

Rotura del manguito de los rotadores y parálisis del nervio circunflejo

Tríada terrible del hombro. Mito del deltoides y cien años de errores evitables

OLEG E. PRÚDNIKOV, EUGENIO E. PRÚDNIKOV y DMITRY O. PRÚDNIKOV

Centro de Cirugía del Hombro, Novosibirsk, Rusia

RESUMEN

Introducción: El concepto biomecánico de la articulación glenohumeral, generalmente admitido hoy, constituye una limitación para la comprensión de la función real del hombro y un obstáculo para el diagnóstico previo y el tratamiento apropiado de las roturas del manguito de los rotadores complicadas por lesiones del plexo braquial.

Materiales y métodos: Se realizó un estudio prospectivo descriptivo de 77 pacientes que presentaron diversas lesiones del manguito de los rotadores del hombro, asociadas con lesiones traumáticas del plexo braquial, que incluían parálisis del músculo deltoides, durante el período comprendido entre 1988 y 2006. Se conformaron cuatro grupos con el objetivo de subrayar el papel determinante y decisivo del manguito de los rotadores para la movilidad activa glenohumeral.

Resultados: El grupo de pacientes con lesiones definitivas del nervio axilar presentó un nivel funcional compatible con las actividades de la vida diaria. Las lesiones completas no reparadas del manguito de los rotadores determinaron dolor y pérdida de función aun con la recuperación neurológica. Cuando la lesión del manguito fue reparada el resultado clínico fue favorable en la mayoría de los casos, incluso con la persistencia del compromiso neurológico.

Conclusiones: El supraespinoso y el manguito de los rotadores suelen ser el primer motor de la articulación gle-

nohumeral, mientras que el deltoides, por tratarse de un músculo extrínseco con relación a la articulación glenohumeral, es sólo un músculo auxiliar y suspensorio.

PALABRAS CLAVE: Tríada terrible. Rotura. Manguito de los rotadores. Deltoides. Parálisis.

ROTATOR CUFF TEAR, AXILLARY PARALYSIS, A TERRIBLE SHOULDER TRIAD: DELTOID MYTH AND ONE HUNDRED YEARS OF PREVENTABLE MISTAKES

ABSTRACT

Background: The generally accepted current biomechanical concept of the glenohumeral joint restricts the understanding of the real function of the shoulder and hinders an early diagnosis and adequate treatment of the rotator cuff tears associated to brachial plexus injuries.

Methods: A prospective-descriptive study was performed between 1988 and 2006, involving 77 cases with various rotator cuff injuries associated to traumatic brachial plexus injuries, including deltoid paralysis, and 20 cases with isolated axillary and suprascapular paralysis (control group I). Patients were divided into 4 groups in order to underline the decisive rotator cuff role in active glenohumeral motion.

Results: The functional level of the patients who suffered definitive axillary nerve palsy was compatible with activities of daily living. Unrepaired complete rotator cuff tears resulted in pain and loss of active motion even with neurological recovery. When the rotator cuff was repaired, clinical recovery was favorable in most of the cases even with persistent axillary palsy.

Conclusions: It was concluded that the supraspinatus and rotator cuff are the prime drivers of the glenohumeral joint, whereas the deltoid, being extrinsic, is only an ancillary and suspensory muscle.

Recibido el 11-3-2008. Aceptado luego de la evaluación el 25-11-2008.

Correspondencia:

OLEG E. PRÚDNIKOV

Buzón reservado 176

Novosibirsk 630121, Rusia

DOP2004@ngs.ru ó oprudnikov@hotmail.com

KEY WORDS: Terrible triad. Rupture. Rotator cuff. Deltoid. Paralysis.

El músculo deltoides suele considerarse el motor primario del hombro (articulación glenohumeral). Los manuales neurológicos y ortopédicos afirman que cuando un paciente presenta una parálisis axilar, es incapaz de elevar el brazo por sí mismo porque éste pende como un látigo o aun se produce un hombro flácido.⁴³⁻³⁴

Kay y cols.³¹ creen que la parálisis del músculo deltoides enmascara la rotura concomitante del manguito de los rotadores y dificulta muchísimo su diagnóstico. Simonich y Wright⁵⁵ afirman que las roturas del manguito asociadas con las lesiones del plexo braquial son muy raras, y que la combinación simultánea de luxación anterior del hombro, lesión del plexo braquial y rotura del manguito rotador no constituye nada más que un ejemplo casuístico. En 1995, Groh y Rockwood²¹ describieron dos casos de esta combinación, a la que denominaron la tríada terrible del hombro, y señalaron que antes sólo González y López²⁰ habían publicado en 1991 dos casos.

Güven²³ no tardó en enviar una carta a la editorial en la cual les recordaba a Groh y Rockwood los cuatro pacientes operados por Neviasser y cols.,⁴⁴ casos publicados en 1988, además de su propio caso, publicado en 1994, de lo que él denominó la tríada infeliz.²²

Lamentablemente, ninguno de los autores mencionados citó a los dos pacientes operados por Codman¹¹⁻¹² en 1913 y 1927, ni recordó siquiera algunas decenas de otros pacientes operados por el neurocirujano suizo Narakas.³⁹

Finalmente, Brown y cols.⁹ y Bigliani y cols.,⁴ como la gran mayoría de los ortopedistas, estaban seguros en cuanto al resultado final de una reparación quirúrgica del manguito de los rotadores, pero en el caso de una rotura complicada por una parálisis axilar, el pronóstico es sensiblemente peor que el de la reparación de una rotura no complicada. Simonich y Wright aún afirman que el resul-

tado funcional de la reparación quirúrgica del manguito roto es más dependiente de una recuperación eventual del deltoides que de la posibilidad de obtener quirúrgicamente una reparación completa y perfecta del manguito.

El diagnóstico y el tratamiento de tales casos combinados testifican, sin embargo, en contraposición a todo lo mencionado por otros autores, de modo inequívoco y con evidencia justa, la bien conocida y desatendida concepción de Codman, quien con toda razón afirmaba que el primer motor glenohumeral es el músculo supraespinoso.

El objetivo del presente trabajo es presentar la experiencia del diagnóstico y el tratamiento de las roturas del manguito de los rotadores complicadas por lesiones del plexo braquial, mostrar que los resultados de la reparación quirúrgica no dependen de una recuperación eventual del deltoides y describir la concepción biomecánica de la articulación glenohumeral que coincide con los hechos reales y permite evitar numerosos errores.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio descriptivo prospectivo durante el período comprendido entre 1988 y 2006, en el Centro de Cirugía del Hombro. Se estudiaron 77 pacientes con diversas lesiones del manguito de los rotadores, asociadas con lesiones traumáticas del plexo braquial, que incluían parálisis del músculo deltoides, entre ellos 43 casos de la llamada "tríada terrible" del hombro.

Además, se incorporaron como control y con fin ilustrativo para subrayar la gran importancia y el papel decisivo del manguito de los rotadores en la movilidad activa glenohumeral, 12 pacientes con parálisis aislada permanente del nervio circunflejo (axilar), un paciente con una lesión del plexo braquial subtotal, 3 pacientes con diagnóstico de parálisis permanente del nervio axilar asociada con la rotura parcial de la cara articular del manguito de los rotadores y 4 pacientes con diagnóstico de parálisis transitoria del nervio supraescapular (en total, 20 pacientes).

Todos los pacientes fueron sometidos a un examen físico minucioso y a un estudio electromiográfico que confirmó el diagnóstico de parálisis del músculo deltoides por lesión del nervio

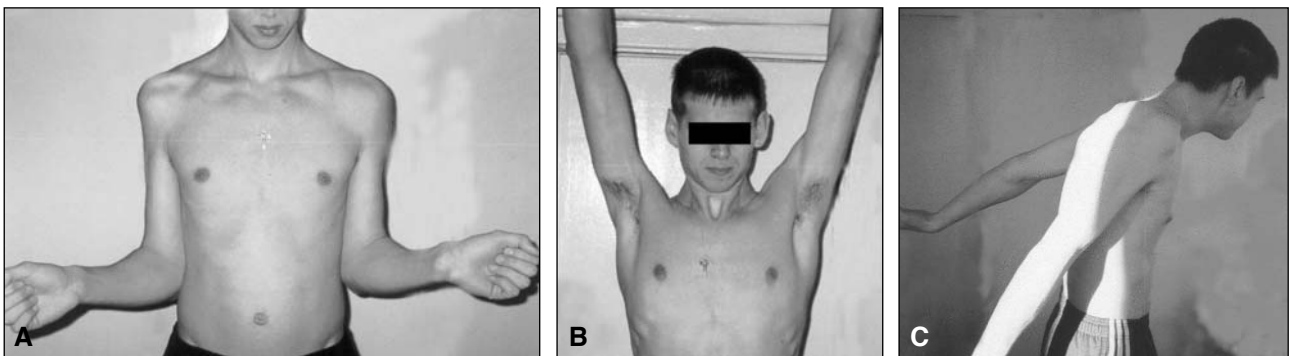


Figura 1. La abducción y la rotación externa completas (A y B), y la debilidad y la limitación de la extensión (retroversión) (signo de "la cola de golondrina") C, en el paciente con la parálisis aislada 9 meses después del accidente de motocicleta.

