

스포츠 활동과 연관된 견봉 쇄골 관절 손상: 견봉 쇄골 관절의 해부학 및 생역학

김 영 규

가천의과대학 길병원 정형외과학교실

서 론

스포츠 활동 및 각종 사고의 증가로 인하여 견봉 쇄골 관절의 손상이 증가하고 있는 추세이다. 일반적으로 견봉 쇄골 관절은 급성 인대 손상과 골성 관절염, 외상 후 관절염 그리고 쇄골 말단부 골 용해 등의 퇴행성 병변에 의해 영향을 받는다^{16, 21}. 스포츠 활동과 관련된 견봉 쇄골 관절의 병변은 대표적으로 접촉성 운동 경기 도중 발생하는 급성 인대 손상이나 탈구, 그리고 역기나 체상 투구 운동선수에서 발생할 수 있는 반복적 과다 사용에 의한 견봉 쇄골 관절의 퇴행성 관절염이다¹⁶. 이와 같은 견봉 쇄골 관절의 병변을 보다 잘 이해하고 치료하기 위해서는 견봉 쇄골 관절의 해부학 및 역학의 중요성을 간과해서는 안된다.

최근 일부 학자들에 의해 견봉 쇄골 인대 및 오구 쇄골 인대의 역학적 연구와 인대 손상으로 인한 견갑 회전 운동의 변화에 대한 연구가 보고되고 있다^{2, 8, 9, 12, 13, 18}. 이에 저자는 문헌 고찰을 통해 견봉 쇄골 관절의 해부학 및 생역학에 대해 기술하고자 한다.

견봉 쇄골 관절의 형태

견봉 쇄골 관절은 회전 축 관절(diarthrodial joint)로 관절 내부에 섬유 연골성 원판(disk)이 존재한다. 원판은 개개인에 따라 다양한 크기와 형태를 가지고 있으며 완전한 원판은 10% 미만으로 보고되고 있고, 나이에 따라 퇴행성 변화가 증가한다^{6, 14}.

관절의 경사는 다양하며⁹, 일부 학자들은 견봉 쇄골 관절의 경사도와 관절염과는 상호관계가 없다고 언급하지만⁷, Pitchfold와 Cahill은 견봉 쇄골 관절이 수직일수록 쇄골 말단부에 높은 부하가 발생하여 골 용해의 가능성이 높다고 주장하였다. 관절의 크기는 수직 폭이 9 mm, 전후방 폭이 19

mm 정도이고 관절 간격은 정상적으로 1~3 mm이나 나이가 증가할수록 간격은 협소해지며, 관절 간격이 증가하여 5~7 mm 이상이면 류마티오이드 관절염 등을 고려해 보아야 한다¹⁸.

견봉 쇄골 관절인대의 해부학

견봉 쇄골 관절은 얇은 관절막과 비교적 두꺼운 인대로 구성되어 있으며, 인대의 길이는 평균 22.9 mm이다¹¹. 특히 상 인대가 하 인대보다 두꺼우며 상 인대는 쇄골과 견봉 및 삼각-흉근막(deltpectoral fascia)에 부착한다. 특히 상 견봉 쇄골 인대(superior acromioclavicular ligament)가 쇄골에 부착하는 길이는 약 5.5 mm 정도로 이는 쇄골 말단부 절제시 임상적으로 중요한 수치가 된다^{1, 17}(Fig. 1).

오구 쇄골 인대(coracoclavicular ligament)는 쇄골 하면에서 오구 돌기 기저부에 부착하는 비교적 강한 상지의 최대 현수 인대(suspensory ligament)로 전외측에 있는 마름모 인대(trapezoid ligament)와 후내측에 있는 원추양 인대(conoid ligament)로 구성되어 진다(Fig. 2). 마름모 인대는 쇄골의 마름모 용기(trapezoid ridge)와 오구 돌기 내부의 후방 1/2 지점에 부착하고, 원추양 인대는 쇄골의 원추양 결절(conoid tubercle)과 오구 돌기 배부의 가장 후연과 골단(apophysis)에 부착하여 역 원뿔 모양(inverted cone shape)을 이룬다. 마름모 인대는 길이와 넓이가 0.8~2.5 cm 이며, 원추양 인대는 길이가 0.7~2.5 cm, 넓이가 0.4~0.95 cm 정도로 알려져 있으나²⁰, 최근 일부 학자들에 의해 오구 쇄골 인대의 부착부에 대한 연구 및 성별에 따른 길이와 넓이에 대한 연구가 자세히 이루어지고 있다^{10, 17}.

