

|         |                                      |               |
|---------|--------------------------------------|---------------|
| 氏名(本籍)  | やそしま<br>八十島                          | たかし<br>崇(群馬県) |
| 学位の種類   | 博士(体育科学)                             |               |
| 学位記番号   | 博甲第3486号                             |               |
| 学位授与年月日 | 平成16年3月25日                           |               |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第1項該当                         |               |
| 審査研究科   | 体育科学研究科                              |               |
| 学位論文題目  | 異なる運動条件における肩関節運動時の回旋筋腱板と表層筋の機能的特性の検証 |               |
| 主査      | 筑波大学教授<br>医学博士                       | 宮永 豊          |
| 副査      | 筑波大学講師<br>博士(医学)                     | 向井直樹          |
| 副査      | 筑波大学講師<br>博士(体育科学)                   | 木塚朝博          |
| 副査      | 筑波大学教授<br>博士(心身障害学)                  | 中田英雄          |

## 論文の内容の要旨

### (1) 研究目的および課題設定

肩関節の運動は、主に肩甲骨周囲に付着する回旋筋腱板による関節安定化の作用と、体表部に位置する表層筋の運動遂行の作用によってもたらされる。一方、肩に傷害を来した症例の多くは、回旋筋腱板の機能が表層筋の機能に対して相対的に低下し、運動時の支点が定まりにくい状態にある。そのため、リハビリテーションにおける運動療法の一環として、傷害予防のエクササイズの一環として、あるいは競技スポーツのコンディショニングの一環として、目的に応じた回旋筋腱板に対するエクササイズ(cuff exercise)を実施する必要がある。しかしながら、cuff exerciseを実施していく上で重要な負荷量、運動肢位、動作角度及び筋収縮様式といった運動条件の変化に伴って、回旋筋腱板と表層筋の関わり合いや各筋の機能的特性がどのような変化を呈するのか十分に明らかにされていない。

そこで本研究では、回旋筋腱板と表層筋の活動動態を筋電図学的に検証し、cuff exerciseに関する有用な基礎資料を提供することを目的として、6つの研究課題を設定した。なお、研究課題1～4は肩外旋運動に関して、研究課題5、6は肩外転運動に関して検討した。

### (2) 方法と結果

本研究では、上腕骨が外方へ回旋する肩外旋運動と上肢が体幹から外側へ離れる肩外転運動について検討した。まず研究課題1では、負荷量及び動作角度の変化に伴う1st plane position(肩関節20°外転位)での外旋運動時の筋活動動態を捉え、運動遂行に重要な役割を果たしている回旋筋腱板を構成する棘下筋、小円筋及び棘上筋の活動と三角筋、僧帽筋の活動の関わりからこれまでに報告されている見解の再現性を検討した。その結果、棘下筋、小円筋及び棘上筋は、動作角度に関わらず3Nm前後までの負荷量であれば運動の主体となることや、負荷量及び動作角度変化に伴って三角筋中部、後部が運動遂行に関わるようになることが確認された。一方、肩外旋運動は、動作時の上腕骨の位置すなわち運動肢位が異なっても運動遂行が可能である。研究課題2では、肩外転を伴った2nd plane position(肩関節90°外転位)での肩外旋運動時の筋活動動態を検討した。これにより、2nd plane positionの外旋運動でも回旋筋腱板は3Nm前後までの負荷

量であれば運動の主体となること、動作時の負荷量の増加や動作角度変化に応じて三角筋や僧帽筋も異なる関わりを呈することが示唆された。

研究課題 1, 2 の結果から、肩外旋運動時の負荷量、動作角度及び運動肢位の各条件の変化に伴い、回旋筋腱板と表層筋との関わり合いには、「回旋筋腱板が運動の主体となる局面」と「回旋筋腱板と表層筋がともに運動遂行に作用する局面」が存在することが明らかとなった。加えて、各筋の機能的特性は、肩外旋運動の運動肢位(1st plane 及び 2nd plane position)によって異なる可能性が示唆された。そこで研究課題 3 では、異なる運動肢位による肩外旋運動時の筋活動動態を「回旋筋腱板が運動の主体となる局面」と「回旋筋腱板と表層筋がともに運動遂行に作用する局面」の両局面から検討した。これにより、2nd plane position の外旋運動では三角筋中部、後部の運動遂行への関与や、僧帽筋上部、中部の肩甲骨固定への関与が強まることが明らかとなった。

