした。toe-offを基準(0秒)とした各筋の筋反応時間および各phaseの筋活動量(%MVC)を求め、分散分析にて比較検討した。

②バレーボールブロック動作時の体幹筋活動

大学男子バレーボール選手8名を対象に、垂直飛び、ノーステップブロック、サイドステップ移動後のブロック、クロスステップ移動後のブロックの4試技を行わせた際の筋電図および動作解析データを収集した。被験筋は両側の腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋、脊柱起立筋とした。動作解析データから、試技をpush-off phase(重心最下点～離地)、floating phase(離地～着地)前期、floating phase中期、floating phase後期の4phaseに期分

けし、各phaseの筋活動量(%MVC)を比較検討した。

③宙返り動作時の体幹筋活動

大学男子体操選手5名を対象に、垂直飛びおよび抱え込み宙返りを行わせた際の筋電図および動作解析データを収集した。被験筋は右側の腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋、脊柱起立筋、広背筋、大腿直筋とした。動作解析データから、試技をpush-off phase(重心最下点～離地)、floating phase(離地～着地)前期、floating phase中期、floating phase後期の4phaseに期分けし、各phaseの筋活動量(%MVC)を比較検討した。

④飛込入水動作の動作解析

男子飛込選手13名を対象に、3m飛板から半回転後飛込(飛板から後方に回転する種目)蝦型201Bを行わせ、入水時の身体アライメントをハイスピードカメラにより測定した。体表マーカーから肩関節、体幹、股関節の矢状面角度を算出し、各々の角度の關連性をPearsonの積率相関係数rを用いて検討した。また、被験者を腰痛主訴のある者(4名)とない者(9名)に分類し、各関節角度をt検定により比較検討した。

⑤ドルフィンおよびバサロキック時の腰椎アライメント

大学競泳選手10名を対象に、ドルフィンキックおよびバサロキックを行った際の身体アライメントを水中ハイスピードカメラを用いて撮影した。キック開始時および終了時の肩関節、体幹、股関節、膝関節を算出し、各関節角度をドルフィン-バサロの試技間でt検定により比較した。

(3) 体幹深部筋トレーニングの臨床研究

3か月以上の腰痛を有する歩行可能な慢性腰痛患者28名(平均年齢51歳)に対し、Draw-inやHand-knee exerciseなどの体幹深部筋トレーニングを3ヵ月間介入した。アウトカムは疼痛視標のVAS、QoL視標のJOABPEQ、筋形態評価の腹筋群筋厚とし、介入前後においてWilcoxon符号付順位和検定を用いて検討した。

4. 研究成果

(1) 疫学調査

①飛込選手の傷害調査および腰痛発生リスクファクターの抽出

腰痛調査の結果から83名中31名(37.3%)が腰痛を有しており、そのうち15名が体幹伸展時痛(57.7%)であった。腰痛に關与する因子を検討した結果、男子選手では年齢と肩回旋幅(肩・肩甲帯柔軟性の指標)、女子選手では年齢が腰痛発生リスクファクター

として抽出された (表 1, 2). 以上から, 飛込選手には肩関節や肩甲帯の柔軟性を向上させることが腰痛予防に重要であることが示唆された.

表 1. 飛込男子選手の腰痛リスクファクター

	B (coefficient)	p value	Wald	Odds ratio	95% Confidence interval lower limit upper limit	
年齢	-0.818	0.009	6.855	0.441	0.239	0.814
肩回旋幅	-0.085	0.031	4.681	0.919	0.851	0.992

判別の中率 81.1%

表 2. 飛込女子選手の腰痛リスクファクター

	B (coefficient)	p value	Wald	Odds ratio	95% Confidence interval lower limit upper limit	
年齢	-0.624	0.009	6.797	0.536	0.335	0.856

判別の中率 75.0%

②飛込選手の腰椎器質的变化

MRI 撮像が行うことができた 25 名中 1 つ以上の椎間板変性を有する者は 11 名 (44%) であり, 高位別では L1/2 に 4 名 (16%), L2/3 に 2 名 (8%), L3/4 に 1 名 (4%), L4/5 に 5 名 (20%), L5/S1 (24%) に 6 名であった. 我々はこれまでに様々な競技の椎間板変性率を調査してきたが, L1/2 に 10% 以上の変性を認める競技は少なく, 飛込競技は頭から入水することが上位椎間板の変性を促進させている可能性が示唆された.

