

Dr. José Bendayán S. *
Dr. César González Fuentes **
Dr. Miguel Cerrolaza R. ***

RESUMEN

Se realiza un estudio prospectivo de 5 piezas anatómicas de escápula humana, obteniéndose los resultados de las fuerzas actuantes en sus diferentes estructuras, siendo el manguito rotador imprescindible en la biomecánica normal de la articulación del hombro. Asimismo, se determinó la importancia de la escápula como unidad estructural de la misma. Estos hallazgos nos permiten inferir que el tratamiento quirúrgico de las fracturas de la escápula tiene un papel cada vez más importante y que el material de síntesis A.O. de 3.5 y 2.7 mm es el más idóneo.

PALABRAS CLAVE:

Fracturas, Escápula, Biomecánica.

ABSTRACT:

An experimental study on five scapular bone specimens is made in relation to force active on different structures. The importance of the scapular spine is stressed. We conclude on the importance of the surgical treatment of the fractures of the scapula as being the treatment of choice.

KEY WORDS:

Fractures, Scapula, Biomechanics.

INTRODUCCION

Fracturas de la escápula.

La escápula es un hueso de forma plana que se encuentra en la base de la articulación del hombro, cubierto por una importante masa de músculos que permiten una gran libertad de movimientos y absorción de fuerzas productoras de lesiones (5). Por otro lado, al producirse un traumatismo, este hueso se encuentra protegido por espesas capas musculares que absorben el impacto y que no limitan en importancia la amplitud de los movimientos de las articulaciones del hombro (11). Por otro lado, debido a estas características, las fracturas escapulares son relativamente raras (1% de todas las fracturas, y 5% de las fracturas de hombro), y son ocasionadas por traumatismo de alta energía, por ejemplo: accidentes automovilísticos, de aviación, caídas de altura considerable. Estas están asociadas frecuentemente con una o más lesiones, lo cual supone una alta mortalidad por retardo en el diagnóstico (3).

Los síntomas iniciales más importantes de las fracturas del cuerpo, cuello y espina de la escápula son el dolor y la disminución de los movimientos activos y pasivos del hombro (22).

La mayoría de las fracturas, entre las cuales están las que tienen un desplazamiento menor, son tratadas conservadoramente mediante la inmovilización con cabestrillo y la movilización precoz de la articulación (2). En casos cada vez menos excepcionales se justifica realizar la reducción abierta y la fijación interna de la fractura cuando por medio de los métodos conservadores fracasan o cuando se espera una artritis post-traumática.

El objetivo de la siguiente investigación es determinar el comportamiento del hueso en las diferentes fracturas de la escápula por medio del análisis de las escápulas en prensas y la utilización de modelos de hueso simulando diferentes materiales de síntesis (13).

CLASIFICACION

Las fracturas de la escápula se clasifican por su extensión anatómica y apariencia radiológica (Cuadro 1). Para esto es necesario un estudio radiológico que incluya: una vista antero-posterior perpendicular al plano de la escápula, aplicando los rayos a 30° del plano sagital y una proyección lateral, colocando los rayos X a 30°, posterior con respecto al plano lateral. La tomografía computarizada es valiosa para determinar desplazamientos en el plano transversal (18).

MATERIAL Y METODOS

Se estudiaron 5 piezas anatómicas de la escápula humana a la cual se le tomaron las dimensiones, que fueron transferidas a la computadora, para posteriormente realizar las simulaciones matemáticas aplicando diferentes fuerzas que actúan en la producción de las fracturas, incluyendo el húmero y el manguito rotador (Gráfico N° 1). A continuación, se determinó, mediante pruebas, la colocación de diferentes implantes A.O., como fijación de estas fracturas simuladas para visualizar su efecto sobre las cargas resultantes e inferir su comportamiento en situaciones reales (19).

RESULTADOS

La articulación glenohumeral está sometida a tres fuerzas básicas: 1. El peso de la gravedad que traiciona el húmero. 2. Las masas musculares que producen la abducción. 3. El resultado de estas dos fuerzas anteriores que actúan a través de un centro de rotación pero en dirección opuesta al deltoides. Esta fuerza es también el resultado de otros dos componentes: 1. Un componente pasivo, la fricción y presión de la cabeza humeral sobre la superficie glenoidea, y 2. El componente activo, la tracción hacia abajo de los músculos infraespinosos. Esta tercera fuerza está representada por otra fuerza que actúa en ángulos rectos respecto del plano de la cavidad glenoidea (la fuerza resultante del manguito rotador) que funciona paralelamente al borde axilar de la escápula. En un estudio

* Médico Traumatólogo, U.C.V.

