

Fundamentos biomecánicos y factores de riesgo de lesiones del lanzamiento en el béisbol

Biomechanical Foundations and Risk Factors for Throwing Injuries in Baseball

Carlos Alberto Romero Cuestas^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-6287-8711>

Leobardo Zerpa Marquina² <https://orcid.org/0009-0003-6798-4411>

Brian Johan Bustos Viviescas³ <https://orcid.org/0000-0002-4720-9018>

¹Universidad de Cundinamarca. Fusagasugá, Colombia.

²Universidad Nacional Experimental del Yaracuy. San Felipe, Venezuela.

³Corporación Universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO. Cúcuta, Colombia.

*Autor para la correspondencia: carlos.alberto.romero.c@gmail.com

RESUMEN

Introducción: El análisis de los fundamentos biomecánicos del gesto de lanzamiento en el béisbol, los factores de riesgo asociados con la causa del gesto y las peculiaridades propias del lanzador joven permite optimizar el rendimiento en la práctica clínico-deportiva y disminuir el riesgo de lesión.

Objetivo: Analizar la biomecánica del lanzamiento de beisbolistas jóvenes desde la práctica clínico-deportiva para la prevención de lesiones.

Métodos: Se realizó una revisión documental de artículos relacionados con los análisis biomecánicos del gesto de lanzamiento en el béisbol. A partir de una búsqueda exhaustiva en bases de datos científicas como PubMed, Web of Science

y Scopus, se seleccionaron 19 artículos (2010-2025) centrados en la biomecánica, las lesiones deportivas y la técnica del lanzamiento en el béisbol.

Análisis y síntesis de la información: La investigación ubica el foco en las seis fases del lanzamiento: *wind-up*, *stride*, *arm cocking*, aceleración, desaceleración y *follow-through*, y en la necesidad de un entrenamiento progresivo para evitar lesiones por sobreuso, al priorizar, en primer plano, la calidad técnica. La técnica biomecánicamente correcta y la sinapsis neuromuscular son fundamentales para alcanzar un rendimiento óptimo y una reducción del riesgo de lesiones.

Conclusiones: Es importante realizar un análisis integral que contemple la respiración y la alineación postural para llevar a cabo un planteamiento preventivo y de formación eficaz.

Palabras clave: traumatismos en atletas; deportes de equipo; medicina deportiva; traumatología.

ABSTRACT

Introduction: The analysis of the biomechanical foundations of the throwing motion in baseball, the risk factors associated with the cause of the motion, and the specific characteristics of the young pitcher allows for performance optimization in clinical-sports practice and a reduction in injury risk.

Objective: To analyze the biomechanics of young baseball players' throwing from a clinical-sports practice perspective for injury prevention.

Methods: A documentary review was conducted of articles related to biomechanical analyses of the throwing motion in baseball. Based on a comprehensive search of scientific databases such as PubMed, Web of Science, and Scopus, 19 articles (2010-2025) focusing on biomechanics, sports injuries, and throwing technique in baseball were selected.

Analysis and synthesis of information: The research focuses on the six phases of the throw: *wind-up*, *stride*, *arm cocking*, acceleration, deceleration, and *follow-through*, and on the need for progressive training to avoid overuse injuries, prioritizing technical quality above all. Biomechanically correct technique and

neuromuscular synaptic function are essential for achieving optimal performance and reducing injury risk.

Conclusions: It is important to carry out a comprehensive analysis that considers breathing and postural alignment in order to implement an effective preventive and educational approach.

Keywords: athletic injuries; team sports; sports medicine; traumatology.

Recibido:01/07/2025

Aceptado:03/07/2025

Introducción

Bajo la condición de que la técnica deportiva es un factor determinante para obtener altos niveles competitivos, existe, entre las diversas ciencias del deporte, una que resulta fundamental para que el atleta alcance su máximo potencial de rendimiento; esta disciplina es la biomecánica, que integra tres grandes campos ocupacionales: la biomecánica médica, la biomecánica ocupacional y la biomecánica aplicada a la actividad física y los deportes.

