



# Perfil neuromuscular, fuerza de agarre y velocidad de desplazamiento en nadadores de carreras

*Neuromuscular profile, grip strength, and movement speed in racing swimmers*

MSc. Jhoan Stiven Monsalve Vergara <sup>1</sup>, MSc. Julio Andrés Martínez Arenas <sup>2</sup>,  
MSc. Héctor David Castiblanco Arroyave. <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Manizales, Salud, MSc. Actividad Física y Deporte, Manizales, Caldas, Colombia, ORCID: 0009-0009-1170-5848, [tiven9700@hotmail.com](mailto:tiven9700@hotmail.com)

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Manizales, Salud, MSc. Actividad Física y Deporte, Manizales, Caldas, Colombia, ORCID: 0009-0000-3770-7935, [juliomarti96@hotmail.com](mailto:juliomarti96@hotmail.com)

<sup>3</sup> Universidad Autónoma de Manizales, Salud, MSc. Actividad Física y Deporte, Manizales, Caldas, Colombia, ORCID: 0000-0003-2717-4230, [hcastiblanco@autonoma.edu.co](mailto:hcastiblanco@autonoma.edu.co)

## Resumen

Diversos factores influyen en el rendimiento en la natación, un deporte en el que el tiempo es un factor determinante. Por ello, es fundamental implementar estrategias que optimicen el rendimiento. Objetivo: Determinar la relación entre el perfil neuromuscular, fuerza de agarre y la velocidad de desplazamiento en nadadores de carreras. Metodología: Este estudio descriptivo-correlacional con 125 nadadores mayores de 12 años pertenecientes a la Liga de Natación de Antioquia. Las evaluaciones incluyeron el perfil neuromuscular (salto en cuclillas (SJ), salto con contramovimiento (CMJ) y saltos continuos), el índice de fuerza reactiva (RSI), el índice Q, la fuerza de agarre (dinamometría) y los tiempos de nado en 15 y 50 metros. En el análisis bivariado se exploraron las relaciones entre las variables. La normalidad se verificó mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov ( $n > 50$ ). Según el comportamiento de los datos, se emplearon pruebas paramétricas (correlación de Pearson) y no paramétricas (Spearman), con un nivel de significancia de  $p < 0,05$ . Resultados: Se encontraron correlaciones negativas significativas entre rendimiento (tiempos de nado) y las variables de fuerza neuromuscular y de agarre, especialmente SJ, CMJ y RSI. Asimismo, relación inversa y significativa entre edad, peso, talla e IMC y los tiempos en 15 m y 50 m. Conclusión: Una mayor capacidad neuromuscular y fuerza de agarre se asocian con un mejor rendimiento en pruebas de velocidad, consolidándose como determinantes clave del desempeño. Estos hallazgos resaltan la importancia de integrar sistemáticamente la evaluación y el fortalecimiento neuromuscular y de agarre en los programas de entrenamiento para nadadores velocistas.

**Palabras clave:** natación, fuerza muscular, velocidad, rendimiento deportivo, perfil neuromuscular.

## Abstract

Several factors influence performance in swimming, a sport in which time

**Recibido:** 26 nov 2025.

**Aceptado:** 7 marzo 2026.

**Publicado:** 24 abril 2026.

## Como citar:

Monsalve Vergara, J. S., Martínez Arenas, J. A., & Castiblanco Arroyave, H. D. (2026). Perfil neuromuscular, fuerza de agarre y velocidad de desplazamiento en nadadores de carreras. *Actividad Física y Desarrollo Humano*, 17(1), 21–31.



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).



is a critical determinant. Therefore, implementing strategies that optimize athletic outcomes is essential. Objective: To determine the relationship between neuromuscular profile, grip strength, and swimming velocity in racing swimmers. Methodology: A descriptive-correlational study was conducted with 125 swimmers over 12 years of age from the Antioquia Swimming League. Assessments included the neuromuscular profile—squat jump (SJ), countermovement jump (CMJ), and continuous jumps—reactive strength index (RSI), Q-index, grip strength (hand dynamometry), and 15 m and 50 m swim times. Bivariate analysis sought to establish the relationships between the study variables. The Kolmogorov-Smirnov normality test was applied ( $n > 50$ ). Depending on data distribution, parametric (Pearson correlation) and non-parametric (Spearman) tests were applied, with significance set at  $p < 0.05$ . Results: Significant negative correlations were found between swimming times and neuromuscular and grip strength variables, particularly SJ, CMJ, and RSI. Additionally, an inverse and significant relationship was identified between age, body weight, height, and body mass index (BMI) with 15 m and 50 m swimming times. Conclusions: Greater neuromuscular capacity and grip strength are associated with improved performance in sprint events and are key determinants of performance, which is why they should be systematically integrated into the training programs of sprint swimmers.

**Keywords:** swimming, muscle strength, velocity, sports performance, neuromuscular profile.

## 1. Introducción

La natación de carreras es una disciplina que se caracteriza por su alta intensidad, por lo que resulta fundamental analizar los factores que influyen en la optimización del rendimiento deportivo. A menudo existen márgenes estrechos entre los medallistas en eventos de natación de velocidad; por ello, identificar áreas con el fin de ganancias marginales en el rendimiento por décimas o incluso centésimas de segundo, puede marcar una diferencia en el rendimiento general (Bishop et al., 2009).

