

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v8i16.0305>

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA LA PREDICCIÓN DE DISTANCIA DE MARCHA EN FUNCIÓN DE VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS

MULTIPLE LINEAR REGRESSION STATISTICAL ANALYSIS FOR GAIT DISTANCE PREDICTION BASED ON ANTHROPOMETRIC VARIABLES

Pionce-Soledispa Miguel Eduardo ¹

¹ Contraloría General del Estado – Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.
Correo: mpionce@contraloria.gob.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9976-9941>

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo desarrollar un modelo de regresión lineal múltiple para predecir la distancia recorrida en 20 pasos a partir de variables antropométricas básicas en una población funcionalmente sana. Se realizó un estudio observacional transversal con 403 participantes mayores de 18 años sin limitaciones físicas que afectaran la marcha, evaluando edad, peso, estatura y sexo como variables independientes. Se aplicó regresión lineal múltiple con eliminación hacia atrás utilizando el criterio de información de Akaike, comparando modelos con y sin intercepto. El modelo inicial con intercepto mostró limitaciones en su capacidad explicativa, alcanzando un R^2 ajustado de 0.3754, lo que motivó la evaluación de alternativas estructurales. La eliminación del intercepto produjo mejoras dramáticas en la capacidad predictiva, incrementando el R^2 ajustado a 0.9872 y resultando en la ecuación final $Y = 0.8702(\text{Edad}) + 3.4580(\text{Peso}) + 6.3203(\text{Estatura})$. La estatura emergió como el predictor más significativo ($t = 20.929$, $p < 2e-16$), confirmando su importancia biomecánica en el rendimiento locomotor, seguida del peso ($t = 4.835$, $p = 1.9e-06$). Contrariamente a las expectativas, la edad no demostró significancia estadística ($p = 0.277$) en el modelo final. Los resultados confirman la viabilidad de desarrollar herramientas predictivas altamente eficaces basadas en mediciones antropométricas simples, ofreciendo una aproximación práctica y accesible para la evaluación funcional en contextos clínicos y deportivos sin requerir equipamiento especializado costoso.

Palabras clave: biomecánica, capacidad funcional, evaluación locomotora, modelado predictivo, rendimiento físico.

Abstract

This study aimed to develop a multiple linear regression model to predict the distance covered in 20 steps based on basic anthropometric variables in a functionally healthy population. A cross-sectional observational study was conducted with 403 participants over 18 years old without physical limitations affecting gait, evaluating age, weight, height, and sex as independent variables. Multiple linear regression with backward elimination using Akaike information criterion was applied, comparing models with and without intercept. The initial model with intercept showed limitations in its explanatory capacity, achieving an adjusted R^2 of 0.3754, which motivated the evaluation of structural alternatives. Intercept elimination produced dramatic improvements in predictive capacity, increasing the adjusted R^2 to 0.9872 and resulting in the final equation $Y = 0.8702(\text{Age}) + 3.4580(\text{Weight}) + 6.3203(\text{Height})$. Height emerged as the most significant predictor ($t = 20.929$, $p < 2e-16$), confirming its biomechanical importance in locomotor performance, followed by weight ($t = 4.835$, $p = 1.9e-06$). Contrary to expectations, age showed no statistical significance ($p = 0.277$) in the final model. Results confirm the feasibility of developing highly effective predictive tools based on simple anthropometric measurements, offering a practical and accessible approach for functional assessment in clinical and sports contexts without requiring costly specialized equipment.

Keywords: biomechanics, functional capacity, locomotor assessment, predictive modeling, physical performance.

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 12 de mayo de 2025.

Fecha de aceptación: 15 de julio de 2025.

Fecha de publicación: 18 de agosto de 2025.



1. Introducción

Las medidas antropométricas son esenciales para la evaluación del rendimiento físico y la capacidad funcional de los individuos. Diversos estudios han mostrado que características corporales, como el peso, la estatura y el índice de masa corporal (IMC), están relacionadas con el rendimiento físico. Por ejemplo, en un estudio, Valenzuela Contreras et al. identificaron correlaciones significativas entre la composición corporal y los niveles de rendimiento físico en estudiantes universitarios, sugiriendo que estas mediciones pueden ser herramientas clave para predecir capacidades físicas (Valenzuela Contreras et al., 2024).

Además, la evaluación de la marcha, una función motora fundamental, se ha convertido en un indicador crucial tanto en salud pública como en el ámbito deportivo. El monitoreo continuo de los parámetros de la marcha puede brindar información sobre la salud física (Sornoza-Parrales et al., 2025), los riesgos de lesiones y los niveles generales de condición física. La investigación de León et al. apoya la idea de que los

hábitos físicos, influenciados en parte por características antropométricas, son vitales para la salud general de los estudiantes (León et al., 2020). Esto es especialmente relevante en estudiantes universitarios, donde integrar prácticas saludables a través de la actividad física puede impactar positivamente en su calidad de vida y rendimiento académico (Velásquez et al., 2023).

La relación entre las características físicas y el rendimiento se ha vuelto fundamental en el diseño de programas de ejercicio y rehabilitación. Según un estudio realizado por Terrones-Concepción et al., se encontró que ciertos factores sociodemográficos y antropométricos afectan la capacidad de rendimiento físico, y que esta información puede contribuir al diseño de programas específicos que mejoren la eficacia de intervenciones en salud y deporte (Terrones-Concepción et al., 2022). Este enfoque permite a los profesionales personalizar regímenes de entrenamiento y rehabilitación, basándose en las características individuales de los participantes, lo cual es un avance

significativo en las prácticas actuales.

