

# Patrones electromiográficos de la “Virada por Avante” en regatistas de clase “Optimist”

## **CARLO MASSIMO BIANCARDI**

Profesor Adjunto en LIBiAM - Laboratorio de Biomecánica y Análisis del Movimiento. Departamento de Ciencias Biológicas. CENUR Litoral Norte - Sede Paysandú. Universidad de la República  
ORCID <http://orcid.org/0000-0002-5566-3958>  
Contacto: cbiancardi@cup.edu.uy

## **ANDRÉS MARTÍNEZ**

Licenciado en Educación Física por la Universidad de la República. LIBiAM - Laboratorio de Biomecánica y Análisis del Movimiento. Departamento de Ciencias Biológicas. CENUR Litoral Norte - Sede Paysandú. Universidad de la República  
Contacto: andmarbar03@gmail.com

## **ANDREA MESA**

Licenciada en Educación Física por la Universidad de la República. LIBiAM - Laboratorio de Biomecánica y Análisis del Movimiento. Departamento de Ciencias Biológicas. CENUR Litoral Norte - Sede Paysandú. Universidad de la República  
Contacto: andreamesarod@gmail.com

## **VALENTINA NORBIS**

Estudiante de Educación Física - Universidad de la República. LIBiAM - Laboratorio de Biomecánica y Análisis del Movimiento. Departamento de Ciencias Biológicas. CENUR Litoral Norte - Sede Paysandú. Universidad de la República  
Contacto: valentinanorbis44@gmail.com

## **MARIANA CARRIQUIRY**

Licenciada en Fisioterapia por la Universidad de la República. Estudiante de Maestría (PROINBIO). Unidad de Investigación en Biomecánica de la Locomoción Humana (UIBLH). Facultad de Medicina - Universidad de la República.  
Contacto: carriquirym@gmail.com

## **GERMÁN PEQUERA**

Estudiante de Doctorado (PEDECIBA). Asistente Departamento de Ingeniería Biológica (CENUR). LIBiAM - Laboratorio de Biomecánica y Análisis del Movimiento. Departamento de Ciencias Biológicas. CENUR Litoral Norte - Sede Paysandú. Universidad de la República  
Contacto: gpequera@cup.edu.uy

Recibido: 04.02.2018

Aprobado: 14.11.2018

DOI: <https://doi.org/10.28997/ruefd.v0i11.5>

**Resumen**

Se realizó un estudio piloto sobre los músculos implicados en la “virada por avante” en dos regatistas de clase “Optimist”, de diferente edad y experiencia, al fin de elaborar sugerencias para un plan de entrenamiento físico. Las pruebas se realizaron en piscina, donde fue posible medir cuantitativamente, a través de técnicas de electromiografía y análisis de video, la activación de siete músculos durante la maniobra.

Fue posible reconocer diferencias en los picos de activación y patrones de activación muscular. Los resultados fueron afectados por la edad y las condiciones de viento. Sugerimos que el entrenamiento se enfoque sobre la prevención de lesiones lumbares, y en la técnica.

Palabras clave: Vela ligera; Maniobra de virada; Electromiografía; Entrenamiento.

**ELECTROMYOGRAPHIC PATTERNS OF TACKING MANEUVER IN “OPTIMIST” CLASS SAILORS****Abstract:**

A pilot study has been carried out, on the muscular groups involved in roll tacking, in two optimist dinghy sailors of different age and experience. The purpose was to elaborate suggestions for a training plan. Trials have been carried out in a swimming pool, where it was possible to measure the activation of seven muscles during the entire maneuver, by means of electromyographic technique.

It has been possible to describe different temporal patterns and activation peaks. Patterns were affected by the subject age and by the wind conditions. We suggested that training should be focused to prevent possible lumbar injuries and help them in their technique.

Keywords: Dinghy sailing; Roll taking; Electromyography; Training.

