



Individualidad biológica y potencialidades físicas de nadadores de élite mexicanos: un análisis comparativo basado en distancias de nado

Biological individuality and physical potentialities of Mexican elite swimmers: a comparative analysis based on swimming distances

Autores

Gabriel Gastélum-Cuadras¹
 Rahndol Fernández-Aljoe²
 Salvador Jesús López-Alonzo³
 Rosalva Flores Zubía⁴
 Josiane Aparecida de Jesus⁵
 Rudy José Nodari-Júnior⁶

¹ Universidad Autónoma de Chihuahua (México)

² Universidad Autónoma de Chihuahua (México)

³ Universidad Autónoma de Chihuahua (México)

⁴ Universidad Autónoma de Chihuahua (México)

⁵ Universidade do Oeste de Santa Catarina (Brasil)

⁶ Salus Dermatoglyphia (Brasil)

Autor de correspondencia:
 Salvador Jesús López-Alonzo
 salopez@uach.mx

Como citar en APA

Gastélum-Cuadras, G., Fernández-Aljoe, R., López-Alonzo, S. J., Flores-Zubía, R., de Jesus, J. A., & Nodari-Júnior, R. J. (2025). Individualidad biológica y potencialidades físicas en nadadores élite mexicanos: Comparación por distancias de nado. *Retos*, 67, 543-553. Recuperado a partir de <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/109267>

Resumen

Objetivo: Este estudio pretende identificar, describir y comparar por medio de los dermatoglifos dactilares las potencialidades físicas predominantes en nadadores mexicanos de élite con relación a las pruebas de velocidad y de resistencia.

Método: La muestra estuvo compuesta por 55 nadadores mexicanos de élite, 27 de pruebas de velocidad y 28 de resistencia. Se midió a través del método dermatoglífico informatizado (Nodari-Junior et al., 2014), de acuerdo con el protocolo propuesto por Cummins y Midlo (1961).

Resultados: Se encontró que el grupo de nadadores de pruebas de velocidad presentan mayor frecuencia de Presillas cubitales (LU), mientras el grupo de nadadores de pruebas de resistencia posee más frecuencia de Verticilos (W) y un mayor conteo de líneas en ambas manos (SQTL), que concuerda con mayor resistencia.

Discusión: Los hallazgos sugieren una correspondencia entre el perfil dermatoglífico y la especialización en la natación, apoyando investigaciones previas que vinculan un mayor número de líneas con capacidades aeróbicas y resistencia. Además, se refuerza la asociación entre presillas y velocidad, y entre verticilos y resistencia-coordinación.

Conclusiones: Existe una relación de las presillas cubitales (LU) con las diferentes pruebas de velocidad en la natación, así como los verticilos (W) y conteo total de líneas con las pruebas de resistencia, que coincide con lo reportado en la literatura científica.

Natación; discapacidad; dermatoglyphia; potencialidades físicas; velocidad y resistencia.

Abstract

Objective: This study aims to identify, describe, and compare the predominant physical potentialities of elite Mexican swimmers based on their specialization in sprint or endurance events, through the use of fingerprint dermatoglyphics.

Method: The sample consisted of 55 elite Mexican swimmers, 27 in sprint events and 28 in endurance. Measurements were taken using the computerized dermatoglyphic method (Nodari-Junior et al., 2014), following the protocol proposed by Cummins and Midlo (1961).

Results: Sprint swimmers showed a higher frequency of ulnar loops (LU), whereas endurance swimmers presented a higher frequency of whorls (W) and a greater total line count in both hands (SQTL), which is consistent with greater aerobic capacity.

Discussion: The findings suggest a relationship between dermatoglyphic profiles and swimming specialization, supporting previous studies that associate a higher total line count with aerobic and endurance capacities. Furthermore, the association of ulnar loops with speed, and whorls with endurance and motor coordination, is reinforced.

Conclusions: There is a clear relationship between ulnar loops (LU) and sprint events in swimming, as well as between whorls (W) and total line count with endurance events, which is consistent with findings reported in scientific literature.

Keywords

Swimming; dermatoglyphics; physical potentialities; speed and endurance.

Introducción

La natación es un deporte en el cual el rendimiento de los atletas se asocia estrechamente con su capacidad para completar una determinada distancia en el menor tiempo posible (Véliz et al., 2020). Para lograr un alto nivel de desempeño en las diversas competiciones, especialmente en nadadores de élite, es fundamental que presenten características únicas derivadas de factores genéticos, fisiológicos, psicológicos, nutricionales, entre otros. En este sentido, los nadadores, al igual que otros atletas, deben estar definidos por una individualidad biológica que incluye aspectos morfológicos, fenotípicos y psicológicos, entre otros, relacionados con talentos específicos para alcanzar rendimientos excepcionales (Carneiro y Rojo, 2020; Lahart y Metsios, 2018).

Según Gastélum-Cuadras et al. (2023) en el ámbito deportivo, las disciplinas se clasifican con frecuencia según el sistema energético predominante durante la competición. En este contexto, las pruebas de natación presentan diferencias notables respecto al sistema energético que predomina en cada una de ellas. Las capacidades físicas clave para el rendimiento en natación incluyen fuerza, velocidad, resistencia y flexibilidad, las cuales se combinan en diversas proporciones según la distancia y tipo de prueba (Breed y Young, 2003; Schumann et al., 2020). Los gestos técnicos realizados en estas pruebas requieren manifestaciones específicas de fuerza, aplicadas de tres formas principales: Fuerza Máxima (FM), Fuerza Explosiva (FE) y Resistencia a la Fuerza (RF). En la natación, la aplicación de fuerza y resistencia es crucial, dado que, aunque los movimientos de brazos y piernas en el agua no generan una gran presión, se repiten continuamente (Schumann et al., 2020).