El rendimiento en natación es el resultado de la integración de factores morfológicos, metabólicos, neuromusculares y biomecánicos (Keiner et al., 2015). Un aspecto clave es la relación entre la fuerza propulsiva de los miembros superiores e inferiores y las resistencias del agua (arrastre) que actúan sobre el cuerpo durante el desplazamiento (Biancardi et al., 2021). El medio acuático impone condiciones biomecánicas para el funcionamiento del sistema musculoesquelético. Los nadadores

realizan entrenamientos intensos que combinan técnica y un alto consumo de energía, lo que afecta su rendimiento. (Trinidad et al., 2021), en un estudio epidemiológico sobre lesiones en natación, reportaron que un nadador de élite puede recorrer aproximadamente entre 6 y 10 km por sesión de entrenamiento. Esto representa aproximadamente un rango de 60 a 80 km y alrededor de 30.000 ciclos de nado. La relación entre músculo y tendón, que trabajan en conjunto para producir y transmitir fuerza y energía en movimientos o gestos técnicos específicos, es fundamental para las fuerzas horizontales que el atleta genera.

La natación, analizada desde sus dimensiones físicas, fisiológicas y técnico-tácticas, se reconoce como un deporte olímpico que exige altos niveles de rendimiento. Alcanza rendimientos de élite a edades tempranas. Se informa que los niveles bien desarrollados de fuerza y potencia muscular son un componente clave para lograr un rendimiento deportivo



superior (Crowley et al., 2017). Siendo la velocidad en la natación una capacidad determinante, en un estudio se reportaron aumentos significativos de la velocidad, así como en el rendimiento para generar saltos contramovimiento (CMJ) y squat jump (SJ) después de adoptar un entrenamiento de 6 semanas (Potdevin et al., 2011), lo que sugiere una posible relación entre la velocidad de carrera y las características neuromusculares evaluadas mediante pruebas de salto.

La fuerza máxima y la fuerza de velocidad son aspectos que determinan el rendimiento, incluida la salida y el giro en natación, lo que impacta directamente el rendimiento general en el sprint de natación. En cuanto a la medición de la fuerza, la prueba de salto vertical con contramovimiento (CMJ) aparece como una herramienta útil. La evaluación de la fuerza explosiva de las extremidades inferiores se realiza mediante el salto vertical con contramovimiento, el cual implica una fase excéntrica inicial seguida de una contracción concéntrica. Este ciclo de estiramiento-acortamiento permite aprovechar el reflejo miotático, contribuyendo al desempeño observado en la prueba. Respecto a ello, se tiene como referencia las recomendaciones efectuadas según (Bosco & Vila, 1994).

La evaluación del perfil neuromuscular mediante el salto ha despertado interés, ya que, a lo largo del tiempo, el rendimiento en el salto vertical ha servido como una medida representativa de la función neuromuscular, utilizado por muchos entrenadores en distintas disciplinas a nivel mundial (Montalvo et al., 2021). Es decir, existe una relación directa y proporcional entre el salto y el rendimiento. Este movimiento involucra varias articulaciones y requiere altos niveles de fuerza, además de un buen control motor, coordinación intramuscular y coordinación intermuscular adecuada. Los músculos principales en este movimiento son los extensores de rodilla, cadera y tobillo, con valores respectivos del

49 %, 28 % y 23 %, según Hatze (1998). Por ello, en el contexto nacional, el estudio del perfil neuromuscular ha adquirido mayor relevancia y se consideran las variables de forma más específica, partiendo del protocolo de Bosco, que se adapta según la necesidad y ofrece métodos para medir la fuerza explosiva con niveles de confiabilidad muy altos (Luarte et al., 2014).

En este sentido, el perfil neuromuscular a través del salto ha cobrado gran relevancia en el ámbito del deporte. Esto explica la aparición de plataformas de contacto y sensores de salto, que tienen el objetivo de caracterizar el componente neuromuscular. El protocolo de mayor utilización ha sido el test de Bosco, que se ejecuta mediante una plataforma de contacto, la altura alcanzada en el salto vertical es frecuentemente utilizada para estimar el desempeño neuromuscular. (Tejada Otero & Ramón Suárez, 2013). El Wheeler Jump ha sido propuesto como una herramienta alternativa para la evaluación del salto vertical. Este dispositivo corresponde a un sensor fotoeléctrico inalámbrico, portátil y de fácil transporte que, mediante una aplicación instalada en dispositivos móviles, permite estimar la altura del salto a partir del tiempo de vuelo. Una de sus principales características es la conectividad por Bluetooth con teléfonos inteligentes o tabletas, lo que facilita su uso en contextos de entrenamiento y evaluación deportiva. Diversas investigaciones han analizado su desempeño, reportando niveles adecuados de validez y fiabilidad en la medición de los saltos. (Patiño Palma et al., 2022).

La generación eficaz de fuerza en el medio acuático se considera un componente esencial del rendimiento, especialmente en pruebas de velocidad como los 50 metros, 100 metros y 200 metros (Amaro et al., 2017). Además, la salida contribuye hasta en un 30% el total del tiempo de carrera. Entre más corta la prueba cobra protagonismo la salida explosiva del nadador, ya que, hay factores incluidos con el tiempo de reacción, las fuerzas en



dirección vertical y horizontal que se originan en la musculatura de los miembros inferiores durante la salida del bloque, además, se permite que durante los primeros 15 metros después de cada salida y viraje, el nadador debe mantenerse completamente sumergido para maximizar su velocidad durante ese tramo. (Sammoud et al., 2021). Teniendo en cuenta que el rendimiento inicial en natación suele depender del tiempo de reacción, de la fuerza vertical y horizontal y de una baja resistencia al deslizamiento bajo el agua. Ambos pueden ser entrenados mediante la fuerza y la potencia (Cronin & Hansen, 2005).

