

# Relación entre el perfil antropométrico y aptitud física con el equilibrio postural dinámico en surfistas

Ronald Morales-Vargas<sup>1</sup>, Pablo Valdes-Badilla<sup>2</sup>, Eduardo Guzmán-Muñoz<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás, Chile. <sup>2</sup>Departamento en ciencias de la actividad física, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Católica del Maule, Talca, Chile. <sup>3</sup>Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás, Chile.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00033

**Recibido:** 01/09/2020  
**Aceptado:** 18/01/2021

## Resumen

**Introducción:** El surf es una disciplina que ha aumentado considerablemente la cantidad de adeptos que practican este deporte. Las investigaciones se han orientado en describir las principales variables asociadas al rendimiento, pero no las relaciones que pueden existir entre ellas.

**Objetivo:** Establecer la relación del equilibrio postural dinámico con respecto al perfil antropométrico y aptitud física en surfistas.

**Material y método:** Esta investigación es un estudio de diseño observacional y transversal, de tipo descriptivo-correlacional. La muestra incluyó 30 surfistas (8 mujeres y 22 hombres). Las variables del perfil antropométrico estudiadas fueron: masa corporal, estatura bípeda, índice de masa corporal (IMC), suma de pliegues, composición corporal y somatotipo. Además, se evaluó la aptitud física mediante pruebas indirectas. Los datos del perfil antropométrico y aptitud física se correlacionaron con los resultados de la prueba de equilibrio postural dinámico (*Y balance test*).

**Resultados:** Para la dirección anterior del *Y balance test*, las variables que resultaron significativas fueron género, peso corporal, estatura bípeda, suma de pliegues, masa adiposa y altura del salto de Sargent ( $R^2 = 0,55$ ). La dirección posteromedial del *Y balance test* arrojó un modelo significativo que indica que el género, suma de pliegues y masa adiposa son las variables que predicen conjuntamente el equilibrio postural dinámico ( $R^2 = 0,30$ ). Para la dirección posterolateral el modelo señala que el IMC, suma de pliegues, masa adiposa, mesomorfismo, ectomorfismo y rendimiento en la prueba sit and reach son las variables que influyen en el rendimiento de la prueba *Y balance test* ( $R^2 = 0,55$ ).

**Conclusión:** Se establecieron modelos predictivos para determinar variables antropométricas y de la aptitud física que serían determinantes para el desempeño del equilibrio postural de un surfista.

**Palabras clave:**  
Equilibrio postural.  
Perfil antropométrico.  
Aptitud física. Surf.

## Relationship between anthropometric profile and physical aptitude with dynamic postural balance in surfers

### Summary

**Introduction:** Surfing is a discipline that has considerably increased the number of followers who practice this sport. Research has focused on describing the main variables associated with performance, but not the relationships that may exist between them.

**Objective:** To establish the relationship of dynamic postural balance with respect to the anthropometric profile and physical aptitude in surfers.

**Material and method:** This research is an observational and cross-sectional study of a descriptive-correlational type. The sample included 30 surfers (8 women and 22 men). The variables of the anthropometric profile studied were body mass, bipedal height, body mass index (BMI), sum of folds, body composition and somatotype. Furthermore, physical aptitude was assessed by indirect tests. The data of the anthropometric profile and physical aptitude were correlated with the results of the dynamic postural balance test (*Y balance test*).

**Results:** For the anterior direction of the *Y balance test*, the variables that were significant were gender, body weight, bipedal height, sum of folds, adipose mass and Sargent's jump height ( $R^2 = 0.55$ ). The posteromedial direction of the *Y balance test* yielded a significant model that indicates that gender, sum of folds and adipose mass are the variables that jointly predict dynamic postural balance ( $R^2 = 0.30$ ). For the posterolateral direction, the model indicates that the BMI, sum of folds, adipose mass, mesomorphism, ectomorphism and performance in the sit and reach test are the variables that influence the performance of the *Y balance test* ( $R^2 = 0.55$ ).

**Conclusion:** Predictive models were established to determine anthropometric and physical condition variables that would be decisive for the performance of a surfer's postural balance.

**Key words:**  
Postural balance.  
Anthropometric profile.  
Physical aptitude. Surfing.

**Correspondencia:** Eduardo Guzmán Muñoz  
E-mail: eguzmanm@santotomas.cl

## Introducción

El surf como disciplina deportiva ha tenido un crecimiento exponencial en los últimos años, llegando a ser incluida en la próxima edición de los juegos olímpicos<sup>1</sup>. El surf es un deporte dinámico y que se realiza en un entorno altamente inestable y cambiante, lo que hace que el equilibrio sea una característica esencial para estos deportistas<sup>2</sup>. En este sentido, se ha planteado que el equilibrio postural está directamente relacionado con un mejor rendimiento y nivel de competición en surfistas<sup>2</sup>.

