

「東海保健体育科学」投稿論文

原著論文

オーバーヘッド動作を伴う種目の肩関節回旋角度と筋力特性  
—大学トップアスリーの種目別比較—

館 俊樹<sup>1)</sup>, 長谷川 伸<sup>2)</sup>, 小栗 和雄<sup>1)</sup>, 春日 晃章<sup>3)</sup>, 鳥居 俊<sup>4)</sup>

1) 静岡産業大学

2) 九州共立大学

3) 岐阜大学

4) 早稲田大学

【キーワード】：肩、ローテーターカフ、筋力、ROM、成長

【Key words】：shoulder, rotator cuff, development, strength, ROM

【研究領域】：発育発達

## Abstract (英訳)

### Differences of shoulder range of motion and strength in college athletes

Shoulder injuries are frequently seen in athletes who participate in sports that include overhead movement (“overhead athletes”). Many of these sports require high velocity humeral movement, and the external rotator muscles act eccentrically at a great load to keep the accelerating humeral head in the glenoid cavity. This predisposes the external rotator muscles to micro trauma and can lead to imbalance in the shoulder area and may exacerbate injuries or induce shoulder impingement. Many researchers have reported on the balance of internal/external rotation of overhead athletes and non-overhead athletes. Some have found shoulder weakness in the throwing arm due to overuse, while others have not.

Many studies have assessed shoulder function in various sports. However, since measurements are not taken in the same conditions it is difficult to compare the results. The objective of this study was to compare shoulder rotational strength and range of motion among 110 overhead athletes who comprised healthy baseball pitchers, non-pitching baseball players, tennis players, volleyball players, handball players, badminton players, and swimmers.

We found that swimmers had the strongest internal and external rotation on both dominant and non-dominant sides. Pitchers were the only group that had lower external rotation torque in the dominant arm than the non-dominant arm.

Regarding range of motion, pitchers and handball players had larger external rotation angles and smaller internal rotation angles.

Shoulder function differed among the various sports, and functional weakness in the dominant arm occurred in pitchers, even when no shoulder pain was reported.

## Abstract (和訳)

オーバーヘッド動作を伴う種目には、テニス、ハンドボール、バレーボール、バドミントン、野球、水泳、やり投げ等がある。これらの種目では、肩関節に繰り返し伸張性の負荷がかかるため、競技の継続により肩関節回旋角度・筋力特性が変化すると考えられている。そのため、オーバーヘッド動作を伴う競技の肩関節回旋角度・筋力の特性をみた研究は数多くみられる。これらの研究から、同様にオーバーヘッド動作を繰り返し行う種目であっても、競技の継続が肩関節に与える影響が異なる事を推測する事ができる。しかし、それぞれの研究によって、測定肢位、競技レベル、条件等が違うため、比較することは難しい。

そこで、本研究ではバレーボール、野球（投手・野手）、テニス、水泳、ハンドボール、バドミントン種目で大学トップレベルにある選手 110 名の肩関節回旋角度・筋力を調べた。本研究は、それぞれの種目の継続が、肩関節回旋角度・筋力にどのような影響を与えるかを比較する事で、各種目の動作をふまえた、リハビリテーション、障害予防プログラムの作成に役立てる事が目的であった。

本研究の結果、非対称性のオーバーヘッド動作を伴う種目では利き腕の内旋角度が非利き腕に対して小さいことがわかった。また、水泳では利き腕の外旋筋力が大きくなる以外の利き腕・非利き腕の機能差はみられなかった。しかし、投手（野球）では利き腕の外旋可動域が大きく、内旋角度、外旋筋力が小さいといった差が見られた。また、ハンドボール選手では利き腕の外旋角度、外・内旋筋力がともに大きく、内旋角度が小さいといった差がみられた。さらに、バドミントン選手では、利き腕の内旋可動域が小さく、内旋筋力が大きいといった特徴が見られた。

本研究の結果、競技の継続により、肩関節回旋角度・筋力の特性は、種目によって異なることがわかった。このことから、同様にオーバーヘッド動作を伴う種目であっても、リハビリテーション、障害予防を行う際に、各種目の特性に留意する必要があることが示唆された。