Es importante destacar que las potencialidades físicas innatas se refieren a los rasgos fisiológicos con los que una persona nace, relacionados con su individualidad biológica (Suárez, 2023). Estas capacidades pueden manifestarse en diferentes grados a través de influencias epigenéticas o ambientales, y en este estudio se exploran cualidades como resistencia, velocidad, fuerza, potencia, coordinación motora y flexibilidad (Guío, 2011; Gastélum-Cuadras, 2022). Estas capacidades pueden ser evaluadas mediante estudios genéticos y, de manera novedosa, a través de la dermatoglia, como se abordará más adelante.

Recientemente, los avances en la ciencia deportiva y la medicina han permitido identificar factores genéticos vinculados con características atléticas específicas (Al-Khelaifi et al.; Eynon et al., 2011; Georgiades et al., 2027; John et al., 2020). En paralelo, ha surgido una nueva metodología llamada dermatoglia dactilar deportiva, que estudia la individualidad biológica de los atletas mediante el análisis de sus huellas dactilares (dermatoglifos), utilizando aplicaciones informatizadas. Esta técnica, que ha ganado gran interés en la comunidad científica, permite identificar las capacidades físicas innatas a partir del perfil dermatoglífico y se considera una herramienta de alta especificidad para la detección temprana de talentos (Nodari-Junior et al., 2014; de Paiva y Arruda, 2016; Del Vecchio y Gonçalves, 2019; Fernández-Aljoe et al., 2020).

Un ejemplo de la combinación de estas dos metodologías es el estudio de Hernández-Mosqueira et al. (2022) en este analizaron la relación entre las características dermatoglíficas y los genotipos ACTN3 y ECA en 82 deportistas de élite de Brasil, Japón y Chile, clasificados en disciplinas aeróbicas (n=27) y anaeróbicas (n=55). Los resultados mostraron que, en ambos grupos, predominó el genotipo RX del gen ACTN3 (48,0% en aeróbicos y 49,1% en anaeróbicos) y el genotipo DI del gen ECA (68,0% en aeróbicos y 41,3% en anaeróbicos). Se encontró una asociación muy alta entre el genotipo ACTN3 y los patrones dermatoglíficos de presilla, verticilo y D10 en el grupo aeróbico ($r=0,90$), mientras que en el grupo anaeróbico la asociación fue alta solo con la presilla ($r=0,77$). Para el gen ECA, se observaron asociaciones moderadas entre presilla, verticilo y D10 en el grupo aeróbico ($r=0,45$). Estos hallazgos sugieren que las características dermatoglíficas podrían estar asociadas con las variantes alélicas de los genes ACTN3 (RR) y ECA (DI), especialmente en perfiles deportivos de carácter anaeróbico.

Aunque la literatura sobre la dermatoglia deportiva está en constante crecimiento y abarca tanto deportes colectivos como individuales, la información relacionada con la natación sigue siendo limitada. Un ejemplo relevante de los pocos estudios en este campo es el trabajo de de Cecilio y Fernández (2004), quienes analizaron perfiles dermatoglíficos y somatotípicos de nadadores de alto rendimiento en pruebas de medio fondo y fondo. Aunque sus hallazgos son valiosos, la información disponible sigue siendo escasa en comparación con otras disciplinas deportivas.



En México, se han realizado algunos estudios que utilizan esta metodología. Gastélum-Cuadras et al. (2021) analizaron los perfiles dermatoglíficos y las capacidades físicas de niñas gimnastas en comparación con niñas no gimnastas, encontrando que las gimnastas presentan una mayor coordinación motora, agilidad y resistencia, reflejada en un mayor número de verticilos y presillas cubitales (LU). De manera similar, Chapa-Guadiana et al. (2022) investigaron la relación entre los perfiles dermatoglíficos y las cualidades físicas de atletas universitarios mexicanos, identificando fórmulas digitales comunes que permitieron asociar ciertos patrones con capacidades físicas específicas en disciplinas de pista y campo.

Otros estudios, han explorado la heredabilidad de las capacidades físicas a través de la dermatoglifia computarizada, confirmando la transmisión genética de características físicas que reflejan las huellas dactilares. Esta investigación tiene implicaciones importantes para la identificación temprana de talentos, sugiriendo que las características físicas innatas pueden heredarse de padres a hijos (Gastélum-Cuadras, 2022).

Por último, en un trabajo de Gastélum-Cuadras et al. (2023) donde compararon los perfiles dermatoglíficos de atletas de CrossFit y ultramaratonistas encontraron que los ultramaratonistas, con un mayor conteo de líneas, presentan patrones asociados con resistencia aeróbica, mientras que los atletas de CrossFit muestran huellas vinculadas con capacidades anaeróbicas. Estos hallazgos destacan cómo los perfiles dermatoglíficos pueden influir en la especialización deportiva, mejorando la comprensión de la relación entre los patrones de huellas dactilares y el rendimiento en deportes específicos.

Vale la pena mencionar que, a pesar de los avances en otros deportes, la natación sigue siendo una disciplina en la que la investigación sobre las potencialidades físicas a partir de la dermatoglifia es escasa, tanto a nivel mundial como en México. Por ello, el objetivo de este estudio es identificar, describir y comparar, mediante el análisis de impresiones digitales, las características físicas predominantes en nadadores élite mexicanos, considerando las diferentes distancias de nado y su relación con los niveles de resistencia. Este enfoque busca aportar información valiosa y novedosa para la caracterización y desarrollo del talento deportivo en la natación.

Método

Diseño del estudio

Este es un estudio de corte cuantitativo no experimental, con alcance descriptivo-comparativo, de corte transversal, que busca describir diferencias comparando dos grupos de nadadores que participan en pruebas de velocidad y resistencia.

Participantes

La muestra estuvo conformada por 55 nadadores mexicanos de élite, de los cuales 27 competían en pruebas de velocidad y 28 en pruebas de resistencia. La selección se realizó con base en criterios específicos, asegurando que los participantes fueran nadadores de alto rendimiento clasificados entre los 16 mejores a nivel nacional en sus respectivas modalidades y estilos de competencia. Se llevó a cabo una invitación general, y se incluyó únicamente a aquellos que aceptaron participar de manera voluntaria, previo a la firma de una carta de consentimiento informado, de acuerdo con la declaración de Helsinki (Asociación Médica Mundial, 2019).