Mantener un adecuado equilibrio postural es un desafío motor que incluye una serie de procesos sensoriomotores para alcanzar un óptimo desempeño<sup>3</sup>. El balance o equilibrio postural se define como una habilidad motora compleja derivada de la interacción de diversos procesos sensoriomotores con la finalidad de controlar el cuerpo en el espacio<sup>3,4</sup>. Esto incluye desde estrategias anticipatorias y compensatorias hasta como ingresa la información del sistema visual, vestibular y somatosensorial para ser integrada en el sistema nervioso central<sup>3,5</sup>.

Uno de los métodos más reconocidos para evaluar el equilibrio postural dinámico corresponde al *Star Excursion Balance Test* (SEBT) o su versión modificada denominado *Y balance test*<sup>6</sup>. El SEBT dentro de su protocolo evalúa ocho direcciones, mientras que el *Y balance test* evalúa solo tres direcciones: anterior, posteromedial y posterolateral<sup>6</sup>. Estas direcciones han demostrado ser las más sensibles para detectar alteraciones del equilibrio postural y riesgo de lesiones<sup>7</sup>. Pese a que el surf es una actividad dinámica, habitualmente, las investigaciones reportan evaluaciones del equilibrio postural de forma estática por medio de plataformas de fuerza<sup>2,8</sup>. Es por esto que se ha sugerido realizar evaluaciones dinámicas para fortalecer los conocimientos científicos relacionados con este deporte<sup>9</sup>.

Por su parte, el perfil antropométrico puede incidir en el rendimiento de los deportistas. Específicamente, en surfistas se ha descrito que la presencia de menor tejido adiposo puede predecir mayor rendimiento deportivo<sup>10</sup>. Asimismo, se ha señalado que surfistas elite presentan un somatotipo mesomórfico balanceado, lo cual revela una conformación corporal característica para tipo de deportistas<sup>8,10</sup>. Respecto a las capacidades físicas necesarias para un buen desempeño deportivo en el surf, se ha descrito que una alta capacidad cardiorrespiratoria, alta resistencia muscular y una considerable fuerza y potencia anaeróbica, serían esenciales para un rendimiento óptimo<sup>9</sup>. Sin embargo, hasta el momento, no se han encontrado investigaciones que relacionen las variables antes expuestas en surfistas con el equilibrio postural. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es determinar modelos predictivos que expliquen el equilibrio postural en surfistas a partir de variables del perfil antropométrico y la aptitud física.

## Material y método

Esta investigación es un estudio de diseño observacional y transversal, de tipo descriptivo-correlacional. Los participantes fueron seleccionados bajo un criterio no probabilístico por conveniencia, donde cada uno de ellos firmó un consentimiento informado aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Santo Tomás, Chile (61.19).

## Participantes

La muestra incluyó 30 surfistas (22 hombres y 8 mujeres) pertenecientes a la comuna de Pichilemu (Chile), entre 16 y 35 años que practicaran surf a lo menos hace 2 años. Se consideraron los siguientes criterios de exclusión: a) Sufrir lesiones musculoesqueléticas en los últimos 3 meses; b) Cirugías en los últimos 6 meses de tren superior o inferior; c) Trastornos a nivel vestibular; d) Molestias de cualquier tipo al momento de ejecutar las evaluaciones (ejemplo: dolor).

## Perfil antropométrico

Las diferentes evaluaciones realizadas para determinar el perfil antropométrico se basaron de acuerdo con la Sociedad Internacional para Avances de la Cineantropometría (ISAK)<sup>11</sup>. Se midió la estatura bípeda utilizando un estadiómetro (Seca® Hamburgo, Alemania; precisión 0,1cm) y el peso corporal con una balanza digital (Seca® Hamburgo, Alemania; precisión de 0,1 kg). Con ambas mediciones se obtuvo el índice de masa corporal (IMC), dividiendo peso corporal (kg) por la estatura bípeda al cuadrado (m<sup>2</sup>). Los diámetros se midieron con antropómetro (Rosscraft, Canadá; precisión 0,1mm) los cuales correspondieron a biacromial, tórax transverso, tórax-anteroposterior, biiliocrestídeo, biepicondilar (húmero y fémur). Se midieron 10 perímetros con cinta métrica (Sanny®, Brasil; precisión de 0,1mm) los cuales correspondieron a: Cabeza, brazo relajado, brazo flexionado realizando tensión, antebrazo máximo, tórax mesoesternal, cintura mínima, cadera máxima, muslo máximo, muslo medial, y pantorrilla máxima. Se midieron 6 pliegues cutáneos con caliper (Harpender®, Inglaterra; precisión 0,2 mm) correspondientes a tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo medial finalizando con pantorrilla máxima. Con las mediciones anteriores se pudo establecer la composición corporal de acuerdo al método pentacompartimental, el cual establece cinco componentes (masa epitelial, adiposa, muscular, ósea y residual)<sup>12</sup>. Además, se determinó el somatotipo (forma y composición corporal) mediante las ecuaciones establecidas por Heath & Carter (1990) de acuerdo con tres parámetros que se diferencian uno del otro, ya sea endomorfía (referente a una predominancia de la adiposidad), mesomorfía (referente a la predominancia de la musculación del cuerpo) y ectomorfía (referente a una predominancia de un cuerpo estilizado)<sup>13</sup>.