## I 緒 言

オーバーヘッド動作を伴う種目には、テニス、ハンドボール、バレーボール、バドミントン、野球、水泳、やり投げ、クリケット等がある。これらの種目では、競技の継続によって、関節角度や筋力の不均衡等、関節機能の変遷<sup>34)</sup>することが知られている。特に野球選手に関しては多くの報告がみられ、投球動作を行う際にかかる負荷が、肩関節の障害につながることが知られている。上肢の非対称性動作を繰り返す種目の肩関節回旋角度・筋力の特性を報告した研究は数多く見られ、高校生からプロの野球選手を対象とした研究では、非投球側に対して、投球側の内旋筋力<sup>1)</sup> 外旋筋力<sup>6,12,27,10)</sup> が低く、外旋角度が大きい<sup>9)</sup> と報告されている。また、バレーボール選手では、利き腕の内旋可動域が大きく<sup>34)</sup>、テニス選手では利き腕の内旋筋力が強く、内旋可動域が小さく、外旋可動域が大きい<sup>11)</sup> と報告されている。これに対して左右対称動作の水泳選手の肩関節機能をみた研究では両側間での差はないと報告されている<sup>24)</sup>。

これらの研究から、同様にオーバーヘッド動作を繰り返し行う種目であっても、競技の継続が肩関節に与える影響が異なる事を推測する事ができる。しかし、それぞれの研究によって測定部位、競技レベル、条件等が異なることから各種目を比較することは難しい。

同一の測定部位、条件で異なる種目の肩関節機能をみた研究もいくつか報告されている。田中ら<sup>31)</sup> はバレーボール、ハンドボール、野球、競泳、体操、陸上選手を各 10 名ずつについて、肩関節の回旋筋力を測定し、競技による差を報告しており、Baltaci ら<sup>2)</sup> はバスケットボール、ハンドボール、バレーボール、野球選手 20 名ずつを比較し、田中ら<sup>31)</sup> と同様に肩関節回旋筋力に差があることを報告している。しかし、各種目の継続が肩関節回旋角度・筋力に与える影響をみるためには、野球選手を肩に負荷が多くかかる投手と負担の少ない野手とに独立して扱う事や、バドミントン、テニス等のオーバーヘッド動作を繰り返す種目を測定する必要がある。そこで、本研究では、高いレベルで競技を継続して行なっている、野球（野手・投手に分けて）、バレーボール、テニス、バドミントン、ハ

ハンドボール、水泳選手の肩関節回旋角度・筋力を測定することで、それぞれの種目の継続が、肩関節回旋角度・筋力にどのような影響を与えるかを比較し、各種目の動作をふまえた、リハビリテーション、障害予防プログラムの作成に役立てる事を目的とした。

## II 方 法

### 1. 測定対象について

測定対象者は18-23歳までの大学体育会運動部に所属する110名であった。測定対象者の各競技種目は野球（野手・投手に分けて）、バレーボール、テニス、バドミントン、ハンドボール、水泳の計7群であった。各群の対象数、競技継続年数、身長、体重を表1に示した。対象者が所属する運動部はいずれの競技も大学全日本レベルの大会で上位に位置するチームであった。

#### (表1挿入)

### 2. 測定肢位

肩関節回旋角度の測定にはアーム式角度計を使用した。肩関節内旋・外旋角度は図1で示すとおり仰臥位にて肘関節90°屈曲、肩関節90°外転・回旋中間位、前腕中間位とし、肘部と前腕がベッドの外側に出るように位置を決定した。角度計の支点は肘頭上に合わせ、基本軸は肘頭を通る床への垂直線、移動軸を尺骨として内旋可動域、外旋可動域ともに肩甲骨の動きを制限した範囲での受動的可動域を測定した。可動域の測定はいずれも同一の検者が行った。

肩関節内旋・外旋筋力は仰臥位にて肘関節90°屈曲、肩関節90°外転・回旋中間位、前腕中間位の肢位(図1)でHand-held dynamometer (Power Track II, Jtech社製)を用いて、検者が保持するHand-held dynamometer に対して等尺性最大筋力を測定した。測定では尺骨茎状突起遠位端にその測定部の中心が位置するように設定し、被検者には等尺性最大筋力を3秒間発揮するように指示した。

測定は 2 回行われ最大値を測定値とした。また、1 回目の値と 2 回目の値が 10%以上異なった場合、肩関節の外転や内転力が明らかに働いた場合は 3 回目の測定を行い、近似した 2 つの値の最大値を測定値とした。筋力の測定はいずれも同一の検者が行なった。

