

Volumen 11 número 2; 2026

Ciencia y Deporte



Estudio biomecánico del place kick en el rugby y sus implicaciones en el gesto técnico

[Biomechanical study of the place kicks in rugby and its implications on the technical gesture]

[Estudo biomecânico do chute colocado no rugby e suas implicações no gesto técnico]

Rodrigo Arturo García Ramírez^{1*}



, Diomedes Augusto García Hilaes¹



¹Universidad San Ignacio de Loyola. Lima, Peru.

*Autor para la correspondencia: rodrigo.garcia@usil.pe

Recibido: 08/05/2026

Aceptado: 12/06/2026

RESUMEN

Introducción: el place kick es determinante en el rugby de alto rendimiento, supone entre una cuarta parte y la mitad de la puntuación total de un equipo. Sin embargo, aún no se comprende cómo se combinan las variables biomecánicas para definir la efectividad de los pateadores.

Objetivo: analizar la influencia de las variables biomecánicas de la técnica del place kick en rugby y su relación con la efectividad de la patada en jugadores de alto rendimiento.

Materiales y métodos: estudio descriptivo transversal con 30 jugadores de la liga metropolitana de rugby. El gesto técnico se registró con cámaras de alta velocidad (60

fps) y se analizó con el software Kinovea. Se emplearon estadísticos descriptivos, correlaciones de Spearman, pruebas no paramétricas (Mann-Whitney U, Kruskal-Wallis) y un modelo de regresión logística con regularización LASSO.

Resultados: el 66.7% de las patadas fueron exitosas. La talla presentó la correlación más fuerte con la velocidad máxima del balón ($\rho=0.556$) y diferencias significativas entre patadas exitosas y fallidas ($p=0.033$). La velocidad de aproximación se correlacionó inversamente con el ángulo de salida del balón ($\rho=-0.472$). El modelo LASSO identificó la talla, la distancia del pie de apoyo y un menor ángulo de flexión del tobillo en el impacto como predictores del éxito.

Conclusiones: la talla ofrece una ventaja biomecánica, pero el éxito depende de la coordinación técnica, especialmente del control del tobillo y la distancia de apoyo. Se recomienda individualizar el entrenamiento según la posición de juego.

Palabras clave: place kick, biomecánica rugby, efectividad, técnica.

ABSTRACT

Introduction: The place kick is a decisive factor in high-performance rugby, accounting for between one-quarter and one-half of a team's total score. However, how biomechanical variables combine to determine kickers' effectiveness is not yet fully understood.

Objective: To analyze the influence of biomechanical variables of the place kick technique in rugby and their relationship with kicking effectiveness in high-performance players.

Materials and methods: A descriptive cross-sectional study was conducted with 30 players from the metropolitan rugby league. The technical gesture was recorded using high-speed cameras (60 fps) and analyzed with Kinovea software. Descriptive statistics, Spearman correlations, non-parametric tests (Mann-Whitney U, Kruskal-Wallis), and a logistic regression model with LASSO regularization were employed.

Results: A total of 66.7% of the kicks were successful. Height showed the strongest correlation with maximum ball velocity ($\rho=0.556$) and significant differences between

successful and missed kicks ($p=0.033$). Approach speed was inversely correlated with the ball's launch angle ($\rho=-0.472$). The LASSO model identified height, the distance of the supporting foot, and a smaller ankle flexion angle at impact as predictors of success. Conclusions: Height offers a biomechanical advantage, but success depends on technical coordination, especially ankle control and supporting foot distance. Training individualization based on playing position is recommended.

Keywords: place kick, rugby biomechanics, effectiveness, technique.

RESUMO

Introdução: O place kick é determinante no rugby de alto rendimento, representando entre um quarto e metade da pontuação total de uma equipe. No entanto, ainda não se compreende como as variáveis biomecânicas se combinam para definir a efetividade dos chutadores.

Objetivo: Analisar a influência das variáveis biomecânicas da técnica do place kick no rugby e sua relação com a efetividade do chute em jogadores de alto rendimento.

Materiais e métodos: Estudo descritivo transversal com 30 jogadores da liga metropolitana de rugby. O gesto técnico foi registrado com câmeras de alta velocidade (60 fps) e analisado com o software Kinovea. Foram empregados estatísticos descritivos, correlações de Spearman, testes não paramétricos (Mann-Whitney U, Kruskal-Wallis) e um modelo de regressão logística com regularização LASSO.

Resultados: 66,7% dos chutes foram bem-sucedidos. A estatura apresentou a correlação mais forte com a velocidade máxima da bola ($\rho=0,556$) e diferenças significativas entre chutes bem-sucedidos e falhos ($p=0,033$). A velocidade de aproximação correlacionou-se inversamente com o ângulo de saída da bola ($\rho=-0,472$). O modelo LASSO identificou a estatura, a distância do pé de apoio e um menor ângulo de flexão do tornozelo no impacto como preditores de sucesso.

Conclusões: A estatura oferece uma vantagem biomecânica, mas o sucesso depende da coordenação técnica, especialmente do controle do tornozelo e da distância de apoio. Recomenda-se individualizar o treinamento conforme a posição de jogo.

