

## Propuesta de un modelo biomecánico de la técnica de pecho en futvoley

### Proposal of a biomechanical model of the chest technique in soccer volleyball

\*, \*\*, \*\*\*\*\*Pablo Merino-Muñoz, \*\*\*Rodrigo Villaseca-Vicuña, \*\*\*\*Felipe Hermosilla-Palma, \*\*\*\*\*Felipe Guimarães Teixeira, \*Bianca Miarka, \*\*\*\*\*Ciro Brito, \*\*\*\*\*Alejandro Bustamante-Garrido, \*, \*\*\*\*\*Hugo Cerda-Kohler, \*\*\*\*\*David Arriagada-Tarifeño, \*\*\*\*\*Jorge Pérez-Contreras, \*, \*\*\*\*\*Esteban Aedo-Muñoz

\*Universidade Federal do Rio de Janeiro (Brasil), \*\*Universidad Adventista de Chile (Chile), \*\*\*Universidad Católica Silva Henríquez (Chile), \*\*\*\* Universidad Autónoma de Chile (Chile), \*\*\*\*\*Universidade Estácio de Sá (Brasil) \*\*\*\*\*Universidad Federal de Juiz de Fora (Brasil), \*\*\*\*\*Universidad de Santiago de Chile (Chile), \*\*\*\*\*Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (Chile), \*\*\*\*\*Universidad Santo Tomás (Chile), \*\*\*\*\*Instituto Nacional del Deporte de Chile (Chile), \*\*\*\*\*Clínica MEDS (Chile)

**Resumen.** Contexto: El análisis biomecánico de técnicas deportivas facilita la optimización del rendimiento, promueve una correcta ejecución técnica y ayuda a identificar factores de riesgos de lesión. Objetivo: Proponer un modelo biomecánico de la técnica de pecho en futvoley, señalando indicadores cinemáticos para su evaluación. Métodos: Se realizó un estudio de caso con alcance descriptivo a través de un participante con 20 años de experiencia en futvoley. Se capturó la técnica de pecho de futvoley a través de videofotogrametría con una cámara de alta velocidad (240 Hz). El análisis fue realizado con el software de análisis deportivo Kinovea®. Se determinaron las fases de la técnica deportiva a través de una propuesta utilizada previamente: a) el objetivo general de rendimiento de la técnica (OGR); b) los propósitos mecánicos (PM) de cada fase, el cual hace referencia a la principal característica mecánica por lograr en cada fase; y c) objetivos biomecánicos (OB), correspondientes a los indicadores cinemáticos (ICm) e indicadores cinéticos (ICn) derivados del PM. Resultados: la técnica se dividió en las fases de Aproximación, Preparación, Impulso y Seguimiento. En cada fase se describió el OGR de la técnica y los PM y OB. Aplicaciones prácticas: La propuesta biomecánica basada en OGR, PM e ICm permite la comprensión de esta técnica deportiva, favoreciendo su análisis, enseñanza y optimización del rendimiento.

**Palabras clave:** Futvolei, Cinemática, Biomecánica.

**Abstract.** Context: The biomechanical analysis of sports techniques facilitates performance optimization, promotes proper technical execution, and helps to identify injury risk factors. Objective: To propose a biomechanical model of the chest technique in footvolley, indicating kinematic indicators for its evaluation. Methods: A case study with a descriptive scope was conducted through a participant with 20 years of experience in footvolley. The chest technique in footvolley was captured through video-photogrammetry using a high-speed camera (240 Hz). The analysis was carried out using the Kinovea® sports analysis software. The phases of the sports technique were determined through a previously used proposal: a) The general performance objective of the technique (GPO); b) The mechanical purposes (MP) of each phase, which refers to the main mechanical characteristic to be achieved in each phase; c) Biomechanical objectives (BO), corresponding to the kinematic (KI) and kinetic indicators (KnI) derived from the MP. Results: The technique was divided into the phases of Approach, Preparation, Impulse, and Follow-up. In each phase, the GPO of the technique and the MPs and BOs were described. Practical applications: The biomechanical proposal based on GPO, MP, and KI allows for the understanding of this sports technique, facilitating its analysis, teaching, and performance optimization.

