

報告番号	※甲	第	号
------	----	---	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目

The quantitative analysis of the humeral translation at different rotational velocities: synchronizing with cine MRI and video camera to identify the shoulder rotation angle
(異なる回旋運動速度下での上腕骨頭変位の定量的解析: Cine MRI とビデオカメラの同期による肩関節回旋角度の同定)

氏 名 松井 一久

論 文 内 容 の 要 旨

緒言

肩甲上腕関節は広い表面積の上腕骨頭と浅く狭い表面積の関節窩により構成される形態的に不安定な関節である。回旋筋腱板と三角筋による協調された筋収縮タイミングは、関節窩上に上腕骨頭を留めるだけではなく関節窩への求心力をもたらし、筋収縮が上腕骨頭の位置に影響を与えることが示されている。

日常生活や仕事、スポーツ活動中における挙上動作では、肩甲上腕関節の回旋運動が多く含まれる。これまでの肩関節回旋運動中の画像解析は、関節窩に対する上腕骨頭変位に注目されているが、上腕骨頭と肩関節の回旋肢位とは同期していないため理学的検査における上腕骨頭変位の所見と先行研究の上腕骨頭変位との関係は希薄である。肩甲上腕関節での協調された筋のコントロールが低下した場合には、異なる肩関節自動回旋運動速度や収縮様式での上腕骨頭や回旋軸の逸脱した運動がみられる。しかし、これまでの研究において肩関節回旋運動速度の違いが関節内運動へおよぼす影響は明らかにされていない。

本研究の目的は、異なる肩関節回旋速度において健常な肩関節の上腕骨頭がどのように制御されているかを関節運動方向や角度に注目した解析をおこない臨床的な動的安定性を定量的に明らかにすることである。

対象および方法

頸椎、胸椎、肩関節に現病歴・既往歴を有さない健常成人 10 名（男性 8 名、女性 2 名、20 肩、平均年齢 27.80 ± 6.05 歳）を対象とした。MRI 撮像前に対象者の肩関節は構造的不安定性と動的不安定性に該当しないことを理学的所見で予め確認した。

0.4T オープン型 MRI 装置 (Aperto Eterna, 日立メディコ)を用いて肩関節回旋運動中の肩甲上腕関節を軸位断上で撮像した。撮像条件はモディファイドグラディエントエコー法、繰り返し時間 4.4 ms, エコー時間 2.2 ms, フリップアングル 90°, スライス厚 1.7 mm, バンド幅 160 kHz, 撮像領域 32 cm × 32 cm, マトリクス 256 × 256 ピクセ

ルとした．撮像速度は1画像につき0.5秒とした．

対象者はオープン型MRI装置内にて背臥位，0°外転位をとり，外旋位から開始して最大内旋位の後に最大外旋位に戻るまでの連続した肩関節回旋運動を実施した．肩関節回旋運動速度は，低速（15回/分），中速（37.5回/分），高速（52.5回/分）の3種類としてデジタルメトロノーム音に合わせて最大自動可動域での回旋運動を実施した．回旋運動速度は，先行研究において日常生活での肩関節回旋運動速度が30°/秒以下であったこと，ならびに予備実験において肩関節不安定症患者が実施可能な最大速度と最低速度をもとに決定した．MRI撮像と同時に対象者頭側よりビデオカメラ撮影とMRI撮像画像を同期することで肩関節の回旋角度を明らかにした．

得られたMRI画像より上腕骨頭の変位として上腕骨頭中心を関節窩上へ投影した関節窩中心からの距離とした．上腕骨頭中心はmatlab 2016b (Mathworks Inc)を用いて上腕骨頭の関節表面の座標より最小二乗法により算出した．3速度間の上腕骨頭の位置と変位は二元配置分散分析を用いて比較した．なお，本研究の計測方法であるMRI撮像とビデオカメラの同期と画像データ解析は，予備実験において計測精度ならびに再現性が高いことを確認した．

結果

上腕骨頭の位置と変位は3速度間において有意差はみられなかった．肩関節回旋運動中の上腕骨頭は関節窩中心より，後方 0.42 ± 1.82 mmから前方 1.91 ± 1.69 mmに位置した．肩関節回旋運動速度・方向，肩関節肢位に関係なく上腕骨頭は後方 1.51 ± 1.60 mmから前方 2.62 ± 2.19 mmの範囲で変位した．

考察

本研究では肩関節自動回旋運動中の健常な肩関節の上腕骨頭をMRIにより撮像し，被験者の肩関節をMRIと同期したビデオカメラにより撮像した．健常青年の動的に安定した肩関節は，肩関節回旋運動速度・肢位に影響されず，上腕骨頭の有意な変位はないことが明らかとなった．動的安定性の参考値として，上腕骨頭には関節窩中心より後方0.42 mmから前方1.92 mmの範囲での生理的な遊びがみられた．この結果は臨床家が徒手から主観的に正常と判断する上腕骨頭変位を定量的に解析した参考値である．動的不安定性のみられる有病者では，本研究の参考値である肩関節回旋運動中の上腕骨頭位置の分布範囲や上腕骨頭変位量から逸脱しているかもしれない．ここで得られた結果は，異なる回旋運動速度下での健常な肩関節の上腕骨頭の変位を定量的に示し，臨床的な動的不安定性を検出するための基礎データになる．

結語

異なる肩関節回旋運動速度下での肩甲上腕関節の関節内運動を検証したところ，動的に安定した肩甲上腕関節は回旋運動速度に影響されず急激な変位はみられなかった．動的に安定した肩甲上腕関節は約2 mm程度の関節の遊びの範囲で生理的な安定性が得られていることが明らかになった．