



Relación entre medidas corporales y rendimiento en béisbol categoría U23: un estudio correlativo

Relationship between body measurements and performance in U23 category baseball: a correlative study

Autores

Ronald Luna Paternina ¹
Carolín Naty Avalos Ardila ²
Enoc Valentin Gonzalez Palacio ³
Carlos Alberto Agudelo Velasquez ⁴

^{1, 2, 3, 4} Universidad de Antioquia

Autor de correspondencia:
Ronald Luna Paternina
ronald.luna@udea.edu.co

Cómo citar en APA

Luna Paternina, R., Avalos Ardila, C. N., González Palacio, E. V., & Agudelo Velásquez, C. A. (2025). Relación entre medidas corporales y rendimiento en béisbol categoría U23: un estudio correlativo. *Retos*, 68, 553-567. <https://doi.org/10.47197/retos.v68.108928>

Resumen

Objetivo: Este estudio investigó la relación entre la goniometría, antropometría y fuerza isométrica manual con la velocidad del swing en jugadores de la preselección Antioquia U23 de béisbol.

Metodología: este estudio adoptó un enfoque cuantitativo no experimental de tipo correlativo explicativo, con una muestra de 59 beisbolistas, se utilizaron un goniómetro digital, dinamómetro, adipómetro y un analizador de swing en béisbol.

Resultados: se encontraron diferencias significativas en variables antropométricas y goniometría, especialmente según la posición de juego, destacando la talla y rotación interna de cadera. La fuerza isométrica manual fue homogénea.

Conclusiones: un modelo de regresión explicó el 56,7% de la varianza de la velocidad del swing, destacando la relevancia de la posición de juego y sugiriendo nuevas líneas de investigación para individualizar entrenamientos.

Palabras clave

Antropometría; goniometría articular; fuerza isométrica manual; velocidad del swing.

Abstract

Objective: This study investigated the relationship between goniometry, anthropometry, and manual isometric strength with swing speed in players from the Antioquia U23 baseball pre-selection. **Methodology:** this study adopted a non-experimental quantitative correlational explanatory approach, with a sample of 59 baseball players. A digital goniometer, dynamometer, caliper, and swing analyzer were used. **Results:** significant differences were found in anthropometric variables and goniometry, especially according to playing position, highlighting height and internal hip rotation. Manual isometric strength was homogeneous. **Conclusions:** a regression model explained 56.7% of the variance in swing speed, highlighting the relevance of playing position and suggesting new lines of research to individualize training.

Keywords

Anthropometry; joint goniometry; manual isometric strength; swin speed.

Introducción

El béisbol, reconocido por resaltar cuatro destrezas fundamentales en el desarrollo del juego según Marín, (2022), se erige como un deporte donde la habilidad motriz específica de batear, fildear, lanzar y correr se convierten en pilares esenciales. Este artículo se sumerge en la complejidad del bateo, una destreza técnica ofensiva crucial que, según Nakata et al., (2012), implica una secuencia de movimientos altamente calificados, desde la postura hasta el seguimiento.

En este contexto, el vertiginoso avance y popularización del béisbol como disciplina deportiva conlleva la necesidad de contar con entrenadores altamente capacitados, que no solo posean un sólido dominio técnico y táctico del juego (Poblete-Valderama et al., 2024, p.1), sino que también estén en constante actualización para responder eficazmente a las exigencias y transformaciones que impone el desarrollo contemporáneo de este deporte. La preparación integral del cuerpo técnico se vuelve un factor determinante para fomentar el rendimiento de los atletas, adaptarse a nuevas metodologías de entrenamiento y enfrentar con éxito los desafíos propios de la alta competencia." En este sentido el desarrollo vertiginoso del béisbol impone la necesidad de contar con entrenadores cada vez más preparados, para hacer frente a los desafíos constantes que se derivan de la práctica de esta disciplina deportiva.

Hashimoto et al., (2023), profundizan en el análisis biomecánico del bateo, examinando la absorción, generación y transferencia de energía mecánica en atletas profesionales. Los resultados subrayan la importancia de la pierna trasera y el tronco durante la fase de aceleración, proponiendo estrategias de entrenamiento orientadas a fortalecer la musculatura y mejorar la movilidad del tronco y las caderas. Estas estrategias tienen el potencial de incrementar significativamente la velocidad del bateo (Padilla, 2017, p.2; Sánchez, et al., 2024, p.2).

(Ávila et al., 2023, p.5), también exploraron la biomecánica del bateo, enfocándose en el papel de los brazos y la coordinación mano-ojo en la precisión del golpe. analizaron cómo la fatiga muscular influye en la biomecánica del bateo, ofreciendo recomendaciones para mejorar la resistencia durante los entrenamientos. (Villaquiran-Hurtado et al., 2020, p. 3), aportaron información sobre la importancia del equilibrio dinámico, destacando la interacción entre la estabilidad del Core y la eficacia en la transferencia de energía durante el swing, el Core permite un mejor control neuromuscular en la generación y transferencia de la fuerza en el movimiento funcional de las extremidades inferiores, como en la anticipación sobre las fuerzas reactivas producidas en los diferentes movimientos deportivos.

En el contexto del béisbol, las adaptaciones en las caderas, especialmente relacionadas con la debilidad en los músculos abductores, pueden tener consecuencias significativas en el rendimiento. Robb et al., (2010), señalan que estas adaptaciones pueden afectar tanto a lanzadores como a bateadores, influenciando la velocidad del lanzamiento y la potencia y precisión de los swings, respectivamente.

La importancia de los exámenes médicos pre-participación (PPME) previos a la práctica deportiva, según Pi-Rusiñol et al., (2022), se destaca como un componente esencial para la identificación temprana de trastornos y el tratamiento oportuno. Este enfoque holístico no solo se limita a las afecciones médicas, sino que también abarca las características intrínsecas de cada atleta, comprendiendo la técnica y la eficiencia física.

Las medidas antropométricas, según Sánchez, et al., (2024), se posicionan como herramientas clave en la selección de deportistas, considerando patrones de referencia específicos para cada especialidad. El seguimiento a lo largo del tiempo de variables físicas corporales es esencial para adaptar eficazmente los programas de entrenamiento, contribuyendo a la mejora continua del rendimiento y reduciendo el riesgo de lesiones.

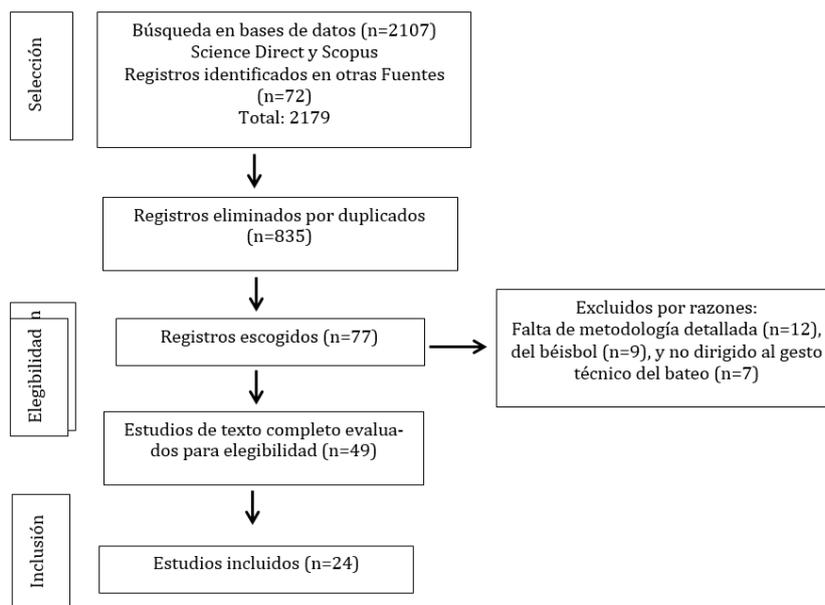
En la investigación, se identificaron términos MESH y se realizó una revisión de literatura científica mediante diversas estrategias de búsqueda en bases de datos como Science Direct y Scopus. Los términos clave usados fueron "Baseball and Anthropometric," "Baseball and Skills," "Baseball and Articular Goniometry" y "Baseball and Training and Skills". La búsqueda resultó en 2.179 estudios relacionados, los cuales fueron filtrados mediante el programa Rayyan para asegurar su calidad y pertinencia.