1.1 Importancia de la predicción del rendimiento físico en salud y rehabilitación

La capacidad para predecir el rendimiento físico a partir de variables antropométricas ofrece múltiples ventajas prácticas en diversos contextos, incluyendo la salud clínica, el ámbito deportivo y geriátrico. En el entorno clínico, la evaluación de las medidas antropométricas permite identificar limitaciones en los pacientes y sus potenciales riesgos de salud. Por ejemplo, López-García et al. resaltaron cómo las variables antropométricas como el índice de masa corporal y la composición corporal pueden señalar limitaciones físicas importantes que inciden en un tratamiento efectivo y personalizado (López-García et al., 2024). Esta información no solo es vital para el diagnóstico, sino que también permite monitorizar la progresión de los pacientes en rehabilitación.

En el ámbito deportivo, la predicción del rendimiento físico es clave para la selección de talentos y la

personalización de entrenamientos. Investigaciones realizadas por Hermosilla-Palma et al. han demostrado que las características antropométricas, junto con la composición corporal y los estados de maduración, influyen significativamente en el rendimiento físico de los jóvenes deportistas (Hermosilla Palma et al., 2024). Esta capacidad de análisis permite a los entrenadores no solo identificar a los jóvenes con mayor potencial, sino también diseñar programas de entrenamiento adaptados a las necesidades individuales y características físicas de cada atleta, optimizando así su desarrollo y rendimiento.

En el contexto de la geriatría, la predicción del rendimiento físico a través de estas medidas es crucial para detectar riesgos de caídas y fragilidad en adultos mayores. La literatura científica indica que un bajo rendimiento físico, a menudo asociado con medidas antropométricas desfavorables, puede ser indicativo de un mayor riesgo de caídas; sin embargo, no se encontró en las referencias proporcionadas un análisis que conecta directamente estas

variables antropométricas específicas con el riesgo de caídas (Delgado-Martín et al., 2020). La personalización de los programas de ejercicio y entrenamiento, basada en la evaluación antropométrica, puede contribuir significativamente a mejorar la movilidad y la fuerza en este grupo, reduciendo así el riesgo de accidentes y promoviendo un envejecimiento saludable.

1.2 La regresión lineal múltiple en estudios biomecánicos

La regresión lineal múltiple es una técnica estadística que permite analizar y modelar la relación entre múltiples variables independientes y una variable dependiente. Esta herramienta es particularmente valiosa en los estudios biomecánicos, ya que facilita la comprensión de cómo diferentes factores antropométricos contribuyen al rendimiento físico. En función de su versatilidad, la regresión lineal múltiple no solo se centra en establecer si existe una relación entre las variables, sino que también permite cuantificar la influencia específica de cada una de estas sobre el rendimiento, al proporcionar coeficientes interpretables que reflejan la

magnitud de la relación entre las variables estudiadas.

Los coeficientes derivados del análisis de regresión lineal múltiple proporcionan información detallada sobre la contribución individual de cada variable al rendimiento físico. Por ejemplo, si se considera un modelo que incluye medidas como la altura, el peso y la edad como variables independientes, los coeficientes permitirán determinar cuál de estas variables tiene un mayor impacto en la capacidad de marcha o en otros indicadores de rendimiento físico. Este enfoque no solo permite un análisis descriptivo, sino que también guía a los profesionales en la identificación de las características que deben ser priorizadas en programas de entrenamiento y rehabilitación, optimizando así los resultados para cada individuo.

Además, la interpretación de los resultados obtenidos mediante regresión lineal múltiple es fundamental en la investigación en biomecánica, ya que ofrece un marco analítico robusto para validar hipótesis sobre el rendimiento físico. La capacidad para descomponer el rendimiento físico en sus

componentes más relevantes permite a los investigadores y clínicos ajustar sus intervenciones basándose en datos específicos y evidencias cuantitativas. Por lo tanto, el uso de esta técnica es esencial no solo para entender cómo diferentes medidas antropométricas afectan el rendimiento, sino también para desarrollar estrategias de intervención eficaces en salud y deporte.

1.3 Justificación, objetivo e hipótesis del estudio

A pesar de la extensa literatura existente sobre factores que influyen en el rendimiento de la marcha, existe una necesidad de desarrollar modelos predictivos específicos y validados que permitan estimar la distancia de desplazamiento basándose en características antropométricas básicas. La mayoría de los estudios previos se han enfocado en poblaciones específicas o han utilizado medidas complejas de análisis de la marcha que requieren equipamiento especializado y costoso. En este contexto, el presente estudio propone una aproximación práctica y accesible, utilizando una prueba

simple de 20 pasos como indicador de rendimiento locomotor y variables antropométricas fácilmente medibles en cualquier entorno clínico o deportivo. Esta aproximación metodológica busca generar conocimiento aplicable que pueda ser implementado de manera eficiente en diferentes contextos profesionales, contribuyendo así a la evaluación y comprensión del rendimiento físico humano.

El objetivo general del estudio consiste en construir un modelo de regresión lineal múltiple que permita predecir la distancia recorrida en 20 pasos a partir de variables antropométricas (edad, peso, estatura y sexo) en una muestra de individuos. Se plantea como hipótesis principal que existe una relación estadísticamente significativa entre las variables antropométricas (edad, peso, estatura y sexo) y la distancia recorrida en 20 pasos, siendo posible desarrollar un modelo de regresión lineal múltiple con capacidad predictiva adecuada. Específicamente, se hipotetiza que la estatura constituirá el predictor más fuerte debido a su relación directa con la longitud de zancada,

mientras que el peso y la edad mostrarán asociaciones variables dependiendo de la composición corporal y el estado físico de los participantes. Esta hipótesis se fundamenta en el conocimiento biomecánico actual que establece una relación proporcional entre las dimensiones corporales y los parámetros espaciales de la marcha, particularmente la longitud de zancada como determinante principal de la distancia cubierta en un número fijo de pasos.

