



札幌医科大学学術機関リポジトリ *ikor*

SAPPORO MEDICAL UNIVERSITY INFORMATION AND KNOWLEDGE REPOSITORY

Title	健常成人における両肩峰間距離に対する鎖骨長の割合と安静立位での肩甲骨アライメントの関係
Author(s)	戸田, 創、山本, 敬三、吉田, 真、片寄, 正樹
Citation	札幌保健科学雑誌 5号 19 - 26 2016
Issue Date	2016年3月
DOI	10.15114/sjhs.5.19
Doc URL	http://ir.cc.sapmed.ac.jp/dspace/handle/123456789/6743
Type	Journal Article
Additional Information	
File Information	n2186621X519.pdf

- ・コンテンツの著作権は、執筆者、出版社等が有します。
- ・利用については、著作権法に規定されている私的使用や引用等の範囲内で行ってください。
- ・著作権法に規定されている私的使用や引用等の範囲を越える利用を行う場合には、著作権者の許諾を得てください。

原 著

健常成人における両肩峰間距離に対する鎖骨長の割合と安静立位での肩甲骨アライメントの関係

戸田 創¹⁾²⁾、山本敬三³⁾、吉田 真³⁾、片寄正樹⁴⁾

¹⁾ 札幌医科大学大学院保健医療学研究科

²⁾ 札幌医科大学附属病院リハビリテーション部

³⁾ 北翔大学生涯スポーツ学部スポーツ教育学科

⁴⁾ 札幌医科大学保健医療学部理学療法第二講座

【目的】両肩峰間距離に対する鎖骨長の割合と安静立位での肩甲骨アライメントとの関係を検討すること。【方法】健常男性30名の60肩を対象とした。鎖骨長及び両肩峰間距離と安静立位での肩甲骨アライメントをそれぞれ測定した。鎖骨長及び両肩峰間距離の測定にはメジャーを使用し、肩甲骨アライメントの測定には三次元動作解析装置を使用した。両肩峰間距離に対する鎖骨長の割合(以下、鎖骨長/両肩峰間距離)と肩甲骨アライメントを表す5項目①挙上②後退③上方回旋④後傾⑤内旋を解析に用いた。鎖骨長/両肩峰間距離と安静立位での肩甲骨アライメントとの関係の検討にPearsonの相関係数を用い、有意水準を $p<0.05$ とした。【結果】鎖骨長/両肩峰間距離と後退 ($r=0.55$, $R^2=0.30$, $p<0.001$) および内旋 ($r=-0.59$, $R^2=0.35$, $p<0.001$) で弱い相関関係を認めた。【結論】安静立位での肩甲骨のアライメントを評価する際は両肩峰間距離に対する鎖骨長の割合の影響を考慮する必要がある事が示唆された。

キーワード：鎖骨長 (clavicle length)、肩甲骨 (scapula)、アライメント (alignment)、姿勢 (posture)

Relationship between the proportion of clavicle length to biacromial arc and scapular resting alignment in healthy subjects

Hajime TODA¹⁾²⁾, Keizo YAMAMOTO³⁾, Makoto YOSHIDA³⁾, Masaki KATAYOSE⁴⁾

¹⁾ Graduate School of Health Sciences, Sapporo Medical University

²⁾ Division of Rehabilitation, Sapporo Medical University Hospital

³⁾ Department of Sport Education, School of Lifelong Sport, Hokusho University

⁴⁾ Second Division of Physical Therapy, School of Health Sciences, Sapporo Medical University

[Objective] To investigate the correlation between the proportion of clavicle length to biacromial arc and three-dimensional scapular resting alignment. [Methods] Thirty men (60 shoulders) without a history of shoulder pathology were enrolled. Data regarding the clavicle length, biacromial arc and three-dimensional scapular resting alignment were collected. The clavicle length and biacromial arc were measured with a tape measure, and three-dimensional scapular resting alignment was measured with 3D motion-capture system. The proportion of clavicle length to biacromial arc (CL/biacromial) and five variables of scapular alignment 1) elevation, 2) retraction, 3) upward rotation, 4) posterior tilt, and 5) internal rotation were used for analysis. The correlations of CL/biacromial with five variables of scapular alignment were calculated by Pearson's correlation coefficient, with a statistical significance level of $p<0.05$. [Results] Weak linear correlations were found between CL/biacromial and retraction ($r=0.55$, $R^2=0.30$, $p<0.001$) and internal rotation ($r=-0.59$, $R^2=0.35$, $p<0.001$). [Conclusions] Our results demonstrated that the proportion of clavicle length to biacromial arc should be given more consideration in the assessment of scapular resting alignment.

