

González-Díaz, H. L. et al. (2024) MECÁNICA DE LA ARTICULACIÓN DEL HOMBRO EN LANZADORES DEL EQUIPO DE BÉISBOL ELEFANTES DE CIENFUEGOS. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 24 (97) pp. 134-145. DOI: <https://doi.org/10.15366/rimcafd2024.97.010>

ORIGINAL

MECÁNICA DE LA ARTICULACIÓN DEL HOMBRO EN LANZADORES DEL EQUIPO DE BÉISBOL ELEFANTES DE CIENFUEGOS

SHOULDER JOINT MECHANICS IN PITCHERS OF THE CIENFUEGOS ELEPHANTS BASEBALL TEAM

González-Díaz, H.L.¹; González-Macías, M.E.¹; Peña-López, O.A.²; Meza-Fregoso, J.A.¹ y Clavelo-Rojo, A.¹

¹Licenciado en Cultura Física, Universidad Autónoma de Baja California (Mexicali, B.C., México) hector.gonzalez.diaz@uabc.edu.mx

¹ Doctor en Ciencias, Responsable del Laboratorio de Biomecánica y Ergonomía. Universidad Autónoma de Baja California (Mexicali, B.C., México) gonzalez.mirvana@uabc.edu.mx

²Licenciado en Cultura Física, Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” (Cuba) omaralejandrop783@gmail.com

¹ Doctor en Ciencias Económicas, Universidad Autónoma de Baja California (Mexicali, B.C., México) juan.meza@uabc.edu.mx

¹Licenciado en Cultura Física, Universidad Autónoma de Baja California (Mexicali, B.C., México) ariel.clavelo.rojo@uabc.edu.mx

Código UNESCO / UNESCO Code: 3212 Educación Física y Deportiva
Clasificación Consejo de Europa / Council of Europe Classification: 3
Biomecánica del Deporte

Recibido 10 de diciembre de 2023 **Received** December 10, 2023

Aceptado 09 de julio de 2024 **Accepted** July 09, 2024

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue analizar la mecánica de la articulación del hombro en lanzadores del equipo de béisbol Elefantes de Cienfuegos a fin de perfeccionar la técnica de lanzamiento, evitar lesiones e incrementar el rendimiento individual de estos atletas. Se seleccionó una muestra de cinco lanzadores relevistas del staff de pitcheo del elenco. Se recopilaron datos cinemáticos de las extremidades superiores e inferiores en dichos lanzadores, utilizando el software Kinovea versión 0.95. Según la información arrojada por el software los atletas deben mejorar la acción de su brazo para alcanzar mayor velocidad, aumentar el rendimiento deportivo y evitar lesiones en la articulación escapulo – humeral a mediano y largo plazo. De la muestra seleccionada, dos lanzadores realizan la mecánica correcta, respetando el rango de movimiento de la articulación. La recomendación es efectuar este tipo de estudios en

categorías menores para corregir las deficiencias encontradas desde edades tempranas y respalda el uso de Kinovea como una herramienta de fácil manejo.

PALABRAS CLAVE: Biomecánica, Béisbol, Pitcheo.

Abstract

The objective of this study was to analyze the mechanics of the shoulder joint in pitchers from the Elefantes de Cienfuegos baseball team in order to improve the pitching technique, avoid injuries and increase the individual performance of these athletes. A sample of five relief pitchers was selected from the cast's pitching staff. Kinematic and kinetic data of the upper and lower extremities were collected in said throwers, using Kinovea software version 0.95. According to the information provided by the software, athletes must improve the action of their arms to achieve greater speed, increase sports performance and avoid injuries to the scapular-humeral joint in the medium and long term. From the selected sample, two pitchers perform the correct mechanics, respecting the range of movement of the joint. The recommendation is to carry out this type of study in minor categories to correct the deficiencies found from an early age and supports the use of Kinovea as an easy to use tool.

KEY WORDS: Biomechanics, Baseball, Pitching.