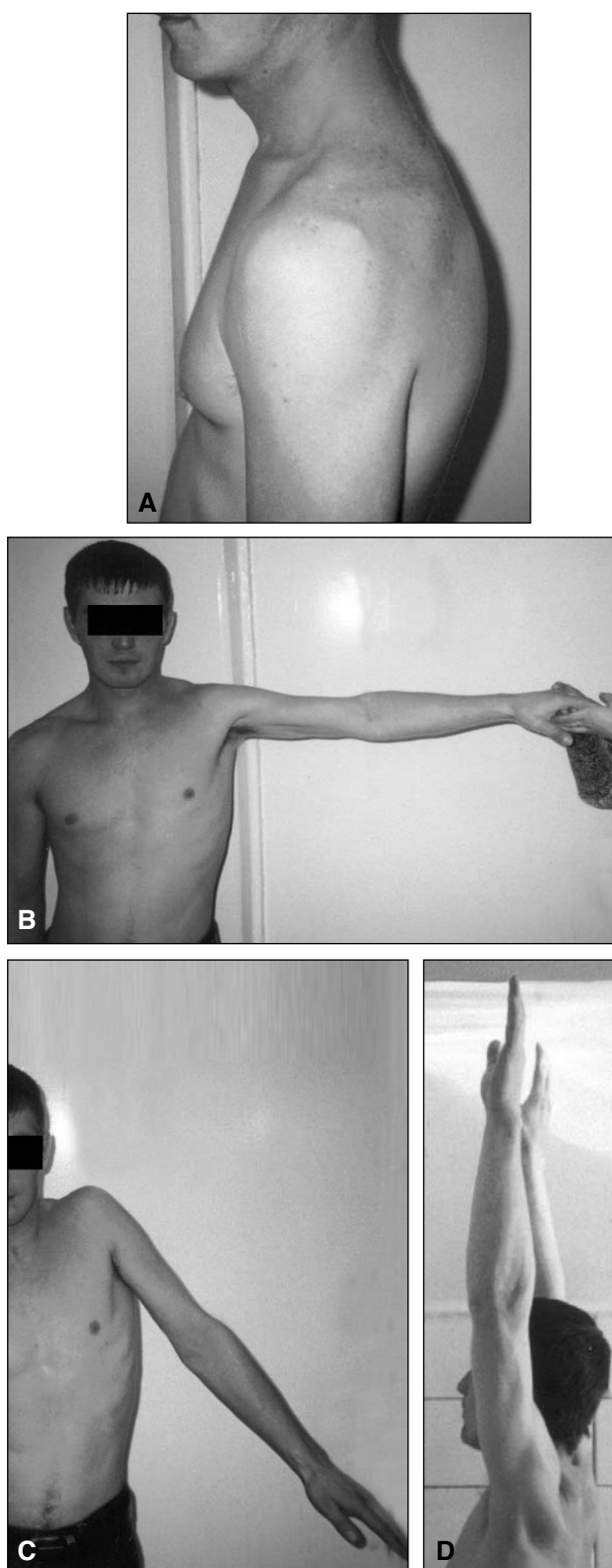


Figura 2. Un paciente con la parálisis transitoria del nervio supraescapular 3,5 semanas después del accidente.

A. Atrofia e incontractilidad de los músculos supra e infraespinoso. **B y C.** signos de Leclercq y "brazo caído" positivos. **D.** seis semanas después de un tratamiento conservador el paciente demuestra la recuperación completa.

axilar. Asimismo, se realizó un examen radiográfico estandarizado completo, y por necesidad, un examen artrográfico u artropneumográfico, ecográfico y de resonancia magnética. En todos los pacientes se valoró la distancia entre la cabeza humeral y el acromion, y la función del nervio supraescapular con la ayuda de la prueba de Hama y cols.²⁴ con rotación externa del brazo.

En el grupo I (grupo de control) no se operó a ningún paciente.

Parálisis axilar. Doce pacientes con diagnóstico de parálisis aislada permanente del nervio axilar habían sufrido un traumatismo de tracción. El tiempo promedio entre el trauma y el primer examen en el Centro fue de dos años y medio, que varió desde los 3 meses hasta los 9 años. La queja principal de todos ellos era de carácter estético. Ninguno presentaba dificultades importantes en el trabajo, en la vida cotidiana o aun en el deporte no profesional (Fig. 1). Dos pacientes sufrieron un accidente de automóvil y 7, accidentes de motocicleta (incluso 5 pacientes con el diagnóstico de una luxación anterior del hombro, por lo que se indicó reducción de la luxación del hombro, inmovilización enyesada siguiente y ejercicios físicos). De los 12 pacientes, 11 eran varones; todos se encontraban con edades comprendidas entre 19 y 59 años, con un promedio de 38 años.

Las quejas fueron las siguientes: atrofia de la musculatura del hombro (12 pacientes); dificultad para poner la mano en la cintura o en el bolsillo del pantalón (10 pacientes examinados en los primeros 12 meses después del traumatismo); dolor insignificante y esporádico en el hombro (3 pacientes después de la luxación del hombro) e incapacidad para elevar el brazo por encima de 155°. El paciente de mayor edad presentaba signos radiográficos de alteraciones degenerativas pronunciadas del espacio subacromial.

En todos los pacientes el deltoides estaba evidente y completamente atrofiado y era incapaz de contracción voluntaria, de manera que los contornos de la cabeza humeral se veían con claridad a través de la piel. Pero podían efectuar ejercicios activos y fuertes como flexión, abducción y rotación externa, casi iguales a las del miembro superior sano, salvo el paciente mencionado de 59 años, que realizó la elevación del brazo de 155°. La fuerza de elevación del brazo fue aproximadamente igual a la del miembro superior sano y la debilidad nunca sobrepasó a un cuarto de la fuerza.

Por el contrario, la extensión del brazo estaba debilitada en 9 pacientes, de un 25% hasta un 50% en comparación con la mano sana, y en 3 casos el signo de cola de golondrina era positivo (Fig. 2). En todos los pacientes la electromiografía reveló el silencio eléctrico del deltoides. La parálisis del deltoides fue permanente sin duda en todos los casos. El tiempo de recuperación de la movilidad activa en 5 pacientes con luxación del hombro fue el mismo que el que requiere una luxación del hombro no complicada.

Parálisis subtotal del plexo braquial. Hay que hacer notar que un paciente con una parálisis braquial subtotal, pero con el nervio supraescapular intacto, era capaz de abrir por completo el ángulo escapulohumeral y abducir el brazo del omóplato sin alguna dificultad visible, pese a la pérdida del deltoides y la parálisis evidente del omóplato (Fig. 3).

Parálisis supraescapular. Al contrario, 3 pacientes con parálisis aislada supraescapular presentaron atrofia pronunciada de las fosas supraespinosa e infraespinosa, incapacidad de contrac-

