

5. 無症候性野球選手における 肩甲上腕関節の動作解析 —4次元 computed tomography を用いて—

門間太輔*1, 遠藤香織*2, 河村太介*2, 瓜田 淳*2
松井雄一郎*2, 濱野博基*2, 本谷和俊*2, 岩崎倫政*2

●はじめに

オーバーヘッドモーションを繰り返す野球、テニス、バドミントン、バレーなどでは肩のスポーツ障害が発生しやすい。特に野球選手にみられる投球障害肩に関してはこれまでに、関節鏡、MRIなどの診断技術の発達により病態の解明が試みられているものの、いまだ十分に明らかにされていない。

投球動作の解析に関し、in vivo の肩甲上腕関節の動作解析はこれまでに、体表マーカーを用いた動作解析¹⁾ や 3D レジストレーション法²⁾、MRI を用いた手法³⁾ などいくつかの報告がある。我々もこれまで応力分布に着目し、Computed Tomography (CT) osteoabsorptiometry 法を用いて野球経験のないコントロール群では応力集中が無いものの、野球選手、特に投手においては肩甲骨の応力分布が変化し、投球動作は肩甲上腕関節の応力を変化させることを報告している⁴⁾。しかしながら、肩甲上腕関節は広い可動性をもつ多軸関節で isometric point をもたないことから、3次元的な動作解析が好ましく、また実際の動き、すなわち肩甲骨に対する上腕骨頭の軌跡に関しては未だ明らかにされていない。

近年、CT を用いた動態解析法 (4次元 CT, 以下 4DCT) の時間・空間分解能が向上し、低被曝で優れた画像を得る技術が開発され臨床にも応用可

能となった⁵⁾。そこで、我々は 4DCT を用いて投球動作を模倣した肩甲上腕関節の動作解析が可能であると仮説をたてた。本研究の目的は、4DCT を用いた無症候性野球選手の投球動作を模倣した肩甲上腕関節動作を視覚化し、投球動作が与える肩甲上腕関節の骨頭、骨軸の変化を明らかにすることである。

●4DCT を用いた肩甲上腕関節の動作解析

肩関節に疼痛や既往歴のない 6 名の無症候性大学野球投手 (平均年齢 19.7 歳) を対象とし、左右両肩関節の静止時からコッキング動作時の CT 撮影を約 3 秒間、31 シーン撮影し、動作はメトロノームで一定の反復動作として投球動作を模倣して行った。CT 撮影は東芝社の Aquilion One を用いて 0.1 秒間に 1frame 撮影し、ガントリーの調整により総被曝量は 2.4mSv 以下であった (図 1)。

撮影された CT 画像において、肩甲骨関節窩上の 0, 3, 6 時の位置に 3 点を置き座標軸を設定し、上腕骨では肩甲上腕関節包が付着する骨頭を便宜的に 8 等分した点と、骨頭中心および骨軸上に 2 点の計 11 点を設定し、肩甲骨上に設定した 3 次元座標上の軌跡 Trajectory を評価した (図 2A-C)。