Key words : clavicle length, scapular, alignment, posture

Sapporo J. Health Sci. 5:19-26(2016)
DOI:10.15114/sjhs. 5. 19

緒 言

肩関節複合体において鎖骨は、①体幹との唯一の骨性連結として肩甲骨の支柱となる機能、②筋の起始停止、③大きな血管および神経の保護、④僧帽筋の張力を肩甲骨へ伝える機能という4つの機能を担っているとされている¹⁾。肩甲骨の支柱となる鎖骨の機能は胸骨と肩甲骨との距離を保つのみではなく、肩峰を胸郭の外側・上方・後方へと保持し結果的に肩甲骨の外旋・上方回旋・後傾を補助することになると考えられている²⁾。このように、肩甲骨の支柱となる鎖骨の機能は胸郭に対する肩峰の位置を規定する作用として肩甲骨運動に構造的な影響因子となると考えられている。

鎖骨骨折後の変形癒合、特に短縮変形となった場合には肩関節の動作時痛や筋力低下、可動域制限などの臨床成績の悪化を引き起こすことが報告されている³⁾。Matsumuraらは屍体肩で鎖骨の短縮変形モデルを作成し肩甲骨運動に及ぼす影響を検討し、正常な鎖骨長と比較し10%以上の短縮が存在すると安静位および挙上動作において肩甲骨の内旋・前傾が増大すると報告した⁴⁾。Hillenらも同様に、鎖骨長が短くなるに伴い安静位での肩甲骨アライメントが内旋・前傾・上方回旋したことを報告している⁵⁾。鎖骨骨折後の短縮変形で肩甲骨の内旋・前傾が増加するメカニズムは、解剖学・運動学の視点で考察されている^{4),5)}。解剖学的には鎖骨短縮に伴い肩甲骨の上下外側に位置する肩峰が内側・前方に引き込まれる⁴⁾。肩甲骨の各ランドマークを矢状面から観察すると肩峰は前上方、内側縁-下角は肩峰より後下方に位置している。肩甲骨は胸郭上を浮遊しており鎖骨短縮に伴い肩峰が胸郭に対して内側・前方に引き込まれると、肩甲骨の内側・下方は胸郭の存在で肩峰より後方へと保持されたままとなる。そのため鎖骨の短縮変形に伴い肩甲骨は内旋・前傾すると考えられている⁴⁾。これらの内旋・前傾といった肩甲骨アライメントの変化は肩峰下スペースの減少を引き起こすと言われている⁶⁾。これらのことから鎖骨短縮変形後の臨床成績の悪化を引き起こすのは、肩甲骨運動の変化に伴う肩峰下インピンジメントが一要因となると考えられている⁴⁾。

一方、鎖骨の長さには健常者においてバリエーションが存在することが報告されている⁷⁾⁻¹²⁾。Parsonsは18歳以上の骨病変のない全身の体型が保存された解剖体の282肩（男性153肩、女性129肩）の鎖骨長を両側の三角筋最外側部を結んだ肩幅に対する割合で検討している。その結果、男女共に、肩幅に対する鎖骨長の割合は33~44%という範囲を示すことを報告した⁷⁾。同研究内で示されている男性の肩幅の平均値である398mmから推計すると、その33%が131mm、44%が175mmとなり同じ肩幅でも最大で約4cmの鎖骨長の違いが存在することとなる。また、Cunninghamらは健常成人102名（男性40名、女性62名）における左右両側

の鎖骨長の左右差を検討し、鎖骨長の左右差が5mm以上の割合が28.5%で、そのうち10mm以上の差があった割合は7%であったことを報告した¹¹⁾。これらの研究から考えると、鎖骨長には体型の特徴である肩幅に対する割合に個体差があることや個人内でも左右差が大きい健常者がいることがわかる。これらの状況より、鎖骨骨折などの病態を有さない群においても鎖骨長の違いによって、肩甲骨のアライメントが変化すると推察される。

鎖骨骨折などの病態を有さない群における鎖骨長が肩甲骨アライメントに及ぼす影響を過去の研究から推察するうえで1つの問題が存在する。それは生体における肩甲骨アライメントは鎖骨の形態学的特徴の他にも胸椎後弯や肩鎖関節不安定症、肩甲上腕関節の拘縮、神経麻痺、肩甲骨周囲の筋バランスなど多くの要因に影響を受ける¹³⁾と考えられていることである。しかし、鎖骨長が肩甲骨アライメントに及ぼす影響は解剖体を用いた鎖骨短縮モデルによる検討で得られた知見しかなく、多くの要因に影響を受ける生体における肩甲骨アライメントに鎖骨長が同様の影響を及ぼすかは明らかでない。そこで本研究は、生体における肩幅に対する鎖骨長の割合と安静立位での肩甲骨のアライメントとの関係を検討することを目的として、肩幅の指標の一つである両肩峰間距離で標準化した鎖骨長と3次元動作解析装置を用いた安静立位での肩甲骨アライメントを用い検討することとした。

