

10. Análisis cinemático del remate en voleibol mediante videografía 2D

LORENIA LÓPEZ ARAUJO*

MARTHA ALEJANDRA HERNÁNDEZ SOLÓRZANO**

BLANCA GISELLE VEA MARTÍNEZ***

MIRELY GUADALUPE GUTIÉRREZ RODRÍGUEZ****

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.234.10>

Resumen

El voleibol es un deporte de alta intensidad y poco descanso donde se comprometen distintos segmentos del cuerpo, por lo que es fundamental que el entrenador dirija adecuadamente la preparación física del deportista, maximizando el rendimiento del atleta. El objetivo del estudio fue analizar la técnica del remate del voleibol en dos deportistas del selectivo Itson para la identificación del movimiento y la técnica mediante indicadores cinemáticos. El tipo de muestreo fue no probabilístico por conveniencia, seleccionando dos voleibolistas diestras de categoría universitaria, haciéndose tomas de video para el análisis cinemático en el programa Kinovea v9.5. Se obtuvieron variables de trayectoria, colocación de las piernas respecto al cuerpo, rotación del hombro, así como ángulos de extremidades inferiores y superiores. Los resultados mostraron deficiencia en la fase dos, no tuvieron una flexión dorsal pronunciada y las rodillas estaban flexionadas en un ángulo de 65°, provocando que no se transfiera la fuerza y no se realice un remate

* Doctorado en Educación Deportiva y Ciencias del Deporte. Profesor auxiliar, Instituto Tecnológico de Sonora, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-2327-6897>

** Alumna de Licenciatura en Ciencias del Ejercicio Físico, Alumna, Instituto Tecnológico de Sonora, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8603-2171>

*** Maestría en Administración. Profesor auxiliar, Instituto Tecnológico de Sonora, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8864-9942>

**** Alumna de Licenciatura en Ciencias del Ejercicio Físico. Alumna, Instituto Tecnológico de Sonora, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4746-2454>

efectivo, así como en la fase cuatro, donde al momento del contacto con el balón no realizaron el movimiento completo. Esto influyó en la velocidad a la que salió el balón; además, las rodillas no se encontraban en la flexión adecuada, por lo que no se realizó efectivamente su ataque. Es importante que el entrenador tome en cuenta la deficiencia en las fases, ya que el remate es el gesto técnico que más expone a sufrir una lesión, es un movimiento que compromete las distintas estructuras de la articulación a torsiones y estiramientos a alta velocidad.

Palabras clave: *Análisis, cinemática, fases, remate.*

Introducción

El voleibol es un deporte apasionante por la tensión de la lucha que se desenvuelve en él. Se distingue, desde su surgimiento, como un espectáculo deportivo por su belleza, como juego rápido y combinado, dado por la manifestación de acciones técnico-tácticas que ponderan el papel conductor de la preparación en el entrenamiento (Arronte y Ferro, 2021). Lo practican jóvenes que tratan de lograr el máximo rendimiento deportivo y es indispensable recorrer un camino bastante largo de preparación técnica y táctica; esta preparación comienza desde los primeros pasos del jugador de voleibol.

Bernal-Orellana *et al.* (2024) mencionan que es un deporte de alta velocidad, explosivo y de fuerza. Entre las distintas acciones que se desarrollan a lo largo del juego, se encuentran principalmente con cambios de dirección y saltos en sus diferentes fundamentos (ataque, bloqueo, saque), englobadas en una actividad de alta intensidad y poco descanso.

El ataque o remate, por la complejidad de su técnica y la exigencia física del atleta, necesita ir de la mano de la biomecánica. García y Hernández (2023) mencionan que el remate es la técnica más agresiva del voleibol y se ejecuta con una elevada frecuencia durante el juego, pudiendo, los jugadores profesionales, llegar a repetirlo hasta 40,000 veces a lo largo de un año.