Tal flujograma tiene como objetivo poder verificar la información con la que se debe comparar los hallazgos de estudio actual y consolidar la idea de que se trata de un tema aún poco analizado en el campo, y concretamente los artículos seleccionados serán referenciados en el estudio



Tras la selección de referencias y eliminación de duplicados, se examinaron 77 artículos, de los cuales 72 fueron evaluados en su texto completo. Se excluyeron 28 artículos por razones como falta de metodología detallada (12), no estar relacionados con el béisbol (8) o no centrarse en el gesto técnico del bateo (14). Al revisar los 49 artículos restantes, se identificaron 24 que reportaban variables asociadas al gesto técnico del bateo, con valores de $p < 0,05$ y alta correlación positiva. Estas variables incluyeron fuerza isométrica manual, experiencia o edad deportiva, fuerza rotacional del tronco, y medidas antropométricas como talla, IMC, índice del largo del miembro superior, diámetro biacromial relativo y longitud de la mano.

Figura 1. Flujo de los procedimientos utilizados para la búsqueda de artículos.



La investigación en el ámbito deportivo abarca múltiples disciplinas y enfoques destinados a comprender y mejorar el rendimiento de los atletas, prevenir lesiones y promover la salud física. En este contexto, cuatro conceptos clave se destacan como pilares fundamentales: la antropometría, la fuerza isométrica manual, la goniometría articular y la velocidad del swing. Estos conceptos se interrelacionan y complementan, desempeñando un papel crucial en la evaluación y el análisis de los deportistas, así como en la formulación de estrategias de entrenamiento y mejora del rendimiento (Hashimoto et al., 2023).

La antropometría evalúa medidas y proporciones corporales, estimando densidad y porcentaje de grasa (Ramón et al., 2010). Esta disciplina, conocida como Cineantropometría, estudia morfología, dimensiones y proporcionalidad, aplicadas al rendimiento deportivo, nutrición y crecimiento.

La goniometría articular mide ángulos en articulaciones (Norkin & White, 2016), mientras que la fuerza isométrica manual refleja la integridad cerebral y se usa en diversas disciplinas médicas (Ortiz et al., 2014; Espriella et al., 2021). Esta fuerza, evaluada mediante dinamometría de mano, es útil para identificar limitaciones físicas.

En béisbol, la velocidad del swing requiere sincronización rápida de movimientos (Duarte et al., 2019). Investigaciones demuestran que, para impactar una bola lanzada a 90 mph, el bateador debe identificar y decidir en fracciones de segundo, realizando el swing con precisión.

De acuerdo con lo anterior el béisbol, como deporte que integra múltiples habilidades motrices, ha sido objeto de numerosos estudios debido a su complejidad técnica, particularmente en el gesto del bateo. A pesar de los avances en el análisis biomecánico de este movimiento, aún existen vacíos en la literatura respecto a la influencia de factores antropométricos y fisiológicos en el rendimiento de los bateadores. Específicamente, no se ha explorado a profundidad la relación entre la fuerza isométrica manual, la goniometría articular y la velocidad del swing en el contexto del béisbol juvenil. Esta investigación busca

llenar este vacío al estudiar dichas variables en jugadores U23 de la preselección Antioquia, con el fin de determinar si existe una correlación significativa entre las medidas antropométricas y el rendimiento en el bateo.

El desarrollo de un programa de entrenamiento eficaz en béisbol requiere una comprensión detallada de los factores que influyen en el rendimiento. Este estudio resulta relevante no solo para mejorar el rendimiento de los jugadores de la preselección Antioquia, sino también para aportar datos significativos en un área poco investigada en el deporte regional. Al identificar las variables físicas que tienen un impacto directo en el éxito del bateo, los entrenadores y preparadores físicos podrán diseñar programas más personalizados y efectivos. Además, los resultados contribuirán a la selección de talentos, mejorando la formación de futuros atletas en el béisbol a nivel regional y nacional, lo que tendrá un impacto positivo en la competitividad del deporte en Colombia.

El estudio planteó hipótesis sobre las correlaciones entre antropometría, goniometría articular, fuerza isométrica manual y velocidad del swing en el bateo de béisbol, con el objetivo de explorar estas relaciones en jugadores U23 de la preselección Antioquia. Dado el escaso enfoque en esta población, se buscó entender los factores que influyen en el rendimiento para mejorar el desempeño local y contribuir al desarrollo deportivo regional y nacional.

Método

Este estudio adoptó un enfoque cuantitativo no experimental de tipo correlativo explicativo, (Polit y Hungler, 2005).

La muestra mínima requerida, determinada utilizando el programa Gpower versión 3.1, fue de 42 deportistas, empleando una prueba t y una prueba estadístico con modelo biserial de punto correlacional. A pesar de esto, se decidió incluir a la población total (n=59) en el estudio.

Los criterios de inclusión abordaron aspectos como la pertenencia al listado preseleccionado, la federación, al menos 3 años de experiencia deportiva con la preselección o selección Antioquia, edades entre 18 y 23 años, y estar cubierto por la póliza de accidentes, entre otros. Mientras que los criterios de exclusión fueron lesiones agudas, incapacidad médica justificada, inasistencia a alguna medición y falta de consentimiento informado.

Para controlar el sesgo de selección, se incluyeron solo participantes del listado de la preselección Antioquia U23. Con respecto al sesgo de clasificación e información, se capacitó al personal para la toma de mediciones, detallando procesos y asegurando la calibración previa de los instrumentos.

Se realizó una prueba piloto, realizada con 20 participantes de edades similares y basada en las mismas variables y objetivos, evaluó la efectividad del proyecto y la comprensión de los métodos de recolección de datos.

El estudio contó con aval ético con registro en acta 107 por el Comité de Ética en Investigación del Instituto Universitario de Educación Física y Deporte de la Universidad de Antioquia y se garantizó el anonimato de los participantes. La custodia de los datos se asignó al investigador principal, manteniendo la confidencialidad. No hubo financiamiento externo para el estudio.

Participantes

Los participantes fueron reclutados a través del listado de deportistas de Indeportes Antioquia, utilizando correo electrónico con los criterios de inclusión y exclusión. Se llevó a cabo una reunión presencial para explicar la metodología y objetivos del estudio, seguida de la firma del consentimiento informado. Participaron un total de 59 deportistas masculinos entre los 18 y 23 años (\bar{X} =18,2 años) pertenecientes a la preselección Antioquia de Béisbol. La distribución por posición de juego fue la siguiente: 40,7% (24) fueron Outfielders, 37,3% (22) fueron Infielders y 22% (13) fueron Cárcher. En cuanto a la mano dominante, se observó que el 94,9% (56) de los jugadores la usaban, mientras que solo el 5% (3) la usaban, algo no común para la posición de bateo en el béisbol

Procedimiento

Se tomaron medidas antropométricas utilizando el protocolo restringido ISAK, que incluye la toma de pliegues cutáneos y medidas de diámetros y perímetros óseos, medición de rangos de movilidad articular por Goniometría, fuerza isométrica manual y velocidad del swing.