肩関節外転位内外旋運動において、上腕骨上に設定した各点の軌跡は、非投球側と比較し投球側において長く、特に前下方において有意差を認める結果であった (図 3)。

これらの結果から、4DCT により投球動作を模倣した肩甲上腕関節動作を視覚化することが可能

*1 北海道大学病院, スポーツ医学診療センター

*2 北海道大学大学院医学研究院, 整形外科科学教室

5. 無症候性野球選手における肩甲骨関節の動作解析—4次元 computed tomography を用いて—

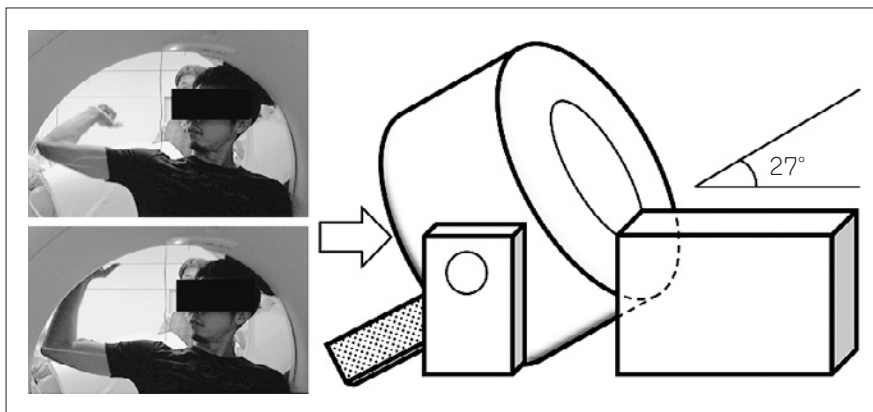


図1 東芝社の Aquilion One を用いて0.1秒間に1frame撮影し、ガントリーの調整により総被爆量は2.4mSv以下であった。

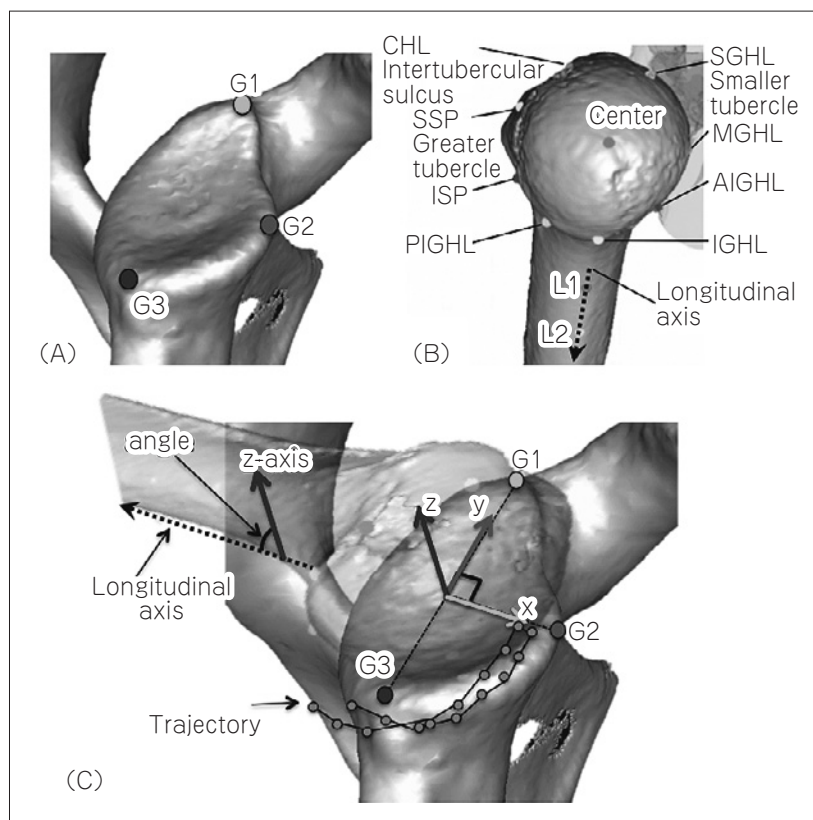


図2 (A) 肩甲骨関節窩上の0, 3, 6時の位置に3点を置き座標軸を設定。(B) 上腕骨では肩甲骨関節包が付着する骨頭を便宜的に8等分した点と、骨頭中心および骨軸上に2点の計11点を設定。(C) 肩甲骨上に設定した3次元座標上の軌跡 Trajectory を評価。

であり、繰り返す投球動作により上腕骨頭は前方へ変位することが推測された。

一方で、肩関節不安定症は多くの投球障害肩における一次的な病態と考えられているが、定量的に評価することは困難であった。撮影条件が必ずしも投球動作を再現していないなど限界はあるも

の、4DCTによる動作解析が肩関節動作の視覚化と微小変化の検出を可能とし、投球動作の病態解析に貢献できるツールであることが示唆される。それぞれの病態において本法による検討を行うことで投球障害肩の病態を明らかにする一助となることが期待される。

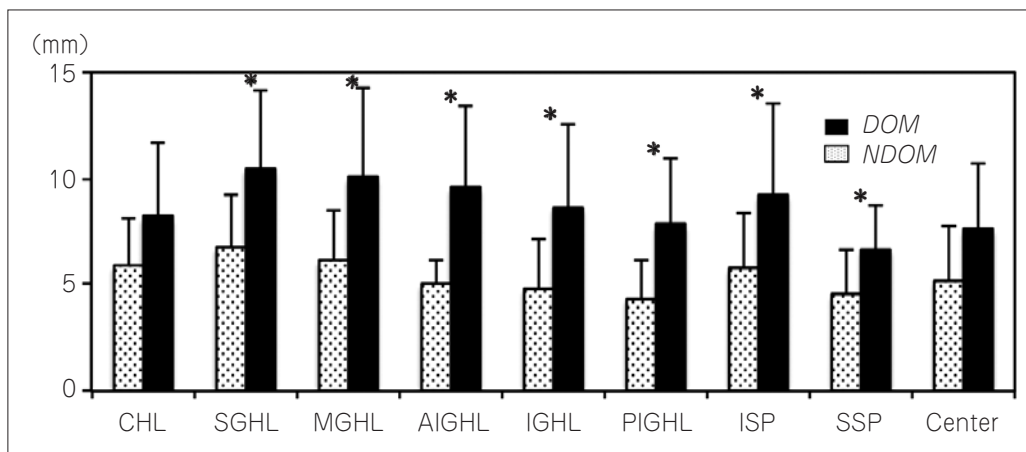


図3 上腕骨上に設定した各点の軌跡は、非投球側と比較し投球側において長く、特に前下方において有意差を認める結果であった。

●今後の展望

本稿では4DCTが投球動作を模倣した解析である点を考慮しなくてはならない。また、対象者は大学野球選手であり、投球動作における肩関節の力学的環境をさらに理解するためには、他の投球動作を伴うスポーツ選手の解析や野球の競技レベルによる差異、投球フォームや年齢などによる比較も必要であると考えている。今後は、これらの課題を克服し先端テクノロジーを取り入れることで、肩関節の解析を行い投球障害肩の病態解明の一助としたい。

文 献

- 1) Fleisig GS, Kingsley DS, Loftice JW, et al. Kinetic comparison among the fastball, curveball, change-up, and slider in collegiate baseball pitchers. *Am J Sports Med.* 2006; 34(3): 423-430.
- 2) Yang C, Goto A, Sahara W, et al. In vivo three-

dimensional evaluation of the functional length of glenohumeral ligaments. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2010 Feb; 25(2): 137-141.

- 3) Omori Y, Yamamoto N, Koishi H, et al. Measurement of the Glenoid Track In Vivo as Investigated by 3-Dimensional Motion Analysis Using Open MRI. *Am J Sports Med.* 2014; 42(6): 1290-1295.
- 4) Shimizu T, Iwasaki N, Nishida K, et al. Glenoid stress distribution in baseball players using computed tomography osteoabsorptiometry: a pilot study. *Clin Orthop Relat Res.* 2012; 470(6): 1534-1539.
- 5) Alta TD, Bell SN, Troupis JM, et al. The new 4-dimensional computed tomographic scanner allows dynamic visualization and measurement of normal acromioclavicular joint motion in an unloaded and loaded condition. *J Comput Assist Tomogr.* 2012; 36(6): 749-754.