1. INTRODUCCIÓN

El pitcheo es una acción que requiere una perfecta sincronía entre los miembros inferiores y superiores, dado que el brazo es una estructura que no está diseñada para lanzar. Para alcanzar la velocidad máxima en el disparo es necesario proporcionar una cadena cinemática fluida desde la planta del pie hasta la última falange de la mano, una técnica anormal disminuye la velocidad y el control, al tiempo que puede conducir a lesiones. La secuencia de la cadena cinemática permite que un lanzador acumule y transfiera energía desde las extremidades inferiores a la extremidad superior, a través del tronco. En concreto, la máxima velocidad angular de la parte superior del tronco debe ocurrir poco después de la velocidad angular máxima de la pelvis. La secuencia inadecuada entre el contacto de los pies, la rotación de la pelvis y la rotación de la parte superior del tronco se ha asociado con una disminución de la velocidad de la pelota, una mayor cinética y un mayor riesgo de lesión en el hombro (Douoguih et al., 2015). El movimiento de lanzamiento es una compilación compleja de movimientos ordenados y articulados entre tronco, hombro y codo. La articulación glenohumeral, incrustada en el segmento de la escápula, puede sufrir micro traumatismos en caso de que antes de iniciar la rotación de la cadera la mano se encuentre en supinación, trayendo consigo que la cabeza del húmero se inserte en la cavidad glenoidea de la escápula y daña la cápsula articular del hombro. Así lo confirma (Fleisig et al., 1996) al suscribir que, durante las fases de aceleración y desaceleración del brazo, la cabeza humeral debe permanecer centrada en la fosa glenoidea de la escápula. Un desequilibrio muscular sobre el hombro o abducción

significativamente por encima de 90° puede provocar pinzamiento o lesión del hombro. La incidencia reciente de lesiones en el brazo del lanzador en adolescentes ha aumentado a un ritmo alarmante. Su etiología es multifactorial. La mecánica deficiente y sobreuso han sido las causas más comunes. Como respuesta, los entrenadores han tratado de enseñar la mecánica "adecuada" a una edad temprana. Los entrenadores de pitcheo generalmente dependen de la experiencia, y observación visual para proporcionar la base para modificar la técnica o consejos de entrenamiento (Nissen et al., 2007). A pesar de estos avances tecnológicos, las lesiones de brazo en jóvenes y adolescentes han alcanzado proporciones epidémicas. Una mecánica que no respete los patrones de movimiento natural de la articulación del codo (flexión y extensión) puede ocasionar la ruptura del ligamento colateral ulnar, obligando al atleta a someterse a una reconstrucción del ligamento colateral cubital ("cirugía Tommy John") ahora tiene una mayor incidencia en 15 a 19 años de edad (Erickson et al., 2015). En concordancia con lo mencionado previamente, (Defroda et al., 2021) suscribe que la mecánica de lanzamiento inadecuada es un factor de riesgo de lesiones en los brazos. Mientras que el análisis de movimiento tridimensional (3D) sigue siendo el estándar de oro para la evaluación, muchos lanzadores y entrenadores no tienen acceso a esta costosa tecnología. Avances recientes en video bidimensional (2D) tecnología proporcionan una resolución aceptable para el análisis biomecánico. Varios investigadores han analizado la mecánica de lanzamiento utilizando herramientas biomecánicas. Por ejemplo, (Sabick et al., 2005) evaluó 14 lanzadores de 12 años y analizó una variedad de parámetros cinemáticos y cinéticos para examinar la relación entre el torque en valgo del codo y otros parámetros cinemáticos. Por su parte, (Stodden et al., 2005) examinaron 19 lanzadores y determinaron como factores influyentes en la velocidad del lanzamiento, la fuerza proximal del hombro y la flexión del codo. El aumento de la aceleración del torso permite transferir más impulso del tronco al brazo de lanzar. Por esta razón, los lanzadores en aras de alcanzar rendimientos deportivos máximos, deben en primer lugar perfeccionar su mecánica de lanzamiento, y, en segundo lugar: fortalecer la musculatura del hombro y el codo que resisten la distracción, así como mejorar la fuerza y la flexibilidad del tronco para maximizar la velocidad y ayudar a prevenir lesiones. De igual manera, (Fleisig et al., 2016) analizaron varios parámetros cinemáticos, cinéticos y temporales para examinar el lanzamiento de bola rápida en 25 lanzadores juveniles (de 10 a 15 años), y determinaron que estos lanzadores generalmente lanzan de manera similar a los lanzadores adultos. A fin de describir la cinemática y cinética del movimiento de lanzamiento en atletas de edad escolar, (Nissen et al., 2007) estudiaron la mecánica de lanzamiento de 24 lanzadores adolescentes (14 años) con más de 2 años de experiencia mediante el Sistema de Movimiento Vicon 512, colocando 38 marcadores en todo el cuerpo, donde determinaron la secuencia de rotación de todas las articulaciones y resaltando la importancia de la aceleración de la muñeca para imprimir mayor velocidad al disparo. Mediciones de (Anz et al., 2010) en 23 lanzadores profesionales durante entrenamientos primaverales con el objetivo de disminuir la tasa de lesiones de la articulación del codo,