Instrumento

Estas mediciones se realizaron con instrumentos como un plicómetro, una cinta métrica, un antropómetro de huesos largos y una balanza de control corporal HBF-514c Omron. Los datos fueron recolectados por dos técnicos certificados ISAK nivel 2.

Para evaluar la masa grasa, se utilizó la fórmula de Yuhasz (1974) modificada por Faulkner (1968), que incluye la suma de cuatro pliegues cutáneos específicos. La masa ósea se calculó mediante la fórmula de Rocha, considerando la talla y los diámetros óseos. Además, se calculó la masa muscular utilizando la fórmula de (Martin & Drinkwater, 1991), que tiene en cuenta la talla y los perímetros corregidos por pliegues cutáneos.

Para medir los ángulos articulares, se empleó el protocolo de Taboadela (2007) utilizando un goniómetro digital Gemred Orthopedic. Esta tarea fue realizada por un fisioterapeuta experimentado en el campo deportivo.

La fuerza de presión manual se midió utilizando el dispositivo Baseline LITE™ 200lb (90,7Kg), basados en el protocolo de (Cronin et al., 2017, p. 21) con el sujeto sentado en una posición específica y realizando dos intentos, con un descanso entre cada repetición, tomando el mejor resultado para el análisis, finalmente se utilizó el dispositivo Blast Motión Baseball Modelo BO317A, para la medición de la velocidad del swing.

Estas mediciones se realizaron con instrumentos como un plicómetro, una cinta métrica, un antropómetro de huesos largos y una balanza de control corporal HBF-514c Omron. Los datos fueron recolectados por dos técnicos certificados ISAK nivel 2.

Para evaluar la masa grasa, se utilizó la fórmula de Yuhasz (1974) modificada por Faulkner (1968), que incluye la suma de cuatro pliegues cutáneos específicos. La masa ósea se calculó mediante la fórmula de Rocha, considerando la talla y los diámetros óseos. Además, se calculó la masa muscular utilizando la fórmula de (Martin & Drinkwater, 1991), que tiene en cuenta la talla y los perímetros corregidos por pliegues cutáneos.

Para medir los ángulos articulares, se empleó el protocolo de Taboadela (2007) utilizando un goniómetro digital Gemred Orthopedic. Esta tarea fue realizada por un fisioterapeuta experimentado en el campo deportivo.

La fuerza de presión manual se midió utilizando el dispositivo Baseline LITE™ 200lb (90,7Kg), basados en el protocolo de (Cronin et al., 2017, p. 21) con el sujeto sentado en una posición específica y realizando dos intentos, con un descanso entre cada repetición, tomando el mejor resultado para el análisis, finalmente se utilizó el dispositivo Blast Motión Baseball Modelo BO317A, para la medición de la velocidad del swing.

Análisis de datos

Los datos fueron procesados utilizando SPSS versión 27. Se verificó la normalidad con los criterios de Shapiro-Wilk y Kolmogórov-Smirnov, considerando homocedasticidad. Se realizó un análisis descriptivo completo. Las relaciones entre variables se evaluaron con correlaciones de Pearson y Spearman. Se aplicaron ANOVA y Kruskal-Wallis según correspondiera. Para identificar el modelo predictivo más sólido, se utilizó un análisis de regresión lineal múltiple con selección de características hacia atrás. Se estableció la significancia estadística

($p < 0.05$) y el tamaño del efecto. La validez inicial del modelo se determinó siguiendo un procedimiento sugerido por Vilà et al., (2019, p.3), lo cual consta de seleccionar la variable dependiente, Seleccionar las variables independientes (explicativas), verificar los supuestos del modelo (linealidad, independencia, homocedasticidad, normalidad, no colinealidad), Interpretar el modelo y finalmente establecer la bondad de ajuste del modelo.



Resultados

Se calcularon estadísticos descriptivos, incluyendo medias y desviaciones estándar para aquellas variables que cumplieran el supuesto de normalidad ($p > 0,05$).

Entre las mediciones básicas reportadas se encuentran el peso corporal ($70,25 \pm 8,5$ kg), la altura ($1,74 \pm 0,05$ m), la altura sentada ($132,12 \pm 3,49$ cm), el índice de masa corporal (IMC) ($\% 23,17 \pm 2,53$), el porcentaje de masa muscular esquelética ($37,82 \pm 3,38\%$), y varios perímetros y diámetros antropométricos.

Además, se evaluaron los rangos de movilidad articular utilizando goniometría. Se registraron valores para diversos movimientos articulares, como extensión y rotación de hombros, así como flexión y rotación de caderas y tobillos.

El análisis de varianza (ANOVA) reveló diferencias significativas entre los jugadores de béisbol según su posición en el campo. Por ejemplo, los outfielders mostraron una altura promedio significativamente mayor que los Catcher y los Infielders.

No se observaron diferencias significativas en el peso corporal ni en el porcentaje de masa muscular esquelética entre los diferentes grupos de jugadores. Tampoco hubo diferencias significativas en los perímetros antropométricos entre los grupos.

En cuanto a la goniometría articular, se identificaron diferencias significativas en la rotación interna de la cadera izquierda. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en otros rangos de movilidad articular entre los grupos de jugadores.

Las pruebas de correlación (Pearson) tabla 1, indicaron una correlación significativa entre las medidas antropométricas (peso, talla, etc.) y la velocidad del swing en el gesto técnico del bateo, con un valor de correlación (r) mayor a 0,4 y una significancia estadística ($p < 0,05$). Por lo tanto, se rechazó la hipótesis nula, confirmando la existencia de una correlación entre estas variables.

Tabla 1. Prueba de correlación de Pearson con bat speed.

Variables		Correlación con bat speed		
		R de Pearson	p	
Antropometría	Medidas básicas	Peso (kg)	0,519	0,000*
		Talla (m)	0,406	0,001*
		Talla sentado (cm)	0,733	0,001*
	Composición corporal	% Masa muscular esquelética	-0,273	0,037
		IMC	0,357	0,006*
	Perímetros	Brazo relajado	0,367	0,004*
		Brazo flexionado y contraído	0,538	0,001*
		Pierna	0,218	0,097
	Diámetros	Húmero	0,085	0,520
	Goniometría articular	Goniometría articular	Hombro extensión derecho	-0,191
Hombro extensión izquierdo			0,05	0,705
Hombro rotación interna derecha			0,275	0,035*
Hombro rotación interna izquierda			-0,008	0,953
Hombro rotación externa izquierda			-0,068	0,609
Cadera rotación interna izquierda			0,073	0,584
Cadera rotación externa derecha			-0,068	0,609
Cadera rotación externa izquierda			0,012	0,930
Plantiflexión derecha			-0,053	0,692
Plantiflexión izquierda			0,023	0,863
	Dorsiflexión izquierda	-0,028	0,832	

n=59; * $p < 0,05$

Se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman Tabla 2, para las variables que no cumplieron el supuesto de normalidad. Se destacó una correlación significativa ($p < 0,05$) y moderada ($r_s > 0,4$) entre la edad y la velocidad del swing (bat speed), con un coeficiente de 0,723 y una significancia estadística de 0,00 lo que sugiere una relación alta entre la edad y el gesto técnico del bateo. Además, se examinó la correlación entre los rangos de movilidad articular y la velocidad del swing. Se aceptó la hipótesis nula (H_0), indicando que no hay correlación entre las variables, ya que los resultados no cumplen con los criterios establecidos para establecer correlaciones significativas.



