



Dr. Mauro Lastrico – Dra. Laura Manni

Miembro Superior

1. Introducción

La región del "hombro" representa una de las zonas más complejas del sistema músculo-esquelético entero.

Esta complejidad deriva de la multiplicidad de las articulaciones y de las relaciones que concurren simultáneamente a la función y a las problemáticas de este distrito.

El complejo del hombro involucra seis diversas relaciones articulares que operan de modo integrado:

- Relación escápulo-hioidea • Relación escápulo-vertebral • Articulación escápulo-costal (de naturaleza muscular) • Articulación escápulo-humeral • Articulación esterno-clavicular • Articulación escápulo-clavicular

Cada alteración del equilibrio muscular en una de estas relaciones puede involucrar simultáneamente también las otras, determinando cuadros clínicos complejos.

El análisis de este distrito requiere por tanto evaluar cuál combinación de relaciones articulares esté interesada en el cuadro específico, identificando cuáles fuerzas musculares, a través de sus acortamientos selectivos, determinen la configuración esquelética responsable del síntoma o del conflicto presente.

2. Relación escápulo-costovertebro-hioidea

2.1 Posicionamiento fisiológico y dominancias musculares

La escápula está "apoyada" sobre la caja torácica y en condiciones fisiológicas posicionada al lado del tórax, con el margen medial en línea con la apófisis espinosa de D5.

En sentido cráneo-caudal, está mantenida por la acción antagonista entre los músculos que la elevan y aquellos que la deprimen.

En los capítulos precedentes ha sido analizada la posición de la escápula respecto al tórax, individualizando cómo, en los raros casos en los que está presente el cuadro "A" puro del dorsal ancho, la escápula se presenta aducida y descendente.

La confirmación esquelética de que se trate de una escápula descendente es proporcionada por la clavícula que, en lugar de tener recorrido horizontal, se presenta también ella descendente, con la articulación acromio-clavicular por debajo de la esterno-clavicular.

En todos los otros casos la dominancia está en aducción y elevación de la escápula.

El elemento común siempre presente es la aducción de la escápula.

Fuera de patologías específicas ligadas a malformaciones esqueléticas congénitas o adquiridas, las escápulas están siempre aducidas, con consiguiente disminución de la cifosis fisiológica con ápice D5.

2.2 Análisis vectorial del posicionamiento escapular

El análisis de las fuerzas actuantes sobre la escápula revela una neta asimetría en las dominancias musculares:

Cuadro resumen del posicionamiento vertical de la escápula:

ESCÁPULA	
Aducción	Fascículos superiores trapecio Elevadores de la escápula Romboides Fascículos medios trapecio Fascículos inferiores trapecio Porciones vertebro-humerales dorsales anchos
Abducción	El serrato mayor, único abductor de la escápula con el miembro superior largo del cuerpo, teniendo una línea de fuerza totalmente subdominante, no puede balancear la suma de la acción de los aductores
Elevación	Fascículos superiores trapecio Elevadores de la escápula Romboides Porciones vertebro-humerales dorsales anchos que, cuando la escápula está en elevación, contribuye a fijarla en elevación y aducción (cuadro "B" del dorsal ancho)
Depresión	Línea de fuerza de húmero a cresta iliaca de los dorsales anchos (cuadro "A") Fascículos inferiores del trapecio

Figura 01: Análisis vectorial del posicionamiento escapular

• Amarillo: trapecio (fascículos superiores, medios, inferiores) • Azul: elevador de la escápula • Verde: romboides • Rojo: dorsal ancho • Flechas celestes: líneas de fuerza • Flechas violetas: resultantes globales

Como mostrado en figura, la línea de fuerza global está en aducción y elevación de la escápula. Podrá estar en aducción y descenso de la escápula solo por una importante retracción de los fascículos del dorsal ancho comprendidos entre cresta iliaca y húmero.