corroboraron que los lanzadores que realizaban torque en valgo del codo tienen mayor probabilidad de sufrir lesiones en dicha articulación. Con el propósito de proporcionar un mayor entendimiento sobre el movimiento de las extremidades inferiores y su importancia para el correcto funcionamiento de los miembros superiores (Milewski et al., 2012) estudiaron desde el punto de vista biomecánico a 32 lanzadores adolescentes (10 – 15 años). Un error recurrente en estos lanzadores fue el hiperextensión de la pierna de péndulo en el momento del traslado, producto del apoyo plantar en la fase inicial del wind up. Un programa de ejercicios utilizando bolas pesadas (32 onzas) implementado por (Fleisig et al., 2016) con el objetivo de aumentar la velocidad en un grupo de 25 atletas de edad juvenil, demostró que a medida que aumentaba la masa de la pelota la velocidad del lanzamiento disminuye. Sin embargo, no hubo variación significativa en los principales ángulos durante el movimiento (hombro, codo y pelvis). Este estudio concluyó que el entrenamiento con bolas pesadas aumenta la velocidad una vez que se retome la pelota oficial. Otro estudio de (Fleisig et al., 2017) con el propósito de evaluar si los lanzadores mejoran su mecánica después de un análisis biomecánico, demostró que 46 pitchers de ligas menores mejoraron sus deficiencias un 44 % en la segunda medición con respecto a la primera. Ambas mediciones tuvieron un lapso de 12 meses entre una y otra. Esta investigación concluye que, para corregir patrones técnicos inadecuados en lanzadores, los estudios biomecánicos son una herramienta de gran ayuda. Sin embargo, tal y como apunta (Thompson et al., 2018) la mala mecánica de lanzamiento en lanzadores jóvenes no ha sido suficientemente evaluada debido a la falta de una comprensión biomecánica del movimiento de lanzamiento. La memoria neuromuscular de la mecánica de lanzamiento se desarrolla en edades tempranas. Si se aprenden las técnicas adecuadas a esta edad, existe gran probabilidad de que continúen durante la adolescencia y adultez (Stodden et al., 2006). Instruir a los lanzadores escolares y juveniles sobre la mecánica adecuada cuando están desarrollando su movimiento de lanzamiento es clave, dado que una pobre mecánica conduce a un aumento de las fuerzas sobre las articulaciones, los huesos y ligamentos sin aumento de la velocidad (Escamilla et al., 2007; Fleisig, 1994). La provincia de Cienfuegos es representada en la Serie Nacional de Béisbol por el equipo conocido como Elefantes de la Perla del Sur, el cual durante los últimos años no ha cumplido con las expectativas de los aficionados. Es de orden prioritario para la dirección del INDER y el gobierno en el territorio, regirse por los lineamientos de la agenda 2030, uno de ellos es estrechar el vínculo Universidad- Empresa (INDER en este caso), con el propósito de aplicar el método científico y causar un impacto positivo en el rendimiento deportivo. En la pasada serie nacional (61) los lanzadores cienfuegueros registraron resultados adversos en el área del pitcheo. El promedio de carreras limpias (PCL) de 8.64 (página oficial del béisbol cubano), obligaba a los bateadores del equipo a fabricar más de 9 carreras por juego para obtener la victoria. En aras de mejorar los resultados del pitcheo en la Serie 62, la facultad de Cultura Física de la Universidad de Cienfuegos (FCCFD – UCF) diseñó un proyecto titulado: Núcleo territorial para el desarrollo sostenible del béisbol desde la ciencia e innovación, dirigido por el Dr. Prof. Tit.

