

GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

# TRABAJO DE FIN DE GRADO

ANIMAL WALKS COMO  
EJERCICIOS DE ESTABILIDAD DEL  
TRONCO



**UNIVERSITAS**  
*Miguel Hernández*

CURSO 2020-2021

**Alumno:** Juan Sánchez Egea

**Tutor:** Francisco José Vera García

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	3
MÉTODO .....	4
Participante .....	4
Instrumental y registro de datos.....	4
Ejercicios.....	5
Procedimiento .....	7
Tratamiento de datos.....	8
RESULTADOS .....	8
DISCUSIÓN.....	9
REFERENCIAS.....	11



## RESUMEN

En este trabajo presentamos un *estudio de caso* sobre la activación muscular en los ejercicios de *animal walk* (paseo de animales) comparándola con la obtenida en ejercicios de estabilidad del core (EC) convencionales. Diversos estudios biomecánicos y epidemiológicos han relacionado el control neuromuscular de la EC con la salud de la columna lumbar, la capacidad funcional y el rendimiento deportivo. Por tanto, el objetivo del presente trabajo fue analizar la activación de músculos del tronco y el miembro inferior durante la ejecución de uno de los *animal walks* más conocidos, el *bear walk* (paseo del oso), y su comparación con la obtenida durante diferentes variaciones de uno de los ejercicios de EC más populares, el *bird-dog* (perro de muestra). Entre los datos obtenidos podemos destacar que, en comparación con el *bird-dog*, el *bear walk* presentó mayores niveles de activación en la musculatura abdominal y el rectus femoris y menores en el erector spinae. Como se desprende de los resultados de este trabajo y de algunos trabajos previos, los *animal walks* pueden ser un complemento eficaz para los programas de ejercicios de EC, aunque es necesario nuevos estudios que permitan una comprensión mayor de sus beneficios y de sus limitaciones.

**Palabras clave:** paseo del oso, perro de muestra, core, electromiografía, entrenamiento, salud.

## ABSTRACT

In this work we present a case study on the muscle activation produced in *animal walk* exercises, comparing to that obtained in conventional core stability (CE) exercises. Several biomechanical and epidemiological studies have linked the neuromuscular control of CE with the lumbar spine health, functional capacity and sport performance. Therefore, the objective of this work was to analyze the activation of trunk and lower limb muscles during the execution of one of the most known animal walks, the *bear walk*, and to compare it with that obtained during different variations of one of the most popular CE exercises, the *bird-dog*. Among the obtained data, we can highlight that, compared to the *bird-dog*, the *bear walk* presented higher activation levels in the abdominal muscles and rectus femoris and lower activation levels in the erector spinae. As it can be seen from the results of this work and some previous works, animal walks can be an effective complement to CE exercise programs, although further studies are needed to allow a better understanding of their benefits and limitations.

**Keywords:** bear walk, bird-dog, core, electromyography, training, health.

## INTRODUCCIÓN

Los ejercicios de estabilidad del tronco o estabilidad del *core* (EC) se han convertido en los últimos años en elementos habituales de los programas de ejercicios relacionados con el fitness, el rendimiento deportivo y la prevención, rehabilitación y readaptación de lesiones (Vera-García et al., 2015a). Estas tareas consisten en el mantenimiento de la columna vertebral y la pelvis en posición neutra ante fuerzas aplicadas sobre el tronco en diferentes condiciones. Por ejemplo, en el *punteo o plancha frontal, lateral y dorsal* se reta la capacidad de estabilizar el tronco en decúbito prono, lateral y supino, con la pelvis elevada del suelo, ante la fuerza de la gravedad (Vera-García et al., 2015b; Calatayud et al., 2017). Asimismo, en el *bird-dog* o *perro de muestra* (BD) se reta la capacidad de estabilizar el tronco ante las fuerzas de torsión generadas por la elevación y el descenso de las extremidades desde posición de cuadrupedia (Mendrin et al., 2016; Mueller et al., 2018).

En los últimos años, se ha comenzado a utilizar un nuevo tipo de ejercicios basados en la forma de desplazamiento de diversos animales (*animal walks*), los cuales podrían ser de utilidad para mejorar la EC mediante actividades novedosas y divertidas. Estos ejercicios buscan imitar movimientos característicos de diversos animales, aplicándolos al ser humano. Presentan una gran heterogeneidad, puesto que distinguen saltos, reptaciones o cuadrupedias. Entre los desplazamientos más utilizados y que podrían ser de interés para el acondicionamiento de la musculatura del core, se podrían destacar los tres siguientes:

- *Bear walk* o *paseo del oso* (Mendrin et al., 2016), que como su nombre indica, pretende imitar el desplazamiento de un oso. El movimiento se produce en cuadrupedia y posición ventral, con las rodillas y caderas flexionadas y sin apoyar las rodillas.
- *Crocodile walk* o *paseo del cocodrilo* (Jon Foster, 2010), que en este caso representa el desplazamiento de un reptil. La acción es similar a la anterior, pero en este caso el movimiento en cuadrupedia se realiza con el centro de gravedad más bajo y tanto los miembros superiores como los miembros inferiores se mueven más en el plano frontal.
- *Crab walk* o *paseo del cangrejo* (VAHVA Fitness, 2015, 1m21s), que representa un desplazamiento dorsal en cuadrupedia, con las caderas extendidas, simulando el movimiento de un cangrejo.