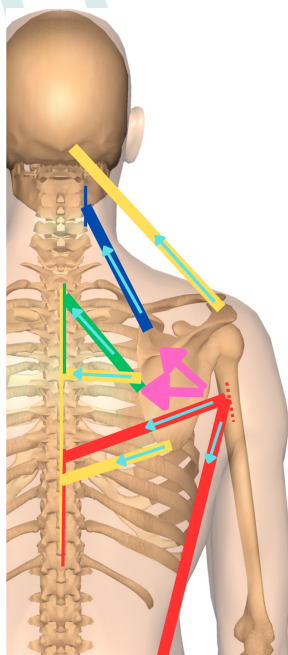
2.3 Proyección anterior de la escápula

Clarificación terminológica

En este texto se utiliza el término "proyección anterior" o "anteriorización" en lugar del tradicional "anteposición de hombro".

Esta elección terminológica no es arbitraria sino que deriva de una precisa necesidad de claridad biomecánica.

En el lenguaje común se ha consolidado un equívoco que asocia la anteposición del hombro a la abducción escapular.



El análisis vectorial demuestra en cambio que la escápula se desplaza anteriormente en asociación con la aducción.

Utilizar "proyección anterior" clarifica que estamos describiendo un desplazamiento anterior de la escápula que ocurre manteniendo o aumentando la aducción.

Los mecanismos de la proyección anterior

Paralelamente a la aducción, la escápula puede ser anteriorizada por la acción de dos músculos específicos:

Acción del pectoral menor

El interesamiento del pectoral menor determina la anteriorización del hombro por acercamiento de la apófisis coracoides de la escápula a las costillas.

Como consecuencia, en estación erecta, el ángulo inferior de la escápula resulta prominente.

La anteriorización determinada por el pectoral menor se verifica en asociación con la aducción escapular, no en sustitución de ella.

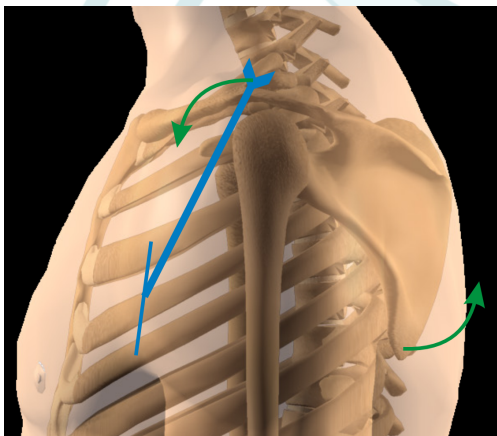


Figura 02 El interesamiento del pectoral menor (azul) determina la anteriorización del hombro por acercamiento de la coracoides de la escápula a las costillas. Como consecuencia, el ángulo inferior de la escápula resultará prominente (flechas verdes).

Acción del omohioideo

El omohioideo presenta una estructura particular, como si tuviera una segunda inserción de tejido conectivo intercalada entre las fibras musculares.

La porción de omohioideo comprendida entre escápula y tejido conectivo proyecta hacia adelante la escápula.

También la anteriorización por omohioideo se asocia a la aducción escapular, determinando una configuración en la que la escápula resulta tanto acercada a la columna vertebral como desplazada anteriormente.

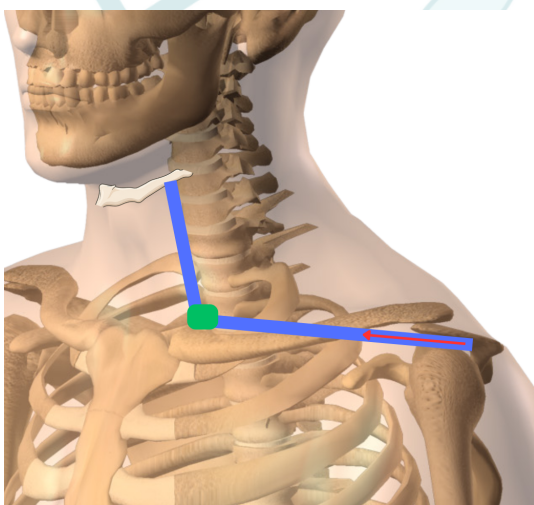


Figura 03: El omohioideo (azul) es como si tuviera una segunda inserción de tejido conectivo (verde) intercalada entre las fibras musculares. La porción de omohioideo comprendida entre escápula y tejido conectivo, lleva hacia adelante la escápula

3. Relación escápulo-humeral

3.1 Control muscular del posicionamiento humeral

La posición al interior de la cavidad glenoidea y los movimientos del húmero están bajo el control de los músculos escápulo-humerales, de los braquio-escapulares, de los costo-braquiales y del dorsal ancho.