Palavras-chave: place kick, biomecânica rugby, efetividade, técnica.

INTRODUCCIÓN

El término place kick es utilizado para referirse a las patadas a balón parado en el rugby, estos sirven para sumar puntos a través de conversiones y penales, su aporte ronda entre un cuarto y la mitad de los puntos en el alto rendimiento, por lo que la tasa de éxito impacta directamente en las estrategias del juego y el resultado final. (Jones *et al.*, 2024; Pocock *et al.*, 2020). Hay estudios que nos dicen que la tasa de éxito se acerca hasta un 60% (Jones *et al.*, 2024).

Por otro lado, hay un peligro potencial de lesionarse durante la ejecución, la zona pélvica y el miembro inferior son los más afectados (Lazarczuk *et al.*, 2020).

Estudios señalan que cómo se para y mueve el jugador afecta el equilibrio y la precisión de la patada (Aedo-Muñoz *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2023; Yao, 2023; Belete *et al.*, 2024). Por ello se debe prestar más atención a la técnica, para crear entrenamientos con el objetivo de reducir lesiones y mejorar la efectividad de la patada.

A lo largo de los años se han usado diferentes parámetros para medir el rendimiento en el rugby. Aun así, se pasa por alto el gesto técnico (Colomer *et al.*, 2020). Sin embargo, lograr una buena patada depende del movimiento, el entorno y el estado del jugador (Pocock *et al.*, 2020; Pocock *et al.*, 2021). También se menciona que el posicionamiento es más importante que la fuerza para lograr una buena patada, (Atack *et al.*, 2021; Stalin *et al.*, 2022). Asimismo, se ha observado que la orientación del balón modifica la cinemática del impacto pie-balón, aunque por sí sola no predice el resultado del tiro (Jones *et al.*, 2022).

Por otro lado, se conoce del rol del tronco y su coordinación en las patadas, existe una colaboración de las rotaciones para el aumento de la velocidad de salida del balón, algo no muy visto en muchos manuales de entrenamiento (Chen *et al.*, 2024). Estos antecedentes sitúan al análisis biomecánico como un conector entre la comprensión del

gesto y el diseño de entrenamientos (Pocock *et al.*, 2020; Pocock *et al.*, 2021; Augustus *et al.*, 2024).

A pesar de que la evidencia identifica variables importantes de la técnica, así como su efecto en la eficacia y su carga lesiva (Atack *et al.*, 2021; Jones *et al.*, 2022; Jones *et al.*, 2024; Lazarczuk *et al.*, 2020; Pocock *et al.*, 2020; Pocock *et al.*, 2021), se desconoce en qué medida ni como estas variables se relacionan con la efectividad de los pateadores de rugby.

Por esto, la pregunta de investigación que guía este trabajo es:

¿Cómo influyen las variables biomecánicas de la técnica del place kick en rugby en la efectividad de pateadores de alto rendimiento?

Hasta donde permite la literatura consultada, esta pregunta no ha sido respondida de forma integrada y específica para el place kick en rugby.

Dicho así, el objetivo del presente estudio es analizar la influencia biomecánica de la técnica del place kick en rugby y su relación con la efectividad de la patada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño

Para abordar esta temática, se realizó un estudio descriptivo transversal con enfoque correlacional. Se usaron métodos matemáticos, empíricos y estadísticos. La muestra estuvo conformada por jugadores de la liga metropolitana de rugby.

Participantes:

Se seleccionaron de forma no probabilística por conveniencia a 30 deportistas, todos hombres con una edad promedio de 25 ± 2.49 años edad. La participación fue de deportistas mayores de 18 años al momento del estudio, manifestaron voluntariamente

la ausencia de problemas físicos o motores que afecten su rendimiento y que estén activos en la liga metropolitana de rugby. Se excluyeron los deportistas que presentaron alguna lesión en las últimas cuatro semanas previas que pudiera condicionar los resultados.

Procedimiento e instrumentos

La recolección de datos se hizo en el campo de rugby del complejo deportivo Villa María del Triunfo, ubicado en el distrito de Villa María del triunfo, Lima, Perú. Las pruebas se realizaron entre las 8:00 y 10:00 de la mañana, en un solo día. En total participaron 30 deportistas.

Previo al inicio de las evaluaciones, se instaló el equipo necesario para el registro del gesto técnico de la patada. Se utilizaron dos cámaras marca Canon 80D con lente EF-S 10-22 mm ultrasonic, resolución de 1920 × 1080 píxeles y frecuencia de 60 fps. Se ubicaron ambas en el plano sagital, una dispuesta a la ejecución técnica y la otra con la trayectoria del balón. Los datos personales de cada jugador se recolectaron mediante una ficha de registro. Para evaluar el peso se utilizó una balanza digital Tanita, modelo Innerscan ProRD-545HR precisión de 0.1/ kg y para la talla se usó un tallímetro portátil marca SECA 213 con una precisión de 0.1 cm.