また, X 線画像を撮影することができた 39 名中, 側弯症が 12 名 (30.8%), 腰椎分離 8 名 (20.5%), 椎間不安定性 6 名 (15.4%) であった. 側弯症を有した者の平均 Cobb 角は $10.4 \pm 3.7^\circ$ であった. 一般人の側弯発症率は 1~2% と言われており, 飛込選手では側弯を有する者が極めて多く, 特に女子選手で発症率が高い (16 名中 12 名, 75%) ことが明らかとなった.

(2) スポーツ動作の筋電図および動作解析

①ジャンプ動作時の体幹筋活動解析

Toe-off を基準とした筋反応時間は腹横筋 $-0.35 \pm 0.06 \text{sec}$, 外腹斜筋 $-0.30 \pm 0.06 \text{sec}$, 腹直筋 $-0.21 \pm 0.07 \text{sec}$ であり, 腹横筋の活動開始が他の筋よりも有意に早かった (図 1). 筋活動量では, 腹筋群は Push-off phase で有意に大きくなるのに対し, 体が空中にある Floating phase では小さかった (図 2). 本研究より, ジャンプ動作において腹筋群は深部筋から活動を開始し, 離地直前の Push-off phase で活動量が大きく, 空中では活動量が小さくなることが示された.

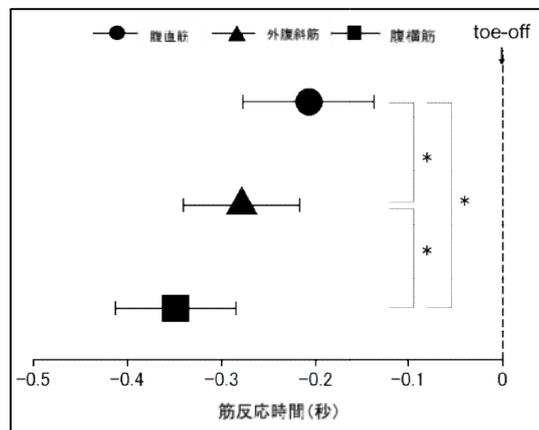


図 1. 立ち幅跳びの体幹筋反応時間

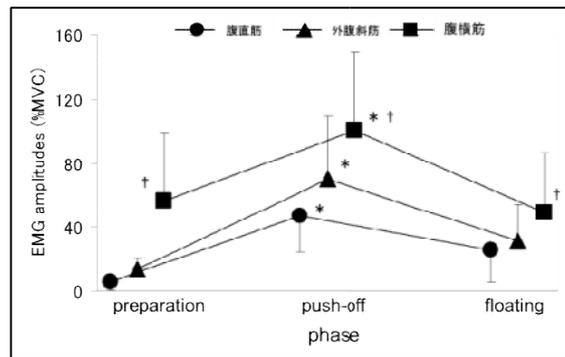


図 2. 立ち幅跳び動作時の腹部筋活動量

②バレーボールブロック動作の体幹筋活動

クロスステップ移動後のブロックでは, push-off phase で外腹斜筋の活動量が有意に大きかった. クロスステップでは体幹回旋動作を伴いながら, ブロックジャンプに移行するためと考えられる. 他の試技では, 全ての筋において立ち幅跳び動作と同様に (前述結果) push-off phase で活動量が大きく, floating phase 中期で小さかった. バレーボールではボールが手にヒットする瞬間, 腹筋群に力を入れるよう指導されているが, その瞬間に腹筋群の活動量は小さく, 新たな指導法を考案する必要性が示唆された.