Para ilustrar teóricamente la biomecánica del deporte, es importante destacar que la biomecánica demanda la inclusión de múltiples disciplinas, las cuales toman parte de las leyes físicas y principios de la cinemática y la cinética,⁽¹⁾ determinantes en el movimiento humano, así como del funcionamiento de los sistemas biológicos. Desde esta perspectiva, se promueve la evaluación y análisis de la técnica deportiva partiendo de los condicionantes que causan el movimiento corporal, esencialmente los músculos esqueléticos, sus tipos de contracciones isotónicas e isométricas, sus funciones agonistas y antagonistas, sus cadenas biocinemáticas y sus palancas; pero también el estudio de la técnica deportiva de acuerdo con los principios físicos que se circunscriben a la mecánica newtoniana, a la fuerza de atracción gravitatoria, a los torques y los momentos de inercia, entre otros factores.

La biomecánica del deporte juega un papel fundamental para el análisis y la mejora de los distintos gestos técnicos en los deportes. En el béisbol, un deporte de equipo y, a la vez, un deporte de pelota, esta última se coloca en el juego a partir del lanzamiento que ejecuta el jugador en la posición: a) de *pitcher*, lanzamiento que debe realizar con la dirección y sentido hacia donde se ubica su compañero de equipo; b) de receptor. En dependencia de si hay jugadores en base del equipo contrario, el *pitcher* decidirá, en primer lugar, si hace el lanzamiento desde una posición frontal o lateral hacia el *home*, y, en segundo lugar, si opta por usar una técnica para lanzar recta o curva, movimientos que son comunes y observables de acuerdo con la trayectoria de la pelota en su fase de vuelo.

La biomecánica de la actividad física y los deportes se ha consolidado como una herramienta decisiva para analizar y corregir los errores técnicos que permiten mejorar el rendimiento de los lanzadores de béisbol. La amplitud de esta disciplina científica no trata únicamente de medir variables temporales y espaciales, tales como: ángulos, trayectorias, desplazamientos, velocidades y aceleraciones, sino de comprender cómo las complejas interacciones entre fuerzas internas (músculos y segmentos corporales) y externas (gravedad, pesos y resistencias), además de los procesos y las conexiones neuromusculares que armónicamente configuran un gesto técnico tan exigente como el lanzamiento en el béisbol.^(2,3)

Esta investigación se orientó a la organización y análisis, con fundamento científico, de aquellos hallazgos considerados determinantes en estudios de biomecánica del deporte, basados en tres pilares que resumen el estado actual del conocimiento en este ámbito: los fundamentos biomecánicos del gesto de lanzamiento, los factores de riesgo que inciden en la ejecución desde la biomecánica de lanzadores y los aspectos biomecánicos del lanzador joven. La revisión documental pretendió ir más allá de una simple identificación de los patrones biomecánicos eficientes que optimizan el rendimiento, además de facilitar la construcción un vínculo sólido entre la evidencia científica y su aplicación en la práctica cotidiana de las fases del entrenamiento formativo, la competencia deportiva y la rehabilitación funcional del lanzador en el béisbol.

El objetivo de este estudio fue analizar la biomecánica del lanzamiento de beisbolistas jóvenes desde la práctica clínico-deportiva para la prevención de lesiones.

Métodos

Se realizó una revisión exhaustiva de artículos científicos a partir de una búsqueda de fuentes primarias en las bases de datos PubMed, Web of Science (WoS) y Scopus. Se incluyeron artículos publicados entre 2010 y 2025, lo que permitió la pertinencia y relevancia de los hallazgos realizados. Como estrategia de búsqueda para la selección, se utilizaron, en inglés y español, con el apoyo de operadores booleanos AND/OR, las siguientes palabras clave: *béisbol*, *beisbolista joven*, *lesiones*, *lesiones deportivas*, *biomecánica* y *biomecánica deportiva*. Con el resultado de la primera búsqueda se realizó el filtro preliminar fundamentado en los títulos y resúmenes, y se eligieron aquellos trabajos que evidenciaban pertinencia con relación a la temática.