2. Materiales y métodos

Se llevó a cabo un estudio observacional de tipo transversal con enfoque analítico, orientado al desarrollo de un modelo predictivo mediante regresión lineal múltiple (Carvajal Rivadeneira et al., 2023). El diseño permitió evaluar simultáneamente las variables antropométricas y de rendimiento físico en un momento específico, estableciendo relaciones estadísticas entre las características individuales de los participantes y su desempeño en una prueba estandarizada de marcha. La muestra final estuvo constituida por

403 participantes seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, procurando incluir individuos con diversidad en las características antropométricas de interés para garantizar la variabilidad necesaria en el análisis de regresión.

Los criterios de inclusión establecidos fueron individuos mayores de 18 años, capacidad para caminar de forma independiente sin asistencia, ausencia de limitaciones físicas que impidieran la realización de la prueba de marcha, y consentimiento informado para participar en el estudio. Por el contrario, se excluyeron participantes con presencia de patologías neurológicas que afectaran la marcha, lesiones musculoesqueléticas agudas en miembros inferiores, uso de dispositivos de asistencia para la marcha (bastones, andadores), o imposibilidad para completar la prueba de evaluación por cualquier causa. Estos criterios garantizaron la homogeneidad de la muestra en términos de capacidad locomotora básica, minimizando factores confusores que pudieran afectar la validez del modelo predictivo.

El estudio analizó como variable dependiente la distancia recorrida en 20 pasos, medida en centímetros y correspondiente a la distancia lineal total cubierta por el participante al realizar exactamente 20 pasos consecutivos a ritmo normal de marcha. Las variables independientes incluyeron edad (expresada en años completos al momento del estudio), peso (medido en kilogramos mediante báscula calibrada), estatura (medida en centímetros utilizando estadímetro de pared), y sexo (variable categórica codificada como 1 = masculino y 0 = femenino). Esta selección de variables se basó en su disponibilidad práctica en contextos clínicos y deportivos, así como en su relevancia teórica para la predicción del rendimiento locomotor.

Las mediciones antropométricas se realizaron siguiendo protocolos estandarizados internacionales, con la estatura determinada con el participante descalzo, en posición erecta, con los talones juntos y la cabeza orientada en el plano de Frankfort. El peso corporal se registró con ropa ligera y sin calzado, utilizando una báscula digital calibrada con precisión de 0.1 kg. La

evaluación de la distancia recorrida en 20 pasos se realizó en una superficie plana y uniforme, marcada previamente para garantizar mediciones precisas. Se instruyó a cada participante para caminar a su ritmo habitual, iniciando desde una posición estándar con ambos pies alineados en la línea de partida. La medición se realizó desde el punto de inicio hasta la posición del talón del pie que completaba el paso número 20, utilizando una cinta métrica con precisión de 1 centímetro. Cada participante realizó la prueba una sola vez, tras recibir instrucciones claras y un período breve de familiarización con el procedimiento.

Todo el análisis estadístico se realizó utilizando el software RStudio (versión 4.3.0), seleccionado por su robustez en análisis estadísticos y su capacidad para generar análisis reproducibles. Se utilizaron las librerías especializadas readxl para la importación de datos, MASS para la selección de variables mediante eliminación hacia atrás, y ggplot2 para la generación de gráficos. Previo al desarrollo del modelo de regresión, se realizó un análisis exploratorio de los datos que incluyó

estadísticas descriptivas para todas las variables, análisis de la distribución de las variables mediante histogramas y gráficos Q-Q, identificación de valores atípicos mediante gráficos de cajas, matriz de correlaciones entre variables, y gráficos de dispersión múltiple para visualizar relaciones bivariadas.

Se desarrolló un modelo de regresión lineal múltiple siguiendo la ecuación general $Y = \beta_0 + \beta_1(\text{Edad}) + \beta_2(\text{Peso}) + \beta_3(\text{Estatura}) + \beta_4(\text{Sexo}) + \varepsilon$, donde Y representa la distancia recorrida en 20 pasos (cm), β_0 el intercepto del modelo, β_1 , β_2 , β_3 , β_4 los coeficientes de regresión para cada variable independiente, y ε el error residual. Se aplicó el método de eliminación hacia atrás (backward elimination) utilizando el criterio de información de Akaike (AIC) mediante la función `stepAIC()` del paquete MASS. Este procedimiento automático removió secuencialmente las variables que no contribuían significativamente al modelo, comenzando con el modelo completo y eliminando progresivamente las variables con menor contribución estadística. Adicionalmente, se evaluó un modelo alternativo sin intercepto (β_0

= 0) para analizar si esta modificación mejoraba el ajuste y la capacidad predictiva del modelo.

La evaluación de la calidad y validez del modelo se realizó mediante el coeficiente de determinación (R^2) para evaluar la proporción de variabilidad explicada, R^2 ajustado para considerar el efecto del número de variables predictoras, el estadístico F para evaluar la significancia global del modelo, pruebas t para evaluar la significancia individual de cada coeficiente, error estándar residual para evaluar la precisión de las predicciones, y análisis de residuales para verificar los supuestos del modelo de regresión. Se verificaron los supuestos fundamentales de la regresión lineal múltiple, incluyendo linealidad de las relaciones, independencia de los residuales, homocedasticidad (varianza constante de los residuales), normalidad de los residuales, y ausencia de multicolinealidad entre variables predictoras.

El estudio se desarrolló respetando los principios éticos fundamentales de la investigación con seres humanos. Todos los participantes proporcionaron su consentimiento

informado antes de la recolección de datos, siendo informados sobre los objetivos del estudio, los procedimientos a realizar y su derecho a retirarse en cualquier momento. Se garantizó la confidencialidad y anonimato de los datos, utilizando códigos de identificación que no permitían la identificación de los participantes individuales. La información recolectada se almacenó de forma segura y se utilizó exclusivamente para los fines de esta investigación, siendo la prueba de marcha una actividad de bajo riesgo y dentro del rango de actividades cotidianas normales.

