



UNIVERSITAS
Miguel Hernández



**PROPUESTA DE TEST PARA LA VALORACIÓN DE LA
ESTABILIDAD DINÁMICA EN LANZAMIENTOS POR
ENCIMA DE LA CABEZA**

Máster Oficial en Rendimiento Deportivo y Salud

Alumno: Adrián Martín-Calpena Fernández

Tutor: Jose Luis López Elvira

Curso Académico: 2021/2022

ÍNDICE GENERAL

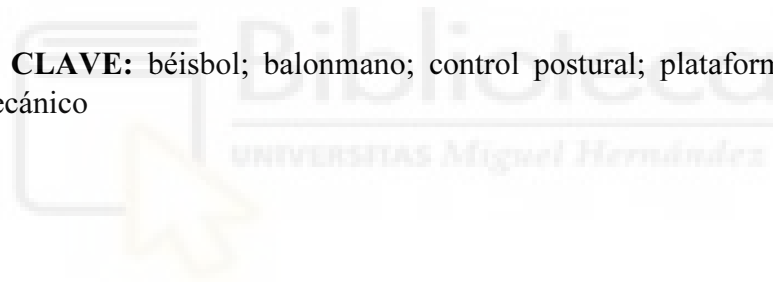
1. INTRODUCCIÓN	1
2. METODOLOGÍA	4
2.1. PARTICIPANTES	4
2.2. DISEÑO EXPERIMENTAL	4
2.3. PROCEDIMIENTOS DE LA RECOLECCIÓN DE LOS DATOS	5
2.4. ANÁLISIS DE DATOS	7
2.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	8
3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9



RESUMEN

El presente estudio consiste en una propuesta de test dinámico de valoración del equilibrio para los lanzamientos por encima de la cabeza ("overhead"). Este tipo de lanzamiento emplea una técnica que involucra el cuerpo entero para conseguir cierta precisión y velocidad a través de la activación de la cadena cinética. En este estudio participaron 23 individuos masculinos: jugadores de béisbol, de balonmano, y estudiantes universitarios físicamente activos. Realizaron 6 lanzamientos a una diana sobre dos plataformas de fuerzas con la finalidad de conocer la fuerza de reacción en el suelo para calcular el Índice de Estabilidad Dinámica Postural. También se midió la velocidad y precisión de los lanzamientos. Se calculó la fiabilidad del test con el índice de correlación intraclase. Se compararon los tres grupos con el ANOVA de un factor.

PALABRAS CLAVE: béisbol; balonmano; control postural; plataformas de fuerza; estudio biomecánico



1. INTRODUCCIÓN

El lanzamiento “overhead” (por encima de la cabeza) se trata de una acción compleja que involucra el cuerpo entero para lograr precisión y velocidad. Esta actividad se logra a través de la activación de la cadena cinética, esto es, con las uniones mecánicas de los segmentos corporales que permiten la transferencia secuencial de fuerzas y de movimientos cuando se realiza una tarea como es la del lanzamiento (Chu et al., 2016; Ellenbecker, y Aoki, 2020). Muy semejante a estos autores, Zaremski et al. (2017) afirman que, para que una cadena cinética sea eficiente, debe involucrar a todos los segmentos corporales y, además, deben trabajar todos al unísono durante el lanzamiento.

Dependiendo del autor, la cadena cinética se define de diferentes maneras: así, por ejemplo, Hanavan (1964), instituye al cuerpo humano como una forma computarizada que comprende enlaces cinéticos que incluyen las extremidades inferiores, el torso y las extremidades superiores en las que se producen intercambio de fuerzas que resultan en la producción de cantidades masivas de energía; otro autor como Davies (1992), también propone una serie de enlaces refiriéndose a la extremidad superior, incluyendo el tronco, la articulación escapulotorácica, articulaciones escapulohumerales o glenohumerales y regiones distales del brazo.