Ovel Mena Pérez. En el mismo, un grupo multidisciplinario compuesto por profesores del Departamento de Ciencias Aplicadas al Deporte de la Facultad de Cultura Física tiene como meta investigar y detectar las principales deficiencias que conducen a resultados deficientes en el área de los lanzadores. Las entrevistas realizadas al manager del equipo, entrenadores de pitcheo y comisionado provincial de la disciplina, arrojaron como resultado que, dada su importancia en el juego y los resultados adversos, la mecánica de lanzamiento es un factor que requiere ser estudiado a mayor profundidad, mediante software de análisis de movimiento (Wee et al., 2018; Zapelini et al., 2016). En visitas realizadas a las sesiones de entrenamiento, se pudo corroborar que los entrenadores solo corrigen y perfeccionan los elementos técnicos y el comportamiento de los patrones de movimiento de manera empírica y observacional. Esto demuestra que constituye una urgente necesidad la utilización de herramientas tecnológicas que permitan, desde el método científico, determinar y examinar la mecánica de pitcheo de los atletas. Lo anteriormente expuesto justifica la necesidad de direccionar a entrenadores y atletas del territorio hacia la aplicación de estudios biomecánicos que analicen minuciosamente el movimiento para determinar desperfectos técnicos y diseñar programas de preparación que corrijan los mismos en atletas del staff de pitcheo de la primera categoría del equipo de béisbol de Cienfuegos.

2. Materiales Y Métodos

2.1 Participantes

Se analizaron 5 lanzadores relevos del staff de pitcheo del equipo de Béisbol Elefantes de Cienfuegos (Tabla 1), durante la fase preparatoria para la 60 Serie Nacional de Béisbol. Cada lanzador tenía al menos 5 años de experiencia como lanzador en el béisbol organizado y sin antecedentes de cirugía en el hombro o dolor actual en el brazo. En este estudio se midieron 3 lanzadores diestros y 2 zurdos.

2.2 Aspectos éticos

El presente estudio fue aprobado por el comité de ética. Todos los sujetos objeto de estudio accedieron a formar parte de la investigación por medio de un consentimiento por escrito.

Tabla 1: Descripción de los sujetos

ATLETA NO	EDAD (AÑOS)	TALLA (M)	PESO (KG)	BRAZO LANZAR	DE
1	25	1.85	80	Diestro	
2	24	1.81	90	Diestro	
3	26	1.79	87	Zurdo	
4	23	1.76	73	Zurdo	
5	20	1.83	85	Diestro	

2.3 Instrumentación y procedimiento

La filmación se llevó a cabo en el bullpen del estadio 5 de septiembre, cuartel general de los Elefantes de Cienfuegos, en una loma de lanzar (montículo) de 10 pies de altura a una distancia de 60 pies del home plate. Se realizaron medidas antropométricas incluyendo altura y peso. Previo a la filmación los atletas realizaron un acondicionamiento articular y un calentamiento con el objetivo de alcanzar un elevado rendimiento y evitar lesiones. Los lanzadores recibieron instrucciones de lanzar 10 lanzamientos rápidos (rectas), desde la posición "de lado", (9 en punto y 3 en punto) para los lanzadores derechos y zurdos respectivamente. Los datos fueron analizados a través del software Kinovea versión 0.95. Los videos fueron registrados por un dispositivo móvil Samsung Galaxy A12, cuyas prestaciones quedan destacadas por una cámara principal de 48 megapíxeles y apertura f/2.0. Como añadido, Samsung incluye un gran angular de 5 megapíxeles (f/2.2), cámara macro (f/2.4) y sensor de profundidad (f/2.4). Estas dos últimas cámaras son de 2 megapíxeles cada una. Y por delante la cámara frontal de 8 megapíxeles con apertura f/2.2 queda enclavada en el recorte con forma de 'V'. La cámara fue fijada por un trípode de nivel colocado a dos metros del lanzador para obtener la mejor captación posible del video. Después de procesar los datos los investigadores mostraron a los atletas y entrenadores, donde radican sus deficiencias y qué acciones deben emprender para corregirlas.

2.4 Análisis de los datos

Los datos fueron procesados a través del software de análisis de movimiento Kinovea donde se obtuvieron resultados exactos de la amplitud de la articulación del antebrazo con respecto al brazo en el instante que el lanzador se dispone a iniciar la rotación de la cadera para poder liberar el implemento. Los ángulos del codo y del hombro fueron reportados en grados (°). De igual manera se pudo determinar la posición de la mano (pronación o supinación) aspecto vital para alcanzar la máxima velocidad de lanzamiento). Todo movimiento deportivo al momento de ser analizado desde el punto de vista biomecánico se divide en tres fases: Inicial o preparatoria, principal y final o de recuperación. En aras de proporcionar un mayor entendimiento, el entrenador, Miguel Valdés con una amplia trayectoria en la Selección Cubana y 10 años como director de pitcheo de los Mets de New York, una autoridad de renombre internacional en mecánica de lanzamiento, subdivide el movimiento en cinco fases (Fleisig et al., 1996).