研究方法

1. 研究対象

本研究の内容を説明し理解を得た健常男性30名の両側60肩を対象とした。肩甲骨アライメントに影響を及ぼすと考えられる病態を有す対象を除外することを目的に、以下の5項目を対象の除外基準とした。①胸鎖関節、鎖骨、肩鎖関節、肩甲骨、肩甲上腕関節、上腕骨に障害の既往のあるもの②頸椎、胸椎、その他の上肢関節に障害の既往のあるもの③現在肩関節に痛みなどの症状があるもの④自動での上肢挙上動作を全可動域痛みを伴わずに行えないもの⑤以下の病態テストで一つ以上陽性を示すもの（Neer's test、Hawkin's test、Apprehension test、Sulcus sign）。対象の平均年齢は21.3±2.1歳、平均身長172.3±5.0cm、平均体重65.9±6.6kgであった。

2. 測定手順

2. 1. 鎖骨長および両肩峰間距離の計測

鎖骨長および両肩峰間距離の計測はメジャーを用いて行った。鎖骨長は頸切痕から肩鎖関節の距離を鎖骨前面にメジャーを沿わせて計測し（図1）、両肩峰間距離は左右の肩峰後外側の距離を背部にメジャーを沿わせて計測した¹⁴⁾（図2）。鎖骨長は両肩峰間距離における相対値で標準化した（以下、鎖骨長/両肩峰間距離とする）。



図1 鎖骨長の計測

頸切痕から肩鎖関節の距離を鎖骨前面にメジャーを沿わせて計測した

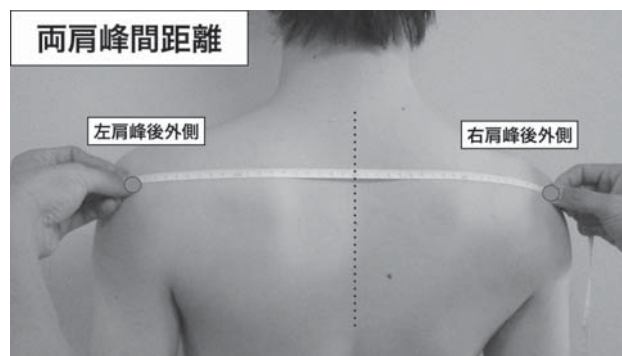


図2 両肩峰間距離の計測

左右の肩峰後外側の距離を背部にメジャーを沿わせて計測した

2. 2. 安静立位での肩甲骨アライメントの計測

安静立位での肩甲骨アライメントの計測は三次元動作解析装置VICON Systemを用いて行った。安静立位は肩関節挙上位から上肢を体側下垂位にし、肩甲骨運動が静止した肢位と定義した¹⁵⁾。被験者には挙上動作を行う指示を出し、降ろした後は力を抜き安静肢位を保持するように指示した。この手順は被験者の自然な肩甲骨アライメントを評価することを可能にするために行った。静止中の3秒間の値を安静立位データとして算出し、外転動作後と肩甲骨面挙上動作後の2種類の挙上動作各5回における2、3、4回目のデータを採用し6回の平均値を被験者の値とした¹⁵⁾。8台の赤外線カメラにより撮影し、サンプリング周波数は250Hzとして計測した。

2. 2. 1. 計測に用いる反射マーカの貼付位置

VICONの測定ポイントとなる反射マーカの貼付位置は、頸切痕；IJ、剣状突起；PX、第7頸椎棘突起；C7、第8胸椎棘突起；Th8、両側の肩鎖関節；AC、肩甲棘基部；TS、肩峰後外側端；AA、肩甲骨下角；AIとした。マーカの貼付は肩関節挙上位から上肢を体側下垂位にし、肩甲骨運動が静止した肢位で行った。

2. 2. 2. 局所座標系の定義

体幹・鎖骨・肩甲骨の各体節に3点以上のマーカを貼付し各体節の局所座標系を定義した。各体節に局所座標系を用いることから2つの体節の関係を位置変化とオイラー角で示すことができる。本研究で用いた局所座標系の定義は以下の3つとした¹⁶⁾。(図3)