Estos músculos están asimétricamente distribuidos, tienen potencial vectorial diverso, y esto da lugar a dominancias.

3.2 Rotación interna y rotación externa humeral - proyección anterior

El análisis de las fuerzas rotatorias sobre el húmero revela una neta asimetría:

ACCIÓN	MÚSCULOS ACTUANTES	DOMINANCIA VECTORIAL
Rotación interna humeral	• dorsal ancho • pectoral mayor • subescapular • redondo mayor • porción clavicular deltoides	Rotación interna humeral
Rotación externa humeral	• supraespinoso • infraespinoso • redondo menor • parte espinal deltoides	

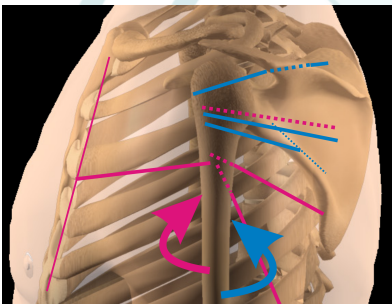
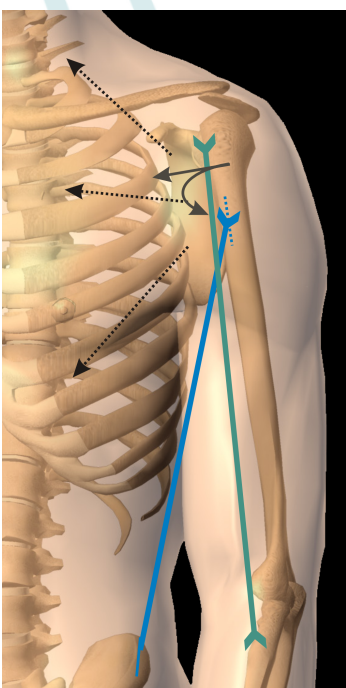


Figura 04: Dominancias rotatorias

- En magenta los rotadores internos humerales: dorsal ancho, pectoral mayor, subescapular, redondo mayor
- En azul los rotadores externos: supraespinoso, infraespinoso, redondo menor
- La dominancia vectorial está totalmente a favor de los rotadores internos

3.3 El mecanismo del conflicto escapulo-humeral

Si además de los rotadores internos humerales (que rotando llevan hacia adelante la cabeza humeral) tomamos en consideración el bíceps braquial, deriva una dominancia global en rotación interna y proyección anterior de la cabeza del húmero en la glenoides.



Este mecanismo de acercamiento de la cabeza humeral al límite anterior de la glenoides es acelerado por la concomitante aducción escapular, abriendo el camino a un posible conflicto escapulo-humeral.

Figura 05 Mecanismo del conflicto anterior

- Por simplicidad gráfica se representa una sola línea de fuerza del dorsal ancho para representar todos los rotadores internos humerales (azul) y el bíceps
- Globalmente la cabeza del húmero rota internamente y viene proyectada anteriormente al interior de la cavidad glenoidea (flechas negras)
- Al mismo tiempo los aductores escapulares (flechas negras discontinuas) acercan la escápula a la columna vertebral

Se determina así un movimiento opuesto (escápula hacia atrás y cabeza humeral hacia adelante) que acelera el potencial conflicto anterior entre escápula y húmero

3.4 Proyección superior e inferior de la cabeza humeral

Además de hacia adelante y en rotación interna, respecto a la glenoides, la cabeza del húmero puede moverse hacia el conflicto superior o inferior.