1. Parada.
2. Elevación de la pierna.
3. Rotación interna de la cadera e inicio del traslado con la pierna de atrás.
4. Traslado – Delivery Compacto.

5. Liberación del implemento.
6. Final del movimiento – anteversión de la espalda primero que el brazo.

3. Resultados

La edad promedio de los lanzadores estudiados fue de 23.6 años. El peso y la estatura promedio registrado fue de 83 kg y 1.80 m respectivamente. El ángulo promedio de la articulación del codo en el instante previo a iniciar el giro de la cadera fue de 90.4°. De los lanzadores analizados, tres (1, 2 y 4) realizan un movimiento incorrecto de la articulación del hombro, violando los principios biomecánicos y dos (3 y 5) ejecutan un movimiento fluido del brazo, respetando los aspectos técnicos, de esta manera minimizan el riesgo de lesión a futuro.

4. Discusión

El movimiento de lanzar una pelota de béisbol es una cadena cinética compleja, que comienza en la punta del pie (extremidad inferior) pasando por el cuádriceps, el abdomen, torso, el hombro, el codo, la muñeca y termina en las falanges de la mano. Esta fuerza generada se imprime a la pelota de béisbol para producir altas velocidades de bola (Alvarado, 2009; Anz et al., 2010). Entender las diferentes fases y momentos clave del movimiento de lanzamiento es importante para maximizar los resultados de los lanzadores (Thompson et al., 2018). Nuestro estudio se centró en el instante donde termina la zancada (ambos pies hacen contacto con el suelo) y el momento de liberación del implemento, con el objetivo de analizar 2 variables dentro de la mecánica de lanzamiento:

- 1) Posición del dorso de la mano con respecto a la cabeza en el momento donde la bola alcanza su mayor elevación (pronación o supinación).
- 2) Ángulo del antebrazo con respecto al brazo (Codo). La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos de las dos variables.

Tabla 1: Angulo del codo y posición de la mano antes de iniciar el giro de la cadera.

NO	α RELATIVO DEL CODO	POSICIÓN DEL DORSO DE LA MANO
1	114.7 °	supinación
2	117.3 °	supinación
3	43.7 °	pronación
4	127.8 °	pronación
5	48.8 °	supinación
PROMEDIO	90.4 °	

Es preciso señalar que antes de liberar la pelota, la mano del brazo de lanzar de los lanzadores 1, 2 y 4 se encuentra en supinación y el ángulo del antebrazo sobre el brazo es mayor de 90°, visibles en la Figuras 1, 2 y 3, aspectos que inciden negativamente en la mecánica correcta.

4.1 Supinación temprana de la mano y Ángulo mayor de 90°



Figura 1: Atleta # 1 Angulo relativo del codo



Figura 2: Atleta # 2 Angulo relativo del codo.



Figura 3: Atleta # 4 Angulo relativo del codo.

La supinación de la mano antes de girar la cadera producto de que la inserción de la cabeza del húmero en la cavidad glenoidea de la escápula

(articulación escápulo-humeral), limitando los grados de movimiento del hombro, impide que el codo suba, por esta razón, el brazo se hace largo y el codo viene por delante de la mano, alejándose del cuerpo. Este rango limitado de movimiento del hombro provoca pérdida de velocidad. Estos patrones incorrectos estereotipados desde edades tempranas deben ser corregidos para aumentar la efectividad y evitar lesiones en estos atletas.

4.2 Angulo menor de 90° y pronación de la mano antes de iniciar el giro de la cadera



Figura 4: Atleta # 3 Angulo relativo del codo.