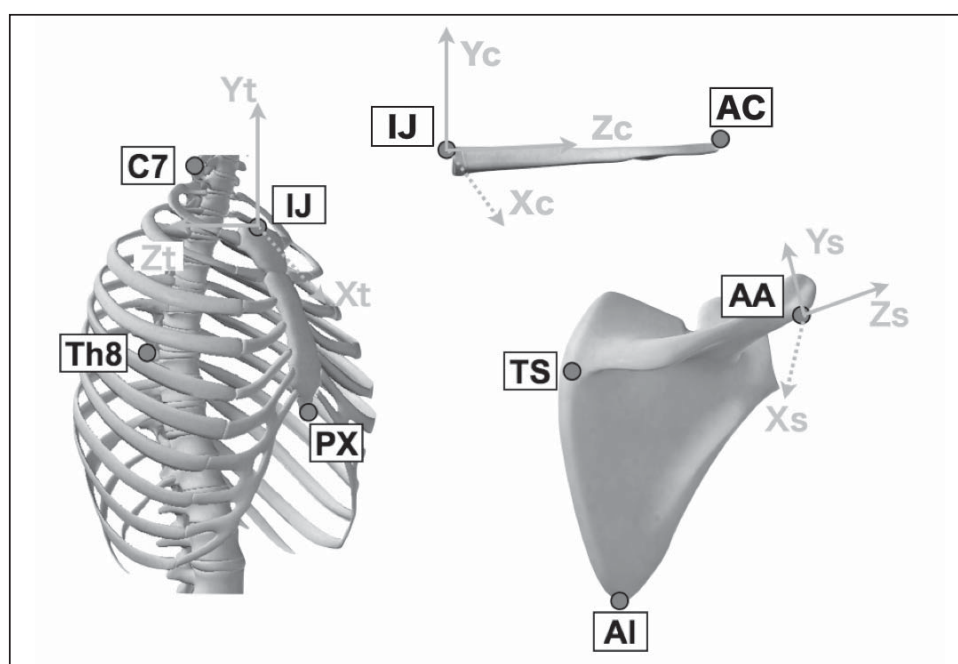


図3 反射マーカ貼付位置と局所座標系の定義

IJ；頸切痕、PX；剣状突起、C7；第7頸椎棘突起、Th8；第8胸椎棘突起、AC；肩鎖関節、TS；肩甲棘基部、AA；肩峰後外側端、AI；肩甲骨下角

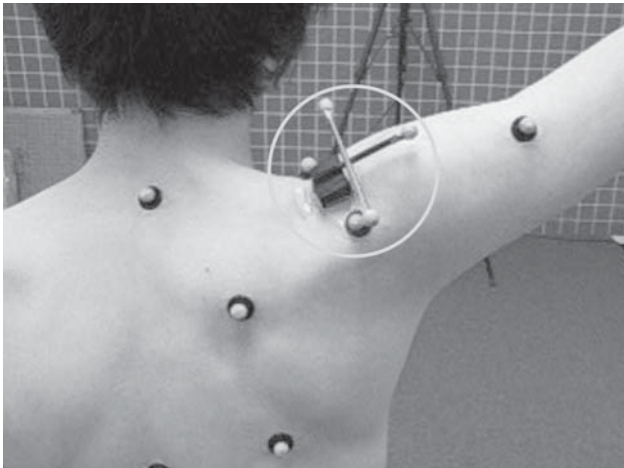


図4 Scapular Clusterの貼付位置

①体幹座標系

原点；IJ
 Y軸；PXとTh8の中点とIJとC7の中点とを結んだ軸
 Z軸；IJとC7、PXとTh8の中点の3点からなる面に垂直に交わる軸
 X軸；体幹座標のY軸とZ軸からなす面に垂直に交わる軸

②鎖骨座標

原点；IJ
 Z軸；IJとACを結んだ軸
 X軸；鎖骨座標のZ軸と体幹座標のY軸からなす面に垂直に交わる軸
 Y軸；鎖骨座標のZ軸とX軸からなす面に垂直に交わる軸

③肩甲骨座標

原点；AA
 Z軸；TSとAAを結んだ軸
 X軸；AIとAA、TSからなす面に垂直に交わる軸
 Y軸；肩甲骨座標のZ軸とX軸からなす面に垂直に交わる軸

2. 2. 3. 肩甲骨アライメントの測定

肩甲骨の運動の推定には皮膚と骨のずれが大きいとされている肩甲骨の運動を体表から評価する方法として近年の研究で用いられているScapular Clusterを肩峰に貼付する方法を用いた。この方法は肩甲骨にピンを刺入し直接骨運動を計測した測定値との誤差を検討し、挙上120°以下で十分な妥当性が報告されている^{17),18)}。Scapular Clusterとは直線上に無いマーカー3点から構成され、局所座標系を設定できる剛体である(図4)。

測定手順は以下の通りとした。①安静位でScapular Cluster座標(SC 1、SC 2、SC 3)に対する肩甲骨座標(TS、AA、AI)の各マーカーの位置を記録する。②肩甲骨ランドマーク(TS、AA、AI)を取り外す。③上肢挙上動作および安静立位の測定を行う。④Scapular Clusterの動きから肩甲骨ランドマークの位置を算出する。