Posteriormente, se realizó una activación específica de 10 minutos, esto con el fin de preparar al deportista para la ejecución de la patada. Una vez finalizado, se colocaron marcadores en los siguientes puntos anatómicos del pie ejecutor: acromion, trocánter, cóndilo lateral del fémur, maléolo lateral y falange proximal del quinto dedo del pie. En el pie de apoyo se marcó el maléolo medial.

Una vez preparados, se solicitó al jugador ubicar el balón sobre el tee de acuerdo con su comodidad, el tee se mantuvo en una posición fija durante toda la evaluación. El deportista tomó su distancia de retroceso y se midió la distancia entre el pie de apoyo y el balón. La ejecución del disparo se realizó tras un conteo de uno a tres.

Para el análisis biomecánico se utilizó el software Kinovea versión 0.9.5, la base de datos se armó en una hoja de cálculo Excel y para los datos estadísticos se utilizó el software libre R versión 4.4.1. Se aplicaron estadísticos descriptivos (media, desviación estándar, rango, IC 95%, frecuencias), junto con las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene. El análisis inferencial incluyó correlaciones de Spearman (ρ) con r^2 y comparaciones no paramétricas mediante Mann-Whitney U y Kruskal-Wallis H, con tamaños del efecto correspondientes. Además, se empleó regresión logística binaria con regularización LASSO (L1), validada con 5-fold y leave-one-out, reportando accuracy, AUC-ROC, sensibilidad, especificidad y odds ratios, con $\alpha = 0.05$.

RESULTADOS

Se analizaron 30 jugadores de rugby de la liga metropolitana, las características descriptivas para la variables antropométricas y variables angulares y de rendimiento se muestran en las Tabla 1 y 2.

Tabla 1. - Estadísticas descriptivas de variables antropométricas

Variable	N	M	DE	Mín	Máx	IC 95%
Edad (años)	30	25.3	2.49	20.0	28.0	[24.37, 26.23]
Peso (kg)	30	78.5	5.44	71.0	88.0	[76.47, 80.53]
Talla (cm)	30	172.1	5.33	165.0	180.0	[170.11, 174.09]
Experiencia (años)	30	7.7	2.37	3.0	10.0	[6.82, 8.58]
Distancia pie de apoyo (m)	30	3.58	0.88	2.35	5.5	[3.25, 3.91]
Velocidad aproximación (m/s)	30	7.19	1.49	5.03	10.88	[6.63, 7.75]

Nota. M = Media; DE = Desviación Estándar; Mín = Valor Mínimo; Máx = Valor Máximo; IC 95% = Intervalo de Confianza del 95% para la media.

Tabla 2. - Estadísticas descriptivas de variables angulares y de rendimiento

Variable	N	M	DE	Mín	Máx	IC 95%
Ángulo ext. cadera contramov. (°)	30	24.11	2.28	19.2	27.3	[23.26, 24.96]
Ángulo flex. rodilla contramov. (°)	30	97.4	6.41	83.0	109.1	[95.0, 99.79]
Ángulo flex. tobillo contramov. (°)	30	22.81	1.65	20.0	26.1	[22.19, 23.42]
Ángulo flex. cadera impacto (°)	30	26.06	6.0	12.1	38.0	[23.82, 28.3]
Ángulo flex. rodilla impacto (°)	30	26.49	5.08	18.45	35.0	[24.59, 28.38]
Ángulo flex. tobillo impacto (°)	30	21.77	1.41	19.9	24.0	[21.25, 22.3]
Velocidad máx. pie impacto (m/s)	30	15.5	3.54	4.3	22.85	[14.17, 16.82]
Ángulo salida balón (°)	30	36.9	4.39	25.2	47.0	[35.26, 38.54]
Velocidad máx. balón (m/s)	30	21.92	2.36	17.13	25.38	[21.03, 22.8]

Nota. M = Media; DE = Desviación Estándar; Mín = Valor Mínimo; Máx = Valor Máximo; IC 95% = Intervalo de Confianza del 95% para la media.

En cuanto a las variables categóricas, el 66.7% de las ejecuciones fueron exitosas (20 de 30 intentos), reflejando eficacia moderada. El 90% ejecutó con pie derecho. Las posiciones más representadas fueron medio scrum y apertura (30% cada una), seguidas de centro (20%), 3ª línea y fullback (10% cada una), como se observa en la Tabla 3.

Tabla 3. - Distribución de variables categóricas

Variable	n	%
Posición de juego		
Medio Scrum	9	30
Apertura	9	30
Centro	6	20
3º línea	3	10
Fullback	3	10
Pie ejecutor		
Derecho	27	90
Izquierdo	3	10
Resultados del kick		
Goal	20	66.7
No goal	10	33.3

Nota. N total = 30. Los porcentajes representan la proporción de la muestra total para cada categoría.

Para el análisis correlacional, se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman (ρ) con $\alpha = 0.05$. Se identificaron cuatro correlaciones significativas con tamaños del efecto moderados a grandes (Tabla 4).