Para Song *et al.* (2023) en el voleibol es imposible evitar que todas las articulaciones participen en el deporte, siendo las lesiones del hombro las más comunes. Pese a que las lesiones por sobreuso del hombro no supongan

la ausencia inmediata del jugador del campo, tienden a mantenerle alejado de la competición entre cuatro a seis semanas, siendo esta lesión la que causa mayores bajas (García y Hernández, 2023).

Shicay-Arias y Moscoso-García (2021) en su investigación, “Análisis biomecánico de la técnica del remate en voleibolistas juveniles”, analizaron a siete voleibolistas, aplicando un análisis biomecánico de los parámetros de variación angular en codo, hombro y rodilla, así como de velocidad de la mano al momento del impacto con el balón y altura de salto, basado en esto, los resultados evidenciaron un promedio en la subfase del paso de freno de 0.9m; en el ángulo del hombro en extensión un promedio de 55.6° en la misma fase y una media de 51.8 cm de altura en la fase de salto que se podría mejorar. Se concluyó que el uso de imágenes, videos y ejemplos de ejecución es importante para el aprendizaje, ya que la técnica del remate es un proceso largo que se debe ir evaluando constantemente con el fin de evitar errores en su ejecución; aunque cada deportista tiene su propio estilo, es necesario guiarlo mediante la caracterización de distintas fases y subfases.

Al igual Shicay (2018), en su investigación “Aplicación de la biomecánica en el análisis de la técnica del remate en voleibol”, se estudió a 10 deportistas de sexo femenino de la disciplina del voleibol de la Unidad Educativa La Asunción, en edades comprendidas entre 10 a 12 años, mediante un estudio biomecánico e implementación de mejoras a la técnica en cuestión, para lograr un mejor gesto deportivo y un mejor rendimiento del deportista. Los resultados fueron los siguientes: los valores de la carrera de aproximación varían significativamente teniendo un menor valor de 1.52m/s y uno mayor de 3.18m/s; esto posiblemente se debe a que muchas de las deportistas aún no hacen correctamente la técnica de ataque, simplemente saltan haciendo un paso; otras sí realizan los tres pasos y adquieren mayor velocidad. Si se compara el valor medio de 2.4 m/s con el valor de la técnica ideal 3.2m/s; se concluye que hay que mejorar en esa acción, ya que debe aumentar la velocidad para tener mayor alcance en el salto.

Montalvo (2021), en su investigación “Valoración de la potencia del golpeo y la altura de salto en el remate del voleibol mediante el dispositivo Vert y MotusQB”, analizó el rendimiento de 10 jugadores pertenecientes al equipo universitario de voleibol de la UAH (seis mujeres y cuatro hombres) en el salto vertical de remate, mediante dos dispositivos, Vert y Optojump,;

mientras que la velocidad de la pelota en el remate se midió simultáneamente por medio del Motus QB y del radar. En ambas pruebas, los participantes realizaron tres intentos, teniendo en cuenta la mejor marca. Como resultado se encontró una correlación altamente significativa entre ambos dispositivos para el salto vertical ($r = 0.886$, $p = 0.001$), mientras que la velocidad de la pelota no mostró correlación estadísticamente significativa entre ambos dispositivos. Con base en los resultados, se concluye que el dispositivo Vert parece válido para gestionar la carga de entrenamiento, aunque no se recomienda cuando se necesite precisión en las medidas. La principal limitación del presente estudio es que se realizó a 10 jugadores de voleibol, por lo que es necesario repetirla con una población mayor, a fin de contrastar la validez del dispositivo Motus QB, como un dispositivo tecnológicamente más avanzado que el radar.