## Aptitud física

Previo a las evaluaciones los participantes fueron sometidos a un calentamiento general: movilidad articular, trote de 10 minutos y sprint con cambios de velocidad. Posteriormente los participantes realizaron las pruebas de aptitud física. La flexibilidad de isquiotibiales-columna lumbar se determinó con la prueba *Sit and Reach Test*<sup>14</sup>. Cada participante se sentó en el suelo con ambos pies separados levemente y apoyando la planta de los pies en cajón de medición con las rodillas extendidas. Desde dicha posición se les solicitó alcanzar la mayor distancia posible con las manos sobre cajón de medición. Una vez en la posición se registró la mejor distancia (cm).

La resistencia del CORE abdominal se midió con la prueba puente en prono<sup>15</sup>. Esta prueba consiste en mantener una posición de decúbito prono apoyado en los antebrazos, con la pelvis en línea recta con el

resto del cuerpo y con ambos pies separados al ancho de la cadera. Se le solicitó al surfista mantener la posición por el mayor tiempo posible<sup>15</sup>.

La prueba del Salto de Sargent se utilizó para medir la fuerza explosiva de miembro inferior de acuerdo con el protocolo establecido por Harman, Rosenstein, Frykmam, Rosenstein & Kraemer (1991)<sup>16</sup>. El test del salto vertical mide la diferencia entre la altura del deportista con la mano estirada hacia arriba (pies en el suelo) y la altura que puede alcanzar con dicha mano tras saltar. Se ejecutaron 3 saltos considerando el mejor y 45 segundos de descanso entre cada intento<sup>17</sup>.

La agilidad fue establecida con el test de Illinois modificado<sup>18</sup>. La prueba inicia con el participante decúbito prono con los brazos a un costado, al estímulo del silbato debe ponerse de pie dirigiéndose al primer cono del recorrido regresando a los cuatro conos centrales pasando ida y vuelta por ellos en forma de *slalom* para pasar al penúltimo cono y rematar hasta completar el recorrido<sup>19</sup>. Cada participante debió recorrer el circuito en el menor tiempo posible.

Para establecer la fuerza explosiva de miembro superior se realizó la prueba de lanzamiento de balón medicinal<sup>20</sup>. Se marcó una línea en suelo donde debió ubicarse el deportista. Tras la línea que marca el punto de partida, con los pies a la misma altura y ligeramente separados, se tomó el balón con ambos manos por detrás de la cabeza y se solicitó lanzar el balón medicinal lo más lejos posible<sup>20</sup>. Se requirió de un balón medicinal (3 kg para hombres; 2 kg para mujeres), tiza y cinta métrica (Sanny®, Brasil; precisión de 0,1mm) para medir distancia (cm) alcanzada por el balón<sup>20</sup>.

Finalmente, para determinar el consumo máximo de oxígeno ( $\dot{V}O_{2max}$ ) se utilizó la prueba de *Course Navette*<sup>21</sup>. Se demarcaron dos líneas a 20 metros de distancia una de la otra y se realizó una carrera de ida y vuelta en la que el sujeto va desplazándose de un punto a otro, realizando un cambio del sentido al ritmo indicado por una señal sonora que va acelerándose progresivamente<sup>21</sup>. La prueba se inicia a una velocidad de 8 km/h, siendo al principio lento, incrementándose la velocidad paulatinamente con el transcurso del tiempo, la prueba culmina a una velocidad de 18 km/h<sup>21</sup>. Durante la prueba, el mismo sujeto es el encargado de determinar el propio ritmo, de tal manera que se encuentre en un extremo de la pista al oír la señal, con una aproximación de 1 o 2 metros. En cada extremo hay que tocar la línea con el pie y la prueba acaba en el momento en que el individuo interrumpe voluntariamente la prueba, y/o cuando no soportan más el ritmo impuesto por la señal acústica<sup>21,22</sup>. El  $\dot{V}O_{2max}$  se estimó mediante las ecuaciones propuestas por Leger *et al.* (1988)<sup>22</sup>:

Para sujetos menores de 18 años:

$$\dot{V}O_{2max} = 31,025 + (3,238 \times VFA) - (3,248 \times \text{Edad}) + (0,1536 \times VFA \times \text{Edad})$$

Para sujetos mayores de 18 años:

$$\dot{V}O_{2max} = (6 \times VFA) - 27,4 \quad \dot{V}O_{2max} = (6 \times VFA) - 27,4$$

$\dot{V}O_{2max}$ : mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>

VFA: Velocidad final alcanzada en la última etapa completada (km.h<sup>-1</sup>)

Edad: Años.

## Equilibrio postural dinámico

El equilibrio postural dinámico se evaluó mediante la prueba dinámica *Y Balance Test* considerando 3 direcciones: anterior, posteromedial y posterolateral. Cada participante inició la evaluación en posición bípeda

con manos en la cintura. Al momento de la instrucción, el participante debió alcanzar la mayor distancia posible con miembro inferior. Se evaluó miembro inferior dominante, donde para efectos de esta prueba es la extremidad que soporta el peso corporal<sup>6</sup>. En cada una de las direcciones los participantes tenían tres intentos, seleccionando para el registro el mejor de ellos<sup>6,23</sup>. Se consideró válido el intento cuando el pie de apoyo no se despegaba del suelo y el participante podía recobrar la posición inicial sin perder el equilibrio luego de realizar el alcance. Para medir las distancias alcanzadas en las 3 direcciones se utilizó una cinta métrica en centímetros (Sanny®, Brasil; precisión de 0,1mm). El valor final del alcance de la extremidad fue expresado en porcentaje, siendo normalizado a partir de la longitud del segmento con el siguiente cálculo:

$$\% Y \text{ Balance Test} = \frac{(\text{distancia alcanzada (cm)})}{(\text{longitud segmento (cm)})} \times 100$$

La longitud del segmento fue medida considerando la distancia existente entre la espina iliaca anterosuperior hasta el maléolo medial del tobillo<sup>23</sup>.

## Análisis estadístico

Los datos fueron analizados con el software estadístico SPSS 23.0 (SPSS 23.0 para Windows, SPSS Inc., IL, USA). Se calculó la media y desviación estándar para describir las características de la muestra: perfil antropométrico (medidas antropométricas, composición corporal y somatotipo), aptitud física y equilibrio postural dinámico. Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la distribución de los datos y, posteriormente, se aplicó un modelo de regresión lineal múltiple (intervalo de confianza del 95%) para determinar el impacto de perfil antropométrico y aptitud física sobre las 3 direcciones de la prueba de equilibrio dinámico. Se verificó la colinealidad de las variables presentes en los análisis mediante valores menores a 0,10 de tolerancia y valores sobre 10,0 de factor de inflación de la varianza (FIV) para confirmar no existencia de multicolinealidad. El nivel de significación para todas las pruebas estadísticas fue de <0,05.

## Resultados

Los 30 surfistas evaluados (8 mujeres y 22 hombres) presentaron una media para la edad de 26,0 años, peso corporal de 70,5 kg, estatura bípeda de 169,4 e IMC de 24,4 kg/m<sup>2</sup>. La muestra de acuerdo con la composición corporal obtuvo un 23,5% de masa adiposa y 47,7% de masa muscular. La clasificación del somatotipo situó a los participantes como Mesoendomorfos (3,1 - 5,7 - 1,7). En la Tabla 1 se presentan las características antropométricas de los surfistas evaluados distribuidos según género. Los resultados descriptivos de la aptitud física y equilibrio postural de los surfistas evaluados se observan en las Tablas 2 y 3, respectivamente.

## Análisis de regresión lineal múltiple

Las variables que resultaron significativas en los modelos se observan en la Tabla 3. Para la dirección anterior del *Y balance test*, las variables que resultaron significativas fueron género, peso corporal,