Por último, se investigó la relación entre la fuerza isométrica manual y la velocidad del swing. La hipótesis nula (H_0) fue aceptada, ya que no se encontró correlación entre ambas variables para el gesto técnico del bateo, con un valor de correlación menor a 0,4, lo que indica una correlación muy baja.

Tabla 2. Prueba de correlación de Rho de Spearman con Bat Speed

Variables		Correlación con bat speed		
		Rho de spearman	Sig. (bilateral)	
Medidas básicas	Edad(años)	0,723	0,001*	
	Envergadura brazos (cm)	0,102	0,443	
Composición corporal	% grasa	-0,204	0,121	
	% ósea	0,09	0,498	
	% residual	0,208	0,114	
Antropometría	Tríceps (cm)	0,029	0,830	
	Subescapular (cm)	0,227	0,083	
	Bíceps (cm)	-0,05	0,710	
	Cresta Iliaca (cm)	0,089	0,504	
	Supra espinal (cm)	-0,036	0,789	
	Abdominal (cm)	0,04	0,766	
	Muslo (cm)	0,022	0,868	
	Pierna (cm)	0,032	0,813	
	Perímetros	Cintura	0,163	0,218
		Cadera	0,199	0,131
Muslo Medio		0,145	0,274	
Diámetros	Bioestiloideo	0,055	0,679	
	Fémur	0,114	0,392	
Fuerza isométrica Manual	Fuerza isométrica manual derecha	0,258	0,049*	
	Fuerza isométrica manual izquierda	0,285	0,029*	
Goniometría	Hombro flexión derecho	-0,101	0,448	
	Hombro flexión izquierdo	0,046	0,729	
	Hombro rotación externa derecha	-0,088	0,505	
	Hombro aducción horizontal derecha	0,018	0,892	
	Hombro aducción horizontal izquierda	0,145	0,272	
	Hombro abducción derecha	-0,096	0,471	
	Hombro abducción bípedo-izquierda	-0,058	0,664	
	Cadera rotación interna derecha	0,142	0,284	
	Dorsiflexión derecha	-0,078	0,557	

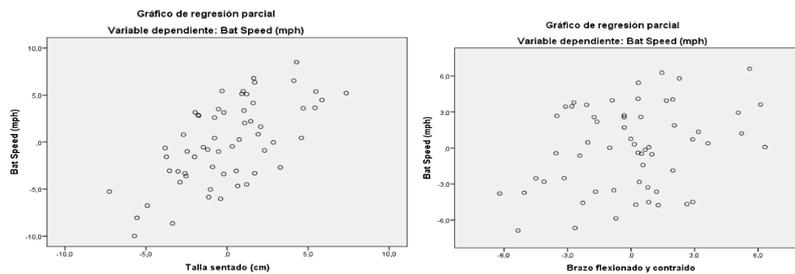
n=59; * $p < 0,05$

Se utilizó el Criterio de Información Bayesiano para establecer un modelo de regresión lineal. La velocidad del swing se consideró como la variable dependiente, mientras que la edad, peso, talla, talla sentada y la medida del brazo flexionado y contraído se tomaron como variables explicativas. Inicialmente, se incluyeron todas estas variables en el modelo, pero la edad no mostró una relación estadísticamente significativa con la velocidad del swing ($p > 0,05$), por lo que se excluyó del análisis.

Al refinar el modelo, se encontró que la medida del brazo flexionado tiene una relación lineal estadísticamente significativa con la velocidad del swing ($p < 0,05$). Este hallazgo sugiere que a medida que la medida del brazo flexionado aumenta, la velocidad del swing tiende a aumentar también.

La figura 2, muestra una tendencia positiva entre las variables explicativas y la variable dependiente, lo que indica una asociación creciente entre estas variables en el contexto del análisis. Este resultado inicial respalda la hipótesis de linealidad entre las variables consideradas.

Figura 2. Gráficos parciales de dispersión



En el contexto del supuesto de independencia de los errores de medición asociados a las variables explicativas, se evaluó con la prueba estadística de Durbin-Watson Tabla 3. Esta prueba se emplea para determinar si existe autocorrelación en los errores residuales de un modelo de regresión, lo que podría comprometer la validez de las inferencias realizadas. En este análisis, el valor calculado de la estadística de Durbin-Watson fue de 1,95, valor que está en el rango asociado con la independencia de los errores, que abarca el intervalo de 1,5 a 2,5.

Tabla 3. Estadístico de Durbin-Watson

Resumen del modelo ^b					
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	0,763 ^a	0.582	0.567	3.3703	1.954

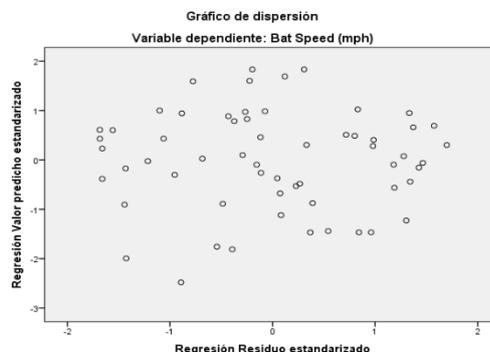
a. Regresoras: (Constante), Brazo flexionado y contraído (cm), Talla sentado (cm).

b. Variable dependiente: Bat Speed (mph).

Se verificó el supuesto de homocedasticidad en el análisis de regresión para garantizar la precisión de las inferencias. Se empleó un gráfico de dispersión de valores predichos estandarizados versus residuos tipificados Figura 3 para evaluar la variabilidad de los errores residuales a lo largo de los niveles de las variables independientes.

El análisis no reveló patrones discernibles de asociación entre los valores predichos estandarizados y los residuos tipificados, lo que indica una variación uniforme de los residuos en todo el rango de valores predichos. Este hallazgo respalda la hipótesis de homocedasticidad en el modelo de regresión, sugiriendo que la dispersión de los errores residuales no varía sistemáticamente en diferentes combinaciones de variables independientes.

Figura 3. Gráfico de dispersión entre los valores predichos estandarizados y los residuos tipificados



La normalidad en el modelo de regresión se confirmó con una prueba de Kolmogórov-Smirnov (Estadístico 0,081, gl 59, Sig. 0,200) Tabla 4. Además, se verificó la no colinealidad de las variables independientes, observando que la tolerancia y el VIF cumplen con los criterios establecidos (tolerancia: 0,765, VIF: 1,308). Dos variables predictoras demostraron una influencia significativa en la velocidad del swing: la talla sentado (coeficiente Beta: 0,617) y la medida del brazo flexionado y contraído (coeficiente

Beta: 0,239). Todas las variables incluidas en el modelo contribuyen significativamente a explicar la velocidad del swing ($p < 0,01$), con coeficientes Beta positivos.