**INTRODUCCIÓN**

El optimist es un deporte que funciona como iniciación para la práctica de deportes con vela. Lo practican niños y adolescentes desde los 6 a 15 años de edad. Fue creado por el ingeniero Clark Mills en 1947 quien construyó un “carro con vela” hecho con cajas de jabón en la ciudad Clearwater en Estados Unidos (BIRD, 2012). No pasaron muchos años para que el optimist se presente en Europa, para luego aparecer en Latinoamérica y el resto del mundo. Los primeros barcos fueron hechos en madera, actualmente y hace ya varios años se fabrican en fibra de vidrio con un peso mínimo de 35 kg. En cuanto a los aparejos y velas, se utilizan de diferentes materiales acorde al físico del niño. Se realizan campeonatos internacionales, mundiales, sudamericanos, norteamericanos y nacionales bajo la suscripción de IODA (International Optimist Dinghy Association) y reglamentos de la “WorldSailing”. Se estiman alrededor de 150.000 niños practicando Optimist en 110 países del mundo (Go Sail, 2017).

El deporte náutico a vela “optimist” se practica alrededor del mundo, es la clase a vela con más embarcaciones en el mundo y en el cual la mayoría de los navegantes da sus primeros pasos. En Uruguay uno de los impulsores del Optimist fue Orosmán Píngaro, que en la década del 70 conformó la primera flota de optimist en el club Nautilus. Luego se formó AUDO, asociación que aún identifica a los optimistas uruguayos. En el 2017 son 67 niños inscriptos en AUDO que navegan en el campeonato anual y selecciones que forman parte del ranking para clasificar a diferentes etapas internacionales como lo son mundiales, sudamericanos y norteamericanos. Actualmente existen escuelas de vela en varios puntos y clubes del país, entre estas, Yacht Club Punta del Este, Yacht Club Uruguayo, Nautilus yachting Club, Club Náutico y Pesca Punta Gorda, Yacht Club Solís Chico, Club Remeros Fray Bentos, Club Náutico de Flores, Club Náutico Cufre, Club Náutico Los Sauces, Náutico ACAL, Yacht Club Paysandú. La práctica de optimist y regatas se realizan los fines



de semana lo que hace que solo los apasionados por el deporte a vela lo practiquen.

En Paysandú existe la escuela de optimist en el Yacht Club Paysandú desde el año 1983. También el Colegio Master desde el año 2011 ha incluido la práctica de este deporte en sus materias curriculares. Actualmente son alrededor de 30 niños los que practican vela en el mencionado club a cargo de dos instructores idóneos del deporte y ex optimistas.

El optimist es un barco muy técnico, el niño debe saber dónde situarse y cómo moverse dentro de éste para conseguir ser más veloz, esto varía según el viento y el físico del navegante. Desde el punto de vista fisiológico-biomecánico, la vela es una actividad de tipo prevalentemente aeróbico, de duración superior a 3-4 minutos. Los movimientos involucrados son de tipo acíclicos, donde además de la coordinación es fundamental la destreza, con una sollicitación importante de la musculatura postural (Tejada Medina, 2013). En regatas de pequeñas embarcaciones, como las de clase Optimist, pueden ocurrir diferentes tipos de lesiones. En la mayoría de los casos se reportan principalmente problemas en la parte posterior y lumbar, aunque en la rodilla, codo y hombro también se reportan lesiones (Allen y Jong, 2006). A pesar de esto, son pocos los estudios electromiográficos que reporten en qué medida los músculos posturales son activados en las diferentes maniobras que presenta este deporte. Contar con datos cuantitativos que evalúen el grado y las características temporales de activación muscular, resultan importantes para prevenir lesiones, diseñar planes de entrenamiento así como terapias de rehabilitación.

La presente investigación nace por una pregunta acerca de las posibles consecuencias de un correcto entrenamiento sobre los niños que practican este deporte. En las maniobras que involucran distintos grupos musculares se pueden encontrar variaciones debidas al distinto tamaño de los niños de diferente edad.

En la vela ligera, categoría en la cual se encuentra el optimist, se ha investigado sobre todo la posición de “sacar el cuerpo” (hicking), pero sin considerar la maniobra completa (Tan, Toh, Liao y Xie, 2011; García y Martínez, 2015; Bourgois et al., 2017). Dentro de las maniobras que se realizan en la vela, fue seleccionada para estudiar la “virada por adelante”. Es una maniobra que se utiliza mayoritariamente en ceñida, ya que el optimist ciñe como máximo 45° hacia el viento

y para realizar una “pierna” en regata deberán virar todas las veces que las condiciones y las situaciones adversas lo requieran. Esta maniobra deberá mantener fluidez y técnica, ya que un mal movimiento impactará el rendimiento de la navegación. La “virada por adelante” es una de las maniobras que requiere más movimiento articular y del tronco en el optimist, y que requiere, de parte del niño, una gran coordinación.

