

令和元年6月18日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01685

研究課題名(和文) 棘下筋のトレーニング効果に関する研究：動作特性と介入による影響の検証

研究課題名(英文) Training effects for infraspinous muscle: mobility characteristic and training intervention

研究代表者

谷本 道哉 (Tanimoto, Mchiya)

近畿大学・生物理工学部・准教授

研究者番号：70435733

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：肩関節の深部に位置するローテータカフの機能と形態に関するいくつかの研究を表層より観察しやすい棘下筋を題材に行った。得られた知見は以下の通りである。バーベルとダンベルおよびマシンでの筋力トレーニングの比較から、棘下筋の筋活動はバランス要素の大小とは関係しなかった。肩甲上腕関節の安定性に寄与するとされるローテータカフであるが、棘下筋の筋厚に投球側と非投球側に差が見られなかった。また非運動対照群と比べて筋厚は同程度であった。野球投手が頻繁に行う軽負荷の肩回旋運動の実施により、元野球選手では投球時の棘下筋の筋活動が増大する傾向が見られたが、現役選手においては変化は見られなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

棘下筋の筋活動はバランス要素の大小とは関係しないことから、ローテータカフの強化目的のトレーニングとしてバランス要素を含む必要がないことが分かる。ローテータカフの持つモビリティ作用の肩関節外旋・内旋に負荷をかける運動が適切かもしれない。投手において棘下筋は特に発達しているわけではない。投球動作においてそれほど強い相対負荷がかかっていない可能性があり、特別に強くする方法は考えなくてよいのかもしれない。軽負荷の肩回旋運動の実施は、現役でない元野球選手の投動作時の棘下筋の筋活動を高める様子が見られた。競技再開時には肩回旋運動を行うことが肩障害の予防に繋がるのかもしれない。

研究成果の概要(英文)：Rotator cuff has short moment arm which distance from joint center to joint stop. It is seemed to have low function for joint mobility, and to have function for joint stability. Rotator cuff is thought to have the function of shoulder joint stability keeping. Baseball pitcher doing shoulder movement with large range of motion, velocity and moment may need potent shoulder joint stability ability. We investigate some themes of one of the rotator cuff muscles infraspinatus function and morphology. Balance element during upper arm press movement does not relate shoulder joint stability muscles EMG activity. Baseball pitcher's dominant side infraspinatus muscle thickness were not larger than non-dominant side, and almost same as non-exercise habits control. Shoulder rotate exercise makes infraspinatus EMG activity lager during baseball pitching movement in the former baseball players, and not in players on the active list.

研究分野：トレーニング科学

キーワード：棘下筋 筋活動レベル 投球動作 肩回旋運動

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

肩関節深部に位置するローテータカフは関節の回転運動に対するモーメントアームが短いため、関節を支点まわりに回転させる「関節モビリティ」の要素が弱くなり、骨と骨を引き付けて関節の回転軸を安定させる・支点を固定する「関節スタビリティ」の要素が強くなる。

同じ肩関節周りの筋肉でみると、ローテータカフの4つの筋肉では肩甲上腕関節中心と筋付着部の距離は平均で約1-2cmほどであり、関節モビリティの作用が強い大胸筋・広背筋が、2-4cmほど(部位により異なる)に対して、2倍程度の差がある(Holzbaurら,2005)。

ローテータカフは深部に位置する(棘下筋はほぼ表層に露出している)ことから「インナーマッスル」と一般に呼ばれる。脊柱のすぐ近くに起始・停止する多裂筋や股関節の股関節近くに停止する梨状筋など、インナーマッスルと呼ばれる筋にはモーメントアームの短い関節スタビリティの要素の強い筋が多い。

インナーマッスルに関しては「軽負荷(30% 1RM以下)でなければ鍛えられない」「バランス維持を伴う運動で鍛えられる」などと医療のリハビリやスポーツ指導の現場では信じられているが、これは全くのイメージにすぎない。前者は棘下筋の筋活動レベルの観察から全くの誤りで有ることはすでに示されている(木塚ら,2002)。後者もバランスの安定性は関節モビリティの協調により行われるものであり、関節回転軸の安定とは直接関係しない。バランスの安定と関節回転軸の安定は別のものである。

また、棘下筋の筋活動は棘下筋の持つ関節モビリティ作用である肩関節外旋動作で高まることを考えると、通常行われている筋力トレーニング種目のうち、肩関節外旋トルクの大きくかかる種目でも強化できる可能性がある。そのあたりの理解も周知していない。