El bear walk (BW) se ha utilizado tradicionalmente en la Educación Física como forma de desplazamiento para el desarrollo de la motricidad en los niños (Adolph et al., 1998). Sin embargo, su incorporación al fitness, al entrenamiento deportivo y a la rehabilitación es mucho más reciente. En este sentido, el BW ha sido señalado por diversos autores como un ejercicio válido para el trabajo de la musculatura del core en protocolos de intervención para la prevención y/o rehabilitación de lesiones en deportistas (LaBella et al., 2011; Sweeney, 2019). Asimismo, según diferentes autores (Mendrin et al., 2016; Pyka et al., 2017; Robles-Palazón & Sainz de Baranda, 2017) es un ejercicio seguro y eficaz para el fortalecimiento de la musculatura del core, produciendo niveles de actividad muscular que pueden ser superiores a los registrados en ejercicios más tradicionales. En este sentido, el movimiento de las extremidades durante el desplazamiento ventral o dorsal en cuadrupedia en ejercicios como el BW, el crocodile walk y el crab walk, reta la capacidad de los individuos de mantener la columna vertebral y la pelvis en posición neutra, lo que podría suponer un estímulo importante para el desarrollo de la EC.

No obstante, la información existente en la literatura sobre los animal walks es escasa, ya que solo se han encontrado algunos trabajos relacionados con el BW (Adolph et al., 1998; LaBella et al., 2011; Mendrin et al., 2016; Pyka et al., 2017; Robles-Palazón & Sainz de Baranda, 2017; Sweeney, 2019; Hindle, Keogh & Lorimer, 2020) y no hemos encontrado estudios sobre otras formas de desplazamiento animal. Por tanto, a pesar del potencial de este tipo de desplazamientos como ejercicios de EC, es necesario realizar estudios que nos permitan conocer

adecuadamente el nivel de activación, la cinemática articular y el estrés generado en diferentes articulaciones durante su ejecución.

Teniendo en cuenta las carencias existentes en la literatura científica, el objetivo del presente trabajo de fin de grado fue analizar la actividad electromiográfica de los músculos del tronco y los miembros inferiores durante la realización del BW, tanto en sus variantes estáticas como dinámicas, y compararlas con variaciones estáticas y dinámicas del BD, como ejercicio más tradicional de EC.

## MÉTODO

### Participante

El sujeto que ha participado en este estudio es un varón de 22 años de edad, con una altura de 182 cm y una masa de 83 kg. Se trata de un sujeto físicamente activo, pues siempre ha realizado diversos tipos de artes marciales y actualmente realiza una media de 60-90 min de entrenamiento de fuerza 4 días por semana. Estaba familiarizado con las tareas propuestas ya que en su entrenamiento de artes marciales frecuentemente utiliza estos desplazamientos a modo de juego. Asimismo, cabe destacar que fue operado de ligamento cruzado anterior hace 3 años. Aunque ha recuperado totalmente la funcionalidad de la articulación dañada, presentaba dolor o disconfort en la zona colindante a la cicatriz cuando utilizaba las rodillas como puntos de apoyo, por lo que fue necesario colocar una esterilla sobre el suelo durante la ejecución de los ejercicios.

### Instrumental y registro de datos

Para el registro de la señal electromiográfica (EMG) se utilizó un electromiógrafo de superficie Muscle Tester ME6000® (Mega Electronics Ltd., Kuopio, Finland) de 8 canales, con una conversión analógico/digital de 14 bit, un filtro de banda de 8-500 Hz y una relación de rechazo al modo común de 110 dB. Los datos EMG se registraron con una frecuencia de muestreo de 1000 Hz y fueron enviados a través de un cable óptico a un ordenador equipado con el programa MegaWin 2.5® donde se almacenaron para su posterior análisis.

Antes del registro de los datos EMG, se colocaron electrodos sobre ocho músculos del lado derecho (Figura 1): *rectus abdominis* (RA), *obliquus internus abdominis* (OI), *obliquus externus abdominis* (OE), *erector spinae* (ES) a la altura de las vértebras L3 y T9 (ES-L3, ES-T9), *gluteus maximus* (GM), *biceps femoris* (BF) y *rectus femoris* (RF). Debido a la naturaleza asimétrica de muchos de los movimientos a realizar, inicialmente nos planteamos colocar electrodos bilateralmente en cuatro de los músculos referidos. Sin embargo, considerando que las tareas a analizar son desplazamientos que involucran una gran cantidad de articulaciones, optamos por realizar un registro unilateral de ocho músculos para evitar un análisis un tanto simplista o reduccionista de la participación muscular.

