

**Relación Entre El Rendimiento De Nado, Características Antropométricas, Fuerza
Máxima Y Potencia En Nadadores Universitarios**

Jaider Eduardo Dávila Quiroz

Juan David Sua Piñeros

Nicolás Castillo Otálora

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Educación Física

Licenciatura en Deporte

Bogotá, Colombia

2025

**Relación Entre El Rendimiento De Nado, Características Antropométricas, Fuerza
Máxima Y Potencia En Nadadores Universitarios**

Jaidier Eduardo Dávila Quiroz

Juan David Sua Piñeros

Nicolás Castillo Otálora

Trabajo para optar al Título de Licenciado en Deporte

Asesor:

Mg. Diego Andrés Rada

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Educación Física

Licenciatura en Deporte

Bogotá, Colombia

2025

Dedicatoria

Esta investigación va dedicada primeramente a Dios, por la oportunidad que nos brinda de cada día seguir adelante a pesar de las dificultades que se presentan en el día a día. De igual manera, es dedicada a mi padre: Ernesto Sua, que en paz descansa, por su amor incondicional, por enseñarme a nunca rendirme y por esos valores que hoy me hacen el hombre que soy y que me traen a este momento en el que me encuentro. Por último, pero no menos importante, a mi madre, hermanos y cada una de las personas que me apoyaron y me impulsaron a siempre seguir aprendiendo y a dar lo mejor de mí. Los amo.

Juan David Sua Piñeros

Este logro va dedicado a mi mamá Liliana Otalora, quien fue mi mayor apoyo, por su amor y ánimo a seguir adelante y por quien me esforcé hasta el final para ser de orgullo para ella. A mi padre Jhon Castillo quien su testimonio y disciplina me enseñaron a dar lo mejor de mí y por supuesto a mi amada esposa Geraldine, por su compañía, amor y alegrías que me da. Este trabajo también va dedicado a mis abuelos (Cristina y Dagoberto) y mis tíos (Eliset, Iván y Jairo) quienes aportaron en mi vida de gran manera.

Nicolas Castillo Otálora

Dedico este logro a las personas que han sido el motor de mi formación personal y profesional. A mis padres “Jaider Alberto Dávila y Maryolis Quiroz” por su amor incondicional, por enseñarme el valor del esfuerzo y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles. Su apoyo constante ha sido la base para construir este logro. A mis hermanos “Jhon Dávila y Cristian Dávila” por su compañía a lo largo del proceso quienes al igual que mis padres me brindaron mucha fortaleza, palabras de ánimo y ayuda para el cumplimiento de este gran objetivo. A mis amigos y personas más allegadas por su comprensión y buenos deseos, brindándome alegría, motivación y fortaleza cuando más lo necesitaba. Y finalmente a Dios por darme la fortaleza, la sabiduría y la salud necesaria para alcanzar la meta. A todos ustedes, gracias por ser parte esencial de este proceso y por acompañarme en la construcción de uno de los propósitos más importantes de mi vida.

Jaider Eduardo Dávila Quiroz

Agradecimientos

Un infinito agradecimiento a Dios por la vida y los aprendizajes que tenemos día a día. Agradezco el apoyo de mi familia, quien siempre estuvo ahí. Un agradecimiento a nuestro tutor, quien nos guio durante este proceso y a su enorme paciencia. También agradecer a mi novia Laura Menjuren, quien siempre estuvo a mi lado, me ayudó y estuvo al pendiente de este proceso tan maravilloso.

Juan David Sua Piñeros

Agradezco a Dios por todas las bendiciones que me da, por darme la oportunidad de estudiar lo que amo, porque es quien me ha abierto cada puerta para salir adelante, también agradecer a mi familia por su ayuda día a día que fue fundamental para mí, al profe Diego por su apoyo y gran ayuda para llegar al final de este proceso, y agradecerle a mi entrenador quien me incentivo a estudiar y ser más de lo que nuestro contexto nos dicta.

Nicolas Castillo Otálora

En primer lugar, agradezco profundamente a mis padres y hermanos por su respaldo emocional, su comprensión y por esa constante motivación en los momentos más desafiantes, Los amo profundamente, familia.

Agradezco a la Universidad pedagógica Nacional, por brindarme la oportunidad de formarme como profesional y por ser un espacio de crecimiento académico y personal.

A mi director de tesis, el profe Diego Rada, por su guía, paciencia y compromiso durante todo el proceso investigativo. Gracias a cada una de sus valiosas observaciones que fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo. A los docentes del programa, por su dedicación y por compartir sus conocimientos, los cuales contribuyeron significativamente a mi formación.

Finalmente, A mis compañeros de investigación y grupo de trabajo, por el apoyo mutuo, la colaboración y cada encuentro constructivo que enriquecieron esta experiencia. Gracias de corazón a cada uno por ser parte fundamental en la construcción de este logro.

Jaider Eduardo Dávila Quiroz

Tabla De Contenido

| | |
|--|----|
| Introducción | 1 |
| Antecedentes | 3 |
| Planteamiento Del Problema..... | 10 |
| Pregunta Problema | 11 |
| Objetivos | 12 |
| Objetivo General..... | 12 |
| Objetivos Específicos..... | 12 |
| Justificación | 13 |
| Fundamentos Teóricos | 15 |
| Fuerza Y Potencia En El Rendimiento Deportivo | 15 |
| Fuerza | 15 |
| Tipos De Fuerza Y Contracciones Musculares En Natación | 18 |
| Potencia..... | 19 |
| Natación Y Transferencia De La Fuerza Al Gesto Técnico | 20 |
| Natación..... | 20 |
| Evaluación Antropométrica Y Rendimiento..... | 24 |
| Aspectos Metodológicos..... | 31 |
| Paradigma | 31 |
| Enfoque | 31 |
| Diseño | 31 |
| Población..... | 31 |
| Muestra | 31 |
| Alcance | 32 |

| | |
|---|----|
| Criterios De Inclusión Y Exclusión | 32 |
| Instrumentos..... | 33 |
| ISAK..... | 33 |
| Fuerza Máxima Y Potencia Por Medio De La VMP..... | 34 |
| Swolf..... | 36 |
| Consideraciones Éticas | 39 |
| Resultados..... | 40 |
| Discusión..... | 47 |
| Conclusiones..... | 52 |
| Referencias..... | 54 |
| Anexos | 60 |
| Anexo 1. Consentimiento Informado..... | 60 |
| Anexo 2. Datos Antropométricos | 63 |
| Anexo 3. Tabla De Datos Test Press Banca y Remo Invertido | 64 |

Índice De Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Comparativa entre la propulsión de piernas y brazos. | 20 |
| Tabla 2 Perfil restringido | 25 |
| Tabla 3 Criterios de inclusión y exclusión..... | 33 |
| Tabla 4 VMP correspondiente al % 1RM..... | 35 |
| Tabla 5 Medidas y desviación estándar de las variables evaluadas | 40 |
| Tabla 6 Combinaciones clave para el análisis correlacional..... | 42 |
| Tabla 7 Correlaciones entre las variables estudiadas..... | 43 |
| Tabla 8 Modelo de regresión lineal sobre la variable de rendimiento de nado (S-Wolf) | 44 |

Índice De Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Diagrama de flujo sobre el proceso de selección de artículos para antecedentes | 3 |
| Figura 2. Factores determinantes de la fuerza | 16 |
| Figura 3. Las fases y sub-fases de la técnica de nado crol..... | 23 |
| Figura 4. Somatocarta por deporte sexo masculino..... | 28 |
| Figura 5. Somatocarta por deporte sexo femenino | 29 |
| Figura 6. Somatocarta comparativa | 45 |

Introducción

En la natación competitiva el rendimiento suele estar relacionado con factores de tipo biomecánico, morfológico o fisiológico los cuales pueden determinar la capacidad de nadadores para generar de manera eficiente propulsión en el medio acuático. En particular, en las pruebas de velocidad las exigencias técnicas al igual que las físicas requieren un desarrollo óptimo de la fuerza y la potencia en el tren superior, los cuales, junto con las características antropométricas del deportista, inciden directamente en la reducción del tiempo y mejora del rendimiento a través de mayor eficiencia hidrodinámica. En este contexto, comprender cómo estas variables se relacionan e interactúan con el rendimiento en el estilo crol integran un eje esencial para la mejora del desempeño competitivo y la planificación deportiva.

Estudios encontrados de la última década establecen la relación entre la composición corporal, la fuerza máxima y la potencia con el rendimiento en natación (Ferraz et al., 2020; Morouço et al., 2011; Chalkiadakis et al., 2023). Los hallazgos coinciden en que los nadadores con mayores niveles de fuerza propulsiva, menor porcentaje de grasa corporal y una mayor envergadura presentan mejores tiempos de ejecución en pruebas de corta distancia. De igual forma, estudios como el de Pérez-Olea et al. (2018) y Amara et al. (2021) destacan la potencia y la velocidad de ejecución como predictores más precisos del rendimiento, evidenciando que las pruebas de fuerza realizadas en tierra pueden correlacionarse significativamente con el desempeño acuático.

No obstante, la mayoría de los estudios disponibles se han desarrollado en poblaciones de deportistas juveniles o élite, dejando de lado a los nadadores universitarios, quienes conforman un grupo con características particulares en cuanto a sus condiciones morfológicas y cargas de entrenamiento. Esta población, pese a su participación activa en competencias entre universidades, carece de evidencia científica que permita comprender con precisión los factores que condicionan su rendimiento en el medio acuático. Por tanto, se torna necesario identificar cómo las variables antropométricas, la fuerza máxima y la potencia se asocian con el desempeño de los nadadores universitarios, especialmente en pruebas de velocidad del estilo crol, donde el componente propulsivo del tren superior es predominante.

Teniendo en cuenta esta necesidad la presente investigación tiene el propósito de analizar la relación entre las características antropométricas, la fuerza máxima, la potencia y el rendimiento en nadadores universitarios. Comprender dichas relaciones permite ampliar la base empírica existente, además, de ofrecer herramientas prácticas a entrenadores y preparadores físicos del medio para optimizar los programas de entrenamiento adaptándose a las demandas específicas de la natación universitaria. Asimismo, el estudio pretende aportar evidencia que sustente la importancia de la evaluación de la fuerza y la potencia mediante pruebas controladas en tierra como indicadores complementarios del rendimiento acuático.

Desde una perspectiva aplicada al campo de entrenamiento deportivo los resultados de este trabajo contribuyen a identificar las variables físicas que más inciden en la mejora del rendimiento y el desempeño del deportista, permitiendo diseñar programas individualizados que potencien las capacidades determinantes de los nadadores. A nivel académico, la investigación fortalece la producción científica sobre la natación universitaria, a nivel institucional, local y nacional, un área escasamente abordada ofreciendo un marco de referencia para futuras investigaciones orientadas al estudio del rendimiento deportivo desde un enfoque cuantitativo y correlacional.

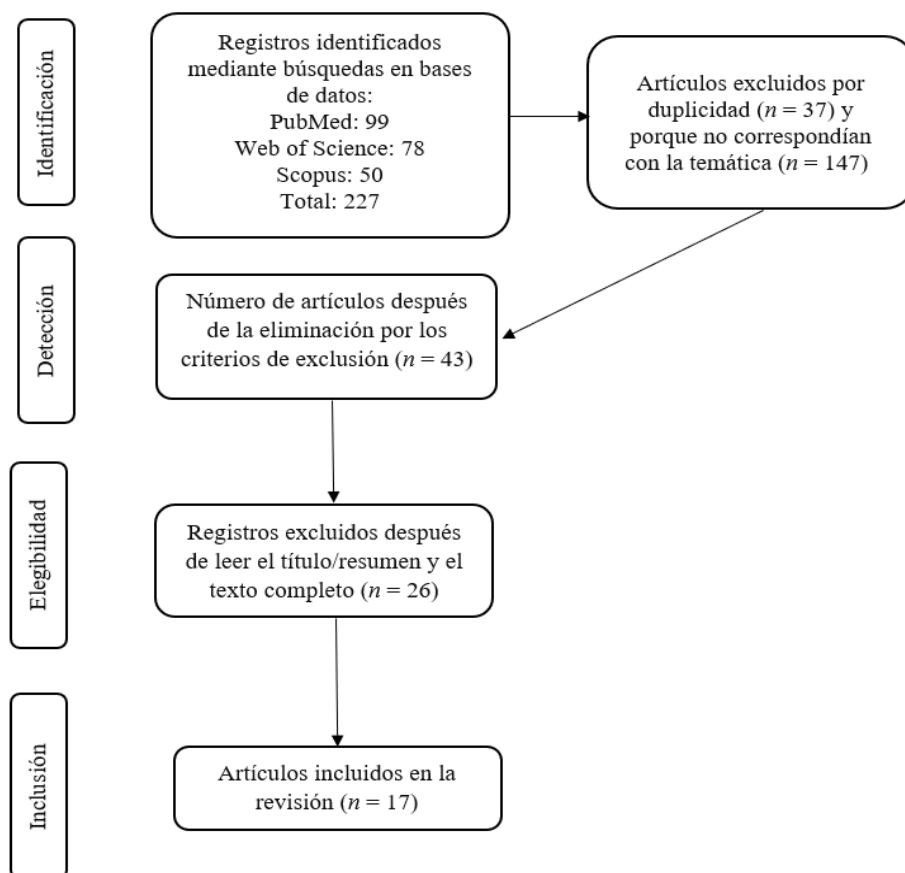
Finalmente, este proyecto busca aportar evidencia que relacione los principales componentes estructurales, y funcionales del deportista con su rendimiento en el estilo crol, bajo la premisa de que mayores niveles de fuerza y potencia, además, de condiciones antropométricas específicas, se asocian con un mejor desempeño de los nadadores. El estudio se desarrolla dentro de un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental y de alcance correlacional, aplicado a una muestra de nadadores universitarios de la Universidad Pedagógica Nacional. Los hallazgos esperados buscan contribuir en la comprensión del rendimiento en la natación universitaria y servir para optimizar de mejor manera la planificación del entrenamiento, la evaluación física, la formación deportiva integral y el conocimiento en el área del deporte.

Antecedentes

Se realizó una búsqueda en diferentes bases de datos como PubMed, Web of Science, Scopus y Eric, donde se utilizaron los operadores booleanos “OR” y “AND”, junto con términos MeSH como “muscular strength”, “power”, “body composition” y “swimming performance”. De esta búsqueda fueron hallados 227 artículos, los cuales fueron filtrados por medio de una matriz donde se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de selección: 1. Que la población fuera nadadores adultos y; 2. Que relacionen mínimo dos variables entre composición corporal, fuerza máxima, potencia y rendimiento de nado. Luego de seleccionar los artículos, de acuerdo con los criterios, se incluyeron un total de 17 documentos en la revisión de los antecedentes, en los cuales se sostiene esta investigación.

Figura 1.

Diagrama de flujo sobre el proceso de selección de artículos para antecedentes



El análisis de la literatura científica evidencia una relación sólida entre las variables de composición corporal, fuerza máxima, potencia y el rendimiento en la natación competitiva. Los hallazgos coinciden en que la capacidad de producir fuerza propulsiva, la eficiencia metabólica y las dimensiones corporales son elementos que determinan el rendimiento del deportista. En esta línea, Ferraz et al. (2020) identificaron en un grupo competitivo de nadadores universitarios la influencia de las características antropométricas en el rendimiento. A partir de la medición de talla, masa corporal, envergadura e índice de masa corporal (IMC), los resultados mostraron correlaciones lineales positivas en la altura ($r = 0,305$ y $r = 0,253$, $p < 0,01$), el peso ($r = 0,202$ y $r = 0,140$, $p < 0,01$) y la envergadura ($r = 0,227$ y $r = 0,203$, $p < 0,01$) para las pruebas de 50 m y 400 m estilo libre, y negativas entre el porcentaje de grasa corporal y el rendimiento. Los autores concluyen que a una menor masa grasa y mayor longitud de brazos mejora la eficiencia hidrodinámica, además del aprovechamiento mecánico de la brazada.

De manera complementaria, Sammoud et al. (2018) realizaron un estudio con el propósito de analizar la relación entre las características de longitud y tamaño corporal mediante diversas mediciones antropométricas, que incluyeron: masa corporal, pliegues cutáneos, envergadura braquial, longitud de las extremidades superiores (brazo, antebrazo y mano) e inferiores (muslo, pierna y pie), así como, perímetros corporales (braquial en reposo, antebrazo, muñeca, muslo, pantorrilla y tobillo) y anchos biacromial y bicrestal. Los resultados evidenciaron que la masa grasa fue la característica corporal más determinante en el rendimiento, mientras que la altura y la masa corporal no presentaron una contribución significativa a su mejora. Asimismo, se concluyó que una mayor proporción en la longitud de los segmentos de las extremidades (proporción de brazo = $[\text{envergadura}]/[\text{antebrazo}]$) y en la circunferencia de las mismas (proporción de circunferencias = $[\text{circunferencia de pantorrilla}]/[\text{circunferencia de tobillo}]$) constituyen factores clave para el rendimiento en pruebas de velocidad del estilo mariposa.