## (図 1 挿入)

### 3.統計

各群における筋力・可動域を平均値±標準偏差で処理し、統計的有意の検証には分散分析を用い、差が認められたものに関して、Post-hoc テスト (FisherPLSD) を用いて危険率が 5%未満のものを有意とした。また、筋力は前腕長をかけることでトルク化し、体重で除することで標準化した。

## Ⅲ結果

### 1.各種目の外旋角度について

各種目の外旋角度を図 2 に示した。利き腕では、投手が最も大きく、ハンドボール、バドミントン、テニス、バレーボール、野手、水泳の順に小さくなった。種目間の違いを比較した結果、投手がテニス、バレーボール、水泳、野手に対して、ハンドボール、バドミントンが水泳に対して有意に大きかった。これに対して、非利き腕では、投手が最も大きく、バドミントン、ハンドボール、テニス、バレーボール、水泳、野手の順に小さくなった。種目間の違いを比較した結果投手が野手に対して有意に大きかった。さらに、各種目の利き腕と非利き腕を比較した結果、投手とハンドボールで利き腕側の外旋角度が有意に大きかった。

### 2.各種目の内旋角度について

各種目の内旋角度を図 3 に示した。利き腕では、バレーボールが最も大きくバドミントン、水泳、テニス、ハンドボール、投手、バドミントン、野手の順に小さくなった。種目間の違いを比較した結果、バレーボールが投手、野手に対して有意に大きかった。これに対して、非利き腕ではバドミント

ンが一番大きく、バレーボール、ハンドボール、テニス、投手、野手、水泳の順に小さくなった。種目間の違いを比較した結果、バドミントン、バレーボール、ハンドボールが水泳に対して、バドミントンが野手に対して大きかった。さらに、各種目の利き腕と非利き腕を比較した結果、水泳を除くすべての種目で非利き腕側が大きかった。

#### (図 2,3 挿入)3.各種目の外旋筋力について

各種目の外旋筋力を図 4 に示した。利き腕では水泳が最も大きく、バレーボール、ハンドボール、テニス、バドミントン、投手、野手の順に小さくなった。種目間の違いを比較した結果、水泳がバドミントン、テニス、投手、野手に対して、バレーボールがテニス、野手、投手、野手に対して、ハンドボールが投手、野手に対して、テニス、バドミントン、投手が野手に対して有意に大きかった。これに対して非利き腕では、水泳が最も大きく、バレーボール、投手、バドミントン、ハンドボール、テニス、野手と順に小さくなった。種目間の違いを比較した結果、水泳がすべての種目に対して、バレーボールがテニス、バドミントン、ハンドボール、野手に対して、投手、バドミントン、ハンドボール、テニスが野手に対して有意に大きかった。さらに、各種目の利き腕と非利き腕を比較した結果、投手で非利き腕が、ハンドボール、水泳で利き腕が有意に大きかった。

#### 4.各種目の外旋筋力について

各種目の内旋筋力を図 5 に示した。利き腕では、水泳が最も大きく、バドミントン、ハンドボール、投手、バレーボール、テニス、野手の順で小さくなった。種目間の違いを比較した結果、水泳がすべての種目に対して、バドミントン、ハンドボールがテニス、野手に対して、投手、バレーボール、テニスが野手に対して有意に大きかった。これに対して、非利き腕では、水泳が最も大きく、バドミントン、バレーボール、投手、テニス、ハンドボール、野手の順で小さくなった。種目間の違いを比較した結果、水泳がすべての種目に対して、有意に大きく、バドミントン、バレーボールがハンドボール、テニス、野手に対して、投手、テニスが野手に対して、有意に大きかった。さらに、各種目の利

き腕と非利き腕を比較した結果、バドミントン、ハンドボールで利き腕が有意に大きかった。

(図4,5挿入)