Tabla 4. Modelo de regresión lineal múltiple

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	IC	
	B	Error estándar	Beta			Límite inferior	Límite superior
(Constante)	-69,131	17,324		-3,991	0,00	-103,835	-34,428
Talla sentado (cm)	0,906	0,145	0,617	6,246	0,00	0,615	1,197
Brazo flexionado y contraído	0,377	0,156	0,239	2,417	0,019	0,064	0,689

Variable dependiente: Bat Speed (mph); IC=Intervalo de confianza

El estudio logró un nivel significativo de bondad de ajuste del modelo de regresión lineal, explicando alrededor del 56,7% de la varianza total de la variable dependiente Tabla 5, lo que se traduce en un coeficiente de determinación (R^2) de 0,582. Este coeficiente indica que el modelo tiene la capacidad de capturar y explicar una parte significativa de la variabilidad presente en la variable dependiente "patrones velocidad del swing".

Además, se evaluó la relación lineal entre la variable dependiente y las dos variables predictoras mediante el análisis de la varianza (ANOVA). Los resultados revelaron una significancia estadística con un valor del estadístico F de 38,908 y un nivel de significancia $p < 0,01$. Esto respalda la hipótesis de una relación lineal significativa entre las variables dependiente y predictoras incluidas en el modelo. El tamaño del efecto del modelo fue grande ($f^2 = 1,392$), y la potencia estadística fue alta ($1 - \beta = 1,0$), lo que indica la relevancia empírica del modelo.

Considerando los hallazgos previos, se presenta la ecuación del modelo propuesto, la cual se formula de la siguiente manera: $Y = -69,131 + 0,906X_1 + 0,377X_2$.

Esta ecuación representa un modelo desarrollado para describir y explicar las relaciones entre las variables involucradas en el estudio. En esta formulación, "Y" denota la variable dependiente que se busca explicar o predecir, mientras que " x_1 " y " x_2 " representan las variables independientes que se han identificado como relevantes en función de los resultados obtenidos previamente en el análisis.

Tabla 5. Resumen del modelo de regresión lineal multivariado

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson	
1	0,763 ^a	0,582	0,567	3,3703	1,954	
Modelo	Suma de cuadrados		gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	883,883	2	441,941	38,908	0,000 ^b
	Residuo	636,087	56	11,359		
	Total	1519,97	58			

a. Variable dependiente: Bat Speed (mph)

b. Predictores: (Constante), Brazo flexionado y contraído, Talla sentado (cm)

Discusión

El principal objetivo del presente estudio fue establecer la correlación entre la goniometría articular, la antropometría y la fuerza isométrica manual, con la velocidad del swing en el gesto técnico del bateo en béisbol, de los jugadores de la preselección Antioquia U23. Un hallazgo destacado en este estudio fue la evidente homogeneidad interpoblacional entre los jugadores investigados. Esto indica que, en general, los jugadores compartían características antropométricas y de fuerza isométrica manuales similares, que no variaban significativamente entre ellos, siendo la fuerza isométrica manual según (Crotin & Ramsey, 2021, p. 6), una evaluación que tiene el potencial de identificar alteraciones de la mecánica de la parte inferior del cuerpo y puede considerarse como una estrategia de monitoreo segura y efectiva para

integrar con la captura de movimiento. Sin embargo, es importante resaltar que se identificaron diferencias estadísticamente significativas cuando se consideraba la posición de juego de los jugadores en el campo.

La sabermetría, actualmente considerada como una herramienta clave en el análisis y optimización del béisbol, tiene un papel fundamental en la evolución de las prácticas de evaluación del rendimiento Soto Valero & González Castellanos, (2015, p. 1). Este enfoque basado en el análisis estadístico y la evidencia objetiva permite obtener conocimientos más profundos sobre el juego y su ejecución. En este contexto, el presente estudio se propuso explorar la relación entre la antropometría, la goniometría articular y la fuerza isométrica manual con la velocidad del swing en el gesto técnico del bateo, con el fin de ofrecer una comprensión más completa de los factores que inciden en el rendimiento de los jugadores de béisbol.

Los jugadores mostraron diferencias estadísticamente significativas según su posición en el campo, especialmente en variables antropométricas relacionadas con la talla y la goniometría articular en la rotación interna de la cadera. Estos resultados son consistentes con investigaciones previas (Jay R et al., 2009; Duarte et al., 2019), que también encontraron una marcada homogeneidad en el perfil antropométrico de los jugadores de béisbol en función de su posición de juego y diferencias significativas en la variable de talla. En particular, estudios como los de (Baker et al., 2015; Caine et al., 2017), han señalado que los jugadores de béisbol en posiciones de campo interior (como el campocorto o la segunda base) suelen ser más bajos y ágiles, mientras que los jugadores en posiciones exteriores (como los jardineros o los bateadores designados) tienden a ser más altos y corpulentos, lo cual resalta la importancia de la posición en la estructuración física de los jugadores.

Por ejemplo, Baker et al., (2015), encontraron que los jugadores de béisbol en posiciones de mayor desplazamiento (jardineros, por ejemplo) presentan mayor estatura y masa muscular en comparación con los de posiciones más estáticas, como el receptor, lo que les permite cubrir una mayor área del campo. Este patrón de variabilidad en las características antropométricas según la posición se refuerza con los hallazgos de (Tremblay et al., 2022), quienes demostraron que la velocidad y la agilidad son fundamentales en posiciones específicas, y que las características físicas deben ajustarse a las demandas particulares de cada rol en el campo.

En cuanto a las diferencias en la goniometría articular, varios estudios han documentado la importancia de la rotación interna de cadera para los movimientos explosivos, como el swing de bateo. Según (Hamaño et al., 2021), los jugadores de béisbol en posiciones como el pitcher o los jugadores del campo interior tienen mayores rangos de movilidad en la cadera debido a los movimientos repetitivos y exigentes que realizan en sus posiciones, lo cual podría estar relacionado con las diferencias observadas en nuestra muestra. Esto también es respaldado por (Kato et al., 2022), quienes identificaron una correlación entre la flexibilidad de la cadera y el rendimiento en el béisbol, específicamente en la velocidad de la rotación del torso durante el bateo, añadiendo la rigidez de los isquiotibiales al momento de batear, se identificó como un posible factor de riesgo en jugadores de béisbol. Lo que podría orientar el desarrollo de futuros programas de prevención.

Es relevante destacar que, a pesar de las diferencias observadas en la goniometría articular y la talla, no se encontraron cambios significativos en el índice de masa corporal (IMC), la composición corporal ni el somatotipo de los jugadores. Estos resultados coinciden con los hallazgos de (Sánchez et al., 2022; Monte-negro Barreto et al., 2021), quienes en sus estudios concluyeron que, a pesar de las diferencias en algunas medidas antropométricas, como la altura o el tamaño del tren superior, los jugadores de béisbol tienden a compartir una composición corporal general bastante similar, lo que sugiere que el rendimiento en el deporte no siempre está determinado por una sola característica física, sino por una interacción compleja de factores.

(Sánchez et al., 2022), también aportan a esta discusión, señalando que la masa muscular general y la grasa corporal no siempre son indicadores directos de rendimiento en béisbol. De hecho, en su estudio con jugadores de béisbol profesionales, observaron que, aunque la composición corporal tiene un impacto en el rendimiento, las características de fuerza y movilidad específicas (como la fuerza en la parte superior del cuerpo y la flexibilidad de la cadera) son más determinantes en el rendimiento en el bateo. En este sentido, nuestros resultados sugieren que, a pesar de las diferencias en la movilidad de la cadera y la talla, la composición corporal global no varía considerablemente, lo que podría indicar que otros



factores, como la técnica de bateo y la fuerza en otras partes del cuerpo, juegan un papel crucial en el rendimiento.