Harris 등¹⁰은 마름모 인대의 전방 길이가 평균 19.3 mm, 쇄골 부착부의 폭이 21.7 mm, 오구 돌기 부착부의 폭이 14 mm이고, 원추양 인대의 내측 길이는 19.4 mm, 쇄골 부착부의 폭은 20.6 mm, 오구 돌기 부착부의 폭은 10.6 mm라고 보고하였다(Fig. 3). Renfree 등^{17, 18}은 쇄골 말단부의 관절면에서부터 마름모 인대의 부착부까지의 길이를 측정한 결과 남자의 경우는 16.7 mm이고, 원추양 인대의 부착부까지의 길이는 33.5 mm라고 보고하면서(Fig. 4, 5), 일반적으로 성별에 관계없이 쇄골 말단부를 11 mm 미만으로 절제시 마름모 인대에 손상이 없으며, 24 mm 미만으로 절제시 원추양

통신저자: 김 영 규
인천광역시 남동구 구월동 1198
가천의과대학 길병원 정형외과학교실
TEL: 032) 460-3384 · FAX: 032) 468-5437
E-mail: kykhyr@gilhospital.com

인대에 손상이 없다고 강조하였다. Harris 등¹⁰⁾도 쇄골 말단부 절제시 15 mm가 오구 쇄골 인대를 보존할 수 있는 안전한 한계라고 주장하였다.

또한 쇄골 말단부가 남성은 7.6 mm, 여성은 5.2 mm 이상 절제되면 상 견봉 쇄골 인대가 완전히 손상을 받으며, 쇄골 말단부 절제가 관절경하에서 남성의 경우 2.6 mm, 여성의 경우 2.3 mm 미만으로 이루어질 경우에는 상 견봉 쇄골 인대는 손상을 입지 않는다¹⁸⁾.

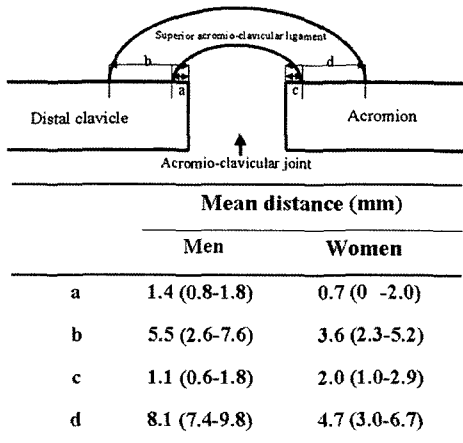


Fig. 1. Distances of the superior acromioclavicular ligament. a, distance from articular surface of the distal clavicle to lateral insertion point of the superior acromioclavicular ligament; b, distance from articular surface of the distal clavicle to medial insertion point of the superior acromioclavicular ligament; c, distance from articular surface of the acromion to medial insertion of the superior acromioclavicular ligament; d, distance from articular surface of the acromion to lateral insertion point of the superior acromioclavicular ligament.

생역학

견봉 쇄골 관절의 안정성은 관절낭 인대인 견봉 쇄골 인대, 관절의 인대인 오구 쇄골 인대, 그리고 동적 구조물인 삼각근 (deltoid) 및 승모근(trapezius)에 의해 이루어지며 견봉 쇄골 인대 중 가장 강한 상부 인대는 삼각근 및 승모근막에 의해 보장되어 진다. 이 중 견봉 쇄골 인대 복합체가 가장 강하며 원추양 인대 그리고 마름모 인대 순이다¹¹⁾. Klassen 등¹¹⁾에 의한 강도 역학 실험에서 인대 파열시 세 인대 모두 중간 실질부(midsubstance)가 가장 흔히 파열되며 중간 실질부를 포함한 혼합형으로 파열되는 경우가 일반적인 것으로 나타났다.