Similar a Hanavan y Davies, el modelo de cadena cinética de secuenciación de proximal a distal tiene relevancia tanto en el ejercicio como para la mejora de rendimiento. El concepto establece que el movimiento debe iniciarse con los segmentos más proximales y continúa hacia los segmentos más distales. El segmento más distal inicia su movimiento en el momento de la velocidad del segmento proximal.

Asimismo, es importante resaltar la estabilidad dinámica es crucial durante la ejecución del lanzamiento por encima de la cabeza. El equilibrio de la pierna de apoyo o pierna de

atrás durante la primera fase del lanzamiento (“wind-up”) del atleta es importante debido a que puede mantener una posición corporal apropiada. La mayoría de los deportes de lanzamiento “overhead” requieren estabilidad y fuerza de la pierna de apoyo para poder transferir la energía eficientemente desde el tren inferior al superior y controlar las fuerzas que se desarrollan en el hombro, lo cual desencadena en un buen funcionamiento de la cadena cinética.

El estudio reciente de Ellenbecker y Aoki (2020) afirman que el área de la cadera/tronco contribuye el 50% de la energía cinética y la fuerza para el lanzamiento completo. Por lo tanto, la generación de fuerza y potencia en esta área se verá comprometida si la cinemática llega a ser alterada, lo que resultaría en un aumento de la tensión en los segmentos distales. Kibler et al. (2013) resaltaron que el ROM inadecuado de la cadera y un equilibrio pobre pueden afectar significativamente en la habilidad del atleta para transferir energía a lo largo de la cadena cinética, resultando en un movimiento disfuncional y un aumento del estrés para el hombro y el codo.

También Zaremski et al. (2017) coinciden afirmando que un ROM bajo de la cadera y hombro (entre otros muchos factores) interfieren en el cambio de carga mecánica del tejido alterando así la cadena cinética. Muchos estudios correlacionan el equilibrio del tren inferior con la producción de lesiones en atletas que lanzan por encima de la cabeza, incluyendo lesiones como el desgarro del LCC (ligamento colateral cubital) del codo.

Cabe destacar que la zona del “Core” es un componente característico, llegando a ser casi una pieza central en todas las cadenas cinéticas producidas para la fuerza, equilibrio y movimiento de las funciones de las extremidades superiores e inferiores del lanzamiento por encima de la cabeza (Kibler et al., 2006).

Por otro lado, ligado a la zona del “core”, es importante destacar que la región lumbo-pélvica es determinante, puesto que es un área que proporciona estabilidad dinámica durante el movimiento de la extremidad distal por la unión funcional que se establece entre las extremidades superiores con las inferiores. Además, los investigadores demuestran que el riesgo de lesión aumenta si disminuye la energía producida por la región lumbo-pélvica en un 20%, llegando a aumentar la carga de la región escapulohumeral en un 34% (Cope et al., 2019).

De esta manera, tras revisar y comprobar que las disfunciones en la cadena cinética durante el lanzamiento por encima de la cabeza en los atletas pueden provocar lesiones y que están relacionadas con el tren inferior, se muestra una proposición de un test dinámico de valoración del equilibrio para los lanzamientos por encima de la cabeza.



2. METODOLOGÍA

2.1.Participantes

Veintitrés participantes masculinos colaboraron de manera voluntaria para la realización de este estudio. Los datos descriptivos de las características físicas de los participantes se muestran en la Tabla 1. De todos los participantes, 7 son jugadores de béisbol “amateur” pertenecientes al equipo “Club Béisbol y Sóftbol de Almería”; otros 7 son jugadores de balonmano masculino del Equipo Oficial de Elche; y 9 fueron participantes físicamente activos que se incluyeron en el grupo control del estudio.

Cada participante firmó una hoja dando su consentimiento (ver Anexo 1) para poder participar en el estudio, tras haber sido informados del propósito del estudio y los principales objetivos que se pretendían seguir. Además, en la hoja de consentimiento se advirtió a los participantes de la posibilidad de sufrir alguna lesión durante la ejecución del protocolo.

2.2.Diseño experimental

Para la intervención del estudio fue necesario adaptar algunos aspectos para que las condiciones fuesen las óptimas y el trabajo realizado fuese lo más cómodo y eficaz tanto para los participantes como para los investigadores.