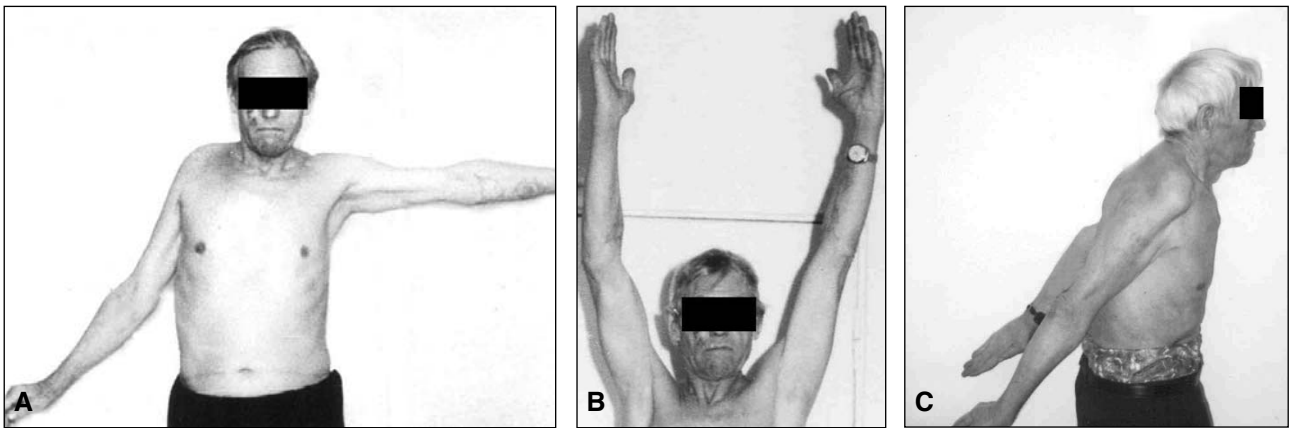


Figura 3. Un paciente con la rotura mayor del manguito complicada por la lesión del cordón posterior del plexo braquial. Fue referido al nuestro Centro dos meses después del trauma con el diagnóstico “luxación acromioclavicular derecha”.
A. Antes de la operación. **B y C.** El mismo paciente tres años después de la acromioplastia anterior de Neer y la reinscripción del manguito pese a la persistencia de la parálisis del deltoides no demuestra dolor, debilidad ni limitación de los movimientos. Parece paradójico que el brazo afectado es 1 kg más fuerte que el brazo sano. El paciente pudo volver a su trabajo de chófer de camión.

ción voluntaria de los músculos supraespinoso e infraespinoso y una limitación de la movilidad activa del hombro idéntica a la limitación de los movimientos debida a una rotura completa del manguito de los rotadores, denominada habitualmente hombro seudoparalítico (Fig. 4).

Rotura parcial del manguito de los rotadores y parálisis axilar. Cuatro pacientes con parálisis axilar aislada asociada con una rotura parcial de la cara articular del manguito de los rotadores tenían una capacidad evidente de elevar el brazo, aunque mediante un truco y con debilidad pronunciada (25% en comparación con el hombro sano, aproximadamente M3) pese a la falta de funcionalidad completa del deltoides.

El grupo II (casi de control) estaba conformado por 6 pacientes con roturas completas trastendíneas del manguito de los rotadores asociadas con parálisis aislada del deltoides o lesión del cordón posterior (3 pacientes) y luxación anterior del hombro en 3 pacientes (“tríada terrible”). Todos presentaron el cuadro clínico de “hombro flácido” durante el primer examen en el Centro y ninguno fue operado, por una u otra razón. Todas las parálisis fueron transitorias.

Los grupos III y IV incluyeron a los 71 pacientes que formaron parte del grupo de estudio.

En el estudio básico realizado participaron 36 hombres y 35 mujeres; de los 71 casos en total 55 presentaron roturas trastendíneas y 16 roturas del manguito trastroquiterianas. En 40 pacientes estuvo presente la luxación anterior del hombro concomitante (“tríada terrible”). Todos fueron tratados quirúrgicamente.

Los 71 pacientes que conformaron el estudio tenían una edad desde 20 hasta 76 años, con un promedio de 52 años. De ellos, 70 pacientes (incluso 9 pacientes con roturas parciales del manguito) padecían el cuadro clínico típico del hombro flácido. Los dolores eran insignificantes o estaban ausentes. La flexión del brazo promedio fue de 25°; la abducción, de 20° y la rotación externa promedio, de 10°. En todos los pacientes el deltoides estaba atrofiado, sin contractilidad y todos tenían una hipotrofia

visible de los músculos supraespinoso e infraespinoso, aunque el nervio supraescapular estaba intacto. En 70 de 71 pacientes se observó una subluxación inferior del hombro más o menos pronunciada. Sólo un paciente con rotura completa, que tenía un cuadro de un hombro con impotencia funcional marcada, fue capaz de alzar el brazo hacia 80° en el plano sagital y no tenía subluxación inferior.

La reparación quirúrgica del manguito de los rotadores fue practicada a cielo abierto en todos los casos. No se realizó intervención neuroquirúrgica.

En el paciente con rotura trastendínea, se practicó la reinscripción trasósea anatómica directa en una cuneta, realizada en el cuello anatómico del húmero, con firmes suturas irreabsorbibles en U, que se anclan en la muesca practicada. Esta técnica sería imposible sin una tensión excesiva por retracción pronunciada del manguito o por pérdida de la elasticidad de sus estructuras y del tejido tendíneo, por lo que se aplicó el avance del músculo supraespinoso según el método de Debeyre, o el doble avance de los músculos supraespinoso e infraespinoso a la vez según el método de Patte y Goutallier.

Se utilizó la clasificación de las fracturas del troquíter descrita por Patte,⁴⁶ que distingue tres tipos de fracturas:

Tipo I: corresponde y equivale a la rotura completa del manguito, una avulsión de una fina placa ósea que incluye la parte de la faceta de inserción del supraespinoso. Este desgarramiento frecuentemente no se fija.

Tipo II: arrancamiento de hasta el 50% del troquíter, que incluye toda la faceta de inserción del supraespinoso; el fragmento se desplaza bajo el acromion y a menudo queda encajada; es una rotura trastroquiteriana típica.

Tipo III: fractura total del troquíter con un gran fragmento que incluye los tres músculos que se insertan en él (supraespinoso, infraespinoso y redondo menor). El fragmento se desplaza hacia atrás y casi siempre abajo, por ser el infraespinoso y el redondo menor en conjunto más fuertes que el supraespinoso por sí sólo.

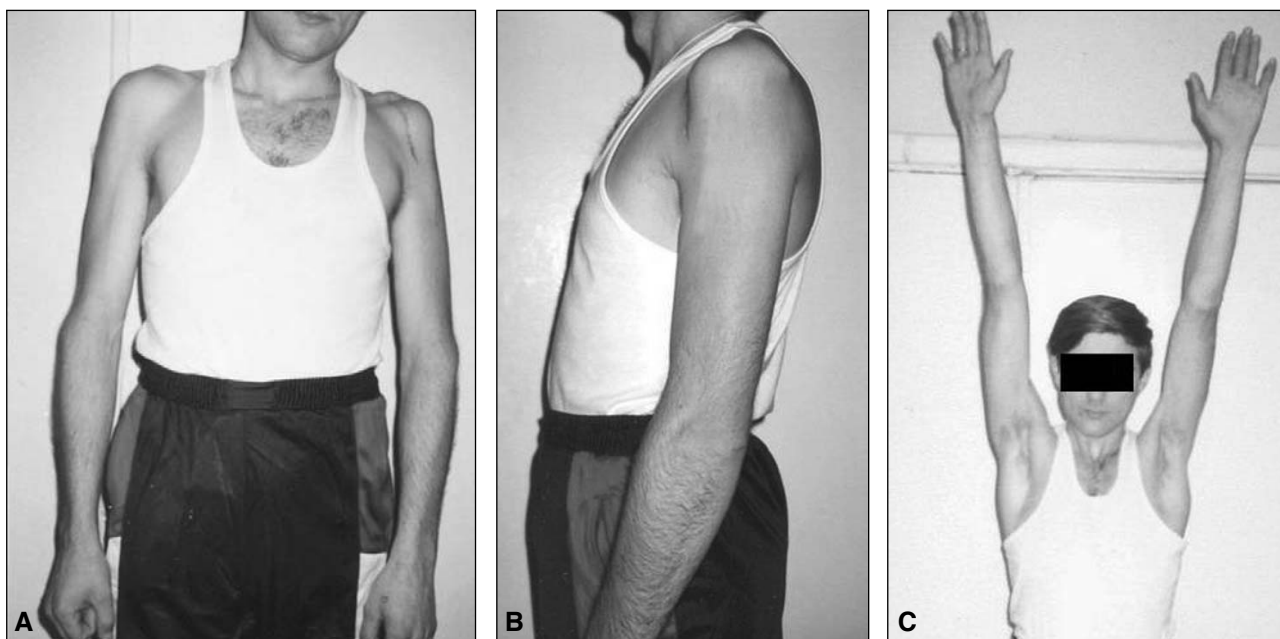


Figura 4 A y B. Un paciente con una típica "tríada terrible" del hombro izquierdo –luxación anterior del hombro, rotura completa del manguito media (3 x 2 cm) y parálisis del cordón posterior del plexo braquial– dos años después de la reparación quirúrgica del manguito. Zurdo. A pesar de que la parálisis del deltoides apareció permanentemente. **C.** el paciente tiene un hombro estable, sin dolor, tan fuerte como el sano y completamente funcional.