3. Resultados y discusión

3.1 Desarrollo del modelo de regresión lineal múltiple

El análisis estadístico se realizó utilizando el software RStudio para construir un modelo de regresión lineal múltiple que relacionara las variables antropométricas con el rendimiento físico expresado como distancia recorrida en 20 pasos. Inicialmente se desarrolló un modelo completo que incluía todas las variables propuestas: edad, peso,

estatura y sexo, siguiendo la ecuación

$$Y = \beta_0 + \beta_1(\text{Edad}) + \beta_2(\text{Peso}) + \beta_3(\text{Estatura}) + \beta_4(\text{Sexo}).$$

El modelo inicial mostró un ajuste global estadísticamente significativo con un F-estadístico de 81.55 ($p < 2.2e-16$), sin embargo, presentó limitaciones en su capacidad explicativa. El R^2 ajustado obtenido fue de 0.3754, indicando que el modelo explicaba aproximadamente el 37.54% de la variabilidad en la distancia recorrida. Este resultado sugirió la necesidad de evaluar modificaciones al modelo para mejorar su capacidad predictiva.

Aplicando el proceso de eliminación hacia atrás mediante el criterio de información de Akaike (AIC) utilizando la función `stepAIC()` del paquete MASS, se obtuvo un modelo reducido que excluía la variable sexo. El modelo resultante mantuvo únicamente edad, peso y estatura como variables predictoras, expresado mediante la ecuación:

$$Y = -518.0978 + 1.3797(\text{Edad}) + 2.3059(\text{Peso}) + 9.8520(\text{Estatura}).$$

Dado que el R^2 ajustado del modelo con intercepto se consideró insuficiente para aplicaciones

predictivas robustas, se evaluó una versión alternativa eliminando el término constante (β_0). Esta modificación produjo mejoras sustanciales en los indicadores de ajuste del modelo.

El modelo sin intercepto mostró una transformación dramática en su capacidad predictiva, alcanzando un R^2 ajustado de 0.9872, lo que indica que explica aproximadamente el 98.72% de la variabilidad en la distancia recorrida. El F-estadístico se incrementó considerablemente a 1.033×10^4 ($p < 2.2e-16$), confirmando la significancia estadística global del modelo. La ecuación final del modelo se expresó como:

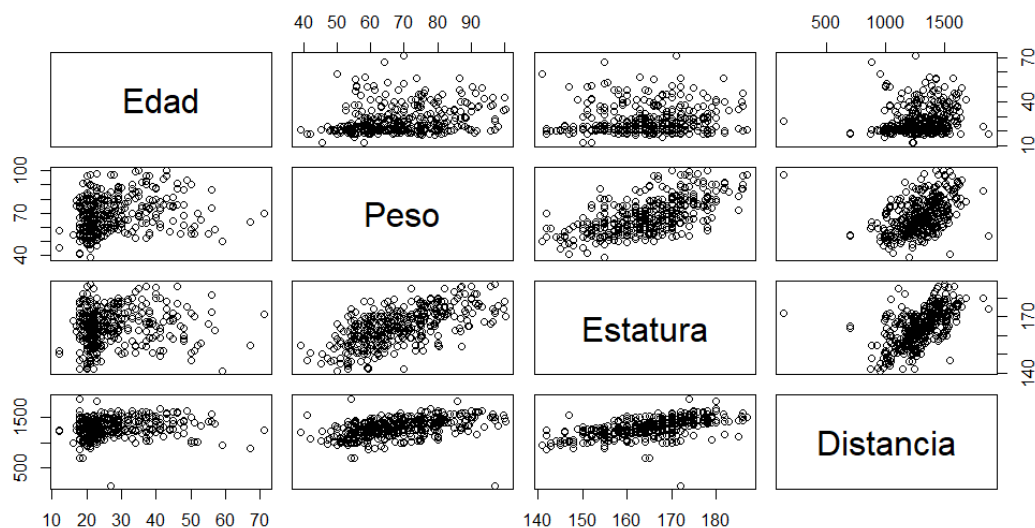
$$Y = 0.8702(\text{Edad}) + 3.4580(\text{Peso}) + 6.3203(\text{Estatura}).$$

En este modelo optimizado, las variables peso y estatura demostraron contribuciones estadísticamente significativas, con valores t de 4.835 ($p = 1.9e-06$) y 20.929 ($p < 2e-16$) respectivamente. La variable edad, aunque incluida en el modelo, mostró una contribución marginal con un valor t de 1.088 ($p = 0.277$), sugiriendo una influencia limitada en la predicción de la distancia recorrida.

3.2 Análisis del comportamiento de las variables

El análisis exploratorio mediante gráficos de dispersión múltiple permitió identificar patrones diferenciados en las relaciones entre las variables antropométricas estudiadas.

Figura 1. Dispersión múltiple entre variables



El gráfico de dispersión múltiple (Figura 1) reveló una correlación positiva moderada entre la estatura y la distancia recorrida, sugiriendo que individuos de mayor estatura tienden a recorrer una mayor distancia en 20 pasos, posiblemente debido a la longitud de zancada. De manera similar, el peso mostró una asociación positiva con la estatura y con la distancia, aunque más dispersa, lo que podría indicar variabilidad en la composición corporal. En contraste, la edad presentó una relación débil o incluso negativa con la distancia, lo que puede reflejar una disminución del rendimiento físico con el envejecimiento.

