



# Análisis del movimiento en Deportes y Actividad Física

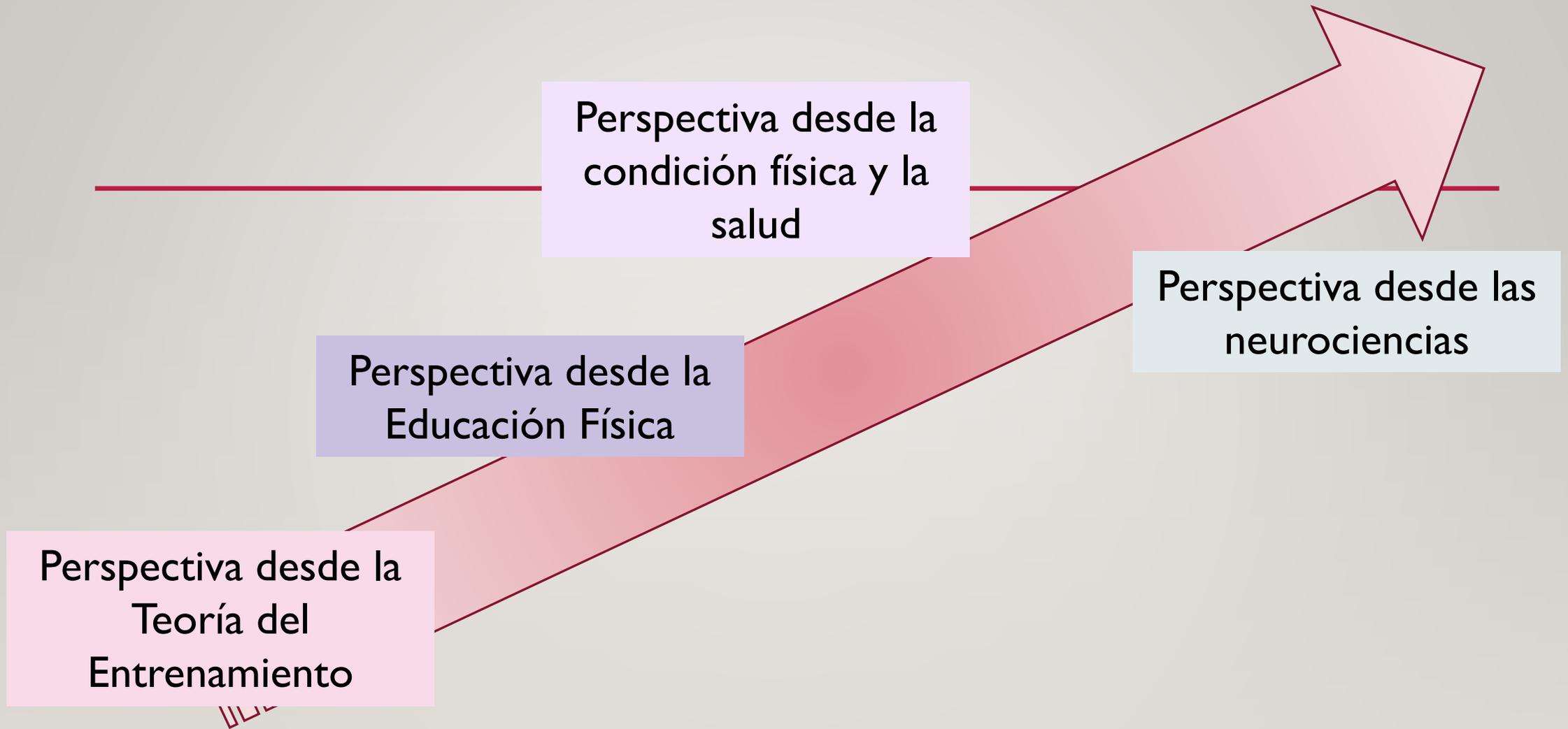
## *Una perspectiva desde las Neurociencias*

---

Diego Hernán Villarejo García

Profesor asociado UMU  
Preparador Físico elPozo Fútbol Sala

[dvillarejo@um.es](mailto:dvillarejo@um.es)



## Capacidades Condicionales y modelos de rendimiento y salud



WHAT YOU SEE

- Controllable
- Somewhat controllable
- Not controllable

WHAT YOU DON'T SEE



*Movilidad, estabilidad y control motor de pie y tobillo.*

## **COMPETENCIAS**

Conocer y comprender la anatomía del pie (huesos, músculos y articulaciones) y sus movimientos en los planos frontal, sagital y transversal.

Analizar y dominar diferentes test de evaluación de la movilidad, estabilidad y control motor de las articulaciones metatarso falángica, subastragalina y tobillo.

Planificar, desarrollar y controlar sesiones para mejorar la movilidad, estabilidad y control motor de forma segura y efectiva para población sedentaria, activa y deportistas.

## **CONTENIDOS**

- a) Breve descripción anatómica y biomecánica.
- b) Movilidad del primer metatarsiano. Estabilidad del antepié. Evaluación y estrategias de intervención.
- c) Estabilidad subastragalina. Evaluación y estrategias de intervención.
- d) Movilidad del tobillo. Evaluación.
- e) Diseño de la sesión para mejorar la movilidad, estabilidad y control motor.
- f) Ejercicios para mejorar la movilidad, estabilidad y control motor.

## **EVALUACIÓN**

Asistencia, participación y cumplir con el material de práctica.

Puede optar para entregar una sesión para mejorar la movilidad, estabilidad y control motor de alguna de las articulaciones vista en la práctica.

## **LECTURA RECOMENDA**

<http://temadeporte.blogspot.com/2013/10/la-importancia-de-una-buena-flexion.html>

Artículos del aula virtual

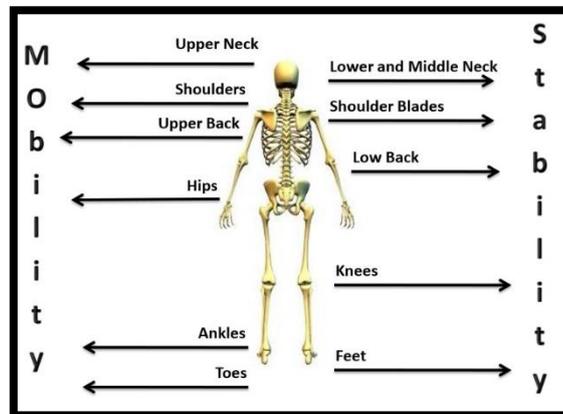
## **OBSERVACIONES**

En grupos de 3-4 deberán traer:

- Móvil o tablet con las apps instaladas de “coach my video” para IOS o “coach’s eye” para android (o similar que permita determinar ángulos) y “clinometer”.
- 1 Cinta métrica de papel (ej: IKEA) o similar (no metal)
- 1 Goniómetro plástico.
- 1 Pelota de tenis
- 1 Set Bandas elásticas (30x5cm aproximadamente. Ej: [https://www.decathlon.es/mini-bandas-elasticas-x3-resistencias-pilates-domyos-id\\_8490988.html](https://www.decathlon.es/mini-bandas-elasticas-x3-resistencias-pilates-domyos-id_8490988.html))
- 1 Banda elástica (15-25 kg aproximadamente ej: [https://www.decathlon.es/banda-elastica-de-resistencia-15-kg-cross-training-domyos-id\\_8484819.html](https://www.decathlon.es/banda-elastica-de-resistencia-15-kg-cross-training-domyos-id_8484819.html))
- Foam Roller ej: [https://www.decathlon.es/rodillo-de-masaje-100-suave-id\\_8408356.html](https://www.decathlon.es/rodillo-de-masaje-100-suave-id_8408356.html)
- Es muy importante la lectura previa a la práctica y asistir con el “documento de la Guía de práctica”
- Es recomendable la lectura previa del material de “lectura recomendable”

## Guía de Práctica

- Según la teoría de Gray Cook (Cook, 2006) el pie es una articulación en la que debe dominar el concepto de estabilidad. Según la misma teoría, en la articulación del tobillo debe dominar el concepto de movilidad.