## 2. Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, mediante un diseño descriptivo de corte transversal con alcance correlacional. La población estuvo conformada por nadadores de natación en carreras, pertenecientes a clubes afiliados a la Liga de Natación de Antioquia, con edades a partir de los 12 años y con participación en competencias.

Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia. El tamaño de la muestra se estimó utilizando la fórmula para correlación lineal (prueba bilateral), considerando un nivel de confianza del 95 %, un poder estadístico del 90 % y una correlación esperada de 0,30. Con base en estos parámetros, se obtuvo un tamaño muestral inicial de 113 deportistas, al cual se le aplicó un ajuste del 10 % por posibles pérdidas, resultando en un tamaño final de 125 participantes.

Todas las correlaciones se presentaron acompañadas de:

El tamaño del efecto ( $r$ ) se interpretó de acuerdo con los criterios establecidos por Cohen, considerando valores de  $\geq 0,10$  como efecto pequeño,  $\geq 0,30$  como efecto moderado y  $\geq 0,50$  como efecto grande.

Para cada coeficiente se reportaron intervalos de confianza del 95 % (IC95 %). La participación en el estudio estuvo sujeta

a los siguientes criterios de inclusión:

- Deportistas de natación de carreras vinculados a clubes de la ciudad de Medellín.
- Pertenecer a alguna categoría competitiva.
- Presentar una trayectoria deportiva mínima de un año en la disciplina.
- Estar afiliado a una Entidad Promotora de Salud (EPS).
- Completar y firmar el consentimiento o asentimiento informado.

Los criterios de exclusión:

- Nadadores con lesiones activas.
- Cuadros virales presentes.
- Menores de 12 años.

La valoración del perfil neuromuscular se realizó a partir de pruebas de salto basadas en el protocolo Bosco, empleando el sensor Wheeler Jump. Se analizaron los resultados del CMJ, SJ y de los saltos repetidos o continuos.

Se realizó calentamiento específico incluyendo movilidad articular, entrada en calor con activaciones cardiovasculares y finalmente estímulos de salto específicos. En el perfil neuromuscular se realizó una ejecución por cada salto. También se ejemplificaron los saltos. El salto con contramovimiento (CMJ) se ejecutó iniciando con el participante en posición erguida, con la mirada dirigida al frente y las manos ubicadas sobre las caderas para evitar la ayuda del balanceo de los brazos. Desde esta postura realizó un descenso rápido mediante la flexión de las rodillas hasta aproximarse a  $90^\circ$ , correspondiente a la fase excéntrica del gesto. Tras una breve transición entre el descenso y la impulsión, manteniendo el tronco lo más alineado posible con la vertical, el deportista efectuó una extensión explosiva de los miembros inferiores que generó el despegue del cuerpo y permitió la elevación durante el salto. (Barlow et al., 2014). Para la ejecución del Squat Jump (SJ), el participante inició desde una posición estática de media sentadilla, con las rodillas flexionadas aproximadamente a  $90^\circ$ , el tronco en



posición vertical y las manos ubicadas en la cintura para impedir el uso del impulso de los brazos. Desde esta postura debía realizar un salto vertical directo, evitando cualquier movimiento previo de descenso o contramovimiento.

En el caso de los saltos continuos, el sujeto comenzó en posición bípeda, con el cuerpo erguido y las manos libres para facilitar la acción del movimiento. A partir de esta posición debía ejecutar saltos verticales consecutivos de forma continua, manteniendo la secuencia sin interrupciones durante 5 segundos, tiempo que fue controlado mediante una señal auditiva que indicaba el inicio y otra que marcaba la finalización de la prueba.

Para medir la fuerza de agarre se utilizó la dinamometría manual por medio del dinamómetro CAMRY EH101, La prueba se realizó con el participante en posición sedente, asegurando el adecuado apoyo de la espalda y los pies. El miembro superior fue colocado siguiendo los criterios estandarizados de evaluación: hombro en abducción con rotación neutra, codo flexionado aproximadamente a 90°, antebrazo en posición neutra, y muñeca ubicada entre 0 y 30° de extensión y entre 0 y 15° de desviación cubital.

La medición de la velocidad de desplazamiento, se consideró que los nadadores iniciaran cada prueba desde el partidador, con un estímulo auditivo como señal de salida. El cronometraje se realizó utilizando un cronómetro modelo HS80TW, iniciando el conteo al momento del estímulo auditivo (Sevimli, 2016). Finalizando cuando el deportista tocaba el muro en la prueba de 50 metros libre, o cuando la cabeza cruzaba la línea delimitada en la prueba de 15 metros libre (Sammoud et al., 2021). Inicialmente se ejecutó la prueba de 50 metros y posteriormente la de 15 metros, ambas en estilo libre. Las mediciones se efectuaron en piscina larga (50 m), con una temperatura del agua de 27,3 °C, en jornada de la tarde entre las 4:00 y 6:00 p.m. Cada participante

realizó un solo intento por prueba. Desde el control de variables, no se consideraron factores como la calidad del sueño la noche anterior, el consumo de cafeína u otras variables externas que pudieran influir en el rendimiento. Este proyecto contó con el aval ético otorgado por el comité de Bioética de la Universidad Autónoma de Manizales, bajo el código 234-176, emitido el 24 de Julio de 2024.