Instrumentos y procedimiento de recogida de datos

Este estudio ha sido registrado en la Secretaría de Investigación y Posgrado de la Facultad de Ciencias de la Cultura Física de la Universidad Autónoma de Chihuahua, con el número de folio 02052019-99. Se han respetado en todo momento los estándares éticos establecidos por las normativas y lineamientos regulatorios para la investigación con seres humanos, en conformidad con la Resolución 466/2012 del Consejo Nacional de Salud y la Declaración de Helsinki de 1964, adoptada en la 64ª Asamblea General en Fortaleza, Brasil (octubre de 2013).

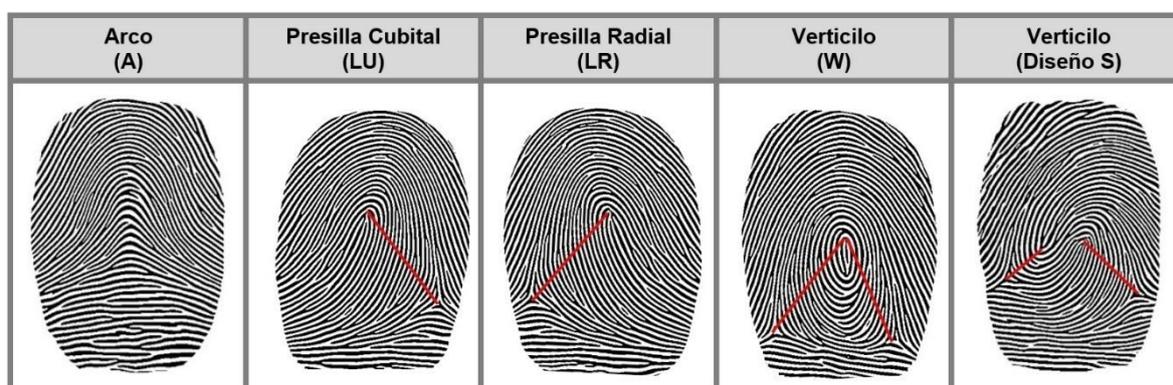


Para la obtención de las huellas dactilares, se empleó el método dermatoglífico informatizado mediante el Dermatoglyphic Reader®, validado por Nodari et al. (2014), con base en el protocolo de Cummins y Midlo (1961). Antes de la toma de datos, se explicó a los atletas el propósito de la investigación, asegurándoles que no implicaba riesgos. Posteriormente, firmaron un consentimiento informado en el que autorizaron el registro de sus datos personales y la captura de sus huellas.

La recolección de huellas se realizó de manera secuencial, iniciando con el dedo meñique de la mano izquierda y avanzando hasta el meñique de la mano derecha. Luego, el operador del lector seleccionó las huellas de cada participante para analizarlas mediante la Línea de Galton (Figura 1), una línea imaginaria que conecta el núcleo con el delta presente en los dibujos dactilares según seas el caso, excepto en los patrones tipo arco, que carecen de estos elementos.

El software, mediante algoritmos específicos, contabilizó automáticamente el número de líneas digitales y clasificó cualitativamente los patrones en arcos, presillas y verticilos. Finalmente, generó un archivo de Excel con los resultados procesados de manera automatizada.

Figura 1. Diseños dermatoglíficos comunes en el ser humano, con la línea de Galton (Gastélum-Cuadras, 2022).



Como se puede apreciar las huellas con diseño tipo arco (A) consta solo de líneas, por su parte las presillas cubitales y radiales (LU y LR) contienen un núcleo y un delta, los verticilos (W) se constituyen de un núcleo y dos deltas, por último, las huellas tipo verticilos con diseño “s” presentan dos núcleos y dos deltas (Figura 1). Dicho análisis permite identificar núcleos, deltas y el conteo total de líneas, transformando los datos en un formato comprensible y práctico para su interpretación y asociación con cualidades físicas, como se ilustra en la Tabla 1.

Tabla 1. Relación entre dermatoglifos y cualidades físicas de Bispo et al. (2023)

| Cualidades físicas | Características epigenéticas |
|---------------------|-----------------------------------|
| Fuerza | A |
| Potencia | $(LU + A) / 2$ |
| Coordinación Motora | $(W + WS + \Delta 10) / 3$ |
| Agilidad | $(W + WS + \Delta 10 + 3 LU) / 6$ |
| Hipertrofia | $(W + WS + \Delta 10 + A) / 4$ |
| Flexibilidad | $(MET2 \geq LU)$ |
| Resistencia | N TL |
| Velocidad | LU or $(LU + LR)$ |

A = Diseño tipo Arco, LU = Diseño de presilla cubital, LR = Diseño de presilla radial, W = Verticilos con diseño concéntrico, WS = Verticilos con diseño tipo “s”, $\Delta 10$ = Delta10, NTL = Número total de líneas (SQTL).

Específicamente, para la resistencia, como capacidad neuromotora, de mucha importancia para el presente trabajo se utilizó el parámetro del número de líneas con nivel de resistencia de Abramova y Nodari-Júnior (Gastélum-Cuadras et al., 2023). Ellos informan que 120 líneas sería el valor promedio encontrado en atletas de diferentes deportes y que los valores inferiores a 119 líneas corresponden a niveles bajos de resistencia. Por otro lado, los valores promedio superiores a 121 líneas, mientras más cercanos a 200, corresponden a atletas con un alto nivel de resistencia (Tabla 2).

Tabla 2. Parámetro de número de líneas con nivel de resistencia Abramova (2009) y Nodari-Júnior (2022) como se cita en Gastélum-Cuadras et al. (2023).

| SQTL | Capacidad física de resistencia |
|-----------|--|
| 0 a 119 | A menor puntuación, menor nivel de resistencia. |
| 120 | Puntuación media de resistencia en deportistas de diferentes deportes. |
| 121 a 200 | A mayor puntuación, mayor nivel de resistencia. |

SQTL = Suma total de líneas de dedos de ambas manos.