**Tabla 1. Medidas antropométricas, composición corporal y somatotipo de los surfistas (media y desviación estándar).**

	Mujeres (n=8)	Hombres (n=22)
Edad (años)	25,6 (3,5)	26,1 (5,3)
Peso corporal (kg)	59,4 (6,6)	74,5 (11,9)
Estatura bípeda (cm)	162,2 (7,7)	171,9 (7,5)
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	22,5 (1,1)	25,2 (3,4)
Suma de pliegues (mm)	78,1 (21,5)	67,3 (34,7)
Masa adiposa (%)	27,6 (4,1)	22,0 (4,1)
Masa muscular (%)	44,4 (3,5)	48,9 (3,2)
Masa residual (%)	10,9 (0,4)	12,4 (0,9)
Masa ósea (%)	11,4 (1,1)	11,8 (1,1)
Masa epitelial (%)	5,5 (0,4)	4,9 (0,5)
Endomorfo	3,5 (1,2)	2,9 (1,7)
Mesomorfo	4,9 (1,1)	6,0 (1,3)
Ectomorfo	1,9 (0,6)	1,7 (1,1)

IMC: índice de masa corporal

**Tabla 2. Resultados de las pruebas de aptitud física y equilibrio dinámico en surfistas (media y desviación estándar).**

	Mujeres (n=8)	Hombres (n=22)
<i>Aptitud física</i>		
Sit and reach (cm)	13,9 (2,9)	4,9 (8,5)
Puente de prono (s)	147,1 (36,9)	163,4 (80,1)
Salto de Sargent (cm)	37,9 (4,8)	45,8 (5,3)
Test de agilidad de Illinois (s)	18,2 (0,8)	17,1 (0,7)
Lanzamiento de balón ES (cm)	367,5 (45,7)	525,1 (73,9)
Course Navette (ml*kg*min)	38,9 (4,1)	44,9 (5,3)
<i>Direcciones Y Balance Test</i>		
Anterior (%)	72,0 (8,7)	67,4 (5,5)
Posteromedial (%)	124,1 (12,7)	118,2 (6,9)
Posterolateral (%)	114,7 (9,8)	111,3 (9,3)

estatura bípeda, suma de pliegues, masa adiposa y altura del salto de Sargent. Este modelo tiene un nivel de explicación de un 55,1% y muestra que las surfistas mujeres, menor peso corporal, menor estatura bípeda, menor grosor de pliegues cutáneos, menor masa adiposa y que logran mayor altura en la prueba de Sargent presentan mejor equilibrio postural dinámico.

La dirección posteromedial del *Y balance test* arrojó un modelo significativo que indica que el género, suma de pliegues y masa adiposa son las variables que predicen conjuntamente el equilibrio postural dinámico. El modelo obtenido tiene un nivel de explicación de 30,2% y señala que las surfistas mujeres, menor grosor de pliegues cutáneos y menor masa adiposa presentan mejor equilibrio postural dinámico.

Para la dirección posterolateral el modelo señala que el IMC, suma de pliegues, masa adiposa, mesomorfismo, ectomorfismo y rendimiento en la prueba sit and reach son las variables que influyen en rendimiento de la prueba *Y balance test*. Se observa que los surfistas con menor IMC, menor grosor de pliegues cutáneos, menor masa adiposa, mayor tendencia al mesomorfismo, menor tendencia al ectomorfismo y mayor rendimiento en la prueba *sit and reach* presentan mejor equilibrio postural dinámico. El nivel de explicación del modelo es de un 55,2%.

## Discusión

El principal resultado de esta investigación señala que el perfil antropométrico y la aptitud física explican el rendimiento del equilibrio postural en surfistas. Además, se pudo determinar que el género también es una variable que influye sobre el equilibrio postural, donde las mujeres presentan un mejor rendimiento. Específicamente, se pudo observar que variables antropométricas relacionadas con la adiposidad (IMC, suma de pliegues y masa adiposa), fuerza explosiva de miembro inferior y flexibilidad isquiotibiales-columna lumbar, de forma conjunta pueden predecir el rendimiento en la prueba *Y balance test*. Según

**Tabla 3. Modelos de regresión lineal múltiple significativos obtenidos para el equilibrio postural dinámico.**

Variables	R <sup>2</sup>	Coefficiente B	p	IC95%	
<i>Dirección anterior (%)</i>					
Género <sup>a</sup>	0,551	-18,66	0,003	-30,16	-7,16
Peso corporal		-2,14	0,001	-3,22	-1,06
Estatura bípeda		-2,12	0,001	-3,27	-0,97
Suma de pliegues		-1,29	0,001	-1,92	-0,66
Masa adiposa		-7,51	0,001	-11,24	-3,78
Salto de Sargent		0,52	0,039	0,02	1,02
<i>Dirección posteromedial (%)</i>					
Género <sup>a</sup>	0,302	-15,74	0,010	-26,14	-5,33
Suma de pliegues		-0,17	0,041	-0,41	-0,06
Masa adiposa		-2,11	0,021	-3,95	-0,2
<i>Dirección posterolateral (%)</i>					
IMC	0,552	-5,84	0,011	-10,21	-1,47
Suma de pliegues		-1,30	0,006	-2,19	-0,40
Masa adiposa		-7,01	0,005	-11,68	-2,35
Mesomorfo		9,60	0,012	2,28	16,93
Ectomorfo		-9,48	0,024	-17,58	-1,38
Sit and reach		0,49	0,016	0,10	0,89

IMC: índice de masa corporal; IC95%: intervalo de confianza del 95%; <sup>a</sup>Género: mujer = 0, hombre = 1.

nuestro conocimiento, este es el primer estudio que plantea modelos predictivos del equilibrio postural dinámico a partir de variables antropométricas y de aptitud física.