El proceso final se realizó a partir una evaluación en profundidad y la lectura completa de los textos seleccionados. Este proceso se adelantó de manera individual por los investigadores, para luego llegar a un consenso después de analizadas las discrepancias. Esto dio como resultado final un total de 19 artículos científicos que cumplían con todos los criterios.

Fundamentos biomecánicos del gesto de lanzamiento

La mecánica del lanzamiento en el béisbol es un proceso multisegmentario, complejo y extremadamente rico en acciones biomecánicas, ya que requiere, para su correcta ejecución, de la coordinación integrada de varios segmentos corporales como las extremidades inferiores, el tronco, el miembro superior dominante, etc. Con base en la cadena biocinemática proximal a distal, la cual encuadra una

conectividad desde los segmentos más cercanos a la línea media del cuerpo hacia los más alejados, se establece que la fuerza generada mediante la contracción muscular de las piernas debe transmitirse rápidamente desde la estabilización y la rotación del tronco hacia la aceleración del brazo lanzador.⁽⁴⁾ Sin embargo, hay que considerar cómo las variaciones individuales en la técnica o la morfología del beisbolista pueden afectar la secuencia, lo cual puede ser muy importante en la prevención de lesiones y la mejora del rendimiento.

Realizar el movimiento del lanzamiento en el béisbol implica abordar, en el proceso de formación deportiva de los niños y jóvenes, la enseñanza psicomotriz de esta técnica en seis etapas,⁽⁵⁾ las cuales estructuran el movimiento completo desde la preparación hasta la finalización del lanzamiento. Estas fases se describen de la siguiente manera:

1. *Wind-up* (dar cuerda): es el inicio del movimiento, donde el lanzador parte desde una posición estática con ambos pies sobre la goma y realiza movimientos cortos y controlados para preparar el cuerpo, con lo cual alcanza una flexión máxima de cadera y rodilla que permite un buen equilibrio y preparación para el impulso posterior.
2. *Stride* (zancada): en esta fase el lanzador comienza a generar velocidad al avanzar con la pierna delantera hacia el receptor, separando las piernas y desplazando el peso del cuerpo hacia adelante, lo cual termina cuando la pierna de adelante toca el suelo.
3. *Arm cocking* (armado del brazo): el brazo de lanzar se extiende hacia atrás para maximizar el rango de movimiento del hombro, preparando el brazo para la aceleración que seguirá.
4. *Arm acceleration* (aceleración del brazo): se produce la rápida extensión del brazo hacia adelante, impulsada por la transferencia de energía desde las piernas y el tronco, lo que genera la velocidad máxima de la pelota al salir de la mano.

5. *Arm deceleration* (desaceleración del brazo): después de liberar la pelota, el brazo comienza a desacelerar de manera controlada para evitar lesiones, con movimientos que estabilizan el cuerpo.
6. *Follow-through* (continuación o seguimiento): es la fase final en la que el brazo continúa su movimiento natural hacia adelante y hacia abajo, mientras el cuerpo completa la transferencia de peso y se estabiliza tras el lanzamiento.

Durante el proceso de formación deportiva y en la fase de adquisición del hábito motriz, es importante que los entrenadores de béisbol consoliden en sus jugadores los seis momentos técnicos establecidos anteriormente. El aprendizaje de cada una de esas fases por separado, usando herramientas pedagógicas y didácticas, es fundamental para optimizar las cadenas biocinemáticas de la técnica completa del lanzamiento. Con posterioridad a la consolidación de la destreza con altos niveles de coordinación sensorial y motora, se podrá aumentar gradualmente los niveles de velocidad y de precisión del lanzamiento; hacerlo antes sería un error que podría causar lesiones del aparato locomotor y, posiblemente, una técnica de lanzamiento con errores técnicos.