견봉 쇄골 인대의 역학

견봉 쇄골 인대는 쇄골의 전위나 회전의 여러 방향에 작용하며 특히 일상 생활의 운동 범위에서 발생하는 생리적 부하 (physiologic load)에 의한 작은 정도의 전위에 주로 작용한다(Fig. 6). 주된 작용은 첫째, 쇄골이 전방 및 상방으로의 작은 전위시 견봉 쇄골 인대는 각각 힘의 50%와 68% 정도를 저항하게 된다. 물론 큰 힘이 작용하여 쇄골에 보다 큰 전위가 발생하면 견봉 쇄골 인대가 힘에 저항하는 비율은 12%와 22%로 감소되고 원추양 인대가 보다 많이 작용하여 힘의 70%와 60%를 담당하게 된다. 둘째, 견봉 쇄골 인대의 다른 중요한 역할은 전위의 정도에 관계없이 쇄골의 후방 전위와 신 연 축 전위(distractive axial translation)에 주된 저항 인대로 작용하여 힘의 90% 정도의 구속력을 나타낸다⁸⁾.

Debski 등⁴⁾은 견봉 쇄골 관절 인대를 절제시 전방 및 후방 전위가 100% 증가하며, 하 견봉 쇄골 인대 단독으로는 전방, 후방, 상방 전위에서 상 견봉 쇄골 인대와 비교하여 힘의 50% 정도만 억제하는 것으로 보고하였다. 그리고 쇄골 말단부 절제로 견봉 쇄골 관절 파괴시 오구 쇄골 인대에 가해지는



Fig. 2. The coracoclavicular ligament complex consists of the conoid (white arrow) and trapezoid (black arrow) ligaments. The former is posteromedial, and the latter is anterolateral.

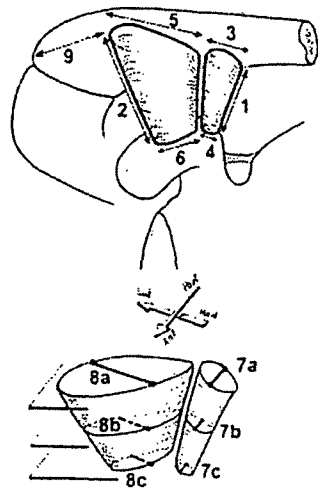
힘이 증가하게 되며, 쇄골의 전후방 전위 또는 회전을 적절히 조절할 수 없게 된다^{3,4)}. 또한 Klimkiewicz 등¹²⁾도 상 견봉 쇄골 인대는 후방으로 작용하는 힘의 56%를 억제한다고 보고 하였다. 따라서 견봉 쇄골 인대 중 상부 인대가 하부 인대에 비해 큰 작용을 하므로 견봉 쇄골 관절의 수술시 상부 인대의 보존에 노력해야 될 것이다.

오구 쇄골 인대의 역학

오구 쇄골 인대는 쇄골에 견갑부가 현수되는 일차적 지지대로 작용한다. 이 중 원추양 인대는 쇄골 외측부의 전방, 상방 회전과 전위에 대해 일차적인 구속력을 담당하며, 큰 전위가 발생시에는 그 역할이 보다 증가하여 전방 회전이거나 전위에 대해 전체 힘의 70%, 상부 회전과 전위에 대해 82%와 60% 정

도를 담당하게 된다(Fig. 6). 특히 원추양 인대가 파열시에는 쇄골 말단부가 상부로 상당히 전위된다⁸⁾. 마름모 인대는 상부와 수평 전위에는 적게 관여하지만 견봉에 대한 압박 축 회전 (compressive axial rotation)에 대해서는 큰 역할을 담당하고 있다. 특히 큰 전위가 발생시 압박 축 회전력에 대해 75% 정도의 구속력을 담당하게 된다.

오구 쇄골 인대는 슬관절의 전방 십자 인대와 유사하게 회전이나 전위시 길이의 변화를 보여 인대의 긴장과 이완이 나타내며 전방 또는 상방 회전시 길이가 증가하는 것으로 보고되고 있다⁸⁾. Debski 등⁴⁾은 견봉 쇄골 관절인대를 절제하여 오구 쇄골 인대를 실험한 결과, 후방 부하시 마름모 인대에 작용하는 힘이 66% 증가하여 원추양 인대보다 50% 증가를 나타냈다. 상방 부하시 원추양 인대의 구속력이 가장 많이 증가하여 마름모 인대에 비해 50% 이상의 증가를 보였으며, 전방 부하시



| Dimension (mm) | Mean |
|--------------------------------|------|
| 1. Med.conoid length | 19.4 |
| 2. Ant. trapezoid length | 19.3 |
| 3. Conoid clavicular width | 20.6 |
| 4. Conoid coracoid width | 10.6 |
| 5. Trapezoid clavicular width | 21.7 |
| 6. Trapezoid coracoid width | 14.0 |
| 7. Conoid thickness a. Sup. | 8.6 |
| b. Mid. | 5.9 |
| c. Inf. | 4.4 |
| 8. Trapezoid thickness a. Sup. | 16.0 |
| b. Mid. | 5.5 |
| c. Inf. | 4.8 |
| 9. Distal clavicle | 15.3 |