Análisis de los datos

Se realizaron análisis estadísticos utilizando el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (IBM SPSS, versión 20.0), con un nivel de significancia establecido en $p < 0.05$. Se empleó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la normalidad de la distribución de las variables cuantitativas al comparar los dos grupos.

Para el análisis inferencial, se utilizó la prueba U de Mann-Whitney para las variables con distribuciones no normales, mientras que la prueba t para muestras independientes se empleó para las variables con distribuciones normales. En las comparaciones entre variables continuas: la suma del número de líneas de cada dedo de la mano izquierda (MESQL1 para el pulgar, MESQL2 para el índice, MESQL3 para el medio, MESQL4 para el anular y MESQL5 para el meñique) y las sumas correspondientes para la mano derecha (MDSQL1, MDSQL2, MDSQL3, MDSQL4, MDSQL5). Además, se calculó el número total de líneas para ambas manos (SQTLE para la mano izquierda y SQTLD para la mano derecha).

Para las comparaciones de variables categóricas (Arco [A], Presilla radial [LR], Presilla cubital [LU], Verticilo [W], Verticilo S [WS], y los patrones de huellas dactilares de cada dedo en ambas manos), se utilizó la prueba Chi-cuadrado, acompañada de un análisis de residuos ajustados como lo recomienda Pereira (2001). Se aplicó un valor estándar de 1.96; cualquier resultado que superara este umbral indicó diferencias significativas entre los grupos respecto a la frecuencia de los patrones de huellas dactilares.

Resultados

Figuras dermatoglíficas de las huellas dactilares

Con respecto a las variables categóricas (Tabla 3), los resultados de la prueba Chi-cuadrado no reportaron diferencias significativas entre los grupos, por lo que no se realizó el análisis de residuos ajustados, demostrando la similitud de los resultados en relación con las variables categóricas. Ya que con dicho análisis se pretendían localizar diferencias en cuanto a las características de las figuras dactilares entre ambos grupos de nadadores (velocidad y resistencia).

Tabla 3. Tipos de figuras de las huellas dactilares, comparadas entre los nadadores de élite de velocidad ($n = 27$) y los nadadores de élite de resistencia ($n = 28$).

| Patrones dermatoglíficos | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| MET1 | MET2 | MET3 | MET4 | MET5 | MDT1 | MDT2 | MDT3 | MDT4 | MDT5 |
| 0.521 | 0.662 | 0.433 | 0.122 | 0.138 | 0.750 | 0.932 | 0.088 | 0.055 | 0.205 |

* $p < 0.05$. MET = Dedo 1, 2, 3, 4 y 5 de la mano izquierda (según corresponda). MDT = Dedo 1, 2, 3, 4 y 5 de la mano derecha (según corresponda).

Suma total de líneas y nivel de resistencia

Los resultados revelaron diferencias significativas en los patrones dermatoglíficos entre los dos grupos de nadadores, específicamente en el número total de líneas del dedo 4 de la mano derecha ($p = 0.031$), con un conteo más alto a favor de los nadadores de resistencia (14 líneas) en comparación con los de



velocidad (11 líneas) (Tabla 4). La tendencia en los datos muestra un conteo mayor en el número de líneas de cada dedo, la suma total de cada mano y la suma total en ambas manos, con valores de 110 para el grupo de velocidad y 130 para el grupo de resistencia. Además, los nadadores de resistencia presentaron un mayor Delta 10 (D10 = 14), lo que refuerza su relación con una mayor capacidad aeróbica en comparación con los velocistas.

Tabla 4. Puntajes promedio del número de líneas de las huellas dactilares en cada dedo y el total de ambas manos, al comparar los dos grupos de nadadores.

| Variables | Velocidad | Resistencia | p |
|-----------|-----------|-------------|--------|
| MESQL1 | 15±5 | 15±6 | 0,590 |
| MESQL2 | 8±5 | 10±6 | 0,194 |
| MESQL3 | 9±4 | 11±6 | 0,234 |
| MESQL4 | 11±5 | 14±5 | 0,058 |
| MESQL5 | 11±5 | 13±4 | 0,129 |
| SQTLE | 54±19 | 64±23 | 0,098 |
| MDSQL1 | 16±5 | 16±5 | 0,648 |
| MDSQL2 | 9±6 | 11±6 | 0,112 |
| MDSQL3 | 9±4 | 11±6 | 0,102 |
| MDSQL4 | 11±5 | 14±5 | 0,031* |
| MDSQL5 | 11±5 | 13±6 | 0,237 |
| SQTL | 56±20 | 66±22 | 0,082 |
| SQTL | 110±37 | 130±43 | 0,080 |
| D10 | 13±3 | 14±4 | 0,249 |

*p < 0.05. MESQL = Suma de las líneas de cada dedo (1 a 5) de la mano izquierda. SQTLE = Suma de las líneas de los cinco dedos de la mano izquierda. MDSQL = Suma de las líneas de cada dedo (1 a 5) de la mano izquierda. SQTL = Suma de las líneas de los cinco dedos de la mano derecha. SQTL = Suma total de las líneas de los dedos de ambas manos. D10 = Número total de deltas de los 10 dedos.

Figuras dermatoglíficas: velocidad y resistencia

A pesar de lo anterior, en el análisis descriptivo el grupo de velocidad tiene una mayor frecuencia de LU (Presilla cubital) que el grupo de resistencia, mientras que el grupo de resistencia tiene una mayor frecuencia de W (Verticilo), manteniendo la similitud entre ellos en cuanto a las figuras A (Arco), LR (Presilla radial) y WS (Verticilo tipo S) (Tabla 5).