**Keywords:** Footvolley, Kinematics, Biomechanics.

Fecha recepción: 08-03-23. Fecha de aceptación: 10-10-23

Esteban Aedo-Muñoz  
esteban.aedo@usach.cl

### Introducción

El futvoley es un deporte emergente y de alcance mundial. Sin embargo, en Brasil su práctica tiene más de 50 años (Alves et al., 2015). A pesar de esto, la literatura asociada a este deporte es escasa (Borges Carvalho, 2021), especialmente en el área de la biomecánica deportiva. Los estudios realizados se relacionan a las demandas físicas de un encuentro oficial (Grazioli et al., 2018), las acciones técnico/tácticas (Borges Carvalho, 2021) y la epidemiología de las lesiones (Alves et al., 2015; Castro et al., 2022; Soares et al., 2021). El análisis biomecánico de técnicas deportivas colabora en su comprensión, optimizando la adquisición y desarrollo de la técnica, como también identificar factores de vulnerabilidad de lesión (Aedo-Muñoz, Guarda, et al., 2020; Fuentes et al., 2022; Moreno de la Fuente et al., 2022).

El futvoley tiene características técnicas que requieren de un análisis profundo para mejorar su comprensión. Es un

deporte en duplas en donde los jugadores solo pueden dar un toque al balón y un máximo de 3 pases para pasarlo al área del adversario. Lo anterior, con el objetivo de que el balón toque la arena dentro del límite demarcado. Los jugadores pueden tocar el balón con todas las partes del cuerpo excepto sus brazos. Consecuentemente, se suelen utilizar superficies de contacto como la cabeza, muslo, hombro, pie y pecho. Esta última superficie de contacto se utiliza principalmente como pase. Importantemente, es la técnica más utilizada en jugadores profesionales hombres, con una frecuencia relativa del 30% por partido (Borges Carvalho, 2021). Esta predominancia de técnica podría deberse a que el área de contacto con el balón es mayor en comparación con las otras técnicas. Tal característica favorece la precisión y seguridad al momento de la recepción, influyendo positivamente en la eficacia de los pases y recepciones del balón.

Cualquier técnica deportiva, como el caso de la técnica de pecho en futvoley, debe poseer una tarea motora u

objetivo deportivo (Barrios & Ranzola, 1999). Esta técnica se ejecuta como una secuencia lógica establecida de movimientos en función del reglamento, las experiencias prácticas [racionalidad], el objetivo deportivo [eficacia] y un menor gasto energético [eficiencia] (Bermejo, 2013). La tarea motora u objetivo deportivo actualmente se denomina Objetivo General de Rendimiento [OGR]. Por lo tanto, cada técnica deportiva posee únicamente un OGR (Aedo-Muñoz, 2018; Morante & Izquierdo, 2008). Cada técnica deportiva se divide en fases y cada una de estas posee sus respectivos propósitos mecánicos [PM]. Los últimos hacen referencia a la gran característica mecánica a conseguir en cada fase (Diener-González & Aedo-Muñoz, 2017). Estos PM de forma frecuente se encuentran escritos en la descripción de la fase en cada técnica deportiva. Se logran encontrar fácilmente pues se escriben como “superlativo/comparativo + aspecto mecánico + complemento” (Aedo-Muñoz, 2018; Cerda-Kohler et al., 2022). En cada PM es necesario obtener los objetivos biomecánicos (OB), los cuales corresponden a todos los indicadores cinemáticos (ICm) y cinéticos (ICn) derivados del PM. Los ICm son aspectos evaluables por la biomecánica deportiva, enfatizado en el estudio del movimiento con independencia de las causas que podrían modificarlo (Ibañez et al., 1989; Aedo y Bustamante, 2012). Los ICn corresponden a los aspectos evaluables evidenciando las fuerzas que lo provocan. Por lo tanto, cuando se presenta claridad y coherencia en la construcción de OB es posible generar protocolos de evaluación adecuados, favoreciendo la práctica y la valoración del deportista.