Fig. 3. The 13 measured dimensions of the coracoclavicular ligament. Med, medial; Ant, anterior; Sup, superior; Mid, middle; Inf, inferior; a, superior; b, middle; c, inferior.

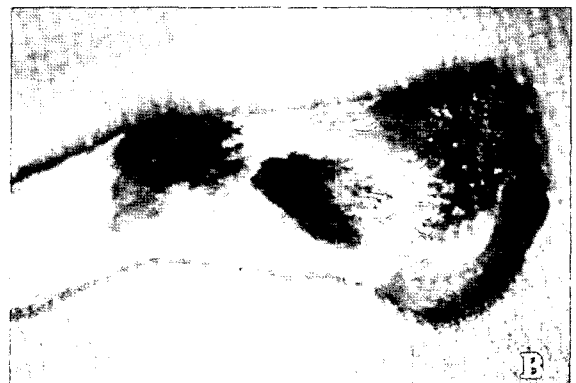
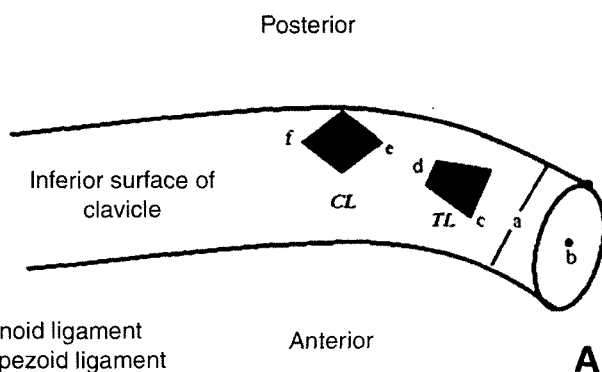


Fig. 4. (A) Inferior surface of the distal clavicle. CL, the conoid ligament insertion; TL, the trapezoid ligament insertion; a, AP width of the distal clavicle; b, center of articular surface of the distal clavicle; c, lateral edge of the TL insertion; d, medial edge of the TL insertion; e, lateral edge of the CL insertion; f, medial edge of the CL insertion. (B) The TL and CL insertions stained with methylene blue.

마름모 인대에 작용하는 힘은 100% 증가한 반면 원추양 인대에서는 200% 이상 증가하였다. 이는 Fukuda 등⁸⁾이 시행한 역학 실험과 비교하여 견봉 쇄골 관절을 절제하여 오구 쇄골 인대를 관찰한 실험으로 Fukuda 등⁸⁾이 마름모 인대와 원추양 인대의 역할에 대해 언급한 내용을 뒷받침해 주고 있다.

삼각근과 승모근의 역학

삼각근과 승모근은 쇄골 말단부의 동적 안정화 구조물로 작용할 뿐만 아니라, 그들의 근 섬유는 상 견봉 쇄골 인대의 섬유와 같이 결합되어 견봉 쇄골 인대를 보강시켜 안정성에 도움을 준다¹⁹⁾. 그러나 삼각근의 쇄골 말단부에서의 동적 역할에 대해서는 대부분의 역학 연구가 사체를 통해 이루어져 연구의 한계가 있긴 하나, 제 3형의 견봉 쇄골 관절 손상에서 임상적으로 증세가 없는 경우도 종종 있어 이와 같은 현상이 삼각근의 동적인 역할을 일부나마 증명해 주고 있다¹⁸⁾. 즉 삼각근이 작용하는 힘의 방향은 상지의 중립위에서 63° 상방을 향하게 되며, 60° 외전 상태에서는 4° 상방으로 향한다¹⁵⁾. 삼각근이 쇄골 말단부의 내측에 부착하므로 삼각근의 이러한 힘의 벡터

는 견봉 쇄골 인대 및 오구 쇄골 인대 파열시 쇄골 말단부가 상부로 지나치게 전위되는 것을 막을 수 있다²⁰⁾. 따라서 견봉 쇄골 인대 손상으로 인한 재건술시 안정성을 강화시키기 위해 삼각-승모근막을 중첩시키는 것이 중요하다.