Figura 5: Atleta # 5 Angulo relativo del codo

En cambio, tal y como describen las Figuras 5 y 6, en los lanzadores 3 y 5, la mano de lanzar cuando sale a buscar altura para girar y tirar está rotada hacia la cabeza, hasta que termine el giro de la cadera (pronación). Al finalizar el giro de la cadera, la mano rota y se coloca de frente al catcher y de esta manera el codo se extiende, movimiento para el cual está diseñada dicha articulación. La mano va hacia adelante en la misma línea del brazo, no por

fuera. Así, con esta acción redonda, se evita que el húmero se inserte en la cavidad glenoidea de la escápula, por ello el hombro tiene mayor libertad de movimiento, el codo no sufre. Por otra parte, la articulación del codo describe un ángulo menor de 90°, esto hace el brazo más corto. La fuerza es mayor puesto que es posible utilizar todas las palancas óseas en un movimiento fluido y dinámico.

5. Conclusiones

El brazo es una estructura que no está diseñada para lanzar. La mecánica del lanzamiento es una acción compleja que requiere ser estudiada desde el punto de vista biomecánico para aumentar la velocidad, la efectividad y evitar lesiones en los atletas. La dirección de pitcheo del equipo Elefantes de Cienfuegos, en el momento del estudio, no cuenta con herramientas que le permitan, desde los fundamentos de la ciencia, determinar las principales dificultades de sus atletas. Se pudo constatar que los entrenadores solo corregían los elementos técnicos sobre la base del empirismo y acudían únicamente a sus observaciones para identificar el comportamiento de las características cinemáticas. El estudio realizado en el staff de pitcheo del equipo de Cienfuegos, demostró que existen dificultades en la ejecución de la técnica del lanzamiento, que a simple vista los entrenadores no podían detectar.

Dada la conformación anatómica de la articulación del hombro, podemos afirmar que cuando el brazo sube a buscar altura para girar y tirar, la mano debe estar en pronación (dorso de la mano hacia la cabeza). Por otra parte, el ángulo del antebrazo sobre el brazo debe ser menor de 90°. La supinación temprana de la mano (antes de iniciar el giro de la cadera) puede conllevar a mediano y largo plazo a lesiones en la articulación glenohumeral en lanzadores del equipo de béisbol Elefantes de Cienfuegos. Pulir los aspectos señalados en el estudio mediante el software garantizará el perfeccionamiento de la técnica, requisito indispensable tanto para lograr el éxito en el terreno de béisbol como para evitar lesiones en el lanzador.

5.1 Limitaciones

A pesar de que durante el estudio se analizó el comportamiento y la variación de la articulación del hombro, factor influyente en la velocidad y efectividad del lanzamiento, el análisis excluyó los planos inferiores, de vital importancia para perfeccionar la mecánica. Los indicadores biomecánicos de las extremidades inferiores serán objeto de estudio en investigaciones posteriores. Las filmaciones se llevaron a cabo durante el entrenamiento y no en situaciones reales de juego. No obstante, los jugadores se esforzaron al máximo para obtener resultados positivos en los test. La muestra seleccionada ($n = 5$) es pequeña, dado que algunos lanzadores se encontraban con molestias en su brazo de lanzar y otros se encontraban en fases iniciales de la preparación que le impedían lanzar a máxima velocidad, sin embargo, es