#### IV 考 察

##### 1. 測定肢位の妥当性

肩関節の回旋機能を測る際、これまでに様々な方法によって測定されてきたが、Kuechle ら<sup>25)</sup>は90° 外転位での等速性筋力測定の際には外旋動作中、小円筋、棘下筋、棘上筋、三角筋がモーメントを持ち、内旋動作では肩甲下筋、大胸筋、広背筋、大円筋、三角筋中部・後部がモーメントを持つと報告している。また、Basset ら<sup>4)</sup>は90° 外旋位では棘上筋、小円筋はモーメントもたないと報告している。また、回旋中間位では外転位で外旋モーメントが活性化するとしている報告もある<sup>25)</sup>。これらのことから、本研究で用いた肘関節90° 屈曲、肩関節90° 外転・回旋中間位、前腕中間位では、外旋動作の際は小円筋、棘下筋、棘上筋、三角筋の筋力が反映され、内旋動作では肩甲下筋、大胸筋、広背筋、大円筋、三角筋中部・後部の筋力が反映されていると考えられる。しかし、回旋中間位での測定のため、外旋時の三角筋後部、内旋時の大胸筋の活動は制限されたものであると考えられる。また、回旋筋力を測定した研究では、より肩関節の回旋機能が反映されることが考えられる肩関節30° 水平屈曲での測定が多い。しかし、本研究では測定が実際の競技現場で行われることが多かったため、姿勢の安定しやすい肢位を採用した。これらのことから、本研究で用いた肢位は、肩関節の回旋筋力を最も反映した肢位とはいえないが、多種目の現役競技選手をフィールド付近で測定するには妥当な肢位だったと考えられる。

##### 2. 各種目の回旋角度の違いについて

本研究の結果、利き腕の外旋角度は、投手がテニス、バレーボール、水泳、野手に対して、ハンドボール、バドミントンが水泳に対して有意に大きかった。非利き腕では、投手が野手に比べて有意に大きかった。利き腕・非利き腕の差では、投手、ハンドボール選手で利き腕側が大きかった。

野球選手の外旋可動域の増大については数多くの報告がみられ、多くの研究で本研究と同様に利き腕の外旋可動域が大きくなると報告されており<sup>4,6,9,10</sup>、本研究でも同様の結果が得られた。しかし、ハンドボール選手の外旋可動域が利き腕で大きくなるという報告はこれまでにみられない。利き腕の外旋角度が広がる理由としては、動作の繰り返しの回旋可動域の非対称については軟部組織の適応や上腕骨の後念角の影響が考えられている<sup>9</sup>。このような動作に対する形態的適応は、投手、ハンドボールのみで利き腕・非利き腕間で差があったことから納得のできる説明である。しかし、テニス、バレーボールの利き腕の外旋可動域が非利き腕よりも広がるとしている報告も見られ<sup>11,22,34</sup>、肩関節に形態的適応が出現するにはどのような負荷、競技の継続年数必要なかは定かではない。これらの形態・機能的な特性は競技の継続による適応だけではなく、利き腕・非利き腕、両側において投手が野手に対して有意に外旋可動域が広がったことから、高いレベルの投球パフォーマンスを発揮するために必要な要素であることも考えられる。

内旋角度はバドミントン、バレーボール、ハンドボールが水泳に対して、バドミントンが野手に対して大きかった。また、水泳を除くすべての種目で非利き腕側の角度が大きかった。

バレーボール、テニス、野球、ハンドボールでは利き腕の内旋可動域が非利き腕に対して狭くなるという報告がされており<sup>11,22,32,34,36</sup>、本研究でも同様の結果が得られた。

### 3.各種目の回旋筋力の特性について

本研究の結果、利き腕の外旋筋力では、水泳がすべての種目に対して、バドミントン、ハンドボールがテニス、野手に対して、投手、バレーボール、テニスが野手に対して有意に大きかった。それに対して非利き腕では、水泳がすべての種目に対して、有意に大きく、バドミントン、バレーボールがハンドボール、テニス、野手に対して、投手、テニスが野手に対して、有意に大きかった。

また、利き腕の内旋筋力では、水泳がすべての種目に対して、バドミントン、ハンドボールがテニス、野手に対して、投手、バレーボール、テニスが野手に対して有意に大きかった。これに対して、

非利き腕では、水泳がすべての種目に対して、有意に大きく、バドミントン、バレーボールがハンドボール、テニス、野手に対して、投手、テニスが野手に対して、有意に大きかった。