Por su parte, Nasirzade et al. (2014) en una investigación enfocada en la arquitectura muscular, demostraron una estrecha relación entre la morfología del músculo y el rendimiento en pruebas de velocidad. Se analizó la longitud de los fascículos musculares en músculos clave del tren inferior (vasto lateral, gastrocnemios medial y lateral) y del tren superior (bíceps y tríceps braquial). Los resultados mostraron que los nadadores con mejor rendimiento en sprint en crol,

presentaban fascículos más largos, tanto en términos absolutos como relativos, en los músculos vasto lateral (VL) y gastrocnemio lateral (GL), se observó una relación significativa entre el tiempo de nado de velocidad y la longitud absoluta y relativa de los fascículos en el VL (absoluta: $r = -0,49$ y relativa: $r = -0,43$, ambas $p < 0,05$) y el GL (absoluta: $r = -0,47$ y relativa: $r = -0,42$, ambas $p < 0,05$). En contraste, no se halló correlación significativa entre las características arquitectónicas del tríceps braquial y el rendimiento, lo que sugiere una mayor influencia de los músculos del tren inferior en la generación de potencia propulsiva durante el nado (Kumagai et al., 2000).

De igual modo, Dopsaj et al. (2020) realizó una investigación, la cual tuvo como propósito la relación de la composición corporal y el rendimiento en 82 nadadores internacionales de velocidad. Tras la medición de la composición corporal por medio de impedancia bioeléctrica multifrecuencia con el dispositivo “InBody 720”. Se hizo un análisis de regresión múltiple que ayudó con la predicción del rendimiento en los nadadores, junto con las variables de composición corporal, donde los modelos definidos explicaron el 35,1% y el 75,1% de la variabilidad mutua del rendimiento para nadadores masculinos y femeninos, respectivamente, demostrando la importancia del control de la composición corporal en programas de entrenamiento y su incidencia en el rendimiento en nadadores de velocidad.

Además, en la revisión sistemática de Ruíz et al. (2025) la cual tomó 39 artículos de 1330, teniendo como objetivo identificar los factores clave que subyacen al rendimiento en natación de velocidad y proporcionar información para optimizar el rendimiento. Los resultados se centraron sobre todo en la fuerza en tierra, fuerza en agua, factores fisiológicos, variables cinemáticas y parámetros antropométricos. Esta revisión sistemática concluyó destacando la importancia del desarrollo de la fuerza y su eficaz transferencia en el medio acuático para la mejora de la velocidad y el desplazamiento efectivo, además de tener en cuenta aspectos como la acumulación de lactato, la frecuencia, longitud de brazada y la antropometría.

Las investigaciones sobre la relación entre las variables de fuerza y el rendimiento en el medio acuático, ha cobrado importancia en los últimos años, especialmente en el alto rendimiento. Investigaciones como las de Amara et al. (2021) resaltan, como la evaluación de la fuerza a través de pruebas funcionales, revelaron una relación casi perfecta entre la flexión de

brazos de 1RM y los 25 o 50 m de crol frontal ($r = -0.968$, $r = -0.955$), y entre la flexión de brazos de 1RM y los 25 o 50 m de crol frontal con brazos ($r = -0.955$, $r = 0.941$). De igual manera, se evidenciaron correlaciones significativas casi perfectas entre la flexión de brazos de 1RM y las variables cinemáticas ($r = 0.93-0.96$), excepto el índice de brazada, que tuvo una gran relación ($r = 0.56$). Estas variables, relacionadas con la carga- velocidad, permiten analizar la capacidad de los nadadores para crear potencia en gestos específicos, que pasan de forma directa a la eficacia en la propulsión en el agua, mostrando la importancia de la fuerza máxima y la potencia como determinantes del desempeño competitivo.

En el estudio realizado por Morais et al. (2019) examinaron en un grupo de 20 nadadores adolescentes la relación entre fuerza propulsiva del tren superior mediante dinamometría y el rendimiento en pruebas de nado libre. Los hallazgos demostraron que la frecuencia de brazada presentó la mayor contribución, donde un aumento de una unidad en la frecuencia de brazada impuso un aumento de $0.375 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (IC del 95%: 0.105; 0.645, $p=0.010$) en la velocidad de nado. La velocidad de nado fue predicha por la fuerza propulsiva media, la variación intra cíclica de la velocidad de nado y la frecuencia de brazada. Además, no se observaron diferencias significativas entre las extremidades superiores de hombres y mujeres en ninguna de las variables, excepto en el grado de fuerza (dF) en los hombres ($t = -2,66$, $p = 0,026$, $d = 0,66$).

También, West et al. (2011) investigaron los predictores de fuerza y potencia en las salidas de natación en una población de nadadores internacionales de velocidad de 50 m, este estudio analizó pruebas de fuerza en sentadilla, salto con contramovimiento (CMJ) en una plataforma de fuerza portátil y el tiempo de salida en condiciones de 50 m en estilo libre. Lo cual fue una investigación importante respecto a la fuerza vertical máxima (FMP) y la fuerza horizontal máxima (FPH) en relación con el tiempo de salida en el tren inferior, mostrando una relación significativa entre la salida y la fuerza máxima. Analizaron mediante la correlación de Pearson, con un nivel de significancia establecido en $p < 0,05$, donde el tiempo de inicio se relacionó significativamente con la fuerza de 1RM ($r = -0.74$), la altura del salto ($r = -0.69$), el pico ($r = -0.85$) y la potencia relativa ($r = -0.66$) ($p < 0.05$), pero no con la tasa de desarrollo de la fuerza ($r = -0.56$, $p > 0.05$). Además, identificaron la fuerza isométrica de tracción en press de banca de la parte superior del cuerpo como un factor clave en el rendimiento inicial ($r = 0,87$).

Además, Garrido et al. (2010) realizaron una investigación que busca correlacionar el rendimiento en natación de velocidad en 28 nadadores jóvenes de competición (16 masculinos y 12 femeninos). El rendimiento de nado se evaluó por medio de pruebas de velocidad en 25m y 50m en estilo libre; la fuerza muscular se midió en press banca y en extensión de rodillas y la potencia por medio del lanzamiento de balón medicinal y el CMJ. La asociación entre las variables se calculó por medio del coeficiente de correlación de Spearman, la cual demostró hallazgos en las pruebas de fuerza, mostrando una asociación moderada pero significativa con las pruebas de 25 m y 50 m ($-0,69 \leq \rho \leq -0,58$). Por otro lado, el rendimiento de nado solo se asoció con las pruebas de potencia de lanzamiento de balón medicinal ($-0,74 \leq \rho \leq -0,54$) y no con la altura del salto vertical. Lo anterior sugiere que las pruebas sencillas de fuerza y potencia en seco, aunque moderadas, se asocian significativamente con el rendimiento en natación de velocidad en jóvenes nadadores de competición.

Asimismo, el estudio de Chalkiadakis et al. (2023) examinó la relación entre la fuerza generada en tierra firme y en el medio acuático con el rendimiento y las variables cinemáticas en nadadores de competición, abarcando pruebas de corta (50 y 100 m), media (200 y 400 m) y larga distancia. La investigación, realizada con una muestra de quince nadadores experimentados, evaluó la fuerza máxima (FM), la potencia máxima (P), la fuerza correspondiente a la potencia (F@P) y la velocidad asociada a la potencia (V@P) mediante un ejercicio de press banca incremental controlado con un codificador lineal calibrado. Los resultados mostraron correlaciones negativas moderadas a altas entre las variables de fuerza terrestre y los tiempos de nado ($r = -0,52$ a $-0,78$; $p < 0,05$), lo que indica que un incremento en la fuerza y la potencia se asocia con una reducción significativa en los tiempos de desempeño. Igualmente, la V@P se correlacionó negativamente con el rendimiento en todas las distancias ($r = -0,58$ a $-0,80$; $p < 0,05$), mientras que la velocidad máxima (VM) solo se asoció con las pruebas de 50, 100 y 200 m ($r = -0,55$ a $-0,65$; $p < 0,05$). El análisis de regresión lineal múltiple por pasos determinó que la combinación de potencia en tierra y fuerza de tracción en el agua explicó hasta un 80% de la varianza del tiempo en 50 m ($R^2 = 0,80$; $p < 0,01$), evidenciando que los parámetros de fuerza explosiva fuera del agua son predictores significativos del rendimiento acuático.

Por otra parte, investigaciones destacan que la potencia muscular es una variable

relevante en el rendimiento deportivo, especialmente en deportes acuáticos donde la densidad del medio impone mayor resistencia al desplazamiento. De acuerdo con esto, en el estudio realizado por Hawley et al. (1992) analizaron la relación entre la potencia muscular y el rendimiento en pruebas de natación en el estilo crol, usando mediciones de potencia media en brazos ($r = 0.63$) y piernas ($r = 0.76$) con la velocidad alcanzada en 50 metros libres. Mientras que la carga máxima sostenida se relacionó de forma positiva con la velocidad en 400 metros ($r = 0.70$), lo que evidencia que los nadadores que tienen mayor capacidad de generar potencia obtienen mejores tiempos en el medio acuático. Esto demuestra la importancia de la potencia como un factor en la propulsión y la aceleración, aspectos sustanciales para un rendimiento óptimo durante la competencia (Hawley et al., 1992).

En esa misma línea, el estudio realizado por Morouço et al. (2011) analizó la relación entre la fuerza y la potencia medidas en tierra firme y el rendimiento en natación. Esta investigación tuvo como muestra 10 nadadores masculinos de nivel nacional, se les realizaron pruebas para la potencia media en la fase propulsiva de sentadilla, press banca y jalón al pecho, las cuales dieron los siguientes resultados: $381,76 \pm 49,70$ W; $221,77 \pm 58,57$ W; y $271,30 \pm 47,60$ W, respectivamente. Para la producción de fuerza media, se realizó una prueba de 30s de nado a crol con resistencia máxima, mostrando que para todo el cuerpo la sujeción es de $95,16 \pm 11,66$ N; solo con los brazos es de $80,33 \pm 11,58$ N; y solo con las piernas de $33,63 \pm 7,53$ N. Lo cual demostró, que la potencia propulsiva media del press de banca y del jalón al pecho presentó relaciones positivas y de moderadas a fuertes con la producción de fuerza media en todo el cuerpo y solo con los brazos.

El rendimiento en natación se relaciona con la potencia media del jalón al pecho. Por lo tanto, el jalón al pecho es la prueba en seco que presenta mayor relación con el rendimiento en natación; el press de banca con la producción de fuerza en el agua con solo los brazos; y el trabajo realizado durante el salto con contramovimiento (CMJ) con las fuerzas de sujeción con las piernas (Morouço et al., 2011).

De la misma manera, el estudio de Pérez-Olea et al. (2018) tuvo como propósito analizar la validez del ejercicio de dominadas como predictor del rendimiento en natación. Doce nadadores varones jóvenes con un nivel competitivo homogéneo, realizando dos pruebas de

dominadas: una individual (PU) y otra hasta el fallo muscular (PUF), registrándose la mecánica de la fase ascendente mediante un transductor lineal. Los resultados revelaron una correlación fuerte entre el rendimiento en natación y las variables mecánicas de las dominadas, especialmente la velocidad media durante la serie de repeticiones máximas ($r = 0,88$), la cual mostró mayor asociación con el tiempo de nado que otros ejercicios de tracción. Asimismo, se hallaron correlaciones significativas entre los marcadores de fuerza explosiva como la velocidad en la dominada ($PU V = 0,78 \pm 0,18 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), la potencia absoluta ($PU AP = 637 \pm 197 \text{ W}$) y la potencia relativa ($PU RP = 8,48 \pm 2,24 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$) y el rendimiento en 50 metros estilo libre. Estos resultados destacan la relevancia de la potencia y la velocidad de ejecución como predictores más precisos del rendimiento en comparación con el número máximo de repeticiones hasta el fallo, el cual no se asoció significativamente con el desempeño (Pérez-Olea et al., 2018).

Finalmente, este tipo de evidencia refuerza la relevancia de incluir la potencia muscular como variable de análisis en investigaciones actuales, especialmente en poblaciones universitarias, donde comprender la relación entre la fuerza, la potencia, y la eficiencia en la natación puede contribuir a mejorar el rendimiento.

Planteamiento Del Problema

En los deportes individuales y colectivos, el desarrollo de la fuerza tiene un papel fundamental en la mejora de las habilidades generales y específicas, la reducción de la tasa de lesiones y la búsqueda de altos logros (Suchomel et al., 2018). En la actualidad, se ha demostrado en la natación la importancia de un buen gesto técnico y una dosificación de la fuerza, la cual debe ser aplicada en gran porcentaje por parte de los brazos, donde se involucran mayormente los músculos dorsales ancho, el pectoral mayor, los deltoides, bíceps y tríceps, para una mayor participación en la propulsión en comparación con las piernas, siendo así, su porcentaje de un 80-20% (Deschodt et al., 1999). Por estas razones, el desarrollo de la fuerza en el tren superior es la clave primordial al momento de mejorar el rendimiento en el estilo crol.

Entendiendo que el desarrollo de la fuerza máxima por sí solo no se puede transferir al gesto técnico, si no que se debe proporcionar velocidad a esta fuerza, generando potencia. La potencia se define como “la cualidad del sistema neuromuscular necesaria para producir la mayor fuerza posible en el tiempo más corto...Cualquier aumento en la potencia debe ser el resultado de las mejoras en la fuerza, velocidad o una combinación de las dos” (Bompa, 2000, p. 274). Evidenciando que esta capacidad es de las más importantes a desarrollar en los deportes por su componente de eficiencia a la hora de realizar gestos deportivos

Por parte de la producción de la fuerza y su relación con la composición corporal, Strzała et al. (2020), evidenció cómo estas variables influyen en el rendimiento en natación en estilo crol en 26 nadadores para la prueba de 100m. Concluyendo que la masa muscular de los brazos y el tronco de manera moderada y fuerte ($r = 0,44-0,64$) influyó en la fuerza generada por los brazos en la natación atada por 40 segundos, destacando la importancia de desarrollar masa muscular equilibrada con el tamaño corporal. Sin embargo, aunque estos estudios muestran una relación de diferentes variables, es necesario precisar que, teniendo en cuenta los antecedentes, se ha evidenciado la importancia de profundizar en la relación de las variables que influyen en el rendimiento de nado, sobre todo en el tren superior, cuando de estilo crol se trata, pues su importancia en la propulsión, indica este protagonismo.

De esta manera, la presente investigación delimita su búsqueda al análisis de la relación

entre características antropométricas, la potencia, la fuerza máxima y el rendimiento en una población de nadadores universitarios en pruebas de velocidad en estilo crol. Aunque existen múltiples estudios que han explorado la influencia de la fuerza y la potencia sobre el rendimiento en natación, la mayoría de ellos se han centrado en categorías juveniles y algunos otros en deportistas élite, sin considerar las particularidades de preparación de los nadadores universitarios. Esta investigación busca abordar dicha brecha al evaluar de manera específica la relación entre las variables en un contexto competitivo universitario, donde los recursos, la carga de entrenamiento y las condiciones físicas pueden diferir sustancialmente de deportistas profesionales o juveniles. Asimismo, el presente estudio tiene un enfoque particular hacia las acciones del tren superior, debido a su relevancia en la propulsión y el rendimiento de los nadadores velocistas en estilo crol.

Pregunta Problema

¿Cuál es la relación entre el rendimiento de nadadores velocistas universitarios con las variables de composición corporal, fuerza y potencia en el estilo crol?

Objetivos

Objetivo General

Analizar la relación entre las características antropométricas, la fuerza máxima, la potencia y el rendimiento de nado en nadadores universitarios.

Objetivos Específicos

1. Describir las características antropométricas, los niveles de fuerza máxima, potencia y rendimiento de los nadadores universitarios en estilo crol.
2. Determinar la relación entre las variables de fuerza máxima, potencia, composición corporal y el rendimiento de nado mediante análisis estadístico inferencial.
3. Comparar los resultados obtenidos con la evidencia científica existente en nadadores juveniles y profesionales.

Justificación

El interés de esta investigación como licenciados en deporte viene de una implementación de varios enfoques según cada integrante, donde se encontró en la natación una similitud según los conocimientos de los procesos académicos formativos adquiridos en la Universidad Pedagógica Nacional y con las experiencias deportivas de cada uno en sus deportes, se aporta nueva evidencia para una población deportista universitaria a una ruta preexistente a saber. Se ha enfocado en población juvenil y profesional, adicionando la universitaria, de ese modo, se vuelve más robusta la base empírica para la línea de investigación.

El rendimiento en la natación tiene varios factores que trabajan de forma conjunta, como las características del cuerpo, la fuerza y la potencia que el atleta es capaz de desarrollar en el medio acuático. Entender cómo se enlazan estos elementos es primordial para mejorar el entrenamiento y lograr un desempeño más efectivo. Por lo tanto, este proyecto busca concluir, para los deportes en un medio acuático, las características antropométricas, la fuerza y la potencia de los nadadores universitarios con el propósito de saber qué aspectos tienen mayor implicación en el rendimiento y cómo pueden aprovecharse en su desarrollo deportivo. Este ejercicio investigativo permitirá comprender de forma más completa las distintas variables que se conectan entre sí, y cómo su relación impacta al nivel deportivo de los nadadores, de esta manera se establecerán conocimientos más sólidos sobre el diseño de entrenamientos específicos que ayuden a las capacidades que realmente marcan la diferencia en el rendimiento deportivo.