Se optó por la colocación de una diana en posición vertical a una distancia de 8,30 m de la zona donde se ejecutaban los lanzamientos. La zona de lanzamiento se encontraba en la localización de dos plataformas de fuerzas contiguas. Por lo tanto, la zona de medición

de las plataformas constaba de 1,80 m de los 8,30 m de distancia que hay desde la diana hasta el extremo más distal de la plataforma donde se empezaba a ejecutar el lanzamiento.

Además, se colocó una red con unos postes pequeños para que detuvieran el rebote de las pelotas o, en su defecto, cajones colocados en perpendicular a las plataformas y con una distancia considerable para que no molestara al lanzador durante el lanzamiento.

Tabla 1. Tabla descriptiva. Descripción características físicas. Valores expresados como media y su desviación estándar (DE).

	Total (N=23)	Grupo BE (N=7)	Grupo BA (N=7)	Grupo CO (N=9)
Edad (años)	25,0 (\pm 5,6)	29,3 (\pm 7,0)	20,6 (\pm 2,1)	25,1 (\pm 3,4)
Altura (m)	1,78 (\pm 0,05)	1,77 (\pm 0,07)	1,80 (\pm 0,05)	1,76 (\pm 0,04)
Masa (kg)	80,9 (\pm 12,3)	83,0 (\pm 14,8)	81,7 (\pm 5,5)	78,6 (\pm 14,8)

BE=Béisbol; BA= Balonmano; CO= Control

2.3. Procedimientos de la recolección de los datos

Los participantes fueron medidos una sola vez y, en función de la disponibilidad de cada persona, se realizaron las medidas en distintos días. Antes de empezar a medir, los participantes realizaron un calentamiento previo elaborado por los investigadores que incluían movilidad articular, estiramientos y ejercicios de activación muscular de las extremidades inferiores y superiores y lanzamiento en pareja para calentar específicamente el brazo y el hombro (aproximadamente 15 min).

A todos los participantes se les daba la opción de calentar dentro o fuera de la sala de registros, ya que el espacio no resultó ningún problema. Posteriormente, se incidió en que los participantes del estudio ensayaran algunos lanzamientos de prueba antes de empezar a medir con las plataformas.

Para la recogida de datos se emplearon dos plataformas de fuerzas Kistler 9287CA colocadas en serie y registrando con una frecuencia de 1000 Hz.

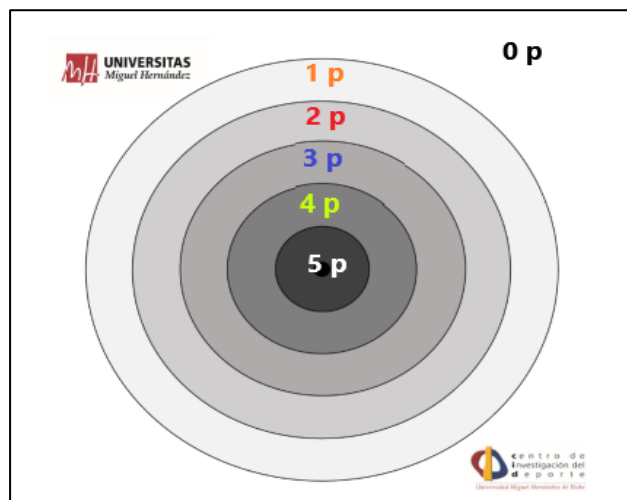


Figura 1. Representación de la imagen de la diana utilizada durante el protocolo.

Cada participante comenzaba con unos lanzamientos de prueba para practicar. Desde la plataforma más distante de la diana (Figura 1) se daba inicio el movimiento para lanzar, siempre siguiendo las instrucciones del investigador para colocarse encima de la plataforma y para empezar el lanzamiento.

Tras realizar el movimiento inicial, los participantes debían realizar el lanzamiento hacia la diana. La secuenciación del movimiento consistía en lanzar y apoyar el pie contrario a la mano que lanza en la plataforma contigua. De esta forma, debían frenar durante el lanzamiento con la pierna y mantener el equilibrio en apoyo monopodal dentro de la segunda plataforma hasta completar 10 s.