El objetivo del presente estudio es proponer un modelo biomecánico de la técnica de pecho en futvoley. Además, se identificarán indicadores cinemáticos para su evaluación, lo cual podría tener grandes implicaciones prácticas para el desarrollo y evolución de este deporte.

## Métodos

Se realizó un estudio de caso, con alcance descriptivo a través de un participante con 20 años de experiencia como jugador de futvoley. Un ayudante lanzó un balón FT-5 Mikasa (Japón) desde una distancia de dos metros. Fueron realizadas tres repeticiones, analizando la repetición que consiguió una altura mayor del balón a través de una inspección visual del video. Se capturó la técnica de pecho a través de videofotogrametría con una cámara de alta velocidad (Iphone® 8 - 240 Hz) en plano sagital. Posteriormente, el análisis fue realizado con el software de acceso abierto Kinovea®, diseñado para el análisis deportivo. Se determinaron las fases de la técnica deportiva a través de una propuesta utilizada previamente para el análisis del pateo con empeine en fútbol (Aedo-Muñoz, Abarca-Reyes, et al., 2020) en la cual se identifican: a) el OGR de la técnica, b) los PM de cada fase, y c) OB, correspondientes a los ICm e ICn derivados del PM. En este estudio solo se describirán los ICm (Aedo Muñoz et al., 2023; Diener-González & Aedo-Muñoz, 2017).

## Resultados

En la **Figura 1** se puede apreciar la propuesta de matriz de análisis. La propuesta determinó el OGR y se dividió la técnica en 4 fases donde se indica el inicio y fin de cada una de las siguientes: aproximación, preparación, impulso y seguimiento. Además, se describen los propósitos mecánicos de cada fase y su correspondiente ICm.

Objetivo general de rendimiento: Lanzar el balón en forma de parábola alta hacia el compañero.			
Fase 1: Aproximación		Fase 2: Preparación	
Inicio de Fase	Final de Fase	Inicio de Fase	Final de Fase
Primer paso de aproximación hacia el balón	Ambos pies fijados en paralelo	Ambos pies fijados en paralelo	Máxima flexión de rodilla
			
<b>Propósito mecánico</b>	<b>Indicadores cinemáticos</b>	<b>Propósito mecánico</b>	<b>Indicadores cinemáticos</b>
Posición óptima para impactar el balón.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Separación de ambos pies al ancho de hombros.</li> <li>Inicio de flexión de rodillas.</li> <li>Coxofemoral neutra (0°).</li> </ul>	Acumulación de energía elástica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aceleración del centro de masa hacia abajo a través de flexión de rodillas.</li> <li>Máxima flexión de rodillas (90 a 120°).</li> <li>Máxima flexión de tobillo.</li> <li>Mantención de coxofemoral en 0°.</li> <li>Tiempo para alcanzar la posición final.</li> </ul>
Fase 3: Impulso		Fase 4: Seguimiento	
Inicio de Fase	Final de Fase	Inicio de Fase	Final de Fase
Máxima flexión de rodilla	Contacto con el balón	Contacto con el balón	Recobro de posición original
			
<b>Propósito mecánico</b>	<b>Indicadores cinemáticos</b>	<b>Propósito mecánico</b>	<b>Indicadores cinemáticos</b>
Accelerar verticalmente el centro de masa con mayor amplitud de superficie de contacto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aceleración vertical del centro de masa.</li> <li>Extensión de rodillas.</li> <li>Extensión de tobillos.</li> <li>Abducción y rotación lateral de hombro.</li> </ul>	Recuperación y búsqueda de la estabilidad del cuerpo para acciones posteriores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantención del centro de masa dentro de los límites de la base de sustentación.</li> </ul>

Figura 1. Propuesta de matriz de análisis biomecánico de la técnica pecho en futvoley.