La eficiencia en la transferencia de la energía a lo largo de la cadena cinemática dependerá, fundamentalmente, de una buena sincronización segmentaria, una correcta estabilidad postural y una activación neuromuscular del complejo de la musculatura del core (zona media) favorable. Esta interrelación biomecánica explica por qué los lanzadores que muestran una posición postural inicial impropia o una debilidad del core insuficiente muestran reducciones en la velocidad de lanzamiento y en la precisión del gesto.^(6,7) Lo anteriormente expuesto predetermina la influencia determinante del control postural y la activación del core sobre el rendimiento del lanzamiento, lo cual hace necesaria la aplicación de programas específicos de entrenamiento que fortalezcan esos factores tan relevantes para optimizar la ejecución biomecánica y reducir el riesgo de lesión deportiva.

El impulso generado por las extremidades inferiores es esencial para el lanzamiento, ya que una baja generación de la fuerza desde que se toca el suelo es capaz de reducir drásticamente la efectividad del movimiento, lo cual afecta la sincronización de la activación muscular y la velocidad angular máxima alcanzada por el brazo.⁽⁸⁾ De la misma manera, el rango de movilidad articular en la cadera y el hombro es un elemento importante, puesto que las restricciones a esos rangos de movimiento limitan el recorrido de aceleración del miembro superior y alteran la cinemática del gesto técnico en general.^(7,9)

Desde una óptica técnica, el instante justo de su liberación, así como el ángulo de proyección de la pelota, forma parte de las variables biomecánicas determinantes en el rendimiento del lanzamiento. Asimismo, prácticas como el llamado lanzamiento de sombras o la práctica de lanzar sin el objeto pueden alterar el patrón motor de formas desfavorables a la condición inicial si no se apoyan en mecanismos prácticos de retroalimentación biomecánica.⁽¹⁰⁾ Por ello, la mejora de la realización del gesto debe ir más allá de la mera repetición mecánica y ser entendida como un proceso de perfeccionamiento, donde pequeños cambios en la alineación postural y en la sincronización temporal en la activación de ciertos grupos musculares, así como la coordinación entre los segmentos corporales, pueden conducir a mejoras importantes en la acción concreta que se realiza.

Factores de riesgo que inciden en la ejecución desde la biomecánica de lanzadores

En la actualidad, es común medir la eficiencia de un lanzador por indicadores como la precisión del lanzamiento en la zona de *strike*, la velocidad del lanzamiento y la cantidad de lanzamientos posibles dentro de un juego. Esta visión tradicional, centrada exclusivamente en la potencia o el volumen de lanzamientos, debe también adoptar el reconocimiento de que la calidad de ejecución de la técnica y el control motor son determinantes en la prevención de lesiones, la optimización de la

ejecución técnica y la prolongación de la carrera deportiva.^(11,12) La estructura corporal humana durante un lanzamiento no actúa solamente como una unidad rígida, sino como una cadena biocinética en la que cada segmento corporal (cabeza, tronco, extremidades superiores e inferiores) se mueve controladamente para transferir energía y maximizar la eficacia del gesto motor.

La literatura científica de hace unas décadas atribuía las lesiones por sobreuso a la cantidad de repeticiones, en este caso lanzar; la causa de las lesiones sería el mantenimiento de la técnica incorrecta durante un período prolongado.⁽¹¹⁾ De ese modo, las disfunciones biomecánicas o deficiencias (por ejemplo, desaceleración muscular tardía o un ángulo no óptimo en la extensión del codo) producen cargas mecánicas a modo de carga repetitiva, que llevan, finalmente, a la aparición de daños estructurales en sitios como el manguito rotador, el labrum glenoideo y articulaciones del codo.⁽¹²⁾ De ello se deduce que realizar un trabajo técnico continuado y preciso es un punto clave, además de que la prevención de lesiones no implique cortar la cantidad de lanzamientos, sino que remita a la calidad de estos, lo que supondría un cambio en el paradigma de entrenamiento de lanzadores.