内旋・外旋筋力ともに水泳選手が大きかった理由としては、投球、バドミントン、テニス、バレーボール、ハンドボールが下肢・体幹・上肢という運動連鎖の結果、肩関節を回旋させる<sup>3,4,7,22)</sup>のに対して、水泳では下肢に加えて上肢の筋力を大いに働かせる必要があることが考えられる。競泳ではクロールで60~70%、背泳ぎで60%前後、バタフライで約50%、さらにキックの力が大きいと考えられている平泳ぎでも30~40%が上肢による推進力である<sup>17)</sup>と報告されている。このような上肢の高い貢献により推進力を得ることによって生じるトレーニング効果や、投球時のフォロースルー期にみられるような遠心性収縮が肩関節回旋筋群に生じないため、水泳選手では筋力が大きくなったことが考えられる。

#### (表2挿入)

利き腕・非利き腕間の差では、水泳選手の外旋筋力、ハンドボール、バドミントン選手の内旋筋力が利き腕で大きかった。また、すべての種目の中で、投手の外旋筋力で非利き腕が大きかった。投手の利き腕の外旋筋力は、野手をのぞくすべての種目に対して有意に低かったことから、投球動作の繰り返しが他のオーバーヘッド動作と異なる、もしくは大きな負荷が加わる事が考えられる。

一般人の回旋筋力を測定した研究では、外旋筋力、内旋筋力とも利き腕の優位性が確認されている<sup>27,28)</sup>。これに対して、野球選手の肩関節回旋筋力をみた研究では、内旋筋力は投球側が優位性をもつが、外旋筋力は非投球側が優位になるという報告が多くみられる<sup>6,12,27,10)</sup>。これは、投球動作のフォロースルー初期において、肩関節に体重の約90%の牽引力がかかることや、反復する投球動作の結果、筋疲労<sup>1)</sup>や、外旋筋群である棘下筋、小円筋、棘上筋が遠心性収縮による微細な損傷を受け、慢性的な炎症により筋力低下<sup>16)</sup>が起こるためであると考えられている。しかし、投球動作と同様に肩関節の非対称性動作を繰り返し行うバレーボール、テニス、バドミントンにおいて、本研究では両側の間

に差はなかった。また、シュートスピードが上腕骨の加速と関連があると考えられる<sup>33)</sup>ハンドボールにおいても、本研究では利き腕の外旋筋力が大きかった。これらの原因は定かではないが、投球動作時の肩関節の角速度が $6000^{\circ} \sim 9000^{\circ}$ と考えられている<sup>30)</sup>のに対して、テニスのサーブ動作が $2500^{\circ}$ 前後<sup>15)</sup>であることや、バドミントンのスマッシュは前腕の回内・回外動作と関連が強いこと<sup>32)</sup>が考えられる。これらの事実から、投手の練習内容が主に投球動作に偏りやすいのに対して、バレーのスパイク、テニスのサーブ、ハンドボールのシュート等は、それぞれの競技のパフォーマンスの一部に過ぎないため、過度な負荷が肩関節にかかっていないためであると推察された。

## V 結 論

本研究の結果、非対称性のオーバーヘッド動作を伴う種目では利き腕の内旋角度が非利き腕に対して小さいことがわかった。しかし、水泳では利き腕の外旋筋力が大きくなる以外の利き腕・非利き腕の差はみられなかった。また、投手では利き腕の外旋角度が、ハンドボール選手では利き腕の外旋可動域、外・内旋筋力が、バドミントン選手では、利き腕の内旋筋力が大きいといった差が見られた。また、投手の外旋筋力のみで非利き腕の筋力が利き腕の筋力よりも大きかった。このように、同様にオーバーヘッド動作を伴う競技でも、肩関節回旋角度・筋力特性はそれぞれ異なってくることが示唆された。特に、投球動作のように強い負荷を肩関節にかける動作では、筋力のアンバランスが起こることが示唆された。このことから、同様にオーバーヘッド動作を伴う種目であっても、リハビリテーション、障害予防を行う際に、各種目の特性に留意する必要があることがわかった。しかし、オーバーヘッド動作を伴う競技の肩関節機能がおこるメカニズムは不明な点が多いため、今後の研究で他種目間の肩関節機能を縦断的に追うことで、機能の変化がおきる、時期、負荷量等を調べていく必要がある。