La colocación de los electrodos sobre el RA, OI, OE y ES siguió las pautas propuestas por Vera-García et al. (2011). De este modo, para el registro de la actividad del RA y el OE, los electrodos se colocaron aproximadamente 3 y 15 cm a la derecha del ombligo, respectivamente. Para el OI, los electrodos se colocaron en el centro del triángulo formado por el ligamento inguinal, el borde lateral de la vaina del RA y una línea imaginaria que conecta la espina ilíaca anterosuperior y el ombligo. Con respecto al ES, los electrodos se colocaron aproximadamente 3 y 5 cm a la derecha de las apófisis espinosas de L3 y T9, respectivamente. Para el GM, los electrodos se colocaron a mitad de distancia entre la espina ilíaca posterosuperior y la tuberosidad isquiática (Coorevits et al., 2008). En el caso del BF, se colocaron aproximadamente en el punto medio de la línea formada entre la tuberosidad isquiática y la cabeza del peroné (Vera-García et al., 2010b). Por último, con respecto al RF, se colocaron a mitad de distancia entre la espina ilíaca anterosuperior y la parte superior de la rótula (Lehecka et al., 2017).



**Figura 1.** Localización de los electrodos sobre el sujeto: vista anterior (I), vista lateral (II) y vista posterior (III).

Para facilitar la colocación de los electrodos, se palparon los diferentes puntos anatómicos anteriormente descritos (que se utilizaron de referencia) y se empleó un lápiz dérmico para marcar el punto exacto donde colocar dichos electrodos (Delagi et al., 2011). Antes de su colocación, la piel se rasuró y limpió con una solución con alcohol para reducir la impedancia. Posteriormente, se colocó un par de electrodos de superficie Ag-AgCl (Arbo Infant Electrodes, Tyco Healthcare, Germany) en configuración bipolar encima del vientre muscular. La línea que unía ambos electrodos estaba orientada en el sentido longitudinal de las fibras musculares y la separación entre ambos electrodos fue de 3 cm de centro a centro. Una vez colocados los electrodos, se le solicitó al sujeto que realizara diversos movimientos para comprobar la calidad de la señal EMG y la correcta ubicación de los electrodos.

Con objeto de obtener valores de referencia para poder normalizar la señal EMG de los músculos anteriormente citados, se realizaron contracciones voluntarias isométricas máximas (CVIM) contra resistencia manual. De este modo, para el RA, OI y OE, el sujeto realizó esfuerzos máximos de flexión sagital, inclinación lateral y rotación del tronco en posición semisentada (Vera-García et al., 2010a). Para las diferentes localizaciones del ES, se realizaron esfuerzos máximos de extensión del tronco en la posición del test de Biering-Sorensen (Coorevits et al., 2008). Para la obtención de la CVIM del GM se realizó un esfuerzo máximo de extensión de cadera en decúbito prono con la rodilla flexionada a 90° (Lehecka et al., 2017) y para el RF, de extensión de rodilla en posición sedente con la rodilla flexionada a 90°. Por último, para el registro de la CVIM del BF, se realizó un esfuerzo máximo de flexión de rodilla en decúbito prono, con la misma flexionada a 45° (Vera-García, 2010b). Cabe destacar que, durante el registro, se estimuló verbalmente al sujeto y que se dejaron 2 min de descanso entre tareas para evitar la fatiga.

## Ejercicios

El participante realizó los siguientes ejercicios (seis estáticos y dos dinámicos), en el siguiente orden, intentando mantener la columna lumbar y la pelvis en posición neutra:

1) *Posición de cuadrupedia con apoyo de pies, rodillas y manos* (Figura 2). Las manos y las rodillas estaban apoyadas sobre la proyección de los hombros y las caderas en el suelo, respectivamente.

2) *Posición de cuadrupedia con apoyo de pies y manos* (Figura 2). Las manos y las rodillas estaban colocadas a la altura de los hombros y las caderas, respectivamente.