El estudio de Hoffman et al., (2009), también refuerza la idea de que, aunque existen diferencias antropométricas significativas según la posición, estos factores no siempre explican completamente la variabilidad en el rendimiento. Según sus hallazgos, en posiciones específicas del campo, como los jardineros y los bateadores, se requiere una combinación de agilidad, potencia y una movilidad articular específica que no necesariamente está correlacionada con el IMC o el somatotipo de los jugadores. Por lo tanto, el entrenamiento físico para estos jugadores debe ser más específico, centrado en mejorar la flexibilidad y la fuerza de las articulaciones implicadas en los movimientos explosivos como el swing de bateo.

Robb et al., (2010), señalan que la cadera es la articulación principal que inicia la rotación de la columna durante la rotación del tronco, haciendo referencia a los lanzadores de béisbol y otros deportistas que realizan lanzamientos por encima de la cabeza. Este hallazgo es relevante en el contexto del presente estudio, donde se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la rotación interna de la cadera según la posición en el campo. No obstante, estos resultados no mostraron correlaciones claras entre los rangos de movilidad articular de la cadera, evaluados mediante goniometría, y la velocidad del swing, como se ha documentado en estudios previos. La movilidad articular en la cadera puede influir significativamente en la mecánica del bateo, ya que permite una mayor rotación y control durante el gesto técnico. Este tipo de flexibilidad es crucial para aumentar la velocidad del swing y la capacidad de conectar la pelota de manera más efectiva (Robb et al., 2010). Sin embargo, investigaciones adicionales son necesarias para explorar la relación entre la movilidad de la cadera y el rendimiento en el bateo de jugadores de béisbol, especialmente en función de la posición en el campo, tal como sugieren Robb et al. (2010).

(Paul et al., 2025), concluyeron que la rotación total y la rotación interna del hombro del brazo de lanzamiento se asocian con un mayor riesgo de lesiones en las extremidades superiores de los jugadores de béisbol. Esta evidencia subraya la importancia de evaluar los rangos de movilidad articular en las extremidades superiores, aunque la heterogeneidad de los estudios sobre la aducción horizontal sugiere que dicho rango de movimiento podría ser un factor de riesgo modificable de lesión, pero se requiere más investigación. Esta conclusión también refuerza la importancia de una evaluación exhaustiva del rango de movilidad articular para predecir lesiones en los jugadores, aunque en el presente estudio no se encontró una correlación directa con la movilidad articular en las extremidades superiores.

En cuanto a las investigaciones de (Coss et al., 2022), los resultados indicaron que las diferencias en el rango de movimiento del hombro no son un factor de riesgo consistente para lesiones de hombro y codo entre atletas que realizan deportes de lanzamiento, como el béisbol. Es importante resaltar que, al evaluar el rango de movimiento del hombro en lanzadores profesionales, aquellos cuyo rango de rotación externa del brazo de lanzamiento no era al menos 5 grados mayor que el del brazo no lanzador, tenían el doble de probabilidades de sufrir lesiones en el hombro o el codo. Sin embargo, este patrón no se observó en lanzadores adolescentes o de secundaria, lo que sugiere que otros factores, como la edad y el nivel de competencia, juegan un papel crucial en la relación entre el rango de movimiento y el riesgo de lesión (Higuchi et al., 2022). En el presente estudio, aunque se analizaron otros rangos de movilidad articular, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de jugadores de posición

El presente estudio pone de manifiesto una discrepancia notable con los hallazgos previamente documentados en la literatura científica. En particular, nuestros resultados no respaldan la existencia de diferencias estadísticamente significativas en relación con la variable de interés, lo que sugiere que no existe una relación evidente entre la fuerza isométrica manual y la velocidad del swing en béisbol. Se identificó una relación significativa negativa entre Grip Strength máximos no dominantes utilizando el dinamómetro hidráulico manual Jamar: 90 grados Flexión del codo con colocación del antebrazo supinado no dominante y Early Connection ($r=-0.629$, $p=-0.007$), y Connection at Impact ($r=-0.587$, $p=0.013$).

Esta discrepancia plantea interrogantes importantes sobre la naturaleza de la influencia de la fuerza isométrica manual en el rendimiento del swing en béisbol. En contraste con estudios anteriores que han identificado correlaciones significativas entre la fuerza de agarre y diversas métricas de rendimiento en

el bateo, los resultados indican que esta relación puede no ser tan directa como se ha propuesto anteriormente en la literatura.

Los resultados obtenidos en este estudio mediante el análisis de un modelo de regresión múltiple muestran una capacidad significativa para explicar las fluctuaciones en la variable dependiente, ya que se logró explicar el 56,7% de la varianza total. Este hallazgo destaca la relevancia del modelo en la explicación y comprensión de la variable dependiente en el contexto del proyecto investigativo. No obstante, es esencial contextualizar estos resultados en relación con investigaciones previas, como la de Marín, (2022), que abordó aspectos relacionados con el rendimiento, las habilidades y las medidas antropométricas en jugadores de béisbol, donde identificó el índice de masa corporal, el salto de longitud de pie y el tiempo de sprint de 10 metros, como predictores significativos de la energía cinética de la pelota golpeada, logrando una alta capacidad de explicación ($R = 0,927$, $R^2 = 0,859$).

El presente estudio pone de manifiesto una discrepancia notable con los hallazgos previamente documentados en la literatura científica. En particular, nuestros resultados no respaldan la existencia de diferencias estadísticamente significativas en relación con la variable de interés, lo que sugiere que no existe una relación evidente entre la fuerza isométrica manual y la velocidad del swing en béisbol (Smith et al., 2019). Esto se opone a investigaciones previas que han mostrado una correlación significativa entre la fuerza de agarre y el rendimiento en el bateo (Haruna et al., 2023), lo que resalta la importancia de continuar explorando esta relación y de considerar otros factores que podrían influir en el rendimiento deportivo.

En este estudio, se identificó una relación significativa negativa entre la fuerza de agarre máxima en la mano no dominante, medida con un dinamómetro hidráulico manual Jamar, y los momentos clave del bateo, como la Early Connection ($r = -0.629$, $p=0.007$) y la Connection at Impact ($r = -0.587$, $p=0.013$). Estos hallazgos sugieren que, a pesar de la literatura previa, ha identificado una relación positiva entre la fuerza de agarre y el rendimiento en deportes de bateo (Papadakis et al., 2021), en nuestro caso, una mayor fuerza en la mano no dominante podría estar asociada a una menor eficiencia técnica durante el swing, lo que invita a una reflexión sobre las implicaciones biomecánicas de este fenómeno.

Esta discrepancia plantea interrogantes importantes sobre la naturaleza de la influencia de la fuerza isométrica manual en el rendimiento del swing en béisbol. En contraste con estudios anteriores que han identificado correlaciones significativas entre la fuerza de agarre y diversas métricas de rendimiento en el bateo (Rodríguez et al., 2021), nuestros resultados sugieren que la relación entre estas variables podría no ser tan directa o predecible como se ha propuesto en la literatura.

En última instancia, a pesar de las discrepancias en las variables explicativas, el presente estudio contribuye al cuerpo de conocimientos al proporcionar una perspectiva adicional sobre la relación entre las variables seleccionadas y la energía cinética de la pelota golpeada en el béisbol. El hecho de que se haya logrado explicar un 56,7% de la varianza total en la variable dependiente respalda la relevancia de este modelo en el desarrollo de programas de entrenamiento destinados a optimizar el gesto técnico del bateo en béisbol.