③宙返り動作時の体幹筋活動

宙返り動作では floating phase における腹直筋, 外腹斜筋の活動量が有意に大きかった (図 3). ジャンプやバレーボールブロックでは空中での腹筋群活動量は小さかったが, 空中でダイナミックな動作を行う宙返りでは空中でも腹筋群を活動させていることが明らかとなった. また push-off phase において, 垂直跳びでは大腿直筋の活動量が大きいのに対し, 抱え込み宙返りでは大腿直筋の活動量が小さく, 広背筋の活動量が大きかった (図 4, 5). 宙返りでは回転モーメントを下肢からではなく, 上肢の運動によって生み出している可能性が示唆された.

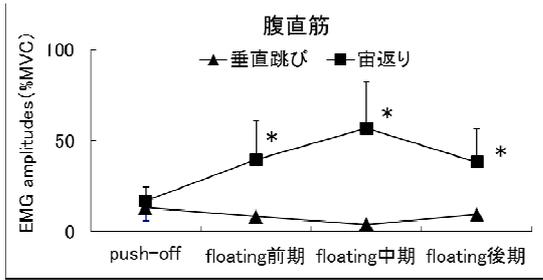


図3. 宙返り動作時の腹直筋活動量

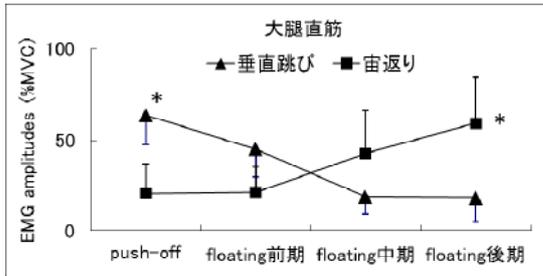


図4. 宙返り動作時の大腿直筋活動量

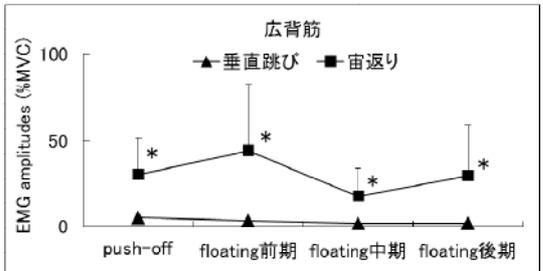


図5. 宙返り動作時の広背筋活動量

④飛込入水動作の動作解析

入水時の肩関節屈曲角度が大きい程、体幹角度は小さくなり、肩関節屈曲角度と体幹伸展角度には有意な負の相関($r=-0.623$)を認めた(図6)。また、腰痛者と非腰痛者の入水時アライメント比較では、腰痛者の方が体幹伸展角度が有意に大きかった(図7)。我々は傷害調査により、飛込選手の腰痛には伸展型腰痛が多いことを明らかにしてきたが、その発生機序が本結果より明らかにされた。