** Cátedra Traumatología del Hospital Universitario de Caracas.

*** Ingeniero Industrial. Centro de Bioingeniería, Universidad Central de Venezuela

centro médico

Dr. José Bendayán S, Prof. César González Fuentes, Dr. Miguel Cerrolaza R.

antropométrico se registró que el brazo es 0,052 veces el peso del cuerpo o (5,2 % del peso corporal), cuando actuaban a una distancia de 318 mm del centro de la articulación. Por lo tanto, si el deltoides es la fuerza activa que produce la elevación del brazo con un brazo de palanca de 30 mm, entonces la fuerza articular es aproximadamente diez veces el peso de la extremidad o la mitad del peso corporal (10). Estos hallazgos nos permiten descomponer, para su estudio, las fuerzas de tensión y compresión en la articulación del hombro en diferentes grados de ángulos del húmero. Durante la abducción la fuerza resultante aumentó linealmente, alcanzando un máximo de 0,89 veces el peso corporal a los 90°. Después de los 90° de abducción se produjo una disminución progresiva, llegando a 0,4 veces el peso del cuerpo a los 150°. El valor de los 90° de abducción representa el máximo brazo de palanca de la extremidad adjudicando al supraespinoso y el deltoides (14). Las fuerzas de tensión sobre la superficie glenoidea alcanzó su máximo de 0,42 veces el peso corporal a los 60° de abducción, luego disminuyó progresivamente hasta llegar a 0 a los 150° de abducción.

Por otro lado, a menos de 90° de abducción las fuerzas actuantes de la cabeza humeral sobre la glenoides producen un vector cizallante (16). La orientación transversa del manguito rotador ejerce una fuerza compresiva a través de la glenoides que neutraliza esta tendencia desestabilizante. Al haber un fractura que trastorne la orientación normal de la glenoides con la cabeza humeral esta afecta el brazo de palanca del manguito rotador sobre las fuerzas comprensivas ejercidas en esta articulación, y de esta manera se traducen fuerzas cizallantes, que tienen su ápice a los 45° de desplazamiento (6). La

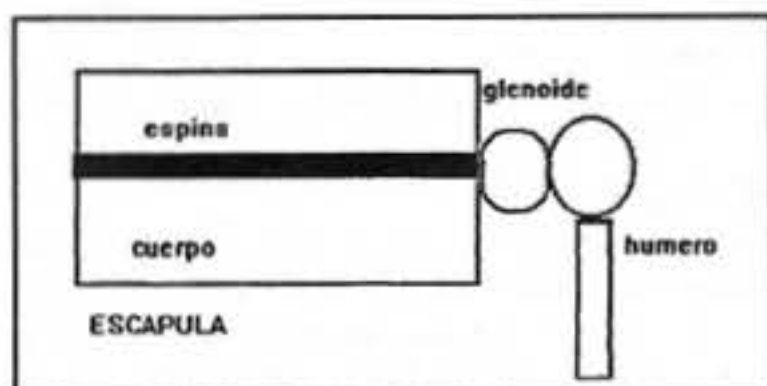
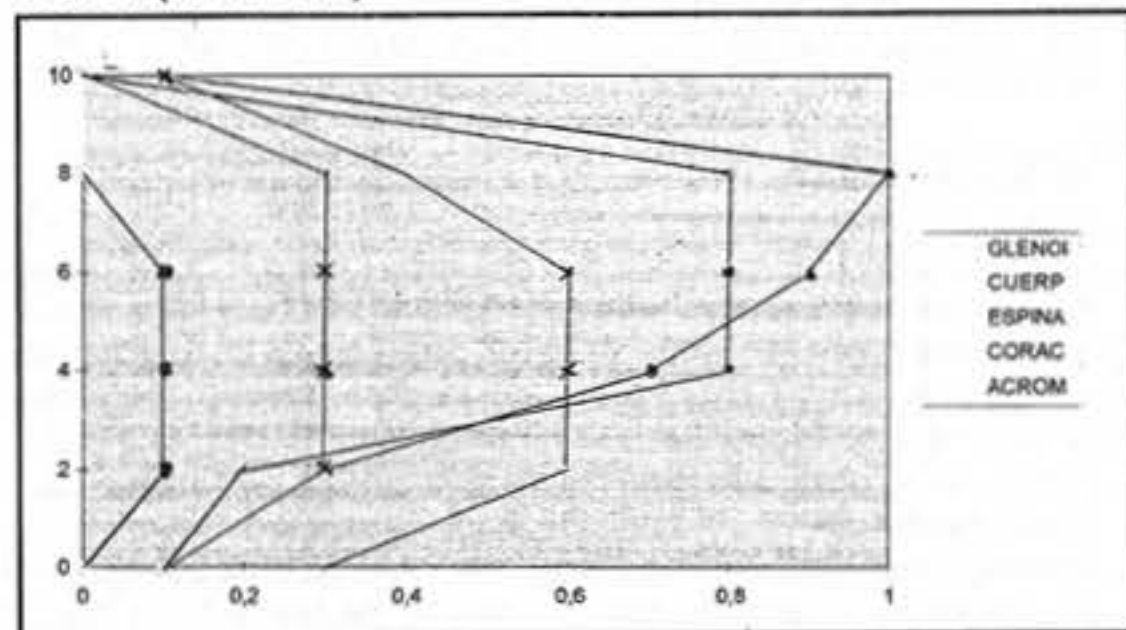