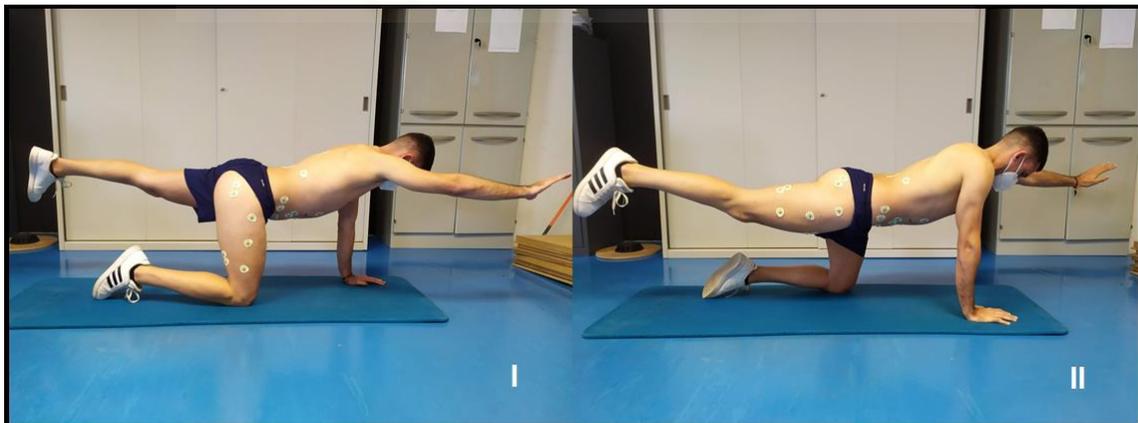


**Figura 2.** Posición de cuadrupedia: I) con apoyo de pies, rodillas y manos; II) con apoyo de manos y pies.

3) *Posición de BD con el brazo derecho y la pierna izquierda elevadas* (Figura 3). Desde la posición de cuadrupedia con apoyo de pies, rodillas y manos, el participante flexionó el hombro derecho y extendió la cadera izquierda hasta colocar el miembro superior y el miembro inferior contralaterales en la horizontal. El ejercicio consistió en mantener el brazo derecho y la pierna izquierda elevadas contra gravedad durante 8 s.

4) *Posición de BD con el brazo izquierdo y la pierna derecha elevadas* (Figura 3). Desde la posición de cuadrupedia con apoyo de pies, rodillas y manos, el participante flexionó el hombro izquierdo y extendió la cadera derecha hasta colocar el miembro superior y el miembro inferior contralaterales en la horizontal. El ejercicio consistió en mantener el brazo izquierdo y la pierna derecha elevadas contra gravedad durante 8 s.

5) *BD dinámico elevando un brazo y la pierna contraria, alternando derecha e izquierda* (Medrin et al., 2016; Mueller et al., 2018). El movimiento de cada segmento duró 2 s (1 s para elevar el segmento y 1 s para volver a la posición de inicio). Se realizaron 3 repeticiones a cada lado, por lo que la duración del ejercicio fue de 12 s.



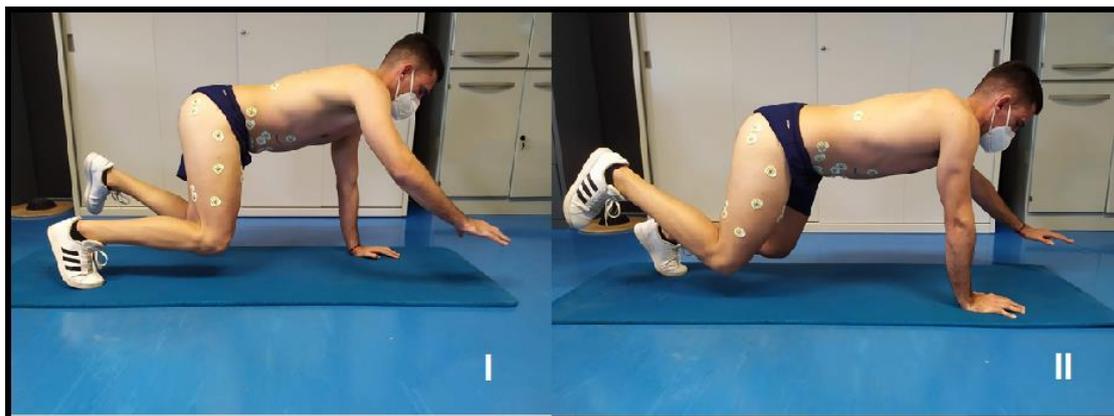
**Figura 3.** Posición de bird-dog: I) con el brazo derecho y la pierna izquierda elevadas; II) con el brazo izquierdo y la pierna derecha elevadas.

6) *Posición de BW con el brazo derecho y la pierna izquierda elevadas* (Figura 4). Desde la posición de cuadrupedia con apoyo de pies y manos, el participante flexionó el hombro derecho y extendió la cadera izquierda (manteniendo la rodilla flexionada), elevando la mano derecha y la rodilla izquierda unos 10 cm del suelo. El ejercicio consistió en mantener dicha posición contra gravedad durante 8 s.