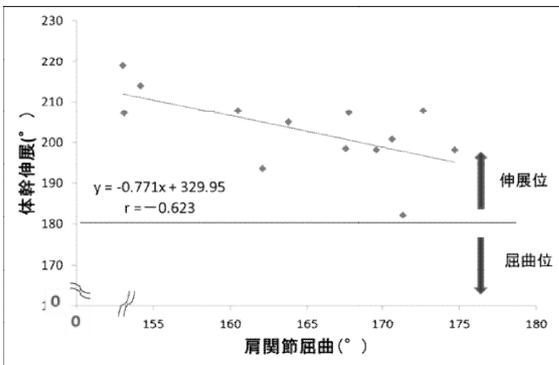


図6. 入水時の肩関節と体幹角度との関係

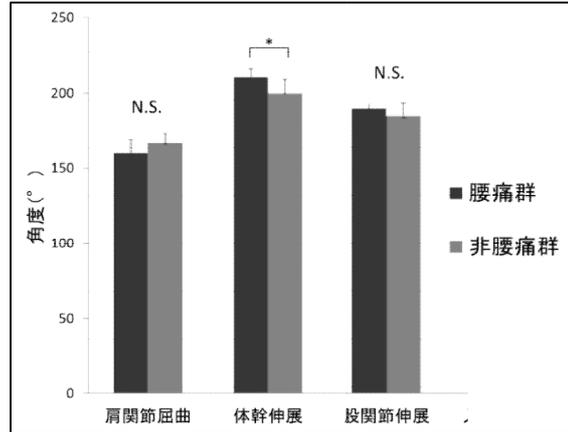


図7. 腰痛有無による入水アライメント比較

⑤ドルフィンおよびバサロキック時の腰椎アライメント

体幹伸展角度は、キック開始時にバサロキックがドルフィンキックよりも有意に大きかった(図8)。また、肩関節屈曲角度はキック開始・終了時ともに、ドルフィンキックの方が有意に大きかった(図9)。本結果より、バサロキックはドルフィンキックよりも体幹伸展角度が大きく、背泳ぎの選手は他の種目の選手に比べ伸展型腰痛を発症する可能性が高いことが示唆された。

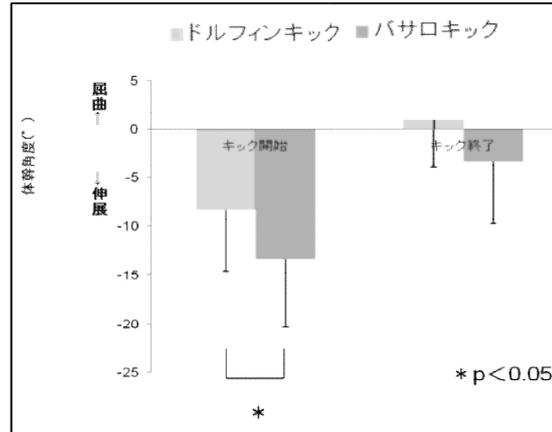


図8. ドルフィン・バサロキックの体幹角度

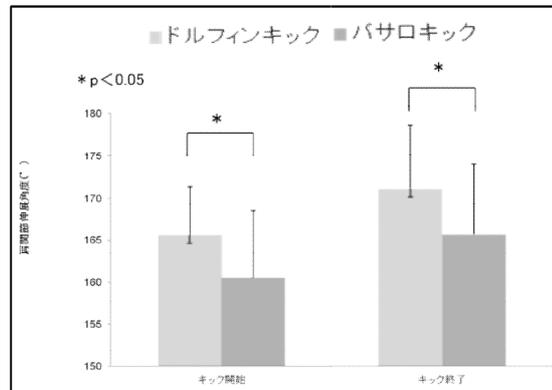


図9. ドルフィン・バサロキックの肩屈曲角度

(3) 体幹深部筋トレーニングの臨床研究

VAS の平均値は介入前 48mm, 介入後 23mm と腰痛程度は有意に改善した. JOABPEQ を用いた QoL も, 全ての項目において介入後有意に改善した. 筋厚測定では, 腹横筋にのみ介入後有意な増加を認め (図 10), 本結果は体幹深部筋機能の改善による腰痛軽減であることが示唆された. 以上から, 我々が解明してきた体幹深部筋トレーニングが一般の腰痛患者治療にも有効であることが示された.