Tabla 5. Frecuencia absoluta y relativa del número de figuras encontradas en las huellas dactilares de nadadores de élite de velocidad y resistencia.

| | A (F) | LU (F) | LR (F) | W (F) | WS (F) |
|------------------|-----------|-------------|----------|------------|-----------|
| Velocidad (27) | 10 (3.7%) | 173 (64.1%) | 9 (3.3%) | 69 (25.6%) | 9 (3.3%) |
| Resistencia (28) | 10 (3.6%) | 153 (54.6%) | 8 (2.9%) | 99 (35.4%) | 10 (3.6%) |

F = Frecuencia y porcentaje. A = Arco, LU = Presilla Cubital, LR = Presilla Radial, W = Verticilo, WS = Verticilo tipo "S".

Discusión

Este estudio tiene como objetivo describir y comparar las potencialidades físicas predominantes de los nadadores mexicanos de élite utilizando dermatoglifos de huellas dactilares, comparando su rendimiento en pruebas de velocidad y resistencia.

La comparación de los resultados entre los nadadores de élite, de velocidad y de resistencia, mostró una diferencia en términos de la suma total del número de líneas de las huellas dactilares en el dedo 4 (MDSQL4) de la mano derecha, a favor de los nadadores de resistencia, lo que podría ser una peculiaridad en estos nadadores. Asimismo, en relación con la suma de las líneas, aunque sin diferencias estadísticas significativas, los nadadores del grupo de pruebas de velocidad tienen una suma total en ambas manos de 110 líneas y se encuentran en los rangos de distancias cortas en natación y que están de acuerdo con lo que se ha encontrado en la literatura, como se expone a continuación. El grupo de larga distancia (resistencia) tiene un promedio de 130 líneas, lo que muestra claramente que cada grupo está en correspondencia con este parámetro de 120 líneas como un corte hacia abajo y hacia arriba (Tabla 1), en total acuerdo con Abramova y Nodari-Júnior (Gastélum-Cuadras et al., 2023). Con tendencia, en los dos grupos, a lo localizado por estos autores, con ultramaratonistas quienes presentaron un conteo total de líneas (SQTL) promedio de 165, asociado con resistencia aeróbica, mientras que los atletas de CrossFit tuvieron un promedio de 108, relacionado con capacidades anaeróbicas.

Esto en concordancia con Montoya et al. (2017), quienes presentan resultados con valores de índices dermatoglíficos en diferentes disciplinas deportivas, donde los atletas de natación de velocidad aparecen con un conteo total de líneas de 110 y los nadadores de larga distancia con un conteo total de 153.8 líneas, lo que corrobora los resultados de esta investigación, ya que ambos grupos se encuentran dentro de los rangos de cada distancia de natación. De igual manera, Cecilio y Fernández (2004) identificaron los perfiles dermatoglíficos, somatotípicos y de cualidades físicas básicas de un grupo de atletas de alto rendimiento en la modalidad de natación en pruebas de media y larga distancia en Brasil. En sus resultados, el grupo denominado general presentó un conteo total de líneas de 136.2 y el otro grupo compuesto por los seis mejores nadadores de media y larga distancia presentó un conteo total de líneas de 153.8, lo que los coloca en el rango de resistencia, tal como lo reportan Nodari-Junior et al. (Gastélum-Cuadras et al., 2023) en su tabla de valores (en niveles de resistencia), siendo similar a los resultados de los nadadores de pruebas de resistencia en esta investigación.

Con respecto a los tipos de figuras, no se encontraron diferencias en la comparación entre ellas. Sin embargo, al analizar los resultados sobre la frecuencia absoluta de estas figuras, se pudo confirmar, en general, que las que tenían mayor frecuencia eran la presilla cubital (LU), relacionado con la velocidad, y el verticilo (W), que representa coordinación y resistencia. Individualmente, hay una mayor frecuencia de presilla cubital para el grupo de velocidad y una mayor cantidad de verticilos para el grupo de resistencia. Estudios previos (Mojoiu & Simion, 2020; Abramova et al., 1990; Silva et al., 2003) reportan que una mayor frecuencia en el número de presillas (L) se asocia directamente, entre otras cualidades físicas, con la velocidad. Por otro lado, Abramova et al. (2013) afirman que un mayor número de verticilos (W) conduce a una mayor coordinación motora y, junto con el D10, a un mayor nivel de resistencia.

El estudio de las potencialidades físicas a partir del perfil dermatoglífico ha ganado relevancia en los últimos años, abarcando una variedad de deportes, tanto colectivos como individuales. Aunque la literatura sobre este tema ha aumentado significativamente, especialmente en disciplinas como la gimnasia, el atletismo y el CrossFit, en el ámbito de la natación la información sigue siendo limitada. En este sentido, la investigación (de Cecilio y Fernández, 2004) sobre los perfiles dermatoglíficos de nadadores de alto rendimiento en pruebas de medio fondo y fondo es uno de los pocos estudios existentes que aporta información valiosa, aunque escasa en comparación con otras disciplinas deportivas. La importancia de este trabajo radica en que establece una base para relacionar los perfiles dermatoglíficos con las características físicas predominantes en los nadadores, a pesar de la falta de estudios adicionales que profundicen en este campo dentro de la natación.

Por otro lado, investigaciones más recientes en México, como el estudio de Gastélum-Cuadras et al. (2021) sobre los perfiles dermatoglíficos y las capacidades físicas de gimnastas de alto rendimiento, han proporcionado una comprensión más profunda sobre cómo los patrones de huellas dactilares pueden asociarse con habilidades físicas específicas en otras disciplinas deportivas. Este estudio sugiere que los perfiles dermatoglíficos pueden ser indicativos de habilidades como la coordinación motora, la agilidad y la resistencia, lo que abre nuevas vías para explorar cómo estos mismos patrones podrían influir en el rendimiento deportivo de los nadadores.

El trabajo de Chapa-Guadiana et al. (2022) amplía la perspectiva al analizar la relación entre los perfiles dermatoglíficos y las cualidades físicas predominantes en atletas universitarios especializados en disciplinas de pista y campo. Su hallazgo de que un alto porcentaje de los atletas estaba en la disciplina adecuada según su tipo de huella dactilar refuerza la idea de que la dermatoglifia puede ser una herramienta valiosa para la selección y orientación de talento deportivo. La identificación de patrones dermatoglíficos comunes, como los verticilos y presillas cubitales, asociados con características físicas específicas, sugiere que las huellas dactilares podrían proporcionar información útil para detectar predisposiciones físicas en los deportistas.