Por su parte, Garrido-Castro *et al.* (2017), en su “Investigación caracterización cinemática 3D del gesto técnico del remate en jugadoras de voleibol” analizó a tres jugadoras experimentadas, las cuales juegan en diferentes equipos de superliga y liga nacional. En dicho estudio se analizaron 38 parámetros cinemáticos, entre ellos: tiempos entre eventos, posición del centro de masas, velocidades y altura del remate. Se describieron parámetros como tiempo de vuelo, velocidad de impulsión vertical, salida del balón y rango de movimientos en el brazo ejecutor. Para concluir que este estudio permitió definir un protocolo y modelo de informe como herramienta para el entrenamiento personalizado en función de las deficiencias observadas previniendo posibles lesiones a medio/largo plazo.

Debido a que las rematadoras han adquirido nuevas y diferentes técnicas del remate en voleibol, también se han presentado diversas lesiones, sobre todo en el tren superior, arriesgando su salud y participación en eventos deportivos importantes, además de que el remate es uno de los factores que determinan un ataque, afectando significativamente los resultados del juego (Suhadi *et al.*, 2023).

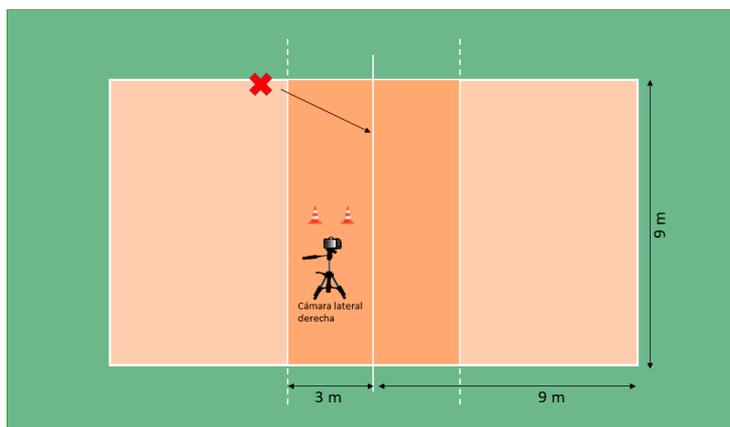
Es por eso, que se plantea la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los indicadores cinemáticos de la técnica del remate en el selectivo de voleibol de Itson? Siendo el objetivo de la investigación analizar la técnica del remate del voleibol en dos deportistas del selectivo Itson para la identificación del movimiento y la técnica mediante indicadores cinemáticos.

Método

El tipo de investigación se realizó con un enfoque cuantitativo con diseño no experimental con alcance descriptivo de corte transversal y tipo de muestreo no probabilístico por conveniencia. Para el proyecto, se seleccionó a dos voleibolistas universitarias del Instituto Tecnológico de Sonora, las cuales son jugadoras con nueve años de experiencia y no presentaban ninguna molestia o lesión. Se hizo una revisión documental en la que se investigó la técnica del gesto según Shicay (2018), Guzmán-Vargas *et al.* (2022), García y Hernández (2023) y Thibodeaux (2023) y con esa información se elaboró una lista de cotejo. El movimiento se dividió en cinco fases donde se explicó la realización del gesto técnico y se realizó una validación de la lista de cotejo por expertos en voleibol basados en su experiencia.

Se siguió el protocolo de filmación, el cual incluye hacer pruebas días antes para el reconocimiento del terreno, la ubicación de las cámaras, iluminación y ambiente en general, además de coincidir con Guzmán-Vargas *et al.* (2022) en algunas consideraciones a tener en cuenta antes de grabar, como la perspectiva, la distancia y el uso de trípode, así como la calibración del espacio. Para la toma de video, se ubicaron las cámaras en la parte lateral derecha en la zona de tres metros, como se muestra en la imagen (figura 1).

