

Módulo 4. Test de monitorización de la estabilidad articular y el *CORE*

Introducción

La estabilidad articular se define como la interacción de funciones de estructuras pasivas y activas. Las pasivas son aquellas estructuras no contráctiles como fascias, ligamentos, tendones o componentes osteoarticulares que, por su puesta en tensión o configuración geométrica, generan protección. Por otro lado, las activas son los músculos que, de forma pasiva (tono muscular) y activa (acción muscular, control neuromuscular), proporcionan estabilidad y protección en diferentes rangos de movimiento.

Los test, por un lado, valorarán objetivamente el progreso y la efectividad de programas preventivos, de entrenamiento o de recuperación del deportista tras sufrir una lesión; y, por otro lado, servirán para la identificación de deportistas con factores de riesgo de lesión.

Para una evaluación cuantitativa de la funcionalidad por regiones corporales o de la globalidad de nuestros deportistas, se incluyen test que proporcionan información no solo aislada de capacidad de fuerza o amplitud de movimiento, sino también combinada de ellas y de control motor, capacidad propioceptiva, equilibrio, coordinación y, fundamentalmente, de la estabilidad articular.

Se debe tener en cuenta que existen test que requieren un control postural estático en los que el sujeto debe crear una base estable de apoyo sobre la que debe mantener la posición y minimizar movimientos corporales durante la valoración; mientras que hay otros test de control postural dinámico en los que se generan ciertos niveles de movimiento en torno a la base de apoyo que, aunque no replican la actividad deportiva, se acercan más a las demandas de las actividades físicas.

A continuación, se desarrollarán cuatro pruebas que valoran múltiples cualidades que, en su interacción, podrían determinar el grado de estabilidad articular focalizado en diferentes regiones corporales:

- *Star Excursion Balance Test (SEBT)*

- *Upper Quarter Y Balance Test (YBT-UQ)*

□ *Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUEST)*

□ Valoración de la estabilidad lumbopélvica con dispositivo inercial

Conocer la validez y la fiabilidad de los test clínicos es fundamental para llevar a cabo una correcta interpretación de los resultados y una correcta toma de decisiones respaldadas en ellos, o para garantizar la calidad de una investigación científica. Asimismo, es imprescindible seguir de manera estricta el protocolo estandarizado y la correcta ejecución de los test si queremos alcanzar los valores de fiabilidad descritos.

De las pruebas presentadas, se ofrecerá información con base científica, relativa a la utilidad de los test, valores de validez y fiabilidad, procedimientos de ejecución, descripción del material necesario para su realización, parámetros para el análisis de los resultados, así como recomendaciones para la interpretación y la visualización de los resultados, con valores de referencia, valores de MDC (*Minimal Detectable Change*, mínimo cambio detectable), SEM (*Standard Error of Measurement*, error estándar de medida) o puntos de corte (*cutoffs*).

Star Excursion Balance Test (SEBT)

El SEBT es un test de valoración para extremidades inferiores que proporcionará información combinada de capacidad de fuerza, equilibrio, movilidad y estabilidad articular.

Los déficits del equilibrio han sido muy estudiados como factores de riesgo de lesiones de extremidades inferiores. La valoración de la estabilidad dinámica es muy usada para conocer el progreso en rehabilitación y para la toma de decisiones en la vuelta a la actividad deportiva. Ante esta importancia, surge la necesidad de establecer herramientas de valoración fiables.

Para estudiar déficits propioceptivos y neuromusculares tras lesiones de extremidades inferiores, se ha valorado, generalmente, el control postural mediante variaciones del test de Romberg. Se han utilizado equipos como plataformas de fuerza para cuantificar el control postural en variantes de bipedestación, valoraciones criticadas por ser de tipo estático y, por tanto, probablemente poco sensibles para detectar déficits de control motor relacionados con una capacidad funcional afectada o con el rendimiento deportivo.

El SEBT se presenta como un test de carácter dinámico, que tiene como objetivo alcanzar la mayor distancia posible con una extremidad inferior en tres direcciones prescritas, mientras se mantiene el equilibrio sobre la extremidad contralateral.

En 1998 se publicó el primer trabajo de investigación científica sobre la fiabilidad del SEBT. El test se describió inicialmente como una propuesta con mediciones en ocho direcciones de movimiento. Tras diversos estudios, en los cuales se encontraron grandes correlaciones entre algunas de las direcciones, se propone su simplificación a tres únicas direcciones: anterior, posteromedial y posterolateral. Actualmente, es la versión que se ha expandido y que, en ocasiones, es nombrada como *modified Star Excursion Balance Test* (mSEBT) (Kinzey y Armstrong, 1998; Hertel *et al*, 2006; Hertel, 2008; Bulow, 2019).

El SEBT, según revisión sistemática, tiene una excelente fiabilidad intraobservador con un ICC (*Intraclass correlation coefficient*) promedio para la dirección anterior de 0,88 (0,84-0,93); posteromedial de 0,88 (0,85-0,94); y posterolateral de 0,90 (0,68-0,94). También presenta excelentes resultados en investigaciones de fiabilidad interobservadores, con un promedio para la dirección anterior de 0,88 (0,83-0,96); para la posteromedial, de 0,87 (0,80-1,00); y para la posterolateral, de 0,88 (0,73-1,00). El SEBT ha demostrado ser capaz de diferenciar a individuos con lesiones de las extremidades inferiores como la inestabilidad crónica del tobillo, el dolor femoropatelar y las reconstrucciones del LCA (ligamento cruzado anterior). Es por esto que se lo considera una prueba con un alto valor en la práctica clínica (Olmsted *et al*, 2022; Filipa *et al*, 2010; Gribble *et al*, 2012; Powden *et al*, 2019).

Procedimiento

Para la realización del test, se mostrará un video o se realizará una demostración de su ejecución al deportista. Para la familiarización, debido a los efectos del aprendizaje observados en el test, se recomienda efectuar entre cuatro y seis repeticiones con cada extremidad en cada una de las direcciones sin generar fatiga, y, tras dos minutos de recuperación, iniciar con el test.

Posición inicial en apoyo monopodal: con el pie descalzo alineado hacia delante, en el centro de las tres direcciones de movimiento, y con la parte más distal del primer dedo al inicio de la dirección anterior.

Realizará movimientos de la extremidad libre por encima de la cinta métrica, en dirección anterior, posteromedial y posterolateral en relación con el pie de apoyo, contactando suavemente sobre la cinta en el alcance máximo y con manos en la cintura. Las direcciones posteromedial y posterolateral forman un ángulo de 135° cada una respecto a la dirección anterior, y de 90° entre ellas.

Se realizarán tres intentos con cada extremidad y en cada dirección. En cuanto al orden de la extremidad evaluada y de las direcciones, no existe un criterio establecido.

Los intentos serán nulos y se repetirán en los siguientes casos:(a) no logra mantener el apoyo monopodal, (b) eleva o mueve el pie de apoyo, (c) no toca la cinta métrica con el pie libre, (d) se apoya con el pie libre (ampliando la base de sustentación), (e) deja de tener las manos en la cintura durante el test, (f) tras el desplazamiento no logra volver a la posición inicial con control. (Hertel *et al*, 2006; Bulow *et al*, 2019; Plisky *et al*, 2006).

Figura 1: Posición inicial



Fuente: elaboración propia.

Figura 2: Posición final posmedial



Fuente: elaboración propia.

Figura 3: Posición final anterior



Fuente: elaboración propia.

Figura 4: Posición final poslateral



Fuente: elaboración propia.

Instrumento

El SEBT evaluado mediante el alcance sobre una cinta métrica es un método muy aceptado, difundido y de muy bajo coste para la valoración de la estabilidad dinámica. Existen dispositivos comerciales como el Y-Balance test kit™ (Functional Movement Systems®, Chatham, USA), limitado para mSEBT, o el Octobalance® (<https://checkyourmotion.com/tienda/octobalance-sistema-de-valoracion-funcional-del-movimiento/>), diseñados con el propósito de facilitar el desarrollo del SEBT.