El estudio de Gastélum-Cuadras (2022) es particularmente interesante ya que explora la herencia genética de las capacidades físicas a través de la dermatoglifia computarizada, proporcionando evidencia de la heredabilidad de las características físicas reflejadas en los perfiles dermatoglíficos. Este hallazgo tiene implicaciones significativas para la identificación temprana de talentos deportivos, ya que las características físicas innatas, que se transmiten de una generación a otra, podrían ser un indicador de las habilidades deportivas de los futuros atletas.



Finalmente, el trabajo de Gastélum-Cuadras et al. (2023) aporta información importante sobre las diferencias en los perfiles dermatoglíficos de los atletas de CrossFit y ultramaratonistas, evidenciando que los patrones dermatoglíficos están estrechamente relacionados con las capacidades físicas específicas de resistencia y potencia. Los ultramaratonistas, con un conteo de líneas más alto, mostraron una mayor prevalencia de verticilos, asociados con resistencia aeróbica, mientras que los atletas de CrossFit, con un conteo de líneas más bajo, presentaron huellas tipo arco, vinculadas con fuerza y potencia anaeróbica. Este estudio refuerza la idea de que los perfiles dermatoglíficos pueden influir en la especialización de los atletas en disciplinas deportivas específicas, lo cual también es aplicable a otros deportes como la natación.

Estos trabajos contribuyen al entendimiento de cómo los perfiles dermatoglíficos pueden reflejar las predisposiciones físicas naturales de los atletas, lo que proporciona una herramienta útil tanto para la selección de talento como para la orientación en la especialización deportiva. La combinación de dermatoglifia con otras mediciones físicas puede ofrecer un enfoque integral para optimizar el rendimiento deportivo, especialmente en deportes como la natación, donde aún es necesario profundizar más en la relación entre los perfiles dermatoglíficos y las características físicas de los nadadores de élite.

Pues la aplicación de la dermatoglifia en la natación permite identificar predisposiciones genéticas que pueden influir en el rendimiento deportivo. Los nadadores con un alto número de verticilos y un conteo total de líneas superior a 120-130 tienden a destacar en pruebas de resistencia, mientras que aquellos con mayor presencia de presillas cubitales y un menor conteo de líneas (alrededor de 110) muestran mayor afinidad por pruebas de velocidad. Estos hallazgos pueden utilizarse para mejorar la detección de talento y la asignación de nadadores a pruebas específicas desde edades tempranas, optimizando su desarrollo deportivo y minimizando el riesgo de errores en la especialización.

Desde una perspectiva práctica, la dermatoglifia puede servir como una herramienta complementaria en la planificación del entrenamiento, permitiendo diseñar programas personalizados según las características fisiológicas de cada atleta. Para los velocistas, se recomienda un enfoque en la fuerza explosiva, velocidad y reacción en el agua, mientras que los nadadores de resistencia deben priorizar entrenamientos de capacidad aeróbica y eficiencia técnica. Además, su integración con otras evaluaciones fisiológicas y biomecánicas puede aportar datos más precisos sobre el potencial de cada atleta. La combinación de estos análisis en la selección de equipos y la optimización del rendimiento puede marcar la diferencia en competencias de alto nivel, consolidando la dermatoglifia como una herramienta clave en la gestión del talento deportivo en natación.

Conclusiones

Este estudio demuestra que las características dermatoglíficas de los nadadores de élite mexicanos están relacionadas con su rendimiento en pruebas de velocidad y resistencia. La comparación entre los grupos evidenció diferencias notables en el número total de líneas de las huellas dactilares, especialmente en el dedo cuatro de la mano derecha, donde los nadadores de resistencia presentaron un conteo significativamente mayor. Aunque no se encontraron diferencias estadísticas significativas en la suma total de líneas entre ambos grupos, la tendencia observada se ajusta a los rangos de 120 líneas como un umbral para diferenciar a los nadadores de resistencia y velocidad. Además, se identificó que las figuras dermatoglíficas con mayor frecuencia fueron la presilla cubital, predominante en nadadores velocistas, y el verticilo, más frecuente en nadadores de resistencia, lo que coincide con la literatura previa sobre la relación entre dermatoglifos y capacidades físicas.

El número total de líneas, estrechamente relacionado con la resistencia aeróbica, clasifica correctamente a ambos grupos de nadadores y refuerza su potencial como herramienta para la detección y orientación de talento deportivo. En particular, el número total de líneas en el dedo cuatro de la mano derecha podría convertirse en un predictor clave en la selección de pruebas para nadadores, optimizando su especialización desde etapas formativas. La dermatoglifia se consolida como una herramienta innovadora y eficaz en la identificación de predisposiciones innatas en el deporte, facilitando la toma de decisiones en la selección y entrenamiento de atletas. Más allá de la natación, su aplicabilidad en disciplinas como el atletismo, la gimnasia y el CrossFit demuestra su valor en la evaluación objetiva de



capacidades físicas y en la optimización del rendimiento deportivo. La integración de la dermatoglifia con otras mediciones fisiológicas y biomecánicas puede ofrecer un enfoque integral para la identificación y desarrollo de talentos en diversas disciplinas, abriendo nuevas oportunidades para la mejora del desempeño deportivo.

Limitaciones del estudio

A pesar de lo anterior, se reconocen necesarios estudios futuros en este campo, reclutando muestras más grandes de atletas mexicanos élite de natación, tomando en cuenta género, pruebas más específicas, entre otras, para alcanzar suficiente poder estadístico, que permita un mayor nivel de generalización de los resultados para obtener conclusiones más sólidas.

