

機関番号：20101

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008年度～2010年度

課題番号：20500554

研究課題名 (和文) 関節軟骨を保護した選択的関節包ストレッチングの開発

研究課題名 (英文) Development of selective articular capsular stretching with cartilage protection

研究代表者

鈴木 大輔 (Daisuke Suzuki)

札幌医科大学・医学部・助教

研究者番号：40372817

研究成果の概要 (和文)：

未固定標本を使用し、関節靭帯の機能、関節包の構造を明らかにし、関節軟骨を保護する選択的ストレッチング肢位の開発を行うために以下の事柄を明らかにした。

- ・後方肩関節包の拘縮・インピンジメントに対するストレッチング方法。
- ・肩関節では最大外転位+外旋位において腕神経叢が最も圧迫を受けること。
- ・肘関節の外側上顆の接触圧が高まる肢位を測定し、肘が完全伸展、回内位、内反位で増大すること。
- ・近位橈尺関節の前内方モビライゼーションは肘屈曲 60 度と 90 度で行うと効果的である。
- ・腸骨大腿靭帯の上部線維と下部線維の選択的ストレッチング方法を開発した。
- ・遠位脛腓関節のモビライゼーションは背屈制限を起こした患者に有効であること。
- ・遠位脛腓靭帯の損傷は外旋位の不安定性だけではなく、内返し時の不安定性も招来する。
- ・距骨下の靭帯断裂による不安定性は装具によって内返しを制動することは可能であるが内旋はほとんど制動することができない。

各関節には固有の靭帯・関節包が存在しており、その解剖学的構造を把握したうえで、これらのバイオメカニクス実験で検証されたストレッチングを行うことによって関節軟骨の保護をしつつ、高い治療効果が望めると考えられる。

研究成果の概要 (英文)：

We clarified function of the articular ligaments and structure of articular capsule for development of selective stretching with cartilage protection. Our studies are suggested follows facts:

- ・ We developed effective stretching method for the patients of the contracture and impingement in the posterior capsule of the glenohumeral joint
- ・ Brachial plexus was significantly compressed in maximum abduction + external rotation.
- ・ The lateral epicondyle of the elbow joint was significantly compressed by M. extensor carpi radialis longus and brevis in the position of full extension, pronation and varus.
- ・ The mobilization of distal radioulnar joint was effective in 60° and 90° flexion.
- ・ The superior and inferior bundles in the iliofemoral ligament were possible to selective stretching.
- ・ The mobilization of the distal tibiofibular joint was effective the patients having limitation of dorsiflexion.
- ・ The dysfunction of distal tibiofibular joint was brought multidirectional instability.
- ・ Subtalar instability was fixed by ankle brace in inversion but not for internal rotation

Each joint has individual ligaments and articular capsule; these structure set off various

injury and dysfunction. Our results might be fundamental to the effective stretching method with cartilage protection.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2009年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：バイオメカニクス・解剖学

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：スポーツ医学，バイオメカニクス，ストレッチング，未固定凍結遺体標本

1. 研究開始当初の背景

高度なパフォーマンスを求められる競技スポーツ選手は過酷な状況を想定して練習が行われている。そのような練習によって体力や技術に秀でる選手を育成することが可能になるが、反面外傷や障害を受ける選手も多い。ストレッチングはこれらスポーツ傷害の発生を減少させるために行われるものである。対象は主に2つに分けられ、筋の柔軟性と疲労の回復、筋痛の軽減など筋肉に対するものと、血行と柔軟性の改善、拘縮の予防と除去、可動域の増大、軟骨の保護などの靭帯・関節包・関節軟骨などの関節構成組織に対するものである。しかし、拘縮した関節包に対する過度なストレッチングは関節包の断裂や関節軟骨の損傷を発生する。

2. 研究の目的

ストレッチングを含めたスポーツリハビリテーションはスポーツを行うに際し障害となる因子を防ぎ、取り除くことを目的としている。本研究では未固定標本を用いて肩関節・肘関節・股関節・足関節などの関節構成要素に発生するスポーツ障害やストレッチングの効果をシミュレートし、関節運動と構成体組織の伸び率を定量化することである。特に関節に特異的でかつ関節軟骨に優しい効果的なストレッチング方法の可能性を検証する。

3. 研究の方法

三次元磁気動作解析装置による動作解析、パルスコーダによる変位計測をベースに圧力感知マイクロチップを関節内に挿入し、未固定凍結標本の関節を使った靭帯損傷モデルや想定ストレッチ運動を行い、以下の