En caso de realizar el test con alguna de estas herramientas (que, como diferencia fundamental, presentan un marcador que el evaluado desplazará con la extremidad libre), se debe tener en cuenta que también serán intentos nulos y serán repetidos en los siguientes casos: (a) no mantiene el contacto del pie libre con el marcador durante todo el movimiento, (b) golpea el marcador para desplazarlo, (c) se apoya sobre el marcador.

Aunque la ejecución de los movimientos para el SEBT y el *Y-Balance test* (YBT) son similares, se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en la distancia anterior alcanzada (SEBT>YBT), no así en los movimientos posteromedial, ni posterolateral, por lo que los dos test no serían directamente comparables (Plisky *et al*, 2006; Coughlan *et al*, 2012).

Además, es importante señalar que el Octobalance® tiene el punto de inicio (0 cm) de la medición en los bordes de la base octogonal para el pie de apoyo.

Análisis, interpretación y visualización de los resultados

Se registra la distancia alcanzada (cm) en cada intento de cada una de las direcciones.

Para poder realizar una mejor comparación entre sujetos, por cada dirección de movimiento, se calcula la distancia alcanzada normalizada, expresada como valor porcentual de la longitud de la pierna. Este porcentaje se calcula dividiendo el valor máximo de la distancia alcanzada entre la longitud de la extremidad inferior del sujeto, multiplicado por 100.

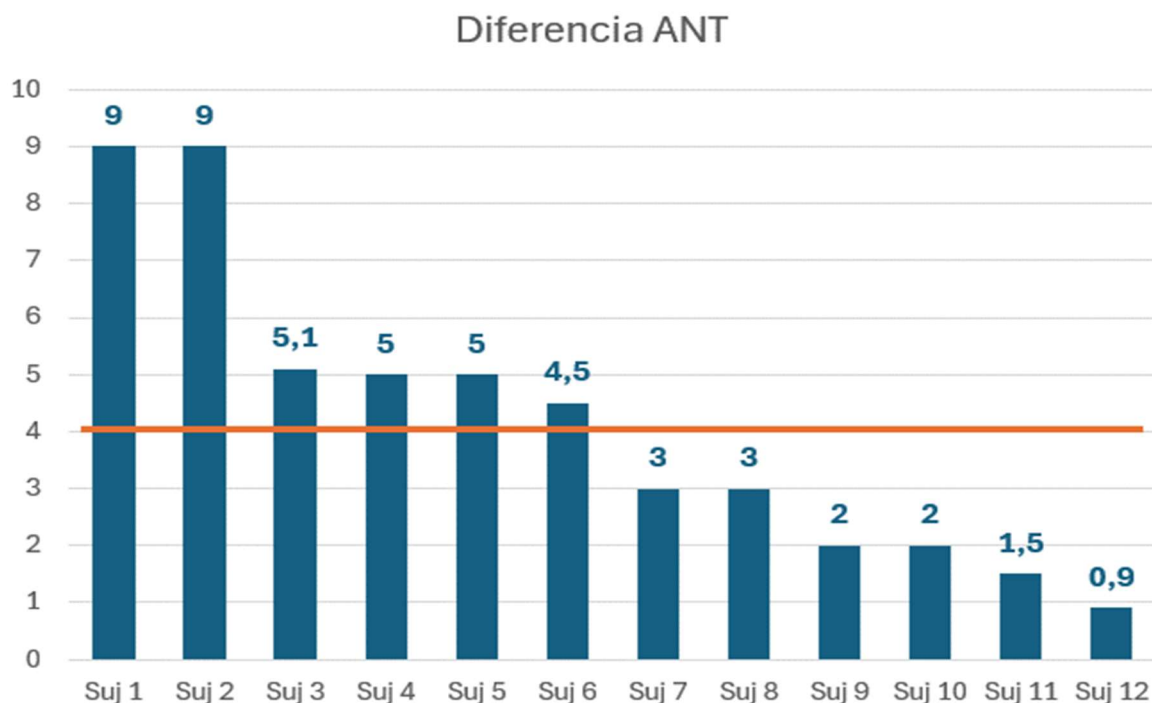
La medida de la extremidad se valora en posición supina. Con una cinta métrica se registra la distancia entre la espina ilíaca anterosuperior y la parte más distal de cada maléolo medial en centímetros.

Para un análisis del rendimiento global con cada extremidad, se realiza el cálculo del valor compuesto (*composite*) de distancia alcanzada, que será el promedio de las tres medidas normalizadas, lo que mostrará un valor compuesto en porcentaje de la longitud de la extremidad inferior.

En población sana, podrían considerarse cambios reales y clínicamente significativos (MDC) si se registra una disminución o un aumento más allá de los siguientes límites: en valores normalizados, 5,87 %, 7,84 % y 7,55 % para la distancia anterior, posteromedial y posterolateral, respectivamente; en valores absolutos, 6,37 cm, 7,12 cm y 8,76 cm (Powden *et al*, 2019).

En referencia a la dirección anterior, una diferencia derecha/izquierda de distancia alcanzada de 4,2 cm ha identificado sujetos con inestabilidad crónica de tobillo. Además, se observó que deportistas con diferencias superiores a 4 cm tenían 2,5 veces más probabilidades de sufrir una lesión en miembro inferior durante una temporada. De forma similar, las deportistas con un valor compuesto inferior al 94 % tenían 6,5 veces más probabilidades (Olmsted *et al*, 2022; Plisky *et al*, 2006). Puede ser interesante la presentación gráfica de la diferencia de alcance anterior de un grupo de sujetos y evidenciar el punto de corte (ver figura 5).

Figura 5: Gráfico 1 sobre visualización de la diferencia (derecha/izquierda) de alcance anterior en un grupo de deportistas del FCB



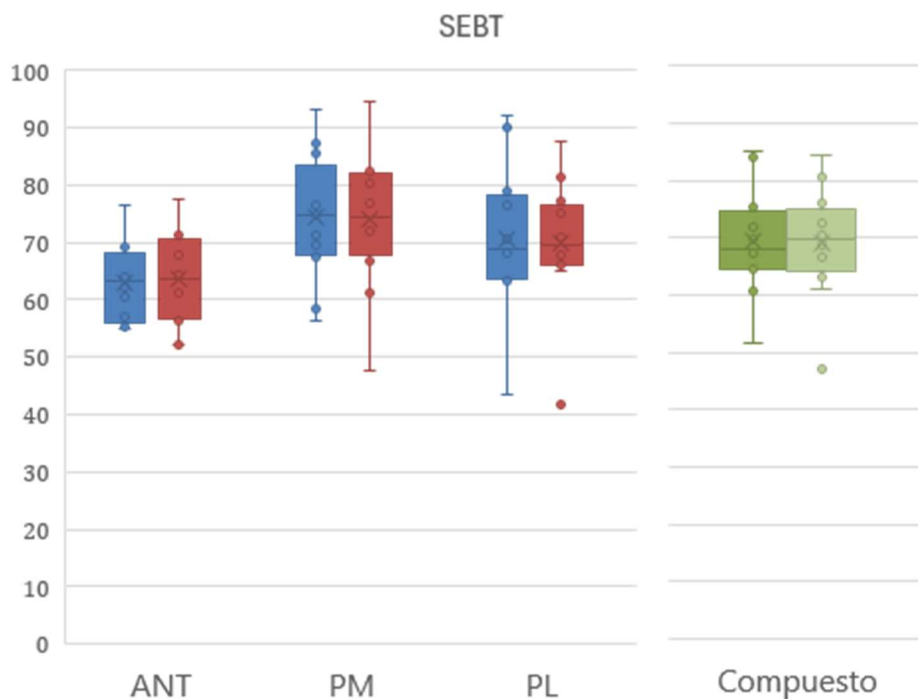
*Punto de corte: 4 cm.

Fuente: elaboración propia.

Con el Octobalance®, por tener el punto de inicio (0 cm) de la medición en los bordes de la base, los valores absolutos obtenidos son menores que al realizar el test con cinta métrica o con el Y-Balance test kit™. Eso hace que el valor compuesto sea menor y dependa de la longitud de la pierna. Por lo tanto, inhabilita la referencia del 94 % para definir la población en riesgo y, además, dificulta la comparación entre sujetos.