Tabla 4. - Correlaciones significativas entre variables biomecánicas y rendimiento

Variable predictora	Outcome	P	p-valor	r^2	% Var.
Talla (cm)	Velocidad máx. balón (m/s)	0.556	0.001	0.309	30.9%
Edad (años)	Velocidad máx. balón (m/s)	0.522	0.003	0.272	27.2%
Velocidad aproximación (m/s)	Ángulo salida balón (°)	- 0.472	0.009	0.223	22.3%
Ángulo ext. cadera contramov. (°)	Velocidad máx. balón (m/s)	- 0.435	0.016	0.189	18.9%

Nota. ρ = Coeficiente de Spearman; r^2 = Varianza explicada. Magnitudes según Cohen (1988): moderado (9-25%), grande (> 25%).

La talla surge como el predictor más fuerte de velocidad del balón (30.9% varianza), seguida por edad (27.2%), sugiriendo ventajas biomecánicas de extremidades largas y maduración técnica. La velocidad de aproximación se asocia inversamente con ángulo de salida (22.3% varianza), indicando trade-off entre potencia y control de trayectoria. El ángulo de extensión de cadera en contramovimiento muestra relación inversa con velocidad del balón (18.9% varianza), sugiriendo que posturas más erguidas optimizan la transferencia energética, como sale en la Tabla 4.

Para la comparación entre grupos se utilizaron pruebas no paramétricas: Mann-Whitney U para dos grupos y Kruskal-Wallis para múltiples grupos ($\alpha = 0.05$) que se presentan en las Tablas 5 y 6.

Tabla 5. - Comparación goal vs. no goal (Mann-Whitney U).

Variable	Mdn goal	Mdn no goal	U	p	r
Talla (cm)	175.0	168.5	148.0	0.033	0.389

Nota. Solo la talla mostró diferencias significativas. El efecto moderado ($r = 0.389$) indica que la talla explica aproximadamente el 15% de la variabilidad en el éxito. Ninguna variable técnica mostró diferencias significativas.

Tabla 6. - Variables con diferencias significativas entre posiciones de juego (Kruskal-Wallis).

Variable	H	p-valor	η^2	Magnitud
Peso (kg)	13.454	0.0093	0.378	Grande
Talla (cm)	22.233	0.0002	0.729	Grande
Experiencia (años)	17.513	0.0015	0.541	Grande
Velocidad aproximación (m/s)	20.891	0.0003	0.676	Grande
Velocidad máx. pie impacto (m/s)	11.457	0.0219	0.298	Grande

Nota. H = Estadístico de Kruskal-Wallis; η^2 = eta cuadrado. Posiciones: Medio scrum ($n=9$), apertura ($n=9$), centro ($n=6$), 3ª línea ($n=3$), fullback ($n=3$). Todas con tamaños del efecto grandes ($\eta^2 > 0.25$).

El análisis de las características físicas muestra variaciones claras según el rol de cada jugador: forwards más pesados, backs más ligeros y altos. Las variables cinemáticas (distancia pie apoyo, velocidad aproximación) y angulares (flexión rodilla) indican que diferentes posiciones desarrollan patrones técnicos adaptativos distintos, por lo que se podría sugerir individualizar el entrenamiento según posición (Tabla 6).

También, se utilizó regresión logística binaria con regularización L1 (LASSO) para identificar predictores del éxito de la patada. La regularización reduce overfitting y realiza selección automática de variables. Se aplicó k-fold cross-validation, dividiendo los datos en 5 grupos iguales para seleccionar el parámetro de regularización óptimo ($C = 0.359$) y leave one-out cross-validation (LOO-CV) para estimar rendimiento real, como señala la Tabla 7.

Tabla 7. - Métricas de rendimiento del modelo LASSO

Métrica	Modelo LASSO	LOO-CV
Accuracy	83.3%	66.7%
AUC-ROC	0.900	—
Sensibilidad	90.0%	80.0%
Especificidad	70.0%	40.0%

Nota. AUC-ROC = Área bajo la curva ROC (>0.80 = bueno). LOO-CV = validación leave-one-out (estimación más realista). La sensibilidad de 80% indica detección correcta de 4 a 5 patadas exitosas.

La Tabla 7 muestra un buen rendimiento en los datos de entrenamiento (accuracy = 83.3%, AUC = 0.900), indicando capacidad discriminatoria entre kicks exitosos y fallidos. Sin embargo, la validación cruzada LOO-CV reveló un rendimiento más modesto (accuracy = 66.7%), evidenciando una sobreestimación en las métricas de entrenamiento debido al tamaño muestral limitado. La sensibilidad de 80% en LOO-CV indica que el modelo detecta correctamente 4 de cada 5 kicks exitosos, mientras que la especificidad de 40% sugiere menor precisión para detectar kicks fallidos. Este patrón es esperado dado el desbalance de clases (67% goal vs 33% no goal) y refleja que el modelo tiende a predecir goal más frecuentemente.