## Limitaciones

Debido a las características contextuales del futvoley esta técnica podría sufrir modificaciones. Un ejemplo de esto es cuando la técnica es utilizada para la recepción del saque adversario o levantamiento para ataque del compañero. Estas variaciones podrían estar presentes dentro de las fases mencionadas. Cambios en flexión de rodilla o movimiento de los brazos, además de rotaciones de tronco en el plano horizontal del movimiento. Estos cambios podrían agregar un nivel de complejidad mayor, pues el análisis cinemático 2D solo puede ser realizado de manera adecuada si el movimiento se ejecuta en un plano de acción.

## Aplicaciones prácticas

La siguiente propuesta basada en OGR, PM e ICm son contenidos que sirven como punto de inicio para la comprensión de esta técnica deportiva, su análisis y enseñanza.

A partir de los ICM los entrenadores pueden orientar las instrucciones de foco interno o externo (Barillas et al., 2021; Winkelman et al., 2017) para optimizar la técnica deportiva. Un ejemplo de foco externo sería indicar a la persona mirar hacia el cielo u observar la posición de su compañero para dirigir el pase en la fase de impulso. Un ejemplo de foco interno sería inmovilizar la articulación coxofemoral durante las fases de preparación e impulso. Según el clásico modelo de adquisición de habilidades de Fitts & Posner (Taylor & Ivry, 2012), ambos elementos son importantes a la hora de alcanzar el tránsito desde la etapa cognitiva, definido como el periodo en el que se establecen los objetivos de la tarea y se utilizan para determinar la secuencia de acciones adecuada para alcanzar el objetivo deseado, con mayor énfasis en los elementos verbales hacia la etapa asociativa, en la que la atención puede centrarse en detalles específicos de la secuencia, determinando los subapartados y las transiciones adecuadas (Taylor & Ivry, 2012). Por otro lado, sin desmedrar otras teorías de aprendizaje motor, es que entrenadores podrían explorar otros métodos y técnicas de adquisición de habilidades (Schöllhorn et al., 2022) como también ahondar en la preparación física para optimizar el gesto.

En relación con la preparación física, las características cinemáticas del movimiento en la fase de preparación e impulso podrían ser importantes para optimizar la técnica. La fuerza muscular de extensores de rodilla y tobillo podría ser un indicador crucial a la hora de impulsar el balón verticalmente. En este sentido, el desarrollo de la fuerza excéntrica podría favorecer la acumulación y liberación de energía elástica (Burgos-Jara et al., 2023). Esto último favorecería la aceleración el centro de masa. Además, la fuerza isométrica (co-contracción de flexo-extensores de cadera) permitiría la correcta mantención de la articulación coxofemoral. Ambas orientaciones pueden servir como base para la preparación física de este deporte.

## Conclusiones

La propuesta de modelo biomecánico de la técnica de pecho en futvoley puede ser utilizada para un análisis detallado de la técnica en condiciones de campo y laboratorio (cinemática, cinética y electromiografía). No obstante, se recomienda su análisis en condiciones ecológicas (e.g., arena) ya que los indicadores cinemáticos pueden sufrir alteraciones en superficies rígidas (Giatsis et al., 2018). También se podrían analizar diferentes tipos de enseñanza y métodos de preparación física para la correcta ejecución de la técnica deportiva y la consecución del OGR. Esto permitiría identificar correcciones en fases específicas del gesto y optimizar la preparación física de los atletas. Por otro lado, surgen varias líneas de investigación como el análisis de la técnica (e.g., frecuencia y/o cinemática) entre atletas amateurs y profesionales. Por último, se alienta al análisis del aprendizaje motor de la técnica por medio de diferentes métodos y técnicas de aprendizaje motor. En su conjunto, esta propuesta permitiría facilitar la

optimización del rendimiento, promoviendo una correcta ejecución técnica y ayudando a identificar factores de riesgos de lesión.

## Agradecimientos

Se agradece al profesor Tiago Araujo perteneciente a la Academia de Futvoley de la playa de Flamengo (Brasil), al lanzador de la bola Clayton y a Eduardo Siqueira por la grabación.