事項を明らかにする。

- 個々の靭帯の制動効果を明らかにすること
- 関節包の伸張率を部位別に正確に計測すること

また上記の結果より以下のストレッチ法を開発する

- 選択的かつ効果的な関節包ストレッチ法
- 関節軟骨に加わる圧力を考慮したストレッチ法

4. 研究成果

未固定標本を使用し、以下の事柄を明らかにした。

- 後方肩関節包の拘縮・インピンジメントに対する肩関節ストレッチング方法を明らかにした (Izumi et al. 2008)。

- 未固定肩関節標本を用いて、烏口ー上腕靭帯の拘縮に対する肩関節ストレッチング方法を明らかにした。これは、肩関節周囲炎に伴う凍結肩の改善に効果を発揮すると推定される (Izumi et al. 2011)。

- 肩関節では最大外転位+外旋位において第一肋骨と鎖骨の間で腕神経叢と血管が最も圧迫を受けることを明らかにし、肩関節運動における胸郭出口症候群発生の危険性を示した (Tanaka et al. 2010)。

- 肘関節の外側上顆で手関節伸筋群起始部腱と骨との接触圧が高まる肢位を測定し、肘関節が完全伸展、回内位、内反位で圧力が増大することを明らかにした。これにより、テニス肘の発生危険肢位を特定し、こ

れを回避する方法と発生予防を目的とするストレッチ法を推定する (Tanaka et al. 2011).

・近位橈尺関節の前内方モビライゼーションは肘屈曲 60 度と 90 度で行い、前内側方向へ実施するとより効果的である。肘関節拘縮に対する橈骨頭周囲の選択的ストレッチングが可能である (Oshiro et al. 2009)

・腸骨大腿靭帯の上部線維と下部線維の選択的ストレッチング方法を開発した。これにより、瘻性麻痺や変形性関節症により発症した股関節屈曲拘縮に対するストレッチング効率向上させる (Hidaka et al. 2009)

・遠位脛腓関節のモビライゼーションの効果を定量的に示し、足関節拘縮による背屈制限の改善に有効であることを示した (Fujii et al. 2010)

・遠位脛腓靭帯の損傷は外旋位の足関節の不安定性だけではなく、内返し時の不安定性も招来することが明らかにされた (Teramoto et al. 2008).

・距骨下の靭帯断裂による不安定性は装具によって内返しを制動することは可能であるが内旋はほとんど制動することができない (Kamiya et al. 2009)

スポーツにおいては肩・肘・股・膝・足の各関節において靭帯損傷やそれぞれの関節の構造に特有の障害が見られる。これらの障害においては、どのような不安定性が見られるのかを明らかにすることが重要である。本研究によって検証されたストレッチを行うことによって関節軟骨の保護をしつつ、不安定性をもたらすことなしに効率よく本来の関節可動性を獲得する高い治療効果が望めると考えられる。

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 25 件)

英語・日本語論文とも全て査読あり

1. Teramoto A, Suzuki D, Kamiya T, Chikenji T, Watanabe K, Yamashita T. Effects of direction of the suture-button fixation for tibiofibular syndesmosis injuries. Am Jour Sport Med. (in press).
2. Izumi T, Aoki M, Tanaka Y, Uchiyama E, Suzuki D, Miyamoto S, Fujimiya M.

Stretching positions for the coracohumeral ligament: Strain measurement during passive motion using fresh/frozen cadaver shoulders. Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol. 3:2-12, 2011.

3. Tanaka Y, Aoki M, Izumi T, Wada T, Fujimiya M, Yamashita T. Effect of elbow and forearm position on contact pressure between the extensor origin and the lateral side of the capitellum. J Hand Surg Am. 36:81-8, 2011.
4. Tanaka Y, Aoki M, Izumi T, Fujimiya M, Yamashita T, Imai T. Measurement of subclavicular pressure on the subclavian artery and brachial plexus in the costoclavicular space during provocative positioning for thoracic outlet syndrome. J Orthop Sci. 15:118-24, 2011.
5. Moriya T, Aoki M, Iba K, Ozasa Y, Wada T, Yamashita T. Effect of triangular ligament tears on distal radioulnar joint instability and evaluation of three clinical tests: a biomechanical study. J Hand Surg Eur. 34:219-223, 2011.
6. 青木光広: 肘関節の解剖. I, スポーツによる手関節・肘関節の診断. スポーツによる手関節・肘関節障害に対する最新の治療. 関節外科 30: 30-39, 2011.
7. Iba K, Wada T, Tamakawa M, Aoki M, Yamashita T. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging of the ulnar nerve in cubital tunnel syndrome. Hand Surg. 15:11-15, 2010.
8. Fujii M, Suzuki D, Uchiyama E, Muraki T, Teramoto A, Aoki M, Miyamoto S. Does distal tibiofibular joint mobilization decrease limitation of ankle dorsiflexion? Man Ther. 15:117-21, 2010.
9. 小笠原浩気, 鈴木大輔, 神谷智昭. 足関節外側靭帯におけるテーピングの内旋制動性 日本臨床スポーツ医学会誌. 18:290-296, 2010.
10. 青木光広: 屈筋腱縫合と癒合の基礎. 手指腱損傷の治療 up to date. 関節外