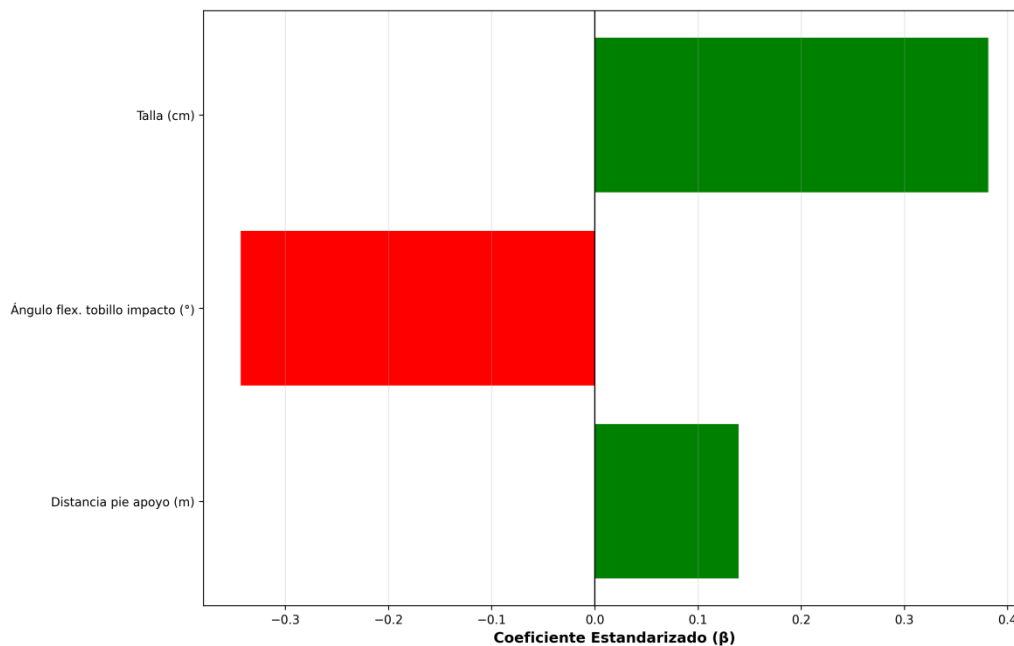


Fig. 1. - Predictores significativos seleccionados por el modelo LASSO

Nota. Magnitudes de los coeficientes estandarizados. Verde = efecto positivo (aumenta probabilidad de goal); rojo = efecto negativo (disminuye probabilidad de goal). Solo se muestran variables con coeficientes no nulos después de regularización LASSO.

En la Figura 1, el modelo LASSO seleccionó 3 de las 13 variables originales, forzando los coeficientes de las restantes 10 exactamente a cero. Esta selección parsimoniosa reduce sobreajuste y facilita interpretación:

1. Talla ($\beta = 0.381$, OR = 1.464): La talla corporal surge como predictor positivo del éxito. Cada aumento de 1 desviación estándar (aproximadamente 5 cm) incrementa las odds de goal en 46%. Biomecánicamente, mayor talla implica extremidades más largas que generan mayor velocidad lineal del pie y momento angular, ambos críticos para la transferencia de energía al balón.
2. Ángulo flexión tobillo en impacto ($\beta = -0.343$, OR = 0.709): Predictor negativo. Mayor flexión del tobillo en el momento de contacto reduce las odds de goal en 29%. Este hallazgo sugiere que un tobillo más extendido (menor ángulo de flexión) en impacto optimiza la rigidez del complejo pie-tobillo, maximizando la

transferencia de momento al balón y minimizando pérdidas energéticas por deformación articular. Clínicamente, esto implica que jugadores deben enfatizar extensión activa del tobillo (flexión plantar) durante el contacto.

3. Distancia pie de apoyo ($\beta = 0.139$, OR = 1.150): Predictor positivo con efecto menor. Mayor distancia del pie de apoyo respecto al balón incrementa odds de goal en 15%. Aunque el efecto es modesto, sugiere que colocar el pie de apoyo más alejado permite mayor rango de movimiento de la extremidad de golpeo, potencialmente incrementando la velocidad del pie al momento del impacto. Sin embargo, distancias excesivas podrían comprometer estabilidad, explicando la magnitud moderada del coeficiente.

Limitaciones metodológicas, debido al tamaño muestral con $n = 30$ y 20 eventos (goal), la ratio eventos-por-variable (EPV) es 1.5 para el modelo inicial de 13 predictores, está muy por debajo del mínimo recomendado de $EPV \geq 10$. Aunque la regularización LASSO mitiga parcialmente este problema reduciendo a 3 predictores ($EPV = 6.7$), el modelo aún está en riesgo de inestabilidad. La validación LOO-CV (accuracy = 66.7%) refleja esta limitación.

Se requiere validación externa con datos independientes para confirmar generalización del modelo a nuevos jugadores. Todos los resultados provienen de validación interna (misma muestra).

La proporción 67% goal vs 33% no goal está moderadamente desbalanceada, lo que explica la mayor sensibilidad (80%) que especificidad (40%) del modelo. Técnicas de re-muestreo (SMOTE, subsampling) podrían mejorar balance, pero requieren muestras más grandes.

DISCUSIÓN

Este estudio analizó cómo ciertos factores biomecánicos del place kick en rugby influyen en su efectividad en jugadores de alto nivel, tomando en cuenta medidas del cuerpo, del movimiento y modelos que anticipan el resultado. En líneas generales, los resultados confirman que el place kick es una habilidad compleja, donde el éxito depende más de cómo se combinan las características del jugador, su forma de moverse y las exigencias técnicas del momento, que de una única variable aislada.