2. 2. 4. 肩甲骨アライメントの測定項目

肩甲骨アライメントは挙上・後退・上方回旋・後傾・内旋の5項目について左右両側で測定を行った(図5)。角度算出にはオイラー角を用い各座標系の位置関係を算出した。オイラー角の回転シーケンスは体幹座標系に対する鎖骨座標系の回転にX-Y-Zオーダー、体幹座標系に対する肩甲骨座標系の回転にX-Y-Zオーダーを使用した。5つの測定項目は以下の通りとした。①挙上：前額面上で鎖骨Z

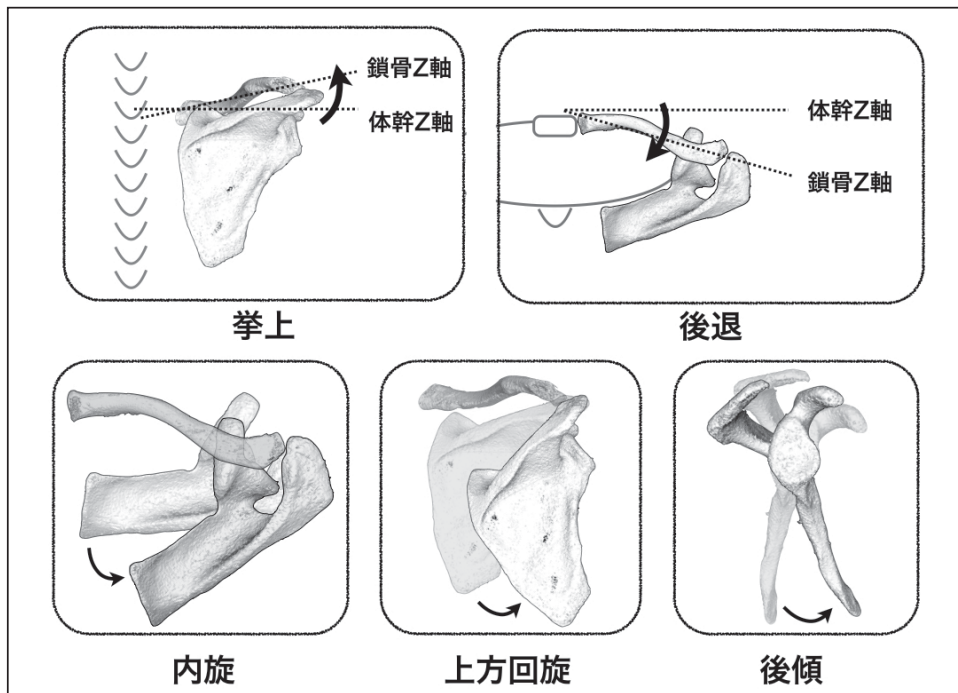


図5 肩甲骨アライメントを表す測定項目

表 1 各変数の平均値、標準偏差および範囲

	平均値	標準偏差	範囲
鎖骨長 (mm)	172.2	9.0	155~190
両肩峰間距離 (mm)	434.1	21.8	393~490
鎖骨長/両肩峰間距離	0.397	0.026	0.356~0.475
挙上 (°)	6.7	3.3	-0.7~14.0
後退 (°)	14.9	5.1	0.4~25.8
上方回旋 (°)	-2.1	5.0	-14.6~8.8
内旋 (°)	30.2	6.5	14.7~46.0
後傾 (°)	-9.9	3.8	-20.9~-1.3

表 2 両肩峰間距離に対する鎖骨長の割合と安静立位での肩甲骨アライメントの関係

	挙上	後退	上方回旋	内旋	後傾	
鎖骨長/両肩峰間距離	r	0.31	0.55	0.39	-0.59	0.28
	R2	0.09	0.30	0.15	0.35	0.08
	p	0.018	0.000	0.002	0.000	0.033

軸と体幹 Z軸がなす角度（鎖骨座標系と体幹座標系の立体角におけるX軸周りの角度）、②後退：水平面上で鎖骨Z軸と体幹Z軸がなす角度（鎖骨座標系と体幹座標系の立体角におけるY軸周りの角度）、③上方回旋：前額面上で肩甲骨Z軸と体幹Z軸がなす角度（肩甲骨座標系と体幹座標系の立体角におけるX軸周りの角度）、④後傾：矢状面上で肩甲骨Y軸と体幹Y軸がなす角度（肩甲骨座標系と体幹座標系の立体角におけるZ軸周りの角度）、⑤内旋：水平面上で肩甲骨Z軸が体幹Z軸となす角度（肩甲骨座標系と体幹座標系の立体角におけるY軸周りの角度）。