さらに、肩外旋筋は、投動作などに代表されるオーバーヘッド動作の減速期において上肢動作のブレーキングを果たすため、筋が eccentric に収縮することもある。研究課題 4 では、これまで検討してきた肩外旋運動時の負荷量、動作角度及び運動肢位に加えて筋収縮様式 (concentric, eccentric) の相違を考慮し、各筋の活動動態を検討した。その結果、eccentric 収縮でも負荷量変化に伴って回旋筋腱板と表層筋の関わり合いが異なり、回旋筋腱板は運動肢位や動作角度に関わらず、9Nm 前後までの負荷量であれば運動の主体となることが示唆された。また、各筋の機能的特性も運動肢位によって異なり、特に小円筋については 2nd plane position で運動遂行に強く作用すると考えられた。

一方、棘上筋と三角筋が運動遂行に重要な役割を果たしている肩外転運動において、回旋筋腱板だけが顕著に活動し、運動の主体となる負荷範囲の存在について言及した研究は見られない。研究課題 5 では、負荷量及び動作角度変化に伴う肩外転運動時の筋活動動態を棘上筋と三角筋の関わり合いを中心に検討した。その結果、肩外転運動において棘上筋は、外転 30° までの動作角度で 4Nm 前後までの負荷量、外転 30° より外転位で 2Nm 前後までの負荷量であれば運動の主体となることが示唆された。また、負荷量及び動作角度変化に伴って、三角筋中部も運動遂行に作用するようになるが、両筋は異なる関わり合いを示し、三角筋中部の運動遂行への関与が小さい局面、両筋が同程度運動遂行に作用する局面、三角筋中部の運動遂行への関与が大きい局面が存在すると考えられた。

肩外転運動とは、本来、運動時に外旋を伴うことが知られているが、この外旋を制限するあるいは内旋を保持したままでも動作を遂行することは可能である。続いて、研究課題 6 では、負荷量及び動作角度変化に加えて肩外転運動時の回旋位 (運動肢位) として full can position (肩を外旋した肢位)、empty can position (肩の内旋を保持した肢位)、neutral position (肩の外旋を制限した肢位) の 3 肢位を考慮し、各筋の活動動態を検討した。これにより、肩外転運動時の運動肢位は棘上筋と三角筋の関わり合いに影響を及ぼし、棘上筋は full can position 及び neutral position の運動肢位において外転 30° までの動作角度で 4Nm 前後までの負荷量であれば、運動の主体となることが示唆された。しかしながら、empty can position では、棘上筋と三角筋中部はともに 4Nm より有意に活動し、棘上筋が運動の主体となる局面は見られなかった。また、neutral position 及び empty can position において、三角筋前部、後部、上腕二頭筋及び僧帽筋各線維は、full can position と異なる活動動態を呈していた。この活動は外旋を制限して肩外転運動を行ったため、肩甲骨関節窩と上腕骨頭との位置が変化し、それに起因して生じたものと考えられた。

### (3) 結論

本研究で得られた一連の結果から、肩外旋及び外転運動時の運動条件 (負荷量、運動肢位、動作角度及び筋収縮様式) の変化により、回旋筋腱板と表層筋が異なる関わり合いを示し、「回旋筋腱板が運動の主体となる局面」と「回旋筋腱板と表層筋がともに運動遂行に作用する局面」が存在することや、各筋の機能的特性が変化することも明らかとなった。これらの結果を棘下筋、小円筋及び棘上筋を主体とする cuff

exercise を実施する場合に応用すると、肩外旋運動では運動肢位（1st plane position, 2nd plane position）及び動作角度に関わらず 3Nm 前後までの負荷量が適当であると示唆された。また、肩外転運動では、full can position が外転 30° までの 4Nm 前後までの負荷量と、外転 30° より外転位の 2Nm 前後までの負荷量、neutral position が外転 30° までの 4Nm 前後までの負荷量で適当であり、empty can position でのエクササイズは望ましくないと考えられた。

したがって、本研究で得られた知見は、cuff exercise に関する基礎資料として有用なものであり、エクササイズプログラム開発にも十分適用できる点で価値が高い。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究の趣旨は、肩関節の回旋筋腱板と表層筋の特性を筋活動パターンから解明することにより、肩関節の運動やリハビリテーションの実施に有用な情報を得ることにある。この観点から筋電図を駆使した本研究は、方法論的に斬新なものではないが、信頼性のある方法で行われたと言える。また、研究成果と解釈には納得できる点が多いが、これに加えて、筋電図分析の限界はあるものの、個々の筋活動を総合的に整理して提示できれば、実用的に価値の高い所見が得られる可能性があり、さらに筋電図だけでなく、MRI による画像解析やキネマティックな分析が加わると肩関節全体の機能的特性の解明に近づくと考えられる。しかし、詳細な分析と得られた結果は、論争的となっている肩関節の筋活動特性の問題に一つの解決策を与えた点で意義の高いものであるとの評価を得た。

よって、著者は博士（体育科学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める