Los hallazgos de la investigación actual subrayan la crucial relevancia de la implementación de métodos multivariados en el ámbito del entrenamiento deportivo. Los modelos de regresión múltiple han demostrado ser herramientas indispensables para el análisis y la comprensión de las relaciones complejas entre múltiples variables independientes y una variable dependiente en el contexto del rendimiento deportivo. En particular, investigaciones como la de (Han et al., 2022), que utilizaron regresión múltiple para modelar el rendimiento en deportes de equipo, demuestran cómo estos modelos permiten una exploración más profunda y exhaustiva de los factores que influyen en el desempeño de los atletas. Esta metodología no solo puede identificar relaciones lineales entre las variables, sino también capturar interacciones no lineales y relaciones complejas que no serían evidentes mediante enfoques univariados. De acuerdo con lo expuesto (López Araujo et al., 2024), por el uso de modelos multivariados y video análisis es particularmente útil cuando se trata de optimizar programas de entrenamiento que involucren múltiples aspectos del rendimiento físico y técnico.

Además, la aplicación de la regresión múltiple en el contexto deportivo ofrece la ventaja de poder controlar y ajustar múltiples factores simultáneamente, lo que permite una evaluación más precisa de la contribución relativa de cada variable independiente al resultado final. Este enfoque se vuelve esencial cuando se busca mejorar aspectos técnicos como el bateo en béisbol, tal como se señala (Sánchez et al.,

2022; Meza Sánchez et al., 2024), sobre personalización del entrenamiento y ajustar modelos para considerar variables como la fuerza, la velocidad y la técnica en los atletas, es posible diseñar programas de entrenamiento más eficientes y específicos que maximizan el rendimiento sin sobrecargar a los deportistas con enfoques unidimensionales.

Es importante señalar que, a pesar de las diferencias en las variables explicativas, el presente estudio con-tribuye significativamente al cuerpo de conocimientos, al proporcionar una perspectiva adicional sobre la relación entre las variables seleccionadas y la energía cinética de la pelota golpeada en el béisbol. Este enfoque no solo contribuye a optimizar la comprensión de los factores que influyen en el rendimiento, sino que también proporciona una base para el diseño de programas de entrenamiento específicos para mejorar la técnica del bateo en el béisbol.

Conclusiones

El análisis de las diferencias en variables antropométricas y de goniometría articular según la posición de juego resalta la importancia de considerar las características físicas y técnicas de los atletas en relación con su rol en el campo, enfatizando el papel crucial de esta posición en la determinación de las características individuales. El uso de modelos de regresión múltiple en el entrenamiento deportivo subraya la necesidad de evaluar minuciosamente las complejas relaciones entre múltiples variables y su impacto en el rendimiento, permitiendo una comprensión más profunda de los factores que influyen en el éxito deportivo. Las mejoras en la técnica de bateo pueden aumentar significativamente el rendimiento global del jugador. La información obtenida mediante goniometría puede describir la evolución de la movilidad y su correlación con el rendimiento deportivo.

Este estudio establece una base para futuras investigaciones centradas en comprender el desempeño atlético y desarrollar programas de entrenamiento personalizados, mejorando así los enfoques de individualización del entrenamiento.

Referencias

- Ávila, Rafael M., Freyre Vázquez, Francisco, & Wilson William, Luis. (2023). La velocidad de salida del swing, en jugadoras del equipo de béisbol de Holguín. *Ciencia y Deporte*, 8(3), 459-474. Epub 11 de sep-tiembre de 2023. <https://dx.doi.org/10.34982/2223.1773.2023.v8.no3.011>
- Baker, J., Newton, R. U., & Jones, R. (2015). Anthropometric and physical performance characteristics of elite professional baseball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(9), 2497-2507. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000952>.
- Caine, D. J., & Caine, C. G. (2017). Injuries in youth baseball. *Injury Epidemiology*, 4(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s40621-017-0103-1>.
- Cronin J, Lawton T, Harris N, Kilding A, McMaster DT. A Brief Review of Handgrip Strength and Sport Performance. *J Strength Cond Res*. 2017 Nov;31(11):3187-3217. doi: 10.1519/JSC.0000000000002149. PMID: 28820854.
- Cross, J. A., Higgins, A. W., Dziuk, C. C., Harris, G. F., & Raasch, W. G. (2022). Relationships Among Shoulder Rotational Strength, Range of Motion, Pitching Kinetics, and Pitch Velocity in Collegiate Baseball Pitchers. *Journal of Strength and Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004246>.
- Crotin R, Ramsey D. Grip Strength Measurement in Baseball Pitchers: A Clinical Examination to Indicate Stride Length Inefficiency. *Int J Sports Phys Ther*. 2021 Oct 1;16(5):1330-1337. doi: 10.26603/001c.28086. PMID: 34631254; PMCID: PMC8486408.
- Duarte Arciniegas, Y., Guzmán Manchego, L. C., & Gómez Castaño, C. A. (2019). Programa de entrenamiento para desarrollar las capacidades físicas condicionales en beisbolistas de 12 a 16 años del club los inquietos de la ciudad de Sincelejo 2019 (Trabajo de grado). Corporación Universitaria del Caribe.
- Espriella, J. C., Ángel, O. R. D., Alemán, D. R. C., Mendoza, D. O. L., & Rodríguez, K. T. G. (2021). Medición de fuerza manual mediante dinamometría isométrica como indicador de salud en trabajadores de la Región Madero. *Ergonomía, Investigación y Desarrollo*, 3(1). <https://doi.org/10.29393/EID3-2EVEG100012>.