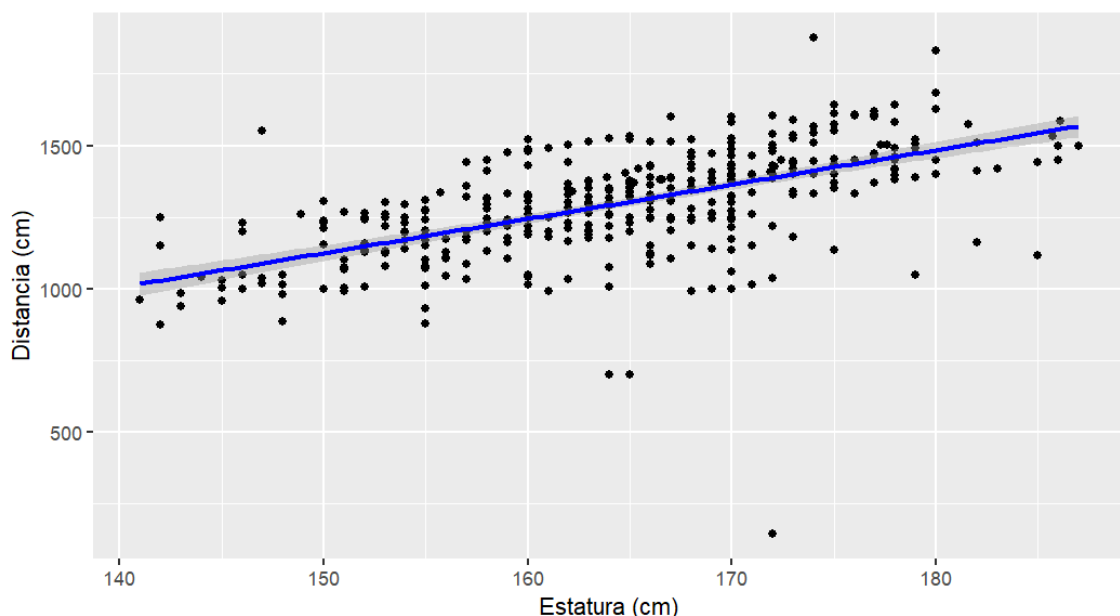
Estas

observaciones respaldaron la inclusión de estas variables en un modelo de regresión lineal múltiple para predecir el rendimiento físico en función de características antropométricas.

3.3 Relación estatura-distancia

Los análisis que examinaron la relación entre estatura y distancia revelaron una asociación positiva clara y consistente. La pendiente de la recta de regresión fue significativamente pronunciada, y la distribución de puntos mostró una tendencia lineal definida, con menor dispersión alrededor de la línea ajustada comparada con otras variables.

Figura 2. Regresión lineal entre las variables estatura y distancia

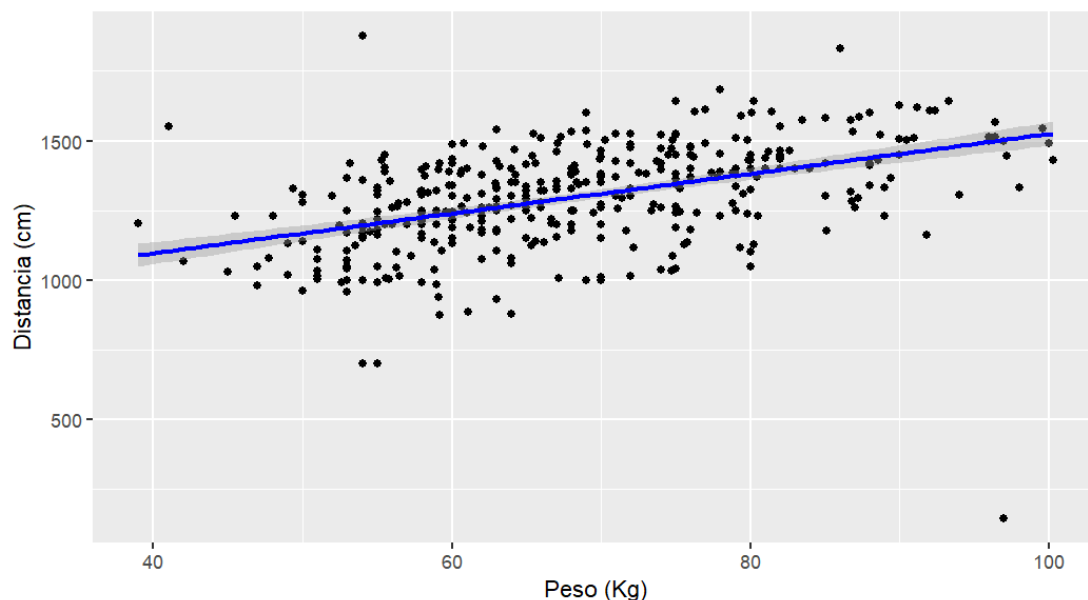


Estos resultados (Figura 2) sugieren que la estatura constituye un predictor relevante y robusto del rendimiento físico medido por la distancia recorrida. Desde una perspectiva antropométrica, este hallazgo se justifica por la ventaja biomecánica que representa una mayor longitud de extremidades inferiores en la longitud de zancada, lo cual puede impactar de manera directa en el desplazamiento por paso.

3.4 Relación peso-distancia

El análisis de la relación peso-distancia mostró una tendencia positiva, aunque con características particulares que merecen consideración. La asociación observada, si bien estadísticamente significativa en el modelo final, presentó mayor variabilidad que la relación estatura-distancia.

Figura 3. Regresión lineal entre las variables peso y distancia



Esta dispersión (Figura 3) podría reflejar la heterogeneidad en la composición corporal entre los participantes, donde el peso puede representar diferentes proporciones de masa muscular, grasa corporal y estructura ósea, factores que

pueden tener efectos diversos sobre el rendimiento locomotor.