En el siguiente link se puede apreciar el video analizado: [https://youtu.be/ZY4tU\\_igRJs](https://youtu.be/ZY4tU_igRJs)

## Referencias

- Aedo-Muñoz, E. (2018). Análisis de movimiento en videofotogrametría. In IRL (Ed.), *Rehabilitación deportiva basada en el trabajo multidisciplinar* (Universida, p. 244).
- Aedo-Muñoz, E., Abarca-Reyes, V., Torres-Moreno, M.-J., Bascuñan-Mosqueira, R., Brito, C., Miarka, B., Juan, J. C.-S., Sánchez-Ramírez, C., & Poblete-Gálvez, C. (2020). Proposal of a Technical Model of Soccer Kicking: A systematic review of kinematic and kinetic variables. *MHSalud: Revista en Ciencias del Movimiento Humano y Salud*, 17(2 SE-Scientific Articles). <https://doi.org/10.15359/mhs.17-2.6>
- Aedo-Muñoz, E. A., & Bustamante-Garrido, A. F. (2022). Conceptualización de la biomecánica deportiva y biomecánica de la educación física. *Revista Educación Física Chile*, 270, 63-68. Recuperado a partir de <http://revistas.umce.cl/index.php/refc/article/view/2068>
- Aedo-Muñoz, E., Guarda, A. R., Gamboa, I. R., Zárate, N. R., Reyes, C. R., Aedo-Muñoz, N., Pérez, D. V., Tarifeño, D. A., Argothy, R., Salazar, J. S., Miarka, B., & Brito, C. J. (2020). Kinematic variations of uphill in mountain bikers. *Retos*, 40, 257–263. <https://doi.org/10.47197/RETOS.V11I40.81430>
- Aedo-Muñoz, E., Martínez-Catalán, R., Miarka, B., Merino-Muñoz, P., Brito, C., Hermosilla Palma, F., & Pérez Contreras, J. (2023). Cinemática de pateo con empeine en jugadores profesionales varones de futsal chilenos: Propuesta de un modelo cinemático. *Retos*, 47, 933–940. <https://doi.org/10.47197/retos.v47.96213>
- Alves, A. T., Oliveira, D. M. De, Valença, J. G. S., Macedo, O. G. De, & Matheus, J. P. C. (2015). Lesions in footvolley athletes. *Revista Brasileira de Ciências Do Esporte*, 37(2), 185–190. <https://doi.org/10.1016/j.rbce.2015.02.003>
- Barillas, S. R., Oliver, J. L., Lloyd, R. S., & Pedley, J. S. (2021). Cueing the youth athlete during strength and conditioning: A review and practical application. *Strength & Conditioning Journal*, 43(3), 29–42. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000567>
- Barrios, J., & Ranzola, A. (1999). *Manual para el deporte de iniciación y desarrollo* (Ediciones Deportivas