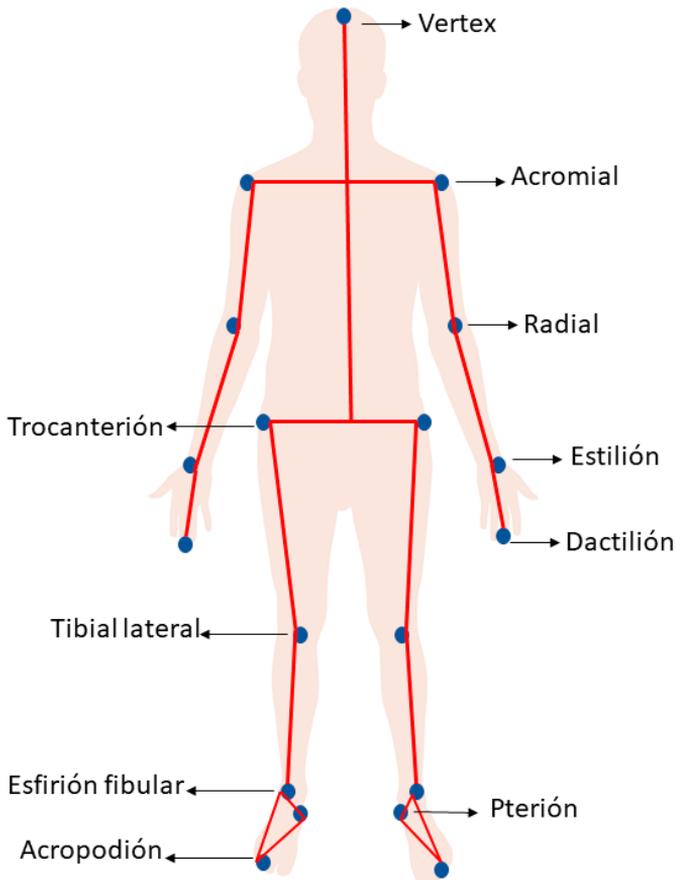
Figura 1. Montaje de la cámara



Fuente: Elaboración propia.

Los sujetos asistieron con ropa cómoda, que permitía apreciar los puntos anatómicos a analizar. Los puntos se señalaron con marcadores pasivos (figura 2), como lo indica Acero (2013), para una mejor apreciación en video. Se hicieron tres tomas del lateral derecho de cada voleibolista.

Figura 2. Esquema internacional para el marcaje corporal, sistema de 14 segmentos corporales SC-14



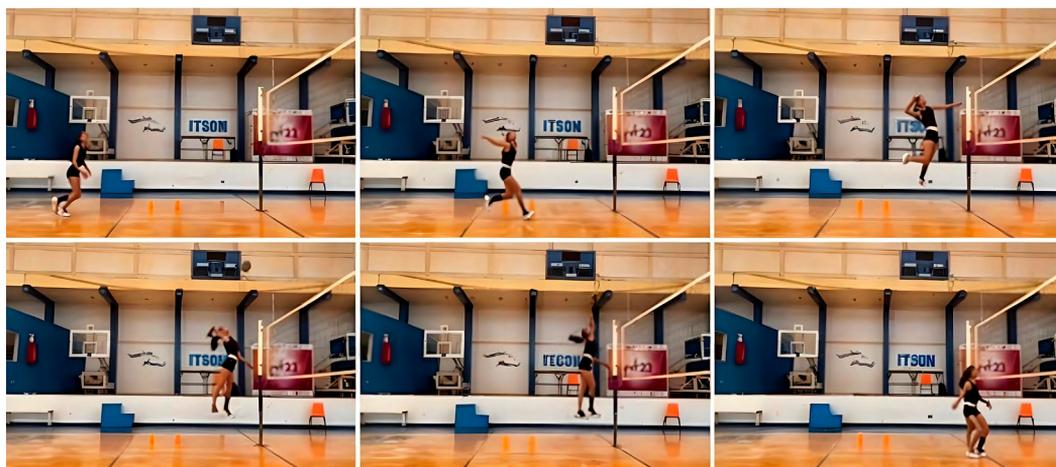
Nota: Acero, J. A., (2 de febrero de 2024). Sistemas corporales segmentarios. Grupo Sobre Entrenamiento. <https://gse.com/sistemas-corporales-segmentarios-bp-D57cfb26d321f9>