Para tener una visualización de resultados normalizados de las dos extremidades de un grupo de sujetos en cada una de las tres direcciones de movimiento y del rendimiento global mediante el valor compuesto, te proponemos un gráfico de tipo *boxplot* (ver figura 6).

Figura 6: Gráfico 2 sobre visualización de valores normalizados y del valor compuesto de un grupo de deportistas del FCB



Fuente: elaboración propia.

El SEBT es un test dinámico de valoración funcional muy exigente para las extremidades inferiores en cuanto a fuerza, control motor, movilidad y estabilidad articular; un test de gran valor en la práctica clínica que puede objetivar los efectos de intervenciones implementadas, evaluar déficits tras lesiones e identificar deportistas con mayor riesgo de sufrir lesiones.

Star Excursion Balance Test (SEBT)

Material: Octobalance®.

Posición del sujeto: apoyo monopodal, descalzo y con las manos en la cintura.

Ejecución: se le solicita que alcance la máxima distancia posible con el pie libre, en dirección anterior, posteromedial y posterolateral respecto al pie de apoyo.

Mediciones: tres veces con cada extremidad y en cada dirección.

Upper Quarter Y Balance Test (YBT-UQ)

Como parte de las evaluaciones musculoesqueléticas que tienen como objetivo la identificación de situaciones de riesgo elevado de lesión, los test dinámicos han ganado en popularidad. Son muchos los test para evaluar factores de riesgo de lesiones de extremidad inferior, y solo unos pocos los usados para extremidades superiores.

Con un uso cada vez más extendido, entre las evaluaciones para las extremidades superiores, se destacan el *Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability test* (CKCUEST) y el *Upper Quarter Y Balance Test* (YBT-UQ), ambos con exigencia de fuerza, control motor, coordinación y estabilidad. Al realizar el YBT-UQ, se intenta abordar de forma más precisa algunas de las limitaciones que presentan otros test para extremidades superiores, como la valoración de la amplitud de movimiento y la estabilidad articular.

El YBT-UQ es una herramienta que permite el análisis cuantitativo de la capacidad de alcance con una mano libre mientras se mantiene el peso apoyado en el miembro superior contralateral. Se ponen a prueba simultáneamente aspectos relacionados con la estabilidad articular, la movilidad (escapular y torácica), la propiocepción, la fuerza y la estabilidad lumbopélvica. No se ha encontrado correlación entre fuerza isocinética y el rendimiento en el YBT-UQ, seguramente por realizarse uno en cadena cinética abierta y otro en cadena cinética cerrada, y por mayor predominio de otras cualidades en el resultado del YBT-UQ (Gorman *et al*, 2012; Borms *et al*, 2016).

Hasta el momento, se han presentado pocos estudios en relación con la fiabilidad del test, y se ha mostrado en ellos un excelente nivel (ver tabla 1).

Tabla 1: Fiabilidad. Intraclass correlation coefficients (ICC) del YBT-UQ

Estudio	Muestra	Tipo de estudio	ICC	
Gorman <i>et al</i> , 2012	Adultos sanos (edad: 19-47)	Fiabilidad Test-retest	0,80-0,99	
Borms <i>et al</i> , 2016	Jóvenes – <i>overhead sports</i> (edad promedio: 21,6)	Fiabilidad Test-retest	0,92-0,97	
Borms y Cools, 2018	Jugadores de vóleybol, tenis y balonmano (edad: 18-50) Medial	Fiabilidad Test-retest	Dom. 0,97	No dom. 0,97

	Superolateral		0,98	0,98
	Inferolateral		0,98	0,98

Procedimiento

En primer lugar, al deportista se le puede mostrar un video explicativo con instrucciones del test o se le puede dar una demostración de la ejecución del test. Para la realización del YBT-UQ, se colocará en posición de decúbito prono, sin calzado y con pies separados a la anchura de los hombros, con tronco y extremidades inferiores alineadas (ver figura 7). Se le pedirá que mantenga el peso corporal con apoyo sobre dos pies y una sola mano con brazo extendido. En esta posición inicial, la mano de la extremidad que se va a evaluar se colocará en el punto central de las direcciones y el pulgar en aducción. La mano libre se situará a la altura del marcador para el desplazamiento medial situado bajo el hombro del mismo lado.

Se solicitará que alcance con la extremidad libre la mayor distancia posible en dirección medial, inferolateral y superolateral sin perder el equilibrio. Una línea que pasa por delante de los hombros marcaría la dirección medial, y, respecto a esa dirección, a 135° cada una, se situarían las direcciones inferolateral y superolateral del test.

El sujeto realizará un test de calentamiento y tres intentos de cada una de las tres direcciones, manteniendo la posición de *push-up* y la separación de pies inicial. Los intentos serán nulos y se repetirán en los siguientes casos: (a) no logra mantener el apoyo unilateral (por ejemplo, toca el suelo con la mano libre), (b) no logra mantener contacto de la mano libre con el marcador de alcance durante todo el movimiento (por ejemplo, empuja el marcador), (c) se apoya sobre el marcador, (d) no logra volver a la posición inicial con control tras el desplazamiento, (e) levanta uno de los pies del suelo.

Para mejorar la reproducibilidad del test, se ha propuesto protocolizar el orden de los movimientos. Así, se iniciará con la mano derecha apoyada (extremidad evaluada), permitiendo a la extremidad izquierda realizar el desplazamiento medial, seguido por un movimiento por debajo del tronco en dirección inferolateral, después hacia la superolateral y luego volverá con control a la posición inicial para realizar una pausa de 30 segundos. La secuencia se repite tres veces para la extremidad derecha y otras tres para la izquierda. Si el sujeto no es capaz de realizar la prueba según los criterios mencionados en cuatro intentos, se considerará como fallo de ese lado (Gorman *et al*, 2012).

Figura 7: Posiciones en el YBT-UQ



Fuente: elaboración propia.

Instrumento

La prueba se realiza sobre instrumentos como el Y-Balance test kit™ (Functional Movement Systems®, Chatham, USA) o el Octobalance® (<https://checkyourmotion.com/tienda/octobalance-sistema-de-valoracion-funcional-del-movimiento/>), formados por una base para la extremidad apoyada desde la que, en el caso del Y-Balance test kit™, se prolonga un asta de PVC o madera para cada una de las tres direcciones de movimiento, y sobre estas, un marcador de distancia. En el Octobalance®, desde una base octogonal, una cinta métrica se extenderá del interior del marcador que desplazará el evaluado. Ambos tipos de marcadores, al mantenerse en el lugar del máximo alcance, facilitan la precisión en la determinación de la distancia.

Con el Octobalance®, por tener el punto de inicio (0 cm) de la medición en los bordes de la base, se debe tener en cuenta que los valores absolutos obtenidos son menores que al realizar el test con el Y-Balance test kit™, en los que la distancia de alcance empieza a medirse desde el centro de las direcciones de desplazamiento. Eso hace que el valor compuesto sea menor y dependa de la longitud de la extremidad superior, lo que dificulta la comparación entre sujetos.

El YBT-UQ puede ser evaluado mediante el alcance sobre unas cintas métricas colocadas en el suelo, respetando la disposición indicada para cada dirección de movimiento. Sin la utilización de un marcador, es tarea del evaluador verificar la correcta ejecución del test y determinar la distancia máxima alcanzada por el evaluado.

Análisis, interpretación y visualización de los resultados

Se registra la distancia alcanzada (cm) en cada intento de cada una de las direcciones, y se utiliza el valor máximo obtenido en cada una de ellas.

Variables para analizar: distancia máxima normalizada de cada dirección y valor compuesto de distancia alcanzada.

Para normalizar la distancia alcanzada, la máxima distancia registrada en cada dirección se divide por la longitud de la extremidad superior del sujeto y se multiplica por 100. La longitud de la extremidad superior es la distancia entre la apófisis espinosa de C7 y la parte más distal del tercer dedo de la mano derecha en centímetros. Expresa en valor porcentual de la longitud de la extremidad superior la distancia alcanzada en cada dirección, lo que permite una mejor comparación entre sujetos.