La experiencia clínica y las radiografías nos dicen cuál cuadro sea más frecuente

ACCIÓN sobre la cabeza humeral respecto a la glenoides	MÚSCULOS ACTUANTES	DOMINANCIA VECTORIAL
Proyección superior	Bíceps Fascículos vertebro-humerales del cuadro "B" del dorsal ancho. En el cuadro "B" el muñón del hombro está elevado por los músculos cráneo-cérvido-escapulares a los que se asocian las fibras más horizontales del dorsal ancho. El dorsal ancho se inserta sobre el húmero y concurre a la elevación del muñón del hombro, elevando la cabeza del húmero en dirección de la porción superior de la glenoides. Deltoides	Mucho más frecuente
Proyección inferior	Línea de fuerza cresta ilíaca – húmero del dorsal ancho (cuadro "A")	Raro

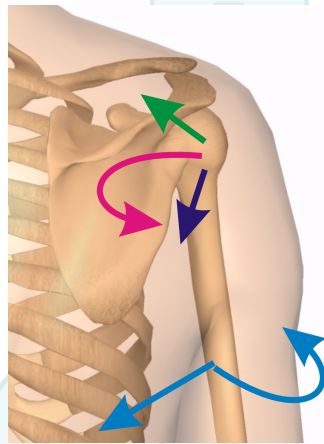
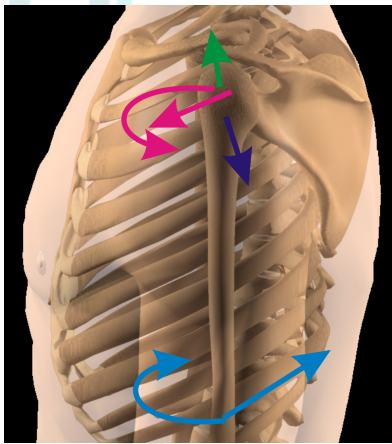


Figura 06 y 07: Resultantes globales de los músculos actuantes sobre el húmero (No son consideradas las acciones sobre el codo)

Porción proximal: proyección anterior y rotación interna de la cabeza del húmero respecto a la cavidad glenoidea: flechas magenta; elevación de la cabeza del húmero respecto a la cavidad glenoidea: flecha verde; depresión de la cabeza del húmero

respecto a la cavidad glenoidea: flecha azul oscuro

Porción distal: rotación interna, flexión posterior, aducción: flechas azules

3.5 Comprensión de las problemáticas de hombro

El análisis de las fuerzas actuantes clarifica las dificultades encontradas en encuadrar las problemáticas de "hombro", sobre todo aquellas no vinculables a eventos traumáticos.

3.6 Síntesis de los cuadros concomitantes

Los datos concomitantes en las problemáticas de hombro:

Alteración esquelética	Acortamiento porciones conectivales de:	cuadro esquelético potencialmente asociado
Escápula aducida y elevada	Fascículo superior trapecio >>br>Elevador de la escápula >>br>Fascículos medios trapecio >>br>Romboides >>br>Fascículos inferiores trapecio (aduce pero no eleva) >>br>Dorsal ancho cuadro "B" >>	Clavícula ascendente Convexidad vértebras C1-C4 Compresión y convexidad vértebras C6-D4 Convexidad vértebras D4-D12 Convexidad vértebras D7-D12, elevación hemipelvis
Escápula anteriorizada (en aducción). La escápula está aducida pero viene "zambullida" hacia adelante	Omohioideo >>br>>br>>br>Pectoral menor >>br>>br>>br>Bíceps (cabeza larga)	Problemáticas varias ligadas a la función de relé del hueso hioides Convexidad primeras costillas (desde supinos) y prominencia ángulo inferior de la escápula (en estación erecta)
Cabeza del húmero (al interior de la cavidad glenoidea) rotada internamente, anteriorizada y elevada	Dorsal ancho >>br>Subescapular y redondo mayor Bíceps Deltoides (apoya y estabiliza pero no es nunca la causa primaria)	Cuadro "B" del dorsal ancho
Cabeza del húmero (al interior de la cavidad glenoidea) rotada internamente, anteriorizada y descendente (caso raro)	Porción de cresta ilíaca >>br>a húmero del dorsal ancho (cuadro "A")	Hemipelvis elevada, concavidad vértebras D7 – D12