Extraído de Cook, 2006.

- La importancia del análisis del pie reside en que es la estructura articular que toma contacto con el suelo. Por ello, tiene importante función en la trasmisión de la fuerza que generan otras estructuras articulares y que sirven para impulsarnos. También, tiene gran importancia porque permite absorber los impactos que se generan al andar, correr, saltar, cambiar de dirección, etc.
- Cualquier problema en la estabilidad del pie tiene efectos en la salud y el rendimiento.
- La estabilidad del pie es algo que puede y debe entrenarse.
- Para que un pie sea estable debe mantenerse el arco plantar en la fase de aterrizaje, apoyo y despegue.
- El mecanismo por el cual se mantiene el arco plantar se conoce como “Mecanismo de Windlass” (ver figura 1). Este mecanismo posee tres momentos: a) activo; b) inverso; y pasivo.

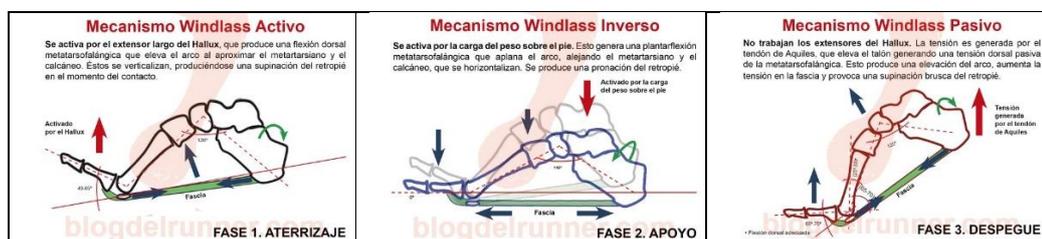


Figura 1: Imagen extraída de <https://blogdelrunner.com/mecanismo-windlass-la-propulsion-del-corredor/>

- El mecanismo de Windlass puede verse afectado por posibles alteraciones biomecánicas tales como puede ser un exceso de pronación, que origina un aumento de movilidad del pie, o un pie cavo, que disminuye dicha movilidad. Estas alteraciones deben ser evaluadas y atendidas por un profesional cualificado (médico y/o podólogo).
- El Graduado en CAFD puede detectar por medio de pruebas estas limitaciones y derivar a los profesionales. El graduado en CAFD; asistido por un profesional; puede mejorar con su intervención estas alteraciones.

- El graduado en CAFD debe comprender que factores estructurales como pueden ser el Hallux Rigidus y Hallux Valgus no pueden ser solucionados con su intervención.
- El Hallux Limitus es una alteración que puede ser mejorada por la intervención de un CAFD. Esta consiste en una limitación en la movilidad de la flexión dorsal de la primera articulación metatarsofalángica (“primer meta”).
- Mediante el Test de Jack o maniobra de Hubscher se puede evaluar la movilidad del “primer meta”.
- Valores angulares de referencia son:  $\geq 65^\circ$  en descarga (sin apoyar el pie) y  $\leq 12^\circ$  en carga (apoyando el pie).
- Una propuesta para mejorar la movilidad del primer meta es disminuir la rigidez en la fascia del pie, mejorar la fuerza del extensor del primer dedo y mejorar el control motor de los cinco dedos.
- Una propuesta para mejorar la estabilidad del arco plantar es mejorar la movilidad del primer meta, disminuir la rigidez en la fascia del pie, y mejorar el control motor del arco a nivel local.
- Para mejorar también, la estabilidad del arco plantar, debo mejorar la estabilidad de la articulación subastragalina y la flexión dorsal del tobillo.
- La inestabilidad subastragalina puede darse hacia la Inversión=supinación=varo o/y hacia la eversión=pronación=valgo (fig 3). Es ocasionado cuando el calcáneo es llevado a la parte interna/externa del pie (Drop Navicular).

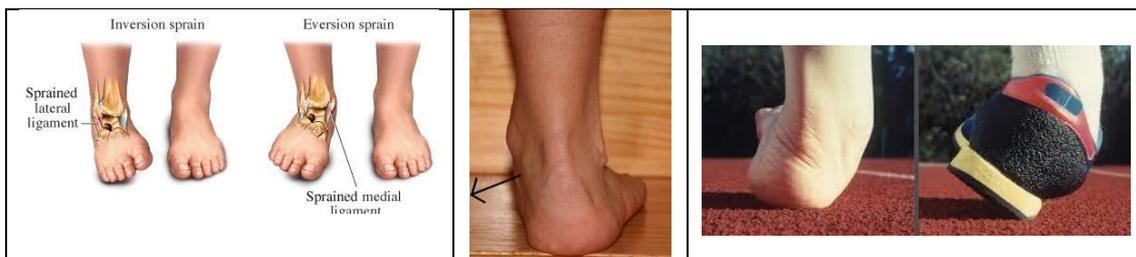


Figura 3. Extraído de varios.

- La inestabilidad subastragalina puede evaluarse con el Star Excursión Balance Test (SEBT) o en una sentadilla monopodal.
- Una propuesta para la mejora de la inestabilidad subastragalina es mejorar la fuerza excéntrica del grupo muscular *antagonista* al movimiento no deseado (*Antagonistas* de la Inversión= Peroneos laterales largo y corto. *Antagonistas* a la pronación= Tibial anterior y posterior y flexor largo de los dedos) y mejorar el control motor (cuidado con superficies inestables).
- La movilidad de tobillo en el plano sagital es fundamental para conservar y mejorar la salud y el rendimiento de las personas y deportistas.
- La flexión dorsal del tobillo es muy importante para muchos movimientos: Sentadilla, caminar, correr, saltar, etc.
- Una limitación de la dorsiflexión está relacionada con diferentes patologías y lesiones. No solo a nivel local, sino también a nivel de rodilla, cadera, lumbopelvica, columna cervical, etc. (ej: dolor patelofemoral, valgo de rodilla, desplazamiento de la rótula, LCA, Tendinitis Aquiles, fascitis plantar, TFL, etc)
- En la carrera el cuerpo compensara la limitación de la dorsiflexión realizando una eversión/pronación del pie, la cual llevara a una rotación externa de la tibia, la cual podrá compensar la rodilla con un valgo, que llevara al fémur en rotación interna, produciendo un desplazamiento de la pelvis del mismo hemicuerpo hacia adelante

(anteversión) provocando una torsión y lordosis de los discos lumbares (L4-L5) con una posible sobre-activación de musculatura lumbar.

