原 著

論文受付
2013 年 12 月 16 日

論文受理
2014 年 4 月 15 日

Code Nos. 111
112

体表指標を用いた肩関節 True Anterior-Posterior 撮影の検討

森田峻輔¹ 藤澤宏信² 加藤京一^{2,3} 西中直也⁴ 筒井廣明^{4,5} 中澤靖夫^{3,6}

¹ 昭和大学藤が丘リハビリテーション病院放射線室

² 昭和大学藤が丘病院放射線室

³ 昭和大学大学院保健医療学研究科

⁴ 昭和大学藤が丘病院整形外科

⁵ 昭和大学藤が丘リハビリテーション病院スポーツ整形外科

⁶ 昭和大学統括放射線技術部

緒 言

肩関節正面像の撮影には、X 線束を体幹の前額面に対して直交するように矢状方向から撮影する routine anterior-posterior 撮影(routine AP 撮影)と肩甲上腕関節と肩峰下面の裂隙を描出する方向に撮影する true anterior-posterior 撮影(true AP 撮影)がある¹⁾。前者は、肩鎖関

節が明瞭に描出されるため、肩鎖関節の狭小化や亜脱臼などを見つけやすく、外傷などのスクリーニング撮影として有用である。一方後者は、関節裂隙が明瞭に描出されるため、肩甲上腕関節の変形性関節症に伴う裂隙の狭小化や、肩峰下面に存在する石灰性腱炎を評価しやすい^{1,2)}。両者の撮影方法について比較すると、肩

Examination of the Shoulder Joint Using True Anterior-posterior Photography, Employing a Body Surface Index

Shunsuke Morita,^{1*} Hironobu Fujisawa,² Kyoichi Kato,^{2,3} Naoya Nishinaka,⁴ Hiroaki Tsutsui,^{4,5} and Yasuo Nakazawa^{3,6}

¹Department of Radiology, Showa University Fujigaoka Rehabilitation Hospital

²Department of Radiology, Showa University Fujigaoka Hospital

³Showa University Graduate School of Nursing and Rehabilitation Sciences

⁴Department of Orthopaedics, Showa University Fujigaoka Hospital

⁵Department of Orthopaedics, Showa University Fujigaoka Rehabilitation Hospital

⁶Department of Radiology, Showa University

Received December 16, 2013; Revision accepted April 15, 2014

Code Nos. 111, 112

Summary

Radiographic examination of the anterior part of the shoulder includes routine anterior-posterior imaging that enables easy visualization of traumatic injuries and true anterior-posterior imaging that enables the visualization of intra-articular injuries. The X-ray incident angle of true anterior-posterior imaging is affected by physique and posture. However, in many reports, the angle is uniformly determined on the basis of the antero-posterior axis and the horizontal plane. We previously reported that the glenohumeral joint can be visualized with good reproducibility by establishing a reference line on the basis of three points on the body as indicators, namely the posterior view of the undersurface of the acromion, the coracoid process, and the inferior angle of the scapula. However, visualizing the undersurface of the acromion using physical indicators to set the angle for imaging remains problematic. In previous reports, the angle was consistently set at 20° to the horizontal plane, regardless of physique or posture, which resulted in poor reproducibility. After examining the imaging techniques described in previous reports, we describe here an imaging technique using a reference line based on indicators on the surface of the scapula that enables the glenohumeral joint and the undersurface of the acromion to be visualized with good reproducibility.

Key words: shoulder joint, true anterior-posterior, coracoid process, inferior angle, undersurface of the acromion

*Proceeding author

関節 routine AP 撮影は、前額面に直交するように入射することで容易に撮影できるのに対し、肩関節 true AP 撮影では、肩甲上腕関節と肩峰下面を描出するために、体位と X 線入射角を設定する必要がある。これらの角度は、体格や姿勢の違いによって生じる肩甲骨の傾きに影響されることから、再現性のよい画像を得ることが困難である。しかし、過去の報告による撮影法では、体格や姿勢を考慮せずに体軸と水平面を基準に角度が定められている^{1,3-6)}。われわれは、肩甲上腕関節について、肩甲骨を体表面上から触知することができる肩峰後角、鳥口突起、肩甲骨下角の3点を撮影の基準点とし、基準点から基準線を設定する(Fig. 1)ことで、患者の姿勢や体格に影響されない撮影法について報告した⁷⁾。しかし、過去の報告に記されている撮影法の根拠がわからず、姿勢や体格による影響についても不明であった。特に肩峰下面の描出は、体表指標を用いて最適角度を設定することが困難であり、再現性よく描出することができなかった⁸⁾。今回、われわれは、過去に報告された肩関節 true AP 撮影法と基準線を用いた肩関節 true AP 撮影法について検討を行った。また、それぞれの撮影法について、肩峰下面の描出能を評価し、肩甲骨を体表指標とした肩関節 true AP 撮影の体位および肩峰下面を描出するための最適 X 線入射角度を検討することで、肩甲上腕関節および肩峰下面を同時に描出できる撮影法を確立したので報告する。