La toma de video se realizó con un celular iPhone XR de 60 fotogramas por segundo (fps) y se analizó en dos dimensiones (2D) en el programa Kinovea v9.5. Se obtuvieron los fotogramas del lateral derecho de cada fase y posteriormente las variables cinemáticas de trayectoria de los segmentos, la colocación de las piernas respecto al cuerpo, rotación del hombro, así como también los ángulos de las extremidades inferiores y superiores; por último, se comparó la técnica del remate de las voleibolistas con la técnica de la lista de cotejo. Toda la metodología y el protocolo de filmación se cotejó con Pons *et al.* (2023) en su investigación utilización del software Kinovea a la técnica de pitcheo en el béisbol y con el estudio de López *et al.* (2024), donde se encontraron similitudes en todo el proceso de filmación.

Resultados y discusión

Una vez elaborado el procesamiento de los datos con ayuda del *software* Kinovea v9.5 (figura 3) y la lista de cotejo del gesto técnico, se presentaron los siguientes resultados:

Figura 3. Ejemplo análisis cinemático en Kinovea v9.5, sujeto 1



En la primera fase, carrera de aproximación se observó que ambos sujetos hicieron correctamente la técnica con base en la lista de cotejo que se realizó, con una duración de 0.85 segundos para el sujeto uno y 1.42 segundos para el sujeto dos en dicha carrera, mientras que Garrido-Castro *et al.* (2017) mencionan en su investigación que los resultados cinemáticos fueron de 1.34, 1.25 y 1.77 segundos, respectivamente. Montalvo (2021) menciona que una buena velocidad en la carrera de aproximación al remate proporciona una mayor fuerza explosiva, por lo tanto, una mayor altura de salto para la siguiente fase, además que la velocidad angular en las piernas y el balanceo de los brazos influyen en la altura del salto.

En la fase dos, salto o batida, se observó que el sujeto uno realizó la técnica correctamente, flexionando las rodillas en un ángulo de 42° haciendo la rotación interna del pie izquierdo, con un salto explosivo vertical. Ya en el aire, tuvo una flexión dorsal pronunciada y las rodillas flexionadas a 89° , obteniendo una duración de esta fase de 0.38 segundos.

Por otro lado, el sujeto dos tuvo una duración de 0.48 segundos, mientras que Garrido-Castro *et al.* (2017) hacen mención que sus sujetos tienen una duración promedio de 0.38 segundos. Al momento de hacer el salto vertical, el sujeto dos, ya en el aire, no realizó una flexión dorsal pronunciada y las rodillas estaban flexionadas a 65° , no cumplió con la flexión de rodillas a 90° aproximadamente, esto provocó que no se transfiriera la fuerza adecuadamente y, como consecuencia, no se realizara un remate efectivo. Aunque García *et al.* (2019) mencionan que el ángulo de la columna vertebral no influye en la técnica del remate.

Montalvo (2021) menciona que cuanto mayor sea la altura de salto durante el remate, el jugador conseguirá un mayor tamaño efectivo del campo y una trayectoria de remate más corta a alta velocidad y, a su vez tendrá una mayor probabilidad de superar el bloqueo más fácil.

En la fase tres, preparación de golpeo, los sujetos realizaron la técnica correcta. El sujeto uno tuvo una duración de 0.32 segundos y el sujeto dos, 0.20 segundos. Por el contrario, Garrido-Castro *et al.* (2017) mencionan que sus sujetos tienen un promedio de 0.30 segundos en esta fase. En cuanto a la flexión del codo por detrás de la cabeza, debe ser de 90° aproxima-

damente por lo que sí cumplieron con ese punto. García *et al.* (2019) mencionan que el ángulo del codo influye considerablemente en la ejecución del remate generando mayor fuerza al golpeo. Es importante mencionar que el hombro juega un papel importante, ya que, si no se hace la técnica correctamente, tanto en la rotación externa como en la interna, se pueden producir lesiones, como lo menciona Montalvo (2021). El dolor del hombro puede ser provocado por pinzamientos, tendinopatía del manguito rotador, inestabilidad glenohumeral o neuropatía supraescapular, pero la más común es la lesión del manguito rotador.