2. 研究の目的

肩関節の回転軸を安定させる作用のあるローテータカフは多くの肩関節障害と関連するとされる。そのため、この筋を強化することは臨床的にも、競技力向上においても意義が大きい。しかしながら、ローテータカフのような深部に位置するインナーマッスルは、「軽負荷(30% 1RM以下)でなければ鍛えられない」「不安定な状態で動作すると鍛えられる」などのリハビリやスポーツ現場で信じられている理論の真偽は明確ではない。本研究では表層に位置し、表面筋電図で筋活動レベルを評価できる棘下筋(ローテーター カフの一部)を主な観察材料として、これらの実態を示す。そして、適切な臨床でのリハビリテーション、スポーツでの障害予防および競技力向上のためのトレーニング方法の基礎となるメカニズムを提示し、普及させることを目的とする。

3. 研究の方法 4. 研究成果

(1)筋力トレーニングのバランス要素と棘下筋筋活動との関係

定期的な筋力トレーニングを行っている若年男性10名を用いて、ダンベルベンチプレス、バーベルベンチプレス、マシンベンチプレスを行い、その時の棘下筋、大胸筋、上腕三頭筋の筋活動レベルを測定する。それぞれの試技は、その試技における10RM条件で行った。棘下筋の筋活動レベルの各試技の動作中の平均値は、バーベルベンチプレスでの値を1.0として評価したところ、ダンベルベンチプレス 0.99 ± 0.50 、バーベルベンチプレス 1.0、マシンチェストプレス 0.87 ± 0.55 であり、群間に有意差は見られなかった。上肢伸展動作におけるバランス要素の大小は、肩関節回りのインナーマッスルの筋活動の大小に影響しないものと考えられる。

(2)野球投手のローテータカフ筋量の観察

15名の野球投手、13名の野球野手、11名のバレーボール選手、13名の柔道選手および11名の運動習慣をもたない若年男性を用い、利き腕側と非利き腕側の upper arm 各筋の筋厚を測定評価した。野球投手における棘下筋筋厚は、投球肢である利き腕側で $20.8 \pm 2.5 \text{ mm}$ 、非利き腕側で $20.6 \pm 2.3 \text{ mm}$ であり左右差は見られなかった。また、利き側、非利き側とも運動習慣を持たない若年男性と有意差はなく、左右差も見られなかった。この理由は定かではないが、投球においては、トレーニングを行っていない状態での棘下筋のサイズが動作実行のための必要な機能をすでに有している、十分条件を満たしている可能性がある。投手において大きな左右差が見られたのは広背筋であり、利き側で非利き側より大きな値であった ($32.6 \pm 4.7 \text{ mm}$ vs $27.2 \pm 5.6 \text{ mm}$)。なお、同時に測定した柔道選手の棘下筋の筋厚は一般成人の 1.5 倍程度と非常に大きく発達していた。

(3)野球投手の肩回旋運動の実施による一過性の投球時棘下筋活動レベルに与える影響

8名の野球経験者を用い、1kgの錘による肩関節外旋運動 15回×2セットを実施し、その直後に全力での投球を行った。肩関節外旋運動を事前に実施した場合、実施しなかった場合と比べて投球動作中の棘下筋の筋活動がピーク時前後 0.4秒間の平均では有意な増大 (+23%)、最大値ではやや増加傾向 (+17%) を示した。大胸筋、広背筋の筋活動レベルおよび球速に差は見られなかった。

(4) 野球投手の肩回旋運動の長期介入による投球時棘下筋活動レベルに与える影響

8名の野球経験者を用い、1kgの錘による肩関節外旋運動 15回×2セットを週5回×2週間実施し、運動介入期間前後に全力での投球を行った。肩関節外旋・内線運動の介入によって、介入期間前と比べて投球動作中の棘下筋の筋活動がピーク時前後 0.4秒間の平均では有意な増大 (+139%)、最大値ではやや増加傾向 (+137%) を示した。大胸筋、広背筋の筋活動レベルおよび球速に差は見られなかった。また、棘下筋の筋厚に変化は見られなかった。肩関節外旋運動の実施は一過性および持続性に投球動作時の棘下筋の筋活動を高める様子が観察された。肩関節の安定性の向上に役立つ可能性が示唆された。ただし、肩関節動作筋の筋活動レベルに変化はなく、球速にも変化は見られなかった。パフォーマンスアップに直接的な影響は見られないようである。