## 参考文献

### 文献

1. Alderlink, G.J. (1986) Isokinetic shoulder strength of high school and college-aged pitchers. *J. Orth. Sports Phys. Ther.*, 7:163-172
2. Baltaci, G. (2004) Isokinetic performance at diagonal pattern and shoulder mobility in elite overhead athletes. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 14(4):231-238
3. Bartrett, L.R. (1989) Measurement of upper extremity torque production and its relationship to throwing speed in competitive athlete. *Am. J. Sports Med.*, 17(1):89-91
4. Basset, R. W. (1990) Glenohumeral muscle force and moment mechanics in a position of shoulder instability. *J. Biomech.*, 23:405-415
5. Bigliani, L.U. (1997) Shoulder motion and laxity in the professional baseball players. *Am. J. Sports Med.*, 25 (5):6093-613
6. Brown, L.P. (1988) Upper extremity range of motion and isokinetic strength of the internal and external shoulder rotation in major league baseball players. *Am. J. Sports Med.*, 16:577-585
7. Coleman, S.G. (1993) A three dimensional cinematographical analysis of the volleyball spike. *J. Sports Sci.*, 11(4):295-302
8. Cook, E. E. (1987) Shoulder antagonistic strength ratios: A comparison between college-level baseball pitchers and non pitchers. *Am. J. Sports Med.*, 8:9:451-461
9. Crockett, H. C. (2002) Osseous adaptation and range of motion at the glenohumeral joint in professional baseball pitchers. *Am. J. Sports Med.*, 30(1):20-26
10. Donatelli, R. (2000) Assessment of shoulder strength in professional baseball pitchers.

- J. Orthop. Sports Phys. Ther., 30:554-328
11. Ellenbecker, T.S. (1992) Shoulder internal and external rotation strength and range of motion of highly skilled junior tennis players. *Iso. Exer. Sci.*, 2(2):65-72
  12. Ellenbecker, T.S. (1997) Concentric isokinetic shoulder internal and external rotation strength in professional baseball pitchers. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, 25:323-328.
  13. Ellenbecker, T.S. (1988) Concentric versus eccentric isokinetic strengthening of the rotator cuff. *Am. J. Sports Med.*, 16(1):64-69
  14. Fleisig, G.S. (1995) Kinetics of baseball pitching with implications about injury mechanisms. *Am J Sports Med*, 23(2):233-239
  15. Fleisig, G. (2003) Kinematics used by world class tennis players to produced high velocity serves. *Sports Biomech.* 2(1):51-64
  16. Hinton, R.Y. (1988) Isokinetic evaluation of shoulder rotational strength in the high school baseball pitching. *Am. J. Sports Med.*, 16:274-279
  17. 石川和志(2005)スポーツ動作のバイオメカにクス,水泳における肩の動き、整形災害外科 48(5):487-494
  18. Jobe, F.W. (1981) EMG analysis in shoulder in pitching. A preliminary report. *Am. J. Sports Med.*, 11(1):3-5
  19. Kelly, B.T. (1996) The manual muscle examination for rotator cuff strength. An electromyographic investigation. *Am. J. Sports Med.* 24, 5:586-587
  20. Kennedy, K. (1993) Concentric and eccentric rotator cuff ratios in skilled tennis players. *Iso. Exer. Sci.*, 3(3):155-159
  21. Kibler, W.B. (1996) Shoulder range of motion in elite tennis players. *Am. Orth. Soc.*

- Sports Med., 24(3):279-285
22. Kibler, W.B. (1995) Biomechanical analysis of the shoulder during tennis activities. Clin. Sports Med., 14(1):79-85
  23. King, J.W (1969) Analysis of the pitching arm of professional baseball pitcher. Clin. Orthop. Relat. Res., 67:116-123
  24. Klaus, B. (1997) Shoulder strength and range of motion in symptomatic and pain-free elite swimmers. Am. J. Sports Med., 25(4)454-459
  25. Kuechle, D.K. (2000) The relevance of the moment arm of shoulder muscles with respect to axial rotation of the glenohumeral joint. Clin. Biomech., 15:322-329
  26. Magnusson, S. (1995) Strength profiles and performance in Masters' level swimmers. Am. J. Sport Med., 23(5) 626-631
  27. Magnusson, S.P (1994) Shoulder weakness in professional baseball pitchers. Med. Sci. Sports Exercise, 22:5-9
  28. Magnusson, S.P (1990) Subject variability of shoulder abduction strength. Am. J. Sports Med., 18:349-353
  29. Pappas, A.M. (1985) Biomechanics of baseball pitching. Am. J. Sports Med., 13(4):216-222
  30. Pawloski, D. (1989) Relationship between shoulder and elbow isokinetic peak torque, torque acceleration energy, average power, and total work and throwing velocity in intercollegiate pitchers. Athletic Training, 24(2):129-132
  31. 田中忍(1998) 各種スポーツ選手の内外旋筋力にみられる筋力特性, 臨床スポーツ医学. 15(10):1176-1180
  32. 関一誠(1990)バトミントンの動作解析, Jap. J. Sports Sci. 9(8):468-476