Para la obtención del valor compuesto de distancia alcanzada, que permitirá un análisis global del rendimiento en el test, se calcula el promedio de las tres medidas normalizadas y se presenta como valor compuesto (Gorman *et al*, 2012).

En cuanto a investigaciones en las que se ha estudiado el YBT-UQ, es importante destacar los resultados similares observados entre extremidad dominante y no dominante en diferentes estudios con diversas poblaciones. Este ha sido un hallazgo de gran interés, ya que los resultados de la extremidad no lesionada podrían servir como valores de referencia durante una rehabilitación para la extremidad lesionada.

Conocer valores de referencia publicados por edad, género o deporte practicado puede ser clínicamente relevante para realizar comparativas útiles para clasificar el nivel de los sujetos (ver tablas 2 y 3) (Gorman *et al*, 2012; Bauer *et al*, 2023).

Tabla 2: Valores de referencia, SEM y MDC del YBT-UQ

Estudio	Muestra	Valores de ref.		SEM (cm)	MDC (cm)
		normalizados			
Gorman <i>et al</i> , 2012	Adultos sanos (edad: 19-47)	Hombres	Mujeres		
				2,9	8,1
		Medial		2,3	6,4
		Superolateral		2,2	6,1
	Inferolateral				
		85,1	83,9		

	Compuesto				
Borms <i>et al</i> , 2016	Jóvenes – <i>overhead sports</i> (edad promedio: 21,6)	Dom. (SD)	No dom. (SD)	Dom. 1,77	Dom 4,91
	Medial	101,2 (7,32)	101,1 (6,16)	No dom.	No dom.
	Superolateral	73,1 (10,24)	71,5 (10,26)	1,41	3,91
	Inferolateral	96,1 (12,1)	96,4 (10,17)		
	Compuesto	90,1 (7,56)	89,7 (6,02)		
Schwartz <i>et al</i> , 2021	Niños y adolescentes (edad: 10-17)	Masculino	Femenino	-	-
	Medial	93,1-104,5	93,5-99,5		
	Superolateral	59,2-78,6	65,9-76,0		
	Inferolateral	84,4-98,8	80,8-101,5		
	Compuesto	79,5-93,3	81,5-92,2		

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3: Valores de referencia por deportes del YBT-UQ

YBT- UQ									
	(n)	Medial		Inferolateral		Superolateral		Compuesto	
		D	ND	D	ND	D	ND	D	ND
Vóley									

18-25	1 9	104,21 (5,30)	104,67 (5,08)	93,65 (12,93)	93,47 (10,20)	72,14 (9,58)	73,08 (11,46)	90,00 (7,48)	90,41 (6,91)
26-33	11	101,12 (3,62)	102,21 (2,74)	95,19 (10,10)	95,68 (10,84)	73,34 (7,40)	71,52 (9,12)	89,89 (5,27)	89,80 (5,74)
34-50	6	100,39 (2,15)	102,83 (4,46)	90,84 (7,80)	91,71 (10,34)	65,58 (11,95)	66,23 (8,49)	85,60 (2,21)	86,92 (4,77)
Tenis									
18-25	2 0	103,45 (5,87)	103,23 (5,77)	90,55 (10,46)	94,08 (10,30)	69,10 (8,69)	68,10 (7,17)	87,70 (5,62)	88,57 (6,22)
26-33	6	105,17 (8,16)	104,73 (13,39)	94,70 (11,88)	101,29 (7,61)	75,64 (10,51)	79,08 (13,14)	91,83 (5,73)	95,03 (8,83)
34-50	7	103,77 (9,72)	100,29 (9,35)	84,94 (11,94)	92,08 (10,47)	63,86 (12,26)	66,53 (10,28)	84,19 (10,23)	86,30 (8,92)
Balon mano									
18-25	2 4	102,23 (5,63)	104,61 (4,84)	91,82 (12,63)	94,05 (11,88)	71,08 (10,93)	71,66 (10,48)	88,12 (8,03)	90,11 (6,89)
26-33	9	107,21 (8,30)	105,90 (6,09)	91,68 (6,83)	96,16 (10,08)	64,22 (10,93)	66,78 (13,47)	87,70 (7,82)	89,61 (8,04)
34-50	4	111,47 (7,72)	111,02 (7,75)	103,12 (7,87)	102,60 (6,98)	72,72 (9,03)	77,35 (7,95)	95,77 (7,68)	96,99 (7,23)
n: número de sujetos. D: dominante. ND: no dominante									

Fuente: elaboración propia.

El YBT-UQ es una herramienta útil para una valoración clínica de la función de las extremidades superiores. Puede permitir identificar limitaciones de movimientos, déficits funcionales o de estabilidad, o asimetrías.

Upper Quarter Y Balance Test (YBT-UQ)

Material: Octobalance®.

Posición del sujeto: decúbito prono, sin calzado, con pies separados a la anchura de los hombros, tronco y extremidades inferiores alineadas, manteniendo el peso corporal con apoyo sobre dos pies y una sola mano con brazo extendido. La extremidad que se va a evaluar se coloca en el punto central de las direcciones y el pulgar en aducción. La mano libre se sitúa a la altura del marcador para el desplazamiento medial situado bajo el hombro del mismo lado.

Ejecución: se solicita que alcance con la extremidad libre la mayor distancia posible en dirección medial, inferolateral y superolateral sin perder el equilibrio.

Mediciones: tres veces con cada extremidad y en cada dirección.

Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUEST)

Tras el extendido uso de valoraciones funcionales para extremidades inferiores, se han desarrollado test para extremidades superiores. Aunque la mayoría de estos test no requieren de una posición de lanzamiento, que sería el gesto más lesivo en deportes con alta incidencia de patología de la extremidad superior, sí que se consigue involucrar con ellos a toda la cadena cinética.

Últimamente, ha aumentado el uso del ejercicio en cadena cinética cerrada para la recuperación de lesiones de extremidades superiores. Es un tipo de ejercicio que puede aumentar la actividad electromiográfica, mejorar la estabilidad articular mediante la cocontracción de musculatura agonista y antagonista, beneficiosa para el sistema propioceptivo y que conlleva la implicación de múltiples articulaciones (Goldbeck y Davis, 2000; Roush *et al*, 2007).

Y, además, de entre todos los test dinámicos, tanto de cadena cinética abierta como cerrada, el **test para valoración de la estabilidad en cadena cinética cerrada para extremidades superiores** es probablemente el más extendido para esta región corporal, cada vez más usado tanto por profesionales de las ciencias de la salud como por investigadores. Se trata de un test fácil de realizar y de ser comprendido por los

deportistas; es económico, no requiere equipamiento y evalúa la capacidad de movimiento, de control motor, la fuerza y la estabilidad articular.

El CKCUEST, en diferentes poblaciones y con diferentes niveles de condición física, ha mostrado unos resultados excelentes ($ICC > 0,75$) de fiabilidad intraobservador, para el número de contactos, para el valor de potencia y para el valor normalizado (ver tabla 4).

Para estudiar la validez del CKCUEST, se han usado como *gold estándar* valoraciones isocinéticas y de fuerza de agarre medida con dinamometría manual. Valores promedios del CKCUEST han presentado una fuerte correlación positiva con el *peak torque* de rotadores internos y externos de hombro en dispositivo isocinético a $60^\circ/\text{segundo}$ y $180^\circ/\text{segundo}$ ($r = 0,87-0,94$), y con máxima fuerza de agarre ($r = 0,78-0,79$) (Lee y Kim, 2015).