No siempre fue posible clasificar el tipo exacto de fractura. Se consideró absolutamente indicado el tratamiento quirúrgico cuando hubo un desplazamiento fragmentario mayor de 3 mm, para evitar así un pinzamiento subacromial eventual y una elongación relativa que pudiera determinar un debilitamiento del músculo supraespinoso en particular y del manguito de los rotadores en general.

En las fracturas de tipo I se practicó la escisión del fragmento y la técnica de reparación del manguito, idéntica a la de reparación de roturas trastendíneas. En las fracturas de tipo II se realizó la fijación de los fragmentos con sutura firme transósea-trastendínea de tensión en 8 y la sutura de intervalo del manguito. En las fracturas muy comminutas, en varias ocasiones fue necesario realizar la escisión de los fragmentos y la re inserción del manguito.

En todos los casos operados se practicó un gesto de descompresión subacromial, acromioplastia anterior de Neer o la gran liberación anterior según Patte y Goutallier, las cuales se utilizaron simultáneamente como abordaje quirúrgico.

El tratamiento posoperatorio consistió principalmente en la movilización precoz del hombro. Los pacientes permanecieron en un cabestrillo durante 3-4 semanas después de la intervención. Se aplicaron cuidadosos ejercicios pasivos pendulares durante las primeras 3 a 4 semanas posteriores a la operación y se añadieron movimientos activos a partir de las 5-7 semanas. En las semanas 8-9 se iniciaron los ejercicios resistidos progresivos. El seguimiento varió de 2 a 18 años.

En el grupo III se reunieron 63 pacientes que fueron operados por roturas del manguito de los rotadores completas (54 casos) y parciales (9 casos), asociadas ambas categorías con parálisis transitoria del deltoides.

En este grupo se presentaron fracturas del troquíter de tipos I y II, con 3 y 10 pacientes respectivamente. El daño neurológico

se limitó a la parálisis del circunflejo en 44 pacientes y fue más extendido en 19 casos. Presentaron lesión del tronco primario superior 8 pacientes, incluidos 4 con parálisis del nervio supraescapular transitoria y uno con parálisis permanente; mientras que 7 pacientes tuvieron lesión del cordón posterior y 4, lesión irregular a diversos niveles de los nervios periféricos, aun la del nervio circunflejo.

El grupo IV abarcó a 8 pacientes operados por presentar rotura completa del manguito de los rotadores, asociada con parálisis permanente del deltoides.

En este grupo se constató que 5 lesiones estaban asociadas con la luxación anterior del hombro, así como que 2 pacientes presentaron fracturas del troquíter de tipo I y 2 pacientes, de tipo II. Se observó en 4 casos parálisis axilar aislada; en 2 casos, lesión del tronco primario superior y en los otros 2 casos, lesión del cordón posterior.

Cabe destacar que los errores, antes de la recepción en nuestro Centro, fueron comunes. El diagnóstico correcto lo obtuvieron sólo 7 pacientes que acudieron al Centro inmediatamente después de sufrir el traumatismo, sin pasar antes por otra institución médica. Todos los pacientes enviados de otros lugares tuvieron varios diagnósticos falsos e incompletos.

Resultados

Criterios con relación a los resultados obtenidos

Excelente: no hay dolores, salvo aquellos muy esporádicos; ni debilidad o limitación de los movimientos activos mayor de 10 en toda dirección, sin limitación de la aptitud para cualquier trabajo.

Bueno: cuando la abducción del brazo no es menor de 140°, la rotación externa no es menor de 30°, los dolores son esporádicos o insignificantes, con ausencia de debilidad o menor de un cuarto y el paciente es capaz para realizar tareas salvo las físicas más exigentes o que impliquen el uso de la mano por encima de la cabeza.

Regular: la abducción alcanza los 90-140°, la rotación externa los 0°-30° y se asocian con dolores moderados, pero constantes; el paciente necesita tomar analgésicos, la debilidad es moderada (1/4 - 1/2) y existe incapacidad para el trabajo físico.

Malo: presencia de dolores intensos y constantes, debilidad significativa (más de 1/2), junto con una abducción activa menor de 90°, rotación externa de 0° y ausencia de mejoramiento funcional.

En el grupo II, pese a la recuperación completa de todas las parálisis después del curso del tratamiento conservador habitual, incluso la del deltoides, la desaparición del cuadro clínico de un hombro flácido y la subluxación inferior del hombro en todos los pacientes, persistió el cuadro seudoparalítico del hombro, caracterizado por los signos de Leclercq y del brazo caído positivos y el cierre del ángulo escapulo humeral durante una tentativa de elevar el brazo. Más tarde aparecieron los dolores. En 4 de 6 pacientes hubo subluxación superior del hombro. El resultado se consideró malo en los 6 pacientes.

En el grupo III todas las parálisis desaparecieron entre los 2-18 meses después de la operación, con un promedio de 2,5 meses. En 18 de 49 pacientes con resultados favorables, la recuperación de los movimientos activos del hombro fue significativamente más rápida que la recuperación de la contractilidad del deltoides.

En total, se obtuvieron 37 resultados excelentes, 14 buenos, 8 regulares y 4 malos. En los pacientes con roturas parciales del manguito de los rotadores se obtuvieron 6 casos con resultados excelentes, 2 buenos y 1 regular. El resultado en los pacientes con roturas tendíneas completas puras del manguito de los rotadores fue excelente en 25 casos, bueno en 11, regular en 4 y malo en uno. Mientras que en los pacientes con roturas trastroquiterianas, se lograron 5 resultados excelentes, 4 buenos, 1 regular y 3 malos. Los resultados excelentes fueron en todos los pacientes con una avulsión del troquíter de tipo I, mientras que los malos correspondieron a pacientes con la avulsión del troquíter de tipo II, en un paciente se presentó una parálisis permanente irreversible del nervio supraescapular, mientras que en los otros casos inveterados existían cicatrización y callosidad heterotópica abundantes.

En el grupo IV, pese a la permanencia de la parálisis del deltoides, se obtuvieron 4 casos con resultados excelentes (Fig. 6-8), 3 casos buenos (Fig. 9) y 1 caso con resultado malo. El último fue en un paciente que 4 meses después de la operación se cayó con apoyo sobre la mano del lado operado tras haber recuperado por completo la mo-

vidad activa del hombro y renunció a una nueva operación. La fuerza de la extensión del brazo se redujo no más de 25% en 2 casos y el signo de cola de golondrina fue positivo en 2 pacientes.

Discusión

Los trabajos ortopédicos dedicados al problema de las roturas del manguito de los rotadores asociadas con lesiones del plexo braquial y, en particular, las ocurridas durante una luxación anterior del hombro (la llamada "tríada terrible") son raros y se basan en un número escaso de observaciones (Tabla).

La mayoría de los autores indican que el diagnóstico de la "tríada terrible" en la práctica diaria sigue dejando mucho que desear y confiesan que en la mayoría de los casos las roturas se diagnostican sólo después de la recuperación de la contractilidad y la función del deltoides, pero aun así, el paciente, queda incapacitado de elevar el brazo.²⁹ Esto es la consecuencia de una demora injustificada en la hospitalización y de un tratamiento quirúrgico inoportuno.

Además, la mayoría de los ortopedistas están convencidos de que la reparación del manguito de los rotadores en el caso de una rotura asociada con una parálisis permanente del deltoides es inútil y de que el resultado funcional favorable es inalcanzable.

Coexisten causas muy ampliamente difundidas responsables de este criterio; por ejemplo, hace más de cien

Tabla. Números de observaciones descritas por varios autores

Autores	Número de observaciones
Bigliani y cols., 1992	6
Brown y cols., 2000	4
González y López, 1991	2
Goubier y cols., 2004 ¹⁹	1
Groh y Rockwood, 1995	2
Güven y cols., 1994	1
Johnson y Bayley, 1982	5
Kay y cols., 1988	2
Ludin y cols., 1975	8
Makarévitch y Belétsky, 2001	4
Neviaser y cols., 1988	4
Simonich y Wright, 2003	6

años se desconocía el cuadro clínico verdadero de la parálisis del deltoides, había una sobreestimación del papel del deltoides en la movilidad activa del hombro y, como consecuencia, una concepción errónea de la biomecánica glenohumeral, en tanto, al contrario, el papel importantísimo del músculo supraespinoso y del nervio circunflejo (axilar) se subestimaba^{32,51,54,58,59} o se ignoraba por completo.⁶⁰

Lo esencial de esta concepción, en general admitida, es expresada en breves palabras por Neer, quien opinó que el deltoides es el primer motor de la articulación glenohumeral y afirmó que a pesar de que la porción media del deltoides actúa al unísono con el supraespinoso, si el deltoides es afuncional, el supraespinoso no puede sustituirlo en la función de elevar el brazo (*The deltoid muscle is the prime mover of the glenohumeral joint. The middle deltoid acts in unison with the supraspinatus. However, if the middle deltoid is nonfunctioning, the supraspinatus is inadequate to substitute it for raising the arm*). La mayoría de los ortopedistas están de acuerdo con esta afirmación errónea, que con el curso del tiempo se convirtió en un dogma de fe, un mito que muchos continúan siguiendo, pese a que contradice de manera radical los hechos evidentes de la realidad. Lamentablemente, en este concepto falso se basan también las "teorías" actuales de la mecánica glenohumeral.