- Latinoamericanas (ed.); Ediciones). Ediciones Deportivas Latinoamericanas. <https://books.google.es/books?id=bhIzSQAACAAJ>
- Bermejo, J. (2013). Revisión del concepto de técnica deportiva desde la perspectiva biomecánica del movimiento. *Revista Digital de Educación Física*, 25, 45–59. [http://emasf2.webcindario.com/NUMERO\\_25\\_EMASF.pdf](http://emasf2.webcindario.com/NUMERO_25_EMASF.pdf)
- Borges Carvalho, L. (2021). Validação de um instrumento observacional de padrões táticos no futevôlei [Universidade de Brasília]. <https://bdm.unb.br/handle/10483/30231>
- Burgos-Jara, C., Cerda-Kohler, H., Aedo-Muñoz, E., & Miarka, B. (2023). Eccentric Resistance Training: A Methodological Proposal of Eccentric Muscle Exercise Classification Based on Exercise Complexity, Training Objectives, Methods, and Intensity. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(13). <https://doi.org/10.3390/app13137969>
- Castro, V. H. dos S., Moraes, R. S. B. de, Matheus, J. P. C., Garcia, P. A., Leal, J. C., & Macedo, O. G. de. (2022). Footvolley athletes may have an imbalance in the muscles that move the knee: preliminary findings. *Retos*, 46, 826–832. <https://doi.org/10.47197/retos.v46.90466>
- Cerda-Kohler, H., Aedo-Muñoz, E., Solar, I., Ponce, A., Ponce, J. C., Haichelis, D., Bueno-Buker, D., & Tejo, J. (2022). *Lineamientos Unidad de Ciencias Aplicadas al Deporte 2022-2028: El qué, el cómo y el por qué hacemos lo que hacemos* (Primera). Instituto Nacional de Deporte de Chile. [https://www.researchgate.net/publication/359047294\\_Lineamientos\\_Unidad\\_de\\_Ciencias\\_Aplicadas\\_al\\_Deporte\\_2022-2028\\_El\\_que\\_el\\_como\\_y\\_el\\_por\\_que\\_hacemos\\_lo\\_que\\_hacemos](https://www.researchgate.net/publication/359047294_Lineamientos_Unidad_de_Ciencias_Aplicadas_al_Deporte_2022-2028_El_que_el_como_y_el_por_que_hacemos_lo_que_hacemos)
- Diener-González, L., & Aedo-Muñoz, E. (2017). Indicadores cinemáticos del salto en extensión. *Arrancada*, 17(30), 75–83. <https://revistarrancada.cujae.edu.cu/index.php/arrancada/article/view/9-31>
- Fuentes, A., Martínez, L., Aedo-Muñoz, E., Brito, C., Miarka, B., & Arriagada-Tarifeño, D. (2022). Is there any relation between the position of cycling and the appearance of lower pain? A systematized review. *Retos*, 43, 651–659. <https://doi.org/10.47197/retos.v43i0.89363>
- Giatsis, G., Panoutsakopoulos, V., & Kollias, I. A. (2018). Biomechanical differences of arm swing countermovement jumps on sand and rigid surface performed by elite beach volleyball players. *Journal of Sports Sciences*, 36(9), 997–1008. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1348614>
- Grazioli, R., Inácio, M., Nunes, N., & Villeroy, L. (2018). Brazilian footvolley: A displacement screening study of a professional national match. *International Journal of Sports Science*, 8(2), 63–66. <https://doi.org/10.5923/j.sports.20180802.04>
- Ibañez, J., Martín, E., & Zamarro, J. (1989). Capítulo II - Cinemática. In *Física*.
- Morante, J. C., & Izquierdo, M. (2008). Técnica deportiva, modelos técnicos y estilo personal. In *Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte* (Panamerica, p. 771).
- Moreno de la Fuente, J., Rojas-Briceño, L., Escalona-Riquelme, J., Merino-Muñoz, P., Cerda-Kohler, H., Miarka, B., Brito, C., Arriagada-Tarifeño, D., & Aedo-Muñoz, E. (2022). Modelo técnico del push de empuje en el hockey sobre césped. Una propuesta de análisis. *Retos*, 45, 318–325. <https://doi.org/10.47197/retos.v45i0.91126>
- Soares, W. D., Antunes, T. P. E., Moraes Junior, W. P., & Almeida, J. L. S. de. (2021). Aspectos cinético-funcionais associados a dor lombar em praticantes de futevôlei. *Revista Brasileira De Futsal E Futebol*, 13(52), 185–192.
- Schöllhorn, W. I., Rizzi, N., Slapšinskaitė-Dackevičienė, A., & Leite, N. (2022). Always Pay Attention to Which Model of Motor Learning You Are Using. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(2). <https://doi.org/10.3390/ijerph19020711>
- Taylor, J. A., & Ivry, R. B. (2012). The role of strategies in motor learning. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1251(1), 1–12. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06430.x>
- Winkelman, N. C., Clark, K. P., & Ryan, L. J. (2017). Experience level influences the effect of attentional focus on sprint performance. *Human Movement Science*, 52, 84–95. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2017.01.012>