Tabla 4: Fiabilidad. *Intraclass correlation coefficients* (ICC) del CKCUEST

Estudio	Muestra	Tipo de estudio	ICC
Goldbeck <i>et al</i> , 2000	Jóvenes estudiantes, hombres (edad promedio: 20,3)	Fiabilidad Test-retest	0,92
Lee y Kim, 2015	Adultos sanos (edad promedio: 29)	Fiabilidad Test-retest	0,97
Tucci <i>et al</i> , 2014	Sujetos con/sin dolor de <i>impingement</i> subacromial	<i>Intersession reliability</i>	0,87-0,96
	Sujetos con/sin dolor de <i>impingement</i> subacromial	<i>Intrasession reliability</i>	0,86-0,97
Sciascia y Uhl, 2015	Jóvenes con dolor de hombro (edad promedio: 30)	Fiabilidad Test-retest	0,86
	Jóvenes sin dolor de hombro (Edad promedio: 29)	Fiabilidad Test-retest	0,85
de Oliveira <i>et al</i> , 2017	Adolescentes sanos (edad promedio: 16,9)	Fiabilidad Test-retest	0,68-0,87

Procedimiento

El test se realiza en cadena cinética cerrada, desde una posición tradicional para realizar flexiones de brazos (*push-up*), con las manos separadas 91,4 centímetros (conversión de las originales, 36 pulgadas), apoyadas sobre unas marcas colocadas en el suelo (tiras de esparadrapo de 3,8 cm) y hombros perpendiculares a estas (ver figura 10). Se solicita tocar, de forma alternativa y lo más rápido posible, el dorso de la mano opuesta, volviendo siempre después de tocar a la posición inicial. Comienza con la orden de inicio dada por el evaluador que cronometra. Se registra el número de contactos realizados, hasta la orden de finalización del test, transcurridos 15 segundos. Durante la realización del test, el deportista debe ser animado enérgicamente para que realice el máximo esfuerzo.

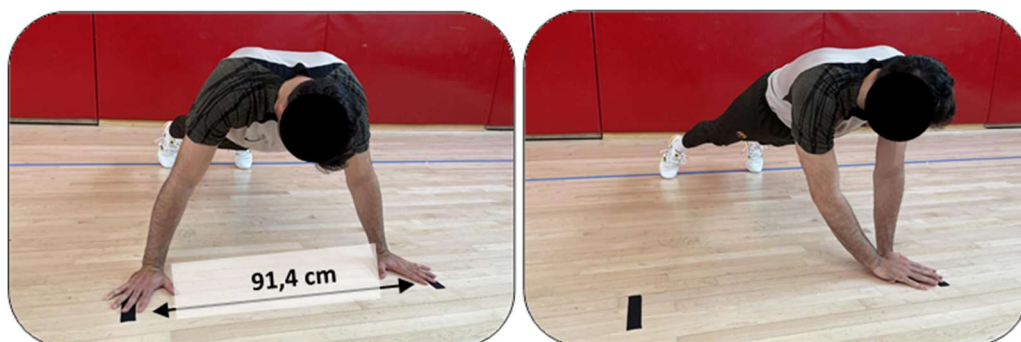
A modo de calentamiento, se efectúa un primer test, durante el que se señalan correcciones si son necesarias, seguido de tres intentos a la máxima intensidad, separados por una pausa de 45 segundos. Para evitar efectos de fatiga en el rendimiento de un test de corta duración y alta intensidad como sería este, se aconseja una relación trabajo/reposo de 1:3 (Goldbeck y Davis, 2000; Roush *et al*, 2007; Taylor *et al*, 2016).

La prueba será válida si durante ella mantiene la espalda plana, no toca el suelo con la/s rodilla/s, mantiene las extremidades superiores con peso perpendicular al suelo y sobre las manos, y los pies se mantienen con separación a la anchura de los hombros.

Para una población no deportista o sin una buena condición física, para la cual el test resulte ser demasiado exigente, este puede ser modificado o facilitado llevándose a cabo con apoyo de rodillas. En este caso, la prueba será válida si mantiene la espalda plana y las extremidades superiores con peso perpendicular al suelo y sobre las manos (Tucci *et al*, 2014).

De cualquier forma, si se desea valorar con el CKCUEST a un sujeto con lesión de hombro, ya que la prueba es muy exigente, el test debe interrumpirse si el evaluado muestra una posición corporal incorrecta, movimientos compensatorios o si refiere dolor durante la ejecución. La carga axial aplicada al brazo es cercana al peso corporal cuando el sujeto está tocando la mano contralateral al final del movimiento de balanceo.

Figura 10: Posiciones en CKCUEST



Fuente: elaboración propia.

Análisis, interpretación y visualización de los resultados

Con los resultados de las tres pruebas se obtiene un valor promedio. Adicionalmente, se realizan los cálculos para la obtención de un valor normalizado y de un valor de potencia (Goldbeck y Davis, 2000; Roush *et al*, 2007; Taylor *et al*, 2016).

Se ha sugerido realizar la normalización del resultado, dividiendo el número de contactos por la altura del sujeto, lo que supone una mayor dificultad para personas de menor estatura en la realización del test. Esta medida probablemente no sea suficiente, ya que, independientemente de la envergadura del sujeto, la posición inicial para todos es con las manos separadas 91,4 centímetros. Algunos investigadores han propuesto una modificación de la posición de las extremidades superiores. Así, se le pediría al evaluado adoptar una posición inicial de *push-up* con las manos separadas a la anchura de los hombros y bajo estos. Aunque con una posición inicial diferente para cada sujeto, la distancia entre los puntos de contacto (91,4 cm) se mantendría (Negrete *et al*, 2010).

El cálculo de la potencia para el CKCUEST se realizaría multiplicando el promedio de contactos de los tres intentos por el 68 % del peso corporal del deportista en kilogramos, que correspondería al peso de los brazos, la cabeza y el tronco, para luego dividir la puntuación por 15, que es la duración del test en segundos. El resultado reflejaría la cantidad de trabajo realizado por unidad de tiempo (Goldbeck *et al*, 2000; Roush *et al*, 2007; Lee y Kim, 2015; Tucci *et al*, 2014).

Se han publicado valores de referencia para el test que pueden ser de utilidad para determinar metas en procesos de rehabilitación, y para rápida y fácilmente objetivar el progreso en estos (con resultados superiores en el género masculino, a excepción de pruebas realizadas a mujeres con apoyo de rodillas al ejecutar el test). También se han encontrado diferencias por rangos de edad (18-25 años comparado con 34-50), lo

que indicaría que el rendimiento en el CKCUEST disminuiría con el aumento de la edad, aunque no se han encontrado diferencias con un rango de edad intermedio. Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas entre jugadores de vóleybol, tenis y balonmano, lo que muestra un rendimiento similar en el CKCUEST, a pesar de las diferencias en la biomecánica de cada deporte, aunque se pueden esperar diferencias con deportistas de especialidades con predominio del trabajo de extremidades inferiores (ver tabla 5) (Tucci *et al*, 2014; Taylor *et al*, 2016).

En relación con la variabilidad del CKCUEST, se ha podido observar un SEM para el promedio de contactos de entre 1,45 y 2,76; para el valor normalizado, de 0,02 a 0,04; y entre 6,02 y 20,03 para el valor de potencia; y MDC de 2,05 a 3,91 para el número de contactos; de 0,03 a 0,06, y de 8,52 a 28,32 para valor normalizado y de potencia, respectivamente. Estos valores se deben tener en cuenta para conocer el mínimo cambio que podría considerarse real, al usar el test con el objetivo de valorar cambios en el rendimiento de los hombros (ver tabla 5) (Taylor *et al*, 2016; Pontillo *et al*, 2104).