Ante todo, este concepto contradice el fenómeno de la persistencia de los movimientos activos del brazo pese a la parálisis del deltoides. La primera descripción del fenómeno pertenece a la pluma de Duchenne de Boulogne,¹⁶ quien disponía de algunas observaciones sobre el tema. Codman^{11,12} prestó atención particular a un paciente con el deltoides paralizado que era capaz no sólo de realizar todo tipo de trabajo físico penoso, sino también de engañar a cualquier comisión médica, ya que disimulaba con éxito su parálisis. Después, Staples y Watkins⁵⁷ describieron dos casos semejantes en 1943; Dehne y Hall,¹⁴ cuatro casos en 1959; de un caso disponían Comtet y Auffray¹³ en 1970 y DePalma¹⁵ en 1973; Giné y cols.,¹⁷ en 1982, informaron de un paciente con deservación completa traumática del cordón posterior del plexo braquial que podía abducir el brazo. Cuatro casos fueron comunicados en 1995 por el uno de nosotros.⁴⁹ Además, Markhede y cols.³⁶ en 1985 y Kruekarnchana y cols.³³ en 2004 informaron cinco y dos casos, respectivamente, de persistencia de movilidad activa del hombro después de una escisión completa o casi completa del músculo deltoides a causa de tumores en las partes blandas.

Las tentativas de explicar el fenómeno y evitar una contradicción al concepto dogmático del predominio del deltoides son a la vez imaginarias, especulativas y completamente no convincentes. Staples y Watkins,⁵⁷ por ejemplo, explicaron el fenómeno por una acción suplementaria de los músculos supraespinoso, la porción larga del bíceps, el pectoral mayor y probablemente el coracobraquial.

Dehne y Hall¹⁴ pensaron sobre la clave de explicación en la acción del infraespinoso y su función de rotación externa del brazo. Roper y Brooks⁵² afirmaron que en caso de parálisis del deltoides, la abducción del brazo se inicia por el supraespinoso, hacia los 70° se realiza por la porción larga del bíceps y por el tríceps, y se acaba por el pectoral mayor. De Palma¹⁵ explicó el fenómeno por una hipertrofia del supraespinoso y Giné y cols.¹⁷, por la actuación del supraespinoso en situación de estrés.

Watson⁶¹ propuso que la elevación activa del brazo en caso de la parálisis del deltoides es posible gracias a la actuación del pectoral mayor y otros músculos, los cuales atraviesan la articulación glenohumeral. Al fin, Nakatsuchi³⁸ se vio forzado a confesar que hasta hoy no se tenía una explicación satisfactoria o aceptable del fenómeno debido a la escasez de observaciones.

La presunción del predominio del deltoides se ve con claridad en los esquemas biomecánicos del hombro más difundidos actualmente.

Inman y cols.²⁷ incluyeron el supraespinoso, el infraespinoso, el redondo menor, el subescapular, el deltoides y el redondo mayor juntos en el grupo glenohumeral de los músculos de la región escapular y afirmaron que la musculatura abductora se representa principalmente por el deltoides, que forma parejas funcionales musculares (*functional muscle couples*) con los depresores de la cabeza humeral, como el subescapular, el infraespinoso y el redondo menor, sin cuya ayuda y cooperación el deltoides es incapaz (*hopeless*) de abducir el brazo. Los autores, por lo tanto, llegaron a la conclusión que no hay ningún motor primario de la articulación glenohumeral, sino que existen sólo ciertos modelados motores estereotipados (*patterns*).

Saha⁵³ dividió los músculos de la cintura escapular en tres grupos: el grupo de motores principales (primarios) (*prime movers*), el grupo de músculos timones (ruedas de timón) (*steering muscles*) y el grupo de músculos depresores del húmero. El primer grupo lo constituyen el deltoides y la porción clavicular del pectoral mayor; el segundo grupo consiste en el supraespinoso, el infraespinoso y el subescapular, cuya acción principal es estabilizar la cabeza humeral en el glenoides durante el movimiento del brazo. Los depresores son la porción externa del pectoral mayor, los redondos mayor y menor y el dorsal ancho. Tal división no se justifica desde el punto de vista anatómico ni funcional y es de notar, además, que el supraespinoso no se menciona como sólo uno de los músculos fijadores de la cabeza humeral.

Bonnel⁵⁻⁸ afirmó que no existe un músculo que pueda considerarse el abductor directo del brazo. En su opinión, el deltoides no es sólo un abductor que a partir desde 45° de abducción y únicamente en pareja con el infraespinoso y el subescapular, sino que es también un estabilizador de la cabeza del húmero y un abductor indirecto. Señala que la sola acción del deltoides es insuficiente para la

comprensión del fenómeno de la abducción del brazo (*L'abduction active, sous la contraction du muscle deltoïde, n'est pas suffisante à la compréhension du phénomène*) porque el deltoides no puede considerarse un abductor. Admitiendo que en casos de parálisis del nervio circunflejo es posible observar una conservación de la abducción, y que, al contrario, en caso de la rotura de los tendones de los músculos del manguito de los rotadores, pese a haber un deltoides intacto, es imposible obtener un movimiento de abducción (*au cours des paralysies du nerf circonflexe, on peut observer une conservation de l'abduction tandis que lors de la perforation ou de la rupture des muscles de la coiffe des rotateurs, malgré un muscle deltoïde intact, il n'est pas possible d'obtenir un mouvement d'abduction*), Bonnel consideró que el supraespinoso no es nada más que un estabilizador de la cabeza humeral y un abductor indirecto.

Imhoff y Ticker²⁶ afirmaron que el deltoides y el supraespinoso son a la vez los motores primarios de la abducción glenohumeral, mientras que el infraespinoso, el redondo menor y el subescapular forman las parejas de fuerza con el deltoides y estabilizan la cabeza humeral en la glena, lo que les permite al deltoides y al supraespinoso desempeñar el papel de abducción del brazo.

Solonen (1982)⁵⁶ supuso que los movimientos activos en la articulación glenohumeral son posibles sin la participación activa del supraespinoso, porque su significación es completamente cuantitativa y su papel es fijar la cabeza humeral en la glena.

Entretanto, el único argumento a favor del deltoides como el primer motor glenohumeral y la fuente de sobrevaloración de su papel en los movimientos activos del brazo es su magnitud y su fuerza.

Jones³⁰ obtuvo los datos evidentes y convincentes sobre el predominio del supraespinoso y del manguito de los rotadores para la movilidad activa del hombro. Dedujo de una manera extraña una conclusión inversa a la realidad. Se trataba de dos casos de una fractura-luxación conminuta de la cabeza humeral que amenazaba a los pacientes con la instalación de un hombro flácido. Por tal motivo, realizó una escisión de los fragmentos de la cabeza y de las tuberosidades, redondeó el borde superior del resto del húmero y reinsertó los tendones del manguito. En el primer paciente los reinsertó en la cara lateral del húmero a la distancia del borde superior igual a la longitud de los tendones, 1,5 a 2 pulgadas; en el segundo, realizó la re inserción en el borde lateral en punto. En el primer caso obtuvo un inesperado y sorprendente resultado excelente: un hombro completamente estable e indoloro, con movilidad activa completa y fuerte; el paciente pudo regresar a su trabajo manual y efectuarlo después durante 15 años hasta su muerte. El resultado en el segundo paciente fue regular: presentó un hombro estable, débil, la abducción de 60°, los síntomas de Leclercq y del brazo caído positivos. La conclusión del autor fue no me-

nos inesperada; dedujo que los rotadores acoplan la cabeza con la glena y son nada más que músculos suspensorios, mientras que el deltoides abduce el brazo.

Entretanto, es evidente que la escisión de la cabeza del húmero inevitablemente determina un acortamiento importante del deltoides, un alargamiento relativo del manguito y, como consecuencia, produce una flacidez de 4-5 cm, tanto para el manguito como para el deltoides. En el primer caso el operador eliminó la flacidez del manguito que actuaba aisladamente porque el deltoides fue incapaz de tender tanta flacidez (*pull up the snack*, un término de marineros), mientras que la flacidez de ambos músculos—del deltoides y del supraespinoso— fue inevitable en el segundo caso.