33. Tillaar, R. (2007) A three-dimensional analysis of over arm throwing in experienced handball players. *J. Appl. Biomech.*, 23(1):12-19
34. Wang, H.K. (2000) Isokinetic performance and shoulder mobility in elite volleyball athletes from the United Kingdom. *J. Sports Med.*, 34:39-43
35. 山下純平, (2006) ハンドボール競技におけるシュート動作に関する研究, *スポーツコーチング研究*. 5(1):23-34
36. Zapartidis, I. (2007) Throwing effectiveness and rotational strength of the shoulder in team handball. *J Sports Med. Phys. Fitness*, 47(2):169-178

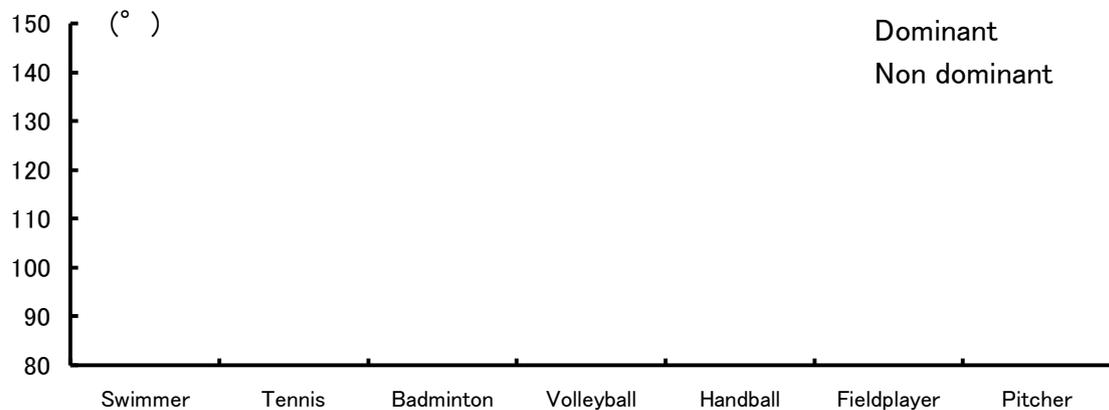
表 1 Descriptive data of subjects

	人数(人)	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	競技暦(年)
Swimmer	18	21.0±0.7	175.06±4.45	70.65±5.28	13.44±3.09
Tennis	15	19.2±0.4	175.33±6.09	69.53±7.45	8.07±3.33
Badminton	11	19.5±0.9	170.91±6.14	60.73±6.31	7.91±1.87
Volleyball	16	20.9±0.5	181.19±7.00	71.25±6.11	8.13±2.16
Handball	13	19.8±0.8	176.23±7.17	70.92±6.87	7.23±2.13
Field player	14	19.7±0.7	175.24±6.18	73.43±6.03	10.64±1.74
Pitcher	23	19.6±1.6	175.05±6.23	73.38±6.45	10.38±2.6