Esta observación permitirá comprender de forma más completa las distintas capacidades que se conectan entre sí, y cómo se impacta al nivel deportivo de los nadadores, de esta manera se establecerán conocimientos más sólidos sobre el diseño de entrenamientos específicos que ayuden a las cualidades que realmente marcan la diferencia en el rendimiento deportivo.

En ese sentido, esta investigación tiene una importante proyección académica, ya que, aportará información para entrenadores y programas universitarios que buscan fortalecer la práctica de este deporte desde un panorama científico. Los resultados servirán como guía para mejorar la preparación física de los nadadores, contribuir al desarrollo del talento deportivo universitario y, como consecuencia, se espera tener un conocimiento que, además de mejorar el

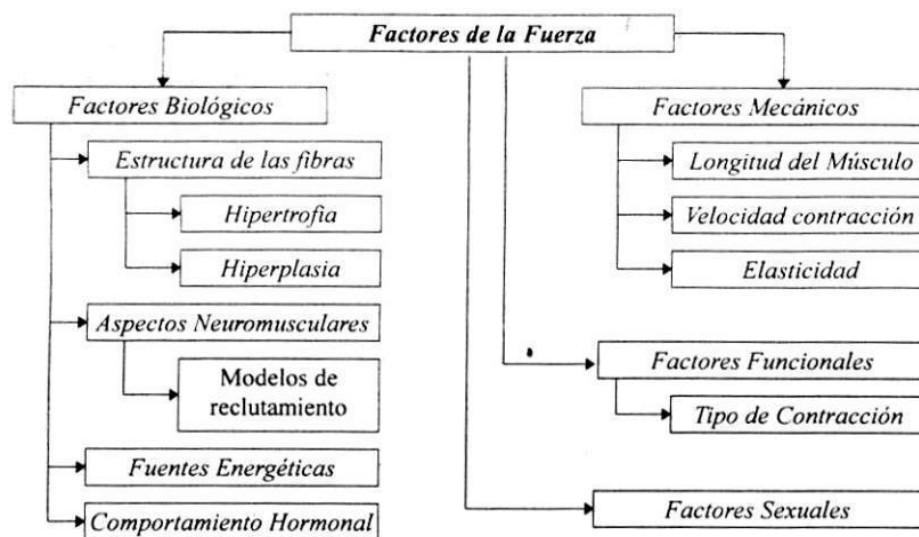
rendimiento, impulse la formación integral de los atletas. Así mismo, este proyecto no sólo busca generar conocimiento de las variables, las cuales determinan el rendimiento en el medio acuático, sino el de contribuir a la formación integral de los deportistas conectando la práctica deportiva, la reflexión científica y el aprendizaje aplicado. De esta manera, la investigación se convierte en una herramienta para mejorar el entrenamiento, elevar la calidad del deporte universitario y estimular una cultura de investigación en el ámbito deportivo.

Fundamentos Teóricos

Fuerza Y Potencia En El Rendimiento Deportivo

Fuerza

En el deporte se ubica a la fuerza como la principal ejecutora del movimiento locomotor, pues para que se genere el movimiento es indispensable su utilización, por más mínimo que sea el movimiento, debido a esto, sea que un nadador realice una prueba de 5km en aguas abiertas o que un deportista haga levantamiento olímpico con 150 kg, estarán utilizando algún tipo de fuerza en sus movimientos. Físicamente se define la fuerza como aquella acción que permite a un objeto moverse o, también, que pueda cambiar su forma, por ejemplo, levantar, halar, empujar o arrastrar un cuerpo (Newton, 1687 como se citó en Cohen, 2002) aunque no se aleja mucho de la realidad de la locomoción del cuerpo, hay una definición más cercana al contexto del movimiento y su influencia en el deporte. Por su parte, Bompa y Haff (2009) definen la fuerza como la “capacidad neuromuscular de superar resistencias externas o internas gracias a la contracción muscular” (p. 81). Cada persona es distinta a otra, pues su genética hará que el individuo se desarrolle de acuerdo a esta configuración, manteniendo esta individualidad, existen diferentes factores que determinan la fuerza en una persona, los cuales se identifican en la figura 2.

Figura 2.*Factores determinantes de la fuerza*

Nota. Los factores que determinan la fuerza, principalmente divididos en biológicos, mecánicos, funcionales y sexuales. Tomado de *Bases teóricas del entrenamiento deportivo* (p. 130) por García Manso 1996, editorial Gymno, S.

Factores Biológicos. La estructura de las fibras musculares determina la capacidad de fuerza mediante dos tipos principales: fibras de contracción lenta (Tipo I) predominan en nadadores de distancia larga, siendo fundamentales para el trabajo aeróbico y pruebas como 1500m libre, y rápida (Tipo II), divididas en FTa y FTb), que difieren en diámetro, densidad mitocondrial, metabolismo predominante e inervación específica cruciales para velocistas de 50m y 100m que requieren potencia explosiva en cada brazada. Los aspectos neuromusculares regulan la contracción a través del reclutamiento y sincronización de unidades motoras según la intensidad del esfuerzo: las fibras tipo I se activan con cargas bajas (10-15 Hz), mientras que las Tipo II requieren mayor estimulación (20-50 Hz). Durante el crol de velocidad, se activan primero las fibras Tipo I (10-15 Hz) para mantener la técnica de base, progresivamente las Tipo II (20-50 Hz) para generar la potencia máxima en la fase propulsiva de brazada. Las fuentes energéticas varían según la intensidad: metabolismo oxidativo en esfuerzos bajo pero prolongados, glucolítico en intensidad media, y sistema de fosfágenos en alta intensidad. El comportamiento hormonal involucra hormonas clave como la del crecimiento, insulina, testosterona y catecolaminas durante el esfuerzo. Optimizando la adaptación muscular específica

para la propulsión acuática y la recuperación entre sesiones intensas.

Factores Mecánicos. La longitud del músculo determina el número de puentes cruzados actina-miosina disponibles, generando mayor tensión a mayor longitud. La velocidad de contracción mantiene una relación hiperbólica inversa con la fuerza: mayor carga implica menor velocidad. La relación fuerza-velocidad se evidencia la diferencia entre la fase de catch (alta fuerza, baja velocidad) y la fase final de la brazada (menor fuerza, alta velocidad). Los velocistas entrenan contracciones rápidas para aumentar la frecuencia de brazada manteniendo la potencia. La elasticidad permite al músculo deformarse ante cargas externas y retornar a su forma inicial manteniendo la tensión. La capacidad elástica del sistema músculo-tendinoso permite almacenar y liberar energía durante el ciclo estiramiento-acortamiento en cada brazada, optimizando la eficiencia energética y reduciendo la fatiga muscular en pruebas de resistencia.

Factores Funcionales. Los tipos de contracción se clasifican según: longitud muscular (isométrica sin cambios, anisométrica con variación), tensión (isotónica constante, alodinámica variable), velocidad (isocinética constante, heterocinética variable), y dirección (concéntrica con acortamiento, excéntrica con elongación). Durante el crol se combinan múltiples tipos de contracción como la isométrica en el core para mantener la posición hidrodinámica, concéntrica en dorsales durante la tracción, excéntrica en la fase de recuperación para controlar el movimiento, e isocinéticas cuando se entrena con palas o implementos que mantienen velocidad constante.

Factores Sexuales. Existen diferencias significativas en el desarrollo de la fuerza entre hombres y mujeres determinadas por predisposiciones hormonales y codificación genética específica de cada sexo. En natación competitiva, las diferencias sexuales en fuerza se manifiestan en que los hombres generan más velocidad debido a mayor masa muscular y potencia anaeróbica. Las mujeres, compensan parcialmente esta diferencia con mayor eficiencia técnica y mejor utilización del metabolismo aeróbico en pruebas de resistencia, optimizando la relación potencia-resistencia hidrodinámica.

Tipos De Fuerza Y Contracciones Musculares En Natación

El movimiento eficiente en natación requiere una coordinación precisa entre contracciones y relajaciones musculares. Para que las articulaciones del cuerpo puedan generar movimiento, los músculos esqueléticos deben generar tensión por medio de las contracciones y, en el caso de los músculos antagonistas, relajación, generando así una sincronía entre los músculos que permite el buen trabajo de estos. Según Bompa (2004) existen tres tipos de contracciones musculares: isotónicas, isométricas e isocinéticas. El sistema neuromuscular genera tensión a través de diferentes tipos de contracciones que trabajan en sincronía para producir el movimiento técnico del estilo crol. En este contexto, las contracciones isotónicas mantienen tensión constante durante todo el rango de movimiento y resultan fundamentales en la brazada de crol manifestándose como contracciones concéntricas durante la fase de tracción cuando el músculo se acorta, y como contracciones excéntricas en la fase de recuperación cuando el músculo se alarga controladamente. Simultáneamente, las contracciones isométricas generan alta tensión sin cambio de longitud muscular, siendo cruciales para la estabilización del Core durante la brazada, mientras que las contracciones isocinéticas se ejecutan a velocidad constante, permitiendo desarrollar fuerza en todo el rango de movimiento.

El desarrollo de diferentes tipos de fuerza contribuye directamente al perfeccionamiento de la fuerza explosiva en el crol. La fuerza específica se centra en el desarrollo de los grupos musculares directamente involucrados en la brazada, incluyendo dorsales, pectorales, deltoides y core. La fuerza máxima constituye la base para el desarrollo de la potencia, ya que permite generar mayores niveles de fuerza explosiva, por su parte, la resistencia muscular garantiza la capacidad de mantener contracciones potentes durante toda la prueba sin fatiga prematura, mientras que la fuerza relativa optimiza la relación fuerza/peso corporal, aspecto crucial para la eficiencia en el medio acuático. La Fuerza explosiva no constituye simplemente un componente adicional del entrenamiento en crol, sino que representa el nexo fundamental que conecta la técnica con el rendimiento. Su desarrollo específico permite al nadador transformar cada brazada en una unidad propulsiva máximamente eficiente, determinando tanto la velocidad total como la capacidad de sostener ritmos competitivos elevados, Esta integración entre potencia y Técnica determina la diferencia entre un nadador técnicamente correcto y nadador de alto rendimiento competitivo.

Potencia

El desarrollo de la fuerza es parte fundamental de las capacidades físicas del deportista para mejorar su ejecución. Una vez aprendida la técnica del deporte practicado, los movimientos requieren la mayor intensidad posible para marcar diferencia en competición. Inmerso en la técnica, está la capacidad neuromuscular de realizar el movimiento con la mayor fuerza y velocidad que pueda ejecutar el individuo y, así, aplicar potencia. Bompa (2000) define la potencia como “la cualidad del sistema neuromuscular necesaria para producir la mayor fuerza posible en el tiempo más corto. La potencia es sencillamente el producto de la fuerza muscular (F) multiplicada por la velocidad (V) del movimiento $P = F \times V$.” (p. 125). Esta manifestación física de la Fuerza-Velocidad, se da a través de algunas adaptaciones como la del sistema nervioso central en el reclutamiento de unidades motoras de manera más rápida ante la ejecución de un movimiento. Esto se logra al reducir el tiempo de reclutamiento de las unidades motoras, en especial, de las fibras de contracción rápida, lo que también mejora la tolerancia de las neuronas motoras al aumento de la frecuencia de inervación.

Estas adaptaciones del sistema nervioso central en el reclutamiento de unidades motoras representan solo una parte del complejo proceso de desarrollo de la potencia. Bompa et al. (2000) amplía esta perspectiva al señalar que “La adaptación neuromuscular al entrenamiento de la potencia también mejora la coordinación intramuscular: mejores vínculos entre las reacciones excitantes e inhibitorias de un músculo a muchos estímulos” (p. 128). Gracias a estas adaptaciones neuromusculares, el sistema nervioso central se vuelve más eficiente al determinar cuándo enviar un impulso nervioso que indique al músculo que debe contraerse y realizar un movimiento. Otra adaptación fisiológica del desarrollo de la potencia, es la capacidad del músculo para activar en un movimiento mayor cantidad de fibras musculares en un tiempo muy corto. Este proceso está dado por las señales desde los potenciales de acción que viajan a través de las neuronas.

Otros autores, como es el caso Zatsiorski (1971) mantienen el concepto de potencia en términos de fuerza/velocidad. Desde el punto de vista de la mecánica la fuerza queda reflejada a través de la potencia ($\text{Potencia} = \text{trabajo/tiempo} = \text{Fuerza} \times \text{distancia} / \text{Tiempo} = \text{Fuerza/velocidad}$). Mientras que autores como es el caso de Gonzales y Ribas (2002) solo utiliza el termino de fuerza explosiva, indicando que la potencia representa la eficiencia temporal en la

producción de fuerza, es decir, entre más fuerza se aplica en un determinado tiempo (González, 2000; Gonzales & Ribas, 2002), García Manzo aborda las características de potencia desde el término "Fuerza veloz", relacionando cuatro factores en el desarrollo de la misma: La fuerza máxima, la fuerza inicial, la fuerza de aceleración muscular y la velocidad máxima del movimiento.

Por su parte Gonzales & Ribas (2002), refuerza esta idea de que la fuerza explosiva es una manifestación de la fuerza máxima y, que, sin el desarrollo de esta, la fuerza explosiva no se aplicaría: "Todos los entrenamientos de fuerza explosiva actúan como un complemento de los de fuerza máxima. Es decir, "una vez que se consiga el nivel óptimo de fuerza máxima es necesario que su aplicación o manifestación en el gesto deportivo se produzca en el menor tiempo posible." (González -Badillo & Gorostiaga, 1995, p. 63). Por lo que podríamos decir que los factores que determinan la fuerza máxima, determinarán a su vez los de la fuerza veloz. La fuerza máxima puede definirse como esa capacidad del sistema nervioso y muscular para generar el máximo nivel de tensión posible mediante una contracción voluntaria (Letzelter, 1990, citado por García et al 1996)

Natación Y Transferencia De La Fuerza Al Gesto Técnico

Natación

Según la Real Academia Española (RAE, 2024), la natación puede verse de dos maneras; como acción y efecto de nadar: "es la acción de moverse por el agua, utilizando los movimientos del cuerpo para impulsarse y mantenerse a flote", la segunda como un deporte: De distintas disciplinas como la competitiva, la sincronizada, los saltos y en aguas abiertas. La relación entre la natación competitiva y el rendimiento van ligados intrínsecamente, según Maglischo (2003) "Los atletas compiten suspendidos en un medio líquido y deben propulsar su cuerpo haciendo fuerza contra el líquido en lugar de sustancias sólidas, lo que implica dos importantes desventajas en comparación con los deportes practicados en tierra. La primera es que el agua ofrece menos resistencia a los esfuerzos propulsores de los nadadores" (p.12).

De lo anterior, el deportista debe convertir estas dos desventajas a su favor haciendo que su rendimiento sea mejor, superando sus propias marcas y lo que el mismo deporte exige. También, tener en cuenta que la técnica y entrenamiento impactan en el rendimiento de la

natación, teniendo en cuenta la correcta ejecución de los estilos y la planificación del entrenamiento pueden mejorar los tiempos y la eficiencia en el agua. En la tabla 1 se observan las diferencias porcentuales de los estilos.

Tabla 1

Comparativa entre la propulsión de piernas y brazos

| Propulsión / Estilo | Crol | Espalda | Mariposa | Braza |
|-----------------------|------|---------|----------|-------|
| Propulsión de brazos: | 80% | 75% | 65% | 50% |
| Propulsión de piernas | 20% | 25% | 35% | 50% |
| Total: | 100% | 100% | 100% | 10% |

Nota. Esta tabla muestra la influencia en la propulsión del tren superior e inferior en cada uno de los estilos de natación. Extraído de Inicio a la Natación, p. 79, (Picornell, 2009).

Estilos De La Natación. Los estilos son diferentes formas o técnicas que el nadador utiliza para desplazarse en el agua, cada estilo tiene sus técnicas y especificaciones que hacen de cada estilo algo particular en sí. En natación existen cuatro estilos: Espalda, Braza, Mariposa, Crol.

Estilo Espalda. Este estilo consiste en una acción de los brazos y de las piernas. Es el único estilo donde la cara nunca queda sumergida en el agua con excepción en los virajes y las salidas. La mecánica del estilo espalda es muy parecida a la del estilo libre, excepto que en espalda se nada en la posición supina. Según Maglischo (2003), en el estilo libre los nadadores realizan una brazada con los brazos y la gran mayoría completan seis batidos por ciclo de brazada (p. 372).

Estilo Braza. Es el estilo más antiguo de todos ya que sus movimientos y postura son más naturales. A pesar que su técnica ha evolucionado más que el resto de los estilos, es el más lento a causa de las grandes fluctuaciones de velocidad que suceden en cada ciclo de brazada.

A pesar que el nadador genera grandes fuerzas en las fases propulsoras de cada ciclo de brazada, también desaceleran considerablemente cada vez que realizan el recobro de las piernas para la

siguiente patada hacia atrás. Desde el punto de vista de la propulsión y la eficacia que las extremidades superiores e inferiores poseen en cada estilo, es el único estilo que proporciona efectividad por igual entre miembros superiores e inferiores.