Tabla 5: Valores de referencia y MDC del CKCUEST

Estudio	Muestra	Contactos	MDC
Goldbeck <i>et al</i> , 2000	Jóvenes estudiantes, hombres (edad promedio: 20,3)	Test: 27,8	–
Roush <i>et al</i> , 2007	Jóvenes jugadores de béisbol (edad promedio: 19)	Test: 30,41	–
de Oliveira <i>et al</i> , 2017	Adolescentes sanos (edad promedio: 16,9)	Test - retest: 25,6 - 28,0	6,01
Taylor <i>et al</i> , 2015	Jóvenes deportistas, hombres (edad promedio: 19,3)	Test: 25,0	–
	Jóvenes deportistas, mujeres (edad promedio: 19,2)	Test: 22,9	–
Tucci <i>et al</i> , 2014	Hombres sedentarios	Test - retest: 22,67 - 25,30	2,05
	Mujeres sedentarias		3,43
	Hombres en activo	24,58 - 28,47	2,82
	Mujeres en activo		3,91

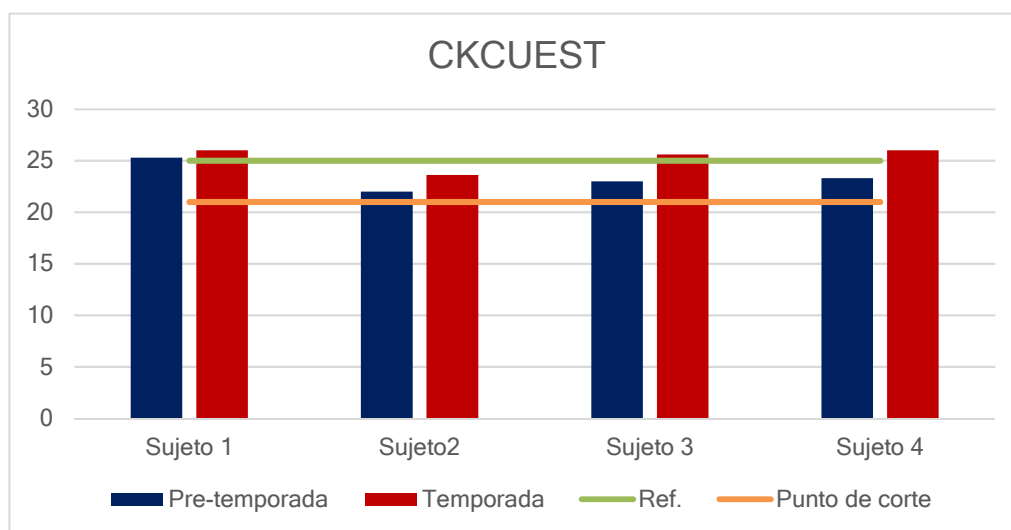
	Hombres con <i>impingement</i> subacromial	27,97 - 31,97	2,76
	Mujeres con <i>impingement</i> subacromial	24,78 - 27,13	2,67
		10,10 - 11,82	
		12,20 - 13,73	
Borms y Cools, 2018	Jugadores de vóleybol, tenis y balonmano (edad: 18-50)	Promedio (SD)	
	Hombres (18-25)	27,8 (2,8)	
	Hombres (26-33)	27,5 (2,7)	
	Hombres (34-50)	26,0 (2,0)	
	Mujeres (18-25)	21,7 (3,7)	
	Mujeres (26-33)	20,4 (4,3)	
	Mujeres (34-50)	19,3 (4,5)	

En una investigación, deportistas (promedio, SD; 22,5, 4,3 contactos), con un resultado inferior al punto de corte de 21 contactos (OR: 18,75), resultaron tener 18 veces más de probabilidad de sufrir lesión de hombro (ver tabla 6) (Pontillo *et al*, 2014).

Tabla 6: Probabilidades de lesión en el *Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test* (CKCUEST)

Estudio	Muestra	Punto de corte	Sensibilidad	Especificidad	OR
Pontillo <i>et al</i> , 2014	Jóvenes deportistas (edad promedio: 19,6)	< 21,0 contactos (promedio: 22,5)	0,79	0,83	18,75

Figura 11: Gráfico 5 sobre número de contactos de cuatro deportistas jóvenes en dos momentos de una temporada



Fuente: elaboración propia.

El CKCUEST es de gran utilidad para una valoración funcional de la extremidad superior, que puede ser implementada en el ámbito deportivo en pretemporada o durante la temporada para la detección de jugadores en riesgo de lesión y en procesos de rehabilitación, a fin de determinar la vuelta a la actividad.

Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUEST)

Material: esparadrapo y cronómetro.

Posición del sujeto: desde una posición tradicional para realizar flexiones de brazos (*push-up*), con las manos separadas 91,4 centímetros.

Ejecución: tocar de forma alternativa y lo más rápido posible el dorso de la mano opuesta, volviendo siempre tras tocar a la posición inicial.

Mediciones: se registra el número de contactos realizados durante 15 segundos.

Valoración de la estabilidad lumbopélvica con dispositivo inercial

Se define la estabilidad del *CORE* como la capacidad de control de la región lumbopélvica en respuesta a desequilibrios internos o externos, incluyendo fuerzas generadas por segmentos distales de las extremidades, así como las que se originan a partir de perturbaciones esperadas o inesperadas (Zaxulak *et al*, 2007).

La actividad de la musculatura del *CORE* precede a la gran mayoría de movimientos de extremidades inferiores. El sistema nervioso central activa la musculatura del tronco creando una base generadora, transmisora y de control de fuerzas y movimientos desde la parte central del cuerpo hacia las extremidades (Kiblet *et al*, 2006; Cowley y Swensen, 2008).

Diversos estudios han señalado la importancia de la estabilidad del *CORE* en la prevención de las lesiones de la espalda y extremidades inferiores (Van Dieën *et al*, 2012; Borghuis *et al*, 2008; Cholewicki *et al*, 2005; Zazulak *et al*, 2007; Leetun *et al*, 2004; Kibler *et al*, 2006; Wilkerson y Colston, 2015). Asimismo, se ha investigado sobre su contribución al rendimiento deportivo y sobre las adaptaciones específicas que producen distintas modalidades deportivas en la estabilidad lumbopélvica (Borghuis *et al*, 2008, Barbado *et al*, 2016; Okada *et al*, 2011).

El *CORE* tiene un papel fundamental en la abducción de la cadera, ya que evita la rotación interna del fémur y, en consecuencia, desequilibrios más distales en articulaciones de las extremidades inferiores. Puede ser este el motivo por el cual se relaciona el déficit en la estabilidad del *CORE* con las lesiones del LCA en deportistas jóvenes (Cholewicki *et al*, 2005; Leetun *et al*, 2004; Wilkerson *et al*, 2015; Hewett *et al*, 2005; Earl *et al*, 2001; Chuter *et al*, 2012)

A nivel lumbar, se ha observado que una insuficiente coordinación de la musculatura del *CORE* puede conllevar una menor eficacia en los movimientos, así como patrones compensatorios que provoquen lesión. Además, una respuesta muscular refleja retrasada a una carga externa sobre el tronco incrementa significativamente las probabilidades de sufrir una lesión en la región lumbar (Akuthota *et al*, 2008).

Por la compleja interacción en región lumbopélvica y coxofemoral de musculatura y estructuras anatómicas, resulta difícil desarrollar una única prueba, válida y fiable que valore la estabilidad del *CORE*.

La evaluación de la estabilidad durante la plancha frontal estática y dinámica mediante dispositivo inercial ha resultado ser un test de campo fácil y rápido de ejecutar con el cual se obtiene un resultado preciso y de fiabilidad interobservador excelente (ICC:0,97).

Procedimiento

La valoración de la estabilidad del *CORE* con dispositivo inercial se compone de dos tipos de pruebas.

(A) Plancha frontal estática (figura 12): consiste en la realización de cuatro planchas frontales consecutivas de 30 segundos con un minuto de descanso entre ellas. La única indicación es la de mantener la plancha lo más estable posible.

(B) Plancha frontal dinámica (figura 13): consiste en la realización de cuatro planchas consecutivas de 30 segundos, las cuales empiezan y terminan con cinco segundos de plancha bipodal, entre las que se ejecuta plancha unipodal alternada cada cinco segundos. La pausa entre planchas será de un minuto.

Figura 12: Plancha frontal estática



Fuente: elaboración propia.

Figura 13: Plancha frontal dinámica



Fuente: elaboración propia.

El jugador debe llevar vestimenta y calzado deportivo, codos en la vertical de los hombros, tronco recto y pies separados a la anchura de los hombros. En la plancha dinámica, la punta del pie elevado se situará a la altura del talón de la extremidad contralateral.

El test se considerará nulo cuando: (a) el jugador no ejecute los 30" estipulados de plancha, (b) el jugador resbale y tenga que reajustar los pies y (c) la plancha no sea horizontal.