importante resaltar que con dicha tecnología se brindan resultados cuantitativos y no solo empíricos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, P. (2009). Perfil de Proporcionalidad y la Velocidad del Lanzamiento en Jugadores de Béisbol. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Física y Del Deporte*, 10(37), 93–116.
- Anz, A. W., Bushnell, B. D., Griffin, L. P., Noonan, T. J., Torry, M. R., & Hawkins, R. J. (2010). Correlation of torque and elbow injury in professional baseball pitchers. *American Journal of Sports Medicine*, 38(7), 1368–1374. <https://doi.org/10.1177/0363546510363402>
- Defroda, S. F., Sugimoto, D., Staffa, S. J., Bae, D. S., Shanley, E., Thigpen, C. A., & Kriz, P. K. (2021). Reliability of an Observational Biomechanical Analysis Tool in Adolescent Baseball Pitchers. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 16(6), 1523–1531. <https://doi.org/10.26603/001C.29869>
- Douoguih, W. A., Dolce, D. L., & Lincoln, A. E. (2015). Early Cocking Phase Mechanics and Upper Extremity Surgery Risk in Starting Professional Baseball Pitchers. *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 3(4), 1–5. <https://doi.org/10.1177/2325967115581594>
- Erickson, B. J., Nwachukwu, B. U., Rosas, S., Schairer, W. W., McCormick, F. M., Bach, B. R., Bush-Joseph, C. A., & Romeo, A. A. (2015). Trends in Medial Ulnar Collateral Ligament Reconstruction in the United States: A Retrospective Review of a Large Private-Payer Database From 2007 to 2011. *American Journal of Sports Medicine*, 43(7), 1770–1774. <https://doi.org/10.1177/0363546515580304>
- Escamilla, R. F., Barrentine, S. W., Fleisig, G. S., Zheng, N., Takada, Y., Kingsley, D., & Andrews, J. R. (2007). Pitching biomechanics as a pitcher approaches muscular fatigue during a simulated baseball game. *American Journal of Sports Medicine*, 35(1), 23–33. <https://doi.org/10.1177/0363546506293025>
- Fleisig, G. S. (1994). The biomechanics of baseball pitching. *The University of Alabama at Birmingham*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaci.2012.05.050>
- Fleisig, G. S., Diffendaffer, A. Z., Aune, K. T., Ivey, B., & Laughlin, W. A. (2016). Biomechanical Analysis of Weighted-Ball Exercises for Baseball Pitchers. *Sports Health*, XX(X), 210–215. <https://doi.org/10.1177/1941738116679816>
- Fleisig, G. S., Diffendaffer, A. Z., Ivey, B., & Aune, K. T. (2017). Do baseball pitchers improve mechanics after biomechanical evaluations? *Sports Biomechanics*, 17(3), 314–321. <https://doi.org/10.1080/14763141.2017.1340508>
- Fleisig, G. S., Escamilla, R. F., Andrews, J. R., Matsuo, T., Satterwhite, Y., & Barrentine, S. W. (1996). Kinematic and Kinetic Comparison Between Baseball Pitching and Football Passing. *Journal of Applied Biomechanics*, 12(2), 207–224. <https://doi.org/10.1123/jab.12.2.207>
- Milewski, M. D., Öunpuu, S., Solomito, M., Westwell, M., & Nissen, C. W. (2012). Adolescent Baseball Pitching Technique: Lower Extremity Biomechanical Analysis. *Journal of Applied Biomechanics*, 28(5), 491–501. <https://doi.org/10.1123/jab.28.5.491>

- Nissen, C. W., Westwell, M., Öunpuu, S., Patel, M., Tate, J. P., Pierz, K., Burns, J. P., & Bicos, J. (2007). Adolescent Baseball Pitching Technique: A Detailed Three-Dimensional Biomechanical Analysis. *Journal of the American College of Sports Medicine*, 39(8), 1347–1357. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318064c88e>
- Sabick, M. B., Kim, Y. K., Torry, M. R., Keirns, M. A., & Hawkins, R. J. (2005). Biomechanics of the Shoulder in Youth Baseball Pitchers: Implications for the Development of Proximal Humeral Epiphysiolysis and Humeral Retrotorsion. *American Journal of Sports Medicine*, 33(11), 1716–1722. <https://doi.org/10.1177/0363546505275347>
- Stodden, D. F., Fleisig, G. S., McLean, S. P., & Andrews, J. R. (2005). Relationship of Biomechanical Factors to Baseball Pitching Velocity: Within Pitcher Variation. *Journal of Applied Biomechanics*, 21(1), 44–56. <https://doi.org/10.1123/jab.21.1.44>
- Stodden, D. F., Langendorfer, S. J., Fleisig, G. S., & Andrews, J. R. (2006). Kinematic Constraints Associated With the Acquisition of Overarm Throwing part I: Step and Trunk Actions. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 77(4), 417–427. <https://doi.org/10.1080/02701367.2006.10599377>
- Thompson, S. F., Guess, T. M., Plackis, A. C., Sherman, S. L., & Gray, A. D. (2018). Youth Baseball Pitching Mechanics: A Systematic Review. *Sports Health*, 10(2), 133–140. <https://doi.org/10.1177/1941738117738189>
- Wee, I., Syn, N., & Choong, A. (2018). Carotid access for aortic interventions: genius or madness? *Vascular & Endovascular Review*, 1(1).
- Zapelini, R. M., Koch, K. S., Althoff, G. C. C., Duarte, C. S., João, E. M., & Silveira Jr, S. (2016). Analysis of laboratory tests results of patients submitted to a clinical screening program. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, 52, 374-381. <https://doi.org/10.5935/1676-2444.20160061>