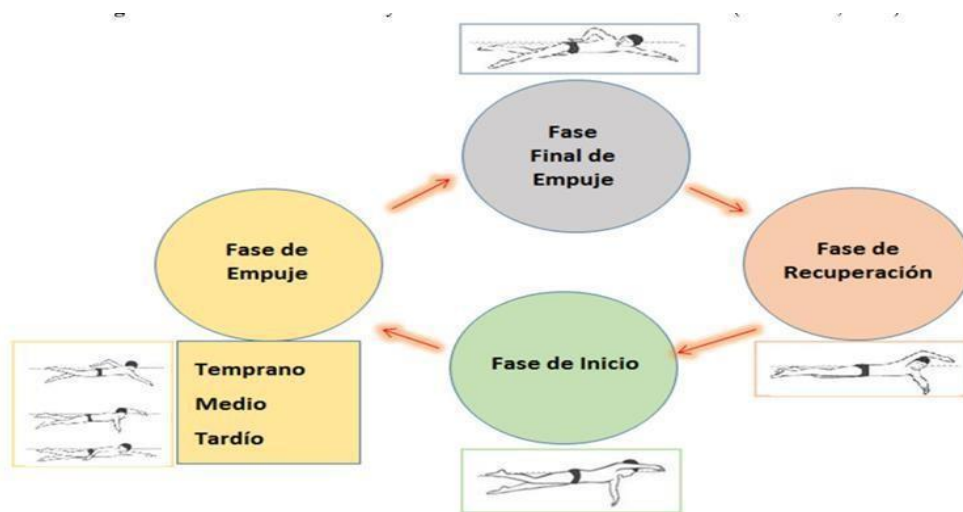
Hay gran importancia en el movimiento de las piernas, estas son las que dan mayor propulsión en cambio al resto de estilos, la eficacia de las piernas tiene menos importancia que la acción de brazos.

Estilo Mariposa. Es el estilo más rápido después del crol. La velocidad de este estilo ha mejorado hasta el punto que hay quien predice que algún día suplantará al crol de frente para ser el más veloz en la natación. Sin embargo, según Counsilman (1995), cree poco probable que esto suceda, ya que la mariposa tiene un defecto mecánico porque la fuerza propulsiva es fluctuante, es decir, cuando se tracciona con los brazos se genera una potencia, pero cuando estos se recuperan se produce una desaceleración significativa.

Estilo Crol. El crol tiene su origen en la palabra "crawl" del inglés, que significa reptar o arrastrarse. Surgió en Australia y sus movimientos se le atribuyen al inglés John Arthur Turdgen en 1870, que imitaba la técnica de los nativos australianos. Para Arellano (1992) "El desplazamiento humano en el agua caracterizado por una posición ventral del cuerpo y movimiento alternativo y coordinado de las extremidades superiores e inferiores, siendo el movimiento de las primeras una circunducción completa y el de las segundas un batido, con una rotación de la cabeza, coordinada con los miembros superiores para realizar la inspiración" (p.82).

Figura 3.

Las fases y sub-fases de la técnica de nado crol



Nota. La gráfica reúne todas las fases y sub fases de la técnica de nado crol. Tomado de *Análisis Técnico del estilo de nado crol* (p.42) por Aguilera et al., 2010, Revista Motricidad Humana

Es el estilo más rápido de competición. Un ciclo de brazada, que es una brazada derecha y otra izquierda, además de un número constante de batidos de piernas. Se divide en fases motrices que se ejecutan en el momento de realizar la brazada, son cinco: 1. Ingreso de la mano; 2. Agarre; 3. desplazamiento amplio del brazo; 4. Propulsión; y 5. Recobro. Con la implicación de sus grupos musculares: Ancóneo, deltoides, tríceps, dorsal ancho, pectoral, bíceps, redondo mayor y trapecio.

Es un estilo relativamente fácil de aprender, cómodo de realizar y económico en cuanto a resistencia se refiere. Según el Instituto internacional de ciencias deportivas (IICD), es muy eficiente para mejorar la resistencia cardiovascular y pulmonar por su naturaleza aeróbica y el movimiento continuo de los brazos y las piernas. Se realizan de una manera explosiva, teniendo en cuenta que el desarrollo de la fuerza específica requiere una transformación del potencial de fuerza alcanzada, según la especialidad de natación. Según (Navarro et al., 2011), las necesidades de la fuerza específica en la natación, en la distancia de 100 metros son mayormente de carácter mixto (aeróbico-anaeróbico). El gesto de los brazos es alterno y un brazo va hacia al

frente por encima con la mano para entrar en el agua, y el codo se mantiene relajado, el otro brazo debe moverse hacia abajo del agua en sentido contrario al brazo que esta relajado.

Por lo anterior, Arellano (1992) explica que “en el amplio movimiento del brazo la mano rota hacia adentro y realiza un amplio movimiento del brazo hacia la línea media del cuerpo hasta el punto más estrecho del patrón de arrastre y alcanza su máxima aceleración”. La necesidad de hacer estos movimientos con explosividad, a pesar de tener conocimiento de la potencia en tren superior, de los brazos y abdomen, los beneficios que trae en el rendimiento deportivo, no se han realizado investigaciones a nivel local sobre la implementación del método pliométrico en el tren superior.

La Importancia De La Brazada En El Estilo Crol. La brazada en el estilo crol o estilo libre es muy importante para la propulsión, ya que la propulsión es el 80% del desplazamiento; por lo tanto, al mejorar la brazada se mejorará la velocidad de nado. Este estilo se divide en 3 fases:

- Inicia con la entrada del brazo en el agua, cuando la mano ingresa en una posición de 45 grados, estirando en línea con el hombro. Cuando el brazo entra y se extiende, termina esta fase.
- Esta fase empieza cuando la mano está sumergida e inicia a generar presión en el agua, esta propulsión se da en el momento que la mano empuja el agua y realiza un jalón de hacia atrás en un movimiento de “S”.
- Finalmente, la tercera fase es la de recuperación. Se da cuando la mano y el brazo salen del agua y realizan un círculo en el aire para generar otra brazada. En el movimiento de recuperación el codo dobla 90 grados, se sueltan los dedos y la mano ingresa de nuevo al agua.

Evaluación Antropométrica Y Rendimiento

Moreira et al. (2015) lo explica de la siguiente manera: “Los métodos de análisis de la composición corporal son divididos en tres grupos, donde están el directo, los indirectos y los doblemente indirectos. El método directo es la disección de cadáveres. Entre los indirectos encontramos la tomografía axial computarizada, la resonancia magnética nuclear (RMN), la

absorciometría dual de rayos X y la pletismografía” (p. 387).

En lo que concierne a los métodos doblemente indirectos sobresalen la impedancia bioeléctrica y las medidas antropométricas. La Palabra antropometría se deriva del griego antropo, la cual tiene el significado de ser humano y la palabra griega Metron, que tiene como significado medida (Bridger, 2009). El término antropometría aborda el estudio sobre la medición del cuerpo en términos de las dimensiones del músculo, tejido adiposo y huesos.

Los perfiles antropométricos se clasifican en dos tipos: perfil total y perfil restringido. El primero incluye 43 medidas, y el segundo, 21 medidas, que corresponden a una parte del perfil completo. Estas mediciones del perfil restringido se agrupan en cuatro categorías: básicas, pliegues cutáneos, perímetros y diámetros. (Esparza-Ros et al., 2019), el perfil restringido se puede ver en la tabla 2.

Tabla 2

Perfil restringido

| Tipo | N.º | Medida antropométrica |
|------------------------|------------|------------------------------|
| Medidas básicas | 1 | Masa corporal |
| | 2 | Talla |
| | 3 | Talla sentado |
| | 4 | Envergadura de brazos |
| Pliegues | 5 | Tríceps |
| | 6 | Subescapular |
| | 7 | Bíceps |
| | 8 | Cresta ilíaca |
| | 9 | Supra espinal |
| | 10 | Abdominal |
| | 11 | Muslo |
| | 12 | Pierna |
| Perímetros | 13 | Brazo relajado |
| | 14 | Brazo flexionado y contraído |

| Tipo | N.º | Medida antropométrica |
|------------------|------------|------------------------------|
| | 15 | Cintura |
| | 16 | Caderas |
| | 17 | Muslo medio |
| | 18 | Pierna |
| | 19 | Húmero |
| Diámetros | 20 | Biestiloideo |
| | 21 | Fémur |

Nota. Adaptado de Protocolo internacional para la valoración antropométrica: Perfil restringido (Manual ISAK). (ISAK). (p.25), por Esparza-Ros, F., Vaquero-Cristóbal, R., & Marfell-Jones, M. (2019). International Society for the Advancement of Kinanthropometry

Las mediciones incluidas en el perfil restringido permiten realizar diversos cálculos relacionados con el somatotipo, la proporcionalidad corporal y la estimación de la composición corporal, utilizando ecuaciones de predicción específicas, asimismo, facilitan el cálculo de índices de superficie corporal, índices ponderales, la relación cintura-cadera, los patrones de distribución de grasa corporal y los perímetros corregidos en función de los pliegues.

El método a utilizar es el doblemente indirecto de cineantropometría, que se rige por la Sociedad Internacional para Avance de la Cineantropometría (ISAK) donde define como “procedimientos y procesos científicos para obtener medidas dimensionales anatómicas superficiales como las longitudes, diámetros, perímetros y pliegues del cuerpo humano por medio de un material especializado” (Stewart et al., 2011). A través de distintas fórmulas se dará a conocer la composición corporal tales como: Método de (Heath-Carter) para conocer el somatotipo, el porcentaje graso (Faulkner) y la masa muscular (Lee).

La aplicación de métodos doblemente indirectos sobre análisis de composición corporal resulta especialmente pertinente en el ámbito de la natación competitiva, donde la cineantropometría emerge como la herramienta más práctica y eficiente para el seguimiento de deportistas. Esta metodología presenta ventajas significativas sobre los métodos directos e indirectos, particularmente en términos de accesibilidad y reproducibilidad. A comparación de técnicas como resonancia magnética nuclear y tomografía axial computarizada, que requieren

realizar mediciones regulares durante las diferentes fases de entrenamiento sin restricciones económicas o logísticas importantes.

La especificidad deportiva constituye otro factor determinante en la elección de este método, ya que las fórmulas antropométricas pueden adaptarse específicamente a poblaciones de nadadores, considerando las características únicas que este deporte imprime en la morfología corporal. Esta adaptabilidad resulta fundamental para el seguimiento longitudinal de los deportistas, permitiendo detectar tanto cambios macrocíclicos como adaptaciones más sutiles que ocurren en periodos cortos de entrenamiento. El perfil antropométrico restringido, tal como lo establece la sociedad internacional para el avance de la cineantropometría (ISAK), se ajusta perfectamente a las necesidades específicas de evaluación en nadadores.

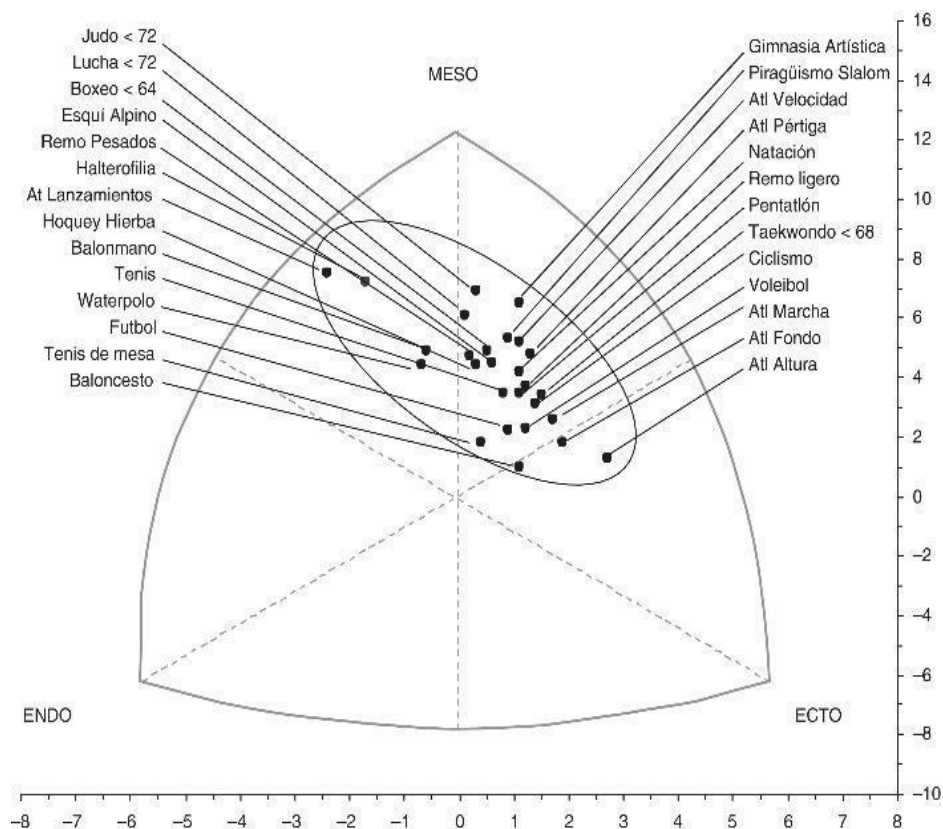
En este contexto, las nueve mediciones de pliegues cutáneos adquieren particular relevancia, siendo especialmente importantes el tríceps, subescapular, bíceps, cresta ilíaca, supraespinal, abdominal, muslo frontal, pantorrilla medial y axilar medio. Estos pliegues permiten una evaluación comprehensiva de la distribución del tejido adiposo, aspecto crucial, en un deporte donde la composición corporal influye directamente tanto en la flotabilidad como en la eficiencia hidrodinámica. Los cinco perímetros fundamentales (Brazo relajado y contraído, antebrazo, muslo y pantorrilla) complementan esta evaluación proporcionando información sobre el desarrollo muscular, mientras que los diámetros del húmero y fémur ofrecen indicadores confiables de la robustez del sistema esquelético.

La interpretación de estos datos mediante las fórmulas específicas de Heath-Carter para somatotipo, Faulkner para porcentaje graso y Lee para masa muscular, permite obtener un perfil completo de la composición corporal del nadador. El somatotipo revela diferencias características entre especialidades, donde los velocistas tienden hacia perfiles más mesomórficos debido a su mayor desarrollo muscular, mientras que los nadadores de distancias largas presentan características más ectomorfas, reflejando adaptaciones específicas a las demandas energéticas de cada modalidad. Esta información se vuelve invaluable para detectar cambios en el desarrollo muscular según la especialidad y para orientar las estrategias de entrenamiento. En las figuras 3 y 4, se presentan las somatocartas correspondientes a nadadores de alto nivel deportivo, las cuales ilustran gráficamente la distribución de los componentes

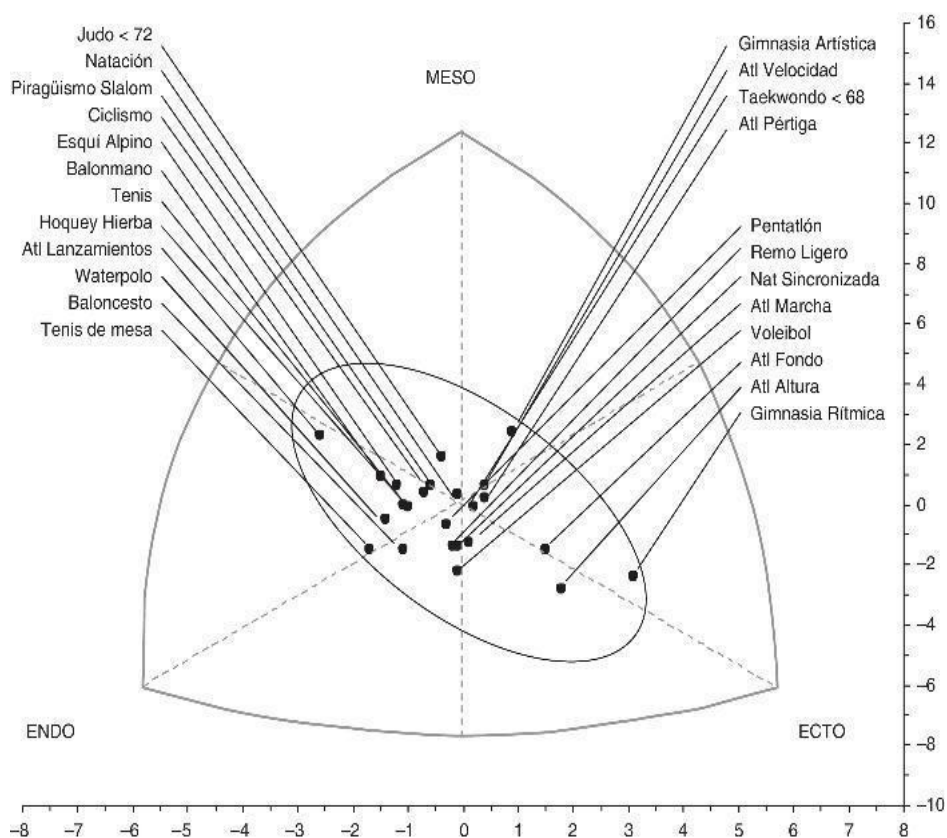
endomórfico, mesomórfico y ectomorfo según el sexo, permitiendo visualizar las tendencias morfológicas predominantes en cada grupo.