Inman y cols.²⁷ tomaron como un argumento a favor del papel del deltoides su aumento relativo y la disminución relativa del supraespinoso en el curso de la evolución filogenética desde los mamíferos primitivos (zari güeya, opósum) al hombre: el peso del deltoides aumentó desde el 22% hasta el 41% del peso total de la musculatura escapulohumeral, mientras que el del supraespinoso disminuyó desde el 25% hasta el 7%.

Los estudios electromiográficos de Inman y cols.,²⁷ Wertheimer y De Figueiredo Ferraz,⁶² Giné y cols.¹⁷ y Giné¹⁸ evidencian un aumento de la actividad eléctrica del deltoides en forma progresiva durante la abducción, que culmina entre los 90° y los 180° de elevación. A partir de los 90° y hasta los 180° se mantiene dicha potencia o disminuye ligeramente en los últimos grados del recorrido. La actividad del músculo supraespinoso es máxima durante la abducción a 100° y disminuye después en forma progresiva. De ahí se extrajeron las conclusiones muy diferentes. Para Wertheimer y De Figueiredo Ferraz,⁶² el supraespinoso es esencialmente fijador de la cabeza humeral en la cavidad glenoidea del omóplato en los movimientos de abducción, flexión y extensión del brazo (*Estas observações nos levam a considerar que o supra-espinhal é essencialmente fixador da cabeça umeral na cavidade glenóide da omoplata nos movimentos de abdução, flexão e extensão do braço*). Inman y cols. dedujeron que no hay tal motor primario, sino que sólo forman ciertos modelos motores estereotípicos (*patterns*) de función (*There is no such thing as a prime mover, there is only patterns of action*). Giné y cols.¹⁷ y Giné¹⁸ concluyeron que el deltoides puede absorber, en caso de necesidad, todo el trabajo del supraespinoso o viceversa. Al mismo tiempo, Giné y cols.¹⁷ describían que un paciente con un silencio en la función del deltoides podía realizar la abducción con sólo el supraespinoso, aunque con poca potencia, pues consideraban este fenómeno un ejemplo de la debilidad del supraespinoso con respecto al deltoides. Los autores valoraron, aunque en forma imprecisa, la fuerza que puede realizar el músculo supraespinoso aisladamente, comparándolo con el hombro sano y revelaron que el momento muscular desarrollado por el hombro en

el que sólo actuaba el supraespinoso fue, con respecto al porcentaje desarrollado por el hombro sano, como sigue: a 10° de abducción: 40%, a 45°: 20%, a 90°: 15%, de lo cual, suponiendo la simetría de ambos hombros, correspondería a un porcentaje de actuación ante el esfuerzo máximo: a 10°: supraespinoso 40% y deltoides 60%, a 45°: 20% y 80%, a 90°: 15% y 85%. Los autores no dicen nada de la condición del músculo ni del tendón supraespinoso del hombro afectado, por lo tanto el ejemplo no es convincente ni ilustrativo y sus cálculos pierden todo sentido.

Estudios electromiográficos revelan que el deltoides demuestra el aumento del esfuerzo a partir del inicio de la elevación del brazo, la que culmina a los 90° y se mantiene entre los 90° y los 180°, el cual forma un trazado de meseta y esto testimonia que el esfuerzo del supraespinoso se utiliza con más eficiencia que el trabajo del deltoides.

En los experimentos biomecánicos en cadáveres no es posible reproducir el juego muscular de un hombre vivo, si bien permiten obtener datos dudosos que conducen al error y a conclusiones falsas. McMahon y cols.,³⁷ en busca de simular la acción del deltoides en cadáveres, aplicaron un esfuerzo a este músculo bajo un ángulo recto y atribuyeron al deltoides un brazo de palanca, un eje de rotación y un momento de torsión, lo que le permitió actuar de un modo idéntico al supraespinoso, algo imposible en pacientes vivos. De ahí la conclusión de los autores de que la parálisis del nervio supraescapular y la pérdida de la función del músculo supraespinoso influyen poco en la función de la articulación glenohumeral, un planteo erróneo e inverso a lo que se observa en la realidad.

Así pues, el único argumento a favor del deltoides como el primer motor glenohumeral y la fuente de sobrevaloración de su papel en los movimientos activos del brazo es su magnitud y su fuerza. Basta recordar el ejemplo de David y Goliat para estimar tal argumento, al menos, como dudoso.

Alnot y cols.¹ y Alnot y Valenti³ revelaron que en las parálisis aisladas del nervio circunflejo siempre existe una abducción activa verdadera del hombro, que conduce frecuentemente a errores y demoras en los diagnósticos. En cambio, en las parálisis asociadas de los nervios circunflejo y supraescapular, se notaba una parálisis completa de la abducción asociada con una parálisis de la rotación externa; por ello obtuvieron los resultados buenos y excelentes en los pacientes con la fuerza posoperatoria del deltoides de M0 y la del supraespinoso de M3, mientras los resultados malos fueron en los pacientes con la fuerza del deltoides de M3-M4 y la del supraespinoso de M0.

Narakas³⁹ confesó que su diagnóstico de la parálisis axilar y supraescapular había sido incompleto durante 15 años, porque ignoraba hasta 1973 la asociación entre la afección del nervio axilar y del manguito de los rotadores; además, no comprendía suficientemente y subesti-

maba el papel esencial del nervio supraescapular y del músculo supraespinoso.

El supraespinoso es un músculo clave en las lesiones del plexo braquial, porque su integridad significa una lesión distal con respecto al tronco primario superior C5-C6; además, desempeña un papel determinante en la abducción verdadera del brazo. La articulación glenohumeral es asegurada por el músculo supraespinoso, ya que abre el ángulo escapulohumeral. Por lo tanto, si el supraespinoso está paralizado o el tendón se encuentra roto, el paciente no puede comenzar a abrir el ángulo escapulohumeral y la abducción no se puede realizar.

Además, Narakas⁴⁰ indicó que en un caso sobre tres de parálisis axilar hay una lesión asociada, o con el nervio supraescapular en los sujetos menores de 40 años, o con el manguito de los rotadores en los pacientes mayores, y que el desconocimiento de esta asociación conduce a errores diagnósticos y a malos resultados funcionales, si bien el deltoides recupera gran parte de su fuerza (*dans un cas sur trois environ, il y a malheureusement une lésion associée, soit du nerf suprascapulaire chez les sujets de moins de 40 ans, ou de la coiffe des rotateurs chez les patients plus âgés. La méconnaissance de cette association conduit à des résultats fonctionnels mauvais, même si le deltoïde récupère une bonne force*).

Los neurocirujanos Alnot² y Narakas y cols.,⁴¹ a diferencia de los ortopedistas, consideraron la luxación del hombro entre los elementos clínicos favorables, porque una parálisis del plexo braquial que ocurra después de una luxación del hombro afecta las ramas terminales y, por eso, es menos severa y tiene un 90% de posibilidades de recuperación espontánea completa.

Con una experiencia importante de la reparación quirúrgica simultánea de las roturas del manguito de los rotadores y de las lesiones del plexo braquial, Narakas⁴² aseguró que aun las roturas parciales del manguito pueden provocar el surgimiento de un hombro flácido.

Hertel y Ballmer²⁵ y Nishijima y cols.,⁴⁵ admitiendo la misma posibilidad de la conservación de la movilidad activa del hombro en caso de una parálisis del deltoides, afirmaron que en esta instancia sólo la debilidad de la extensión del brazo se manifiesta por *extension lag sign* o signo de la cola de golondrina, y es un signo permanente y patognomónico porque no hay músculos que sustituyan la función perdida de la parte posterior del deltoides. En la investigación llevada a cabo se llegó a un resultado diferente, pues este signo fue inconstante y no se consideró un síntoma patognomónico.