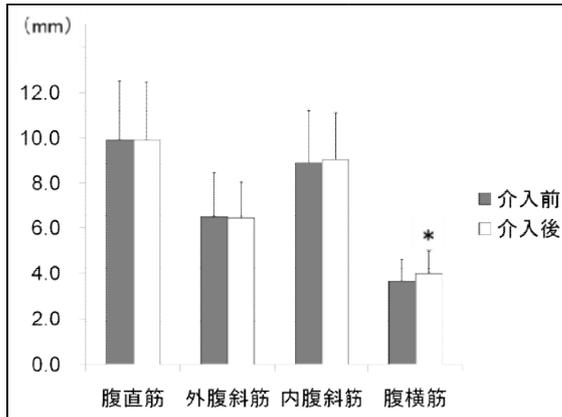


図 10. 介入前後の腹筋群の筋厚

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 20 件) **原著論文査読あり**

- Narita T, Kaneoka K, Takemura M, Sakata Y, Nomura T, Miyakawa S. Critical factors for the prevention of low back pain in elite junior divers. BJSM in press.
- 和田裕介, 金岡恒治, 竹村雅裕, 山元勇樹, 渡邊昌宏, 宮川俊平. 上肢拳上運動時の体幹深部筋の筋反応時間解析. 日本臨床スポーツ医学会誌. 印刷中.
- Watanabe M, Kaneoka K, Okubo Y, Shiina I, Tatsumura M, Miyakawa S. Trunk muscle activity while lifting objects of unexpected weight. Physiotherapy 99:78-83, 2013.
- 松永直人, 大久保雄, 金岡恒治. ハムストリングスの伸張性が腰椎骨盤リズムに及ぼす影響. 臨床スポーツ医学会誌. 21(1):1-6, 2013.
- 成田崇矢, 金岡恒治, 竹村雅裕, 大久保雄, 半谷美夏, 辰村正紀, 椎名逸雄, 宮川俊平. 飛込選手の腰椎器質的变化—側弯に注目して—. 日本臨床スポーツ医学会誌. 21(1):125-130, 2013
- 太田恵, 金岡恒治, 小泉圭介, 半谷美夏, 村松俊樹. 慢性腰痛者に対する体幹深層筋に注目した運動療法の効果. 日本臨床スポーツ医学会誌. 20(1), 72-78, 2012
- Ota M, Ikezoe T, Kaneoka K, Ichihashi N.

Age-related changes in the muscle thickness of the deep and superficial abdominal muscles, Arch Gerontol Geriatr, 55(2):e26-30, 2012.

- 今井厚, 金岡恒治, 大久保雄, 白木仁. 異なる体幹エクササイズが静的バランスに及ぼす即時効果. 日本臨床スポーツ医学会誌. 20-3: 469-474, 2012.
- 成田崇矢, 金岡恒治, 大久保雄, 坂田和也, 野村孝路. 飛込競技男子ジュニア選手の身体特性の変化—3年間縦断的評価による検討—. 理学療法科学. 27(6):629-633, 2012
- 半谷美夏, 金岡恒治, 奥脇透. 一流水泳競技選手のスポーツ外傷・障害の実態—国立スポーツ科学センタースポーツクリニック受診者の解析—. 日本整形外科スポーツ医学会雑誌 30: 161-166, 2010.
- 太田恵, 金岡恒治, 小泉圭介, 半谷美夏, 宮本溪, 村松俊樹. 腰痛患者に対する運動療法が生活の質に及ぼす影響. Journal of Spine Research 1(7):1374-1378, 2010.
- 渡邊昌宏, 金岡恒治, 岡浩一朗, 宮川俊平. 物体挙上動作時の質量予測不一致による体幹筋収縮 (潜時変化). Journal of Spine Research 1-7:1283-1289, 2010.
- 泉重樹, 日浦幹夫, 金岡恒治, 宮本俊和, 宮川俊平. ボクシングのパンチ動作において、最も速く収縮し始める筋は何か. 法政大学スポーツ健康学研究 1:51-56, 2010.
- 大久保雄, 金岡恒治, 今井厚, 椎名逸雄, 辰村正紀, 泉重樹, 宮川俊平. 腰椎 Stabilization Exercise 時の四肢挙上による体幹筋活動変化. 日本臨床スポーツ医学会誌. 19(1):94-101, 2011.
- 井上夏香, 金岡恒治, 福林徹. 水中運動が中・高齢者の慢性腰痛に及ぼす効果. 日本臨床スポーツ医学会誌 19-3:558-564, 2011.
- Ota M, Kaneoka K, Hangai M, Miyamoto K, Koizumi K, Muramatsu T. Effectiveness of lumbar stabilization exercises for reducing chronic low back pain and improving quality-of-life. J Phys Ther Sci. 23:679-681, 2011.
- 大久保雄, 金岡恒治, 竹村雅裕, 小川遼, 宮川俊平. 大学サッカー選手の腰部位置覚. 日本臨床スポーツ医学誌. 19(1):108-113, 2011.
- 太田恵, 金岡恒治, 小泉圭介, 半谷美夏, 宮本溪, 村松俊樹. 慢性腰痛患者に対する運動療法が体幹筋筋厚に及ぼす影響. 臨床整形外科. 46: 109-113, 2011.
- Ota M, Kaneoka K. Differences in abdominal muscle thicknesses between chronic low back pain patients and healthy subjects. J Phys Ther Sci. 23(6), 855-858, 2011.
- 成田崇矢, 金岡恒治, 竹村雅裕, 坂田和也, 宮川俊平. 飛込競技における全日本ジュニア選手の傷害発生状況について. 水泳水中運動科学. 14(1):1-6, 2011.