### 3. Resultados

Se evaluaron 125 nadadores que conformaron la muestra del estudio, de los cuales 78 (62,4 %) eran hombres y 47 (37,6 %) mujeres. En cuanto a la experiencia deportiva, la mayoría llevaba practicando natación entre 1 y 5 años (43,2 %), seguida de quienes tenían entre 5 y 10 años (37,6 %). La especialidad más frecuente fue libre (45,6 %), seguida de mariposa (20,8 %), pecho (19,2 %) y espalda (14,4 %). El 48,0 % no reportó antecedentes lesivos; entre quienes sí reportaron, las lesiones más comunes fueron en hombro (15,2 %) y rodilla (12,8 %). En cuanto a la correlación entre velocidad de desplazamiento y características antropométricas, se observó una relación inversa y significativa entre edad, peso, talla e IMC y los tiempos en 15 m y 50 m (todos  $p = 0,001$ ).

En la presente investigación se identifican ciertas limitaciones que es importante tener en cuenta al momento de analizar los resultados. Entre ellas, se destaca la conveniencia de incluir muestras de mayor tamaño, lo que permitiría fortalecer la validez externa del estudio y facilitar una mejor extrapolación de los hallazgos a otras poblaciones. Asimismo, se plantea como proyección futura la comparación entre diferentes estilos de nado, lo cual posibilitaría identificar variaciones en los patrones de velocidad, las demandas técnicas y las adaptaciones específicas de cada estilo. En este sentido, el registro de la velocidad mediante cronometraje manual constituye una limitación metodológica, dado que el uso de sistemas electrónicos o



placas de contacto podría ofrecer una mayor precisión y objetividad en la medición.

Por otra parte, los resultados obtenidos representan un aporte significativo para los entrenadores y profesionales del área, lo que facilita decisiones mejor sustentadas en la información obtenida durante la planificación y control del entrenamiento, considerando las variables que pueden

generar cambios en la ejecución de pruebas de velocidad en el estilo libre. Finalmente, este tipo de investigaciones contribuye a la formulación de estrategias orientadas a la disminución del riesgo de lesiones, mediante la identificación y el seguimiento de aspectos determinantes que afectan el desempeño técnico y las capacidades físicas de los nadadores.

**Tabla 1:** Correlación de las variables velocidad de desplazamiento con edad, peso, talla e IMC por sexo.

| Grupo   | Prueba   | Métrica                     | Edad (a) | Peso (Kg) | Talla (m) | IMC (kg/m <sup>2</sup> ) |
|---------|----------|-----------------------------|----------|-----------|-----------|--------------------------|
| Hombres | 15 m (s) | Coefficiente de correlación | -0,768   | -0,715    | -0,586    | -0,715                   |
|         | 15 m (s) | Valor P                     | 0,001    | 0,001     | 0,001     | 0,001                    |
|         | 50 m (s) | Coefficiente de correlación | -0,840   | -0,819    | -0,653    | -0,625                   |
|         | 50 m (s) | Valor P                     | 0,001    | 0,001     | 0,001     | 0,001                    |
| Mujeres | 15 m (s) | Coefficiente de correlación | -0,598   | -0,455    | -0,546    | -0,246                   |
|         | 15 m (s) | Valor P                     | 0,001    | 0,001     | 0,001     | 0,095                    |
|         | 50 m (s) | Coefficiente de correlación | -0,724   | -0,552    | -0,659    | 0,271                    |
|         | 50 m (s) | Valor P                     | 0,001    | 0,001     | 0,001     | 0,066                    |

**Fuente:** Elaboración propia (a): años; (m): metros; (kg): kilogramos;(kg/m<sup>2</sup>): kilogramos sobre metro cuadrado; (s) Segundos; (P) Significancia; (m): metros.

La Tabla 2 revela asociaciones de carácter negativo y significativas estadísticamente con el tiempo alcanzado en la prueba de 15 metros y 50 metros con el salto SJ (p=0,000), el salto con contramovimiento (CMJ) (p:0,000), los saltos continuos

(p:0,000), el RSI (p:0,000), la fuerza de agarre derecha (p:0,000) y la fuerza de agarre izquierda (p:0,000). Excepto el índice elástico en la prueba de velocidad de los 15 metros (p:0,171).

**Tabla 2:** Correlación de las variables velocidad de desplazamiento y perfil neuromuscular.

| Variabes | Spearman                    | SJ (cm) | CMJ (cm) | CONT (cm) | RSI    | IE     | FAD (kg) | FAI (kg) |
|----------|-----------------------------|---------|----------|-----------|--------|--------|----------|----------|
| 15 m (s) | Coefficiente de Correlación | -0,614  | -0,640   | -0,313    | -0,443 | -0,123 | -0,599   | -0,585   |
|          | Valor P                     | 0,000   | 0,000    | 0,000     | 0,000  | 0,171  | 0,000    | 0,000    |
| 50 m (s) | Coefficiente de Correlación | -0,726  | -0,746   | -0,357    | -0,503 | -0,173 | -0,785   | -0,771   |
|          | Valor P                     | 0,000   | 0,000    | 0,000     | 0,000  | 0,054  | 0,000    | 0,000    |

**Fuente:** Elaboración propia. SJ: Squat Jump; CMJ: Salto contra movimiento; CONT: Saltos continuos; RSI: Índice de reactividad (cm); (cm): centímetros; (kg): kilogramos; (m): metros; IE: Índice elástico; FAD: Fuerza aductora; FAI: Fuerza abductora.