Gráfico 1: Visión esquemática del Sistema Escápula-Húmero

espina de la escápula actúa como una banda de tensión o columna rígida que mantiene la estructura de la escápula al haber un desplazamiento por una fractura. Esta falta de continuidad permite que la articulación actúe en forma aislada del cuerpo de la escápula, lo tanto provoca dolor, limitaciones importantes de los movimientos y posteriormente incapacidad funcional (30).

Cargas ejercidas sobre las estructuras de la escápula CARGA (NEWTONS)



DEFORMACION (cm 2)

DISCUSION

En el tratamiento de las fracturas de las escápulas, es meta fundamental la restauración y preservación de la función del manguito rotador. Es por ello que este principio tiene validez fundamental. En los pacientes que no tienen indicación quirúrgica (Cuadro 1), se tratan con el método conservador que incluye la inmovilización con un cabestrillo y la rehabilitación temprana de los movimientos de las articulaciones del hombro. (Imantan 1975; Neer 1974; De Palma 1983). Las fracturas del cuerpo de la escápula evolucionan bien con el tratamiento cerrado, aun con la presencia de un gran desplazamiento. Las fracturas desplazadas del cuello de la escápula causan debilidad en la abducción y dolor subacromial cuando son tratadas por este método.

El tratamiento quirúrgico tiene un lugar cada vez más importante en el tratamiento de las fracturas de la escápula a la vista de los nuevos conocimientos. Las fracturas de angulación transversa o las mismas fracturas del cuello con 1 cm de desplazamiento. Las fracturas de la espina de la escápula que provoquen deslizamiento de la glenoides de más de 30° deben pararse, ya que provocarían dolor residual, limitación funcional y artrosis traumáticas, entre otras.

INDICACIONES QUIRURGICAS

TIPO DE FRACTURA	DESPLAZAMIENTO
I-A, I-B	Más de 5 a 8 mm
II-A, II-B, II-C	Más de 40° en plano coronal, de 8 mm a 1 cm de desplazamiento de la superficie
III	3 a 5 mm de escalón articular

Cuadro 1

Para la reducción y fijación de las fracturas de la espina, las placas A.O de 3,5 mm dan muy buena estabilidad y los tornillos de 3,5 tienen muy buena presa; para los fragmentos grandes pero de irregulares bordes la placa de reconstrucción de 3,5 mm se adapta para reducir los fragmentos óseos, y en los sitios de pequeño tamaño y difícil acceso como partes de la escápula, apófisis coronoide y acromión, se demostró que las placas de 2,7 mm ejercieron una fijación que toleraba las cargas fisiológicas de la escápula. El tratamiento quirúrgico de las fracturas escapulares demanda una gran experiencia en técnicas de osteosíntesis, conocimiento de la anatomía de la zona y condiciones de estricta asepsia. A pesar de lo difícil en extrapolar los resultados obtenidos en el presente trabajo, en condiciones en vivo, éstos nos hacen inferir que uno de los puntos más importantes en el tratamiento de estas lesiones es la restauración anatómica original.