견봉 쇄골 관절의 역학

일부 학자들은 운동시 견봉 쇄골 관절에 작용하는 큰 압박력은 역도 선수나 체상 운동 선수에서 나타나는 쇄골 말단부의 골 용해를 발생시킬 수 있다고 보고하고 있다⁶⁾. 그러나 한편으로는 안정된 견봉 쇄골 관절면에서 발생하는 마찰력은 견봉에 대해 쇄골이 부드럽게 움직이므로 실제 가해지는 부하는 적다고 주장하는 학자도 있다⁹⁾. 견봉 쇄골 관절의 퇴행성 변화를 일으키는 다른 요소로 견봉 쇄골 관절의 회전으로 발생하는 전단력을 생각할 수 있다⁹⁾. 그러나 실제 견봉 쇄골 관절의 회전에 대한 역학 연구는 다소 다양하다^{9, 11, 19, 22)}.

Rockwood 등¹⁹⁾은 쇄골의 축을 통해 발생하는 총 45°의 회전 중에 단지 5-8° 만이 견봉 쇄골 관절을 통해 발생하고 그 외에는 동시성 견갑 쇄골 운동(synchronous scapuloacromioclavicular motion)이라고 보고하였다. 이와 같이 견봉 쇄골 관절에 가해지는 힘의 원인이 아직은 불분명하나 반복되는 체상 운동이나 작업하에서는 견봉 쇄골 관절에 높은 스트레스가 가해질 수 있다는 데는 의심할 여지가 없다.

결론

견봉 쇄골 관절은 안정성 측면에서 중요한 정적 구속력을 가지고 있으며, 관절 인대 손상이 발생하면 안정성이 붕괴되고 이로 인해 증세가 나타나게 된다. 따라서 재건술시 보다 정확한 복원이 이루어져야 할 것으로 생각되며 동적인 근육의 중요성을 간과하여서는 안된다. 또한 관절의 퇴행성 질환에 대한

| | Distance of insertion (mm) | |
|-----|----------------------------|----------|
| | Men | Women |
| b-c | 16.7±2.4 | 16.1±1.4 |
| b-d | 28.2±5.7 | 26.6±5.2 |
| b-e | 33.5±4.4 | 28.9±2.5 |
| b-f | 49.7±5.4 | 44.4±4.4 |

Fig. 5. Measured distances of the trapezoid and conoid insertions from articular surface of the distal clavicle.

| Displacement (%) | Small displacement* | | | Large displacement† | | |
|---------------------------------|---------------------|-----------|----|---------------------|-----------|----|
| | Conoid | Trapezoid | AC | Conoid | Trapezoid | AC |
| Ant. translation | 35 | 16 | 49 | 70 | 18 | 12 |
| Post. translation | 7 | 4 | 89 | 9 | 1 | 90 |
| Ant. rotation | 55 | 20 | 25 | 72 | 20 | 8 |
| Post. rotation | 55 | 16 | 29 | 47 | 38 | 15 |
| Sup. rotation | 40 | 20 | 40 | 82 | 5 | 13 |
| Sup. translation | 23 | 9 | 68 | 62 | 15 | 22 |
| Axial translation (distraction) | 35 | 0 | 65 | 8 | 1 | 91 |
| Axial translation (compression) | 40 | 47 | 13 | 9 | 75 | 16 |

Fig. 6. Relative contributions of the individual ligaments to constraint of the acromioclavicular joint. *Average corresponding constraint force are ten newtons and torques are 0.6 Nm. †Average corresponding constraint forces are ninety newtons and torques are 4.5 Nm. AC, acromioclavicular; Ant, anterior; Post, posterior; Sup, superior.

쇄골 말단부 절제시 절제를 최소화함으로써 가능한한 주변 인대를 보존하여 견봉 쇄골 관절의 역학에 변화가 발생되지 않도록 주의해야 될 것으로 생각된다.

