

回旋腱板筋ならびに三角筋の形態的および機能的検討 ～一般人と大学生テニス選手の比較および成長に伴う変化について～

Morphological and functional investigation of rotator cuff muscles and deltoid muscle.
～comparison between healthy adult control and collegiate tennis players, and developmental change～

スポーツ医科学研究領域

5007A015-0 奥村幸治

研究指導教員： 鳥居俊准教授

【序論】

回旋腱板筋や三角筋に関する機能的研究は、一般人や競技選手を対象として、数多く行われてきた。しかし、形態については、屍体標本を用いた研究がいくつか見られるものの、生体を対象とした報告はほとんどない。肩関節の評価や適切なトレーニング指導といった観点からも、生体における筋の形態および機能に関する基礎データを得ることは重要であると考えられる。

【目的】

競技経験や成長が、回旋腱板筋ならびに三角筋の形態および機能に与える影響を明らかにすること。

【方法】

上肢を頻繁に使用する競技の経験がない男子大学生10名 (College group:CG)、男子高校生10名 (High school group:HG)、男子中学生10名 (Junior high school group:JG)、男子小学生10名 (elementary school group:EG)、ならびに上肢を頻繁に使用する競技選手として、男子大学生テニス選手10名 (Tennis group:TG)の計50名を対象とした。

筋形態の評価は、磁気共鳴映像法 (Magnetic Resonance Imaging: MRI) にて行い、棘上筋 (Supraspinatus: SSP)、棘下筋 (Infraspinatus: ISP)、小円筋 (Teres Minor: TM)、肩甲下筋 (Subscapularis: SSC)、三角筋 (Deltoid: DEL) を対象として、肩甲骨内側縁から上腕骨頭外側縁まで連続スライスにて撮像した。その際、棘下筋と小円筋は画像上で明確に区別することが困難であるため、Juul-kristensen(2000)、長谷川(2005)らの方法と同様に一つの筋、外旋筋 (shoulder external rotator: SER) として分析した。

各筋の形態項目として、筋長 (muscle length: ML)、最大解剖学的筋断面積 (maximum anatomical cross-sectional area: ACSAmax)、最大解剖学的断面

積の相対的位置 (The position of ACSAmax:

%ACSAmax)、筋体積 (muscle volume: MV)、筋体積を除脂肪体重で除した値 (MV/Lean)、総回旋腱板筋体積に対する各筋の構成比率 (%rotator cuff: %RC)、回旋腱板筋と三角筋の筋体積比率 (%Inner) を算出した。

筋機能の評価に関しては、SSP、SER、SSC、DEL筋の機能評価として、それぞれ等尺性棘上筋外転トルク (ABD-1)、等速性外旋トルク (ER)、等速性内旋トルク (IR)、等尺性三角筋外転トルク (ABD-2) を測定した。

なお、HG、JG、EG、TG は利き側を形態分析の対象としたが、CG は利き側 (Dominant side: DOM) と非利き側 (Non dominant side: NDOM) とともに分析対象とした。また、トルクの計測はいずれの群においても、両側ともに行った。

【結果】

＜検討1＞一般人とテニス選手での比較～CG、TG～

形態評価については、CGのMVにおいて、SSPを除くすべての筋において、DOMがNDOMよりも高値を示した。%RC、%InnerにはCGの両側間で有意な差はなかった。

またTGとCGの群間比較において、SSCとDELの%ACSAmaxでは、TGがCGよりも高値を示す傾向があった。MV、MV/LeanではSSPを除くすべての筋において、TGがCGより有意に高値を示した。%InnerではSSP/DELにおいてTGがCGより有意に低い値を示し、RC/DELにおいても同様の傾向が見られた。

発揮トルクについては、CGではいずれの項目にも両側間で有意な差は見られなかった。

TGとCGの群間比較において、DOMではER、IRともにTGがCGよりも有意に高値を示し、NDOMではERにおいて、TGがCGより有意に高い値を示した。また、ABD-1、ABD-2のDOM、NDOMともに、TGがCGよりも有意に高値を示した。