Un hallazgo importante fue que la estatura del jugador está relacionada con la velocidad que alcanza el balón y puede ayudar a predecir si el golpe será exitoso. Desde un punto de vista biomecánico, esto se explica por el principio de que las palancas corporales más largas, como las piernas, permiten generar más velocidad en el pie si la técnica de movimiento es buena (Atack *et al.*, 2021; Velkov, 2021). La fuerza cuenta, pero la estructura corporal y la capacidad para transmitir esa fuerza desde el centro del cuerpo son clave. Es decir, las ventajas físicas por sí solas no bastan; necesitan ir acompañadas de una buena técnica y coordinación (Hébert-Losier *et al.*, 2022). El acierto en el golpeo surge, entonces, de una mezcla específica de varios elementos biomecánicos.

También se observó que, a mayor velocidad de carrera hacia el balón, menor es el ángulo de salida de este. Esto muestra un equilibrio entre buscar potencia y mantener el control de la trayectoria. Una carrera más rápida da más energía al golpeo, pero también puede hacer el movimiento menos preciso y más variable (Atack *et al.*, 2021; Blair *et al.*, 2020). Desde el enfoque de los sistemas dinámicos, esta compensación se interpreta como una adaptación del deportista a las exigencias de la tarea, que lo lleva a elegir distintas soluciones motoras en función de su objetivo y de lo que percibe en el entorno (Pocock *et al.*, 2020).

Por otra parte, la relación inversa que se encontró entre el ángulo de extensión de la cadera y la velocidad del balón indica que hiperextender la cadera puede perjudicar la eficiencia de toda la cadena cinemática. La biomecánica deportiva sostiene que una secuencia coordinada de flexión y extensión transmite mejor la energía que simplemente

buscar la máxima amplitud articular (Roger-Lund *et al.*, 2020; Chen *et al.*, 2024). Esto respalda la idea de que un movimiento más amplio no siempre es más eficaz; lo realmente importante es la sincronización entre los distintos segmentos corporales.

Nuestros hallazgos coinciden solo en parte con los de Atack *et al.* (2021), porque si bien la estatura del jugador tiene cierta influencia, son la forma de aproximarse al balón y los detalles técnicos los que terminan condicionando más el rendimiento, por encima de las características puramente físicas. El modelo LASSO aplicado en este estudio así lo confirmó, al identificar como relevantes variables técnicas como la distancia a la que se coloca el pie de apoyo o el ángulo del tobillo en el instante del golpeo. Esto resalta lo determinante que resulta el control técnico justo antes del impacto. De hecho, investigaciones como la de Jones *et al.* (2022) ya señalaban que los pateadores tienden a mantener patrones técnicos estables para conservar la eficiencia del contacto pie-balón, incluso cuando las condiciones externas varían.

El hecho de que no se encontraran diferencias significativas en la mayoría de los aspectos técnicos entre patadas exitosas y fallidas va en la línea de lo que hallaron Hébert-Losier *et al.* (2022). Esto sugiere que, en esencia, los patrones de movimiento son muy parecidos en ambos casos, y el éxito o el fracaso se define por combinaciones muy sutiles de estos factores. Por lo tanto, acertar no es cuestión de alcanzar un valor ideal en una variable concreta, sino de mantener estable el patrón técnico cuando se ejecuta el gesto en condiciones reales. Esta idea la refuerzan Pocock *et al.* (2021) al estudiar cómo afectan al rendimiento elementos como el cansancio o las expectativas del jugador.

Las diferencias encontradas en las medidas físicas y de movimiento entre jugadores de distintas posiciones (delanteros y tres cuartos) son coherentes con lo que dice la literatura. Unos y otros desarrollan perfiles físicos y técnicos diferentes, lo que los lleva a usar estrategias de movimiento adaptadas según lo que se les exige en el campo (Colomer *et al.*, 2020; Gilham *et al.*, 2024). Esto refuerza la idea de que no se puede aplicar un modelo técnico único para todos. Por lo tanto, el entrenamiento del place kick debería adaptarse a las características de cada puesto y de cada deportista en particular.

Desde un punto de vista mecánico, el hecho de que el ángulo de flexión del tobillo apareciera como un factor que influye negativamente en el éxito podría deberse al papel que juega la rigidez en la transmisión de la fuerza. Cuando el tobillo se mantiene más firme en el instante del golpeo, el contacto suele ser más eficiente y se pierde menos energía (Velkov, 2021; Aedo-Muñoz *et al.*, 2020). Por su parte, el efecto positivo que tiene la distancia a la que se sitúa el pie de apoyo probablemente se deba a que aporta más estabilidad al cuerpo y permite controlar mejor el momento del impacto (Atack *et al.*, 2024; Gilham *et al.*, 2024). A día de hoy, la investigación aún no ha determinado cuáles son los valores ideales para esta distancia.