Un estudio previo ha demostrado que los surfistas presentan una correlación positiva entre el nivel competitivo y la mesomorfía, mientras que se reportó una correlación negativa con la endomorfía, suma de pliegues y porcentaje de grasa<sup>10</sup>. Esto podría relacionarse con lo encontrado en nuestro estudio, donde los surfistas que presentaban mayor habilidad en la prueba *Y balance test* tenían mayor mesomorfía y menor endomorfía. Otra investigación señaló que los surfistas con mayor nivel competitivo presentaban una mayor capacidad de salto vertical<sup>24</sup>, similar a lo encontrado en nuestros resultados donde los surfistas que presentaron un mejor equilibrio postural en la dirección anterior del *Y balance test*, lograron mayor rendimiento en la prueba de salto vertical evaluada.

En población general se ha reportado que las personas que presentan mayor adiposidad poseen un menor rendimiento del equilibrio postural dinámico<sup>25</sup>. Los hallazgos observados en la presente investigación señalan que las variables antropométricas relacionadas con la adiposidad inciden directamente en un menor equilibrio postural dinámico en surfistas. Se ha propuesto que la acumulación de tejido graso alrededor y dentro del músculo podría alterar los mecanismos normales de las respuestas motoras debido a cambios fisiológicos y neuromusculares<sup>26</sup>. La acumulación de grasa aumentaría la expresión de citocinas proinflamatorias en el músculo, lo cual podría reducir el equilibrio electroquímico y la conductividad neural en la fibra muscular<sup>27</sup>. Estos cambios en la fibra muscular generarían una alteración en la velocidad de conducción del potencial de acción, desencadenando respuestas musculares más lentas<sup>26,27</sup>. Asimismo, se ha visto que individuos con mayor grasa corporal presentan alteraciones en los patrones de activación muscular tanto anticipatorios como compensatorios<sup>28</sup>. Esto afectaría la respuesta muscular debido a una menor eficiencia neuromuscular en el reclutamiento de unidades motoras.

En este estudio las pruebas de aptitud física también fueron determinantes en el equilibrio postural dinámico de los surfistas, donde la flexibilidad y fuerza explosiva de miembro inferior fueron variables predictoras del rendimiento alcanzado en el *Y balance test*. Se ha planteado que una flexibilidad óptima contribuye a lograr un adecuado equilibrio postural dinámico<sup>29</sup>. Una disminución de la flexibilidad provocaría cambios en el *stiffness* musculotendíneo y en la sensibilización del reflejo de estiramiento<sup>29</sup>. Se ha visto que un estímulo constante de la flexibilidad, principalmente, en cadera, rodilla y tobillo activarían los mecanorreceptores ubicados en el tejido viscoelástico de las articulaciones generando un proceso de desensibilización, lo cual, contribuiría a controlar de mejor manera el reflejo de estiramiento según las diferentes oscilaciones posturales<sup>29</sup>. Por su parte, la fuerza explosiva de miembro inferior ha sido considerada clave para la ejecución de maniobras principales y progresivas en las competiciones de surf<sup>24</sup>. Las extremidades inferiores son en última instancia responsables de montar la tabla de surf y hacer las maniobras a través del contacto de los pies con esta<sup>24</sup>. Varios estudios han demostrado que surfistas elite presentan mayor fuerza explosiva de extremidad inferior respecto a los de menor nivel competitivo<sup>30,31</sup>. Lo antes expuesto podría explicar el mejor desempeño que tienen los surfistas con mayor flexibilidad y fuerza explosiva de miembro inferior.