7) *Posición de BW con el brazo izquierdo y la pierna derecha elevadas* (Figura 4). Desde la posición de cuadrupedia con apoyo de pies y manos, el participante flexionó el hombro

izquierdo y extendió la cadera derecha (manteniendo la rodilla flexionada), elevando la mano izquierda y la derecha izquierda unos 10 cm del suelo. El ejercicio consistió en mantener dicha posición contra gravedad durante 8 s.

8) *BW dinámico* (Figura 5). Desde la posición de cuadrupedia con apoyo de pies y manos, el participante inició el desplazamiento en cuadrupedia alternando el movimiento de un brazo y la pierna contraria sin apoyar rodillas (Medrin et al., 2016). El movimiento de cada segmento para realizar un paso o cambio de apoyo duró 1 s (cadencia: 1 paso/1 s). Se realizaron 6 pasos o cambios de apoyo consecutivos, por lo que el ejercicio tuvo una duración de 6 s.



**Figura 4.** Posición de bear walk: I) con el brazo derecho y la pierna izquierda elevadas; II) con el brazo izquierdo y la pierna derecha elevadas.



**Figura 5.** Diferentes fases del bear walk dinámico: I) posición inicial; II) apoyo con la mano izquierda y el pie derecho; III) apoyo con la mano derecha y el pie izquierdo.

### Procedimiento

Previo al comienzo del registro de los datos EMG, el participante recibió una serie de instrucciones verbales y ejemplos visuales para la adecuada realización de las tareas propuestas. Además, se le permitió un periodo de práctica para garantizar la correcta ejecución de las tareas.

Se realizaron dos repeticiones de cada ejercicio en el orden establecido en el apartado anterior y descrito gráficamente en las figuras 2, 3, 4 y 5: 1) posición de cuadrupedia apoyando pies, rodillas y manos, 2) posición de cuadrupedia apoyando pies y manos, 3) posición de BD con el brazo derecho y la pierna izquierda elevadas, 4) posición de BD con el brazo izquierdo y la pierna derecha elevadas, 5) BD dinámico elevando un brazo y la pierna contraria, alternando ambos lados, 6) posición de BW con el brazo derecho y la pierna izquierda elevadas, 7) posición de BW con el brazo izquierdo y la pierna derecha elevadas, y 8) BW dinámico. Asimismo, se dejaron 2 min de descanso entre ejercicios para reducir la aparición de la fatiga.

Durante la ejecución de los ejercicios estáticos y dinámicos se prestó especial atención a la correcta ejecución de las tareas, manteniendo la columna lumbar y la pelvis en posición

neutra. Para controlar la cadencia de la ejecución en los ejercicios dinámicos, se utilizó un metrónomo digital programado a un sonido por segundo.

### Tratamiento de datos

En primer lugar, se revisaron los datos obtenidos durante el registro de la señal de EMG para desechar cualquier tipo de artefacto producido. Una vez hecho esto, la señal fue suavizada mediante el promedio de datos cada 0.05 s (Software MegaWin 3.0®). En los ejercicios estáticos se calculó la media de la EMG de los 4 s centrales y en los ejercicios dinámicos la media y el pico o valor máximo de las 2 repeticiones centrales, calculando los datos por separado tanto para la repetición movilizandobrazo derecho y pierna izquierda, como para la repetición movilizandobrazo izquierdo y pierna derecha. Finalmente, los valores medios y máximos obtenidos en los ejercicios dinámicos y estáticos se normalizaron respecto a los valores EMG máximos obtenidos durante las MVIC (valores expresados en %).

### RESULTADOS

Como se muestra en las Tablas 1 y 2, los ejercicios fueron comparados entre sí de modo que quedaron agrupados en ejercicios estáticos y ejercicios dinámicos. Estas tablas reflejan la media para los ejercicios estáticos y la media y el pico máximo de la señal de EMG para los dinámicos.

**Tabla 1.** Media de la señal de EMG normalizada (%) de los músculos *rectus abdominis* (RA), *obliquus externus* (OE), *obliquus internus* (OI), *erector spinae* lumbar (ESL) y torácico (EST), *gluteus maximus* (GM), *biceps femoris* (BF) y *rectus femoris* (RF) del lado derecho, siendo BD la tarea de *bird-dog* y BW la de *bear walk*.