Es importante mencionar las limitaciones de este estudio. El número de participantes fue reducido, lo que resta potencia a los análisis estadísticos y hace que los modelos predictivos empleados sean menos sólidos. Además, al ser un estudio transversal, no se pueden establecer relaciones de causa y efecto entre las variables biomecánicas analizadas y el acierto en el golpeo. Por otra parte, el análisis en dos dimensiones no permite captar con precisión movimientos más complejos del tronco y la pelvis, algo que sí es posible con estudios tridimensionales (Chen *et al.*, 2024; Augustus *et al.*, 2024). Finalmente, el hecho de que las mediciones se hicieran en un entorno controlado impide replicar las condiciones reales de una competición, donde aspectos como la presión psicológica o el cansancio pueden modificar de forma importante el rendimiento (Pocock *et al.*, 2020; Pocock *et al.*, 2021).

En definitiva, los resultados obtenidos apoyan la idea de que el place kick es una habilidad compleja en la que intervienen factores físicos, técnicos y del entorno. De cara a la práctica, estos hallazgos indican que es más útil centrarse en mejorar la posición del cuerpo, la estabilidad del gesto y la coordinación entre las distintas partes del cuerpo, que en intentar ganar fuerza o aumentar la velocidad de carrera por separado. Las diferencias observadas según la posición de juego refuerzan la necesidad de plantear entrenamientos más personalizados. Por último, las variables técnicas que el modelo LASSO indica a considerar pueden servir de punto de partida para desarrollar herramientas que ayuden a evaluar y hacer seguimiento del rendimiento, las que

tendrán que validarse en estudios futuros con muestras más grandes y en otras situaciones.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos señalan que la estatura juega un papel importante, ya que está relacionada tanto con alcanzar una mayor velocidad del balón como con tener más probabilidades de acertar el golpeo. Esto apunta a una ventaja desde el punto de vista biomecánico, asociada a tener palancas corporales más largas y a una transmisión eficiente de la fuerza. Pero esta ventaja no lo explica todo por sí misma, sino que depende de una buena coordinación técnica.

También se observó que existe un equilibrio entre la velocidad de carrera hacia el balón y el control de la trayectoria: a veces, buscar más potencia puede hacer que se pierda precisión en el ángulo de salida.

En cuanto a la técnica, se vio que aspectos como la distancia a la que se coloca el pie de apoyo y, sobre todo, mantener el tobillo con un ángulo de flexión más cerrado en el momento del impacto, implica tener un tobillo más rígido y ayuda a transmitir mejor la energía al balón, además de aumentar las opciones de éxito. Por el contrario, al comparar patadas que terminaron en gol con las que no, la mayoría de las variables técnicas no mostraron diferencias destacables. Esto viene a reforzar la idea de que acertar depende más de la estabilidad y la coordinación general del movimiento que de alcanzar valores concretos en aspectos aislados.

Por último, se encontraron diferencias claras entre jugadores de distintas posiciones, tanto en sus características físicas como en la forma de ejecutar el gesto. Esto confirma que es necesario adaptar el entrenamiento técnico a cada puesto y a las exigencias específicas que este conlleva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aedo-Muñoz, E., Abarca-Reyes, V., Torres-Moreno, M. J., Bascuñan-Mosqueira, R., Brito, C. J., Miarka, B., Caro-San Juan, J., Sánchez-Ramírez, C., & Poblete-Gálvez, C. (2020). Proposal of a technical model of soccer kicking: A systematic review of kinematic and kinetic variables. *MHSalud*, 17(2), 98-116. <https://dx.doi.org/10.15359/mhs.17-2.6>
- Atack, A., & Augustus, S. (2024). Ball kicking biomechanics. En V. Girginov & S. McErlain-Naylor (Eds.), *Routledge encyclopedia of sport studies*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780367766924-RESS184-1>
- Atack, A. C., & Bezodis, N. (2023). Biomechanical analysis of elite female rugby place kickers. *ISBS Proceedings Archive*, 41(1), Artículo 7. <https://commons.nmu.edu/isbs/vol41/iss1/7>
- Atack, A. C., Trewartha, G., & Bezodis, N. (2024). The energy transferred between lower-body segments by successful and less successful male rugby place kickers. *ISBS Proceedings Archive*, 42(1), Artículo 198. <https://commons.nmu.edu/isbs/vol42/iss1/198>
- Atack, A., Trewartha, G., & Bezodis, N. (2021). The approach towards the ball, rather than the physical characteristics of the kicker, limits accurate rugby place kicking range. *Journal of Sports Sciences*, 40(1), 104-115. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1976494>
- Augustus, S., Hudson, P., & Smith, N. (2024). Multiplanar lumbar, pelvis and kick leg sequencing during soccer instep kicking from different approach angles. *Journal of Biomechanics*, 163, 111920. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2023.111920>
- Belete, A., Yadav, A., Taye, B., & Yirsaw, B. (2024). Relationship of selected kinematic variables with the performance of a goal kick techniques in football goalkeeper. *American Journal of Sports Science*, 12(3), 37-42. <https://doi.org/10.11648/j.ajss.20241203.12>