No se ha informado ningún caso de restablecimiento de la función del hombro después de una reparación quirúrgica de la rotura del manguito de los rotadores asociada con parálisis permanente del deltoides, salvo nuestras propias observaciones.⁴⁸⁻⁵⁰

Se supone que el dogma del predominio del deltoides en la biomecánica del hombro se origina por una equivo-

cación muy remota. Duchenne de Boulogne¹⁶ planteó que el supraespinoso es un abductor débil y auxiliar con respecto al deltoides. Se trataba de un paciente, observado por Duchenne, que desde hacía un año sufría dolores “reumáticos” intensos y tenía el deltoides atrofiado por completo. Los contornos de la cabeza humeral eran apenas visibles a través de la piel (*the contour of the head could be easily outlined through the skin*). Durante la estimulación eléctrica no pudo determinarse ningún vestigio mínimo del deltoides (*on electric stimulation not the slightest vestige of the deltoid could be detected*). La mínima tentativa de mover el brazo le causaba dolores insostenibles y la elevación del brazo le era imposible (*the slightest motion of the arm produced very severe pain, and the voluntary elevation of the arm was impossible*). Duchenne atribuyó la imposibilidad de elevar el brazo a la pérdida del deltoides y quedó muy sorprendido cuando, después del tratamiento mediante la estimulación eléctrica cutánea aplicada *loco dolenti*, observó al paciente elevar el brazo verticalmente sin esfuerzo, aunque con una cierta debilidad (*he was surprised to see the patient elevate his arm vertically and without an effort after his rheumatic pains had been cured under electrical cutaneous stimulations applied in loco dolenti*). Admitiendo la capacidad del supraespinoso de elevar el brazo por su propia acción, Duchenne planteó que el supraespinoso es un abductor débil y auxiliar con respecto al deltoides. Entretanto, no hay dudas ahora de que en el caso mencionado, bajo la etiqueta del “reumatismo” se ocultaba una lesión evidente del manguito de los rotadores, lo más probable, una hiperalgia debida a la calcificación del manguito. De aquí, en nuestro juicio, parte la sobrevaloración, habitual, de la función del deltoides y la subestimación del papel importantísimo del supraespinoso. Sin embargo, Codman, hace más de cien años, expuso un concepto real y correcto de la función del supraespinoso, que “puede por sí solo elevar el brazo. Si el paciente tiene la parálisis del deltoides sólo y el supraespinoso intacto, puede elevar su brazo y, viceversa, si este último está también paralizado o su tendón ha sido roto, no podrá elevarlo. Se recomienda, entonces, una operación exploradora de la bolsa subacromial en cada caso de parálisis no complicada del deltoides, después un trauma en que el paciente sea incapaz en forma voluntaria y lenta, de alzar el brazo”. (*From my study of the shoulder joint, in 1906, I concluded that the supraspinatus itself could elevate the arm. If a patient has paralysis of the deltoid alone and his supraspinatus is uninjured he can elevate his arm, and vi-*

ce versa, if the latter muscle is also paralyzed or if it has been ruptured, he cannot. I therefore recommend exploratory operation of the bursa in any case of uncomplicated deltoid paralysis following injury in which the patient cannot with a will slowly raise his arm).

En resumen, si se analiza el concepto general de la función de la articulación del hombro como resultado de la cooperación compleja de todos los músculos de la cintura escapular, se concluye que el primer motor y estabilizador glenohumeral es el manguito de los rotadores del hombro y que el músculo supraespinoso es una parte importantísima del manguito. El deltoides es un músculo auxiliar y suspensorio sólo capaz de deslizar el húmero hacia arriba con el brazo al lado o apretar la cabeza humeral contra el glenoides, con el brazo abducido a los 90°. Su hipertrofia en el curso de la evolución filogenética no es otra cosa que un error de la evolución, en un intento desesperado e infructuoso de conservar la función del deltoides, después del tránsito de un pronógrado a un ortógrado y la vuelta del brazo con respecto a la espina escapular bajo el ángulo recto.

En el caso de la parálisis del deltoides el supraespinoso siempre tiene la capacidad de realizar la abducción verdadera y fuerte del brazo, sin ninguna ayuda del deltoides. Por eso, esta lesión es incapaz de enmascarar la rotura del manguito y no tiene sentido un diagnóstico diferencial entre la rotura del manguito de los rotadores y la parálisis del deltoides, sino que deben diferenciarse la rotura del manguito y la parálisis del supraescapular.

Las dificultades en el diagnóstico de la llamada tríada terrible –un epíteto demasiado dramático a nuestro criterio– son imaginarias y debidas al concepto erróneo de la biomecánica glenohumeral; su rareza se explica sólo por los fracasos habituales de diagnóstico.

La rotura del manguito complicada por la parálisis del deltoides es mucho más frecuente de lo que suele pensarse y requiere ser reparada lo antes posible porque, ante todo, el resultado funcional depende de la reparación perfecta del manguito y no de la del deltoides, sin importar que la parálisis de éste sea transitoria o permanente y, en segundo lugar, la reparación precoz del manguito reserva tiempo para una intervención neuroquirúrgica eventual y mejora sus posibles resultados.

Mallon³⁵ publicó en 1998 un artículo titulado “E. Amory Codman, cirujano de la década de 1990” (*E. Amory Codman, surgeon of the 1990s*). Hoy podría con toda razón afirmarse que Ernest Amory Codman es un cirujano de los años 2000.

Bibliografía

1. **Alnot JY, Narakas AO, Raimondi PL, Morelli E.** Parálisis traumáticas del plexo braquial de l'adulte. Lesions rétro- et infraclaviculaires. In Alnot JY, Narakas AO, editors. *Paralysies du plexus brachial*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1989. p. 208-16.
2. **Alnot JY, Narakas AO, Raimondi PL, Morelli E.** Parálisis traumáticas del plexo braquial de l'adulte. Lesions rétro- et infraclaviculaires. In Alnot JY, Narakas AO, editors. *Paralysies du plexus brachial*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1989. p. 91-110.
3. **Alnot JY, Valenti PH.** Surgical reconstruction of the axillary nerve. In Post M, Morrey BF, Hawkins RJ, editors. *Surgery of the shoulder*. St Louis: Mosby Year Book; 1990. p. 330-33.
4. **Bigliani LU, Cordasco FA, McIlveen SJ, Musso ES.** Operative repair of massive rotator cuff tears: Long-term results. *J Shoulder and Elbow Surg* 1992;1:120-30.
5. **Bonnel F.** L'épaule musculaire (de l'anatomie à la biomécanique). En *Epaule et médecine de rééducation*. Sous la direction de L. Simon. Paris: Masson; 1984. p. 2-7.
6. **Bonnel F.** L'épaule: articulation à centrage dynamique rotatoire tridimensionnel. En *L'épaule douloureuse chirurgicale*. Sous la direction de M. Mansat. Paris: Expansion Scientifique Française; 1988. p. 1-11.
7. **Bonnel F.** *Le concept biomécanique de l'épaule*. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Conférences d'enseignement 1993. p. 1-16.
8. **Bonnel F.** Articulation scapulo-humérale (anatomie et biomécanique). En *L'épaule. L'épaule dégénérative, l'épaule traumatique, l'épaule du sportif*. Diagnostic – Rééducation – Chirurgie – Arthroscopie. Sous la direction de F. Bonnel, F. Blotman et M. Mansat. Paris: Springer Verlag; 1993. p. 23-34.
9. **Brown T, Newton P, Steinmann S, Levine W, Bigliani L.** Rotator cuff tears and associated nerve injuries. *Orthopaedics* 2000; 23: 329-32.
10. **Chaklin VD.** Principles of operative orthopaedics and traumatology. Mosú: *Medicine*, 1964 (rus).
11. **Codman EA.** Rupture of the supraspinatus tendon. *Surg Gynecol Obstet* 1931;52:579-86.
12. **Codman EA.** *The shoulder. rupture of the supraspinatus tendon and other lesions in or about the subacromial bursa*. Boston: Thomas Todd; 1934. (Reprint of 1984).
13. **Comtet JJ, Auffray Y.** Physiologie des muscles élévateurs de l'épaule. *Rev Chir Orthop* 1970; 56:108-12.
14. **Dehne E, Hall RM.** Active shoulder motion in complete deltoid paralysis. *J Bone J Surg* 1959; 41-A:745-48.
15. **DePalma AF.** *Surgery of the shoulder*. 2nd ed. Philadelphia: JB Lippincott; 1973.
16. **Duchenne de Boulogne GBA.** *Physiologie des mouvements démontrée à l'aide de l'expérimentation électrique et de l'observation clinique, et applicable à l'étude des paralysies et des déformations*. Paris: Baillière GB, 1867 (Physiology of Motion. E.B. Kaplan, translator and editor. Philadelphia: J.B. Lippincott; 1949).
17. **Giné JG, Algara C, Domenech S y cols.** *Bases biomecánicas de nuestro tratamiento quirúrgico del manguito de los rotadores*. V Symposium de la Sociedad Ibérica de Biomecánica. La Coruña, diciembre; 1982.
18. **Giné J.** *Estudio biomécanico de la articulación del hombro y su aplicación en el tratamiento de la periartritis escapulo-humeral*. Tesis para acceder al grado de Doctor por la Facultad de Medicina, Universidad de Zaragoza. Zaragoza, 1986.
19. **Göhlke F, Janßen E.** Anatomie und Entwicklungsgesichte. In *Nerausgegeben von Göhlke F. und Hedtmann A. Schulter*. Stuttgart: Ceorg Thieme Verlag; 2002. S. 3-48.
20. **González D, López RA.** Concurrent rotator-cuff tear and brachial plexus palsy associated with anterior dislocation of the shoulder. *J Bone Joint Surg* 1991;73-A: 620-21.
21. **Groh GI, Rockwood CA.** The terrible triad: Anterior dislocation of the shoulder associated with rupture of the rotator cuff and injury to the brachial plexus. *J Shoulder Elbow Surg* 1995; 4(1): 51-3.
22. **Güven O, Akbar Z, Yalçın S, Gündes H.** Concomitant rotator cuff tear and brachial plexus injury in association with anterior shoulder dislocation: unhappy triad of the shoulder. *J Orthop Trauma* 1994; 8:429-30.
23. **Güven O.** Terrible triad or Unhappy triad? *J Shoulder Elbow Surg* 1995;4:318.
24. **Hama H, Morinaga T, Suzuki K, Kuroki H, Sunami M, Yamamuro T.** The infraspinatus test: an early diagnostic sign of muscle weakness during external rotation of the shoulder in athletes. *J Shoulder Elbow Surg* 1993;2:257-59.
25. **Hertel R, Ballmer FT.** *The deltoid extension lag sign. A useful sign for diagnosis and monitoring of axillary nerve palsy*. Ann Meeting of ESSSE; Barcelona; 1994.