Este estudio reveló que las mujeres surfistas poseen un mejor equilibrio postural dinámico que los hombres en todas las direcciones del *Y balance test*. Estudios previos señalan que las mujeres deportistas presentan mayor equilibrio postural en comparación a los hombres en el SEBT, principalmente, en la dirección anterior<sup>32</sup>. Además, se ha planteado que las mujeres poseen una mejor flexibilidad que los hombres, lo cual, puede influir en los resultados del equilibrio postural dinámico, debido a menor *stiffness* articular que pueden presentar<sup>29</sup>. La falta de flexibilidad provocaría una alteración de los patrones de activación muscular<sup>33</sup>, afectando el rendimiento motor en general. Se ha establecido que el patrón de alcance ideal en la dirección anterior del *Y balance test* implica una máxima flexión de rodilla y cadera<sup>34</sup>, en lo cual la flexibilidad de tren inferior sería fundamental para alcanzar un óptimo rendimiento. Se ha demostrado que la actividad electromiográfica del vasto medial oblicuo y del vasto lateral en la extremidad evaluada en el *Y balance test* es mayor en mujeres en la dirección anterior comparada con las otras direcciones, lo cual coincide con la mayor flexión de rodilla y cadera que alcanzan las mujeres en esta prueba<sup>34</sup>. Es posible que las mujeres puedan reclutar con mayor eficiencia la musculatura permitiendo un mejor desempeño en el plano sagital.

Dentro de las limitaciones de este estudio se encuentra el pequeño tamaño de la muestra, la selección no probabilística de los participantes, el amplio rango etario de los sujetos y un menor porcentaje de mujeres que hombres evaluadas en la investigación. Esto podría restringir la validez externa del estudio. Para futuras investigaciones, se sugiere la consideración de evaluaciones de acortamiento muscular y rangos articulares, ya que podrían complementar nuestros resultados. De la misma forma, se podrían incluir evaluaciones de la resistencia de tren superior debido a que los surfistas utilizan esta porción corporal constantemente para remar.

## Conclusiones

En conclusión, en el presente estudio se pudo determinar que existen variables del perfil antropométrico y aptitud física que influyen en el rendimiento del equilibrio postural dinámico en surfistas. Además, el género, suma de pliegues, masa adiposa, mesomorfía, ectomorfía, fuerza explosiva de extremidades inferiores y flexibilidad isquiotibiales columna-lumbar son factores predictores del equilibrio dinámico en la muestra analizada. Estos antecedentes sugieren que sería posible predecir el equilibrio dinámico en surfistas basándose en la aptitud física y parámetros antropométricos relacionados, principalmente, con la adiposidad.

## Conflicto de intereses

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

## Bibliografía

1. Redd MJ, Fukuda DH, Beyer KS, Oliviera LP. No observable relative age effects in professional surfers: a constraints-based evaluation. *Int J Exerc Sci*. 2018;11:355-63.
2. Paillard T, Margnes E, Portet M, Breucq A. Postural ability reflects the athletic skill level of surfers. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111:1619-23.