En el análisis por sexo, estas correlaciones fueron significativas en hombres para todas las variables (p = 0,001), pero en mujeres el IMC no correlacionó con 15 m (p = 0,095) ni con 50 m (p = 0,066).

Al correlacionar la velocidad con las

variables del perfil neuromuscular, se encontraron asociaciones negativas y significativas entre SJ, CMJ, saltos continuos, RSI, fuerza de agarre derecha e izquierda y los tiempos de 15 m y 50 m (todas p = 0,000), excepto el IE, que no fue significativo para 15 m (p = 0,171) y



presentó una significancia limítrofe en 50 m ( $p = 0,054$ ). Por sexo, las correlaciones fueron más fuertes en hombres. Mientras que en el caso de CMJ con 50 m fue  $-0,777$  ( $p = 0,001$ ) en hombres y  $-0,695$  ( $p = 0,001$ ) en mujeres; fuerza de agarre derecha con 50 m fue  $-0,827$  ( $p = 0,001$ ) en hombres y  $-0,707$

( $p = 0,001$ ) en mujeres. En general, las correlaciones negativas indican que un mayor rendimiento neuromuscular y mayor fuerza de agarre se asocian con menores tiempos de desplazamiento (tabla 3).

Tabla 3: Correlación de las variables velocidad de desplazamiento y perfil neuromuscular.

|         | Prueba   | Métrica  | SJ (cm) | CMJ (cm) | CONT (cm) | RSI    | IE     | FAD (kg) | FAI (kg) |
|---------|----------|----------|---------|----------|-----------|--------|--------|----------|----------|
| Hombres | 15 m (s) | Spearman | -0,699  | -0,727   | -0,302    | -0,496 | -0,119 | -0,699   | -0,694   |
|         | 15 m (s) | Valor P  | 0,001   | 0,001    | 0,007     | 0,001  | 0,003  | 0,001    | 0,001    |
|         | 50 m (s) | Spearman | -0,754  | -0,777   | -0,310    | -0,554 | -0,134 | -0,827   | -0,813   |
|         | 50 m (s) | Valor P  | 0,001   | 0,001    | 0,006     | 0,001  | 0,241  | 0,001    | 0,001    |
| Mujeres | 15 m (s) | Spearman | -0,628  | -0,626   | -0,393    | -0,406 | -0,162 | -0,571   | -0,493   |
|         | 15 m (s) | Valor P  | 0,001   | 0,001    | 0,006     | 0,005  | 0,276  | 0,001    | 0,001    |
|         | 50 m (s) | Spearman | -0,690  | -0,695   | -0,392    | -0,416 | -0,210 | -0,707   | -0,643   |
|         | 50 m (s) | Valor P  | 0,001   | 0,001    | 0,006     | 0,004  | 0,156  | 0,001    | 0,001    |

Fuente: SJ: Squat Jump; CMJ: Salto contra movimiento; CONT: Saltos continuos; RSI: Índice de reactividad (cm); (cm): centímetros; (kg): kilogramos; (m): metros; IE: Índice elástico; FAD: Fuerza de agarre derecha; FAI: Fuerza de agarre izquierda; S: Segundos; P: Significancia.

#### 4. Discusión

El estudio incluyó 125 nadadores de la ciudad de Medellín, de los cuales 78 eran hombres y 47 mujeres, con una edad media de  $15,51 \pm 3,39$  años. En el salto con contramovimiento (CMJ), el valor general fue  $25,8 \pm 9,58$  cm (hombres:  $28,62 \pm 10,08$  cm; mujeres:  $21,14 \pm 6,47$  cm), siendo inferiores a los  $32 \pm 3$  cm (hombres:  $36 \pm 5$  cm; mujeres:  $28 \pm 3$  cm) reportados en el artículo de Calderbank et al., (2020), así como a los  $30,3 \pm 4,5$  cm y  $24,87 \pm 2,6$  cm presentados en el estudio de (Aldana, 2024). Sin embargo, se asemejan a los documentados en el trabajo de (Véliz et al., 2020) con nadadores chilenos (hombres:  $28,4 \pm 6,94$  cm; mujeres:  $19,6 \pm 4,52$  cm).

El análisis correlacional mostró relaciones estadísticamente significativas e inversas (todas con sig. = 0,000) entre CMJ, SJ, RSI y fuerza de agarre con el rendimiento en 15 m y 50 m libre. El CMJ se correlacionó  $-0,640$  con 15 m y  $-0,746$  con 50 m; el SJ,  $-0,614$  y  $-0,726$ ; y la fuerza de agarre derecha,  $-0,699$  y  $-0,827$  en hombres, y  $-0,571$  y  $-0,707$  en mujeres. Esto concuerda con el artículo de (West, 2011), donde se halló una correlación de  $-0,69$  entre el tiempo hasta 15

m y la altura del CMJ, y con lo descrito por (Carvalho, 2017), quien también encontró una relación inversa entre 15 m libres y CMJ, aunque en su estudio los 15 m se realizaron en superficie.