26. **Imhoff AB, Ticker JB.** Anatomy and biomechanics of the shoulder. In Imhoff AB, Ticker JB, Fu FH, editors. *An Atlas of Shoulder Arthroscopy*. London: Martin Dunitz; 2003. p. 11-25.
27. **Inman VT, Saunders M, Abbot LC.** Observations on the function of the shoulder joint. *J Bone Joint Surg* 1944; 26:1-30.
28. **Jobe CM.** Anatomy of the shoulder. In Bigliani LU, editor. *Complications in shoulder surgery*. Baltimore: Williams and Wilkins; 1993. p. 1-23.
29. **Johnson JR, Bayley JIL.** The early complications of anterior dislocation in the middle aged and elderly patient. In Bayley I, Lipmann Kessel, editors. *Shoulder surgery*. Berlin: New York: Springer-Verlag; 1982. p. 79-83.
30. **Jones L.** The shoulder. Observations on the Anatomy and Physiology. *Surg Gynecol Obstet* 1942;75:433-44.
31. **Kay SP, Yaszemsky J, Rockwood CA.** Acute tear of the rotator cuff masked by simultaneous palsy of the brachial plexus. *J Bone Jt Surg* 1988;70-A: 611-12.
32. **Klawans HL, Topel JL.** Neurologic aspects of the shoulder. In Post M, editor. *The shoulder. Surgical and nonsurgical management*. Philadelphia: Lea & Febiger; 1988. p. 154-86.
33. **Kruekarnchana P, Suzuki K, Fukuda H.** Shoulder function after subtotal excision of the deltoid muscle and of the deltoid and infraspinatus muscles in extra-abdominal desmoid tumor: A long-term follow-up in two cases. *J Shoulder Elbow Surg* 2004;13:119-22.
34. **Leffert RD.** Nerve Injuries about the shoulder. In Rowe CR, editor. *The shoulder*. New York-London: Churchill Livingstone; 1988. p. 435-54.
35. **Mallon WJE.** Amory Codman, surgeon of the 1990s. *J Shoulder Elbow Surg* 1998;7: 529-36.
36. **Markhede G, Monastyrski J, Stener B.** Shoulder function after deltoid muscle removal. *Acta Orthop Scand* 1985;56:242-44.
37. **McMahon PJ, Debski RE, Thompson WO, Warner JJP, Fu FH, Woo SL.** Shoulder muscle forces and tendon excursions during glenohumeral abduction in the scapular plane. *J Shoulder Elbow Surg* 1995; 4:199-208.
38. **Nakatsuchi Y.** Nerve grafting for shoulder weakness. In Watson MS, editor. *Surgical disorders of the shoulder*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1991. p. 627-44.
39. **Narakas AO.** Lésions du nerf axillaire et lésions associées du nerf supra-scapulaire. *Revue Médicale de la Suisse Romande* 1989;109:545-56.
40. **Narakas AO.** Examen du patient et de la fonction des divers groupes musculaires du membre supérieur. En Alnot JY et Narakas AO, editors. *Paralysies du plexus brachial*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1989. p. 49-64.
41. **Narakas AO, Allieu Y, Alnot JY, Brunelli G, Merle M, Santos-Palazzi A, Sedel L.** Paralysies suprascapulaires totales; 1. Possibilités chirurgicales et résultats. En Alnot JY et Narakas AO, editors. *Paralysies du plexus brachial*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1989. p. 130-61.
42. **Narakas AO.** 1993 (comunicación personal).
43. **Neer CS.** II. *Shoulder reconstruction*. Philadelphia: WB Saunders; 1990.
44. **Neviaser RJ, Neviaser TJ, Neviaser JS.** Concurrent rupture of the rotator cuff and anterior dislocation of the shoulder in the older patient. *J Bone Joint Surg* 1988;70-A:1308-11.
45. **Nishijima N, Yamamuro T, Fujio K, Ohba M.** The swallow-tail sign: a test of deltoid function. *J Bone Joint Surg* 1994;77-B:152-53.
46. **Patte D.** Luxations traumatiques de l'épaule. *Encycl. Méd. Chir*, Paris. Appareil locomoteur, 14037 C10, 4-1980.
47. **Perry J.** Muscle control of the shoulder. In Rowe CR, editor. *The shoulder*. New York-London: Churchill Livingstone; 1988. p. 17-34.
48. **Prudnikov OE.** Lésions simultanées de la coiffe des rotateurs et du plexus brachial. *Revue de Chirurgie Orthopédique* 1994; 80:602-9.
49. **Prudnikov OE.** Axillary palsy and shoulder motion. *Traumatology and Orthopaedics of Russia* 1995;2:1-33 (rus).
50. **Prudnikov OE, Prudnikov EE, Prudnikov DO, Leonovets VM, Kapustinsky AI.** Lesions of the rotator cuff of the shoulder associated with axillary palsy. *J Bone Joint Surg* 1999;81-B: p. 153.
51. **Radin EL.** Biomechanics and functional anatomy. In Post M, editor. *The shoulder. Surgical and nonsurgical management*. Philadelphia: Lea & Febiger; 1988. p. 54-60.
52. **Roper BA, Brooks D.** Restoration of function following paralysis of the deltoid and spinati. *J Bone Joint Surg* 1972;54-B:172.
53. **Saha AK.** Surgery of the paralyzed and flail shoulder. *Acta Orthop Scand* 1967;97:5-90.
54. **Skoromets AA, Skoromets AP, Skoromets TA.** *Topical diagnosis of diseases of the nervous system: Handbook for practitioners*. 5th ed. St-Petersbourg: Polytechnique; 2004 (rus).

55. **Simonich SD, Wright TW.** Terrible triad of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg* 2003; 12: 566-68.
56. **Solonen KA.** A method for reconstruction of the rotator cuff after rupture. In Ian Bayley and Lipmann Kessel, editors. *Shoulder surgery*. Berlin-New York: Springer-Verlag; 1982. p. 45-8.
57. **Staples OS, Watkins AL.** Full active abduction in traumatic paralysis of the deltoid. *J Bone Joint Surg* 1943;25:85-9.
58. **Steinmann SP, Spinner RJ.** In Rockwood CA, Matsen III FA, Wirth MA, Lippit SB, editors. *The shoulder*. Philadelphia: Saunders; 2004. p. 1009-31.
59. **Stör M.** Läsionen der Nerven des Schultergürtels. In Herausgegeben von Hopf HC, Poeck K, Schliak H. *Neurologie in Praxis und Klinik*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 1993. S. 6.87-6.89.
60. **Triumphov AV.** *Topical diagnosis of diseases of the nervous system*. Moscow: Techlit; 1996 (rus).
61. **Watson MS.** Examination of the shoulder; signs and approaches. In Watson MS, editor. *Surgical disorders of the shoulder*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1991. p. 29-38.
62. **Wertheimer LG, De Figueiredo Ferraz EC.** Observações eletromiográficas sôbre as funções dos músculos supra-espinhal e deltóide nos movimentos do ombro. *Folia Clinica et Biologica* 1958/1959;28:276-89.