En la fase cuatro, golpeo, ambos sujetos contaron con errores técnicos que podrían afectar la eficiencia de la técnica y, por ende, del golpeo. En el sujeto uno, se pudo observar que el brazo con el que hace contacto con el balón no llega a bajar completamente por lo que influye en la velocidad a la que va el balón. Por otro lado, el sujeto dos no tenía las rodillas flexionadas, por lo que no se realizó efectivamente su ataque; comete este error desde la fase de batida.

Ambos sujetos, en la fase cinco, caen con un solo pie al no caer con los dos y tienden a desarrollar algunas lesiones. Montalvo (2021) menciona que las lesiones agudas del tobillo o rodillas son las más frecuentes en el voleibol. La más destacada es la tendinopatía rotuliana o rodilla del saltador, producida por el gran número de saltos del rematador ya sea en entrenamiento o partidos. Todo el análisis anterior se representa en la tabla 1.

Tabla 1. Resumen análisis cinemático del remate

<i>Fases</i>	<i>Cumple</i>	<i>No cumple</i>	<i>Observaciones</i>
Fase 1	1,2		
Fase 2	1	2	- Flexión de rodillas a 90 grados aprox. - Flexión dorsal pronunciada
Fase 3	1,2		
Fase 4		1,2	- Bajar el brazo dominante (derecho) al lado del cuerpo - Piernas ligeramente flexionadas
Fase 5		1,2	- Caída con ambos pies y el pie izquierdo queda ligeramente enfrente del pie derecho

Estas deficiencias en las fases del gesto coinciden con Meneses *et al.* (2023), quien constató en su investigación que el traumatismo de rodilla en las jugadoras de voleibol se produce en aterrizajes con una sola pierna después de saltos horizontales y laterales con contramovimiento. La cadera presenta abducción más de 45° del miembro inferior que no apoya en el suelo antes y durante el aterrizaje, mientras que se realiza el apoyo en el suelo con el antepié y el tobillo con plantiflexión. Se recomienda aplicar estrategias que disminuyan el riesgo de lesión traumática de rodilla que involucren reacciones rápidas de cambios de cinemática en el aterrizaje (p.16).

Conclusiones y recomendaciones

Al iniciarse en la carrera en el voleibol desde edades tempranas, es muy importante tener en cuenta la técnica en los diferentes gestos. El remate somete al deportista a movimientos de alta velocidad y fuerza explosiva, por lo que el entrenador no debe trabajar empíricamente, sino con tecnología que le permita una mejor apreciación del gesto, acercándose al modelo ideal por medio de un proceso de entrenamiento en el que se enseña a automatizar dicho gesto.

Es importante que cada uno de los sujetos analizados y el entrenador tomen en cuenta los errores de los indicadores cinemáticos de cada fase (carrera de aproximación, salto, preparación de golpeo, golpeo y caída, que se detectaron en la investigación, como flexión de las rodillas, ubicación de los segmentos corporales por fase, distancias de los segmentos corporales, etcétera, ya que el remate es el gesto técnico que más expone a sufrir lesión, es un movimiento que compromete las distintas estructuras de la articulación a torsiones, estiramientos a alta velocidad y a ángulos agudos; además de ser repetitivo, hasta 250 saltos por partido, produciendo importantes sobrecargas mecánicas en el tren superior, en las articulaciones de codo y hombro; y en el tren inferior, en rodillas y tobillos.