El estudio de Thng et al. Identificaron correlaciones inversas entre SJ y los 15 m libres, observando que en mujeres la relación era lineal, mientras que en hombres era más marcada; este comportamiento también fue observado en los nadadores de Medellín. Según Đurović, 2018, al evaluar SJ sin carga y con cargas del 25% y 35% del peso corporal, se encontró que la potencia de salida se maximizaba sin carga adicional, resultado coherente con el presente estudio, donde los saltos fueron sin carga y presentaron relaciones significativas con las velocidades tanto en 15 m (SJ:  $-0,614$ ; CMJ:  $-0,640$ ) como en 50 m (SJ:  $-0,726$ ; CMJ:  $-0,746$ ).

En el estudio de Oliveira, 2023, el rendimiento en 15 m libres se correlacionó de forma inversa con el CMJ ( $-0,816$ ; sig.  $< 0,05$ ) y el análisis de regresión lineal indicó que el CMJ explicaba el 66% del rendimiento, estimando que por cada incremento de 1 cm en la altura del CMJ se mejoraba en 0,0885 milisegundos el tiempo



de ejecución. Por su parte Polla, 2024, reportó correlaciones altas entre CMJ cm y SJ cm (0,854; sig. < 0,05), así como entre CMJ watts y SJ watts (0,970; sig. < 0,05), mostrando una coherencia técnica con lo hallado en Medellín.

La fuerza de agarre se identificó como una variable determinante en el rendimiento, especialmente en el estilo libre, y sus efectos deben entenderse con matices: en el estudio de Frederiksen, 2006 se resalta la relevancia de la fuerza de prensión manual a lo largo de la vida como factor relevante en la ejecución de tareas deportivas y funcionales, subrayando su papel en el mantenimiento y mejora del rendimiento. En el trabajo de Garrido, 2012 se observó que la fuerza máxima isométrica de prensión manual presentó una relación significativa con el rendimiento en natación, particularmente en nadadoras, lo cual se refleja también en la presente investigación donde se observan correlaciones estadísticamente significativas e inversas tanto en hombres (-0,827) como en mujeres (-0,727) con los tiempos en 15 m y 50 m libres. Del mismo modo, Şentürk et al., 2022 afirma que la prensión manual es un indicador importante en el rendimiento de nadadores de velocidad y que una mayor fuerza de agarre se asocia a mejor rendimiento en pruebas de corta distancia, reforzando la relevancia de esta variable como marcador de capacidad competitiva.

Por su parte, el estudio de Alshdokhi et al., 2020, evidencia que, tras 8 semanas de intervención en nadadores velocistas, No se evidenciaron mejoras en el desempeño en la prueba de 100 m espalda, pero plantea que la dinámica del agarre puede diferir entre estilos y que, al comparar con nadadores de 50 m libre, dicha variable adquiere mayor peso; por tanto, el agarre en estilo libre se presenta como la relación más fuerte en el análisis bivariado de la investigación actual.

En síntesis, los hallazgos evidencian que el perfil neuromuscular y la fuerza de agarre representan elementos clave en el desempeño de los nadadores especializados

en pruebas de velocidad. Estos hallazgos indican la conveniencia de implementar programas de entrenamiento específicos orientados al desarrollo de la fuerza y la potencia dentro de la preparación física, con el fin de optimizar el desempeño competitivo.

## 5. Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a la Liga de Natación de Antioquia por el apoyo brindado para la realización de este estudio.

## 6. Conflictos de interés

No se encontraron conflictos de interés.

## 7. Referencias

- Aldana, L. C. (2024). Variables relacionadas con el rendimiento de nadadores participantes de los XXVIII juegos inter-escuelas. *16*(33), 94–113. Recuperado el 8 de abril, 2025 de <https://core.ac.uk/reader/617101590>.
- Alshdokhi, K. A., Petersen, C. J., & Clarke, J. C. (2020). Effect of 8 weeks of grip strength training on adolescent sprint swimming: a randomized controlled trial. *Exercise Medicine*, *4*. <https://doi.org/10.26644/em.2020.001>
- Amaro, N. M., Marinho, D. A., Marques, M. C., Batalha, N. P., & Morouço, P. G. (2017). Effects of dry-land strength and conditioning programs in age group swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *31*(9), 2447–2454. Recuperado el 8 de abril, 2024, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28825604/>
- Barbosa, A. (2022). A potência de membros superiores está relacionada com o desempenho de nado crawl em nadadores adolescentes. *Research, Society and Development*, *11*, e26711326356. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/367782684>
- Barlow, H., Halaki, M., Stuelcken, M., Greene,