1. 方 法

1-1 肩関節 true AP 撮影法の临床上の有用性と意義

肩関節正面像には routine AP 撮影法と true AP 撮影法が存在する。前者は、撮影者による技術格差がなく、再現性よく撮影することができ、直交する scapula-Y 撮影像を立体的に組み合わせることで、骨折のような外傷性疾患の描出に適している。一方後者は、撮影者の技術や経験によって描出能が異なるが^{1-6,8,9)}、肩峰下面と肩甲上腕関節を描出することによって、非外傷性疾患の評価に適している。非外傷性疾患の代表として、日常診療でも多く遭遇するのが腱板損傷である。腱板損傷は、加齢的な変化に伴う変性断裂と外傷に伴う外傷性断裂に分けられるが、変性断裂において、腱板が機能しないため、三角筋の上方剪断力が優位に働き、上腕骨頭の上方位を生じる。このような場合、腱板が肩峰に衝突することで、肩峰下面に刺激を生じ、肩峰下インピンジメントなどの病態となる。しかし、軟部組織である腱板は、単純 X 線撮影上で描出されないため、単純 X 線撮影で腱板損傷を評価するには、肩峰に生じる骨棘(Fig. 2)や肩峰骨頭間距離(acromiohumeral

Fig. 1 Reference points and baselines.
a: Inferior angle of the scapula
b: Acromion
c: Coracoid process
d: Mid-point between b and c
Line a-d: The first base line
Line b-c: The second base line

interval: AHI)の狭小化のような、二次的な要因から腱板損傷を診断することが、臨床上非常に重要である^{3,10)}。このため、上腕骨頭と肩峰の関係性を評価するには、単純 X 線撮影正面像が必要となる。特に、AHI の測定には、肩峰と肩峰下面が重なり観察しにくい routine AP 撮影法より、肩峰下面を接線方向に、最も広く描出できる true AP 撮影法が優れている。また、Fig. 2 で示したように、肩峰に生じた骨棘が原因となる腱板損傷の評価においても、routine AP 撮影法より、true AP 撮影法が適している^{3,8,9)}。その他にも、大結節の不正像、嚢腫の形成、関節窩の変形、脱臼の有無の描出には、routine AP 撮影法より true AP 撮影法が適している^{3,8,9)}。

1-2 過去に報告された撮影法による肩甲上腕関節描出角度の検討

両腕を下垂位で撮影した、肩甲骨に骨折や変形のない 100 名の胸部 computed tomography 画像を無作為に抽出した。この画像を用いて、肩甲骨関節窩の内側縁と外側縁を結んだ線の垂線と前額面のなす角度 A(Fig. 3)を計測した。また、過去の論文で、われわれが求めた肩甲棘とカセットのなす角度⁷⁾(平均 11.3 度、標準偏差 0.78)との有意差について求め、肩甲上腕関節を広く描出する基準について検討した。

また、本研究に用いた臨床画像の使用については、当院倫理委員会の使用許可を得ている。

Fig. 2 Difference in accuracy using our method.
(a) Shoulder joint using routine AP
(b) Shoulder joint using true AP

a | b

Fig. 3 A: Angle between the coronary line and the shoulder glenoid.

Fig. 4 (a) B: Angle between incident ray and body axis
(b) C: Angle between incident ray and the first baseline

a | b

1-3 過去に報告された撮影法による肩峰下面描出角度の検討

無作為に抽出した 100 名の scapula-Y 画像を用いて、肩峰の前角と後角が重なり、肩峰下面が最も広く描出される X 線入射角を鎖骨、肩峰の前角、後角の 3 点を結ぶ線(入射线)と水平面とのなす角度 B(Fig. 4a)としたとき、X 線入射角度 B について計測した。

1-4 第一基準線を用いた肩峰下面描出の検討

患者の姿勢や体格に影響されない撮影基準として、肩甲骨の肩峰後角と、烏口突起を結ぶ中点と肩甲骨下角を結ぶ線を第一基準線(Fig. 1)とした。次に、無作為に抽出した 100 名の scapula-Y 画像を用いて、肩峰下面を描出する入射角度を、第一基準線に対する垂線と入射線のなす角度 C(Fig. 4b)としたとき、X 線入射角度 C