Recomendaciones de los autores

Futuros estudios sobre la relación entre dermatoglifia y rendimiento deportivo deberían ampliar el tamaño de la muestra, incluyendo atletas de diferentes niveles competitivos y diversas regiones para analizar posibles variaciones genéticas en los patrones dermatoglíficos. Además, los estudios longitudinales permitirían evaluar cómo estos patrones influyen en la evolución del rendimiento a lo largo del tiempo, ayudando a determinar si pueden predecir el éxito deportivo en distintas disciplinas. Sería valioso explorar la aplicabilidad de la dermatoglifia en otros deportes como atletismo, ciclismo, remo, fútbol y baloncesto, comparando los perfiles dermatoglíficos entre disciplinas individuales y colectivas para analizar diferencias en sus demandas fisiológicas y biomecánicas. Asimismo, la integración con otras mediciones fisiológicas y genéticas, como el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx.), fuerza y velocidad, podría establecer correlaciones más precisas entre genética y capacidades físicas, permitiendo una evaluación más completa de los atletas.

El uso de tecnología avanzada, como inteligencia artificial y modelos predictivos basados en aprendizaje automático, facilitaría el análisis de grandes volúmenes de datos dermatoglíficos, optimizando la identificación temprana de talento deportivo. Además, sería importante considerar el impacto de factores ambientales y del entrenamiento en el desarrollo de capacidades físicas en relación con los perfiles dermatoglíficos.

En general, la combinación de estudios multidisciplinarios que integren dermatoglifia, genética, biomecánica y fisiología proporcionará un enfoque más preciso y útil para la selección de talento y la optimización del rendimiento deportivo en diversas disciplinas. Estos avances pueden contribuir significativamente a mejorar la planificación del entrenamiento y la identificación de predisposiciones atléticas, beneficiando tanto a entrenadores como a deportistas de alto rendimiento.

Referencias

- Abramova, T. F., Jdanova, A. G., & Nikitina, T. M. (1990). Impressões Dermatoglíficas e Somatotipo: marcas de constituição de diferentes níveis. *Atualidades médicas e antropológicas nos esportes*, 2, 94-95.
- Asociación Médica Mundial (2019). Declaración de Helsinki de la AMM-Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Recuperado de <https://goo.su/76PyBh>
- Abramova, T., Nikitina, T., y Ozolin, N. (2013). De l'utilisation des dermatoglyphes digitaux dans la selection des sportifs. *Teor Prak Fiz Kult*, 3, 10-15.
- Al-Khelaifi, F., Borisov, O. V., Generozov, E. V., Miyamoto-Mikami, E., Miyachi, M., Naito, H., ... & Elrayess, M. A. (2020). Genome-wide association study reveals a novel association between MYBPC3 gene polymorphism, endurance athlete status, aerobic capacity and steroid metabolism. *Frontiers in genetics*, 11, 533511. <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.00595>
- Bispo, M. D., Santos, D., Santos, M. A., Nodari-Júnior, R. J., Gomes, A. C., & Dantas, E. H. (2023). Creation and Validation of a Sports Vocational Guidance Protocol. *Research Square*. Preprint Article. Recuperado de <https://assets-eu.researchsquare.com/files/rs-2214999/v1/bb243702-30e1-4a54-936d-d8d57b72a400.pdf?c=1687070671>



- Breed, R., & Young, W. (2003). The effect of a resistance training programme on the grab, track and swing starts in swimming. *Journal of Sports Sciences*, 21(3), 213-220. <https://doi.org/10.1080/0264041031000071047>
- Carneiro, R. M., y Rojo, J. R. (2020). Comparación entre la percepción subjetiva del esfuerzo planificada por el técnico ya auto-percibida por los atletas jóvenes de natación. *Revista Peruana de Ciencia de la Actividad Física y del Deporte*, 7(4), 10-10. Recuperado de <https://rpcafd.com/index.php/rpcafd/article/view/114>
- Chapa-Guadiana, D.; Ceballos-Gurrola, O.; Gastélum-Cuadras, G.; Pérez-García, J.A.; Valadez-Lira J.A.; Ochoa-Ahmed, F. (2022) Dermatoglyphic Profile and Predominant Physical Qualities in Mexican University Athletes: Exploratory Study. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 22 (87), 551-563. Recuperado de <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista87/artperfil1392.htm>
- Cummins, H., & Midlo, C. (1961). *Finger prints, palms and soles: an introduction to dermatoglyphics* (Vol. 319). New York: Dover Publications.
- de Cecilio Pável, D. A., & Fernandes Filho, J. (2004). Identificação dos Perfis Dermatoglíficos, Somatotípico e das Qualidades Físicas Básicas de Atletas de Alto Rendimento na Modalidade de Natación em provas de Fundo e Meio-fundo. *Fitness & performance journal*, (1), 18-27. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2953119>
- de Jesus, J. A., Zandoni, E. M., da Silva, H. L., Baretta, E., Souza, R., Alberti, A., & Nodari-Junior, R. J. (2019). Dermatoglyphics and its relationship with the speed motor capacity in children and adolescents. *Journal of Development Research*, 9(03), 26430-34. Recuperado de https://fcatletismo.org.br/gestor/app/fca/repositorio/fca/comissao_cientifica/down_095632_artigo_em_ingles_eliton.pdf
- de Paiva, F. T., y Arruda, D. F. (2016). Impressões sobre a dermatoglyphia na detecção de talentos esportivos. *Arquivos em Movimento*, 12(1), 106-118. Recuperado de <https://cevs.org.br/media/biblioteca/4035060.pdf>
- Del Vecchio, F. B., y Gonçalves, A. (2011). Dermatoglifos como indicadores biológicos del rendimiento deportivo. *Revista andaluza de Medicina del Deporte*, 4(1), 38-46. Recuperado de <https://ws208.juntadeandalucia.es/ojs/index.php/ramd/article/view/349/530>
- Eynon, N., Ruiz, J. R., Oliveira, J., Duarte, J. A., Birk, R., & Lucia, A. (2011). Genes and elite athletes: a roadmap for future research. *The Journal of Physiology*, 13(589), 3063-70. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.207035>
- Fernández-Aljoe, R., García-Fernández, D. A., & Gastélum-Cuadras, G. (2020). La dermatoglyphia deportiva en América en la última década una revisión sistemática. *Retos*, 38, 831-837. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.76459>
- Gastélum-Cuadras, G. (2022). Physical capacity heritability from parents to children: computerised dermatoglyphics. *International Journal of Medicine & Science of Physical Activity & Sport/Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 22(85). <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista85/artheredabilidad1305e.pdf>
- Gastélum-Cuadras, G., Valenzuela-Jurado, F., López-Alonzo, S. J., Chávez-Erives, A. I., & Fernández-Aljoe, R. (2021). Perfil dermatoglífico y potencialidades físicas de niñas de gimnasia artística de competencia: Comparación con no gimnastas. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 14(1). <https://pdfs.semanticscholar.org/2eca/edee17f0ad6431d48d3f30694555dfd48a60.pdf>
- Gastélum-Cuadras, G.; Enriquez-Del Castillo, L. A.; Valenzuela-Jurado, F.; Peña-Vázquez, O.; Cantú-Reyes, J. C.; Nodari-Júnior, R. J. (2023) Dermatoglyphic profiles of competitive athletes: CrossFit and Ultra-marathon. *International Journal of Morphology*, 41(6):1673-1678. Recuperado de http://www.intjmorphol.com/es/resumen/?art_id=10165
- Georgiades, E., Klissouras, V., Baulch, J., Wang, G. y Pitsiladis, Y. (2017). Why nature prevails over nurture in the making of the elite athlete. *BMC Genomics*, 18(8), 59-66. <https://doi.org/10.1186/s12864-017-4190-8>
- Guío, F. (2011). Conceptos y clasificación de las capacidades físicas. *Cuerpo, Cultura y Movimiento*, 1(1), 77-86. <https://doi.org/10.15332/s2248-4418.2011.0001.04>
- Hernández-Mosqueira, C., Quezada, H. C., Troncoso, S. P., Joao, A., Muñoz, R. M., Barría, M. C., ... & Fernandes Filho, J. (2022). Configuración Dermatoglífica, ACTN3 y ECA: Un estudio transcultural en deportistas de diferentes Disciplinas. *Retos*, 44, 87-94. <https://doi.org/10.47197/retos.v44i0.90561>