- La movilidad del tobillo activa en cadena abierta es de 20º - 30º. En cadena cerrada, acercando la tibia a la punta del pie se pueden conseguir entre 5º - 10º más.
- Puedo utilizar diferentes test para valorar esta dorsiflexión: ¡¡¡Overhead squat (5 cm debería pasar la punta del pie la rodilla) CUIDADO!!! ¡¡¡NO ESTAMOS DICIENDO QUE EN UNA SENTADILLA LA RODILLA PUEDA O NO PUEDA SUPERAR LA PUNTA DEL PIE!!!!
- También puedo valorar con el test de dorsiflexión con rodilla flexionada midiendo la distancia de la punta del pie a la pared (10 cm).
- Para ambos test puedo utilizar también un inclinómetro, o con goniómetro.
- Una estrategia para mejorar la dorsiflexión del tobillo puede ser: mejorar la rigidez/tensión de la musculatura antagonista, mejorar la fuerza de la musculatura agonista, y mejorar el control motor.

*Movilidad, estabilidad y control motor de rodilla y cadera.*

## **COMPETENCIAS**

Conocer y comprender la anatomía de la rodilla y cadera (huesos, músculos y articulaciones) y sus movimientos en los planos frontal, sagital y transversal.

Analizar y dominar diferentes test de evaluación de la movilidad, estabilidad y control motor de las articulaciones de la rodilla y cadera.

Planificar, desarrollar y controlar sesiones para mejorar la movilidad, estabilidad y control motor de forma segura y efectiva para población sedentaria, activa y deportistas.

## **CONTENIDOS**

- a) Breve descripción anatómica y biomecánica.
- b) Movilidad, estabilidad y CM de la rodilla. Factores de riesgo para la salud y el rendimiento.
- c) Movilidad, estabilidad y CM de la cadera. Factores de riesgo para la salud y el rendimiento.
- d) Evaluación de la estabilidad de la rodilla.
- e) Evaluación de la movilidad de cadera.
- f) Diseño de la sesión para mejorar la movilidad, estabilidad y control motor.
- g) Ejercicios para mejorar la movilidad, estabilidad y control motor.

## **EVALUACIÓN**

Asistencia, participación y cumplir con el material de práctica.

Puede optar para entregar una sesión para mejorar la movilidad, estabilidad y control motor de alguna de las articulaciones vista en la práctica (50% de la nota del trabajo teórico – práctico obligatorio).

## **LECTURA RECOMENDA**

<http://temadeporte.blogspot.com/2014/03/las-lesiones-de-rodilla-parte-1-la.html>

<http://temadeporte.blogspot.com/2014/03/las-lesiones-de-rodilla-parte-2-la.html>

<http://temadeporte.blogspot.com/2013/12/ejemplificacion-en-futbolistas-jovenes.html>

<http://temadeporte.blogspot.com/2014/01/factores-de-riesgo-de-desarrollar-dolor.html>

<https://en-forma.es/formaciones/entrenamiento/manual-movilidad-cadera/>

Artículos del aula virtual

## **OBSERVACIONES**

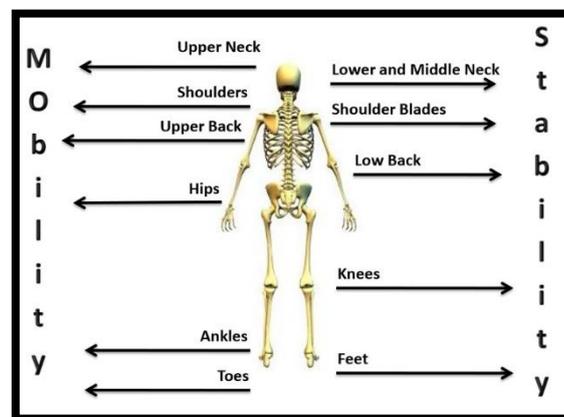
En grupos de 3-4 deberán traer:

- Móvil o tablet con las apps instaladas de “coach my video” para IOS o “coach’s eye” para android (o similar que permita determinar ángulos) y “clinometer”.
- 1 Cinta métrica de papel (ej: IKEA) o similar (no metal)
- 1 Goniómetro plástico.
- 1 Pelota de tenis

- 1 Set Bandas elásticas (30x5cm aproximadamente. Ej: [https://www.decathlon.es/mini-bandas-elasticas-x3-resistencias-pilates-domyos-id\\_8490988.html](https://www.decathlon.es/mini-bandas-elasticas-x3-resistencias-pilates-domyos-id_8490988.html))
- 1 Banda elástica (15-25 kg aproximadamente ej: [https://www.decathlon.es/banda-elastica-de-resistencia-15-kg-cross-training-domyos-id\\_8484819.html](https://www.decathlon.es/banda-elastica-de-resistencia-15-kg-cross-training-domyos-id_8484819.html))
- Foam Roller ej: [https://www.decathlon.es/rodillo-de-masaje-100-suave-id\\_8408356.html](https://www.decathlon.es/rodillo-de-masaje-100-suave-id_8408356.html)
- Es muy importante la lectura previa a la práctica y asistir con el “documento de la Guía de práctica”
- Es recomendable la lectura previa del material de “lectura recomendable”

### Guía de práctica

- Según la teoría de Gray Cook (Cook, 2006) la rodilla es una articulación en la que debe dominar el concepto de estabilidad. Según la misma teoría, en la cadera debe dominar el concepto de movilidad.



Extraído de Cook, 2006.

- La rodilla es una articulación diseñada para tener gran movilidad en el plano sagital, pero poca movilidad en plano frontal y transversal.
- La rodilla es una articulación diseñada para ser estable. Cualquier tipo de lesión deportiva o exceso de vida sedentaria alterará esta estabilidad.
- La rodilla debería tener un alto nivel de control motor, ya que es una articulación que se pone en juego en casi todos los gestos deportivos y actividades físicas.
- Problemas con la movilidad, estabilidad y control motor de la rodilla ocasionan diferentes problemas en la salud y en el rendimiento.
- Los problemas/lesiones más comunes en rodilla son: dolor patelofemoral, LCA, LLI, meniscos y síndrome Iliotibial.
- Uno de los problemas de la estabilidad de la rodilla en plano sagital es la hiperextensión de rodilla.
- Esta hiperextensión puede evaluarse de forma estática o dinámica.
- Generalmente la hiperextensión de la rodilla puede darse por debilidad de los extensores de rodilla (cuádriceps) y acortamiento de flexores de rodilla (isquiotibiales)
- Una estrategia para mejorar la hiperextensión de rodilla es ganar rango articular en los isquiotibiales, mejorar la fuerza de cuádriceps y mejorar el control motor en los últimos grados de extensión de rodilla.