La investigación biomecánica ha mostrado que factores de dificultad observacional, por ejemplo, una respiración torácica forzada, pueden llegar a desestabilizar el complejo core y producir patrones compensatorios posturales que generan un incremento de la carga mecánica en la articulación glenohumeral y en la región lumbar.⁽¹³⁾ De la misma forma, una desalineación durante la fase de carga del lanzamiento puede modificar el punto óptimo de liberación, lo que conlleva sobrecargas compensatorias del gesto sobre las estructuras de muñeca, codo y hombro.⁽¹⁴⁾ Desde la incorporación de factores internos como la respiración o la alineación postural en el análisis biomecánico, se ilustra la complejidad del gesto deportivo, lo que pone de manifiesto que la optimización del rendimiento exige un enfoque integral desde el cual se asuman factores de mucha dificultad y otros que resulten sutiles en la prevención de lesiones y la generación de la eficiencia del lanzamiento.

Un aspecto fundamental en la prevención de lesiones es la incorporación de sistemas avanzados interdisciplinarios para el análisis biomecánico, como aquellos que permiten detectar patrones de movimiento desde la fase inicial. La evidencia revisada considera que el hecho de estar en un seguimiento largo y sistemático constituye un recurso para el correcto abordaje de situaciones antes de que aparezcan los síntomas clínicos, cuestión que toma más importancia en la práctica deportiva exigente y de rendimiento.^(15,16) Incorporar herramientas biomecánicas para llevar a cabo esta revisión permanente es un paso hacia delante para mejorar la práctica y mitigar los riesgos de lesión, aunque la eficacia del análisis biomecánico y de su aplicación dependen mucho de la experiencia de quien lo interprete y aplique en contextos concretos.

La biomecánica aplicada a la actividad física y los deportes tiene como objetivo fundamental el mejoramiento del rendimiento de los atletas, así como la eficiencia y la eficacia del movimiento de toda la población, lo que permite al ser humano una armonía para expresarse corporalmente al hacer sinapsis con una mejor calidad de vida.⁽¹⁷⁾ Por consiguiente, esta ciencia busca prevenir lesiones osteomusculares al proponer correctivos y mecánicas seguras de movimiento; igualmente, examina las posibilidades del atleta para aumentar marcas o registros mediante la promoción de técnicas más eficientes según las características antropométricas de cada deportista.

Para cumplir este propósito se utilizan análisis de video de alta velocidad, plataformas de fuerza, electromiografía, acelerómetros y análisis 3D con sensores *wireless*. Toda la información que se produce a partir del uso de estas herramientas tecnológicas en la actualidad puede ser captada por la inteligencia artificial y, desde allí, ayudar a tomar decisiones para generar y personalizar la planificación del entrenamiento del deportista.

Aspectos biomecánicos del lanzador joven

La investigación biomecánica centrada en los lanzadores juveniles adquiere una importancia notable en función de las diferencias morfofuncionales que los distinguen de los deportistas adultos. En los períodos críticos del desarrollo y de crecimiento somático, la existencia de los desequilibrios musculares, las desincronizaciones motoras y las limitaciones en fuerza relativa se somatizan como factores biomecánicos que aumentan la propensión de la lesión.⁽¹⁸⁾ Por tanto, el empleo de modelos biomecánicos específicos para adultos, mientras que estos no se ajusten de una forma adecuada y progresiva a las especificidades inherentes al crecimiento, puede contribuir a la aparición temprana de lesiones y producir un conflicto con la integridad técnica del lanzamiento.