Ejercicios	Media de la señal EMG (%)							
	RA	OE	OI	ESL	EST	GM	BF	RF
<b>Estáticos</b>								
Cuadrupedia con apoyo de manos, pies y rodillas	2,57	5,22	7,85	6,82	25,99	0,6	0,37	2,42
Cuadrupedia con apoyo de manos y pies	3,22	7,46	4,96	3,86	12,61	0,8	1,36	8,06
Posición de BD con el brazo derecho y la pierna izquierda elevadas	5,47	8,96	24,79	16,32	53,29	1,4	2,11	8,06
Posición de BD con el brazo izquierdo y la pierna derecha elevadas	4,82	17,16	9,09	18,4	10,21	16,17	10,67	0,6
Posición de BW con el brazo derecho y la pierna izquierda elevadas	8,04	13,43	42,98	8,01	53,36	2,99	5,09	21,25
Posición de BW con el brazo izquierdo y la pierna derecha elevadas	11,9	55,22	20,25	6,82	34,73	27,94	13,9	1,11
<b>Dinámicos</b>								
BD dinámico elevando el brazo derecho y la pierna izquierda	4,18	6,72	23,14	16,62	24,67	1	0,99	3,12
BD dinámico elevando el brazo izquierdo y la pierna derecha	3,86	12,69	7,85	18,69	2,78	8,78	6,7	0,5
BW movilizandobrazo derecho y la pierna izquierda	8,04	15,3	33,47	5,34	4,33	2,2	4,22	19,74
BW movilizandobrazo izquierdo y la pierna derecha	9	19,78	20,66	5,04	2,17	1,6	2,61	9,97

**Tabla 2.** Picos o valores de máxima activación de la señal de EMG normalizada (%) de los músculos *rectus abdominis* (RA), *oblicuus externus* (OE), *oblicuus internus* (OI), *erector spinae* lumbar (ESL) y torácico (EST), *gluteus maximus* (GM), *biceps femoris* (BF) y *rectus femoris* (RF) del lado derecho, siendo BD la tarea de *bird-dog* y BW el *bear walk*.

Ejercicios Dinámicos	Máximos de la señal EMG (%)							
	RA	OE	OI	ESL	EST	GM	BF	RF
BD dinámico elevando el brazo derecho y la pierna izquierda	9,65	17,54	61,16	59,05	83,84	4,99	2,23	14,7
BD dinámico elevando el brazo izquierdo y la pierna derecha	9	28,73	20,66	51,34	9,13	70,26	27,3	1,51
BW movilizandoo el brazo derecho y la pierna izquierda	20,26	26,49	94,63	12,76	18,48	4,19	9,06	40,89
BW movilizandoo el brazo izquierdo y la pierna derecha	24,44	44,4	60,33	12,76	8,97	2,79	8,31	33,64

Como observamos en la Tabla 1, el ejercicio de cuadrupedia apoyando manos y pies (4 puntos de apoyo) obtuvo menores niveles de activación en el erector espinal (EST: 12,61% vs. 25,99%; ESL: 3,86% vs. 6,82%) y un mayor nivel de activación en el RF (8,06% en lugar de 2,42%) en comparación con el ejercicio de cuadrupedia apoyando manos, rodillas y pies (6 puntos de apoyo).

Asimismo, los resultados obtenidos en las Tablas 1 y 2 para los ejercicios estáticos y dinámicos de BD y BW muestra diferencias en la activación muscular en función del segmento movilizadoo (derecha vs izquierda). Podemos observar cómo, en general, el RA, OE, GM y BF mostraron una mayor activación cuando las tareas se realizaron flexionando el hombro izquierdo y extendiendo la cadera derecha. Por otro lado, la activación de OI, ESL y EST fue mayor cuando se realizaron las tareas contralaterales, es decir, flexionando el hombro derecho y extendiendo la cadera izquierda.

Por último, cabe destacar que el BW, tanto en estático como en dinámico, presentó mayores niveles de activación en RA, OE, OI y RF y menores valores de activación en ESL y EST en comparación con el BD. En relación con GM y BF, los niveles de activación fueron mayores en las posiciones de BW (GM: 27,94%; BF: 13,9%) que en las posiciones de BD (GM: 16,17%; BF: 10,67%), pero en dinámico los niveles de activación fueron mayores en el BD (GM: 8,78%; BF: 6,70%) que en el BW (GM: 1,60%; BF: 2,61%).

## DISCUSIÓN

El propósito del presente trabajo de fin de grado fue analizar la actividad EMG de la musculatura del tronco y de los miembros inferiores en la realización del BW, tanto de forma dinámica como estática, y compararla con los valores obtenidos durante la realización del BD en sus variantes seleccionadas.

Respecto al análisis de la señal de EMG de las tareas en posición de cuadrupedia, tal y como se ha comentado anteriormente, observamos que apoyando pies y manos únicamente (4 apoyos) se consiguió unos mayores valores de activación en el RF y menores en el ES, en comparación con la posición de cuadrupedia en la cual las rodillas permanecían apoyadas en el suelo (6 apoyos). Esto puede ser debido a que se trata de una posición que requiere de un mayor momento extensor de rodilla y flexor de cadera (Pyka et al., 2017) para mantener las rodillas suspendidas, lo cual implica una mayor activación del RF, además de requerir un menor momento extensor en el tronco, tanto torácico como lumbar, lo que reduce la activación del ES.