El entrenamiento físico en tierra de los movimientos y la activación muscular implicada en esta maniobra, puede mejorar significativamente el rendimiento al hacer un movimiento más fluido y coordinado, incluso cuando el navegante está fatigado; también puede prevenir lesiones en la parte posterior y lumbar o deformaciones de la columna en los niños.

Los objetivos de este estudio piloto son: i) describir el movimiento realizado en una “virada por adelante”; ii) reconocer músculos activos e implicados en la maniobra y movimiento; iii) elaborar sugerencias para un entrenamiento específico para la virada de un optimista según sus condiciones físicas.

Creemos que este puede ser un estudio que aporte a los entrenadores de esta disciplina conocimientos para mejorar la navegación y colaborar en el perfeccionamiento de los niños que entrenan optimist. Además, será la base para seguir investigando sobre los aspectos biomecánicos y fisiológicos de esta disciplina deportiva.

## MÉTODOS

### Sujetos

El estudio piloto se realizó con dos regatistas infantiles de diferentes edades, uno al inicio de la actividad y otro en el último año de la categoría, pertenecientes a la escuela de vela del Yacht Club de Paysandú (Uruguay). En la tabla 1 se muestran las características de los dos sujetos de estudio.

Tabla 1. Características de la muestra.

Sujeto	Regatista 1 (R1)	Regatista 2 (R2)
Edad (años)	10	15
Masa (Kg)	31	47
Altura (cm)	135	168
Inicio actividad (año)	2015	2010

Fuente: Elaboración propia (2018).

La investigación se realizó bajo las *Pautas Éticas Internacionales para la Investigación y Experimentación Biomédica en Seres Humanos* (Declaración de Helsinki) (Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas, 1993). Los sujetos y los padres recibieron toda la información acerca de la finalidad, la metodología empleada, la privacidad y el tratamiento de los datos; y firmaron un consentimiento informado. La realización de esta investigación fue aprobada por el Comité de Ética y por el Consejo del Cenur Litoral Norte de la Universidad de la República, expediente n° 311170-001602-17.

### Protocolo

Se realizaron 6 viradas por cada niño en la piscina del complejo Municipal "Irene Sosa" ubicado sobre la calle Batlle y Ordoñez, en Paysandú, con las condiciones de viento que se presentaron en el día de la colecta. Dichas viradas fueron filmadas con una cámara Sony HDR-CX405 (Sony Corporation, Tokyo, Japón) colocada sobre trípode. Se obtuvieron videos de alta definición a 60 cuadros por segundo, con el fin de separar con precisión las diferentes fases del movimiento. También se realizaron medidas de electromiografía de superficie (EMG) durante las viradas. Las medidas electromiográficas se realizaron con el equipo Delsys Trigno System con sensores inalámbricos a una frecuencia de muestreo de 2000 Hz, a través del software Delsys EMGworks (Delsys Inc. Natick, Massachusetts, USA). El inicio de cada registro EMG (duración 30 s) fue señalado acústicamente y visualmente, para sincronizar en fase de análisis las grabaciones de video, y emparejar cada evento de la EMG con una fase de la maniobra de virada.

Antes de las medidas en el barco se efectuó una entrada en calor estandarizada, que se describe en el anexo 1. Inmediatamente después del calentamiento, los sujetos fueron preparados para las mediciones. En la zona donde fueron ubicados los electrodos de EMG la piel del participante fue limpiada removiendo los pelos y limpiando con alcohol a los efectos de quitar las células muertas, el sudor y la tierra.