Figura 4.

Somatocarta por deporte sexo masculino



Nota. Adaptado de *Características antropométricas, composición corporal y somatotipo por deportes. Datos de referencia del CAR de San Cugat, 1989-2013* (p.71), por V. Pons, 2015, apunt sport medicine.

Figura 5.*Somatocarta por deporte sexo femenino*

Nota. Adaptado de *Características antropométricas, composición corporal y somatotipo por deportes. Datos de referencia del CAR de San Cugat, 1989-2013* (p.71), por V. Pons, 2015, apunt sport medicine.

Los indicadores más sensibles para detectar cambios incluyen la suma de seis pliegues cutáneos, que proporciona una detección temprana de modificaciones en el tejido adiposo, y los perímetros musculares, que reflejan adaptaciones específicas al entrenamiento de fuerza. La ratio cintura-cadera complementa esta evaluación ofreciendo información sobre la distribución regional de la grasa corporal. La interpretación de estos resultados debe considerar el contexto específico del ambiente acuático, donde ciertos cambios en la composición corporal tienen implicaciones diferentes que en deportes terrestres. Los cambios esperables por el entrenamiento incluyen una reducción progresiva del componente grasa, especialmente evidente en los pliegues del tronco, y un aumento de la masa muscular, predominante en el tren superior y la musculatura del Core. Estos cambios se reflejan también en modificaciones del somatotipo, con una tendencia

hacia mayor mesomorfia en nadadores velocistas. De esto se desprenden las variables necesarias a tener en cuenta en el presente estudio.

Aspectos Metodológicos

Paradigma

Este proyecto se encuentra dirigido desde el paradigma positivista, ya que, pretende analizar la relación entre las variables de fuerza, potencia, composición corporal y rendimiento de nado. Se tomarán los datos en un momento determinado y se analizarán para establecer la correlación que existen entre los mismos.

Enfoque

En esta investigación el enfoque es cuantitativo. Como lo expresa Hernández et al. (2014), la acepción de lo cuantitativo deriva de una raíz del latín “quantitas” que indica los conteos numéricos y métodos matemáticos. Por ende, se obtendrán datos sobre los cuales se trabajará estadísticamente, en búsqueda de la exactitud, buscando analizar, identificar, interpretar y comprobar la relación de las variables.

Diseño

Esta investigación es de carácter no experimental, ya que, su naturaleza no es interferir o buscar un cambio de forma intencional en las variables a investigar, por ende, se miden las variables en su contexto natural para analizarlas. Esta investigación es de tipo transversal, puesto que, busca la relación de las variables medidas en un momento determinado (Hernández et al., 2014). Es una sola toma en ese tiempo para determinar las variables en ese momento. No habrá ningún tipo de intervención antes ni después.

Población

La comunidad universitaria es bastante amplia, teniendo en cuenta la cantidad de universidades, facultades y programas que hay dentro de las mismas. También se resalta que dichas universidades tienen equipos representativos en distintas modalidades deportivas en torneos como ASCUN, Cerros y SUE. Por esto, la población seleccionada en esta investigación son estudiantes- deportistas de la Universidad Pedagógica Nacional.

Muestra

Para esta investigación, la muestra será no probabilística o, también denominada, muestreo dirigido. Este tipo de muestra no se basa en la selección estadística y no son representativas, por lo cual, esta investigación no pretende generalizar los resultados ni extrapolarlos a otros

escenarios o contextos. Así mismo, este tipo de muestra genera una desventaja: no poder calcular con precisión el error estándar; sin embargo, esta muestra representa una elección cuidadosa y controlada con características específicas sobre el planteamiento del problema. “Su valor reside en que las unidades de análisis son estudiadas a profundidad, lo que permite conocer el comportamiento de las variables de interés en ellas.” (Hernández et al., 2014). La muestra seleccionada es el equipo representativo de natación de la UPN, el cual tiene las siguientes características:

- Tienen un proceso de adaptación durante mínimo 2 semestres
- Se encuentran en competición universitaria
- Será de carácter mixto, ya que, se tomarán datos de hombres y mujeres
- En total son 10 sujetos que participan de manera voluntaria como grupo experimental de la UPN.

Alcance

La presente investigación tiene un alcance correlacional, ya que, pretende analizar la relación entre diferentes variables que se asocian al rendimiento de los nadadores universitarios, en términos estadísticos (Hernández et al., 2014). En este sentido, se analizan variables como la fuerza máxima del tren superior evaluadas mediante pruebas de 1RM en Press banca y remo invertido, la potencia determinada por la velocidad de ejecución en la movilización de la carga, medida en metros sobre segundo, características antropométricas como la masa magra, longitud de segmentos y pliegues cutáneos. Se busca relacionar estas variables con indicadores del rendimiento acuático, como el tiempo en 25 m y la frecuencia de brazada (Swolf), con el propósito de comprender cómo los componentes físicos y estructurales influyen en el desempeño dentro del medio acuático.

Criterios De Inclusión Y Exclusión

Según Hernández et al. (2014), es importante que, al momento de seleccionar la muestra, se perfilen con exactitud los criterios de inclusión y exclusión. Debido a esto, se eligen estos criterios con la finalidad de seleccionar a los deportistas que harán parte de la investigación y den un gran aporte a la misma. En este sentido, en la tabla 4 se exponen los criterios que serán tenidos en cuenta para la selección de la muestra de la investigación.

Tabla 3*Criterios de inclusión y exclusión*

| Criterios de Inclusión | Criterios de Exclusión |
|---|--|
| Nadadores Universitarios. | No haber diligenciado el consentimiento informado. |
| Experiencia mínima de un año | No haber participado en el total de los test. |
| Participar en algún torneo universitario (Cerros, SUE, ASCUN) | No tener lesiones |

Instrumentos**ISAK**

Con el fin de identificar la composición corporal de los deportistas en la presente investigación se aplicaron las normas internacionales de la International Society For The Advancement Of Kinanthropometry (ISAK), la cual garantiza la confiabilidad y validez de las mediciones corporales mediante procedimiento sistemáticos y controlados. Este protocolo actúa como una “regla universal” que busca que todos los investigadores midan del mismo modo, garantizando precisión y compatibilidad en los resultados (Esparza-Ros et al., 2019).

Las mediciones de los pliegues cutáneos se realizaron utilizando un plicómetro antropométrico certificado conforme los establece las normas ISAK, con una precisión de lectura de 0,2 mm. Este instrumento permite obtener una lectura precisa del espesor del tejido adiposo subcutáneo, representando una estimación válida del componente graso corporal superficial cuando se aplica con la técnica de pinzamiento estandarizada y bajo condiciones controladas (Stewart et al., 2011). A su vez, para las mediciones de la longitud de diámetros óseos se utilizó un caliper certificado con precisión de 0.1 mm registrando la distancia más corta entre los puntos óseos palpables. Finalmente, Los perímetros corporales fueron medidos con una cinta métrica certificada con precisión mínima de 0,1 cm colocándola horizontalmente alrededor del segmento corporal correspondiente y asegurando un ajuste firme, evitando la compresión de los tejidos blandos para garantizar una lectura precisa de la circunferencia (Marfell-Jones et al., 2012; Stewart et al., 2011).

Las mediciones fueron tomadas por un evaluador acreditado ISAK nivel 1, garantizando la consistencia técnica y reduciendo el error humano. Se realizaron dos mediciones alternadas por cada punto anatómico y una tercera en caso de que superará el rango de tolerancia o error técnico de medición (TEM) (Norton & Olds, 2004). Finalmente, las condiciones de medición se estandarizaron para minimizar variaciones: las mediciones se realizaron en horario matutino, con el participante en posición anatómica, tomando las medidas por el lado derecho, piel seca y sin haber realizado ejercicio intenso en las 24 horas previas.

Herramientas. Para poder llevar a cabo el protocolo ISAK en perfil restringido, fue necesario la utilización de las siguientes herramientas:

- Pacómetro Slim Guide: Se utiliza para la medida de pliegues cutáneos, mostrando los datos en milímetros.
- Paquímetro Avanutri: Es necesario para tomar la medida de los diámetros óseos.
- Cinta métrica Cescorf: Esta herramienta ayuda a medir los diámetros de diferentes secciones del cuerpo.
- Tallímetro Seca: Se utiliza para medir la altura del evaluado.
- Báscula Health o Meter: Necesaria a la hora tomar la masa corporal de cada uno de los evaluados.

Fuerza Máxima Y Potencia Por Medio De La VMP

La evaluación de fuerza máxima se hizo de manera indirecta a través del análisis de la velocidad media propulsiva (VMP), un método que estima el valor de una repetición máxima (1RM) sin necesidad de que el deportista realice levantamientos máximos reales. González y Sánchez (2010) sostienen que esta es una forma más segura y práctica para el atleta, ya que reduce el riesgo de lesiones y de la fatiga durante la prueba.

La VMP manifiesta la velocidad promedio en la que el deportista desplaza la carga durante la fase concéntrica del movimiento. Según González y Sánchez (2010), hay una estrecha relación lineal entre la carga y la velocidad de ejecución, lo que deja predecir la carga máxima que un deportista moviliza. De esta manera, los nadadores hicieron repeticiones con distintas cargas sub máximas (entre 40% y el 85% del posible 1RM) con un máximo de 10 repeticiones en rangos completos de movimiento y tres series, haciendo énfasis en la explosividad de la fase

concéntrica del movimiento. Todos los datos de estimación de la fuerza, la VMP, potencia pico, potencia máxima, fueron tomados por el Encoder (T-Force) y registrados en el software para su posterior análisis.

A continuación, se construyó una curva carga-velocidad con la cual se estimó el 1 RM indirecto, considerando la velocidad mínima teórica de ejecución (entre 0.15 y 0.20 m/s) (Pareja et al., 2017). Este planteamiento, ayuda a obtener de manera no invasiva el perfil individual de fuerza y velocidad, dando información relevante de la capacidad de producción de fuerza y su transferencia en el rendimiento deportivo. Este protocolo también fue útil para evaluar la potencia, ya que, se tomaron los datos de la serie que se realizó al 70% de su RM y que la VMP coincidiera con los valores de este porcentaje, según la tabla de Sánchez Medina et al., 2014.

Según Bompa y Buzzichelli (2018) la evaluación de la fuerza máxima es primordial para entender las adaptaciones neuromusculares y planificar de mejor manera el entrenamiento de la fuerza en los deportistas. En cuanto a la natación, este análisis contribuye a identificar como la fuerza que se genera en ejercicios en seco, puede aportar en la potencia propulsiva y en el rendimiento acuático, fomentando una preparación más eficaz e individualizada.

Tabla 4

VMP correspondiente al %1RM

| Carga (%1RM) | Press Banca | Dominadas | Sentadilla | Remo Tumbado |
|---------------------|--------------------|------------------|-------------------|---------------------|
| 40% | 1,12 | | 1,28 | 1,36 |
| 45% | 1,04 | | 1,21 | 1,28 |
| 50% | 0,95 | 1 | 1,14 | 1,21 |
| 55% | 0,87 | 0,92 | 1,07 | 1,13 |
| 60% | 0,78 | 0,85 | 1 | 1,06 |
| 65% | 0,70 | 0,77 | 0,92 | 0,99 |
| 70% | 0,62 | 0,69 | 0,84 | 0,92 |
| 75% | 0,55 | 0,61 | 0,76 | 0,85 |
| 80% | 0,47 | 0,53 | 0,68 | 0,78 |
| 85% | 0,39 | 0,45 | 0,59 | 0,72 |
| 90% | 0,32 | 0,37 | 0,51 | 0,65 |
| 95% | 0,25 | 0,30 | 0,42 | 0,59 |
| 100% | 0,18 | 0,22 | 0,32 | 0,53 |

Nota. Tabla con la VMP (m/s) en diferentes ejercicios según la carga (1RM). Adaptado *Velocity-and power-load relationships of the bench pull vs. Bench press exercises*, (p.213), por

Sánchez, L., González, J., Pérez, C., Pallarés, J. 2014, International journal of sports medicine; 35(03).

Para la medición de fuerza y velocidad de movimiento en press banca y remo tumbado, se usó el dispositivo T-Force, el cual demostró ser un instrumento seguro en estudios previos. Gómez et al. (2011) evaluaron la confiabilidad del T-Force comparándolo con MyoTest en ejercicios de Press banca en 25 kg, donde reportaron correlaciones moderadas altas entre ambos dispositivos. Este documento respalda la capacidad del T-Force, para medir las variables de fuerza y velocidad, dando fiabilidad de los datos obtenidos en esta investigación.

Herramientas. Para poder llevar a cabo el protocolo de 1RM indirecto y potencia por medio de la VMP, fue necesario la utilización de las siguientes herramientas:

- Encoder lineal T-Force: Fue utilizado para la recolección de datos en el protocolo para empuje y jalón, enviando la información al software de manera inmediata.
- Computador: Se utilizó para la ejecución del software T-Force, para la recolección y almacenamiento de los datos en cada prueba.
- Máquina Smith: En esta máquina se llevó a cabo todo el protocolo de empuje (Press banca) y tracción (Remos tumbado).
- Discos: Fueron utilizados para el control e individualización de la carga en cada deportista.

Swolf

En las pruebas de velocidad es muy importante dar el máximo de potencia, sobre todo en el tren superior. En el estilo crol, este segmento del cuerpo es el de mayor protagonismo, ya que, en sus brazadas se destaca el mayor trabajo de propulsión, siendo determinante el número de estas brazadas y la potencia que generan para avanzar más metros con un menor número de brazadas.

El test Swolf consiste en una prueba de velocidad en la que el deportista deberá desplazarse de un punto a otro en la piscina en el menor tiempo posible. El resultado en tiempo (segundos) se sumará al número de brazadas que dé el deportista para completar la prueba, dando así una puntuación, que entre menor sea, indicará mayor velocidad en la prueba.

- Ecuación: tiempo (segundos) + número de brazadas = puntuación Swolf
- Ejemplo: $30 + 15 = 45 = \text{Puntos protocolo}$

El deportista se ubicará dentro de la piscina en el borde, no en el partidor. Al sonar el silbato, deberá nadar en estilo crol hasta el otro borde lo más veloz posible y se detendrá el cronómetro al tocar el borde. Se le medirá el tiempo del recorrido y el número de brazadas que realizó. La prueba se realizará dos veces, para un mejor registro, siendo tomado la mejor puntuación que tenga el deportista, es decir, la más baja.

Para la realización del protocolo se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

1. La prueba se realizará a la mayor velocidad posible.
2. El deportista no podrá salir antes de la señal establecida.
3. El deportista no podrá realizar delfineo ni otro estilo en ningún momento de la prueba, deberá mantener siempre el estilo crol.
4. El deportista no podrá parar antes de tocar el borde contrario al que inició.

El incumplimiento de uno o varios de estos parámetros, dará como nulo el test y se repetirá.

En el estudio de Madou et al. (2023), se investigó la utilidad del Swolf como herramienta para evaluar y predecir el rendimiento en la natación. Después de la intervención a estudiantes universitarios, los autores concluyeron que el Swolf se presenta como un instrumento sencillo de fácil implementación con la capacidad para seguir procesos en la mejora técnica y del rendimiento. Además, permitió generar percentiles Swolf, que facilitan la predicción en contextos educativos de natación.

Herramientas. Para poder llevar a cabo el protocolo Swolf, fue necesario la utilización de las siguientes herramientas:

- Silbato Fox 40 Classic: Se utilizó para dar la señal auditiva en la salida de los nadadores al momento de realizar la prueba.

- Cámara de celular Iphone: Fue utilizada para registrar en video cada una de las pruebas, contar el número de brazadas verificar y que haya cumplido con los parámetros establecidos.
- Cronómetro en reloj Redmi Watch 5 Active: Este dispositivo fue utilizado para registrar el tiempo en el que los deportistas se desplazan para completar la prueba.

Consideraciones Éticas

Este proyecto se realizó por medio de los principios éticos de la Declaración de Helsinki (Asociación Médica Mundial), en personas bajo los principios de respeto, atención y autonomía. De igual manera, se tomó lo dispuesto por la resolución 8430 de 1993, del ministerio de salud de Colombia, que mide las investigaciones científicas en la salud, clasificando este estudio como proyecto con riesgo mínimo, ya que las pruebas realizadas (evaluaciones, antropométricos, de fuerza, velocidad y test de Swolf) no representan riesgos más allá a los de una práctica deportiva habitual.

En cumplimiento de la Ley 1581 (2012), que habla sobre la protección de datos personales, los deportistas firmaron un consentimiento informado, el cual está en el anexo 1, donde autorizaron la recolección, el uso y el tratamiento de la información obtenida únicamente con fines académicos y científicos. Los datos se manejaron de manera confidencial donde se tuvo el anonimato de los participantes y el uso ético de los resultados. De esta manera, se respetaron los principios de voluntariedad y autonomía asegurando que los deportistas podían retirarse del estudio en cualquier momento, esto sin afectar su formación deportiva. Las mediciones fueron hechas con personal capacitado siguiendo los protocolos para cada prueba, para la seguridad y el bienestar de los participantes en el proceso.