について計測した。また、X 線入射角度 B と X 線入射角度 C との有意差を求め、基準線が患者の姿勢や体格に影響されることなく、肩峰下面の描出に有用であるかを検討した。

1-5 第一基準線と第二基準線の関係

肩峰後角と烏口突起を結ぶ線を第二基準線としたとき、無作為に抽出した 100 名の scapula-Y 画像を用いて、第一基準線と第二基準線のなす角度 D(Fig. 5)を測定し、得られた結果から撮影体位を検討した。

1-6 肩関節 true AP 撮影における入射点の検討

方法 1-3, 1-4 で用いた入射線の中心点 E と実際の撮影で用いる中心点 F との距離(Fig. 6)から生じる立体角を計測し、その補正方法を検討した。

Fig. 5 D: Angle between the first baseline and body axis.

Fig. 6 Examination of incident point.
E: Incident point when we use angle B and angle C
F: Conventional incident point

Fig. 7 Relation between age and angle A.

2. 結果

2-1 基準の違いによる肩甲骨関節描出の検討

前額面を基準とした肩甲骨関節の描出角度 A は、平均 38.2 度、標準偏差は 8.4 であった (Fig. 7)。角度 A と肩甲骨を基準とした描出角度⁷⁾ (平均 11.3 度、標準偏差 0.78) の間には、Mann-Whitney の U 検定で有意差 ($P < 0.05$) が認められた。

2-2 体軸と入射線との関係性の検討

体軸を基準とした X 線入射角度 B は、平均 37.1 度、標準偏差 6.2 (Fig. 8) であり、各年齢間でばらつきが大きく、体軸と入射線の間に、相関関係は認められ

なかった。

2-3 基準線と入射線との関係性の検討

基準線を用いた X 線入射角度 C は、平均 26.0 度、標準偏差 1.7 (Fig. 9) であり、年齢間にばらつきが少なく、基準線と X 線入射角度 C の間に、相関関係が認められた。また、X 線入射角度 B、C の間には、Mann-Whitney の U 検定で有意差 ($P < 0.05$) が認められた。

2-4 各基準線の関係性の検討

第一基準線と第二基準線のなす角度 D は、平均 89.8 度、標準偏差 1.3 であった (Fig. 10)。

Fig. 8 Relations between age and angle B.

Fig. 9 Relations between age and angle C.

2-5 入射点の検討

各年齢の入射点 E-F 間の距離は、平均 43.5 mm、標準偏差 2.2 であった (Fig. 11)。これによって、生じる立体角は、source image receptor distance (SIRD) 100 cm の場合、2.5 度となった。

3. 考 察

3-1 過去に報告された撮影法による肩甲骨上腕関節描出角度の検討

前額面を基準とした肩甲骨上腕関節の描出角度のばらつきは大きかった。これは前額面と肩甲骨の間に相関関係がないため、肩甲骨の傾き^{3, 11~14)}によってばらつきが生じたと考えられた。このばらつきは、患者の姿勢に影響を受けるため、自然立位もしくは坐位で行う実際の撮影では、より大きくなると考えられた。一方で、肩甲骨

を基準にした場合、患者個々のばらつきは少なかった。これは、肩甲骨が肩甲骨上にあるため、肩甲骨の傾きに左右されず、患者の姿勢に影響されないためであると考えられた⁷⁾。このことから、患者の姿勢や体格に影響されことなく、肩甲骨上腕関節を再現性よく描出するためには、前額面よりも、肩甲骨の体表指標を肩峰後角、烏口突起、肩甲骨下角にした撮影法が適していると考えられた。

3-2 過去に報告された撮影法による肩峰下面描出角度の検討

体軸を基準とした X 線入射角度 B は、患者ごとのばらつきが大きく、体軸と入射線の間に相関関係は、認められなかった。この理由として、体軸と肩甲骨の傾きに相関関係はなく、体軸を基準とした X 線入射角度 B

Fig. 10 Relations between age and angle D.

Fig. 11 Relations between age and distance E-F.