Durante cada lanzamiento, un radar de velocidad modelo “*Stalker Sport 2 Radar*” colocado justo al lado de las plataformas y a una altura determinada para medir el paso de la mano y brazo, medía en kilómetro por hora la velocidad a la que se ejecutaban los lanzamientos. Además, se colocó una cámara de vídeo de la marca “*Sony Handycam*”

HDR-CR240” para poder grabar la velocidad marcada en el radar y los lanzamientos a la diana, para a posteriori, recolectar tanto la precisión como la velocidad.

2.4. Análisis de datos

Tras recolectar las mediciones de los participantes en las plataformas de fuerzas, posteriormente se procedió al cálculo de la estabilidad postural dinámica. Para ello, se decidió utilizar el índice de estabilidad dinámica postural (DPSI) ya que demuestra ser al menos tan exacto y preciso como la medida de control postural TTS (“Time to Stabilization), incluso proporcionando una medida completa de la estabilidad dinámica postural, que es sensible al cambio en tres direcciones (Wikstrom et al. 2005). Estas tres direcciones se refieren a las compuestas por las fuerzas antero-posterior, medial lateral y las fuerzas verticales resultantes de la reacción del suelo (GFRs: “Ground Force Reactions”).

Por otra parte, para el cálculo de la puntuación de la precisión y la velocidad alcanzada en cada lanzamiento por los participantes, se revisaba cada vídeo de cada lanzamiento. De esta forma se anotó la puntuación de cada lanzamiento visionando los vídeos a cámara lenta para ver dónde impactaba la pelota. Aprovechando la herramienta en vídeo, se anotaba también la velocidad reflejada en el radar de velocidad, el cual también aparecía en los vídeos.

2.5 Análisis Estadístico

Se calculó estadística descriptiva (media y desviación estándar) para las variables de estudio. Antes de realizar cualquier otra prueba estadística, se realizó el test de Shapiro-Wilk para comprobar la distribución normal de las variables. Tras comprobar que las variables seguían una distribución normal, se procedió la comparación de los tres grupos

de estudio por medio de un ANOVA de un factor, con el fin de comprobar la homocedasticidad de las varianzas con el test de Levene. Además, se valoró la fiabilidad de los resultados mediante el coeficiente de correlación intraclase (ICC), para la fiabilidad relativa y el error estándar (E.E.) de la medida para la fiabilidad absoluta.



3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chu, S. K., Jayabalan, P., Kibler, W. B., & Press, J. (2016). The kinetic chain revisited: new concepts on throwing mechanics and injury. *Pm&r*, 8(3), S69-S77.

Cope, T., Wechter, S., Stucky, M., Thomas, C., & Wilhelm, M. (2019). The impact of lumbopelvic control on overhead performance and shoulder injury in overhead athletes: a systematic review. *International Journal of sports physical therapy*, 14(4), 500.

Davies, G. J. (1992). *A compendium of isokinetics in clinical usage*. LaCrosse: S & S Publishing.

Ellenbecker, T. S., & Aoki, R. (2020). Step by step guide to understanding the kinetic chain concept in the overhead athlete. *Current reviews in musculoskeletal medicine*, 13(2), 155-163.

Hanavan, E. P. Jr. (1964). *A mathematical model of the human body*. Ohio: Wright-Patterson Air Force Base; Aerospace Medical Research Laboratories.

Kibler, W. B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports medicine*, 36(3), 189-198.

Wikstrom, E. A., Tillman, M. D., Smith, A. N., & Borsa, P. A. (2005). A new force-plate technology measure of dynamic postural stability: the dynamic postural stability index. *Journal of athletic training*, 40(4), 305.

Zaremski, J. L., Wasser, J. G., & Vincent, H. K. (2017). Mechanisms and treatments for shoulder injuries in overhead throwing athletes. *Current sports medicine reports*, 16(3), 179-188.