El grupo investigador asume el compromiso ético de garantizar la claridad, confidencialidad y transparencia en todas las etapas del proyecto, desde la recolección y análisis de datos, hasta la divulgación de los resultados. Estos hallazgos serán reportados de manera objetiva evitando la manipulación que pueda afectar la integridad del estudio. Así, se velará que la información obtenida sea utilizada únicamente con fines académicos y de mejora en los procesos de entrenamiento y formación deportiva, fomentando el respeto por los derechos, la dignidad y el bienestar de los deportistas. Por lo anterior, el comité de Ética de la Facultad de Educación Física da el aval para el desarrollo de la investigación con código 340ETIC-104-2025.

Resultados

El análisis estadístico de los datos fue realizado con el programa Jamovi versión 2.6.44.0. Se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk debido al tamaño de la muestra (< 20), el resultado arrojó que nueve variables no cumplían con los supuestos de normalidad por lo cual, para el análisis inferencial se optó por pruebas no paramétricas. En la tabla 5 se muestra la estadística descriptiva para cada una de las variables antropométricas, rendimiento de nado, fuerza máxima tren superior en press banca y jalón, potencia en press banca y jalón.

Tabla 5

Medidas y desviación estándar de las variables evaluadas

| Variables | Hombre |
|-------------------------------------|---------------|
| Masa Corporal (Kg) | 64,1 ± 5,25 |
| Talla en cm | 174 ± 5,1 |
| Talla Sentado en cm | 90,4 ± 2,77 |
| Envergadura | 179 ± 6,68 |
| PL Tríceps | 9 ± 2,87 |
| PL Subescapular | 9,7 ± 2 |
| PL Bíceps | 4,3 ± 0,675 |
| PL Cresta Iliaca | 11,4 ± 4,85 |
| PL Supraespinal | 7,1 ± 2,6 |
| PL Abdominal | 13,4 ± 5,72 |
| PL Muslo | 10,9 ± 2,56 |
| PL Pierna | 6,4 ± 2,17 |
| Sumatoria de 8 Pliegues | 72,2 ± 20,6 |
| PR Brazo Relajado | 29,3 ± 2,05 |
| PR Brazos Flexionado y Contraído | 31,1 ± 1,9 |
| PR Cintura | 74 ± 3,3 |
| PR Caderas | 92,1 ± 2,24 |
| PR Muslo Medio | 48,7 ± 2,68 |
| PR Pierna | 33,9 ± 1,32 |
| D Húmero | 6,75 ± 0,19 |
| D Biestiloideo | 5,53 ± 0,195 |
| D Fémur | 9,46 ± 0,263 |
| PR Brazo Corregido | 26,4 ± 2,11 |
| PR Muslo Corregido | 45,2 ± 2,41 |

| Variables | Hombre |
|------------------------------------|----------------|
| PR Pierna Corregido | 31,9 ± 1,49 |
| Brazadas | 28,1 ± 3,96 |
| Tiempo 25m | 16,5 ± 2,29 |
| Puntaje Swolf | 44,6 ± 5,88 |
| Carga 70% (Kg) Press Banca | 42,6 ± 8,34 |
| Potencia pico (W) Press Banca | 423 ± 71,7 |
| VMP Press Banca | 0,579 ± 0,0337 |
| Fuerza Máxima Pico (N) Press Banca | 614 ± 130 |
| Repeticiones Press Banca | 6,9 ± 1,91 |
| Fuerza Máxima Press Banca | 61,7 ± 12,2 |
| Carga 70% (Kg) Jalón | 42,4 ± 4,97 |
| Potencia Pico (W) Jalón | 633 ± 160 |
| VMP Jalón | 0,902 ± 0,0377 |
| Fuerza Máxima Pico (N) Jalón | 768 ± 200 |
| Repeticiones Jalón | 8,3 ± 2,16 |
| Fuerza Máxima Jalón | 60,7 ± 7,23 |

Nota: Todos los valores se muestran como promedio y desviación estándar

Para verificar el nivel y relación entre las variables se aplicó la prueba de correlación de Spearman, para esto se tuvo en cuenta que la variable dependiente (indicador de rendimiento) del estudio es el S-Wolf mientras que las variables independientes son los resultados de la evaluación Antropométrica, Fuerza y Potencia.

Las combinaciones clave que se establecieron entre las variables para el análisis correlacional se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6*Combinaciones clave para el análisis correlacional*

| Variabes | Correlación sugerida | Propósito del análisis |
|----------------------------------|---|--|
| Rendimiento vs Antropometría | SWOLF ↔ Sumatoria de pliegues | Determinar si mayor adiposidad afecta el rendimiento. |
| | SWOLF ↔ Masa corporal | Relación general entre peso y eficiencia. |
| | SWOLF ↔ Altura / Envergadura | Analizar influencia de longitud corporal en eficiencia. |
| | SWOLF ↔ Pliegues tren superior (Tríceps, Bíceps y Subescapular) | Detectar relaciones localizadas con rendimiento. |
| Rendimiento vs Fuerza | SWOLF ↔ RM | Ver si nadadores con mayor fuerza en el tren superior tienen mejor eficiencia. |
| | SWOLF ↔ Fuerza máxima pico (N) | Igualmente, considerando datos instrumentales. |
| Rendimiento vs Potencia | SWOLF ↔ Potencia media (VMP) | Evaluar impacto de la potencia sobre el rendimiento. |
| Fuerza vs Potencia | RM ↔ Potencia media (VMP) | Analizar la relación entre capacidad máxima y explosiva. |
| Antropometría vs Fuerza/Potencia | Sumatoria de pliegues ↔ RM / VMP | Examinar cómo la composición corporal modula el rendimiento físico. |
| | Masa corporal ↔ RM / VMP | Ver si el peso corporal influye en el rendimiento neuromuscular. |

En la tabla 7 se presentan las correlaciones significativas entre las variables rendimiento, antropometría, fuerza y potencia.

Tabla 7*Correlaciones entre las variables estudiadas*

| Variable 1 | Variable 2 | r | p | Tamaño del efecto |
|-------------------|--------------------------------|----------|----------|--------------------------|
| S-Wolf | Masa Corporal | -0.358 | 0,313 | Negativa media |
| | Talla | -0.624 | 0.060 | Negativa considerable |
| | Envergadura | -0.539 | 0.113 | Negativa considerable |
| | PL Tríceps | 0.082 | 0.821 | Positiva débil |
| | PL Bíceps | 0.181 | 0.617 | Positiva media |
| | PL Subescapular | -0.037 | 0.919 | Negativa débil |
| | Sum. De Pliegues | 0.434 | 0.161 | Positiva media |
| | RM Press Banca | -0.626 | 0.053 | Negativa considerable |
| | RM Jalón | -0.037 | 0.920 | Negativa débil |
| | Fuerza máxima pico Press Banca | -0.139 | 0.707 | Negativa media |
| | Fuerza máxima pico Jalón | -0.709* | 0.028 | Negativa considerable |
| | Potencia Media Press Banca | 0.377 | 0.283 | Positiva media |
| | Potencia Media Jalón | -0.778** | 0.008 | Negativa muy fuerte |
| RM Press Banca | Potencia Media Press Banca | 0.480 | 0.160 | Positiva media |
| | Potencia Media Jalón | 0.729* | 0.017 | Positiva considerable |
| RM Jalón | Potencia Media Press Banca | 0.500 | 0.141 | Positiva media |
| | Potencia Media Jalón | 0.248 | 0.490 | Positiva media |
| Sum. De Pliegues | RM Press Banca | -0.122 | 0.738 | Negativa media |
| | RM Jalón | -0.055 | 0.880 | Negativa débil |
| | Potencia Media Press Banca | -0.111 | 0.760 | Negativa media |
| | Potencia Media Jalón | -0.225 | 0.532 | Negativa media |
| Masa Corporal | RM Press Banca | 0.699* | 0.024 | Positiva considerable |
| | RM Jalón | 0.756* | 0.011 | Positiva considerable |
| | Potencia Media Press Banca | 0.488 | 0.153 | Positiva media |
| | Potencia Media Jalón | 0.237 | 0.510 | Positiva media |

Nota: * Correlación significativa al nivel .05

** Correlación significativa al nivel .01

Se encontraron diferentes relaciones entre las variables, las más relevantes se dieron entre la variable del rendimiento de nado con la Fuerza máxima pico en el Jalón ($r = -0.709$, $p = 0.02$) y la Potencia media en el Jalón ($r = -0.778$, $p = 0.008$). De las variables de fuerza máxima solo se tuvo una relación relevante entre la RM Press Banca y la Potencia Media Jalón ($r = 0.729$, $p = 0.01$) así como la Masa Corporal con la RM Press Banca ($r = 0.699$, $p = 0.02$) y RM Jalón ($r = 0.756$, $p = 0.01$). No se dieron relaciones significativas entre la sumatoria de pliegues y las variables de fuerza y potencia.

Por último, se aplicó una prueba de regresión lineal a los datos para valorar que tan bien, el modelo puede explicar la variabilidad de la variable dependiente (S-Wolf), buscando información más precisa de manera adicional a la correlación de Spearman. En la tabla 8 se reportan los datos del modelo.

Tabla 8

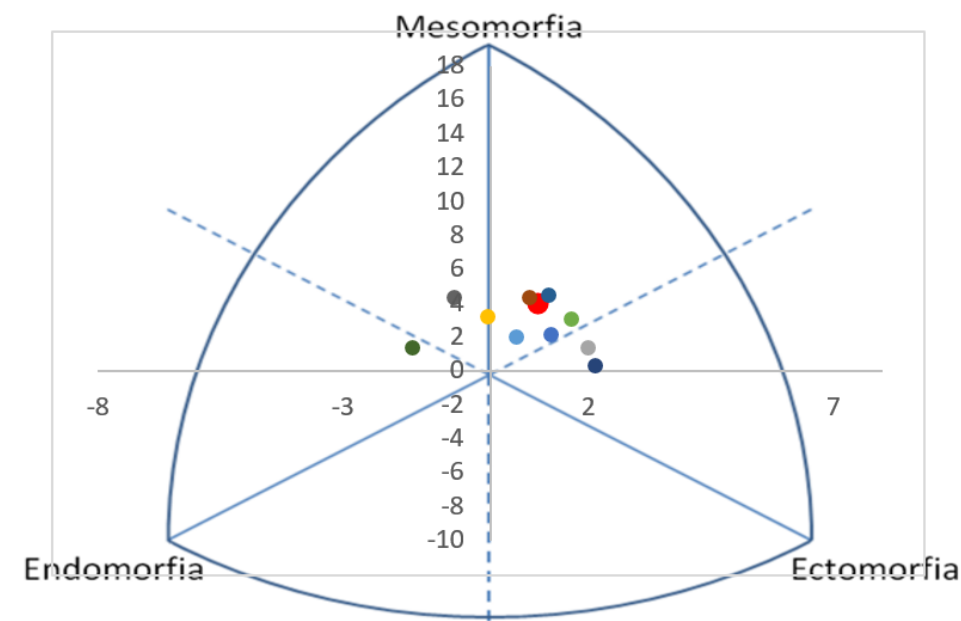
Modelo de regresión lineal sobre la variable de rendimiento de nado (S-Wolf)

| Modelo | R | R² | | |
|----------------------------|------------------|----------------------|----------|----------|
| 1 | 0.977 | 0.955 | | |
| Predictor | Estimador | EE | t | p |
| Constante | 1.433.805 | 487.491 | 2.941 | 0.099 |
| Envergadura | -0.3949 | 0.2157 | -1.831 | 0.209 |
| Masa Corporal | 0.1511 | 0.7851 | 0.192 | 0.865 |
| Sumatoria de Pliegues | 0.0451 | 0.0618 | 0.729 | 0.542 |
| RM Press Banca | -0.3110 | 0.3200 | -0.972 | 0.434 |
| RM Jalón | 0.5309 | 0.2391 | 2.221 | 0.157 |
| Potencia Media Press Banca | 217.739 | 656.542 | 0.332 | 0.772 |
| Potencia Media Jalón | -738.830 | 714.756 | -1.034 | 0.410 |

Nota: EE= Error estándar del estimador

El modelo de regresión lineal múltiple presentó un ajuste muy alto ($R^2=0.95$), lo que indica que las variables antropométricas y de fuerza explican el 95% de la variabilidad del Swolf. Sin embargo, ninguna variable individual es estadísticamente significativa lo que implica que el modelo se ajusta bien globalmente pero no se puede afirmar que alguna variable tenga un efecto independiente claro sobre la variable dependiente, justamente, el tamaño muestral bajo puede ser la razón de este resultado.

A continuación, se relaciona una gráfica en donde se compara el somatotipo de los nadadores hombres que hicieron parte del estudio y que pertenecen al equipo representativo de la universidad pedagógica nacional con el estándar (punto rojo) tomado de CAR de San Cugat, 1989-2013 (p.71), por V. Pons, 2015, apunt sport medicine.

Figura 6.*Somatocarta comparativa*

El estándar de composición corporal de nadadores elite tomado en el estudio del centro de alto rendimiento (CAR) en Barcelona-España, evidencia que los nadadores evaluados se sitúan preferiblemente hacia una región mesomórfico-ectomórfica, con características de una elevada masa muscular relativa y bajo tejido adiposo. En contraste, el grupo de 10 nadadores universitarios mostro una agrupación centralizada en la somatocarta con mesomorfia moderada y menor ectomórfia relativa. La muestra universitaria presenta un perfil de composición corporal menos especializado que el observado en los nadadores de referencia. Tales diferencias pueden asociarse a factores como el tipo de programas y entrenamientos a los cuales se someten a los nadadores de elite del CAR quienes a su vez constan de mayor preparación física y una orientación profesional. Los deportistas universitarios aunque poseen experiencia deportiva, podrían presentar menor participación acumulada a programas estructurados de acondicionamiento muscular, además, de la baja rigurosidad de criterios de selección y reclutamiento de talentos en el ámbito universitario en las que no se suelen realizar caracterizaciones de deportistas en antropometría para su ingreso, a diferencia de programas de alto rendimiento donde el perfil morfológico corporal es un factor determinante para la proyección deportiva.

Los resultados obtenidos de las pruebas realizadas se pueden evidenciar en el anexo 2 y anexo 3.

Discusión

El análisis de la relación entre fuerza máxima (RM) y la potencia media (VMP) evidenció una correlación positiva moderada, lo que sugiere que los nadadores que tienen mayor capacidad de generar fuerza presentan un mejor desempeño en las acciones explosivas. Este hallazgo coincide con lo dicho por Morouço et al. (2011), quienes observaron una asociación entre la fuerza y la potencia desarrolladas en ejercicios en seco, con el rendimiento en pruebas de velocidad en natación sobre todo en fases de empuje y tracción del tren superior. Los autores destacan que la potencia aplicada en ejercicios específicos fuera del medio acuático tiene una relación directa con la eficiencia propulsiva durante el nado, mostrando que la mejora en la fuerza máxima puede traducirse en un aumento de la capacidad de producir potencia en acciones acuáticas.

En el presente estudio, la correlación RM - VMP sugiere que la fuerza máxima constituye la base neuromuscular sobre la cual se desarrolla la potencia explosiva, lo que sería un incremento de la fuerza en ejercicios como el press de banca o el jalón donde se puede mejorar la eficiencia propulsiva en el medio acuático, de esta manera confirman que la combinación de fuerza y velocidad en el entrenamiento junto con la transferencia técnica del gesto de nado, es necesaria para optimizar el rendimiento en los nadadores universitarios y potenciar la práctica de la fuerza en acciones de propulsión y salida.

En concreto, los resultados obtenidos reflejan que la fuerza máxima y la potencia media están estrechamente vinculadas y constituyen factores determinantes en el rendimiento de la natación universitaria. Esta correlación muestra que ambas variables indican que el desarrollo de la fuerza máxima favorece a una mayor capacidad de producir potencia, cuando exista una adecuada transferencia técnica hacía el gesto de nado. Así como lo señala Morouço et al. (2011), la potencia en la natación depende en gran medida de la fuerza que el deportista sea capaz de aplicar de manera rápida y coordinada, lo que resalta la necesidad de combinar programas de entrenamiento de fuerza con trabajos de velocidad y control técnico. De esta manera fortalecer la capacidad de generar fuerza y optimizar su expresión dinámica, puede mejorar la eficiencia propulsiva, las fases de salida y los virajes. Esta información refuerza la importancia de un enfoque entrenamiento integrado y específico, donde la fuerza máxima se concibe como el punto de partida para el desarrollo de la potencia y la mejora continua del desempeño en el agua.

La composición corporal y las dimensiones morfológicas constituyen factores importantes en el rendimiento neuromuscular y técnico de los nadadores. En el presente estudio se observó que las características antropométricas contienen una relación importante con las capacidades de fuerza máxima y potencia media, mostrando que los aspectos estructurales del deportista influyen en su desempeño físico. En particular, los resultados mostraron reciprocidad significativa en la masa corporal y la fuerza máxima, tanto en el banco ($r = 0.699$, $p 0.024$) como en el jalón ($r=0.756$, $p 0.011$). Estos datos sugieren que los nadadores con mayor masa corporal tienen una mayor capacidad para generar fuerza absoluta, posiblemente como resultado de la proporción más alta de masa muscular activa.