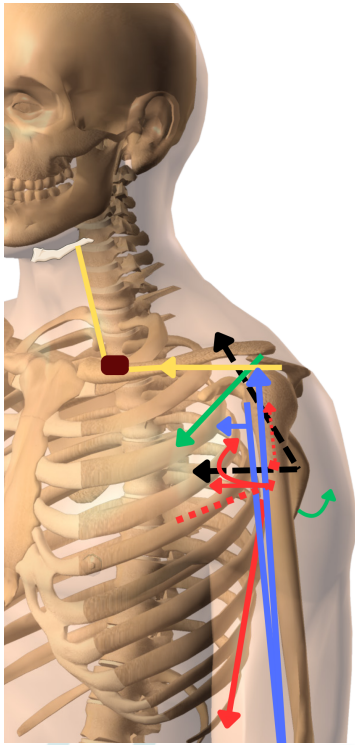


fig. 08 La complejidad de las fuerzas actuantes sobre el hombro:
 flechas negras discontinuas: líneas de fuerza de los músculos que elevan y aducen la escápula omohioideo: amarillo pectoral menor: verde bíceps: azul dorsal ancho: rojo

4. Las subluxaciones

4.1 Problemáticas adicionales del complejo del hombro

Ulteriores dificultades pueden ser inducidas por la eventual presencia de subluxación de la articulación esterno-clavicular y de la cabeza del húmero

Las subluxaciones pueden ser causa de sintomatologías de hombro, no solo un hallazgo asociado.

4.2 Subluxación de la cabeza del húmero

La subluxación de la cabeza del húmero está determinada por el acortamiento selectivo de subescapular y redondo mayor.

Su acortamiento puede también ser causa de subluxación de la articulación esterno-clavicular, con un efecto en cascada.

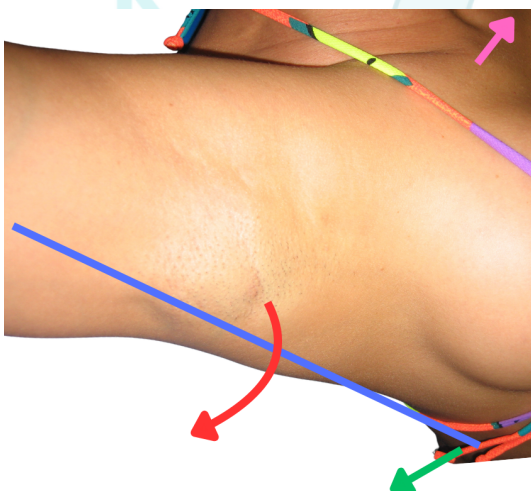
En este caso la subluxación de la esterno-clavicular está determinada, como efector final, por el "desgranamiento" de la fascia horizontal que pasa por el manubrio del esternón. Este "desgranamiento" puede ser sostenido precisamente por la problemática de subescapular y redondo mayor.

4.3 Subluxación de la articulación esterno-clavicular

La subluxación de la esterno-clavicular puede también ser inducida por acortamiento del esternocleidomastoideo.

4.4 Tests de evaluación

Test para subluxación del húmero



La subluxación del húmero se detecta llevando el miembro superior en abducción de modo de poner en tensión los dos músculos.

Figura 09 Test de las subluxaciones

• Subescapular y redondo mayor (azul) • Abduciendo el miembro superior se pone en evidencia el efecto del acortamiento de los dos músculos sobre el esqueleto: ○ Subluxación cabeza humeral (flecha roja) ○ Subluxación escápula (flecha verde) ○ Subluxación esterno-clavicular (flecha rosa)

Metodología del test

El test viene efectuado a través del reposicionamiento

manual de un elemento individual:

- Corrigiendo la posición de la cabeza del húmero se agravan las subluxaciones de escápula y esterno-clavicular (misma cosa para cada corrección selectiva) • Conteniendo 2 subluxaciones, la tercera se agravaría mucho

De esto se comprende que la corrección debe ocurrir de modo simultáneo sobre todos los tres elementos correlacionados.

Incluso en el caso de que estuviera presente solo una de las subluxaciones entonces, el tratamiento debe prever el contenimiento de todas las tres subluxaciones potenciales, para evitar que problemáticas aún no presentes se deslatentecen.