3. Peterka RJ, Loughlin PJ. Dynamic regulation of sensorimotor integration in human postural control. *J Neurophysiol.* 2004;91:410-23.
4. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls?. *Age Ageing.* 2006;35:7-11.
5. Maurer C, Mergner T, Peterka RJ. Multisensory control of human upright stance. *Exp Brain Res.* 2006;171:231-50.
6. Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the Star Excursion Balance Test to Assess Dynamic Postural-Control Deficits and Outcomes in Lower Extremity Injury: A Literature and Systematic Review. *J Athl Train.* 2012;47:339-57.
7. Hertel J, Braham RA, Hale SA, Olmsted-Kramer LC. Simplifying the star excursion balance test: Analyses of subjects with and without chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36:131-7.
8. Valdes V MI, Guzman-Venegas R. Description of somatotype and physical qualities of experienced Chilean men surfers. *Int J Morphol.* 2016;34:23-8.
9. Farley ORL, Abbiss CR, Sheppard JM. Performance analysis of surfing: a review. *J Strength Cond Res.* 2017;31:260-71.
10. Barlow MJ, Findlay M, Gresty K, Cooke C. Anthropometric variables and their relationship to performance and ability in male surfers. *Eur J Sport Sci.* 2014;14:S171-S7.
11. Marfell-Jones MJ, Stewart A, de Ridder J. International standards for anthropometric assessment. 2012.
12. Kerr DA. An anthropometric method for fractionation of skin, adipose, bone, muscle and residual tissue masses in males and females age 6 to 77 years. Theses (School of Kinesiology), Simon Fraser University; 1988.
13. Heath BH, Carter J.E. *Somatotyping development and applications.* New York, Cambridge University Press. 1990.
14. Ayala F, de Baranda PS, de Ste Croix M, Santonja F. Fiabilidad y validez de las pruebas sit-and-reach: revisión sistemática. *Rev Andaluza Med Deporte.* 2012;5:57-66.
15. De Blaiser C, De Ridder R, Willems T, Danneels L, Vanden Bossche L, Palmans T, et al. Evaluating abdominal core muscle fatigue: Assessment of the validity and reliability of the prone bridging test. *Scand J Med Sci Sports.* 2018;28:391-9.
16. Harman EA, Rosenstein MT, Frykman PN, Rosenstein RM, Kraemer WJ. Estimation of human power output from vertical jump. *J Strength Cond Res.* 1991;5:116-20.
17. da Costa Mendes de Salles PG, do Amaral Vasconcellos FV, da Costa Mendes de Salles GF, Fonseca RT, Martin Dantas EH. Validity and Reproducibility of the Sargent Jump Test in the Assessment of Explosive Strength in Soccer Players. *J Hum Kinet.* 2012;33:115-21.
18. Vescovi JD, McGuigan MR. Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. *J Sports Sci.* 2008;26:97-107.
19. Raya MA, Gailey RS, Gaunaud IA, Jayne DM, Campbell SM, Gagne E, et al. Comparison of three agility tests with male servicemembers: Edgren Side Step Test, T-Test, and Illinois Agility Test. *J Rehabil Res Dev.* 2013;50:951-60.
20. Martínez E. Aplicación de la prueba de lanzamiento de balón medicinal, abdominales superiores y salto horizontal a pies juntos: resultados y análisis estadístico en educación secundaria. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte.* 2003;3:223-41
21. García GC, Secchi JD. Test course navette de 20 metros con etapas de un minuto. Una idea original que perdura hace 30 años. *Apunts Med 'Esport.* 2014;49:93-103.
22. Torres-Luque G, Carpio E, Sánchez AL, Sánchez MLZ. Niveles de condición física de escolares de educación primaria en relación a su nivel de actividad física y al género. *Retos.* 2014;17-22.
23. Gribble PA, Kelly SE, Refshaug KM, Hiller CE. Interrater reliability of the star excursion balance test. *J Athl Train.* 2013;48:621-6.
24. Fernandez-Gamboa I, Yanci J, Granados C, Camara J. Comparison of anthropometry and lower limb power qualities according to different levels and ranking position of competitive surfers. *J Strength Cond Res.* 2017;31:2231-7.
25. Guzman-Muñoz E, Valdes-Badilla P, Mendez-Rebolledo G, Concha-Cisternas Y, Castillo-Retamal M. Relación entre el perfil antropométrico y el balance postural estático y dinámico en niños de 6 a 9 años. *Nutr Hosp.* 2019;36:32-8.
26. Pajoutan M, Sangachin MG, Cavuoto LA. Central and peripheral fatigue development in the shoulder muscle with obesity during an isometric endurance task. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017;18:314.
27. Addison O, Drummond MJ, Lastayo PC, Dibble LE, Wende AR, McClain DA, et al. Intramuscular fat and inflammation differ in older adults: The impact of frailty and inactivity. *J Nutr Health Aging.* 2014;18:532-8.
28. Mendez-Rebolledo G, Guzman-Munoz E, Ramirez-Campillo R, Valdes-Badilla P, Cruz-Montecinos C, Morales-Verdugo J, et al. Influence of adiposity and fatigue on the scapular muscle recruitment order. *PeerJ.* 2019;7:18.
29. Nelson AG, Kokkonen J, Arnall DA, Li L. Acute stretching increases postural stability in nonbalance trained individuals. *J Strength Cond Res.* 2012;26:3095-100.
30. Sheppard JM, McNamara P, Osborne M, Andrews M, Borges TO, Walshe P, et al. Association between anthropometry and upper-body strength qualities with sprint paddling performance in competitive wave surfers. *J Strength Cond Res.* 2012;26:3345-8.
31. Tran TT, Lundgren L, Secomb J, Farley ORL, Haff GG, Seitz LB, et al. Comparison of Physical Capacities Between Nonselected and Selected Elite Male Competitive Surfers for the National Junior Team. *Int J Sports Physiol.* 2015;10:178-82.
32. Stiffler MR, Sanfilippo JL, Brooks MA, Heiderscheid BC. Star Excursion Balance Test Performance Varies by Sport in Healthy Division I Collegiate Athletes. *J Orthop Sports Phys.* 2015;45:772-80.
33. Guzmán-Muñoz E, Mendez-Rebolledo G, Gatica-Rojas V. Retraso de la latencia de activación de los músculos de cadera y rodilla en individuos con acortamiento de la banda iliotibial. *Fisioterapia.* 2017;39:116-21.
34. Gribble PA, Robinson RH, Hertel J, Denegar CR. The Effects of Gender and Fatigue on Dynamic Postural Control. *J Sport Rehab.* 2009;18:240-57.