3. データ解析

統計学的解析には、統計処理ソフトSPSS (ver 15.0 J for Windows) を利用した。測定により得られた鎖骨長と両肩峰間距離、鎖骨／両肩峰間距離、安静立位での肩甲骨のアライメントを表す各測定値の平均値、標準偏差、範囲を算出した。鎖骨／両肩峰間距離と安静立位での肩甲骨アライメントとの関係の検討にPearsonの相関係数を用いた。有意水準は5%未満とした。

4. 倫理的配慮

本研究は札幌医科大学倫理委員会より承認を受け実施した。また、測定を行う被験者には、事前に研究目的、測定内容を明記した書面を配布し、研究者が説明を行った。被験者に研究協力の同意を得て、承諾を得た後に測定を開始した。

結 果

鎖骨長および両肩峰間距離、鎖骨／両肩峰間距離、安静立位での肩甲骨アライメントに関する各測定値の平均値、標準偏差、範囲を表 1 に示した。次に、鎖骨／両肩峰間距離

と安静立位での肩甲骨アライメントとの関係を示す各変数間の相関係数；rと決定係数R²を表 2 に示した。すべての変数間で統計学的な有意差が認められ、R²が0.3以上の関係性が認められた変数として、鎖骨／両肩峰間距離と後退 (r=0.55, R²=0.3) の間に弱い正の相関、および鎖骨／両肩峰間距離と内旋 (r=-0.59, R²=0.35) の間に弱い負の相関関係を認めた (図 6、7)。

考 察

本研究の結果より、体型の特徴である肩幅の指標の一つである両肩峰間距離に対して鎖骨長が短いほど安静立位での肩甲骨アライメントは前方牽引および内旋する傾向があることが示された。屍体肩を用いて鎖骨の短縮変形が肩甲骨アライメントに及ぼす影響を調べた過去の報告では、鎖骨短縮に伴い肩甲骨が内旋・前傾することが示されている^{4),5)}。本研究の結果のうち、両肩峰間距離に対する鎖骨長の割合が短いほど肩甲骨が内旋することは屍体肩を用いた研究と同様であるが、肩甲骨の前後傾の変化は関係性を認めなかった。このことより、生体においては両肩峰間距離に対する鎖骨長の割合が肩甲骨内旋に影響を及ぼすことを示しているが、肩甲骨前傾には両肩峰間距離に対する鎖骨長の割合だけでは説明できない他の要因が影響している可能性が示されたと考えられる。

本研究は骨形態学的特徴である鎖骨長の肩幅に対する割合が肩甲骨アライメントに及ぼす影響を健康者の生体で検討した初めての研究である。本研究は生体における肩甲骨アライメントに影響を及ぼす要因のうち病態の影響は対象の基準で除外している。一方、胸椎後弯などの姿勢の影響や肩甲骨周囲の筋バランスの影響など対象の基準では除外できない要因が含まれている検討とも言える。そのような条件でも、両肩峰間距離に対して鎖骨長が短いと肩甲骨ア

ライメントの前方牽引と内旋の増大が起こることを示した本研究結果より、生体においても両肩峰間距離に対する鎖骨長の割合が肩甲骨アライメントに影響を及ぼす可能性が示唆されたと考えられる。肩甲骨アライメントは様々な肩関節病変の発生原因となるとされており^{6),13),19)}、病態発生活リスクが健常人においても異なる可能性があることが示唆されたと考えられる。そのため、両肩峰間距離に対する鎖骨長の割合を考慮した肩関節機能の評価は重要となると考えられる。

屍体肩を用いた研究で得られた鎖骨の短縮変形が肩甲骨アライメントに及ぼす影響の知見のうち、鎖骨短縮に伴い肩甲骨が前傾すること^{4),5)}は本研究結果では認められなかった。屍体肩で得られた知見との違いを示した原因は2つ考えられる。一つ目は鎖骨の形状の影響である。鎖骨はS字形状をしておりその形状から胸郭に対する肩甲骨の位置に

影響を与えていると考えられている²⁰⁾。本研究では胸郭に対する肩峰の位置を規定する鎖骨の形態のうち肩峰の内外側方向の位置に影響を及ぼす鎖骨長のみを計測にとどまっております。前後方向の位置に影響を及ぼすと考えられるS字形状は計測していない。肩甲骨は胸郭を浮遊しており肩峰が前方に引き込まれると前傾が起き、内側に引き込まれると内旋が起きると考えられることから⁴⁾、本研究で検討した両肩峰間距離に対する鎖骨長の割合は肩甲骨の前傾には影響を及ぼさなかった可能性が考えられる。

屍体肩で得られた知見との違いを示した2つ目の原因は、屍体肩では存在しない筋張力の影響が考えられる。肩甲骨は胸郭を浮遊しており肩甲骨に付着する筋群の張力バランスでその傾きや位置の変化が引き起こされると考えられている¹³⁾。本研究は安静立位での計測ではあるが、少なからず筋張力が存在しておりその影響で肩甲骨アライメントが