- Blair, S., Robertson, S., Duthie, G., & Ball, K. (2020). Biomechanics of accurate and inaccurate goal-kicking in Australian football: Group-based analysis. *PLoS ONE*, 15(11), e0241969. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241969>
- Broodryk, R., Moore, L. J., & Kruger, A. (2023). Quiet eye training during the rugby union goal-kick: Practice and transfer effects in low- and high-pressure conditions. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 18(2), 414-426. <https://doi.org/10.1177/17479541221082631>
- Bull, H., Murphy, C., Gilham, J., & Attack, A. C. (2022). Effects of fatigue on rugby place kicking technique and performance. *ISBS Proceedings Archive*, 40(1), Artículo 26. <https://commons.nmu.edu/isbs/vol40/iss1/26>
- Chen, J., Peek, K., Sanders, R., Lee, J., Pang, J., Ekanayake, K., & Fu, A. (2024). The role of upper body motions in stationary ball-kicking motion: A systematic review. *Journal of Science in Sport and Exercise*. <https://doi.org/10.1007/s42978-024-00276-x>
- Colomer, C. M. E., Pyne, D. B., Mooney, M., McKune, A., & Serpell, B. G. (2020). Performance analysis in rugby union: A critical systematic review. *Sports Medicine - Open*, 6*(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0232-x>
- Gilham, J., Attack, A., North, J., & Mahaffey, R. (2024). Differences in rugby place kicking technique and performance between youth and senior players. *ISBS Proceedings Archive*, 42(1), Artículo 109. <https://commons.nmu.edu/isbs/vol42/iss1/109>
- Hébert-Losier, K., Lamb, P., & Beaven, C. M. (2022). Biomechanical determinants of placekicking success in professional Rugby Union players. *Sports Biomechanics*, 21(7), 861-876. <https://doi.org/10.1080/14763141.2020.1728368>
- Jones, S., Nunome, H., Augustus, S., Peacock, J., Ball, K., & Bezodis, N. (2022). Understanding the effects of ball orientation in Rugby Union place kicking: The preferences of international kickers and the kinematics of the foot-ball impact. *Sports Biomechanics*, 24(1), 13-28. <https://doi.org/10.1080/14763141.2022.2159507>

- Jones, S., Scott, G. A., Mara, J. K., Brown, M. R., & Bezodis, N. E. (2024). The importance of place-kicking in women's international Rugby Union. *Journal of Sports Sciences*, 42(14), 1302-1311. <https://doi.org/10.1080/02640414.2024.2363704>
- Lazarczuk, S. L., Love, T. D., Cross, M., Stokes, K., Williams, S., Taylor, A., Fuller, C. W., Brooks, J. H. M., Kemp, S., & Bezodis, N. E. (2020). The epidemiology of kicking injuries in professional Rugby Union: A 15-season prospective study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(11), 2252-2266. <https://doi.org/10.1111/sms.13737>
- Paolini, S., Bazzini, M. C., Rossini, M., De Marco, D., Nuara, A., Presti, P., Ferrari-Toniolo, S., Caminiti, R., Battaglia-Mayer, A., & Fabbri-Destro, M. (2023). Kicking in or kicking out? The role of the individual motor expertise in predicting the outcome of rugby actions. *Frontiers in Psychology*, 14, 1122236. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1122236>
- Pocock, C., Bezodis, N., Davids, K., & North, J. (2021). Effects of manipulating specific individual constraints on performance outcomes, emotions, and movement phase durations in Rugby Union place kicking. *Human Movement Science*, 79, 102848. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2021.102848>
- Pocock, C., Bezodis, N. E., Davids, K., Wadey, R., & North, J. S. (2020). Understanding key constraints and practice design in Rugby Union place kicking: Experiential knowledge of professional kickers and experienced coaches. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 15(5-6), 850-863. <https://doi.org/10.1177/1747954120943073>
- Roger-Lund, E., Preatoni, E., Cockcroft, J., Van den Heever, D., & Venter, R. (2020). Hip-knee coupling in rugby place kicking at three different distances. *ISBS Proceedings Archive*, 38(1), Artículo 96. <https://commons.nmu.edu/isbs/vol38/iss1/96>
- Stalin, A., Toapanta, S., Steeven, I., Gualoto, F., & Cerón, J. C. (2022). Diferencias biomecánicas entre jugadores avanzados y amateur en la ejecución del tiro

libre en fútbol. *Podium. Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 17(2), 728-739. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1996-24522022000200728&lng=es&tlng=es

Velkov, P. (2021). Kicking and its biomechanical characteristics in rugby. *Trakia Journal of Sciences*, 19(Supl. 1), 538-544. <https://doi.org/10.15547/tjs.2021.s.01.135>

Wang, J., Liu, Q., Kim, K., & Wang, Y. (2023). Treinamento de força na estabilidade nos chutes dos jogadores de futebol. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 29, e2022_0586. https://doi.org/10.1590/1517-8692202329012022_0586

Yao, Y. (2023). Aplicação da biomecânica esportiva na análise técnica do chute no taekwondo. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 29, e2022_0379. http://dx.doi.org/10.1590/1517-8692202329012022_0379

Conflicto de intereses:

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores:

Los autores han participado en la redacción del trabajo y análisis de los documentos.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-No Comercial Compartir igual 4.0 Internacional

Copyright (c) 2026 *Rodrigo Arturo García Ramírez, Diomedes Augusto García Hilaes*