総説論文 (査読なし) 36 件

〔学会発表〕(計 90 件)

主要国際学会のみ下に記載

1. Okubo Y, Kaneoka K, Shiina I, Tatsumura M, Miyakawa S. Analysis of abdominal muscular activity using wire electromyography during standing jump. The 38th ISSLS. 2011/6/14-18, Goteborg, Sweden.
2. Ota M, Ikezoe T, Kaneoka K, Izumi S, Fujita C, Hasegaw Y, Numazawa T, Mayumi S, Sakuma K, Ichihashi N. Age-related Changes in the Thickness of the deep muscle and superficial abdominal muscles. The 38th ISSLS. 2011/6/14-18, Goteborg, Sweden.
3. Otsuka S, Yanagisawa O, Hangai M, Sekine C, Eguchi Y, Kaneoka K. Evaluation of the lumbar intervertebral disc degeneration in collegiate athletes using magnetic resonance diffusion-weighted imaging. The 38th ISSLS. 2011/6/14-18, Goteborg, Sweden.
4. Imai A, Kaneoka K, Okubo Y, Shiraki H. The immediate effect of different core exercises on static balance. The 38th ISSLS. 2011/6/14-18, Goteborg, Sweden.
5. Watanabe M, Kaneoka K, Okubo Y, Shiina I, Tatsumura M, Miyakawa S. Trunk Muscle Activity during Lifting of Unexpected Weight Objects. The 38th ISSLS. 2011/6/14-18, Goteborg, Sweden.
6. Narita T, Kaneoka K, Takemura M, Okubo Y, Miyakawa S, Nomura T, Sakata Y. Analysis of lumbar spine radiographs of divers: Focus on scoliosis. The 39th ISSLS. 2012/5/29-6/2, Amsterdam, Netherland.
7. Okubo Y, Kaneoka K, Shiina I, Tatsumura M, Miyakawa S. Comparison of trunk muscle activity during three different prone bridge exercises. The 39th ISSLS. 2012/5/29-6/2, Amsterdam, Netherland.

〔図書〕(計 1 件)

金岡恒治. 高橋書店 “一生痛まない強い腰をつくる” 2013 年 総ページ数 191 頁

〔産業財産権〕

- 出願状況 (計 0 件)
- 取得状況 (計 0 件)

〔その他〕報道

『ためしてガッテン』NHK 総合テレビ
“オリンピック選手直伝美ボディ&超健康技” 2012 年 7 月 4 日

『安心』マキノ出版 背骨が伸びて腰痛一掃！ロンドン五輪競泳陣も実践！へそ

引っ込み「ドローイン」2012 年 11:24-27.

6. 研究組織

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・教授
研究者番号：80323294

研究分担者

大久保 雄 (Okubo Yu)
埼玉医科大学保健医療学部理学療法学科・助教
研究者番号：40515558

半谷 美夏 (Hangai Mika)
独立行政法人日本スポーツ振興センター
国立スポーツ科学センター・研究員
研究者番号：40515558

連携研究者

西良 浩一 (Sairyō Koichi)
帝京大学溝口病院整形外科・准教授
研究者番号：10304528

矢内 利政 (Yanai Toshimasa)
早稲田大学・スポーツ科学学術院・教授
研究者番号：50387619