Asimismo, los resultados obtenidos indicaron que en las tareas asimétricas se sigue un patrón semejante en la activación muscular de las variantes estáticas y dinámicas del BW y BD, es decir, cuando se elevaban el brazo derecho y la pierna izquierda se producía una mayor activación del OI, EST y RF. Esto puede deberse a la función que desempeñan el OI y el EST como rotadores homolaterales del tronco y que, en este caso, se oponen al momento rotador que se produce en el tronco hacia el lado contrario al realizar este movimiento. En el caso del RF, podemos afirmar que actúa estabilizando la pierna de apoyo, de modo que se opone al momento extensor que se produce en la cadera por acción de la gravedad. Por contraparte, cuando las tareas se realizaron con el brazo izquierdo y la pierna derecha, la mayor señal de EMG se registró en el OE, GM y BF. En el caso del OE, este se activaría como rotador contralateral oponiéndose al momento de rotación que se produjo en el tronco hacia ese lado. La acción del GM y BF se limitó a la extensión de la cadera de la pierna derecha, razón por la cual se activaron más en este caso.

Por último, hacer mención a las diferencias detectadas en cuanto a la señal EMG registrada en el BW en comparación con el BD. Grosso modo, en el BW pudimos observar que se produjo una mayor activación de la musculatura flexora del tronco (RA, OE y OI) y de la musculatura flexora de la cadera y extensora de la rodilla (RF), probablemente debido a la acción de propulsión del miembro inferior para desplazarse hacia delante. Por el contrario, en el BD se produjo una mayor activación en la musculatura extensora del tronco y de la cadera (ESL, EST, BF y GM), por lo que deducimos que se produjo un mayor momento flexor en este ejercicio. Asimismo, cabe destacar que se produjeron diferencias en cuanto a la activación de la musculatura de los miembros inferiores en el BW estático y el dinámico: en el BW estático se produjo una mayor activación del GM y el BF, probablemente debido a que, para poder mantener el equilibrio en esa posición, el sujeto realizaba una mayor extensión de cadera durante la ejecución. Cabe destacar que durante la ejecución del BW en estático eliminando puntos de apoyo, el participante tuvo problemas para controlar la postura y el equilibrio.

Teniendo en cuenta todo lo mencionado anteriormente, el BW podría ser una buena opción para trabajar los músculos abdominales en programas de ejercicios de EC, ya sea en el ámbito de la rehabilitación y prevención de lesiones (LaBella et al., 2011; Robles-Palazón & Sainz de Baranda, 2017; Sweeney, 2019), como en el fitness y el rendimiento deportivo (Mendrin et al., 2016; Pyka et al., 2017). En este sentido, además de estimular la activación de los músculos del tronco y la cadera durante acciones que retan la EC, el BW es un ejercicio novedoso y una buena opción para salir de la rutina de los ejercicios más tradicionales. Más específicamente, se podría establecer una progresión debido a que el BW dinámico resulta más sencillo de ejecutar que el BW estático. Además, el BW dinámico podría ser una buena opción para el trabajo adicional de la musculatura extensora de la cadera.

La principal limitación de este trabajo es el tamaño de la muestra, pues estudiando únicamente un caso no se pueden generalizar las conclusiones y harían falta futuros proyectos en los que la muestra sea más representativa. Otra limitación a tener en cuenta ha sido que únicamente disponíamos de 8 canales para el registro de la señal de EMG. Hubiera sido interesante poder analizar también la activación de otros músculos, por ejemplo, de los miembros superiores, o de los dos lados del cuerpo (debido a la naturaleza asimétrica de las tareas). Por último, cabe mencionar que en el diseño del estudio se valoró la posibilidad de realizar también un análisis del crab walk, pero finalmente no se registró la EMG de este ejercicio debido a que era una posición difícil de mantener, sobre todo de manera estática y eliminando puntos de apoyo. En este sentido, se trata de un ejercicio en el cual es complejo mantener el raquis y la pelvis en posición neutra con las caderas extendidas, por lo que creemos que su aplicación al entrenamiento de EC es limitada. Asimismo, el crab walk supone una posición comprometida y potencialmente lesiva para el hombro y la muñeca, ya que estas articulaciones

tienen que alcanzar un nivel de extensión importante y, además, en el caso de la muñeca soportar bastante peso en esa posición, por lo que tampoco se ajusta a un objetivo de salud.