- Otro problema común en la estabilidad de la rodilla es la “rótula desplazada”. Este desplazamiento puede ser superior, inferior, lateral o inclinación.
- El desplazamiento superior puede darse por exceso de rigidez en el tendón rotuliano y el desplazamiento inferior puede darse por debilidad en el tendón rotuliano.
- El desplazamiento lateral puede darse por exceso de rigidez del vasto externo y TFL con debilidad en el vasto interno. De la misma forma, puede darse la torsión de la rótula si se le suma una “rotación externa de rodilla”
- El desplazamiento de la rótula puede evaluarse de forma estática.
- Una estrategia para mejorar la rótula desviada es quitar rigidez hacia el lado que se desvía y ganar fuerza en el lado contrario.
- La falta de fuerza en isquiotibiales, cuádriceps o la ratio isquios/cuádriceps puede ser un problema en la rodilla.
- La fuerza y la ratio puede evaluarse mediante pruebas isocinéticas. Una prueba de campo que muestra una buena fiabilidad de predicción en isquiotibiales débiles es la “Single leg hamstring” (Freckleton, Cook & Pizzari, 2013). Para evitar ratios bajas se debería hacer una correcta selección de ejercicios (dominio de cadera vs dominio de rodilla)
- Una estrategia para mejorar la ratio es trabajar los isquiotibiales, mejorar el control motor y tener cuidado con el uso excesivo de ejercicios dominantes de rodilla.
- La activación retardada de isquios puede ser un factor de riesgo grave en lesiones de rodilla. Para mejorar esta activación se debería trabajar la fuerza de los isquiotibiales y mejorar el control motor.
- La dominancia de los isquiotibiales sobre el glúteo mayor en la extensión de cadera también puede provocar una inestabilidad en cadera.
- Esta dominancia se puede diagnosticar valorando la activación de los isquiotibiales con respecto a glúteo.
- El acortamiento de isquiotibiales puede ser un factor de riesgo en lesiones de rodilla.
- El acortamiento de isquiotibiales puede valorarse por medio de las pruebas ACLR (proximal), o test de “extensión pasiva/activa de rodilla en tendido supino con cadera a 90°”.
- Para trabajar el acortamiento de isquiotibiales se pueden utilizar métodos pasivos, activos, balísticos o excéntricos.
- La sobreactividad y rigidez del TFL puede ocasionar dolor crónico en rodilla.
- La actividad y rigidez del TFL puede evaluarse con el Test de Thomas modificado.
- El Test de Thomas nos puede dar información para determinar la movilidad y debilidad de la cadera y rodilla.
- Una posición no correcta en el Test de Thomas modificado puede indicarnos:



Figura 2: Extraído de: <http://temadeporte.blogspot.com/2015/04/el-tensor-de-la-fascia-lata-victima-o.html>

Test de Thomas modificado. a) Posición correcta; b) Abducción de cadera, TFL rígido/corto; c) Rot. interna de cadera (TFI rígido/corto); d) Rotación externa de rodilla, TFL rígido/corto; e) Rotación externa de cadera, sartorio rígido/corto.

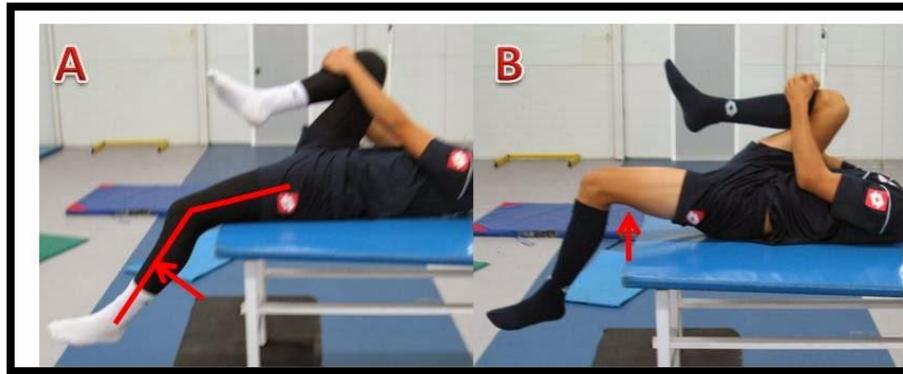


Figura 3: Extraído de: <http://temadeporte.blogspot.com/2015/04/el-tensor-de-la-fascia-lata-victima-o.html>  
 Test de Thomas modificado. a) RAF rígido/corto b) Psoas-íliaco rígido/corto

- La inestabilidad de la cadera puede traer también una pérdida de movilidad. Esta pérdida de movilidad puede ser causa de dolor inguinal.
- La falta de estabilidad en la cadera puede darse por factores estructurales (malformación de la cadera, acetábulo o/y alteraciones en la angulación del cuello del fémur) y factores funcionales.
- Estos factores funcionales pueden ser por falta de activación y desequilibrios entre las fuerzas de los músculos estabilizadores profundos y superficiales.
- El predominio de los músculos Recto anterior, TFL y Sartorio sobre Psoas e Iliaco producen una inestabilidad en cadera.
- Este predominio puede diagnosticarse por el Test de Thomas Modificado.
- Una estrategia de mejora de la estabilidad de cadera es mejorar la fuerza y control motor de los flexores y extensores cortos y disminuir la actividad y rigidez de los extensores largos con trabajo de estiramientos (FNP y estáticos) y trabajo de liberación miofascial con rodillos o presión.

*Movilidad, estabilidad y control motor de las articulaciones lumbopelvica, torácica y cervical.*

## **COMPETENCIAS**

Conocer y comprender la anatomía de la pelvis y columna lumbar, torácica y cervical. (huesos, músculos y articulaciones) y sus movimientos en los planos frontal, sagital y transversal.

Analizar y dominar diferentes test de evaluación de la movilidad, estabilidad y control motor.

Planificar, desarrollar y controlar sesiones para mejorar la movilidad, estabilidad y control motor de forma segura y efectiva para población sedentaria, activa y deportistas.

## **CONTENIDOS**

- a) Breve descripción anatómica y biomecánica.
- b) Conceptos básicos de la movilidad, estabilidad y CM de la pelvis, columna lumbar, torácica y cervical. Factores de riesgo para la salud y el rendimiento.
- c) Movilidad, estabilidad y CM de la pelvis, columna lumbar, torácica y cervical. Factores de riesgo para la salud y el rendimiento.
- d) Evaluación de la estabilidad de la pelvis, columna lumbar, torácica y cervical.
- e) Diseño de la sesión para mejorar la movilidad, estabilidad y control motor.
- f) Ejercicios para mejorar la movilidad, estabilidad y control motor.

## **EVALUACIÓN**

Asistencia, participación y cumplir con el material de práctica.

Puede optar para entregar una sesión para mejorar la movilidad, estabilidad y control motor de alguna de las articulaciones vista en la práctica (50% de la nota del trabajo teórico – práctico obligatorio).

## **LECTURA RECOMENDA**

<http://temadeporte.blogspot.com/2015/10/decalogo-de-conceptos-teoricos-basicos.html>

<http://temadeporte.blogspot.com/2015/11/decalogo-continuacion-de-conceptos.html>

<https://mundoentrenamiento.com/raquis-dorsal-influencia-deporte/>

Vera-García, F. J., Barbado, D., Moreno-Pérez, V., Hernández-Sánchez, S., Juan-Recio, C., & Elvira, J. L. L. (2015). Core stability: evaluación y criterios para su entrenamiento. *Revista andaluza de medicina del deporte*, 8(3), 130-137.

Vera-García, F. J., Barbado, D., Moreno-Pérez, V., Hernández-Sánchez, S., Juan-Recio, C., & Elvira, J. L. L. (2015). Core stability: concepto y aportaciones al entrenamiento y la prevención de lesiones. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 8(2), 79-85.