참고문헌

1. **Bigliani LU, Nicholson GP and Flatow EL:** Arthroscopic resection of the distal clavicle. *Orthop Clin North Am*, 24: 133-141, 1993.
2. **Blazar PE, Iannotti JP, Williams GR:** Anteroposterior instability of the distal clavicle after distal clavicle resection. *Clin Orthop*, 348: 114-120, 1998.
3. **Branch TP, Berdette HL, Shahriari AS, et al:** The role of the acromioclavicular ligaments and the effect on distal clavicle resection. *Am J Sports Med*, 3: 293-297, 1996.
4. **Debski RE, Parsons IM, Woo SLY, et al:** Effects of capsular injury on acromioclavicular joint mechanics. *J Bone Joint Surg*, 83-A: 1344-1351, 2001.
5. **DePalma AF:** *Surgery of the shoulder*, 2nd ed. Philadelphia, JB Lippincott, 1973.
6. **DePalma AF:** The role of the disks of the sternoclavicular and the acromioclavicular joints. *Clin Orthop*, 13: 222-233, 1959.
7. **Edelson JG:** Patterns of degenerative change in the acromioclavicular joint. *J Bone Joint Surg*, 78-B: 242-243, 1996.
8. **Fukuda K, Craig EV, An KN, Cofield RH and Chao EY:** Biomechanical study of the ligamentous system of the acromioclavicular joint. *J Bone Joint Surg*, 68-A: 434-440, 1986.
9. **Fung M, Kato S, Barrance P, et al:** Scapular and clavicular kinematics during humeral elevation: A study with cadavers. *J Shoulder Elbow Surg*, 10: 278-285, 2001.
10. **Harris RI, Vu DH, Sonnabend DH, Goldberg JA and Walsh WR:** Anatomic variance of the coracoclavicular ligaments. *J Shoulder Elbow Surg*, 10: 585-588, 2001.
11. **Klassen J, Morrey BF and Ann KN:** Surgical anatomy and the function of the acromioclavicular and coracoclavicular ligaments. *Oper Tech Sports Med*, 5: 60-64, 1997.
12. **Klimkiewicz JJ, Williams GR, Sher JS, et al:** The acromioclavicular capsule as a restraint to posterior translation of the clavicle. A biomechanical analysis. *J Shoulder Elbow Surg*, 8: 119-124, 1999.
13. **Lee KW, Debski RE, Chen CH, Woo SLY and Fu FH:** Functional evaluation of the ligaments at the acromioclavicular joint during anteroposterior and superoinferior translation. *Am J Sports Med*, 25: 858-862, 1997.
14. **Nuber GW and Bowen MK:** Disorders of the acromioclavicular joint: Pathophysiology, diagnosis and management. In: Iannotti JP and Williams GR eds. *Disorders of the shoulder: Diagnosis and management*. Philadelphia, Lippincott Williams and Wilkins: 739-762, 1999.
15. **Perry J:** Biomechanics of the shoulder. In: Rowe CR, ed. *The Shoulder*. New York, Churchill Livingstone: 1-15, 1988.
16. **Pitchford KR and Cahill BR:** Osteolysis of the distal clavicle in the overhead athlete. *Oper Tech Sports Med*, 5: 72-77, 1997.
17. **Renfree KJ, Riley MK, Wheeler D, Hentz JG and Wright TW:** Ligamentous anatomy of the distal clavicle. *J Shoulder Elbow Surg*, 12: 355-359, 2003.
18. **Renfree KJ and Wright TW:** Anatomy and biomechanics of the acromioclavicular and sternoclavicular joints. *Clin Sports Med*, 22: 219-237, 2003.
19. **Rockwood CA, Williams GR and Young DC:** Disorders of the acromioclavicular joint. In: Rockwood Jr CA, Mattson FA, eds. *The Shoulder*. 2nd ed. Philadelphia, WB Saunders: 483-553, 1998.
20. **Salter JEG, Nasca RJ and Shelley BS:** Anatomical observations on the acromioclavicular joint in supporting ligaments. *Am J Sports Med*, 15: 199-206, 1987.
21. **Shaffer BS:** Painful conditions of the acromioclavicular joint. *J Am Acad Orthop Surg*, 7: 176-188, 1999.
22. **Wulker N:** Applied bionics. In: Fu FH, Tischer JB, Imhoff AB, eds. *Atlas of shoulder surgery*. Stanford, Applieton and Lange: 30-52, 1998.