Esto se relaciona con los hallazgos de Ruiz-Navarro et al. (2025), quienes señalan que las características antropométricas particularmente la masa magra y la estructura corporal, se asocian de forma positiva en la producción de fuerza y potencia de la natación de velocidad. Según los autores, una mayor masa corporal puede representar una ventaja si esta se compone principalmente por tejido muscular funcional, pues contribuye a la generación de fuerza durante la fase propulsiva del nado. Sin embargo, también advierte que un incremento desmedido del peso corporal o de la masa magra puede comprometer la eficiencia hidrodinámica, al aumentar la resistencia en el desplazamiento y reducir la economía de movimiento.

En contraste, en este estudio no se evidenciaron correlaciones significativas entre la sumatoria de pliegues cutáneos y las variables de fuerza o potencia, lo que muestra que el nivel de adiposidad no tuvo un impacto importante en el rendimiento neuromuscular en los nadadores evaluados. Esta diferencia respecto a lo planteado por Ruiz-Navarro et al. (2025), podría explicarse por la homogeneidad del grupo estudiado, en el cual los deportistas presentan porcentajes de grasa corporal dentro de los márgenes funcionales, minimizando el efecto de la variable en el desempeño. Por lo tanto, la masa corporal se perfila como un mejor predictor de fuerza y potencia que la sumatoria de pliegues, especialmente cuando la primera muestra una composición muscular favorable.

Además, la relación encontrada entre fuerza máxima (RM Press Banca) y potencia media (VMP Jalón) ($r = 0.729$, $p = 0.017$) confirma la interacción entre la capacidad generar fuerza con la de aplicarla con velocidad, confirmando que la fuerza máxima actúa como la base sobre la que se construye la potencia. Esta información se complementa con los planteamientos de Ruiz-

Navarro et al. (2025), quienes destacan la necesidad de integrar las variables antropométricas y neuromusculares para el análisis del rendimiento, ya que esta interacción explicaría gran parte de las diferencias entre nadadores de distintos niveles competitivos.

Así pues, los resultados obtenidos respaldan la idea de que la masa corporal y la composición corporal modulan la expresión de fuerza y potencia en nadadores universitarios, una proporción adecuada de masa corporal y un control constante del peso corporal, permite optimizar la relación fuerza peso, mejorando la propulsión y favoreciendo la eficiencia técnica.

Teniendo en cuenta el análisis hecho entre la relación del Swolf y el RM en press banca, se evidenció que hay una relación negativa considerable ($r = -0,626$; $p = 0,053$) entre estas variables, mostrando así, que un deportista con mayor fuerza tendrá mejores niveles de rendimiento en pruebas de velocidad. Así mismo, en una línea similar, Amara et al. (2021) menciona que se obtuvo ($r = -0,968$; $r = -0,955$) para la relación entre el rendimiento de nado en crol de 25 y 50 metros y el 1RM, donde intervinieron a 33 nadadores de competición a nivel nacional. También, Garrido et al. (2010) hallaron una relación similar a la encontrada en esta investigación, que corresponde a $-0,69 \leq \rho \leq -0,58$ entre el 1RM en press banca y las pruebas de velocidad en 25 y 50 metros, en 28 nadadores de nivel nacional. En 1RM de jalón se obtuvo $r = -0,037$; $p = 0,920$, reflejando una relación negativa débil, sin embargo, no se hallaron estudios que investiguen esta relación de la fuerza de tracción con el rendimiento en natación, por lo tanto, es importante precisar en realizar más estudios de esta naturaleza. Por lo anterior, se confirma la importancia del desarrollo de la fuerza de empuje para pruebas de velocidad, sobre todo en el estilo crol.

Por otra parte, se presenta una relación entre el rendimiento en natación y la potencia del tren superior, específicamente en tracción, a través de la VMP, de $r = 0,778$; $p = 0,008$, siendo una relación negativa muy fuerte. De la misma manera, el estudio de Pérez-Olea et al. (2018) resalta la incidencia de un ejercicio de tracción como lo es las dominadas, donde evidenciaron correlaciones significativas, especialmente en la velocidad media durante la serie de repeticiones máximas ($r = 0,88$), también se hallaron estas correlaciones entre los marcadores de fuerza explosiva como la velocidad en la dominada ($PU V = 0,78 \pm 0,18 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$), la potencia absoluta ($PU AP = 637 \pm 197 \text{ W}$) y la potencia relativa ($PU RP = 8,48 \pm 2,24 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$) y el rendimiento en 50 metros estilo libre. De la misma manera, Morouço et al. (2011) investigaron la potencia media

en la fase propulsiva en tierra firme, dando valores de $271,30 \pm 47,60$ W en el ejercicio de jalón, teniendo incidencia en el rendimiento de nado. Por lo tanto, se puede apreciar que la potencia en tracción es de gran importancia en el rendimiento de nado, cuando se trata de pruebas de velocidad, especialmente en el estilo crol.

Los resultados del presente estudio evidenciaron que tanto la talla como la envergadura se relacionan significativamente con el rendimiento de nado, mostrando correlaciones negativas considerables con el índice Swolf (talla: $r = -0.624$, $p = 0.06$; envergadura: $r = -0.539$, $p = 0.113$), lo que indica que los nadadores con mayor estatura y extensión de brazos presentan una mayor eficiencia en el desplazamiento acuático. Estos hallazgos son consistentes con lo reportado por Ferraz et al. (2020), quienes identificaron una correlación positiva entre la envergadura y la velocidad media en pruebas de 50, 100 y 400 metros libres, destacando que una mayor longitud de brazos mejora la eficiencia hidrodinámica y el aprovechamiento mecánico de la brazada. De manera complementaria, Sammoud et al. (2018) observaron que la proporción de los segmentos corporales, especialmente la longitud relativa de las extremidades superiores e inferiores, constituye un factor determinante en el rendimiento de pruebas de velocidad, al facilitar una mejor relación entre el alcance de la brazada y la frecuencia de movimientos. En conjunto, estos resultados reafirman que las características lineales del cuerpo, como la talla y la envergadura, son variables antropométricas clave que contribuyen a una mayor propulsión y a una reducción de la resistencia al avance, optimizando así la eficiencia mecánica del gesto técnico en nadadores universitarios.

En relación con los pliegues cutáneos del bíceps y tríceps, los resultados del presente estudio mostraron correlaciones positivas media y débil, respectivamente, con el rendimiento (PL bíceps: $r = 0.181$, $p = 0.617$; PL tríceps: $r = 0.082$, $p = 0.821$), lo que sugiere que un mayor grosor en estas zonas tiende a asociarse con un aumento en los tiempos o con una menor eficiencia de nado. No obstante, al no alcanzar significancia estadística ($p < 0.05$), estas relaciones deben interpretarse como tendencias y no como asociaciones concluyentes. Desde una perspectiva práctica, esta tendencia indica que una mayor acumulación de tejido adiposo en las extremidades superiores podría afectar negativamente la eficiencia hidrodinámica y la mecánica de tracción durante la fase subacuática de la brazada. En contraste, Nasirzade et al. (2014) analizaron la arquitectura muscular de nadadores velocistas y no hallaron correlaciones

significativas entre las características estructurales del tríceps braquial y el rendimiento, destacando en cambio el papel predominante de los músculos del tren inferior —como el vasto lateral y el gastrocnemio lateral— en la generación de potencia propulsiva (Kumagai et al., 2000). En conjunto, estos hallazgos sugieren que, aunque la musculatura del brazo cumple una función complementaria en el movimiento, el exceso de masa grasa en dicha región podría interferir en la eficacia técnica del nado, resaltando la importancia de mantener una composición corporal equilibrada para optimizar la propulsión y minimizar la resistencia pasiva en el medio acuático.

Los resultados del presente estudio mostraron que la masa corporal presentó una correlación negativa media ($r = -0,358$, $p = 0,313$) con el rendimiento en natación, lo que sugiere una tendencia no significativa a que un mayor peso corporal se asocia con un desempeño ligeramente inferior. De manera similar, la sumatoria de pliegues cutáneos, indicador del componente graso, evidenció una correlación positiva media, pero no significativa ($r = 0.434$, $p = 0.161$), indicando que, aunque podría existir una tendencia a que un mayor tejido adiposo se relacione con menores niveles de rendimiento, esta relación no alcanza significancia estadística. Estos hallazgos contrastan parcialmente con los reportados por Dopsaj et al. (2020), quienes encontraron que las variables de composición corporal explicaban entre el 35,1% y el 75,1% de la variabilidad del rendimiento en nadadores de velocidad, destacando la influencia del control de la masa corporal y la masa grasa en el desempeño competitivo. Por su parte, Sammoud et al. (2018) identificaron que la masa grasa fue la característica corporal más determinante en el rendimiento, mientras que la masa corporal total y la altura no presentaron una contribución significativa, coincidiendo parcialmente con los resultados del presente trabajo.

Conclusiones

El presente proyecto logró analizar la relación de las características antropométricas, fuerza máxima, potencia y rendimiento de nado en deportistas universitarios, cumpliendo así el objetivo de este estudio. A través de la aplicación de las pruebas y el análisis estadístico, se identificó los niveles de fuerza, potencia y composición corporal, para así poder comprobar la relación de estas variables con el rendimiento acuático a través del Swolf.

Del mismo modo, se evidenció que las características antropométricas influyen en las capacidades de fuerza y potencia, fortaleciendo la idea de que los aspectos estructurales del deportista, como la envergadura, la talla y la masa magra, son importantes en el rendimiento físico. Esto coincide con lo expuesto por Ruiz-Navarro et al. (2025) quienes sostienen que las dimensiones corporales y la composición corporal, junto con la técnica, manifiestan las diferencias en el rendimiento a distintos niveles. De manera que, una composición corporal equilibrada y una buena relación entre la fuerza y el peso, permitirán mejorar la economía de los movimientos, además de reducir la resistencia durante el desplazamiento en el medio acuático.

Desde el punto de vista aplicado, los hallazgos de este estudio resaltan la necesidad de integrar el desarrollo de la fuerza máxima y la potencia con el dominio de la composición corporal y la técnica del estilo crol. En cuanto a lo práctico, esto implica el diseño de programas de entrenamiento que reúnan ejercicios de alta carga para poder estimular la fuerza máxima, junto con trabajos de velocidad y coordinación que ayuden a la transferencia de esa fuerza en el gesto técnico. Lo cual, favorece la mejora en el rendimiento y la prevención de desequilibrios musculares, además de mejorar la mecánica de propulsión.

Finalmente, esta investigación aporta un fundamento científico valioso para los programas de entrenamiento universitario, dando información que puede guiar a entrenadores, preparadores físicos y deportistas en la planificación para estrategias más efectivas. De igual forma, los resultados permiten entender que el rendimiento en la natación no precisa únicamente de la magnitud de la fuerza o del tamaño corporal, sino de la capacidad de saber aplicar dicha fuerza de una forma coordinada, eficiente y precisa en el medio acuático. Por ello, este estudio contribuye al fortalecimiento del conocimiento académico en el ámbito deportivo universitario y

a impulsar la formación integral del atleta, orientada hacia un desempeño más científico y equilibrado en la natación competitiva.

Referencias

- Amara, S., Chortane, O. G., Negra, Y., Hammami, R., Khalifa, R., Chortane, S. G., & van den Tillaar, R. (2021). Relationship between Swimming Performance, Biomechanical Variables and the Calculated Predicted 1-RM Push-up in Competitive Swimmers. *International journal of environmental research and public health*, 18(21), 11395. <https://doi.org/10.3390/ijerph182111395>
- Arellano, R. (1992). *Evaluación de la fuerza propulsiva en natación y su relación con el entrenamiento y la técnica* [Tesis doctoral, Universidad de Granada, Facultad de Medicina]. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10481/28555>
- Asociación Médica Mundial. (2024). *Declaración de Helsinki: Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. 64^a Asamblea General de la Asociación Médica Mundial, Fortaleza, Brasil. Disponible en: <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki/>
- Bompa, T. O. (2000). *Periodización del entrenamiento deportivo: programas para obtener el máximo rendimiento en 35 deportes (1.ª ed.)*. Barcelona, Paidotribo. ISBN: 9788480194884. OCLC: 45208640.
- Bompa, T. O. (2004). *Periodización del entrenamiento deportivo: programas para obtener el máximo rendimiento en 35 deportes (2.ª ed.)*. Barcelona. Paidotribo.
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2018). *Periodización del entrenamiento deportivo: Teoría y metodología del entrenamiento*. Barcelona. Paidotribo.
- Bompa, T. O., & Haff, G. (2009). *Periodización: teoría y metodología del entrenamiento (5.ª ed.)*. Barcelona. Paidotribo.
- Bridger, R. S. (2009). *Anthropometry, Workstation, and Facilities Design*. *Routledge/Taylor &*

Francis. 3

- Chalkiadakis, I., Arsoniadis, G. G., & Toubekis, A. G. (2023). Dry-Land Force-Velocity, Power-Velocity, and Swimming-Specific Force Relation to Single and Repeated Sprint Swimming Performance. *Journal of functional morphology and kinesiology*, 8(3), 120. <https://doi.org/10.3390/jfmk8030120>
- Cohen, I. B. (2002). Newton's concepts of force and mass, with notes on the Laws of Motion. In I. B. Cohen & G. E. Smith (Eds.), *The Cambridge Companion to Newton* (p. 57–84). chapter, Cambridge: Cambridge University Press.
- Counsilman, J. (1995). *La natación: ciencia y técnica para la preparación de campeones*. Editorial Hispano Europea S.A.
- Deschodt, V. J., Arsac, L. M., & Rouard, A. H. (1999). Relative contribution of arms and legs in humans to propulsion in 25-m sprint front-crawl swimming. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 80(3), 192–199. <https://doi.org/10.1007/s004210050579>
- Dopsaj, M., Zuoziene, I. J., Milić, R., Cherepov, E., Erlikh, V., Masiulis, N., di Nino, A., & Vodičar, J. (2020). Body Composition in International Sprint Swimmers: Are There Any Relations with Performance? *International journal of environmental research and public health*, 17(24), 9464. <https://doi.org/10.3390/ijerph17249464>
- Ferraz, R., Branquinho, L., Loupo, R., Neiva, H. P., & Marinho, D. A. (2020). The relationship between anthropometric characteristics and sports performance in national-level young swimmers. *European Journal of Human Movement*, 45, 12-25. <https://doi.org/10.21134/eurjhm.2020.45.2>
- García Manso, J. M., Ruiz Caballero, J. A., & Navarro Valdivielso, M. E. (1996). *Planificación del entrenamiento deportivo*. Gymnos.
- Garrido, N., Marinho, D., Barbosa, T., Costa, A., Silva, A., Pérez-Turpin, J., Marqués, M. (2010). Relationships between dry land strength, power variables and short sprint

- performance in young competitive swimmers. *Journal of Human Sport and Exercise*, 5(2) 240-249.
- Gómez-Píriz, P., Rodríguez, R., & González-Badillo, J. J. (2011). Reliability of a linear encoder to measure velocity in resistance exercises. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 7(27), 27–36.
<https://www.cafyd.com/REVISTA/ojs/index.php/ricyde/article/view/434>
- González-Badillo, J. J. (2000). Concepto y medida de la fuerza explosiva en el deporte: posibles aplicaciones al entrenamiento. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 14(1), 5–16.
- González-Badillo, J. J., & Gorostiaga, E. A. (1995). Fundamentos del entrenamiento de la fuerza: Aplicación al alto rendimiento deportivo. *INDE*.
- González-Badillo, J. J., & Ribas, J. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. Barcelona. INDE.
- González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International Journal of Sports Medicine*, 31(5), 347–352. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248333>.
- Hawley, J. A., Williams, M. M., Vickovic, M. M., & Handcock, P. J. (1992). Muscle power predicts freestyle swimming performance. *British journal of sports medicine*, 26(3), 151–155. <https://doi.org/10.1136/bjism.26.3.151>
- Hernández S. R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill Interamericana Editores.
- Kumagai, K., Abe, T., Brechue, W. F., Ryushi, T., Takano, S., & Mizuno, M. (2000). Sprint performance is related to muscle fascicle length in male 100-m sprinters. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 88(3), 811–816.
<https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.3.811>
- Ley 1581 de 2012. por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos

- personales. 18 de octubre de 2012. D.O. No. 48.587. (Colombia)
- Madou, T., Vanluyten, K., Martens, J., & Iserbyt, P. (2023). Assessment and prediction of swimming performance using the SWOLF index in collegiate swimmers. *International Journal of Kinesiology in Higher Education*, 30(2), 101–112. Recuperado de <https://eric.ed.gov/?id=EJ1384468>
- Maglischo, E. (2003). *Natación, Técnica, Entrenamiento y Competición*. Editorial Paidotribo.
- Morais, J., Barbosa, T. M., & López, V. (2019). Propulsive force of upper limbs and its relationship with swimming performance. *Thieme Connect Journal of Sports Medicine*.
- Moreira, O. C., Alonso-Aubin, D. A., de Oliveira, C. E., Candia-Luján, R., & de Paz, J. A. (2015). Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas. *Archivos de Medicina del Deporte*, 32(170), 387-394.
- Morouço, P., Neiva, H., González-Badillo, J. J., Garrido, N., Marinho, D. A., & Marques, M. C. (2011). Associations between dry land strength and power measurements with swimming performance in elite athletes: a pilot study. *Journal of human kinetics*, 29A, 105–112. <https://doi.org/10.2478/v10078-011-0065-2>
- Nasirzade, A., Ehsanbakhsh, A., Ilbeygi, S., Sobhkhiz, A., Argavani, H., & Aliakbari, M. (2014). Relationship between sprint performance of front crawl swimming and muscle fascicle length in young swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13(3), 550–556.
- Navarro, F., Oca, A., Castañón, F. (2011). *El entrenamiento físico de natación*. Madrid: Cultiva Libros.
- Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Sanchis-Moysi, J., Dorado, C., Mora-Custodio, R., Yáñez-García, J. M., Morales-Alamo, D., Pérez-Suárez, I., Calbet, J. A. L., & González-Badillo, J. (2017). Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(7), 724–735. <https://doi.org/10.1111/sms.12678>

- Pérez-Olea, J., Valenzuela, P., Aponte, C., & Izquierdo, M. (2018). Relationship Between Dryland Strength and Swimming Performance: Pull-Up Mechanics as a Predictor of Swimming Speed. *Journal of strength and conditioning research*, 32(6), 1637–1642. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002037>
- Real Academia Española. (s.f.). Natación. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado en 10 de noviembre 2024, de <https://dle.rae.es/nataci%C3%B3n?m=form>
- Resolución 8430 de 1993. por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Octubre 4 1993. D.O. No. 41.148. (Colombia)
- Ruiz-Navarro, J., Santos, C., Born, D., López-Belmonte, Ó., Cuenca-Fernández, F., Sanders, R., & Arellano, R. (2025). Factors Relating to Sprint Swimming Performance: A Systematic Review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 55(4), 899–922. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02172-4>
- Sammoud, S., Nevill, A., Negra, Y., Bouguezzi, R., Chaabene, H., & Hachana, Y. (2018). Allometric associations between body size, shape, and 100-m butterfly speed performance. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 58(5), 630–637. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07480-1>
- Sánchez, L., González, J., Pérez, C., Pallarés, J. (2014). Velocity-and power-load relationships of the bench pull vs. Bench press exercises. *International journal of sports medicine*, 35(03): 209-216 <https://doi.org/10.1055/s-0033-1351252>
- Stewart, A., Marfell-Jones, M., Olds, T., & de Ridder, H. (2011). *International Standards for Anthropometric Assessment*. International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK).
- Strzała, M., Stanula, A., Krężałek, P., Sadowski, W., Wilk, R., Pałka, T., Sokołowski, K., & Radecki-Pawlik, A. (2020). Body composition and specific and general strength indices as predictors of 100-m front crawl performance. *Acta of Bioengineering and*

Biomechanics, 22(4), 71-84. <https://doi.org/10.37190/ABB-01665-2020-02>

Suchomel, T., Nimphius, S., Bellon, C., & Stone, M. (2018). The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(4), 765–785. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0862-z>

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(4), 950–955. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c8656f>

Zatsiorski, V. (1971). *Die körperlichen Eigenschaften des Sportlers*. Sportverlag

Anexos

Anexo 1. Consentimiento Informado



Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Educación Física

Consentimiento informado para participar en un estudio de investigación

Título del estudio: Relación Entre El Rendimiento De Nado, Características Antropométricas, La Fuerza Máxima y la Potencia En Nadadores Universitarios.

El propósito de este documento es ayudarle a tomar una decisión informada para decidir participar o no en el estudio, por ello, antes de decidir lea cuidadosamente este formulario y haga todas las preguntas que tenga para asegurar que entiende los procedimientos, sus riesgos y sus beneficios, de tal forma que Usted pueda voluntariamente aceptar o denegar su participación. Si luego de leer este documento tiene alguna duda, pida al investigador responsable o al personal del estudio que le explique, sienta absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a despejar sus dudas y/o para aclarar los procedimientos a utilizar.

Una vez haya comprendido el estudio, si desea participar se le solicitará que firme este formato de consentimiento del cual recibirá una copia firmada y fechada.

1. **Propósitos del estudio.** Correlacionar el rendimiento de nadadores universitarios con variables medibles físicas y de desempeño, comparando los datos recolectados de composición corporal, fuerza máxima, potencia en estilo crol.
2. **Justificación.** El interés de esta investigación como licenciados en deporte viene de una implementación de varios enfoques según cada integrante, donde se encontró en la natación una similitud según los conocimientos de los procesos académicos formativos adquiridos en la Universidad Pedagógica Nacional y con las experiencias deportivas de cada uno en sus deportes, se aporta nueva evidencia para una población deportista universitaria a una ruta preexistente, a saber, se ha enfocado en población juvenil y profesional, se adiciona la universitaria.
3. **Objetivo general.** Analizar la relación entre las características antropométricas, la fuerza

máxima, la potencia y el rendimiento de nado en nadadores universitarios.

Objetivos específicos.

Identificar las características antropométricas, los niveles de fuerza máxima, potencia y rendimiento de nado de los nadadores universitarios mediante la aplicación de pruebas específicas.

Comprobar la relación entre las variables de fuerza máxima, potencia, composición corporal y el rendimiento de nado en los nadadores universitarios.

Determinar el grado de correlación entre las variables de fuerza máxima, potencia, composición corporal y el rendimiento de nado, a partir del análisis estadístico de los datos obtenidos.

4. **Procedimientos.** Se realizarán las pruebas de RM indirecto, Swolf y Antropometría para determinar su correlación con el rendimiento de nado.

5. **Beneficios del estudio.** Será un avance para la planificación en nadadores de velocidad para su desarrollo integral, además de un aporte para seguir investigando en el deporte universitario.

6. Los riesgos en relación a la investigación pueden ser del método pliométrico en su ejecución y el impacto que conlleva en las articulaciones y músculos, por lo tanto, es de suma importancia tener en cuenta los criterios de inclusión y exclusión para realizar el procedimiento de los entrenamientos.

7. **Confidencialidad y almacenamiento de la información.** En esta investigación prevalecerá el criterio de respeto hacia su integridad, intimidad, autonomía, su integridad y seguridad de sus datos personales. Para el tratamiento de datos obtenidos en esta investigación se guardarán dentro en una carpeta encriptada con contraseña la cual solo obtendrán acceso los investigadores.

8. **Protección de la identidad.** Toda información como fotos, videos o datos que puedan identificar al participante serán manejados confidencialmente, se tomarán las siguientes medidas de seguridad, los nombres serán modificados y se asignarán un código aleatorio.

Los datos en que puedan identificar a un participante únicamente serán de acceso para los investigadores del proyecto. La información que se obtenga de por parte de los resultados de la investigación serán utilizados para fines científicos o pedagógicos y NO se dará ninguna información personal de usted.

9. Responsables del estudio. Jaider Eduardo Dávila Quiroz, Juan David Sua Piñeros y Nicolas Castillo Otalora.

Yo: _____

Identificado/a con cedula de ciudadanía N.º _____ de _____

declaro haber sido informado/a de los objetivos y procedimientos del estudio y del tipo de participación y certifico que he leído atentamente este formulario y aceptado participar libremente dando mi consentimiento con pleno conocimiento de la naturaleza y finalidad de los procedimientos, los beneficios que se puede esperar y las molestias o riesgos que puedan surgir durante el estudio. Además, doy mi consentimiento libre y voluntario para realizarme una evaluación antropométrica, la cual incluye la medición de mi peso, talla, circunferencias corporales (como cintura, cadera y brazo) y pliegues cutáneos. Comprendo que el propósito de estas mediciones es evaluar mi composición corporal, y que los resultados serán utilizados con fines de la investigación. He sido informado sobre el procedimiento, que es mínimamente invasivo y no conlleva riesgos significativos más allá de las posibles molestias leves durante la toma de medidas. Autorizo el uso y la divulgación de mi información a las entidades mencionadas en este Consentimiento Informado para los propósitos descritos anteriormente.

Firma del participante _____ Fecha DD/MM/AAAA

Cualquier pregunta que desee realizar durante el proceso de investigación podrá contactarse con Nicolas Castillo Otalora, Jaider Eduardo Dávila Quiroz y Juan David Sua Piñeros Cel. 3193447226 -3123440359-3153828365 Correo: ncastilloo@upn.edu.co jedavilaq@upn.edu.co jdsuap@upn.edu.co

Anexo 2. Datos Antropométricos

| Num | Sexo | Brazadas | Tiempo_25m | Swolf | Masa_Corporal | Talla | Talla_Sentado | Envergadura | PL_Triceps | PL_Subescapular | PL_Biceps | PL_Cresta_Iliaca | PL_Supraespinal | PL_Abdominal | PL_Muslo | PL_Pierna | Sumatoria_de_Pie |
|-----|------|----------|------------|-------|---------------|--------|---------------|-------------|------------|-----------------|-----------|------------------|-----------------|--------------|----------|-----------|------------------|
| 1 | 1 | 23 | 14,96 | 37,96 | 66,3 | 181,8 | 90,6 | 193,7 | 9 | 10 | 4 | 10 | 6 | 11 | 9 | 5 | 64 |
| 2 | 1 | 24 | 14,85 | 38,85 | 72 | 178,1 | 94 | 185,3 | 9 | 13 | 4 | 16 | 7 | 16 | 12 | 7 | 84 |
| 3 | 1 | 25 | 14,28 | 39,28 | 62,6 | 172 | 91,45 | 178,1 | 9 | 10 | 5 | 8 | 7 | 11 | 12 | 9 | 71 |
| 4 | 1 | 27 | 13,74 | 40,74 | 60,5 | 169,3 | 91,8 | 175,95 | 9 | 7 | 5 | 7 | 6 | 11 | 15 | 7 | 67 |
| 5 | 1 | 26 | 17,1 | 43,1 | 70,7 | 178,5 | 92,1 | 180,1 | 7 | 8 | 4 | 10,75 | 5 | 6 | 8 | 4 | 52,75 |
| 6 | 1 | 27 | 17,46 | 44,46 | 57,7 | 170,5 | 90,7 | 171 | 7 | 9 | 4 | 9 | 5 | 12 | 9 | 6 | 61 |
| 7 | 1 | 31 | 15,87 | 46,87 | 65,95 | 177,95 | 92,45 | 178,75 | 6 | 8 | 3 | 7 | 6 | 11 | 9 | 4 | 54 |
| 8 | 1 | 30,0 | 17,5 | 47,5 | 55,8 | 167,7 | 85 | 174,6 | 7 | 9 | 4 | 10 | 7 | 10 | 9 | 4 | 60 |
| 9 | 2 | 31 | 18,14 | 49,14 | 54,4 | 158,7 | 84,5 | 160,3 | 19,75 | 8 | 6 | 8 | 5 | 10 | 16 | 10 | 82,75 |
| 10 | 2 | 34 | 17,54 | 51,54 | 48,7 | 159 | 85,05 | 157,8 | 16 | 11 | 6 | 9 | 7 | 15 | 21,5 | 9 | 94,5 |
| 11 | 1 | 34 | 18,34 | 52,34 | 66,6 | 173,3 | 89,3 | 180,35 | 16 | 13 | 5 | 22,5 | 14 | 25,5 | 15 | 10 | 121 |
| 12 | 1 | 34 | 21,35 | 55,35 | 62,5 | 167,4 | 86,45 | 171,95 | 11 | 10 | 5 | 14 | 8 | 20,5 | 11 | 8 | 87,5 |

| Num | PR_Brazo_Relajado | PR_Brazos_Flex_y_Cont | PR_Cintura | PR_Caderas | PR_Muslo_Medio | PR_Pierna | D_Húmero | D_Biestiloideo | D_Fémur | PR_Brazo_Corregido | PR_Muslo_Corregido | PR_Pierna_Corregido |
|-----|-------------------|-----------------------|------------|------------|----------------|-----------|----------|----------------|---------|--------------------|--------------------|---------------------|
| 1 | 29 | 31,95 | 72,5 | 92,55 | 46 | 34,65 | 7,2 | 5,4 | 9,6 | 26,2 | 43,2 | 33,1 |
| 2 | 30,5 | 32,1 | 75,5 | 94,95 | 52,9 | 36,2 | 6,8 | 5,4 | 9,7 | 27,7 | 49,1 | 34 |
| 3 | 28,8 | 30,4 | 77,2 | 91,3 | 47 | 32,6 | 6,6 | 5,6 | 9,2 | 26 | 43,2 | 29,8 |
| 4 | 28,7 | 31 | 69,75 | 90,6 | 49,5 | 33,9 | 6,7 | 5,7 | 9,4 | 25,9 | 44,8 | 31,7 |
| 5 | 32,9 | 34,1 | 78 | 95,3 | 51 | 35,45 | 6,9 | 5,5 | 9,5 | 30,7 | 48,5 | 34,2 |
| 6 | 28 | 30 | 69,1 | 88,9 | 46,3 | 32,95 | 6,6 | 6 | 9,7 | 25,8 | 43,5 | 31,1 |
| 7 | 30,4 | 32 | 72,5 | 93,1 | 47,15 | 32,95 | 6,8 | 5,4 | 9,1 | 28,5 | 44,3 | 31,7 |
| 8 | 26 | 27,8 | 71,7 | 88,75 | 45 | 32 | 6,6 | 5,5 | 9,3 | 23,8 | 42,2 | 30,7 |
| 9 | 27,95 | 29 | 67,95 | 93,4 | 50,15 | 34,45 | 5,6 | 4,7 | 8,6 | 21,7 | 45,1 | 31,3 |
| 10 | 26 | 25,4 | 64,8 | 86,1 | 45 | 30,9 | 6 | 4,5 | 8,3 | 21 | 38,2 | 28,1 |
| 11 | 31,3 | 32,85 | 77,2 | 92,25 | 51 | 33,5 | 6,7 | 5,4 | 9,2 | 26,3 | 46,3 | 30,4 |
| 12 | 27,05 | 28,8 | 76,75 | 93,2 | 50,7 | 34,3 | 6,6 | 5,4 | 9,9 | 23,6 | 47,2 | 31,8 |

Anexo 3. Tabla De Datos Test Press Banca y Remo Invertido

| Num | Press Banca | | | | | | Remo Invertido | | | | | |
|-----|-------------------|-----------------------|------|----------------------------|------|-----|----------------|-----------------------|-------------------------------|----------------------------|------|------|
| | Serie 70% | | | | | | Serie 70% | | | | | |
| | Carga_(Kg) 70% | potencia_pico _(W) | VMP | Fuerza_Máxima _Pico_(N) | Reps | 1RM | Carga_(Kg) | potencia_pico _(W) | Velocidad_me dia_fase_prop | Fuerza_Máxi ma_Pico_(N) | reps | 1RM |
| 1 | 40,60 | 398,86 | 0,58 | 680,42 | 7 | 62 | 40,00 | 520,36 | 0,90 | 750,42 | 10 | 57 |
| 2 | 48,50 | 512,25 | 0,66 | 649,46 | 10 | 70 | 42,00 | 550,84 | 0,95 | 790,32 | 10 | 61 |
| 3 | 47,60 | 423,63 | 0,55 | 680,21 | 9 | 68 | 41,00 | 668,40 | 0,91 | 708,50 | 10 | 59 |
| 4 | 46,90 | 503,65 | 0,60 | 673,44 | 5 | 67 | 42,00 | 616,80 | 0,96 | 694,80 | 9 | 60 |
| 5 | 58,10 | 492,00 | 0,57 | 874,61 | 8 | 85 | 54,00 | 1040,30 | 0,94 | 1290,52 | 8 | 77 |
| 6 | 34,10 | 297,25 | 0,55 | 448,67 | 4 | 50 | 35,00 | 485,87 | 0,88 | 504,30 | 8 | 50 |
| 7 | 45,00 | 450,35 | 0,60 | 647,46 | 8 | 65 | 45,00 | 667,20 | 0,88 | 683,10 | 9 | 65 |
| 8 | 30,00 | 423,07 | 0,56 | 487,45 | 5 | 43 | 40,00 | 640,00 | 0,89 | 730,00 | 5 | 56,0 |
| 9 | 20,00 | 455,81 | 0,55 | 498,04 | 7 | 28 | 25,00 | 660,21 | 0,91 | 570,30 | 8 | 36 |
| 10 | 18,40 | 170,12 | 0,59 | 285,70 | 5 | 27 | 23,00 | 295,36 | 0,84 | 443,30 | 5 | 34 |
| 11 | 40,00 | 398,35 | 0,56 | 515,64 | 7 | 57 | 45,00 | 490,47 | 0,86 | 780,14 | 4 | 65 |
| 12 | 34,90 | 326,56 | 0,56 | 485,61 | 6 | 50 | 40,00 | 650,23 | 0,85 | 750,20 | 10 | 57 |