(3)(4)において野球経験者で行った実験プロトコルを、「全日本大学選手権上位入賞チームの現役選手」に適用して行った。(3)は投手および野手において、(4)は野手において行った。投手はすでに、本実験の運動介入内容の肩回旋運動を定期的に行っているためである。

(5)野球現役投手の肩回旋運動の実施による一過性の投球時棘下筋活動レベルに与える影響

20名の現役野球投手・野手を用い、1kgの錘による肩関節外旋および外旋運動 15回×2セットを実施し、その直後に全力での投球を行った。肩関節外旋運動を事前に実施した場合、実施しなかった場合と比べて投球動作中の棘下筋の筋活動の平均値は投手においてのみ有意に変化した (-11%)。最大値は投手、野手ともに有意な変化は見られなかった。最大外旋角度は投手においてのみ有意な増大が見られた。また、棘下筋筋活動の出現は多くの選手で二峰性を示したが、投手の多くが一峰目に、野手の多くが二峰目にピーク値が観察された。

(6) 野球現役投手の肩回旋運動の長期介入による投球時棘下筋活動レベルに与える影響

10名の現役野球野手を用い、1kgの錘による肩関節外旋運動15回×2セットを週6回×3週間実施し、運動介入期間前後に全力での投球を行った。肩関節外旋・内線運動の介入によって、介入期間前と比べて投球動作中の棘下筋の筋活動は最大値、平均値ともに有意な変化は見られなかった。棘下筋筋活動のピーク値出現時間は有意に前のタイミングへと移行した(肩関節最大外旋時刻+0.10秒→+0.03秒)。棘下筋の二峰性の筋活動のうち、二峰目から一峰目に多くの選手が移行していた。棘下筋の活動の様子としては投手的な活動に近づいたといえるかもしれない。野球経験者における結果と異なり、現役野球選手においては、肩関節外旋運動による棘下筋の筋活動の変化は小さいものであった。現役の選手における筋活動パターンはある程度完成されたものであり、運動介入による影響を受けにくいのかもかもしれない。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計6件)

(1)効果的な筋力トレーニングのための解剖生理 臨床スポーツ医学 2018 35(1) 98-104 谷本道哉 (査読無し)

(2)Effects of Vocalization When Standing-up from a Sitting Position in a Chair International Journal of Sport and Health Science 2018 16 pp10-18 Michiya Tanimoto, Yuya Watanabe, Hiroshi Arakawa (査読あり)

(3)体幹トレーニングおよび各種運動時の腹腔内圧の変化動態と体幹筋群の筋活動の関係 Journal of JSEM 2018 18(3) pp184-191 下代昇平, 谷本道哉 (査読あり)

(4)筋出力の心理的限界と生理的限界 体育の科学 2018 68(8) pp556-560 谷本道哉 (査読なし)

(5)インナーマッスルの解剖・生理学特性とトレーニング負荷・量 臨床スポーツ医学 2018 35(10) pp1010-1014 谷本道哉 (査読なし)

(6)効果的な筋力トレーニングのための解剖生理 臨床スポーツ医学 2018 35(1) 98-104 谷本道哉 (査読なし)

〔学会発表〕(計7件)

(1)軽負荷肩回旋トレーニングが投球動作時の肩関節周辺筋の筋活動に与える影響 日本バイオメカニクス学会 2018 谷本道哉, 下代昇平, 石黒雄士, 三好樹

(2)上体前傾の反動動作を利用した上り勾配歩行の生理学特性 日本体育学会大会 2018 谷本道哉, 下代昇平

- (3)肘屈曲伸展運動で行うロープトレーニングの生理学特性 日本体力医学会大会 2018 谷本道哉,下代昇平,北村建都
- (4)自重負荷および加重負荷条件における等尺性頭部挙上運動時の舌骨上筋の筋活動レベルと筋酸化レベルの変化 日本体育学会大会 2018 下代昇平, 谷本道哉
- (5)自重負荷および加重負荷条件における頭部挙上運動時の舌骨拳上筋の筋活動レベルと筋酸化レベルの変化 日本実験力学会 2018 下代昇平, 谷本道哉
- (6)INFRASPINATUS MUSCLE THICKNESS BILATERAL DIFFERENCE IN BASEBALL PITCHERS AND OTHER ATHLETES Annual Congress of theEuropean college of sports science 2017 M.Tanimoto, H.Arakawa
- (7)バランス要素の大小と上肢伸展トレーニングにおける棘下筋筋活動レベルとの関係 日本体力医学会大会 2017 谷本道哉, 下代昇平, 荒川裕志

6 . 研究組織

- (1)研究分担者
なし

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。