Test para subluxación de la articulación esterno-clavicular

Para la evaluación de la presencia de subluxación de la esterno-clavicular, el test se ejecuta ejerciendo una presión sobre la misma.

El "juego" articular fisiológico debería ser de pocos milímetros.

La subluxación de la esterno-clavicular puede también estar desvinculada de las problemáticas de subescapular y redondo mayor y estar determinada por el acortamiento del esternocleidomastoideo.

Para la evaluación es suficiente rotar o inclinar el cráneo poniendo en alargamiento pasivo el esternocleidomastoideo: si corto, la subluxación se agravará.

4.5 Implicaciones

La evaluación de las subluxaciones es un elemento importante.

Si presentes, el sistema extrapiramidal (a través de mecanismos que serán descritos en la macro sección de la evaluación sistémica) se activa para su protección, a costo de desequilibrar regiones esqueléticas incluso lejanas, donde podrían manifestarse los síntomas.

5. El codo

5.1 Flexión del codo

Dada la total dominancia de la suma de los flexores respecto al tríceps braquial es el cuadro más común.

Se piense en las dificultades de un post-yeso por la inmovilización de una fractura, donde la fuerza resistente de los flexores es tal de oponerse a la extensión del codo tanto activa como pasiva.

Nota sobre la inversión de acción: los flexores del codo se comportan como flexores solo cuando la mano es punto móvil.

Si la mano es punto fijo, como para un ejercicio gimnástico de flexión al suelo, los flexores invierten su acción y devienen extensores.

El tríceps braquial coparticipa en la acción aunque no sea él el motor principal.

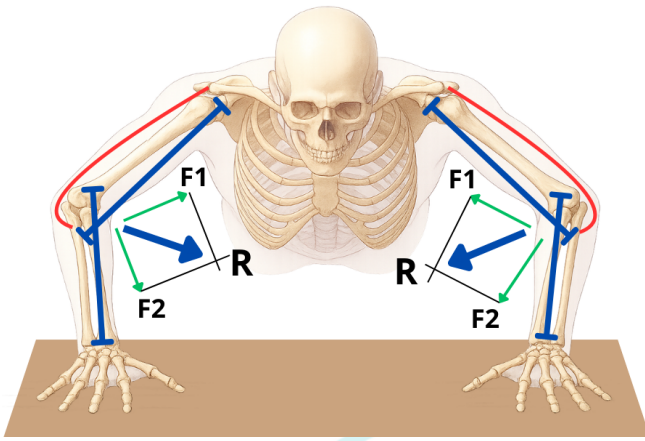


Figura 10: Inversión de acción de los flexores

- Flexores codo miembro superior: azul
- Tríceps braquial: rojo

• Con la mano como punto fijo, los flexores del codo con inserción sobre el brazo llevan radio y cúbito (flecha verde F1) en dirección del hombro • Los flexores del codo con inserción sobre el antebrazo (flecha verde F2) llevan el húmero en dirección medial • La resultante R de las dos acciones es la extensión del codo a la cual el tríceps participa de modo secundario

5.2 Hiperextensión del codo

A menos que no esté ligada a laxitud ligamentosa (es decir a una grave enfermedad sistémica del colágeno que involucra todas las articulaciones), la hiperextensión es debida a la concatenación existente entre aductores de la escápula y músculos anteriores del miembro superior (los flexores del codo).

Para la evaluación diferencial es suficiente, en posición supina, llevar pasivamente el miembro superior en elevación.

Esto determina la abducción mecánica de la escápula y el consiguiente "alargamiento" de los aductores.

Si el codo se flexiona es la señal de que el alargamiento de los aductores escapulares viene traducido en acortamiento de los flexores.

5.3 Desviaciones del Codo

Valgo: está determinado por el acortamiento de los músculos braquio-radiales (supinadores del antebrazo).

Varo: está determinado por los músculos opuestos a aquellos valgizantes, es decir por los pronadores.

Puesto que es muy raro observar los pronadores dominar sobre los supinadores, el cuadro más frecuente está representado por la tendencia al valgismo, con antebrazo en semi-pronación.