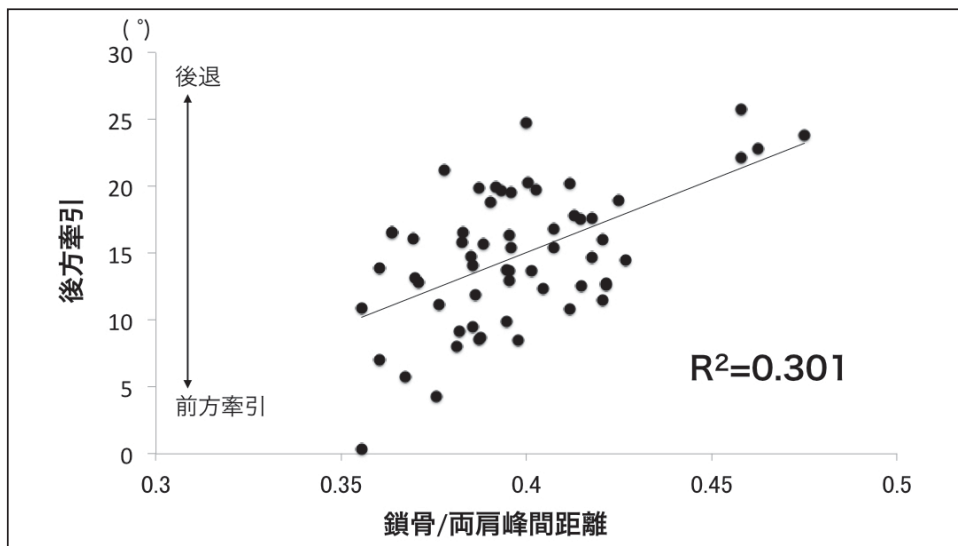


図6 鎖骨／両肩峰間距離と後方牽引の散布図

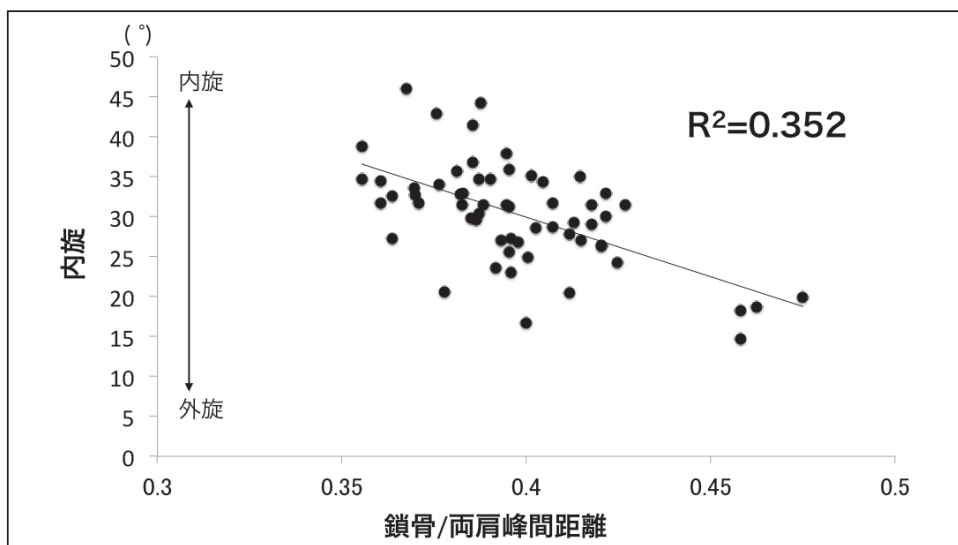


図7 鎖骨／両肩峰間距離と内旋の散布図

変化することが考えられる。そのため、筋張力の有無が本研究の結果と屍体肩で得られた知見との違いを示した一要因となることが考えられる。

本研究は、肩甲骨アライメントが多くの変因に影響を受けると考えられているため¹³⁾、病態に伴う様々な症状の影響を取り除いた条件で、骨形態学的特徴である鎖骨長の肩幅に対する割合と肩甲骨アライメントの関係を検討した。今後は肩峰下インピンジメントや投球障害肩などの病態を実際に有する群のデータ解析を合わせて、病態を有す対象において両肩峰間距離に対する鎖骨長の割合が肩甲骨アライメントに及ぼす影響を整理していく必要がある。そのような検討を進めるために今回の結果は重要な基礎データとなると考えられる。