- A., & Sinclair, P. J. (2014). The effect of different kick start positions on OMEGA OSB11 blocks on free swimming time to 15 m in developmental level swimmers. *Human Movement Science*, 34, 178–186. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.02.002>
- Biancardi, C. M., Arias, J., Irigoite, S., Giannechini, G., & Pequera, G. (2021). Evaluación del pico de potencia máxima en deportistas: Comparación de método. *Revista Universitaria de Educación Física y Deporte*, 14(1), 3. Recuperado el 22 de agosto, 2023, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?Codigo=8440143>
- Bishop, D. C., Smith, R. J., Smith, M. F., & Rigby, H. E. (2009). Effect of plyometric training on swimming block start performance in adolescents. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 2137. Recuperado el 6 de marzo, 2024, de [https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2009/10000/effect\\_of\\_plyometric\\_training\\_on\\_swimming\\_block.33.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2009/10000/effect_of_plyometric_training_on_swimming_block.33.aspx)
- Bosco, C., & Vila, J. M. (1994). *Aspectos fisiológicos de la preparación física del futbolista*. Barcelona, España: Paidotribo.
- Calderbank, J., Comfort, P., & McMahon, J. (2020). Association of jumping ability and maximum strength with dive distance in swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33276324/>
- Camacho Tristán, G. (2024). *Comparación del índice elástico del salto en basquetbolistas universitarios entre My Jump 2 e IR-Mat MuscleLab* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Nuevo León. Recuperado el 3 de abril de 2025 de <http://eprints.uanl.mx/28056/> Carvalho, D. D., Fonseca, P., Marinho, D. A., Silva, A. J., Zacca, R., Mourão, L., et al. (2017). Is there any transfer between countermovement jump and swimming track start performance? *ISBS Proceedings Archive*, 35(1), 186. Recuperado el 9 de marzo de 2024 de <https://commons.nmu.edu/isbs/vol35/iss1/186>
- Harrison, A. J., & Lyons, M. (2017). The Impact of Resistance Training on Swimming Performance: A Systematic Review. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 47(11), 2285–2307. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0730-2>
- Cronin, J. B., & Hansen, K. T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 349–357. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15903374/>
- Đurović, M., Nikolić, M., Paunović, M., Madić, D., & Okičić, T. (2018). Differences between lower body muscle potential during unloaded and loaded squat jump in elite male sprint swimmers. *Facta Universitatis, Series: Physical Education and Sport*, (0), 319–327. Recuperado el 3 de marzo, 2025, de <https://casopisi.junis.ni.ac.rs/index.php/fuphysedsport/article/view/4514>
- Frederiksen, H., Hjelmborg, J., Mortensen, J., McGue, M., Vaupel, J. W., & Christensen, K. (2006). Age trajectories of grip strength: cross-sectional and longitudinal data among 8,342 Danes aged 46 to 102. *Annals of Epidemiology*, 16(7), 554–562. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16406245/>
- García Ramos, A., Tomazin, K., Feriche, B., Strojnik, V., Caynzos, B., Cienfuegos, J., et al. (2016). The relationship between the lower-body muscular profile and swimming start performance. *Journal of Human Kinetics*, 50, 157–165. Recuperado de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5260650/>
- Garrido, N. D., Silva, A. J., Fernandes, R. J., Barbosa, T. M., Costa, A. M., Marinho, D. A., & Marques, M. C. (2012). High level swimming performance and its relation to non-specific parameters: a cross-sectional study on maximum handgrip isometric strength. *Perceptual and Motor Skills*, 114(3), 936–948. <https://doi.org/10.2466/05.10.25.PMS.114.3.936-948>



- Hatze, H. (1998). Validity and reliability of methods for testing vertical jumping performance. *Journal of Applied Biomechanics*, 14(2), 127–140. Recuperado el 15 de agosto, 2023, de <https://journals.humankinetics.com/view/journals/jab/14/2/article-p127.xml>
- Keiner, M., Yaghobi, D., Sander, A., Wirth, K., & Hartmann, H. (2015). The influence of maximal strength performance of upper and lower extremities and trunk muscles on different sprint swim performances in adolescent swimmers. *Science & Sports*, 30(6), e147–e154. Recuperado el 6 de marzo, 2024, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0765159715000714>
- Kozinc, Ž., Žitnik, J., Smajla, D., & Šarabon, N. (2022). The difference between squat jump and countermovement jump in 770 male and female participants from different sports. *European Journal of Sport Science*, 22(7), 985–993. Recuperado el 2 de abril, 2025, de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1080/17461391.2021.1936654>
- Luarte, R. C., González, V. M., & Aguayo, A. O. (2014). Evaluación de la fuerza de salto vertical en voleibol femenino en relación a la posición de juego. *Revista Ciencias de la Actividad Física*, 15(2), 43–52. Recuperado el 8 de abril, 2024, de <https://revistacaf.ucm.cl/article/view/61>
- Maglisco, E. W. (2011). *Natación: técnica, entrenamiento y competición*. Badalona, España: Paidotribo.
- Montalvo, S., Gonzalez, M. P., Dietze-Hermosa, M. S., Eggleston, J. D., & Dorgo, S. (2021). Common Vertical Jump and Reactive Strength Index Measuring Devices: A Validity and Reliability Analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(5), 1234–1243. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003988>
- Nicol, E., Pearson, S., Saxby, D., Minahan, C., & Tor, E. (2022). The association of range of motion, dryland strength-power, anthropometry, and velocity in elite breaststroke swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(8), 1222–1230. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35728807/>
- Oliveira, F. C. S. de, Oliveira, G. P. de, Medeiros, M. F. de, Paiva, P. H. M. de, Bulhões-Correia, A., & Neto, P. F. de A., et al. (2023). Relationship between the vertical countermovement jump and the simulated performance of the initial 15 meters of crawl swimming performed by adolescent athletes. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 17(108), 121–127. Recuperado el 3 de marzo, 2025, de <https://doaj.org/article/cf56fc14b6bb444c89f57d8c49eb9579>
- Palomino-Martín, A., Gonzalez-Martel, V., Quiroga-Escudero, M. E., & Ortega-Santana, F. (2015). Effects of swimming training on body asymmetry in adolescents. *International Journal of Morphology*, 33(2), 507–514. Recuperado el 17 de agosto, 2023, de [https://go.gale.com/ps/i.do?P=AONE&sw=w&issn=07179367&v=2.1&it=r&id=G\\_ALE%7CA535235376&sid=googlescholar&linkaccess=abs](https://go.gale.com/ps/i.do?P=AONE&sw=w&issn=07179367&v=2.1&it=r&id=G_ALE%7CA535235376&sid=googlescholar&linkaccess=abs)
- Patiño-Palma, B. E., Wheeler-Botero, C. A., & Ramos-Parraci, C. A. (2022). Validación y fiabilidad del sensor Wheeler Jump para la ejecución del salto con contramovimiento. *Apunts*, (149), 37–44. Recuperado el 8 de abril, 2024, de [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2022/3\).149.04](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2022/3).149.04)
- Polar, S. (2024). Mundial de World Aquatics Doha 2024. *Olympics.com*. Recuperado el 5 de julio, 2024, de <https://olympics.com/es/noticias/mundial-world-aquatics-doha-2024-resultados-calendario-natacion>
- Polla, E. (2024). Correlación en nadadores de élite entre el rendimiento en la salida de natación y el salto vertical y horizontal. *Universitat Pompeu Fabra*. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12367/2674>
- Potdevin, F. J., Albery, M. E., Chevutschi, A., Pelayo, P., & Sidney, M. C. (2011). Effects of a 6-Week Plyometric Training Program on Performances in Pubescent Swimmers.