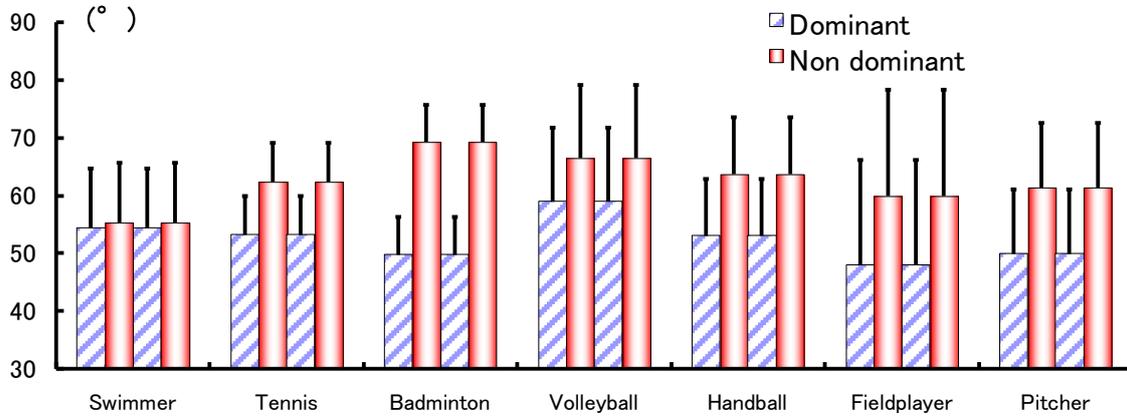
図 1 Position of measurement



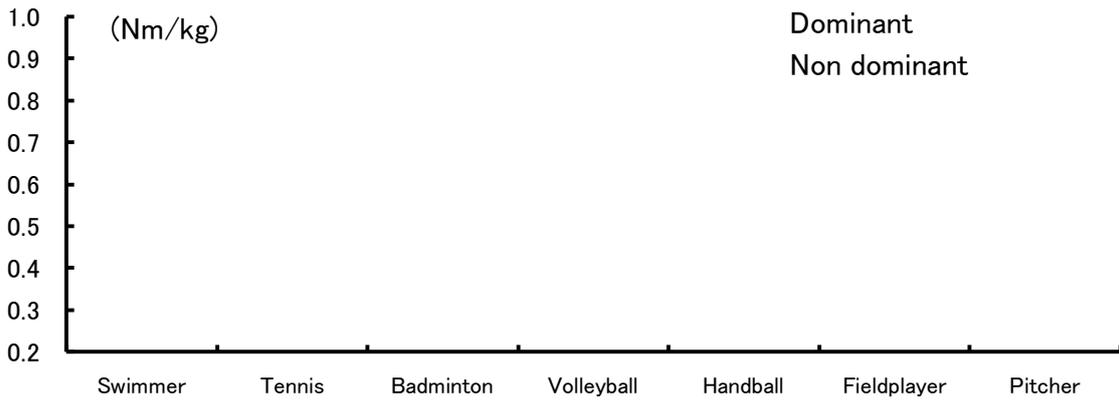
図 2 External rotation range of motion



☒ 3 Internal rotation range of motion



☒ 4 External rotation torque



☒ 5 Internal rotation torque

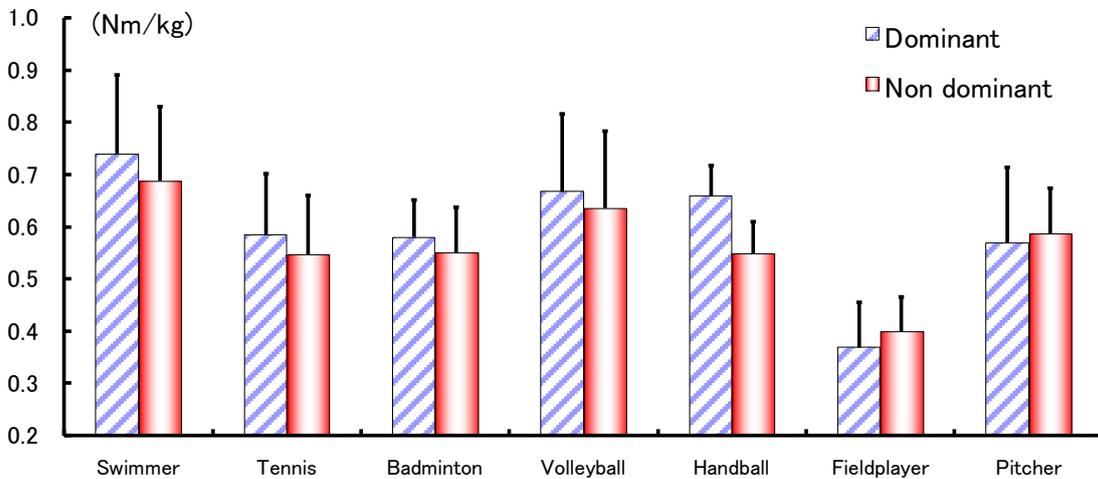


表 2 Significantly large side

	Swimmer	Volleyball	Handball	Badminton	Pitcher	Fielder	Tennis
外旋角度			○		○		
内旋角度		×	×	×	×	×	×
外旋筋力	○		○	○	×		
内旋筋力			○	○			

○ : 利き腕が有意に大きい、× : 非利き腕が有意に大きい