Instrumento

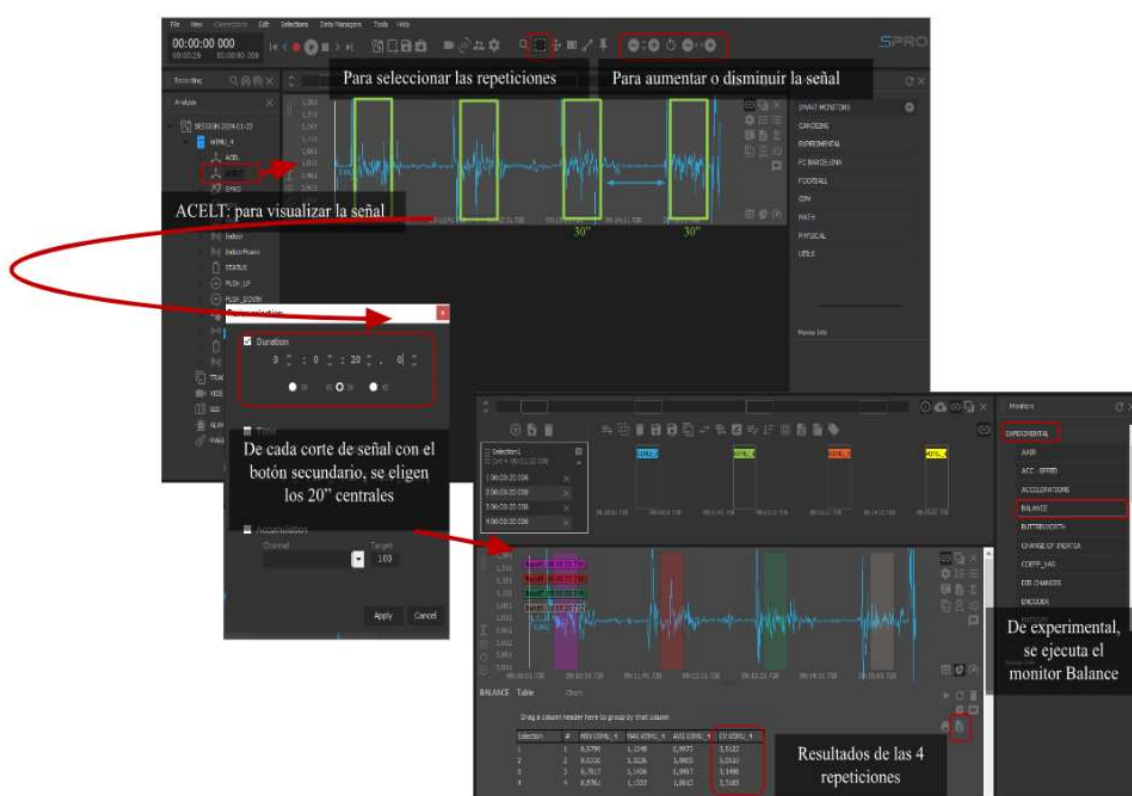
La estabilidad se evalúa mediante un dispositivo inercial WIMU PRO™ (RealTrack Systems, Almería, España). La unidad WIMU PRO™ contiene cuatro acelerómetros triaxiales, que detectan y miden movimientos usando un sistema microelectromecánico con frecuencia de muestreo configurada a 1000 Hz. Es un dispositivo de 70 gramos y de 81×45×16 mm de tamaño. Para el estudio se utilizará la combinación

de la señal de los cuatro acelerómetros, que registran diferentes intensidades cada uno (de $\pm 0-2G$ a $\pm 100G$). Para el autoarranque de la unidad y para evitar errores de los acelerómetros, se dejará el dispositivo inmóvil durante 30 segundos en una superficie plana y sin dispositivos magnéticos alrededor. La unidad fijada en una cincha elástica que rodeará la cintura del sujeto se colocará a nivel de L3/L4.

Análisis, interpretación y visualización de los resultados

Los datos registrados por el dispositivo WIMU PRO™ se procesarán mediante el *software* S PRO™ (RealTrack Systems, Almería, España). Para evitar analizar los movimientos y ajustes del sujeto en el inicio y final de la prueba, se seleccionarán los 20 segundos centrales de la señal acelerométrica, que se analizará mediante el coeficiente de variación (CV). Serán cuatro CV, uno por cada repetición, con los que se calculará la mediana.

Figura 14: Test de Valoración y estabilidad Lumbopelvica



Fuente: elaboración propia.

Se ha observado que los valores registrados dependen de la edad, que alcanzan valores más elevados en niños (interpretado como más movimiento y menor

estabilidad) y que disminuyen 0,143 cada año. En edad adulta, podrían considerarse

Valoración de la estabilidad lumbopélvica con dispositivo inercial

Material: cincha, cronómetro, WIMU PRO™, *software S PRO™*.

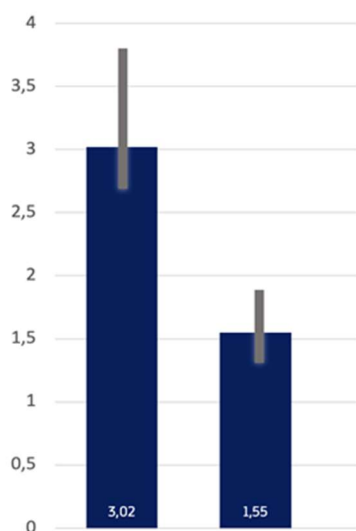
Posición del sujeto: plancha frontal.

Ejecución: (a) plancha frontal estática, realización de cuatro planchas frontales consecutivas de 30 segundos con un minuto de descanso entre ellas; (b) plancha frontal dinámica, realización de cuatro planchas consecutivas de 30 segundos, en las que se incluye plancha unipodal alternada cada cinco segundos.

valores inferiores a 1 como excelentes; entre 1 y 1,5 como regulares; y mayor a 1,5 como malos.

Para su visualización, se utiliza una gráfica de barras que representa la mediana de las cuatro mediciones. Asimismo, se dibuja una línea vertical que señala la desviación desde el mejor hasta el peor valor registrado. Esta barra indica la capacidad de mantener el nivel de estabilidad durante las repeticiones (ver gráfico 6).

Figura 15: Gráfico 6 sobre el evolutivo del test estático en una recuperación de una lesión



Fuente: elaboración propia

Referencias

- Akuthota, V., Ferreiro, A., Moore, T., y Fredericson, M.** (2008). Core stability exercise principles. *Current Sports Medicine Reports*, 7(1), 39-44. doi:10.1097/01.CSMR.0000308663.13278.69
- Barbado, D., Barbado, L. C., Elvira, J. L. L., van Dieën, J. H., y Vera-Garcia, F. J.** (2016). Sports-related testing protocols are required to reveal trunk stability adaptations in high-level athletes. *Gait y Posture*, 49, 90-96. doi:10.1016/j.gaitpost.2016.06.027
- Bauer, J., Panzer, S., Gruber, M., y Muehlbauer, T.** (2023). Associations between upper quarter Y-balance test performance and sport-related injuries in adolescent handball players. *Front Sports Act Living.*, 5. doi:10.3389/fspor.2023.1076373
- Borghuis J, Hof AL, Lemmink, A. P. M.** (2008). The Importance of Sensory-Motor Control in Providing CORE Stability: Implications for Measurement and Training. *Sports Medicine.*, 38(11), 893-916. doi:10.2165/00007256-200838110-00002
- Borms, D., Maenhout, A., y Cools, A. M.** (2016). Upper Quadrant Field Tests and Isokinetic Upper Limb Strength in Overhead Athletes. *Journal of Athletic Training.*, 51(10), 789-796, doi:10.4085/1062-6050-51.12.06
- Borms, D., y Cools. A.** (2018). Upper-Extremity Functional Performance Tests: Reference Values for Overhead Athletes. *International Journal of Sports Medicine.*, 39(6), 433-441. doi:10.1055/a-0573-1388
- Bulow, A., Anderson, J. E., Leiter, J. R., MacDonald, P. B., y Peeler, J.** (2019). The modified star excursion balance and y-balance test results differ when assessing physically active healthy adolescent females. *International Journal of Sports Physical Therapy.*, 14(2), 192-203. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30997272/>
- Coughlan, G. F., Fullam, K., Delahunt, E., Gissane, C., y Caulfield, B. M.** (2012). A comparison between performance on selected directions of the star excursion balance test and the Y balance test. *Journal of Athletic Training.*, 47(4), 366-371. doi:10.4085/1062-6050-47.4.03
- Cowley P. M., y Swensen T. C.** (2008). Development and Reliability of Two CORE Stability Field Tests. *Journal of Strength and Conditioning Research.*, 22(2), 619-624. doi:10.1519/JSC.0b013e3181634cb4