Uno de los tipos de intervención más eficaces es el trabajo puntual que se realiza para fortalecer el complejo musculoesquelético del tren superior, que pone el énfasis en aquellos músculos estabilizadores del core y de la articulación glenohumeral, lo que permite obtener la capacidad para imprimir la velocidad y la precisión en el lanzamiento sin sacrificar la integridad articular.⁽¹⁹⁾ Asimismo, en lanzamientos que imprimen efectos como la curva o la *slider*, se ha demostrado que el control biomecánico de la muñeca y la regulación del ángulo de liberación son aspectos fundamentales para la maximización del rendimiento y la minimización del riesgo de lesión.^(20,21)

La evidencia existente en la literatura científica establece que la aplicación de los análisis biomecánicos en las etapas iniciales del desarrollo deportivo garantiza el establecimiento de los parámetros basales del patrón motor y proporciona una retroalimentación técnica continua que permite reducir de manera considerable el número de lesiones durante la adolescencia.⁽²²⁾ Entonces, la implementación de la biomecánica en deportistas jóvenes no tendría que limitarse a la mera cantidad de variables cinemáticas y cinéticas, sino que habría que situarla como una de las bases que sustentan tanto el desarrollo de los procesos de formación técnica como de acondicionamiento físico.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en esta revisión posibilitan una reorganización de las formas de entrenar y supervisar el rendimiento en el béisbol. Para empezar, se propone la puesta en práctica de modelos de entrenamiento técnico-biomecánico desde los inicios de la práctica del béisbol, priorizando la calidad de los gestos motrices por encima del volumen de repeticiones. En segundo lugar, es importante que los entrenadores vayan incorporando mediciones biomecánicas que permitan detectar patrones cinematográficos disfuncionales antes de que puedan acabar como lesiones.

Es importante realizar un análisis integral que contemple la respiración y la alineación postural para llevar a cabo un planteamiento preventivo y de formación eficaz. Este modelo integral debe combinar la preparación física, la técnica deportiva y el control respiratorio como sistemas interdependientes que permitan incrementar el potencial del rendimiento. Por último, para los lanzadores en proceso de desarrollo, se deberá adaptar el modelo de entrenamiento a la evolución biológica, utilizando la tecnología como herramienta pedagógica y clínica, y no como un fin en sí misma.

Referencias bibliográficas

1. Knudson D. Fundamentals of biomechanics. Vol. 183. New York: Springer; 2007.
2. Giordano KA, Wasserberger KW. On discretising continuous data for subgroup analysis in baseball pitching and alternative analytical methodologies. Sports Biomech. 2024;23(12):3490-501. DOI: <https://doi.org/10.1080/14763141.2024.2377219>
3. Albiero ML, Kokott W, Dziuk C, Cross JA. Hip flexibility and pitching biomechanics in adolescent baseball pitchers. J Athl Train. 2022;57(7):704-10. DOI: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-0103.21>

4. Eilen HT, Kokott W, Dziuk C, Cross JA. Relationship of abdominal oblique strength on biomechanics in adolescent baseball pitchers. *J Athl Train*. 2024. DOI: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-0195.24>
5. Peña López OA, González Díaz HL, Pérez Macias Y, Torres Aguila AM, Mena Perez O, Mora Abreu JL. Biomecánica de la técnica del lanzamiento en el Staff de picheo del béisbol. *RCCD*. 2022 [acceso 01/07/2025];7(2):37-44. Disponible en: <https://rccd.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/356>
6. Fleisig GS, Diffendaffer AZ, Ivey B, Aune KT, Laughlin T, Fortenbaugh D, et al. Changes in youth baseball pitching biomechanics: A 7-year longitudinal study. *Am J Sports Med*. 2018;46(1):44-51. DOI: <https://doi.org/10.1177/0363546517732034>
7. Crotin RL, Ramsey DK. An exploratory investigation evaluating the impact of fatigue-induced stride length compensations on ankle biomechanics among skilled baseball pitchers. *Life* (Basel). 2023;13(4). DOI: <https://doi.org/10.3390/life13040986>
8. Escamilla RF, Fleisig GS, Groeschner D, Akizuki K. Biomechanical comparisons among fastball, slider, curveball, and changeup pitch types and between balls and strikes in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med*. 2017;45(14):3358-67. DOI: <https://doi.org/10.1177/0363546517730052>
9. Stokes HL, Eaton K, Zheng N. Shoulder external over internal rotation ratio is related to biomechanics in collegiate baseball pitching. *J Appl Biomech*. 2024;40(3):209-16. DOI: <https://doi.org/10.1123/jab.2023-0205>
10. Miyazaki S, Yamako G, Totoribe K, Sekimoto T, Kadowaki Y, Tsuruta K, et al. Shadow pitching deviates ball release position: kinematic analysis in high school baseball pitchers. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2021;13(1):26. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13102-021-00255-7>
11. Scarborough DM, Leonard NK, Mayer LW, Oh LS, Berkson EM. The association of baseball pitch delivery and kinematic sequence on stresses at the shoulder and elbow joints. *J Sports Sci Med*. 2021;20(1):94-100. DOI: <https://doi.org/10.52082/jssm.2021.94>