Existen diferentes músculos involucrados en los movimientos de la maniobra estudiada, los

grupos principales son los lumbares, abdominales y los extensores de la pierna (Sekulic, Medved y Rausavljevi, 2006). Si bien se ha demostrado la posibilidad de medir músculos profundos con sensores electromiográficos de superficie (Mcgill, Juker y Kropf, 1996), esta técnica necesita alto nivel de análisis de datos, que además presenta una probabilidad de error muy alta. Por eso decidimos avanzar en este estudio piloto con 7 músculos superficiales para los cuales existe un protocolo certificado de posicionamiento de los sensores de electromiografía (Hermens, Freriks, Disselhorst-Klug y Rau, 2000; Drysdale, Earl y Hertel, 2004). Fueron medidos tres músculos lumbares (*Multifidus*, *Iliocostalis*, *Longissimus*), dos abdominales (*Rectus abdominis* y *Obliquus externus*) y dos músculos biarticulares ubicados en el muslo (*Rectus femoris* y *Semitendinosus*). Los tres posteriores lumbares son básicamente músculos posturales. El multifido (*Multifidus*) es un estabilizador de la columna. El sensor se ubica en la línea que va desde la punta de la espina ilíaca posterior hasta el interespacio entre L1 y L2, a nivel de L5. Los músculos iliocostal lumbar (*Iliocostalis*) y longísimo (*Longissimus*) son extensores de la columna. En el primero el sensor se ubica a nivel de L2, un dedo hacia el medial de la línea desde la espina ilíaca posterior superior hacia la punta inferior de la última costilla. El sensor del longísimo se ubica dos dedos a lado de L1. El músculo recto abdominal (*Rectus abdominis*) es también un músculo postural, potente flexor del tronco y de la columna vertebral. El sensor se ubica un dedo al lado del ombligo. Los músculos oblicuos externos actúan flexionando el tronco. Cuando se activa uno de los dos, procura una torsión hacia el lado opuesto. El sensor se pone a mitad de la distancia entre la espina ilíaca anterior superior y las costillas, en posición oblicua, siguiendo el sentido de las fibras. El recto femoral (*Rectus femoris*) es un músculo biarticular que se ubica en la parte anterior de los cuádriceps y actúa como flexor de cadera y extensor de rodilla. El sensor se ubica a mitad de la distancia desde la espina ilíaca anterior superior y el borde proximal de la patela. El semitendinoso (*Semitendinosus*) es también un músculo biarticular, antagonista del recto femoral, por tanto extensor de cadera y flexor de rodilla. El sensor se pone a mitad de la distancia entre la tuberosidad isquial y el epicóndilo medial de la tibia.



Después de una prueba de grabación realizada para definir el área útil de trabajo, se le solicitó a cada sujeto, en su propio barco, que realice 4 pruebas de dos viradas, empezando cada virada al escuchar una señal acústica proporcionada por uno de los investigadores.

### Procesamiento y análisis de la señal de EMG

Las grabaciones fueron recortadas, en intervalos de 30 s, a partir del inicio del registro de EMG. En cada porción se delimitó el área de interés (AI), dentro de los tiempos de inicio y fin de la maniobra, con precisión de 0,1 s. Los registros EMG fueron recortados de acuerdo a su AI, y los datos fueron exportados a archivos de formato estándar (extensión CSV). El procesamiento estándar de la señal de EMG implicó la rectificación de la señal (considerar los valores absolutos de la amplitud de la señal) y un filtro Butterworth pasa bajo con frecuencia de corte de 7 Hz a los efectos de reproducir una curva envolvente que contenga información de interés.

Con el fin de detectar en qué fase del movimiento ocurre la mayor actividad en cada músculo, se identificó el instante donde aparecen los picos la señal de EMG procesada para todos los músculos. Todo el procesamiento y el análisis de datos de las señales de EMG fueron realizados con el lenguaje de programación MatLab (MathWorks, Natick, Massachusetts, USA).

## RESULTADOS

En total se realizaron 16 pruebas, 7 fueron descartadas por errores en la realización o en el registro de los datos. Se consideraron 9 pruebas útiles para el análisis, 5 del sujeto R1 y 4 del sujeto R2, en diferentes condiciones de viento (Tabla 2).

Tabla 2. Condiciones (v: con viento; sv: sin viento) y duración de las diferentes pruebas.

Id	Sujeto	Condición	Duración (s)
1.2.1	R1	v	6,06
1.3.1	R1	v	6,50
1.3.2	R1	sv	7,02
1.4.1	R1	sv	7,37
1.4.2	R1	sv	7,01
2.2.1	R2	sv	8,43
2.2.2	R2	sv	13,12
2.3.1	R2	sv	6,15
2.3.2	R2	sv	5,00

Fuente: Elaboración propia (2018).