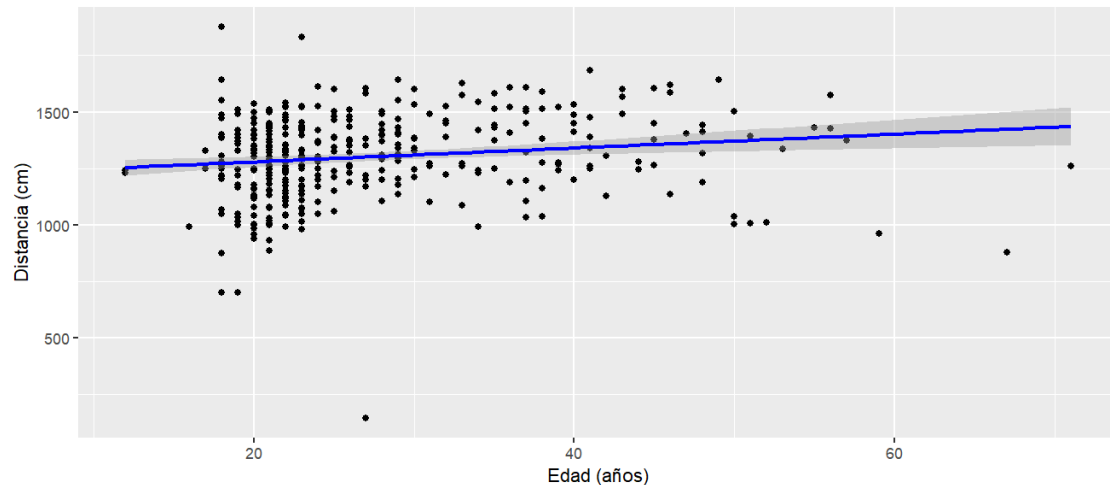
3.5 Relación edad-distancia

El análisis de la relación entre edad y distancia recorrida presentó resultados que contrastan con expectativas iniciales. El gráfico

evidenció una ligera pendiente positiva en la recta de regresión, sugiriendo una débil correlación directa entre ambas variables, donde

a medida que aumenta la edad, se observa un incremento marginal en la distancia recorrida.

Figura 4. Regresión lineal entre las variables edad y distancia

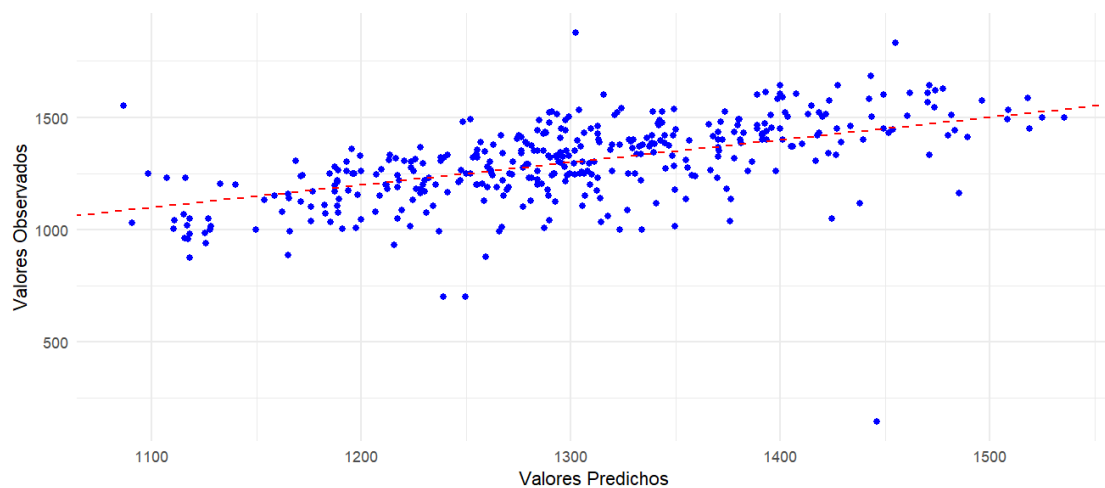


No obstante, la gran dispersión de los puntos y la amplitud del intervalo de confianza indicaron una alta variabilidad y una baja capacidad predictiva de la edad como único factor explicativo. Esta variabilidad puede atribuirse a diferencias interindividuales en el estado físico, la condición funcional y el nivel de actividad física, factores que pueden ser más determinantes que la edad cronológica per se en el rendimiento locomotor.

3.6 Evaluación del ajuste del modelo final

La evaluación gráfica del modelo final (Figura 5) mediante la comparación entre valores predichos

y observados confirmó la alta capacidad predictiva del modelo sin intercepto. La distribución de puntos mostró una concentración cercana a la línea de identidad perfecta (línea diagonal roja discontinua), indicando concordancia entre las predicciones del modelo y los valores realmente observados. Esta representación visual respalda la validez del modelo desarrollado y su potencial utilidad para aplicaciones predictivas en contextos prácticos.

Figura 5. Gráfico de Regresión Lineal Múltiple

3.7 Interpretación biomecánica y significado clínico de los hallazgos

Los resultados obtenidos demuestran que la eliminación del intercepto del modelo de regresión produjo mejoras sustanciales en la capacidad predictiva, incrementando el R^2 ajustado desde 37.54% hasta 98.72%. Este hallazgo sugiere que existe una relación proporcional directa entre las variables antropométricas y la distancia de marcha, sin necesidad de un término constante en la ecuación. La ausencia de intercepto tiene una interpretación práctica coherente desde el punto de vista biomecánico: indica que cuando todas las variables antropométricas son cero (situación teórica), la distancia recorrida también sería cero, lo cual es lógicamente consistente.

El papel preponderante de la estatura como predictor, evidenciado por su coeficiente de 6.3203 y su alta significancia estadística ($t = 20.929$, $p < 2e-16$), tiene fundamentos biomecánicos sólidos. La estatura está directamente relacionada con la longitud de las extremidades inferiores, determinante principal de la longitud de zancada. En conjunto, los análisis apoyan la inclusión de estatura en un modelo de regresión múltiple, destacando su mayor capacidad explicativa en comparación con la edad.