12. Pueo B, Tortosa-Martínez J, Chirisa-Rios LJ, Manchado C. Throwing performance by playing positions of male handball players during the European Championship 2020. *Scand J Med Sci Sports*. 2022;32(3):588-97. DOI: <https://doi.org/10.1111/sms.14100>
13. Stone AV, Platt BN, Collofello BS, Sciascia AD, Uhl TL, Kibler WB. More elevated fastballs associated with placement on the injured list due to shoulder injury. *Arthrosc Sports Med Rehabil*. 2022;4(2):e623-8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asmr.2021.12.003>
14. Cowin J, Nimphius S, Fell J, Culhane P, Schmidt M. A proposed framework to describe movement variability within sporting tasks: A scoping review. *Sports Med Open*. 2022;8(1):85. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00473-4>
15. Fleisig GS, Slowik JS, Kutz CB, Escamilla RF. Comparison of windup and stretch pitching biomechanics in baseball with implications for safety and performance. *Am J Sports Med*. 2024;52(7):1671-5. DOI: <https://doi.org/10.1177/03635465241247543>
16. Stokes H, Eaton K, Zheng N. Investigations of the throwing biomechanics index in collegiate baseball pitchers. En: *Proceedings of the 11th International Conference on Sport Sciences Research and Technology Support*. Setúbal, Portugal: SCITEPRESS - Science and Technology Publications; 2023.
17. Forte P, Teixeira JE. Exercise biomechanics for health: Evaluating lifelong activities for well-being. *Healthcare (Basel)*. 2023;11(6). DOI: <https://doi.org/10.3390/healthcare11060900>
18. Manzi JE, Dowling B, Wang Z, Quan T, Nolan J, Moran J, *et al*. Kinetic and kinematic comparisons in high school pitchers with low and high pitch location consistency. *J Shoulder Elbow Surg*. 2022;31(12):2620-8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jse.2022.06.011>
19. Morrison G, Ashworth B, Read PJ. Test-training integration to optimize performance and health in baseball pitchers: An outcome driven approach. *Strength Cond J*. 2024;46(6):646-58. DOI: <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000834>

20. Nebel AR, Fava AW, Bordelon NM, Oliver GD. Comparison of peak shoulder distraction forces between pain and pain-free youth baseball pitchers. *Orthop J Sports Med.* 2023;11(6):23259671231177320. DOI: <https://doi.org/10.1177/23259671231177320>
21. Qiao M, Crotin RL, Szymanski DJ. An inferential investigation into countermovement jump determinants of ulnar collateral ligament injuries in collegiate baseball pitchers. *Am J Sports Med.* 2025;53(5):1202-9. DOI: <https://doi.org/10.1177/03635465251322913>
22. Solomito MJ, Garibay EJ, Cohen A, Nissen CW. The role of the lead hip in collegiate baseball pitching: Implications for ball velocity and upper-extremity joint moments. *J Appl Biomech.* 2024;40(5):399-405. DOI: <https://doi.org/10.1123/jab.2023-0277>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.