En las dos viradas con viento el timonel va sentado en la banda por lo que la fuerza realizada por el cuerpo se da desde este lugar; en cambio en las viradas sin viento la fuerza realizada por el cuerpo se da desde adentro del barco hacia la banda, ayudándose así con el mismo peso de éste. La virada 3.2 comienza con la potencia realizada por la virada anterior (3.1) que fue realizada con viento; por lo que la fase 1 de la anterior mencionada es más corta que la fase 1 de las viradas 4.1 y 4.2 también realizadas sin viento pero ejecutadas de igual forma (desde adentro hacia afuera). Las viradas sin viento tuvieron como resultado mayor tiempo de realización (+ 16.6%) que las viradas con viento. A pesar de la escasez del viento las viradas fueron muy efectivas ya que resultaron ser muy técnicas.

### Fases de la maniobra

La virada por avante consiste en cuatro fases, que se describen a continuación (Figura 1):

1. Sacar el pie de debajo de la linga y aligerarlo hacia la banda contraria, llevar el timón hacia el lado de la vela (orzando) y a la misma vez ayudar la maniobra contra escorando el barco “cuerpeando” con la espalda hacia afuera.

2. Agachar el cuerpo para permitir que la vela pase de banda controlando el barco escorado, colocando el extensible del timón sobre la banda contraria lo más a proa posible (cambia según el físico del niño).

3. Pasar de banda:
  - a. El brazo que lleva la escota (cabo de la vela) apoyará la mano sobre el cajón de orza para lograr la caída sobre el mamparo y llevar la mirada siempre a proa y a la vela.

- b. La pierna trasera (2) será la que pasa primero hacia proa sobre el mamparo, para lograr una buena posición en el barco al finalizar la virada.

- c. Luego pasará la pierna que estaba a proa (1) controlando la estabilización del barco (según el viento y el físico del niño varía la velocidad y fuerza).

4. Finalizará la maniobra acomodando el cuerpo según las condiciones de viento y físico del niño. Al llegar a la posición deberá cambiar rápidamente el timón y la escota de mano que

habrán quedado cruzadas. Según los vientos:

a. Vientos suaves: estabilizará el optimist terminando sentado o en cuclillas adentro logrando no contra-escorar el barco.

b. Vientos moderados: Según el físico del niño, el niño deberá finalizar sentado sobre la banda o adentro.

c. Vientos fuertes: la virada deberá ser ágil y rápida, el navegante deberá lograr sentarse en la banda, cambiar escota y timón de mano, colocar los pies debajo de las lingas y a la misma vez sacar la cola y espalda para lograr adrizar el barco y llevarlo lo más estabilizado posible.

Cada una de las grabaciones, videos y registros de EMG, fue dividida en las cuatro fases.

Picos de activación muscular

En la Tabla 3 se aprecia el momento (relativo al ciclo) en donde ocurre la máxima activación de cada grupo muscular medido.

Figura 1. Fases de la maniobra. Ver descripción en el texto.



Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 3. Instantes en que ocurren los picos de activación de los diferentes músculos, expresado como porcentaje del tiempo total de la maniobra, y fase correspondiente (entre paréntesis).

Id	Multífidus	Iliocostalis	Longísimus	Rectus Abdominis	Obliquus externus	Rectus Femoris	Semitendinosus
1.2.1	39,8% (2)	89,7% (4)	46,4% (2)	21,9% (1)	22,6% (1)	24,1% (2)	94,7% (4)
1.3.1	57,7% (3)	35,0% (1)	0,0% (1)	33,8% (1)	43,8% (2)	34,6% (1)	0,0% (1)
1.3.2	60,0% (3)	59,9% (3)	42,4% (2)	36,8% (2)	54,3% (2)	42,0% (2)	35,9% (2)
1.4.1	50,0% (2)	57,3% (2)	31,1% (1)	38,8% (2)	47,4% (2)	39,1% (2)	49,1% (2)
1.4.2	59,7% (2)	59,3% (2)	32,0% (2)	56,3% (2)	33,5% (2)	39,8% (2)	52,6% (2)
2.2.1	2,7% (1)	95,3% (4)	94,9% (4)	24,9% (2)	69,5% (3)	29,8% (2)	70,0% (3)
2.2.2	3,4% (1)	52,8% (3)	86,7% (4)	18,5% (2)	19,3% (2)	1,0% (1)	32,4% (2)
2.3.1	69,2% (4)	60,7% (4)	57,9% (4)	26,9% (2)	26,0% (2)	65,4% (4)	33,6% (3)
2.3.2	60,5% (4)	59,0% (4)	60,6% (4)	73,6% (4)	53,1% (3)	24,9% (2)	80,4% (4)