La contribución positiva del peso corporal (coeficiente = 3.4580) puede explicarse por la correlación natural entre peso y estatura en poblaciones normales, donde individuos más altos tienden a tener mayor masa corporal. Adicionalmente, el peso puede

reflejar masa muscular en las extremidades inferiores, lo cual contribuye positivamente a la capacidad de generar fuerza propulsiva durante la marcha.

El efecto limitado y no significativo de la edad en el modelo final ($t = 1.088$, $p = 0.277$) sugiere que los efectos del envejecimiento sobre la marcha pueden ser más evidentes en rangos etarios específicos o en presencia de patologías asociadas, las cuales fueron excluidas por los criterios de selección del estudio. La variabilidad interindividual en el estado físico y funcional puede ser mayor que los efectos promedio de la edad per se en esta población de estudio.

3.8 Comparación de los resultados con la literatura

Los resultados de su estudio sobre la capacidad predictiva de las variables antropométricas en relación con la distancia de marcha ofrecen hallazgos relevantes que se alinean con la literatura existente sobre la biomecánica y el rendimiento funcional. La mejora significativa en el R^2 ajustado al eliminar el intercepto del modelo de regresión, aumentando hasta un 98.72%, respalda la existencia de una

relación lineal directa entre las variables antropométricas y el rendimiento en la marcha. Este hallazgo sugiere que en un grupo poblacional específico, una relación proporcional entre altura, peso y distancia de marcha es válida, lo que es coherente con la lógica biomecánica en la que la ausencia de un término constante implica que cuando todas las variables son cero, la distancia recorrida también es cero, indicando una base sólida para inferir la funcionalidad baja.

La estatura, como principal predictor de la distancia de marcha, coincide con hallazgos previos que indican que la longitud de las extremidades inferiores, la cual está directamente relacionada con la altura, es fundamental en la determinación de la longitud de zancada y, por ende, en el rendimiento en la marcha (Malik et al., 2017). Estudios que vinculan la altura y la capacidad de marcha han demostrado que pacientes más altos generalmente muestran una mejor habilidad para caminar, lo que está correlacionado con una mayor potencia muscular y mecánica (Schniepp et al., 2014). La contribución positiva del peso corporal es igualmente relevante, ya

que un mayor peso a menudo refleja una mayor masa muscular, facilitando así la producción de fuerza propulsiva necesaria durante la marcha (Jürgensen et al., 2011).

La observación de que la edad tiene un efecto limitado en el modelo final también es consistente con la literatura, que sugiere que el impacto del envejecimiento sobre la marcha puede estar mediado por factores como la salud general y la presencia de patologías (Charalambous et al., 2022). En particular, estudios han demostrado que los efectos del envejecimiento sobre la marcha son más notables en poblaciones con comorbilidades, lo que coincide con el criterio de exclusión de su estudio de individuos con condiciones específicas (McCartney et al., 2025). Además, la variabilidad en el estado físico y funcional de los individuos puede ser más relevante que los efectos promedio de la edad por sí sola, lo que podría explicar los resultados observados en su análisis (Ulrich et al., 2013).

Los hallazgos de su estudio corroboran la literatura existente que respalda la influencia directa de los parámetros antropométricos, especialmente la estatura y el peso,

en la distancia de marcha. Las implicaciones clínicas de estos resultados son significativas, ya que podrían informar sobre programas de rehabilitación y evaluación funcional en poblaciones diversas, resaltando la importancia de los análisis individualizados al considerar el rendimiento en la marcha (Schaik et al., 2019).

4. Conclusiones

El presente estudio demostró exitosamente la viabilidad de desarrollar un modelo predictivo robusto para estimar la distancia de marcha a partir de variables antropométricas básicas. La aplicación de regresión lineal múltiple sin intercepto resultó en un modelo altamente eficaz, explicando el 98.72% de la variabilidad en la distancia recorrida en 20 pasos mediante la ecuación $Y = 0.8702(\text{Edad}) + 3.4580(\text{Peso}) + 6.3203(\text{Estatura})$. Este hallazgo representa un avance significativo en la capacidad predictiva comparado con el modelo inicial con intercepto, que explicaba únicamente el 37.54% de la variabilidad, evidenciando la importancia de considerar modificaciones estructurales en los

modelos estadísticos para optimizar su rendimiento predictivo.

La estatura emergió como el predictor más relevante y estadísticamente significativo ($t = 20.929$, $p < 2e-16$), confirmando la hipótesis planteada sobre su papel preponderante en el rendimiento locomotor. Este resultado tiene fundamentos biomecánicos sólidos, ya que la estatura está directamente relacionada con la longitud de las extremidades inferiores y, consecuentemente, con la longitud de zancada. El peso corporal también mostró una contribución significativa ($t = 4.835$, $p = 1.9e-06$), posiblemente reflejando tanto la correlación natural con la estatura como el papel de la masa muscular en la generación de fuerza propulsiva. Contrariamente a las expectativas iniciales, la edad no demostró ser un predictor significativo en el modelo final ($t = 1.088$, $p = 0.277$), sugiriendo que en poblaciones funcionalmente sanas, la variabilidad interindividual en el estado físico puede ser más determinante que los efectos cronológicos del envejecimiento.

Los resultados obtenidos tienen implicaciones prácticas importantes para la evaluación clínica, el ámbito deportivo y la investigación biomecánica. La simplicidad metodológica del modelo, basado en mediciones antropométricas básicas y una prueba de marcha estandarizada, facilita su implementación en diversos contextos profesionales sin requerir equipamiento especializado costoso. Este enfoque predictivo puede contribuir significativamente a la evaluación funcional inicial, el diseño de programas de rehabilitación personalizados y la identificación temprana de individuos con riesgo de limitaciones locomotoras. La alta capacidad predictiva del modelo desarrollado establece una base sólida para futuras investigaciones que puedan expandir su aplicación a poblaciones específicas y explorar la incorporación de variables adicionales que mejoren aún más la precisión predictiva en contextos clínicos y deportivos especializados.