Fig. Nº 1: Fractura de la glenoides

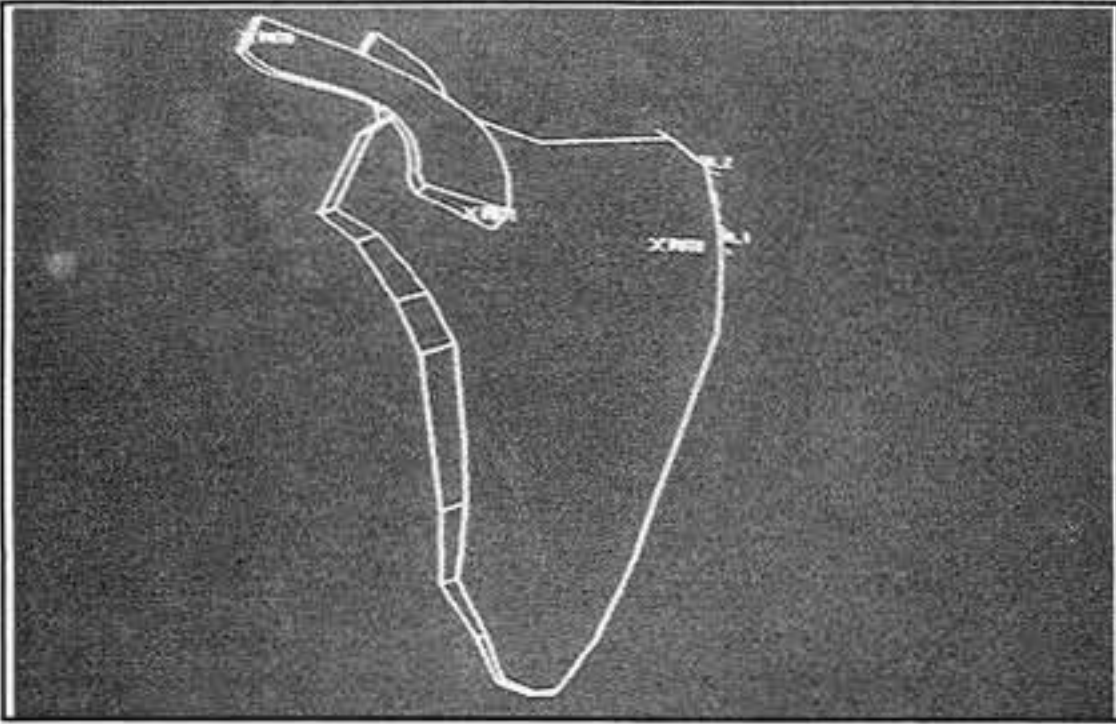


Fig. 2: Simulación de las fracturas de la escápula en computadoras de alto rendimiento.