は、患者の体型や姿勢によって異なるためであると考えられた。このことから、過去に報告された撮影法^{1,3-6)}に記されている、水平面に対して、20度で入射しても肩峰下面は、再現性よく描出されないと考えられた。

3-3 基準線を用いた肩峰下面描出角度の検討

第一基準線を用いたX線入射角度Cは、ばらつきが少なく、第一基準線とX線入射角度Cの間には相関関係が認められた。この理由として、第一基準線が肩甲骨上に存在するため、体型や姿勢の違いによって、肩甲骨の傾きの影響を受けなかったためと考えられた⁷⁾。このことから、肩峰下面において、第一基準線は、体表指標として適していると考えられた。しかし、患者の姿勢が円背となる場合は、第一基準線が床面に対して垂直となっていないため、指標として用いるには不適切で

あった。したがって、第一基準線を用いて撮影を行うためには、第一基準線を水平面に対して、垂直にする必要があり、第一基準線と第二基準線のなす角度が、ほぼ垂直であることから、第二基準線を水平とすることで、補正できると考えられた。

3-4 肩関節 true AP 撮影における入射点の検討

入射点を肩甲上腕関節としSIRDを100 cmで撮影したとき、立体角が2.5度生じ、基準線を用いたX線入射角度Cを用いることは不適切であった。立体角に影響されず撮影を行うには、入射点E(Fig. 6)を中心とすることが適していると考えられた。

4. 結 語

過去の報告による前額面と水平面を基準とした撮影

Fig. 12 Photograph of setup.
a: Inferior angle of the scapula
b: Acromion
c: Coracoid process
d: Mid-point between b and c

法は、姿勢や体格の違いから生じる肩甲骨の傾きを考慮していないため、患者個々に対応できず、再現性よく肩甲上腕関節、肩峰下面を描出することは困難であった。われわれは、肩甲骨を体表指標とし、体表面から触知できる肩峰後角、烏口突起、肩甲骨下角から得た基準線を用いた撮影法が、肩甲骨の傾きに影響を受けず、肩甲上腕関節、肩峰下面を描出できることを立証した。第一基準線をカセットに対して平行、第二基準線を水平面に平行とし、X線入射角度を頭尾方向より

26.0度で点E(Fig. 6)に入射することで、肩甲上腕関節と肩峰下面を再現性よく描出することを可能とした(Fig. 12)。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、ご協力いただきました昭和大学藤が丘病院放射線室ならびに、昭和大学藤が丘リハビリテーション病院放射線室の諸兄に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 高倉義典, 安藤英次. Chapter 1 肩関節撮影法. 図解 上肢撮影法. オーム社, 東京, 2011: 1-68.
- 2) 国分正一, 岩谷 力, 落合直之, 他. 11 肩甲帯. 今日の整形外科治療指針. 医学書院, 東京, 2010: 377-379.
- 3) 信原克哉. 肩—その機能と臨床—. 東京: 医学書院. 1988.
- 4) 谷崎 洋, 大棒秀一, 辺見 弘, 他. 胸郭 肩関節 2 方向, チェックポイント X 線撮影と画像評価. 医療科学社, 東京, 2007: 218-219.
- 5) 鍵田政雄. 5-2 肩関節(I). 図説単純 X 線撮影法. 金原出版, 東京, 2008: 60-61, 151.
- 6) 堀尾重治. 6 肩関節. 骨・関節 X 線写真の撮りかたと見かた. 医学書院, 東京, 2007: 60-62.
- 7) 藤澤宏信, 加藤京一, 西村裕樹, 他. Scapula-45 撮影法における肩甲上腕関節描出体位の検討. 日放技学誌 2012; 68(4): 397-403.
- 8) 戸山芳昭, 大谷俊郎, 池上博泰, 他. 第二章 肩甲帯. 整形外科専門医になるための診療スタンダード. 羊土社, 東京, 2011: 12-22, 90-140.
- 9) 難波一能. 肩関節の機能解剖と疾患別至適撮影法. 平成 23 年度 第 2 回放射線セミナー, 浜松, 2011-11, 静岡県放射線技師会, 静岡県放射線技師西部地区会広報誌 2012; 63: 6-9.
- 10) 井上宜充, 岡本賢太郎, 久合田浩幸, 他. 肩関節周囲炎後例における肩峰骨頭間距離と肩関節可動域制限の関連についての検討. 理学療法学 2010; 37(3): 174-177.
- 11) 田中雅美, 千葉 弘, 田崎洋一郎, 他. 第 2 肩関節撮影法の検討. 日放技学誌 1996; 52(10): 1398.
- 12) Fronek J, Warren RF, Bowen M. Posterior subluxation of the glenohumeral joint. J Bone Joint Surg Am 1989; 71(2): 205-216.
- 13) Poppen NK, Walker PS. Forces at the glenohumeral joint in abduction. Clin Orthop Relat Res 1978; (135): 165-170.
- 14) Inman VT. Observations on the function of the shoulder joint. J Bone Joint Surg 1994; 26(1): 1-30.

問合先

〒227-8518 横浜市青葉区藤が丘 2-1-1

昭和大学藤が丘リハビリテーション病院放射線室 森田峻輔