6. La muñeca

6.1 Desviación cubital de la muñeca

Es el producto del acortamiento de los flexores dorsales y palmares de la mano que tienen en común la desviación cubital dominante sobre la radial.

7. La mano

Por lo que se refiere a la mano, la dominancia vectorial está en flexión.

8. Conclusiones del capítulo

El análisis biomecánico del miembro superior revela un sistema jerárquicamente organizado, donde la complejidad disminuye progresivamente del centro hacia la periferia.

El complejo del hombro, con sus seis relaciones articulares interconectadas, representa un claro ejemplo de cómo fuerzas musculares múltiples puedan determinar configuraciones esqueléticas específicas.

El análisis vectorial demuestra que las dominancias musculares - aducción escapular, rotación interna humeral, flexión de las articulaciones distales - no son casuales, sino que derivan de precisas asimetrías anatómicas en las líneas de fuerza.

También el mecanismo del conflicto escápulo-humeral no es un evento casual: expresa la consecuencia mecánica previsible de fuerzas opuestas (escápula en aducción posterior, húmero en proyección anterior) que convergen según principios físicos medibles.

Las subluxaciones, cuando presentes, constituyen ulteriores alteraciones mecánicas que el sistema debe compensar, a menudo a distancia del sitio primario.

La inversión de acción de los flexores del codo cuando la mano deviene punto fijo, demuestra cómo los principios vectoriales permanezcan válidos independientemente del punto de aplicación de las fuerzas, confirmando cómo responden a leyes físicas universales, no a modelos interpretativos arbitrarios.

El abordaje terapéutico, finalmente, deberá basarse en la comprensión de estos mecanismos. Se partirá del análisis de las dominancias vectoriales en el complejo del hombro, para después analizar cómo las tensiones se propaguen a través de las cadenas musculares hacia las articulaciones distales, donde patrones más simples y previsibles facilitan la identificación de las causas primarias de las disfunciones.

9. Síntesis del capítulo

Complejidad del sistema hombro: seis relaciones articulares Escápulo-hioidea, escápulo-vertebral, escápulo-costal, escápulo-humeral, esterno-clavicular, escápulo-clavicular. Cada alteración en una relación involucra simultáneamente las otras.

La aducción escapular como condición constante Los aductores (trapecio, elevadores, romboides, dorsal ancho) dominan sobre el serrato mayor (único abductor). La escápula resulta siempre aducida con disminución de la cifosis fisiológica D5.

Anteriorización escapular: mecanismo adicional Pectoral menor y omohioideo pueden proyectar anteriormente la escápula. Esta anteriorización se añade a la aducción sin sustituirla, haciendo prominente el ángulo inferior de la escápula en estación erecta.

Dominancia de los rotadores internos humerales Dorsal ancho, pectoral mayor, subescapular, redondo mayor dominan sobre infraespinoso y redondo menor. Resultado: rotación interna y proyección anterior de la cabeza humeral.

Mecanismo del conflicto escápulo-humeral Movimiento opuesto simultáneo: escápula en aducción posterior, cabeza humeral en proyección anterior. Esto acelera el potencial conflicto anterior entre escápula y húmero.

Desequilibrio de las relaciones articulares como causa de las sintomatologías Las problemáticas de hombro derivan del desequilibrio de una o más de las seis relaciones articulares, a las que pueden añadirse las subluxaciones como ulterior complicación.

Proyección superior de la cabeza humeral más frecuente Determinada por bíceps, fascículos horizontales del dorsal ancho cuadro "B" y deltoides. La proyección inferior (cuadro "A" del dorsal ancho) es rara.

Dominancias distales progresivamente más simples Codo: dominancia flexores sobre tríceps. Muñeca: desviación cubital dominante. Mano: dominancia en flexión. La complejidad disminuye del hombro hacia la periferia.