Bibliografía

- Acero, J. (2 de febrero de 2024). *Sistemas corporales segmentarios*. Grupo Sobre Entrenamiento. <https://g-se.com/sistemas-corporales-segmentarios-bp-D57cfb-26d321f9>
- Arronte, J. y Ferro, B. (2020). El proceso de iniciación deportiva escolar en voleibol: una mirada de renovación para su aprendizaje. *PODIUM - Revista De Ciencia Y Tecnología En La Cultura Física*, 15(1), 127–141. <https://podium.upr.edu.cu/index.php/podium/article/view/912>
- Bernal, S., Veas, L. y Velásquez, A. (2023). Efecto del entrenamiento de fuerza en el salto de jugadores adolescentes de voleibol: una revisión sistemática. *Journal of Movement y Health*, 21(1). doi:[http://dx.doi.org/10.5027/jmh-Vol21-Issue1\(2024\)art202](http://dx.doi.org/10.5027/jmh-Vol21-Issue1(2024)art202)
- García, E., Vela, J. y Gibert, A. (2019). Diferencias biomecánicas del remate de voleibol en jugadoras prejuveniles y juveniles. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 38(2), 170-181. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864030020190002001-70&script=sci_arttext&tlng=pt
- García, M. y Hernández, A. (2023). Efectos de un programa de ejercicios, basado en la corrección de variables cinemáticas relacionadas con lesiones de hombro, sobre la biomecánica del remate en voleibol. <https://hdl.handle.net/20.500.12880/4878>
- Garrido-Castro, J., Gil-Cabezas, J., Da Silva-Grigoletto, M., Mialdea-Baena, A. y González-Navas, C. (2017). Caracterización cinemática 3D del gesto técnico del remate en jugadoras de voleibol. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 10(2), 69-73. <https://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2016.02.011>
- Guzmán-Vargas, K., Suarez-Barón, M., Torres-Pérez, Y. y González-Sanabria, J. (2022). Análisis de gestos deportivos de saque con salto en voleibol usando videometría. *Revista Científica*, 43(1), 20-37. <https://doi.org/10.14483/23448350.18329>
- López, L., Tolano, E. y Toledo, I. (2023). Análisis por videografía 2D de la técnica de pitcheo de la categoría 13-16 años de la academia de béisbol de Itson. *Retos*, 51, 488–494. <https://doi.org/10.47197/retos.v51.98994>
- Meneses, I., Espín, V., Peñafiel, A. y Reales, L. (2023). Evaluación cinemática del aterrizaje en lesiones traumáticas de rodilla en jugadoras de voleibol. *Serie Científica De La Universidad De Las Ciencias Informáticas*, 16(5), 173-183. <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/1399>
- Montalvo, J. (2021). Valoración de la potencia de golpeo y la altura de salto en el remate de voleibol mediante el dispositivo Vert y MotusQB. <http://hdl.handle.net/10017/56290>
- Pons, Y., Durañona, H., Pérez, O. y Aguilera, A. (2023). Utilización del software kinovea a la técnica de pitcheo en el Béisbol. *EasyChair Preprint*. <https://www.easychair.org/Shicay>, F. (2018). Aplicación de la biomecánica en el análisis de la técnica del remate en el voleibol (Bachelor's thesis). <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15728>
- Shicay-Arias, F. y Moscoso-García, R. (2021). Análisis biomecánico de la técnica del re-

- mate en voleibolistas juveniles. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 6(2), 605-622. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7968475>
- Song, Z., Wang, R. y Zheng, H. (2023). Sports injury and rehabilitation of the shoulder joint in volleyball. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 29, e2022_0697. https://doi.org/10.1590/1517-8692202329012022_0697
- Suhadi, S., Guntur, G., Setyo, E. y Nopembri, S. (2023). Muscular Endurance and Strength as Predominant Factors on Spike among Young Volleyball Athletes (Resistencia y Fuerza Muscular como Factores Predominantes en el Remate entre Jóvenes Atletas de Voleibol). *Retos*, 50, 349–356. <https://doi.org/10.47197/retos.v50.99647>
- Thibodeaux, M. (2023). How to spike a volleyball. <https://www.wikihow.com/Spike-a-Volleyball>