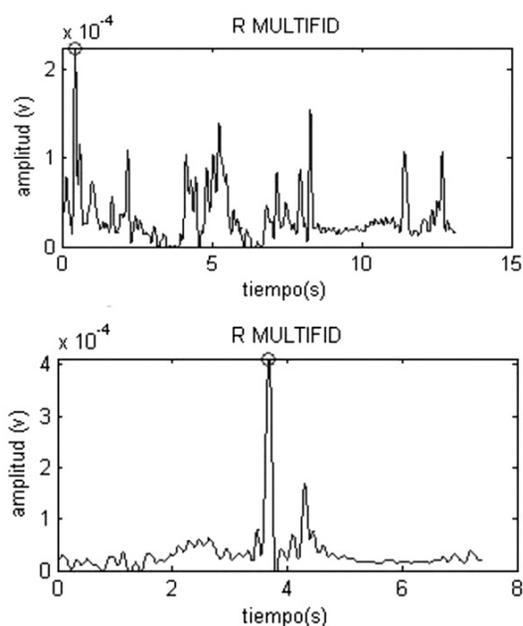
Fuente: Elaboración propia (2018).

La diferencia más evidente entre los dos sujetos del estudio piloto se encuentra en la activación de los músculos posturales lumbares. El pico de activación de los tres músculos está casi siempre en la última fase de la maniobra en R2, mientras que en R1 el pico se encuentra en las fases centrales o al inicio.

El *Multífidus*, que es un estabilizador, se encuentra activado generalmente por un tiempo mayor en R2 con respecto de R1 (Figura 2). En R1 los extensores de columna, en particular el *Longísimus*, están activos gran parte de las fases 1 y 2, a pesar del pico, que se puede encontrar en una de las dos fases. En R2 estos músculos son activados con mayor intensidad en las partes finales de la maniobra.

*Obliquus externus*: a pesar de presentar diferencias en el instante en donde se da el pico de activación, este músculo está generalmente activo durante fase 2 de la maniobra.

Figura 2. Perfil de activación del músculo Multifidus derecho en R2 (arriba) y en R1 (abajo).



Fuente: Elaboración propia (2018).

### Sugerencias para un plan de entrenamiento

Los ejercicios sugeridos para el entrenamiento físico de la virada por adelante en optimist deben realizarse en tierra y se diferencian en ejercicios de fuerza, coordinación y equilibrio e higiene de columna.

#### 1. Ejercicios de fuerza

a. Zona abdominal: crunch; crunch combinado y lateral; planchas; cortos; abdominales; colgados frontales y laterales; elevación de cadera; extensión de piernas; escalador lateral; rotación de tronco con barra; ejercicios con pelota suiza.

b. Zona lumbar: ejercicios tumbado en posición prono o supino; ejercicios en banco.

2. Ejercicios de coordinación y equilibrio: se presentarán diferentes ejercicios de coordinación, considerando la importancia que tiene entrenar esta capacidad desde edades tempranas, y que es punto clave para obtener una buena maniobra. Llevando al ámbito del optimist, es importante

para controlar el cuerpo dentro del barco según las condiciones adversas a las que se enfrente, como también para evitar lesiones por movimientos exagerados de articulaciones

a. Ejercicios en escalera: skipping frontal.

b. Ejercicios con vallas: pasar vallas realizando skipping alto, salto bipodal o unipodal.

c. Ejercicios con bosu: mantener equilibrio; sentadilla; saltos hacia el bosu.

3. Higiene de columna: es importante realizarla luego de cada entrenamiento que haya sido realizado en tierra o navegando ya que es esencial para cuidar la columna vertebral y evitar lesiones y dolores musculares.

a. Estiramientos: unilateral; posterior; general de espalda; disociación de cinturas; flexibilización.

b. Ejercicios con bandas: remo parado y remo sentado; Apertura de espalda parado, inclinado y acostado.

c. Ejercicios con pelota de Pilates: es muy importante para la alineación y el movimiento que la pelota sea de tamaño correcto para cada alumno (tabla 4).