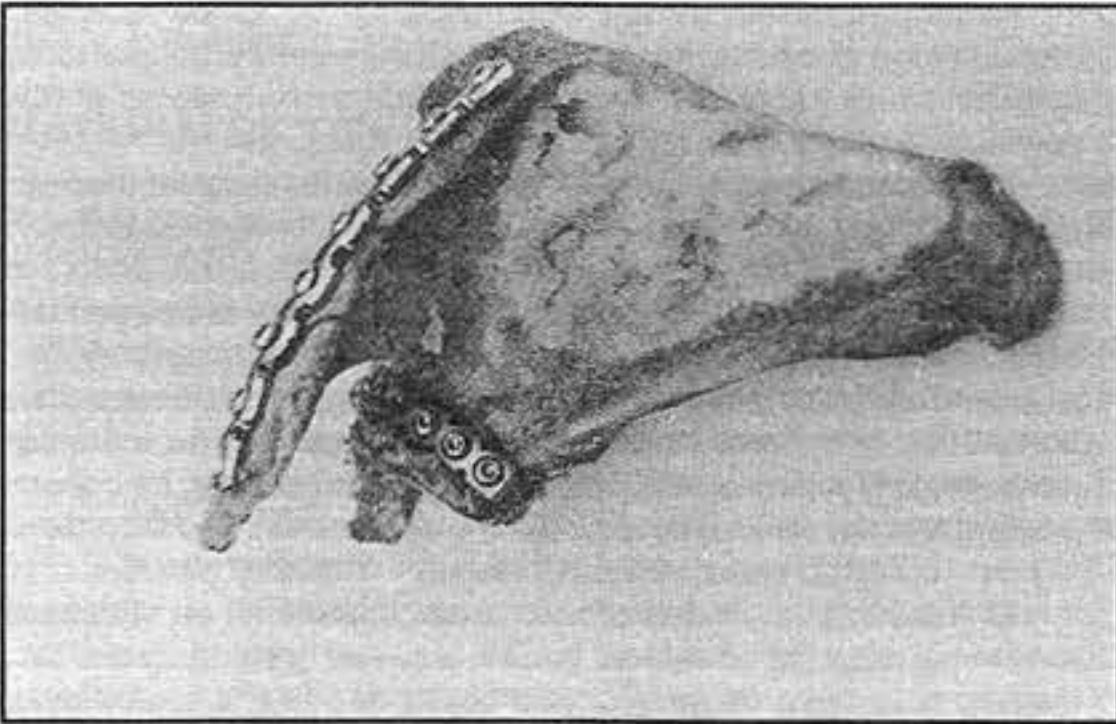


Fig. 3: Prueba de placas de reconstrucción y de pequeños fragmentos en una pieza anatómica de escápula.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Ada JR and ME Miller: Scapular Fractures. Analysis of 113 Cases. *Clin. Orthop.*, 269: 174-180, 1991.
2. Armstrong CP and J Van-Der-Spuy: The Fractured Scapula: Importance and Management Based on a Series of 62 Patients. *Injury*, 15: 324-329, 1984.
3. Baker S, B O'Neill, W Haddon Jr. and WB Long: The Injury Severity Score: a Method for Describing Patients with Multiple Injuries and Evaluating Emergency Care. *J. Trauma*, 14: 187-196, 1974.
4. Brodsky J W, HS Tullos and GM Gartsman: Simplified Posterior Approach to the Shoulder Joint. A Technical Note. *J. Bone and Joint Surg.*, 69-A: 773-774, 1987.
5. Butters KP: The Scapula. In *The Shoulder*, edited by C.A. Rockwood and FA Matsen, III. Philadelphia, WB Saunders, 335-366, 1990.
6. Findlay RT: Fractures of the Scapula and Ribs. *Am. J. Surg.*, 38: 489-494, 1937.
7. Gustilo RB and JT Anderson: Prevention of Infection in the Treatment of one Thousand and Twenty-five Open Fractures of Long Bones: Retrospective and Prospective Analyses. *J. Bone and Joint Surg.*, 58-A: 453-458, 1976.
8. Hardegger FH, LA Simpson and BG Weber: The Operative Treatment of Scapular Fractures. *J. Bone and Joint Surg.*, 66-B(5): 725-731, 1984.
9. Imatani RJ: Fractures of the Scapula: a Review of 53 Fractures. *J.*

Trauma, 15: 473-478, 1975.

10. McGahan JP, JT Rab and A Dublin: Fractures of the Scapula. *J. Trauma*, 20: 880-883, 1980.

11. McLennan JG and J Ungersma: Pneumothorax Complicating Fracture of the Scapula. *J. Bone and Joint Surg.*, 64-A:598-599, 1982.

12. Neer CS II and CA Rockwood Jr.: Fractures and Dislocations of the Shoulder. In *Fractures in Adults*, edited by CA Rockwood, Jr. and DP Green. Ed. 2, Vol. 1, Philadelphia, JB Lippincott, 675-681, 1984.

13. Rowe CR: Fractures of the Scapula. *Surg. Clin. North America*, 43: 1565-1571, 1963.

14. Rowe CR: Evaluation of the Shoulder. In *The Shoulder*, edited by C.R. Rowe. New York, Churchill Livingstone, 631-637, 1988.

15. Thompson DA, TC Flynn, P.W. Miller and R.P. Fischer: The Significance of Scapular Fractures. *J. Trauma*, 25: 974-977, 1985.

16. Wilber MC and EB Evans: Fractures of the Scapula, An Analysis of Forty Cases and a Review of the Literature. *J. Bone and Joint Surg.*, 59-A: 358-362, 1977.

17. Zdravkovic D and VV Dambolt: Comminuted and Severely Displaced Fractures of the Scapula. *Acta Orthop. Scandinavica*, 45:60-65, 1974.