- Faulkner, J. A. (1968). Physiology of swimming and diving. In: H. B. Falls (ed), Exercise Physiology (pp.415-446). Academic Press.
- Han, Y.; Kim, J.; Ng, H.K.T.; Kim, S.W. Logistic Regression Model for a Bivariate Binomial Distribution with Applications in Baseball Data Analysis. *Entropy* 2022, 24, 1138. <https://dx.doi.org/10.3390/e24081138>.
- Haruna, R., Doi, T., Habu, D., Yasumoto, S., & Hongu, N. (2023). Strength and Conditioning Programs to Increase Bat Swing Velocity for Collegiate Baseball Players. *Sports*, 11(10), 202. <https://doi.org/10.3390/sports11100202>.
- Hashimoto, Jason; La Salle, D. Taylor; Takata, Avery; Aguinaldo, Arnel; and Wasserberger, Kyle (2023) "energy flow and ground reaction force predictors of bat swing speed during pitched ball batting in professional baseball players," ISBS Proceedings Archive: Vol. 41: Iss. 1, Article 45. Available at: <https://commons.nmu.edu/isbs/vol41/iss1/45>.
- Hamano N, Shitara H, Tajika T, et al. Relationship Between Upper Limb Injuries and Hip Range of Motion in Elementary and Junior High School Baseball Players. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2021;9(2). doi:10.1177/2325967120970916.
- Higuchi, T., Tanaka, Y., Kanazawa, Y., Matsuo, M., & Yokoyama, S. (2022). The relationship between scapular position and glenohumeral rotational range of motion in high school baseball players. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 31(12), 2611-2619. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2022.05.023>.
- Hoffman JR, Vazquez J, Pichardo N, Tenenbaum G. Anthropometric and performance comparisons in professional baseball players. *J Strength Cond Res*. 2009 Nov;23(8):2173-8. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181bcd5fe. PMID: 19826310.
- Kato, K., Otoshi, K., Tominaga, R., Kaga, T., Igari, T., Sato, R., & Konno, S. (2022). Influences of limited flexibility of the lower extremities and occurrence of low back pain in adolescent baseball players: A prospective co-hort study. *Journal of Orthopaedic Science*, 27(2), 355-359. <https://doi.org/10.1016/j.jos.2021.01.008>.
- Lopez Araujo, L., Tolano Fierros, E. J., & Toledo Domínguez, I. de J. (2024). Análisis por videografía 2D de la técnica de pitcheo de la categoría 13-16 años de la academia de béisbol de Itson (Analysis by 2D videography of the pitching technique of the 13-16 years category of the Itson baseball academy). *Retos*, 51, 488-494. <https://doi.org/10.47197/retos.v51.98994>.
- Marín, A. E. A. (2022). Análisis del rendimiento, habilidades y medidas antropométricas en jugadores de Béisbol. *Ciencia y Educación - Revista Científica*, 3(8), 46-57. <https://www.cienciayeducacion.com/index.php/journal/article/view/155>.
- Martin AD, Drinkwater DT. Variability in the measures of body fat. Assumptions or technique? *Sports Med*. 1991 May;11(5):277-88. doi: 10.2165/00007256-199111050-00001. PMID: 2068434.
- Mesa Sánchez, L., Aguilera Ramírez, B., & Hernández Gallardo, D. (2024). Incidencia del entrenamiento en la composición corporal en los jugadores de béisbol durante la pre-temporada (Incidence of the training in the corporal composition in the baseball players during the pretemporada). *Retos*, 54, 667-675. <https://doi.org/10.47197/retos.v54.1013>.
- Montenegro Barreto, J., Vidal-Espinoza, R., Gomez Campos, R., De Arruda, M., Urzua Alul, L., Sulla-Torres, J., Cossio-Bolaños, M., & Mendez-Cornejo, J. (2021). Relationship between muscular fitness and bone health in young baseball players. *European Journal of Translational Myology*. <https://doi.org/10.4081/ejtm.2021.9642>.
- Nakata, H., Miura, A., Yoshie, M., & Kudo, K. (2012). Differences in the head movement during baseball batting between skilled players and novices. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2632-2640. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182429c38>.
- Norkin C.C., & White D. (2016), Measurement of Joint Motion: A Guide to Goniometry, 5e. McGraw-Hill Education. <https://fadavispt.mhmedical.com/content.aspx?bookid=2124§ionid=158980149>
- Padilla, J. R. (2017). Perfil de proporcionalidad corporal en jugadores de béisbol juvenil. *Revista Iberoamericana De Ciencias De La Actividad Física Y El Deporte*, 6(2), 46-57. <https://doi.org/10.24310/riccafd.2017.v6i2.3782>.
- Papadakis, Zacharias & Padgett, R. Noah & Stamatis, Andreas & Karasch, Richard. (2021). Baseball performance via the lens of anthropometric testing, fitness metrics, and statistics: a longitudinal cross-sectional study. *Current Orthopaedic Practice*. Publish Ahead of Print. 10.1097/BCO.0000000000000962.



- Paul RW, Sirch FR, Vata A, Zhu E, Alberta FG, Erickson BJ, Thomas SJ. Chronic Adaptations of the Shoulder in Baseball Pitchers: A Systematic Review. *Am J Sports Med.* 2025 Mar 3;3635465251317202. doi: 10.1177/03635465251317202. Epub ahead of print. PMID: 40029165.
- Pi-Rusiñol, R., Sanz-de La Garza, M., Grazioli, G., García, M., Sitges, M., & Drobnic, F. (2022). Pre-participation medical evaluation in competitive athletes: the experience of an international multisport club. *Apunts Sports Medicine*, 57(213), 100369. <https://doi.org/10.1016/j.apunsm.2021.100369>.
- Poblete-Valderrama, F., Martín Rodríguez, A., Del Val Martín, P., Pavez-Adasme, G., Contreras Olivares, M., Lagos Uribe, C., & Gallardo-Rodríguez, R. (2024). Estrategia didáctica de enseñanza en béisbol para la superación profesional de entrenadores de lanzamiento Sub-12 (Didactic baseball teaching strategy for the professional improvement of Sub-12 pitching coaches). *Retos*, 61, 455–465. <https://doi.org/10.47197/retos.v61.108774>.
- Polit, D. F., & Hungler, B. P. (2005). *Investigación científica en ciencias de la salud* (6a ed). McGraw Hill.
- Ramón, J., Cruz, A., & Dolores, M. (2010). Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del Grupo Español de Cineantropometría de la Federación Española de Medicina del Deporte. *Archivos de Medicina del Deporte*, 26(31), 166-179. <https://femede.es/documentos/ConsensoCine131.pdf>.
- Robb AJ, Fleisig G, Wilk K, Macrina L, Bolt B, Pajaczkowski J. (2010). Passive Ranges of Motion of the Hips and Their Relationship with Pitching Biomechanics and Ball Velocity in Professional Baseball Pitchers. *The American Journal of Sports Medicine*. 38(12):2487-2493. doi:10.1177/0363546510375535.
- Rocha, M. S. L. (1975). Peso osseo do brasileiro de ambos os sexos de 17 a 25 años. *Arquivos de Anatomía e Antropología*, 1, 445-451.
- Sánchez pucho, e., Córdoba Camacho, j. h., & Martínez Movilla, d. j. (2022). características cineantropométricas del béisbol universitario. *revista educación física, deporte y salud*, 4(8), 108–122. [HTTPS://DOI.ORG/10.15648/REDFIDS.8.2021.3212](https://doi.org/10.15648/REDFIDS.8.2021.3212).
- Soto Valero, C., & González Castellanos, M. (2015). Sabermetría y nuevas tendencias en el análisis estadístico del juego de béisbol (Sabermetrics and new trends in statistical analysis of baseball). *Retos*, 28, 122–127. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i28.34826>
- Taboadela, C. (2007). Goniometría. Una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales. *Asociart ART*. <https://www.udocz.com/apuntes/69744/libro-de-goniometria-claudio-h-taboadela>.
- Tremblay M, Tétreau C, Corbin-Berrigan LA, Descarreaux M. Anthropometrics, Athletic Abilities and Perceptual-Cognitive Skills Associated With Baseball Pitching Velocity in Young Athletes Aged Between 10 and 22 Years Old. *Front Sports Act Living*. 2022 Mar 29;4:822454. doi: 10.3389/fspor.2022.822454. PMID: 35425896; PMCID: PMC9002307.
- Villaquiran-Hurtado A, Molano-Tobar NJ, Portilla-Dorado E, Tello A. Flexibilidad, equilibrio dinámico y estabilidad del core para la prevención de lesiones en deportistas universitarios. *Univ. Salud*. 2020;22(2):148-156. DOI: <https://doi.org/10.22267/rus.202202.186>.
- Vilà Baños, R., Torrado Fonseca, M., y Reguant Álvarez, M. (2019). Análisis de regresión lineal múltiple con SPSS: un ejemplo práctico. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 12(2), 1–10. <http://doi.org/10.1344/reire2019.12.222704>.
- Yuhasz, M. S. (1977). *Physical Fitness Manual*. University of Western Ontario. <https://books.google.com.co/books?id=oPgMtwAACAAJ>

Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Ronald Luna Paternina
 Carolin Naty Avalos Ardila
 Enoc Valentín González Palacio
 Carlos Alberto Agudelo Velásquez

Ronald.luna@udea.edu.co
 Carolin.avalos@udea.edu.co
 enoc.gonzalez@udea.edu.co
 carlosa.agudelo@udea.edu.co

Autor/a
 Autor/a
 Autor/a
 Autor/a