Tabla 4. Tamaño de la pelota de Pilates según la altura del sujeto.

Altura (cm)	Tamaño de pelota (cm)
122-152	45
153-160	55
161-200	65
201-215	75

Fuente: Elaboración propia (2018).

## DISCUSIÓN

Observando los resultados de este plan piloto (tabla 2), se aprecian algunas diferencias en donde se efectúan los picos máximos de activación de cada músculo evaluado. Podemos apreciar que en las viradas de R1, el mayor esfuerzo es realizado en las primeras fases siendo estas muy parejas, en cambio en las viradas de R2 el mayor esfuerzo muscular se da en las fases finales. Así, los estudios electromiográficos sugieren que la coordinación muscular en esta maniobra depende de la masa del individuo que realiza la tarea. Esta observación resulta relevante para el entrenamiento de esta disciplina, mostrando la necesidad de planificar entrenamientos diferenciados según las características antropométricas y el desarrollo físico de cada niño.



El entrenamiento físico debe realizarse desde las primeras etapas del niño como deportista ya que este permanecerá en la categoría durante varios años, donde su físico continuamente irá tomando cambios tanto de altura como de peso, atendiendo a los diferentes movimientos que realizan dentro del barco.

Tomando en cuenta los datos electromiográficos y los perceptivos a nuestra visión (cuerpo en crecimiento) se deberá entrenar la coordinación gruesa y dinámica general, lateralidad, propiocepción, fuerza y fortaleza en músculos posturales que son quienes llevan el mayor porcentaje de activación muscular, esto nos da la pauta de que también se deberá hacer cierto énfasis en realizar ejercicios para higiene de columna. De hecho Liceras (2009) afirma que de un control médico realizado en regatistas de clase optimist, las patologías más significativas fueron escoliosis en giba e hiperlordosis lumbar, y aconseja para estas realizar trabajos de fuerza de la musculatura estabilizadora de la columna. Además, en un estudio realizado en 1997 en regatistas olímpicos en Nueva Zelanda, se destaca que un 57% de la población se encuentra con lesiones mayormente en la zona lumbar (Allen y De Jong, 2006). Por otro lado, un entrenamiento de fuerza de los flexores del tronco, recto abdominal y recto femoral, es también crucial para un correcto desarrollo físico de los regatistas, ya que estos músculos tienen un alto nivel de activación no solamente en las fases de la maniobra de virada, sino también en otras fases a los efectos de mantener la posición de "hiking" (Maisetti, Boyas y Guével, 2006; Wee, Burnett, Oh, Lim y Tan, 2010).

## CONCLUSIONES

Con este estudio piloto logramos describir y dividir en cuatro fases la maniobra de virada por avante en optimist. Pudimos destacar la importancia de los grupos musculares lumbares y abdominales y cómo su papel puede variar en el curso del desarrollo físico de los jóvenes regatistas, en base a la edad y la masa. Un correcto plan de entrenamiento, entonces, debería considerar ejercicios específicos para entrenar la fuerza y la coordinación, diferenciados según la edad del atleta. Sin embargo, es necesario seguir

investigando, profundizando y consolidando los resultados, en este tema tan importante para la prevención de las lesiones más frecuentes en esta disciplina.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, J. B. Y DE JONG, M. R. (2006). Sailing and sports medicine: a literature review. *British journal of sports medicine*, 40(7), 587-593. doi: 10.1136/bjism.2002.001669

Bird, V. (2012). *Classic classes*. Londres, UK: A&C Black.

BOURGOIS, J. G.; DUMORTIER, J.; CALLEWAERT, M.; CELIE, B.; CAPELLI, C.; SJOGAARD, G. Y BOONE, J. TRIBUTE TO DR JACQUES ROGGE: muscle activity and fatigue during hiking in Olympic dinghy sailing. *European journal of sport science*, 17(5), 611-620. doi: 10.1080/17461391.2017.1300328

CONSEJO DE ORGANIZACIONES INTERNACIONALES DE LAS CIENCIAS MÉDICAS. (1993). *Pautas éticas internacionales para la investigación y experimentación biomédica en seres humanos*. Chile: Instituto Chileno de Medicina Reproductiva. Recuperado de [http://www.bioetica.uchile.cl/doc/exper\\_2.htm](http://www.bioetica.uchile.cl/doc/exper_2.htm).