＜検討2＞成長過程での比較～CG、HG、JG、EG～

全ての群において、SSP、SER、DELではACSAm_{ax}とMVとの間に有意な正の相関関係がみられたが、SSCでは見られなかった。

%ACSAm_{ax}、%RCにはいずれの筋においても群間差は見られなかった。

MV/Leanの群間比較では、SSPにおいて、CG、HGはJG、EGより有意に高く、HGはEGより高値を示した。SERとDELにおいては、CGがHG、JG、EGより有意に高く、HGはJG、EGより高値を示した。SSCは、CG、HGともにJG、EGより有意に高値を示した。

%Innerの群間比較ではSSP/DELにおいて、CGがJGよりも低い値を示す傾向が見られ、RC/DELではCGがEGよりも有意に低値を示した。

発揮トルクについては、いずれの群でも両側間で差は見られなかった。ER、IRの群間比較では、両側ともにCG、HGがJGよりも高値を示した。

ABD-1、ABD-2の群間比較では、CGの両側ともにJGよりも有意に高値を示した。

【考察】

＜検討1＞一般成人とテニス選手での比較

CGの両側間での比較から、SER、SSC、DELにおいては、利き側として使用する程度の負荷でも、発揮トルクの変化を伴わない程度ではあるが、DOMの筋体積がNDOMよりも肥大することが示唆された。

また、最速で200km/hともなるボールを打ち返すテニスでは、上肢へかかる負荷も大きく、そのことがSER、SSC、DELがCGよりも有意に肥大していた要因であると考えられる。しかし、SSPのMVはTGとCGが同水準であったことから、テニス競技ではSSPの形態を変化させるような負荷は生じてないことが推察された。

%Innerに関して、SSP/DELにおいて、TGがCGよりも有意に低値を示し、RC/DELでも同様の傾向が見られた。これはSER、SSCならびにDELの発達により、相対的にSSP比率が減少した結果であると推察され、SSPの萎縮を示すものではないと考えられる。しかし、肩甲上腕関節はDELの外転力とSSPの求心力がバランスよく作用することで、動的安定性が保たれているため、競

技の継続に伴うSSPとDELの量的アンバランスが生じる可能性が示唆された。

また、SSCならびにDELの%ACSAm_{ax}の値において、TGがCGよりも高値を示す傾向が見られた。これは、TGのSSCならびにDELの解剖学的筋断面積が最大となるスライス位置が、CGよりも肩甲棘の長軸方向において外側に位置する傾向を示しものであり、競技の継続により筋の発達に部位差が生じる可能性を示唆しているものである。

＜検討2＞成長過程での比較

回旋腱板筋とDELのMV/LeanがEG、JG、HG、CGの順で増加することは、成長に伴い全身の筋量に占める回旋腱板筋ならびにDELの割合が増加することを示す。これは、筋、骨格系の発育量が最大になる時期は末梢よりも中枢の方が遅く、また上肢では下肢よりも発育時期が遅いとするOgdenらの先行研究を支持する結果であると考えられる。

さらに、%Innerにおいて、三角筋体積（アウターマッスル）に対する回旋腱板筋体積（インナーマッスル）の比率が成長に伴い減少することが示された。これは、肩関節の動作において、成長に伴いアウターマッスルとインナーマッスルの貢献度が変化することを形態的側面から示唆していることが考えられた。

本研究で対象とした全ての被験者において、SSP、SER、DELでは筋断面積と筋体積との間に有意な正の相関関係がみられ、その位置には群間差がなかった。それゆえ、時間的制限のある臨床場面でも、上肢を頻繁に使う運動習慣のない被験者では、SSP、SER、DELの筋形態分析の指標として、本研究で示したスライス位置での最大筋断面積の測定が有用であることが示唆された。

【結論】

回旋腱板筋ならびに三角筋の形態は、一般成人でもわずかではあるが利き側が肥大しているものの、機能的な変化を示すほどではないことが示された。また、成長や継続した競技経験も回旋腱板筋の形態ならびに機能を変化させることが示唆された。