Bibliografía

- Carvajal Rivadeneira, D. D., Ponce Reyes, F. S., Sornoza-Parrales, D., Pincay Pilay, M., Antonio, Q. S., & Miller Zavala, J. H. (2023). Elementos básicos de la investigación científica: ISBN: 978-9942-846-51-8.
EDITORIAL INTERNACIONAL RUNAIKI, 1–75.
- Charalambous, D., Strasser, T., Tichy, A., & Bockstahler, B. (2022). Ground Reaction Forces and Center of Pressure within the Paws When Stepping over Obstacles in Dogs. *Animals*, 12(13), 1702. <https://doi.org/10.3390/ani12131702>
- Delgado-Martín, J., Garoz-Puerta, I., Miguel-Tobal, F., & Martínez-de-Haro, V. (2020). ANTROPOMETRÍA Y FUERZA, SU INFLUENCIA SOBRE EL TEST SIT AND REACH. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 20(78), 369–380. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2020.78.012>
- Hermosilla Palma, F. A., Loro-Ferrer, J. F., Merino-Muñoz, P., Gómez-Álvarez, N., Cerda-Kohler, H., Portes-Junior, M., & Aedo-Muñoz, E. (2024). Predicción del rendimiento físico en futbolistas jóvenes a través de características antropométricas, composición corporal y estados de maduración somática. *Retos*, 61, 1199–1206. <https://doi.org/10.47197/retos.v61.110400>
- Jürgensen, S. P., Antunes, L. C. D. O., Tanni, S. E., Banov, M. C., Lucheta, P. A., Bucceroni, A. F., Godoy, I., & Dourado, V. Z. (2011). The Incremental Shuttle Walk Test in Older Brazilian Adults. *Respiration*, 81(3), 223–228. <https://doi.org/10.1159/000319037>
- León, M. P., Prieto-Ayuso, A., & Gil-Madrona, P. (2020). Hábitos y motivos de ejercicio físico en estudiantes universitarios y su relación con el valor otorgado a la Educación Física (Undergraduates' physical exercise habits and motives and their relationship with the value given to Physical Education). *Retos*, 37, 78–84. <https://doi.org/10.47197/retos.v37i37.70454>
- López-García, R., Lagunes Carrasco, J. O., Ochoa-Ahmed, F. A., Carranza-García, L. E., Navarro-Orocio, R., & Ramírez-Nava, R. (2024). Relación de la antropometría y rendimiento físico con la maduración biológica en tenistas juveniles de élite. *Sportis. Scientific*

- Journal of School Sport, Physical Education and Psychomotricity*, 10(3), 417–436.
<https://doi.org/10.17979/sports.2024.10.3.10542>
- Malik, R. N., Cote, R., & Lam, T. (2017). Sensorimotor integration of vision and proprioception for obstacle crossing in ambulatory individuals with spinal cord injury. *Journal of Neurophysiology*, 117(1), 36–46.
<https://doi.org/10.1152/jn.00169.2016>
- McCartney, K. M., Boyne, P., Pohlig, R., Morton, S. M., & Reisman, D. (2025). *Quantifying Exercise Intensity to Predict Changes in Walking Capacity in People with Chronic Stroke*. Rehabilitation Medicine and Physical Therapy.
<https://doi.org/10.1101/2025.03.04.25323345>
- Schniepp, R., Kugler, G., Wuehr, M., Eckl, M., Huppert, D., Huth, S., Pradhan, C., Jahn, K., & Brandt, T. (2014). Quantification of gait changes in subjects with visual height intolerance when exposed to heights. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00963>
- Sornoza-Parrales, D., Vera Pisco, D., Pincay Pilay, M. M., & Parrales Poveda, M. L. (2025). Bibliometric Analysis of IoT-Based Technologies for Health Monitoring: Trends, Impact, and Key Findings (2014-2024). *Salud, Ciencia y Tecnología*, 5, 1060.
<https://doi.org/10.56294/saludcyt20251060>
- Terrones-Concepción, J. D., Calizaya-Milla, Y. E., Lozano-López, T., & Saintila, J. (2022). Características sociodemográficas, hábitos de vida y frecuencia de consumo de alimentos asociados al rendimiento físico en corredores amateurs (Sociodemographic characteristics, lifestyle habits and frequency of food consumption associated with physical performance in amateur runners). *Retos*, 46, 1150–1158.
<https://doi.org/10.47197/retos.v46.94104>
- Ulrich, S., Hildenbrand, F. F., Treder, U., Fischler, M., Keusch, S., Speich, R., & Fasnacht, M. (2013). Reference values for the 6-minute walk test in healthy children and adolescents in Switzerland. *BMC Pulmonary Medicine*, 13(1), 49.
<https://doi.org/10.1186/1471-2466-13-49>
- Valenzuela Contreras, L., Villaseca-Vicuña, R., Segueida-Lorca, A., Morales Ríos, C., Osorio

Aud, J., & Barrera Díaz, J. (2024). Comparación de la composición corporal y rendimiento físico según sexo y su relación entre variables en estudiantes universitarios de educación física de Santiago de Chile (Comparison of body composition and physical performance according to sex and their relationship between variables in physical education university students from Santiago de Chile). *Retos*, 56, 114–121. <https://doi.org/10.47197/retos.v56.103220>

Velásquez, A. J., Veas Alfaro, L. B., García Velásquez, L. C., & Bernal Orellana, S. V. (2023). Relación entre condición física y rendimiento académico en estudiantes de colegios municipales de La Serena-Chile. *Journal of Movement & Health*, 20(2). [https://doi.org/10.5027/jmh-Vol20-Issue2\(2023\)art187](https://doi.org/10.5027/jmh-Vol20-Issue2(2023)art187)