Artículos del aula virtual

## **OBSERVACIONES**

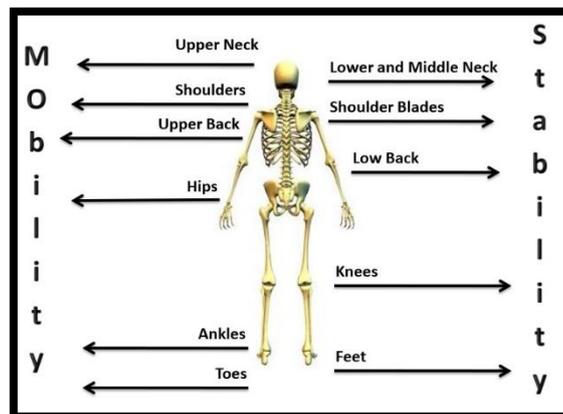
En grupos de 3-4 deberán traer:

- Móvil o tablet con las apps instaladas de “coach my video” para IOS o “coach’s eye” para android (o similar que permita determinar angulos) y “clinometer”.
- 1 Cinta métrica de papel (ej: IKEA) o similar (no metal)

- 1 Goniómetro plástico.
- 1 Pelota de tenis
- 1 Set Bandas elásticas (30x5cm aproximadamente. Ej: [https://www.decathlon.es/mini-bandas-elasticas-x3-resistencias-pilates-domyos-id\\_8490988.html](https://www.decathlon.es/mini-bandas-elasticas-x3-resistencias-pilates-domyos-id_8490988.html))
- 1 Banda elástica (15-25 kg aproximadamente ej: [https://www.decathlon.es/banda-elastica-de-resistencia-15-kg-cross-training-domyos-id\\_8484819.html](https://www.decathlon.es/banda-elastica-de-resistencia-15-kg-cross-training-domyos-id_8484819.html))
- Foam Roller ej: [https://www.decathlon.es/rodillo-de-masaje-100-suave-id\\_8408356.html](https://www.decathlon.es/rodillo-de-masaje-100-suave-id_8408356.html)
- Es muy importante la lectura previa a la práctica y asistir con el “documento de la Guía de práctica”
- Es recomendable la lectura previa del material de “lectura recomendable”

### Guía de práctica

- El avance del conocimiento científico en las Cs. de la actividad física y del deporte nos ha llevado a evolucionar del concepto simple de trabajo “abdominal y lumbar” hacia un concepto funcional del “core” discutiendo hoy en día la mejor estrategia para el trabajo de la zona media del cuerpo (Drawing/Bracing).
- El concepto de “core” implica las articulaciones del raquis lumbo – dorsal. Por lo tanto, los conocimientos que de este concepto se dependen son aplicables a las articulaciones lumbopélvica, torácica y de también cervical.
- Según la teoría de Gray Cook (Cook, 2006) en la articulación lumbopélvica y cervical debe dominar el concepto de estabilidad. En cambio, y según la misma teoría, en las articulaciones torácica debe dominar el concepto de movilidad.
- Lesiones, gestos técnicos mal aprendidos/entrenados, especialización temprana, vida sedentaria, mala ergonomía, etc., son caldo de cultivo para que la estabilidad lumbopélvica y cervical, y la movilidad torácica modifiquen su normal función.



Extraído de Cook, 2006.

- La articulación lumbo-pélvica está diseñada para tener estabilidad en el plano frontal, sagital y transversal.
- El concepto de estabilidad es reciente en las Cs. de la actividad física y del deporte.
- El concepto de *estabilidad* está relacionado con el de *equilibrio* y *rigidez*, pero no son lo mismo.

- Desde el punto de vista de la **mecánica** un cuerpo tiene *equilibrio* cuando todas las sumas de fuerza a la que es sometido suman 0. Un cuerpo es *estable* cuando tiene la capacidad para mantener el equilibrio. La *rigidez* es la resistencia a las deformaciones.
- Desde el punto de vista **funcional** una articulación es *estable* cuando tiene la capacidad para mantener, recuperar o generar una posición óptima en la articulación en todo el ROM cuando es sometida a fuerzas externas e internas.
- La rigidez de músculos y sistema nervioso es una estrategia para conseguir estabilidad. En este sentido, podemos distinguir rigidez muscular (intrínseca y/o extrínseca) y la rigidez articular.
- La rigidez muscular intrínseca, la da el componente muscular estructural viscoelástico y/o contráctil. La rigidez muscular extrínseca la mayor/menor activación de unidades motoras.
- La rigidez articular, la da la correcta coactivación (velocidad y orden) de los músculos superficiales y profundos agonistas-antagonistas-sinergistas.
- Como especialistas debemos utilizar estas estrategias (rigidez muscular y articular) para desarrollar la estabilidad del core.
- Algunas investigaciones dan evidencia de que la contracción de la musculatura profunda debe ser la estrategia principal para la estabilidad (concepto de Drawing). Otras investigaciones dan evidencia de que la contracción de la musculatura superficial y profunda debe ser la estrategia principal (Bracing). Ambas mantienen la conveniencia de activar la musculatura lumbopélvica anticipándose a la activación de grupos musculares del tren superior o inferior.
- El Drawing asegura una correcta estabilidad segmentaria (activando musculatura local) a nivel lumbotorácico manteniendo la curvatura lumbar y disminuyendo la zona abdominal (Gimnasia hipopresiva?).
- El drawing es criticado porque al ser grupos musculares pequeños el momento de fuerza es pequeño y difícil de soportar cargas altas, además de tener poco protagonismo en el plano transversal (movimientos de rotación).
- El Bracing procura una correcta activación de la musculatura superficial e intrasegmentaria (oblicuos ext-int, fascia toracolumbar, recto ant, cuadrado lumbar, etc).
- El Bracing es criticado porque el dominio de la musculatura superficial sobre la profunda crea desequilibrios en musculares en otras estructuras articulares.
- Otra estrategia para el desarrollo de la estabilidad lumbopelvica consiste en mejorar el control motor. El SNC debe saber cuando y como utilizar el Drawing y Bracing.
- El SNC puede mejorar la estabilidad: a) mejorando el movimiento y reaccionando ante las perturbaciones; b) activando anticipadamente la musculatura al movimiento. Estas estrategias deben desarrollarse por medio del Aprendizaje Motor mejorando el Control Motor.
- Existe una fuerte evidencia científica de como la estabilidad del core disminuye los dolores de espalda aumentando la salud. Esta relación no es tan evidente cuando se ha estudiado la relación del core con el rendimiento.
- Fuerzas de tracción, compresión, flexión/extensión, torsión y cortante (cisaya) pueden causar daños en los tejidos blandos (discos y ligamentos) de la columna vertebral (ver figura 2) .
- Muchos gestos deportivos o cotidianos producen estos tipos de fuerza en nuestra vida diaria.