DRYSDALE, C. L.; EARL, J. E. Y HERTEL, J. (2004). Surface electromyography activity of the abdominal muscles during pelvic-tilt and abdominal-hollowing exercises. *Journal of athletic training*, 39(1), 32-36.

GARCÍA, I. C. Y MARTÍNEZ, A. E. (2015). Determining factors in the performance of hiking in dinghy sailing: a literature review. *European Journal of Human Movement*, 34, 15-33.

GO SAIL. (2017). *Optimist Sailing Dinghy*. UK: Go Sail.co.uk. Recuperado de <https://www.go-sail.co.uk/optimist-sailing-dinghy/>

HERMENS, H. J.; FRERIKS, B.; DISSELHORST-KUG, C.; RAU, G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of electromyography and Kinesiology*, 10(5), 361-374. doi: 10.1016/S1050-6411(00)00027-4



LICERAS, J. M. (2009). *Fundamentos para la preparación física en vela infantil* (Tesis de grado). Valencia, España.

MAISETTI, O.; BOYAS, S. Y GUÉVEL, A. (2006). Specific neuromuscular responses of high skilled laser sailors during a multi-joint posture sustained until exhaustion. *International journal of sports medicine*, 27(12), 968-975. doi: 10.1055/s-2006-923893

MCGILL, S.; JUKER, D. Y KROPE, P. (2006). Appropriately placed surface EMG electrodes reflect deep muscle activity (psoas, quadratus lumborum, abdominal wall) in the lumbar spine. *Journal of biomechanics*, 29(11), 1503-1507. doi: 10.1016/0021-9290(96)84547-7

SEKULIC, D.; MEDVED, V. Y RAUSAVLJEVI, N. (2006). EMG analysis of muscle load during simulation of characteristic postures in dinghy sailing. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 46(1), 20-27.

TAN, C. C. R.; TOH, J. Y.; LIAO, K.; XIE, W. (2011). *Investigation of Electromyography of Major Muscle Groups While Hiking out During Sailing on Both Land and Water*. En J. P. Vilas-Boas, L.; Machado, W. Kim, y A. P. Veloso (Ed.), 29 International Conference on Biomechanics in Sports (pp. 711-714). Porto, Portugal: ISBS - Conference Proceedings Archive.

Tejada Medina, V. (2013). *Análisis de las variables antropométricas y su influencia sobre el rendimiento deportivo en regatistas de la clase optimist de vela*. (Tesis doctoral). Universidad de Granada, Granada, España. Recuperado de <http://digibug.ugr.es/handle/10481/24775#.WniyxajblU>

WEE, W.; BURNETT, A.; OH, W.; LIM, J. Y TAN, K. (2010). *Levels of muscle activation in strength and conditioning exercises and dynamometer hiking in junior sailors*. En R. Jensen, W. Ebben, E. Petushek, C. Richter y K. Roemer (Ed.), 28 International Conference on Biomechanics in Sports. Marquette, Michigan, USA: ISBS - Conference Proceedings Archive.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Intendencia de Paysandú, que nos permitió hacer los experimentos en la piscina del complejo Municipal “Irene Sosa”. Agradecemos dos anónimos revisores para los comentarios y sugerencias, que contribuyeron a mejorar el texto de este artículo.

## ANEXO 1

### Calentamiento

- Movimientos articulares: brazos, hombros, rodillas, tobillos, cadera y cuello.
- Trote con consignas:
  - salto con extensión
  - levanto brazo y rodilla contraria
  - galopas laterales
  - Burpee
- Abdominales (3 series de 15):
  - comunes
  - oblicuos
  - elevación de caderas
  - el cien
- Lumbares (3 series de 15): - comunes (manos en la cola y manos en la nuca)
  - Buen día (con mancuerna o barra)
  - Coordinación de escalera: - Pase libre
  - Skipping
  - Salto bipodal, sentadilla afuera
  - Afuera hacia un costado y dentro, avanzando al cuadrado y adentro llevando siempre los pies juntos uno detrás del otro
    - Salto bipodal, piernas separadas uno adentro y otro afuera, avanzando y cambiando la pierna adentro
    - Igual al anterior, el pie de adentro más retrasado que el de afuera (avanza con el de afuera)