- 科. 29: 14-17, 2010.
11. 青木光広：肘関節鏡におけるポータル設定の安全性と斜視鏡の選択による視野. 肘関節鏡下クリーニングの適応. J MIOS. 56: 2-8, 2010.
 12. Wada T, Moriya T, Iba K, Ozasa Y, Sonoda T, Aoki M, Yamashita T. Functional outcomes after arthroscopic treatment of lateral epicondylitis. J Orthop Sci. 14: 167-174, 2009.
 13. Muraki T, Aoki M, Izumi T, Fujii M, Hidaka E, Miyamoto S. Lengthening of the pectoralis minor muscle during passive shoulder motions and stretching techniques: a cadaveric biomechanical study. Phys Ther. 89:333-341, 2009.
 14. Echigo A, Aoki M, Ishiai S, Yamaguchi M, Nakamura M, Sawada U. The Excursion of the Median Nerve during Nerve Gliding Exercise: An Observation with High- resolution Ultrasonography. J Hand Ther. 21: 221-228, 2008.
 15. Ohshiro S, Aoki M, Hidaka E, Miyamoto S, Yamashita T, Tatsumi H. Influence of elbow flexion angle on mobilization of the proximal radio-ulnar joint: A motion analysis using cadaver specimens. Man Ther. 14: 278-282, 2009.
 16. Hidaka E, Aoki M, Muraki T, Izumi T, Fujii M, Miyamoto S. Evaluation of stretching position by measurement of strain on the ilio-femoral ligaments: An in vitro simulation using trans-lumbar cadaver specimens. Man Ther. 14:427-432, 2009
 17. Chen M, Aoki M, Echigo A, Tsubota S. Gliding Distance of the Extensor Pollicis Longus Tendon with Respect to Wrist Positioning: Observation in the Hands of Healthy Volunteers Using High-Resolution Ultrasonography. J Hand Ther. 22:44-48, 2009.
 18. Kamiya T, Kura H, Suzuki D, Uchiyama E, Fujimiya M, Yamashita T. Mechanical stability of the subtalar joint after lateral ligament sectioning and ankle brace application: a biomechanical experimental study. Am J Sports Med. 37:2451-8, 2009.
 19. Ohguni M, Aoki M, Sato H, Imada K, Funane S. The Effect of Grip Size on the Hitting Force During a Soft Tennis Forehand Stroke. Sports Health 1:322-326. 2009.
 20. Muraki T, Aoki M, Ohshiro S, Miyamoto H, Uchiyama E, Miyamoto S, Tatsumi H. The range of glenohumeral joint motion in activities of daily living after rotator cuff repair: a cadaveric biomechanical study. J Shoulder Elbow Surg. 17:802-807, 2008.
 21. Izumi T, Aoki M, Muraki T, Hidaka E, Miyamoto S. Stretching positions for the posterior capsule of the glenohumeral joint: strain measurement using cadaver specimens. Am J Sports Med. 36: 2014-2022, 2008.
 22. Takasaki H, Aoki M, Ohshiro S, Izumi T, Hidaka E, Fujii M, Tatsumi H. Strain reduction of the extensor carpi radialis brevis tendon proximal origin following the application of a forearm support band. J Orthop Sports Phys Ther. 38:257-261, 2008.
 23. Teramoto A, Kura H, Uchiyama E, Suzuki D, Yamashita T. Three-dimensional analysis of ankle instability after tibiofibular syndesmosis injuries: a biomechanical experimental study. Am J Sports Med. 36: 348-52, 2008.
 24. 青木光広：投球フォームと尺骨神経障害. 野球肘の診断と治療. 関節外科 28: 69-74, 2008.
 25. 青木光広：肘関節鏡に必要な橈骨・正中神経の機能解剖 -ポータル操作による神経損傷を回避するために. 整形・災害外科. 51:1529-1535, 2008
- [学会発表] (計 14 件)
1. 泉水朝貴, 青木光広, 日高恵喜, 田中祥貴, 藤井岬. 未固定解剖標本を用いた烏口上腕靭帯の伸張肢位の検討. 第 25 回日本整形外科基礎学会. 京都,