Figura 2

- Las lesiones en los tejidos blandos se pueden producir por: a) Carga fuerte; b) carga repetida (muchas veces) y d) cargas prolongadas.
- La carga repetida y prolongada modifica el colágeno y expulsa el fluido de la matriz causando cambios en las propiedades viscoelásticas. Con tan solo 15 repeticiones o 2' de exposición a cargas hay modificación de las propiedades, necesitando 30' para volver a su estado original.
- El límite de tolerancia de la columna vertebral a **fuerzas de presión** es de 6500N. No es recomendable más de 3000N. Powerlifter superan los 20.000N.
- El límite de tolerancia de la columna vertebral a **fuerzas de cizalla** es 1000N. No es recomendable más de 100N. En un placaje de rugby se soportan aproximadamente 3000N de cizalla anteroposterior.
- Cuando mi tronco es **flexionado** por encima de 21 grados las fuerzas de Cizalla empiezan a aumentar siendo máximas hacia los 45 grados.
- Cuando mi tronco es **rotado o inclinado** más 20 grados las fuerzas de son máximas.
- El aumento de la velocidad multiplica el riesgo y expone a la articulación que tenga el riesgo añadido de lesión por carga (sumada al riesgo de lesión por carga repetida y prolongada)
- Un Curl up ejerce una fuerza de 2000N, un Sit ups 3500N.
- Es importante tener la columna neutra o introducir menos repeticiones y más descansos.
- En este nuevo concepto de "Core" el objetivo de el entrenamiento/enseñanza es favorecer el aprendizaje y perfeccionamiento de patrones de activación muscular para mejorar la estabilidad de la columna.
- Los ejercicios propuestos deberían mantener las curvas fisiológicas cuando sean sometidos a fuerzas y estas fuerzas no superar valores sugeridos (ver comentarios anteriores).
- La selección de ejercicios se debería basar en criterios de seguridad, eficacia y especificidad.
- Es difícil establecer un único ejercicio adecuado para acondicionar todo el core. Se sugiere una selección de ejercicios que trabajen los diferentes planos de movimiento (grupo musculares flexores, extensores, rotadores e inclinadores).
- Es fundamental conocer las dos estrategias mas utilizadas y estudiadas para aumentar la estabilidad del tronco. Drawing y Bracing (ver comentarios anteriores).
- Existen muchos estudios biomecánicos sobre la eficacia seguridad de los ejercicios de Core, pero son pocos los que han estudiado la efectividad de ellos.

- No hay evidencia cierta de algunos parámetros de la carga del entrenamiento para los ejercicios del Core (volumen, intensidad, frecuencia, densidad, etc.)
- Como ejemplo de los ejercicios más estudiados (¿utilizados?) podemos nombrar: Crunch, bridge, bir dog, deadbug, y pallof.
- Para aumentar o disminuir la intensidad y coordinación de la activación muscular de estos ejercicios debería aplicar **controladamente** cargas o/y descargas de forma gradual o súbita.
- La valoración de la estabilidad del core se puede hacer por test de laboratorio o de campo. Los test de laboratorio aplican fuerzas de forma gradual y miden las respuestas de las estructuras mediante técnicas cinemáticas o dinamométricas.
- Los test de campo más utilizados pueden agruparse en: a) test de condición física (*Biering Sorensen Test, side bridge test, plank to fatigue test, etc*); b) test de equilibrio (*three plane core strenght test, one-leg standing balance test, one leg squat test, etc*); y c) test de control de la postura (*double leg lowering test; bent knee lowering test, sharmann core stability test*).
- Los movimientos de la columna dorsal (torácica) son reducidos con respecto a la columna cervical. No obstante, necesita unos grados de movilidad mínimos para que sea funcionalmente móvil. Estos grados mínimos son perdidos gracias al sedentarismo, malos hábitos de vida y gestos deportivos mal aprendidos y especialización temprana en el deporte.
- La pérdida de movilidad en la columna torácica puede traer problemas en la respiración, en la elevación de los brazos sobre la cabeza, aumenta la movilidad de articulaciones próximas diseñadas para ser estables (escapula-costal y lumbopélvica) y/o aumentar la rigidez de articulaciones que están diseñadas para ser móviles (escapulohumeral) (Figura 3).

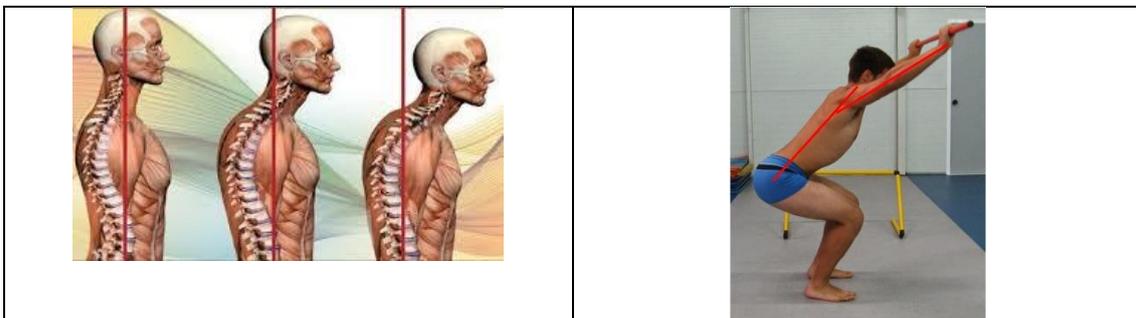


Figura 3. Extraído de <http://temadeporte.blogspot.com/2014/05/lesiones-de-hombro-prevencion-y.html>

- Se requiere un mínimo de extensión de 15° para elevar los brazos por encima de la cabeza. Si este requisito no se cumple es necesario una intervención.
- Para evaluar la extensión torácica puedo utilizar test de extensión de brazos por encima de la cabeza (tumbado o de pie) sin compensar con las curvas de la columna lumbar y cervical.
- La falta de movilidad en la columna torácica puede darse por: rigidez en la musculatura antagonista, fuerza en la musculatura agonista y control motor de los segmentos corporales.
- Cualquier estrategia de intervención debe apuntar a estas tres posibilidades de mejora.

- La columna cervical tiene tendencia a la rigidez de las estructuras musculares superficiales y una pérdida del control motor a nivel de estructuras musculares profundas.
- Los programas de intervención tendrán como objetivo disminuir la rigidez de los grupos musculares superficiales, y aumentar el control motor y estabilidad de los grupos musculares profundos.

*Movilidad, estabilidad y control motor de las articulaciones escapulo-costal y gleno-humeral.*

## **COMPETENCIAS**

Conocer y comprender la anatomía de las articulaciones escapulo-costal y gleno-humeral. y sus movimientos en los planos frontal, sagital y transversal.

Analizar y dominar diferentes test de evaluación de la movilidad, estabilidad y control motor.

Planificar, desarrollar y controlar sesiones para mejorar la movilidad, estabilidad y control motor de forma segura y efectiva para población sedentaria, activa y deportistas.

## **CONTENIDOS**

- a) Breve descripción anatómica y biomecánica.
- b) Conceptos básicos de la movilidad, estabilidad y CM de la articulación escapulo-costal y gleno-humeral. Factores de riesgo para la salud y el rendimiento.
- c) Evaluación de la estabilidad y movilidad escapulo-costal y gleno-humeral.
- d) Diseño de la sesión para mejorar la movilidad, estabilidad y control motor.
- e) Ejercicios para mejorar la movilidad, estabilidad y control motor.

## **EVALUACIÓN**

Asistencia, participación y cumplir con el material de práctica.

Puede optar para entregar una sesión para mejorar la movilidad, estabilidad y control motor de alguna de las articulaciones vista en la práctica (50% de la nota del trabajo teórico – práctico obligatorio).

## **LECTURA RECOMENDA**

<http://temadeporte.blogspot.com/2014/05/lesiones-de-hombro-prevencion-y.html>

<http://temadeporte.blogspot.com/2014/07/ejercicios-correctivospreventivos-para.html>

Artículos del aula virtual

Oyama S, Myers JB, Wassinger CA & Lephart SM (2010). Three-Dimensional Scapular and Clavicular Kinematics and Scapular Muscle Activity During Retraction Exercises. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 40(3), 169-176.