本研究の限界として以下の3点が考えられる。1) 鎖骨長のみの計測であり鎖骨のS字形状の個体差に肩甲骨アライメントが影響を受ける可能性がある。2) 肩幅の指標とした両肩峰間距離は肩甲骨アライメントの影響を受けている可能性がある。3) 健常群の検討ではあるが、肩甲骨周囲筋の張力バランスや肩甲上腕関節内旋制限などの肩関節周囲の身体所見に肩甲骨アライメントが影響を受ける可能性がある¹³⁾。

結 論

本研究では、生体における肩幅に対する鎖骨長の割合と安静立位での肩甲骨のアライメントとの関係を検討することを目的として、両肩峰間距離で標準化した鎖骨長と3次元動作解析装置を用いた安静立位での肩甲骨アライメントを用い検討した。得られた結果より、両肩峰間距離で標準化した鎖骨長が短いほど安静立位での肩甲骨は前方牽引と内旋が増加する傾向があることが示された。

参 考 文 献

- 1) Abbott L, Lucas D : The function of the clavicle : its surgical significance. *Annals of surgery.* 140 (4) : 583-597, 1954
- 2) Matsumura N, Nakamichi N, Ikegami H, et al.:The function of the clavicle on scapular motion : a cadaveric study. *J Shoulder Elbow Surg* 22 : 333-339, 2013
- 3) Lazarides S, Zafropoulos G : Conservative treatment of fractures at the middle third of the clavicle : the relevance of shortening and clinical outcome. *J Shoulder Elbow Surg.* 15 : 191-194, 2006
- 4) Matsumura N, Ikegami H, Nakamichi N, et al.:Effect of shortening deformity of the clavicle on scapular kinematics : A cadaveric study. *Am J Sports Medicine* 38 : 1000-1006, 2010

- 5) Hillen R, Burger B, van Dijk CN, et al.:The effect of experimental shortening of the clavicle on shoulder kinematics. *Clin Biomechanics* 27(8): 777-781, 2012
- 6) Graichan H, Hinterwimmer S, R. vonEisenhart-Rothe, et al.:Effect of abducting and adducting muscle activity on glenohumeral translation, scapular kinematics and subacromial space width in vivo. *J Biomech.* 38(4): 755-760, 2005
- 7) Parsons FG : On the Proportions and Characteristics of the Modern English Clavicle. *J Anat.* 51 : 71-93, 1916
- 8) Terry RJ : The clavicle of the American negro. *Am J Physical Anthropology.* 16 : 351-379, 1932
- 9) Ray LJ : Metrical and non-metrical features of the clavicle of the Australian Aboriginal. *Am J Physical Anthropology.* 17 : 217-226, 1959
- 10) Daruwalla Z, Curtis P, Fitzpatrick C, et al.:Anatomic variation of the clavicle : A novel three-dimensional study. *Clin Anatomy* 23 : 199-209, 2010
- 11) Cunningham BP, McLaren A, Richardson M, et al.:Clavicular length : the assumption of symmetry. *Orthopedics.* 36(3): 343-347, 2013
- 12) Haque MK, Mansur DI, Krishnamurthy A, et al.:Morphometric analysis of clavicle in epalese population. *Kathmandu Univ Med J.* 9 : 193-197, 2011
- 13) Kibler WB, Ludewig PM, McClure PW, et al.:Clinical implications of scapular dyskinesis in shoulder injury: the 2013 consensus statement from the "Scapular Summit". *Br J Sports Med.* 47(14): 877-85, 2013
- 14) 通商産業省工業技術院生命工学工業技術研究所：設計のための人体計測マニュアル。大阪，人間生活工学研究センター，1994
- 15) Oyama S, Myers J, Wassinger C, et al.:Asymmetric resting scapular posture in healthy overhead athletes. *J Athletic Training.* 43 : 565-570, 2008
- 16) Wu G, Vanderhelm G, Dirkjanveeger H, et al.:ISB recommendation on definitions of joint coordinate systems of various joints for the reporting of human joint motion-Part II : shoulder, elbow, wrist and hand. *Journal of Biomechanics.* 38 : 981-992, 2005
- 17) Karduna A, McClure P, Bialker J, et al.:Dynamic measurements of three-dimensional scapular kinematics : a validation study. *J Biomech Eng.* 123 : 184-90, 2001
- 18) Lempereur M, Brochard S, Leboeuf F, et al.:Validity and reliability of 3D marker based scapular motion analysis: A systematic review. *Journal of Biomechanics.* 47 : 2219-2230, 2014
- 19) Mihata T, Jun BJ, Bui CN, et al.:Effect of scapular orientation on shoulder internal impingement in a cadaveric model of the cocking phase of throwing. *J Bone Joint*

戸田 創、山本敬三、吉田 真、片寄正樹

Surg Am. 94(17): 1576-1583, 2012

20) Inman V, Saunders JB: Observations on the Function of the Clavicle. California medicine. 65(4): 158-166, 1946