Bibliografía

1. Lastrico M. Clinical Assessment of Muscle Shortening. The CPD Certification Service; 2025.
2. Lastrico M. Vector Analysis in Musculoskeletal Biomechanics. The CPD Certification Service; 2025.
3. Lastrico M. Vector Analysis of the Vertebral Column in the Frontal Plane — Part 1: Interpretative Foundations, Cervical and Cervico-Thoracic Segments, Introduction to the Latissimus Dorsi. The CPD Certification Service; 2025.
4. Lastrico M. Vector Analysis of the Vertebral Column in the Frontal Plane — Part 2: Pattern B of the Latissimus Dorsi, Vertebral Variants and Biomechanical Interpretation of Scoliosis. The CPD Certification Service; 2025.
5. Fung YC. Biomechanics: Mechanical Properties of Living Tissues. 2nd ed. New York: Springer-Verlag; 1993.
6. Sahrmann SA. Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndromes. St. Louis: Mosby; 2002.
7. Kapandji IA. The Physiology of the Joints. 6th ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 2007.
8. Neumann DA. Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation. 3rd ed. St. Louis: Elsevier; 2017.
9. Terry GC, Chopp TM. Functional anatomy of the shoulder. *J Athl Train.* 2000;35(3):248–255.
10. Kibler WB, Sciascia A, Wilkes T. Scapular dyskinesis and its relation to shoulder injury. *J Am Acad Orthop Surg.* 2012;20(6):364–372.
11. Cools AM, Declercq GA, Cambier DC, Mahieu NN, Witvrouw EE. Trapezius activity and intramuscular balance during isokinetic exercise in overhead athletes with impingement symptoms. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17(1):25–33.
12. Ludewig PM, Reynolds JF. The association of scapular kinematics and glenohumeral joint pathologies. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39(2):90–104.
13. McGill SM. Low Back Disorders: Evidence-Based Prevention and Rehabilitation. 3rd ed. Champaign: Human Kinetics; 2016.
14. Borstad JD. Resting position variables at the shoulder: evidence to support a posture-impairment association. *Phys Ther.* 2006;86(4):549–557.
15. Myers TW. Anatomy Trains: Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapists. 3rd ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 2014.
16. Michener LA, McClure PW, Karduna AR. Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome. *Clin Biomech.* 2003;18(5):369–379.
17. Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther.* 2000;80(3):276–291.
18. Gracies JM. Pathophysiology of spastic paresis. I: Paresis and soft tissue changes. *Muscle Nerve.* 2005;31(5):535–551.

19. Itoi E, Kuechle DK, Newman SR, Morrey BF, An KN. Stabilising function of the biceps in stable and unstable shoulders. *J Bone Joint Surg Br.* 1993;75(4):546–550.
20. Page P, Frank CC, Lardner R. *Assessment and Treatment of Muscle Imbalance: The Janda Approach.* Champaign: Human Kinetics; 2010.
21. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord.* 1992;5(4):383–389.
22. Vasavada AN, Li S, Delp SL. Influence of muscle morphometry and moment arms on the moment-generating capacity of human neck muscles. *Spine.* 1998;23(4):412–422.
23. Winter DA. *Biomechanics and Motor Control of Human Movement.* 4th ed. Hoboken: Wiley; 2009.
24. Lieber RL, Fridén J. Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture. *Muscle Nerve.* 2000;23(11):1647–1666.
25. Lieber RL, Ward SR. Skeletal muscle design to meet functional demands. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2011;366(1570):1466–1476.
26. Gajdosik RL. Passive extensibility of skeletal muscle: review of the literature with clinical implications. *Clin Biomech.* 2001;16(2):87–101.
27. Weppeler CH, Magnusson SP. Increasing muscle extensibility: a matter of increasing length or modifying sensation? *Phys Ther.* 2010;90(3):438–449.
28. Kisner C, Colby LA, Borstad J. *Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques.* 7th ed. Philadelphia: F.A. Davis; 2017.
29. Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, Rodgers MM, Romani WA. *Muscles: Testing and Function with Posture and Pain.* 5th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
30. Neer CS 2nd. Impingement lesions. *Clin Orthop Relat Res.* 1983;(173):70–77.
31. Hawkins RJ, Kennedy JC. Impingement syndrome in athletes. *Am J Sports Med.* 1980;8(3):151–158.
32. Janda V. Muscles and motor control in cervicogenic disorders: assessment and management. In: Grant R, editor. *Physical Therapy of the Cervical and Thoracic Spine.* New York: Churchill Livingstone; 1994. p. 195–216.