- John, R., Dhillon, M. S., & Dhillon, S. (2020). Genetics and the Élite Athlete: Our Understanding in 2020. *Indian Journal of Orthopaedics*, 54(3), 256-263. <https://doi.org/10.1007%2Fs43465-020-00056-z>
- Lahart, I. M. y Metsios, G. S. (2018). Chronic physiological effects of swim training interventions in non-élite swimmers: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 48(2), 337-359. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0805-0>
- Mojoiu, M. C., & Simion, G. (2020). Study regarding the link between physical qualities and the symbols of the fingerprints. *Ovidius University Annals, Series Physical Education & Sport/Science, Movement & Health*, 20(2), 290-295. Recuperado de <https://goo.su/w4c8G>
- Montoya, Á. G., Colmenares, A. L., y Villalba, E. F. (2017). Técnica de dermatoglifos: una herramienta del entrenador, educador físico y profesional de la actividad física, para detectar talentos deportivos. *Impetus*, 11(1), 81-92. <https://doi.org/10.22579/20114680.424>
- Nodari-Júnior, R. J., Heberle, A., Ferreira-Emygdio, R. y Irany, M. (2014) Dermatoglifos: correlación entre el método tradicional y el sistema informatizado para la aplicación en antropometría. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 7(2), 60-65. Recuperado de <https://scielo.isciii.es/pdf/ramd/v7n2/original3.pdf>
- Pereira, J.C. (2001). *Análise de dados qualitativos: estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais*. São Paulo: Edusp.
- Rodríguez, A. N.; Montenegro, O. A., y Petro, J. L. (2017). Perfil dermatoglífico y condición física de jugadores adolescentes de fútbol. *Educación Física y Ciencia*, 19(2). <https://doi.org/10.24215/23142561e038>
- Schumann, M., Notbohm, H., Bäcker, S., Klocke, J., Fuhrmann, S., & Clephas, C. (2020). Strength-Training Periodization. No Effect on Swimming Performance in Well-Trained Adolescent Swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1, 1-9. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0715>
- Silva, E., Freitas, W. Z., Dias, M. L., Fernandes filho, J., y Dantas, E. M. (2003) Níveis de flexibilidade em função do tipo de fibra muscular. *Fitness & Performance Journal*, 2(3), 157-164. <https://doi.org/10.3900/fpj.2.3.157.p>
- Suárez, J. (2023). Una ontología parte-dependiente de la individualidad biológica para los consorcios de múltiples especies. *ArtefaCToS. Revista de estudios sobre la ciencia y la tecnología*, 12(1), 55-78. <https://doi.org/10.14201/art20231215578>
- Véliz, C., Maureira, F. & Jaurés, M. (2020). Relación de la fuerza, potencia y composición corporal con el rendimiento deportivo en nadadores jóvenes de la Región Metropolitana de Chile. *Retos*, 38, 300-305. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.75638>

Datos de los autores:

| | | |
|-------------------------------|--|--------------------------|
| Gabriel Gastélum Cuadras | gastelum@uach.mx | Autor principal |
| Rahndol Fernández Aljoe | rahndolfernandez77@gmail.com | Autor |
| Salvador Jesús López Alonzo | salopez@uach.mx | Autor de correspondencia |
| Rosalva Flores Zubía | rosalvafloraszubia@gmail.com | Autor |
| Josiane Aparecida de Jesus | josiane.jesus@unoesc.edu.br | Autor |
| Rudy José Nodari-Júnior | rudy.nodarijunior@salusdermatoglifia.com.br | Autor |
| Morayma Josefina Gómez Correa | mgomez@uach.mx | Traductora |