De Mey K, Cagnie B, Van de Velde A, Danneels L & Cools AM (2009). Trapezius Muscle Timing During Selected Shoulder Rehabilitation Exercises. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 39(10), 743-750.

Escamilla RF, Yamashiro K, Paulos L & Andrews JR. (2009). Shoulder Muscle Activity and Function in Common Shoulder Rehabilitation Exercises. *Sports Medicine*. 39 (8): 663-685.

## **OBSERVACIONES**

En grupos de 3-4 deberán traer:

- Móvil o tablet con las apps instaladas de “coach my video” para IOS o “coach’s eye” para android (o similar que permita determinar ángulos) y “clinometer”.

- 1 Cinta métrica de papel (ej: IKEA) o similar (no metal)
- 1 Goniómetro plástico.
- 1 Pelota de tenis
- 1 Set Bandas elásticas (30x5cm aproximadamente. Ej: [https://www.decathlon.es/mini-bandas-elasticas-x3-resistencias-pilates-domyos-id\\_8490988.html](https://www.decathlon.es/mini-bandas-elasticas-x3-resistencias-pilates-domyos-id_8490988.html))
- 1 Banda elástica (15-25 kg aproximadamente ej: [https://www.decathlon.es/banda-elastica-de-resistencia-15-kg-cross-training-domyos-id\\_8484819.html](https://www.decathlon.es/banda-elastica-de-resistencia-15-kg-cross-training-domyos-id_8484819.html))
- Foam Roller ej: [https://www.decathlon.es/rodillo-de-masaje-100-suave-id\\_8408356.html](https://www.decathlon.es/rodillo-de-masaje-100-suave-id_8408356.html)
- Es muy importante la lectura previa a la práctica y asistir con el “documento de la Guía de práctica”
- Es recomendable la lectura previa del material de “lectura recomendable”

### Guía de práctica

- Según la teoría de Gray Cook (Cook, 2006) en la articulación escapulo-costal debe dominar el concepto de estabilidad. En cambio, y según la misma teoría, en las articulaciones gleno-humeral debe dominar el concepto de movilidad (figura 1).
- Lesiones, gestos técnicos mal aprendidos/entrenados, especialización temprana, vida sedentaria, mala ergonomía, etc., son caldo de cultivo para que la estabilidad escapulo-costal, y la movilidad escapulo-humeral modifiquen su normal función.

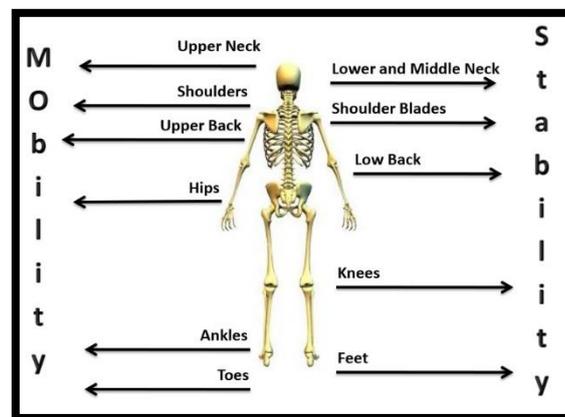
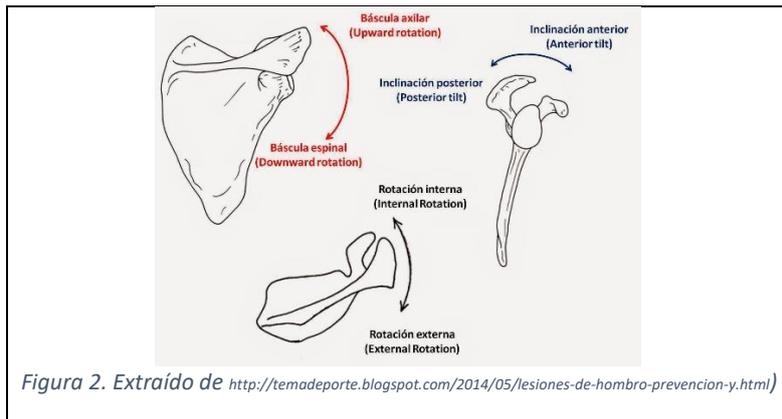


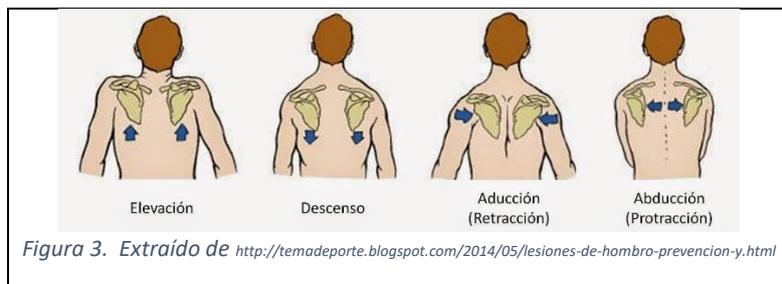
Figura 1. Extraído de Cook, 2006

- Es muy difícil, e incorrecto separar el funcionamiento del complejo escapulo-costal del complejo gleno-humeral. Ambos funcionan al unísono y deben hacerlo de forma coordinada.
- La estabilidad escapular es muy importante porque relaciona los miembros superiores con el tronco.
- La estabilidad escapular puede ser causada por acortamiento y rigidez muscular, cifosis torácica, inestabilidad gleno-humeral, protracción hombros y cabeza.
- Se pueden distinguir movimientos de la escapula a) sobre su eje; b) sobre la caja torácica.
- A) sobre su eje (figura 2):

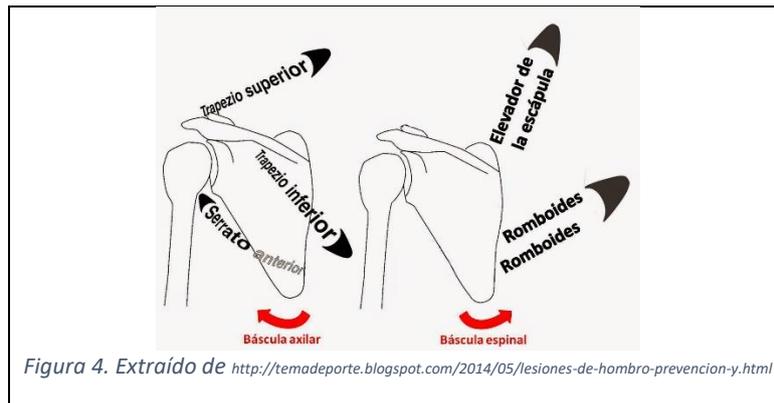
- Eje anteroposterior:    Báscula axilar  
                                  Báscula espinal
  
- Eje transversal:        Inclinación anterior  
                                  Inclinación posterior
  
- Eje longitudinal:        Rotación interna  
                                  Rotación externa



- B) sobre la caja (figura 3):  
Elevación  
Descenso  
Aducción  
Abducción



- Los músculos escapulo-costales (figura 4) controlan la estabilidad del hombro.
- Según Sharmann (2006) una alineación normal de la escapula debería situarse entre D2 y D7, su borde medial a 7,6 cm en un ángulo de 30º en plano frontal.
- Si existen entre estos músculos desequilibrios (dominancia de unos sobre otros, debilidad y alargamiento, falta de trabajo coordinado entre ellos, rigidez, etc.) seguramente se alterará la estabilidad escapular.