- The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(1), 80. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181fef720>
- Sammoud, S., Negra, Y., Chaabene, H., Bouguezzi, R., Moran, J., & Granacher, U. (2019). The effects of plyometric jump training on jumping and swimming performances in prepubertal male swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 18(4), 805–811. Recuperado el 17 de agosto, 2023, de <https://www.jssm.org/jssm-18-805.xml%3efulltext>
- Sentürk, A., Tolun, B., & Bergün, M. (2022). The effect of hand grip strength on sprint swimming performance in young swimmers. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/366642869\\_THE\\_EFFECT\\_OF\\_HAND\\_GRIP\\_STRENGTH\\_ON\\_SPRINT\\_SWIMMING\\_PERFORMANCE\\_IN\\_YOUNG\\_SWIMMERS](https://www.researchgate.net/publication/366642869_THE_EFFECT_OF_HAND_GRIP_STRENGTH_ON_SPRINT_SWIMMING_PERFORMANCE_IN_YOUNG_SWIMMERS)
- Sevimli, D. (2016). Correlations among handedness, handgrip strength and front crawl swimming performance in adolescents. *Kinesiologia Slovenica*, 22(3). <https://avesis.cu.edu.tr/yayin/a632cf23-0817-4ecd-92ef-c5cc1bfa7bc4/correlations-among-handedness-handgrip-strength-and-front-crawl-swimming-performance-in-adolescents>
- Tejada Otero, C. P., & Ramón Suárez, G. (2013). Correlación entre la potencia en miembros inferiores (altura de despegue del salto) medida con protocolo de Bosco y la velocidad frecuencial (medida con el test de 30 y 60 metros planos) de la selección colombiana femenina y masculina de ultimate frisbee. *VIREF Revista de Educación Física*, 2(1), 147–162. Recuperado el 8 de abril, 2024, de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/viref/article/view/15371>
- Thng, S., Pearson, S., Rathbone, E., & Keogh, J. W. L. (2020). The prediction of swim start performance based on squat jump force-time characteristics. *PeerJ*, 8, e9208. Recuperado el 6 de marzo, 2024, de <https://peerj.com/articles/9208>
- Trinidad, A., González-García, H., & López-Valenciano, A. (2021). An Updated Review of the Epidemiology of Swimming Injuries. *PM & R: The Journal of Injury, Function, and Rehabilitation*, 13(9), 1005–1020. <https://doi.org/10.1002/pmrj.12503>
- Van Dijk, M. P., Beek, P. J., & van Soest, A. J. K. (2020). Predicting dive start performance from kinematic variables at water entry in (sub-)elite swimmers. *PLoS One*, 15(10), e0241345. Recuperado el 3 de abril, 2025, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7598512/>
- Velandia, F. A. F., Pinto, V. M. M., Guerra, D. H. G., Huertes, B. A. H., Burgos, R. I. Q., & Camargo, E. C. M. (2021). Valoración de la potencia muscular en el salto vertical de los voleibolistas juveniles del club Eagles de Sogamoso. *Revista Salud, Historia y Sanidad*, 16(1), Article 1. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5189283>
- Véliz, C. V., Cid, F. M., & Rodríguez, M. J. (2020). Relación de la fuerza, potencia y composición corporal con el rendimiento deportivo en nadadores jóvenes de la Región Metropolitana de Chile. *Retos*, 38, 300–305. Recuperado el 2 de diciembre, 2023, de <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/75638>
- Vera-Villavicencio, M. A. (2022). Comparación de la fuerza mediante el dinamómetro y las flexiones de codo en personal militar. *Polo del Conocimiento*, 7(2), 263–281. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i1.3584>
- West, D., Owen, N., Cunningham, D., Cook, C., & Kilduff, L. (2011). Strength and power predictors of swimming starts in international sprint swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25, 950–955. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20664366/>