- Cholewicki, J., Silfies, S. P., Shah, R. A., et al.** (2005). Delayed trunk muscle reflex responses increase the risk of low back injuries. *Spine*, 30(23), 2614-2620. doi:10.1097/01.brs.0000188273.27463.bc
- Chuter, V. H., y Janse de Jonge, X. A. K.** (2012). Proximal and distal contributions to lower extremity injury: A review of the literature. *Gait y Posture*, 36(1), 7-15. doi:10.1016/j.gaitpost.2012.02.001
- de Oliveira, V. M., Pitangui, A. C., Nascimento, V. Y., da Silva, H.A., Dos Passos, M. H., de Araújo, R. C.** (2017). Test-retest reliability of the Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUEST) in adolescents: reliability of ckcest in adolescents. *International Journal of Sports Physical Therapy*., 12(1), 125-132. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28217423/>
- Earl, J. E., y Hoch, A. Z.** (2011). A proximal strengthening program improves pain, function, and biomechanics in women with patellofemoral pain syndrome. *American Journal of Sports Medicine*, 39(1), 154-163. doi:10.1177/0363546510379967
- Filipa, A., Byrnes, R., Paterno, M. V., Myer, G. D., y Hewett, T. E.** (2010). Neuromuscular training improves performance on the star excursion balance test in young female athletes *Journal of Orthopaedic y Sports Physical Therapy*.,40(9), 551-558. doi:10.2519/jospt.2010.3325
- Goldbeck, T. G., y Davies, G. J.** (2000). Test-retest reliability of the closed kinetic chain upper extremity stability test: a clinical field test. *Journal of Sport Rehabilitation*., 9(1), 35-45. DOI:10.1123/jsr.9.1.35
- Gorman, P. P., Butler, R. J., Plisky, P. J., y Kiesel, K. B.** (2012). Upper Quarter Y Balance Test: reliability and performance comparison between genders in active adults. *Journal of Strength and Conditioning Research* ., 26(11), 3043-3048. doi:10.1519/JSC.0b013e3182472fdb
- Gribble, P. A., Hertel, J., y Plisky, P.** (2012) Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *Journal of Athletic Training*., 47(3), 339-357. doi:10.4085/1062-6050-47.3.08
- Hertel, J.** (2008). Sensorimotor deficits with ankle sprains and chronic ankle instability. *Clinics in Sports Medicine*., 27(3), 353-370. doi:10.1016/j.csm.2008.03.006
- Hertel, J., Braham, R. A., Hale, S. A., y Olmsted-Kramer, L.C.** (2006). Simplifying the star excursion balance test: analyses of subjects with and without chronic ankle

instability. *Journal of Orthopaedic y Sports Physical Therapy.*, 36(3), 131-137. doi:10.2519/jospt.2006.36.3.131

Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Jr, R. S. H., Colosimo, A. J., y McLean, S. G. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes.

Kibler, W. B., Press, J., y Sciascia, A. (2006). The Role of CORE Stability in Athletic Function: *Sports Medicine.*,36(3), 189-198. Doi:10.2165/00007256-200636030-00001

Kibler, W. B., Press, J., y Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine*, 36(3), 189-198. doi:10.2165/00007256-200636030-00001

Kinzey, S. J., y Armstrong, C. W. (1998). The reliability of the star-excursion test in assessing dynamic balance. *Journal of Orthopaedic y Sports Physical Therapy.*, 27(5), 356-360. doi:10.2519/jospt.1998.27.5.356

Lee, D. R., y Kim, L. J. (2015). Reliability and validity of the closed kinetic chain upper extremity stability test. *Journal of Physical Therapy Science.*, 27(4), 1071-1073. doi:10.1589/jpts.27.1071

Leetun, D. T., Ireland, M. L., Willson, J. D., Ballantyne, B. T., y Davis, I. M. (2004). Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. *Medicine y Science in Sports y Exercise*, 36(6), 926-934. doi:10.1249/01.MSS.0000128145.75199.C3

Negrete, R. J., Hanney, W. J., Kolber, M. J., Davies, G., Ansley, McBride, A., y Overstreet, A. (2010). Reliability, minimal detectable change, and normative values for tests of upper extremity function and power. *The Journal of Strength y Conditioning Research.*, 24(12), 3318-3325. doi:10.1519/JSC.0b013e3181e7259c

Okada, T., Huxel, K. C., y Nesser, T. W. (2011). Relationship between core stability, functional movement, and performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(1), 252-261. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b22b3e

Olmsted, L. C., Carcia, C. R., Hertel, J., y Shultz, S. J. (2022). Efficacy of the Star Excursion Balance Tests in Detecting Reach Deficits in Subjects With Chronic Ankle Instability. *Journal of Athletic Training.*, 37(4), 501-506. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12937574/>

Plisky, P. J., Rauh, M. J., Kaminski, T. W., y Underwood, F. B. (2006). Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball



players. *Journal of Orthopaedic y Sports Physical Therapy.*, 36(12), 911-919. doi:10.2519/jospt.2006.2244

Pontillo, M., Spinelli, B. A., y Sennett, B. J. (2014). Prediction of in-season shoulder injury from preseason testing in division I collegiate football players. *Sports Health.*, 6(6):497-503. doi:10.1177/1941738114523239

Powden, C. J., Dodds, T. K., y Gabriel, E. H. (2019). The reliability of the Star Excursion Balance Test and lower quarter Y-Balance Test in healthy adults: a systematic review. *International Journal of Sports Physical Therapy.*, 14(5), 683-694. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31598406/>

Roush, J. R., Kitamura, J., y Waits, M. C. (2007). Reference Values for the Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUEST) for Collegiate Baseball Players. *North American Journal of Sports Physical Therapy.*, 2(3), 159-163. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2953295/>

Sciascia, A., y Uhl, T. (2015). Reliability of strength and performance testing measures and their ability to differentiate persons with and without shoulder symptoms. *International Journal of Sports Physical Therapy.*,10(5), 655-666. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4595919/>

Schwartz G., Bauer, J., y Muehlbauer T. (2021). Upper Quarter Y Balance test performance: Normative values for healthy youth aged 10 to 17 years. *PLoS One.*, 16(6). doi:10.1371/journal.pone.0253144

Taylor, J. B., Wright, A. A., Smoliga, J. M., DePew, J. T., y Hegedus, E. J. (2016). Upper-Extremity Physical-Performance Tests in College Athletes. *Journal of Sport Rehabilitation.*, 25(2), 146-154. doi:10.1123/jsr.2014-0296

Tucci, H. T., Martins, J., Sposito, G. de C., Camarini, P. M., de Oliveira, A. S. (2014). Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability test (CKCUES test): a reliability study in persons with and without shoulder impingement syndrome. *BMC Musculoskelet Disord.*, 15(1). doi:10.1186/1471-2474-15-1

Van Dieën, J. H., Luger, T., Van Der Eb, J. (2012) Effects of fatigue on trunk stability in elite gymnasts. *Eur J Appl Physiol.*,112(4), 1307-1313. doi:10.1007/s00421-011-2082-1

Wilkerson, G. B., y Colston, M. A. (2015). A refined prediction model for core and lower extremity sprains and strains among collegiate football players. *Journal of Athletic Training.*, 50(6), 643-650. doi:10.4085/1062-6050-50.2.04



Zazulak B. T., Hewett, T. E., Reeves, N.P., Goldberg, B., y Cholewicki, J. (2007). Deficits in Neuromuscular Control of the Trunk Predict Knee Injury Risk: Prospective Biomechanical-Epidemiologic Study. *American Journal of Sports Physical Therapy.*, 35(7), 1123-1130. Doi:10.1177/0363546507301585

Zazulak, B. T., Hewett, T. E., Reeves, N. P., Goldberg, B., y Cholewicki, J. (2007). Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: Prospective biomechanical-epidemiologic study. *American Journal of Sports Medicine*, 35(7), 1123-1130. doi:10.1177/0363546507301585