- 2010.
2. 田中祥貴, 青木光広, 泉水朝貴, 和田卓郎, 藤宮峯子, 山下敏彦: 肘関節・前腕肢位と内反ストレスが伸筋共同腱起始部の損傷発生に与える影響. 日本整形外科学会. 京都, 2010.
 3. Suzuki D, Teramoto A, Kamiya T, Chikenji T, Fujimiya M. ATFL and ATiFL rupture have different mechanisms in ankle instability. 56th Ann Meet Orthop Res Soc. New Orleans, 2010.
 4. 中村宅雄, 内山英一, 泉水朝貴, 片寄正樹, 青木光広, 鈴木大輔, 藤宮峯子, 倉秀治, 池野秀則, 高橋尚明: 卒後研修の一環としてのコメディカル向け解剖セミナーの重要. 日本整形外科学会, 横浜. 2010.
 5. 泉水朝貴, 青木光広, 田中祥貴, 内山英一: 肩甲上腕関節の回旋角度計測未固定解剖標本を用いた検者内・検者間信頼性の検討. 日本整形外科学会, 横浜. 2010.
 6. 青木光広, 田中祥貴, 泉水朝貴, 和田卓郎, 山下敏彦: テニス肘の病態と治療. 肘関節肢位・内反ストレスが伸筋共同腱起始部の損傷に関与する. 日本整形外科学会, 横浜, 2010.
 7. 鈴木大輔, 寺本篤史, 神谷智明, 藤宮峯子. 前距腓靭帯および遠位脛腓靭帯損傷に見られる足関節不安定性のメカニズム. 第 114 回日本解剖学会. 岡山, 2009.
 8. 宮本斉, 青木光広, 村木孝行, 泉水朝貴, 山下敏彦, 藤宮峯子, 中下健. 肩鎖関節の可動性低下による鎖骨・肩甲骨・肩甲上腕関節運動への影響について. 胸郭上肢標本を用いた観察. 第 24 回日本整形外科学会. 横浜, 2009.
 9. 村木孝行, 青木光広, 泉水朝貴, 宮本重範, 藤宮峯子, 山下敏彦. 肩甲骨の可動性に小胸筋が関与し、小胸筋のストレッチが効果を発揮する. 未固定解剖標本を用いた筋伸張率測定. 第 24 回日本整形外科学会. 横浜, 2009.
 10. 日高恵喜, 青木光広, 泉水朝貴, 藤井岬, 山下敏彦, 藤宮峯子. アスリート

に有用と考えられる腸骨大腿靭帯の選択的ストレッチ方法. 骨盤・下肢標本を用いた生体力学的計測: 第 24 回日本整形外科学会. 横浜, 2009.

11. 日高恵喜, 青木光広, 村木孝行, 泉水朝貴, 藤井岬, 鈴木大輔, 辰巳治之, 宮本重範. 腸骨大腿靭帯のストレッチング肢位の検討. 未固定解剖標本を用いた定量的分析. 第 43 回理学療法学会. 福岡, 2008.
12. 田中祥貴, 青木光広, 泉水朝貴, 日高恵喜, 藤井岬. 新しい圧センサーを用いた新鮮遺体肩峰下圧の測定精度の検討. 第 34 回日本整形外科学会. 東京, 2008.
13. 泉水朝貴, 日高恵喜, 藤井岬, 村木孝行, 青木光広, 内山英一, 山下敏彦, 鈴木大輔. 未固定遺体標本による肩関節後方関節包の伸張肢位の検討. 第 23 回日本整形外科学会. 京都, 2008.
14. 田中祥貴, 青木光広, 泉水朝貴, 日高恵喜, 藤井岬, 今井智仁, 山下敏彦. 肋鎖間隙における鎖骨下動脈および腕神経叢の圧迫誘発肢位. 薄型センサーによる圧計測. 第 23 回日本整形外科学会. 京都. 2008.

[図書] (計 3 件)

1. 山下敏彦 (監修), 青木光広, 鈴木大輔, 竹林庸雄, 吉本三徳 (著). モーション解剖アトラス 脊椎. 109p. メジカルビュー社 2010
2. 山下敏彦 (監修), 青木光広, 鈴木大輔 (著). モーション解剖アトラス 下肢・骨盤. 134p. メジカルビュー社 2009
3. 青木光広, 和田卓郎, 射場浩介. モーション解剖アトラス 上肢・体幹. 120p. メジカルビュー社 2008

[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

平成 20 年度：

青木 光広 (MITSUHIRO AOKI)
札幌医科大学・保健医療学部・准教授
研究者番号：10159296

平成 21-22 年度：

鈴木 大輔 (DAISUKE SUZUKI)
札幌医科大学・医学部・助教
研究者番号：40372817

(2)研究分担者

和田 卓郎 (TAKURO WADA)
札幌医科大学・道民医療推進学講座・特任
教授
研究者番号：00244369

泉水 朝貴 (TOMOKI IZUMI)
札幌医科大学・保健医療学部・研究員
研究者番号：40444921

(3)連携研究者

なし