## REFERENCIAS

Coorevits, P., Danneels, L., Cambier, D., Ramon, H. & Vanderstraeten, G. (2008). Assessment of the validity of the Biering-Sorensen test for measuring back muscle fatigue based on EMG median frequency characteristics of back and hip muscles. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18(6), 9976-1005. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2007.10.012>

Robles-Palazón, F. & Sainz de Baranda, P. S. (2017). Programas de entrenamiento neuromuscular para la prevención de lesiones en jóvenes deportistas. Revisión de la literatura. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, 6(2), 115-126. <https://doi.org/10.6018/300451>

Adolph, K. E., Vereijken, B. & Denny, M. A. (1998). Learning to crawl. *Child development*, 69(5), 1299-1312. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1998.tb06213.x>

Mendrin, N., Lynn, S. K., Griffith-Merritt, H. K. & Noffal, G. J. (2016). Progressions of Isometric Core Training. *Strength and Conditioning Journal*, 38(4), 50-65. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000233>

Sweeney, E. (ed.). (2019). *Gymnastics Medicine: Evaluation, Management and Rehabilitation*, 258-285. Springer Nature. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-26288-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-26288-4_1)

LaBella, C. R., Huxford, M. R., Grissom, J., Kim, K.-Y., Peng, J. & Christoffel, K. K. (2011). Effect of Neuromuscular Warm-up Injuries in Female Soccer and Basketball Athletes in Urban Public High Schools: Cluster Randomized Controlled Trial. *Achieves of Pediatrics and Adolescent Medicine*, 165(11), 1033-1040. <https://doi.org/10.1001/archpediatrics.2011.168>

Pyka, D. T., Costa, P. B., Coburn, J. W. & Brown, L. E. (2017). Effects of Static, Stationary, and Traveling Trunk Exercises on Muscle Activation. *International Journal of Kinesiology and Sports Science*, 5(4), 26-32. <http://dx.doi.org/10.7575/aiac.ijkss.v.5n.4p.26>

Vera-García, F. J., Moreside, J. M. & McGill, S. M. (2011). Abdominal muscle activation changes if the purpose is to control pelvis motion or thorax motion. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 21(6), 893-903. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2011.08.003>

Vera-García, F. J., Barbado, D., Moreno-Pérez, V., Hernández-Sánchez, S., Juan-Recio, C. & Elvira, J. L. L. (2015a). Core stability. Concepto y aportaciones al entrenamiento y la prevención de lesiones. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 8(2), 79-85. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2014.02.004>

Vera-García, F. J., Moreside, J. M. & McGill, S. M. (2010a). MVC techniques to normalize trunk muscle EMG in healthy women. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(1), 10-16. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2009.03.010>

Vera-García, F. J., Martínez-Gramage, J., San Miguel, R., Ortiz, R., Vilanova, P., Salvador, E. M., Delgado, N., Tortajada, N. & Valero, J. (2010b). Efecto del Kinesio taping sobre la respuesta refleja de los músculos bíceps femoral y gemelo externo. *Fisioterapia*, 32(1), 4-10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ft.2009.06.004>

Vera-García, F. J., Barbado, D., Moreno-Pérez, V., Hernández-Sánchez, S., Juan-Recio, C. & Elvira, J. L. L. (2015b). Core stability. Evaluación y criterios para su entrenamiento. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 8(3), 130-137. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2014.02.005>

Lehecka, B. J., Edwards, M., Haverkamp, R., Martin, L., Porter, K., Thach, K., Sack, R. J. & Hakansson, N. A. (2017). Building a better gluteal bridge: electromyographic analysis of hip

muscle activity during modified single-leg bridges. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 12(4), 543-549.

Mueller, J., Hadzic, M., Mugele, H., Stoll, J., Mueller, S. & Mayer, F. (2018). Effect of high-intensity perturbations during core-specific sensorimotor exercises on trunk muscle activation. *Journal of biomechanics*, 70, 212-218. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2017.12.013>

Hindle, B. R., Keogh, J. W. & Lorimer, A. V. (2020). Validation of spatiotemporal and kinematic measures in functional exercises using a minimal modeling inertial sensor methodology. *Sensors*, 20(16), 4586. <https://doi.org/10.3390/s20164586>

Delagi, E. F., Lazzetti, J., Perotto, A. O. & Morrison, D. (2011). *Anatomical Guide for the Electromyographer: the Limbs and Trunk* (A. O. Perotto, ed.). Charles C Thomas Publisher.

Feldwieser, F. M., Sheeran, L., Meana-Esteban, A. & Sparkes, V. (2012). Electromyographic analysis of trunk-muscle activity during stable, unstable and unilateral bridging exercises in healthy individuals. *European Spine Journal*, 21(2), 171–186. <https://doi.org/10.1007/s00586-012-2254-7>

Calatayud, J., Casaña, J., Martín, F., Jakobsen, M. D., Colado, J. C., Gargallo, P., Jueas, A., Muñoz, V. & Andersen, L. L. (2017). Trunk muscle activity during different variations of the supine plank exercise. *Musculoskeletal Science and Practice*, 28, 54-58. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2017.01.011>

VAHVA Fitness (2015, 14 de octubre). *10 Different Animal Walk Exercises* [video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=14BjRxE7f1o>

Jon Foster (2010, 12 de mayo). *Brazilian Jiu-Jitsu Alligator Walk Exercise* [video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=SGVibrQrVWE>