- Uno de los desequilibrios más comunes es dominancia del trapecio superior sobre el trapecio inferior y serrato mayor lo que produce una inclinación anterior y rotación interna produciendo lo que comúnmente se denomina “aleteo escapular”. El acortamiento del pectoral menor también ayuda a este “aleteo”.
- La valoración de la movilidad y estabilidad de la escapula puede hacerse por medio de test estáticos y dinámicos.
- Los test estáticos son controvertidos porque una estabilidad estática de la escapula no se correlaciona muchas veces con la correcta función de la escapula en movimiento. Sin embargo, algunos de estos test estáticos nos permiten detectar desequilibrios musculares (síndrome cruzado superior o postura de cabeza y hombros adelantados).
- Los test dinámicos permiten determinar la movilidad y estabilidad de la escapula en movimiento (SDT, SRT, SAT). A través de la observación se pueden detectar el aleteo del borde medial, separación del ángulo inferior y alteraciones del ritmo de movimiento entre la flexión de hombro y báscula axilar ( $1^\circ/5^\circ$ ;  $1^\circ/1^\circ +120^\circ$ )
- Existen también otros test que permiten al CAFD evaluar la función de la escapula con relativa facilidad, rapidez y coste económico nulo. Overhead, Flexión hombro (pared, suelo) Test clásico de movilidad funcional (FMH).

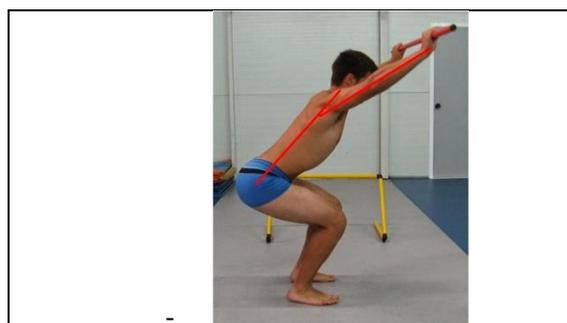


Figura 5. Extraído de <http://temadeporte.blogspot.com/2014/05/lesiones-de-hombro-prevencion-y.html>

- Las disfunciones de la escapula durante la elevación de brazos, y la protracción se relacionan con patologías de hombro y dolor en columna dorsal y torácica.
- Las disfunciones más comunes son: elevación escapular; inclinación anterior y rotación interna.
- Estas disfunciones están asociadas con pectoral rígido, trapecio inferior débil, serrato débil y romboides débil (ver figura 4).

- El estudio de Oyama et. al. (2010) nos da una pista importante de cuáles serían las estrategias por seguir en cuanto a selección de movimientos y ejercicios.



- En los ejercicios de tracción (Pull) se debe estabilizar antes de forzar la tracción. ¡Debo forzar la retracción (ADD) de escápula!
- La rotación externa de hombro aumenta la rotación externa de escápula. Puedo empezar con este tipo de ejercicios en prono, supino (¿??), parados, suspendidos.
- Evolucionar a ejercicios funcionales con rotaciones de tronco (ej. arqueros).
- En los ejercicios “diagonales” (abajo-arriba) trabaja serrato pero también TS.
- La posición de W de brazos es la que más produce rotación externa escapular, inclinación posterior, retracción, y descenso escapular.
- Puedo empezar con este tipo de ejercicios prono, supino (¿??), parados, suspendidos, hasta funcionales.
- PERO la posición W produce alta activación en músculos del hombro (cuidado con personas que tienen dolor y poca movilidad de hombro).
- En los ejercicios de pull up (dominadas) y pull down (dorsal polea) debo traccionar verticalmente, MANTENIENDO escapulas en rotación externa, inclinación posterior, retracción y descenso. NO debo producir rotación interna glenohumeral y protracción de hombros y cabeza.

- Los trabajos de extensión pura del hombro (ej. posición final de 2 tiempo y arrancada) pueden ser útiles para trabajar la estabilización, pero necesitan una correcta progresión y excelente control motor.
- Como vimos es muy común que el TS domine al TI, o que el TI tenga un desajuste de timing con los deltoides.
- El TI debe activarse antes para correcta estabilización de la escápula. El estudio de De May (2009) muestra estrategias para trabajar activación del trapecio.
- En tendido lateral la rotación externa del hombro produce un pequeña ratio TS/TI (0,6).
- En prono la abducción del brazo más rotación externa activa también TI (ratio 0,6).
- De pie, remo alto con codos extendidos empezando desde 135º de flexión de hombro tiene una ratio importante de activación (0,6-0,8).
- Myers et al. (2005) encontró, en el ejercicio de remo con elásticos fijados a la altura de cabeza valores altos de activación del TI. Tracciones, más rotaciones externas arrodillados se muestran también eficaces para activación TI.
- Mc Cabe et al. (2007) encontró altas a activaciones del TI en el ejercicio de “sentado y presionar hacia arriba” pero también alta activación del pectoral mayor.
- El serrato mayor produce inclinación posterior, rotación externa escapular, bascula axilar y abducción de escapula.
- Los ejercicios de hombro con rotación externa lo activan muy poco.
- El serrato mayor es muy importante para evitar el “aleteo”.
- El ejercicio por excelencia es la “diagonal” con flexión de hombro, adducción y rotación externa, el cual lo activa al 100% (Ekstrom, et. al. 2003). PERO es muy poco funcional.
- Ejercicios de empujar (push) es donde se activa.
- En el P. Banca queda atrapado entre el cuerpo y el banco, lo cual genera una estabilidad artificial y no parece una opción muy funcional.
- Ejercicios en bipedestación unilaterales parecen mejor opción además de estabilizar tronco (Park et al. 2014)
- Debo tener cuidado con los empujes con poblaciones con protracción de hombro y dominancia del pectoral mayor y menor (NO RECOMENDABLES)
- Lo recomendable sería estabilizar primero la escapula donde la prioridad sea el control motor de la escápula (Kim, et. al. 2017).
- Ejercicios como los “wall slide” con diferentes ángulos (90º, 120º, 140º) y materiales (foam, balones, gomas) serían más apropiados.
- Para reducir el trabajo del TS y aumentar el trabajo de serratos (-gravedad) puedo utilizar los “floor slide”. CUIDADO poblaciones con poca extensión torácica. Adaptación arrodillados!
- Castelein, et. al. (2016) encontró mayor actividad del serrato con respecto al pectoral en el ejercicio de “punch/golpe” (cadena abierta) que en los push up plus/push up Wall (cadena cerrada).
- Los romboides trabajan como aductores (retractores) y báscula espinal. Escamilla et al. (2009) encontró mayor actividad en ejercicios de tracciones con agarres en ABD de 0-90º.
- Los elevadores de la escapula trabajan en ejercicios como los “encogimientos” pero la funcionalidad de este gesto es por lo menos dudosa. Otra opción es trabajar los encogimientos, pero overhead.
- En condiciones ideales (y empíricas) se recomienda una relación entre los ejercicios de tracción y empuje de 2/1.

- Las estructuras anteriores rígidas (pectorales) se pueden trabajar con ejercicios de estiramiento activos, FNP, liberación miofascial, etc.