

氏 名	伊 丹 康 夫
(ふりがな)	(いたみ やすお)
学位の種類	博士(医学)
学位授与番号	甲 第 号
学位審査年月日	平成31年1月16日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題名	Site and Severity of the Increased Humeral Retroversion in Symptomatic Baseball Players: A 3-dimensional Computed Tomographic Analysis (野球選手における上腕骨の形態変化:三次元CT再構築画像を用いた捻れの検討)
論文審査委員	(主) 教授 佐 浦 隆 一 教授 鳴 海 善 文 教授 近 藤 洋 一

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

<背景と目的>

ヒトの上腕骨は上腕骨遠位に対して近位が生理的に後捻しており、成長とともに近位骨端線近傍において減捻することが知られている。野球選手では繰り返しの投球により生理的な減捻が障害され、投球側の上腕骨後捻が非投球側より大きくなることが知られている。

上腕骨の過後捻は動作時の肩および肘の関節包や筋など軟部組織のバランスに影響すると考えられるが、野球選手の上腕骨後捻の左右差について、生じる部位やその程度などは明らかでなかった。また、これまでの上腕骨後捻に対するX線像、超音波画像やCT画像を用いた評価法は上腕骨全体に対する評価のみであった。そこで本研究では、三次元CT再構築画像を用いた骨形態評価法を応用することで、野球選手の上腕骨後捻の左右差の生じる部位とその程度を検討した。

<対象と方法>

1) 対象

投球動作に起因する肩および肘障害に対して手術治療を行った男性野球選手 25 名（平均年齢 20.0 歳、15～38 歳）を対象とした。守備位置の内訳は投手 12 名、野手 13 名である。

2) 上腕骨三次元 CT 再構築画像を用いた捻れの検討

上腕骨 CT のデータから画像解析ソフト（SYNAPSE VINCENT）を用いて左右の上腕骨表面モデルを作成し、それを画像解析ソフト OV（大阪大学大学院運動器バイオマテリアル寄附講座）にて解析した。

上腕骨の捻れの左右差が生じる部位とその程度を評価するために、投球側上腕骨表面モデルと非投球側の同鏡像モデルを比較した。まず、上腕骨全体を上腕骨遠位（内側上顆と外側上顆を結ぶ線を中心とした上下 1cm の範囲）を基準にして表面モデルと鏡像モデルを重ね合わせた。続いて、上腕骨全体を 15 分割し左右の対応する各セグメントを遠位から近位に画像が一致するまで回旋させながら重ね合わせ、重ね合わせに要した回旋量をセグメントでの後捻角度の左右差とした。

paired *t*-test を用いて上腕骨後捻角度の左右差が隣り合うセグメント間で有意に変化しているかを危険率 5%を有意水準として検討した。本評価法の検者内および検者間信頼性は 2 名の検者が 7 例を 2 回ずつ計測し、級内相関係数を算出することで検証した。

<結果>

1) 評価法の検者内および検者間再現性

評価法での検者内再現性の級内相関係数は 0.88 - 1.00 / 0.91 - 1.00、検者間再現性の級内相関係数は 0.89 - 1.00 であり、再現性の高い評価法であることが示された。

2) 上腕骨後捻の左右差が生じる部位およびその程度

上腕骨全体では投球側の上腕骨後捻が非投球側と比べ有意に増加し（ $13.0 \pm 6.2^\circ$, $p < 0.01$ ）、上腕骨の捻れの左右差は主に遠位の 3 セグメント（ $3.9 \pm 2.5^\circ$ ）と近位の 6 セグメント（ $9.0 \pm 5.3^\circ$ ）で生じていた。また、上腕骨頭の近位 1/2 は遠位 1/2 に比べ有意に

捻れの左右差が増大していた ($2.5 \pm 1.4^\circ$, $p < 0.0001$)。

3) 守備位置での比較

投手の上腕骨全体の後捻の左右差 ($16.2 \pm 5.1^\circ$) は野手 ($10.0 \pm 5.7^\circ$) より大きく ($p = 0.009$)、その変化は近位骨端線近傍で有意であった ($p = 0.04$)。

<考察>

本研究結果から、野球選手の上腕骨後捻の左右差は上腕骨近位骨端線近傍のみではなく、上腕骨遠位1/3、上腕骨近位骨幹部および上腕骨頭でも生じていることが明らかになった。

この機序として、投球動作では上腕骨遠位の外旋トルクとコッキング期の大胸筋や広背筋など内旋筋群の強い筋収縮が生じるため、投球動作を繰り返すことで上腕骨の生理的な減捻が阻害されることが推察された。また、上腕骨頭近位1/2における後捻の左右差は上腕骨頭遠位1/2に比べ有意に増大していたが、上腕骨頭には腱板および肩関節包靭帯が附着しているので、上腕骨頭近位1/2における後捻の変化は肩甲上腕関節の動的および静的安定性に影響をおよぼす可能性が示唆された。

守備位置での比較では、投手の上腕骨全体での後捻の左右差は野手より有意に大きく、特に、捻れの左右差の変化は近位骨端線近傍において投手の方が野手より有意に増大していた。すなわち、繰り返しの投球動作により生じる上腕骨後捻の最も大きな変化は近位骨端線近傍に生じることが明らかとなった。

<結論>

野球選手の投球側での上腕骨後捻の増加は上腕骨近位骨端線近傍のみではなく、上腕骨頭、上腕骨近位骨幹部や上腕骨遠位でも生じていることが明らかとなった。

論文審査結果の要旨

ヒトの上腕骨は上腕骨遠位に対して近位が生理的に後捻しており、成長とともに近位骨端線近傍において減捻することが知られている。野球選手では繰り返しの投球により生理的な減捻が障害され、投球側の上腕骨後捻が非投球側より大きくなることが知られている。上腕骨の過後捻は動作時の肩および肘の関節包や筋など軟部組織のバランスに影響すると考えられるが、野球選手の上腕骨後捻の左右差について、生じる部位やその程度などは明らかでなかった。また、これまでの上腕骨後捻に対する X 線像、超音波画像や CT 画像を用いた評価法は上腕骨全体に対する評価のみであった。

そこで申請者は、三次元 CT 再構築画像を用いた骨形態評価法を応用することで、野球選手の上腕骨後捻の左右差の生じる部位とその程度を検討した。

申請者は再現性の高い評価法を考案し、野球選手における上腕骨後捻の左右差がこれまで想定されていた上腕骨近位骨端線近傍のみではなく上腕骨遠位 1/3、上腕骨近位骨幹部および上腕骨頭でも生じていることを明らかにした。また、腱板および肩関節包靭帯が付着する上腕骨頭で近位 1/2 は遠位 1/2 に比べ後捻の左右差が有意に増大していることを示した。さらに、守備位置別の比較により、投手の上腕骨全体での後捻の左右差は野手より有意に大きく、捻れの左右差の変化は近位骨端線近傍で投手の方が野手より有意に増大していることも明らかにした。

今回の知見は、野球選手の投球側上腕骨の過後捻が肩甲上腕関節の動的および静的安定性に影響する可能性を示唆するものであり、投球障害の病態解明に大きく寄与すると考えられる。

以上により、本論文は本学大学院学則第 11 条第 1 項に定めるところの博士（医学）の学位を授与するに値するものと認める。

(主論文公表誌)

The American Journal of Sports Medicine 44 (7): 1825-1831, 2016