

Estudio de la cinemática del movimiento y comparación termográfica de las extremidades superiores en nadadores con hombro doloroso y un grupo control

Diana Nohemi Santillana-Camargo¹, Carlos Villaseñor-Mora¹,
Israel Miguel-Andres², Gracia López-Contreras³,
Raúl Arellano-Colomina³

¹ Universidad de Guanajuato,
Departamento de Ingeniería Física,
División de Ciencias e Ingenierías,
México

² Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas,
Laboratorio de biomecánica,
México

³ Universidad de Granada,
Aquatics Lab,
CIATEC,
México

dn.santillanacamargo@ugto.mx

Resumen. El dolor de hombro es una consecuencia que muchos de los nadadores presentan en su trayectoria deportiva debido a la exposición de entrenamientos de larga duración y/o intensidad. Cuando este dolor se agrava, los nadadores deben disminuir su carga de entrenamiento, pudiendo afectar los resultados de las competencias más próximas o simplemente inhabilitarse de estas. Se empleó una cámara FLIR ONE para la captura de energía irradiada en tres momentos a lo largo del entrenamiento de alta intensidad: antes de ingresar a la alberca, después de finalizar el entrenamiento y 10 minutos después de finalizar el entrenamiento. Para el análisis de trayectoria de brazada subacuática se utilizaron dos cámaras GoPro colocadas en la vista lateral derecha e izquierda de una piscina contracorriente de 4.68m de largo y 2.75m de ancho, en donde el nadador realizó los movimientos necesarios en un tiempo aproximado de un minuto, y por medio de marcadores colocados en sus extremidades superiores, se logró visualizar la cinemática de brazada. Se observó mayor energía irradiada en el músculo deltoides anterior, lateral y posterior del hombro que los nadadores no reportaron dolor en la segunda toma de energía, demostrando que los nadadores con dolor en el hombro tienden a sobreproteger el hombro doloroso cargando mayor fuerza en el hombro contrario y, por ende, comprometiendo la integridad del hombro sano, al contrario del hombro que presenta dolor.

Palabras clave: Termografía, natación, lesión, hombro.

Study of Movement Kinematics and Thermographic Comparison of the Upper Extremities in Swimmers with Painful Shoulder and a Control Group

Abstract. Shoulder pain is a consequence that many swimmers experience in their sporting career due to exposure to long duration and/or intensity training. When this pain worsens, swimmers must reduce their training load, which may affect the results of the closest competitions or simply disqualify themselves from them. A FLIR ONE camera was used to capture radiated energy at three times throughout the high intensity training: before entering the pool, after finishing the training, and 10 minutes after finishing the training. For the underwater stroke trajectory analysis, two GoPro cameras were used, placed in the right and left lateral view of a countercurrent pool 4.68m long and 2.75m wide, where the swimmer performed the necessary movements in an approximate time of one hour. minute, and by means of markers placed on their upper extremities, the stroke kinematics were visualized. Greater radiated energy was observed in the anterior, lateral and posterior deltoid muscles of the shoulder that the swimmers did not report pain in the second energy intake, demonstrating that swimmers with shoulder pain tend to overprotect the painful shoulder by loading greater force on the shoulder. contrary and, therefore, compromising the integrity of the healthy shoulder, unlike the shoulder that presents pain.

Keywords: Thermography, swimming, injury, shoulder.

1. Introducción

El movimiento repetitivo del hombro puede causar microlesiones (daños de menor gravedad en el tejido que comprende el área del hombro). Los nadadores de élite pueden nadar entre 8-20km por día utilizando la brazada de estilo libre (crol), considerando de 8-10 ciclos de brazadas por cada 25 metros, un nadador completa aproximadamente 350,000 rotaciones del hombro a la semana. Este tipo de práctica predispone a dolor de hombro, íntimamente relacionado con la cantidad de entrenamiento y el total de años de práctica [1].

El hombro doloroso en nadadores de élite afecta directamente su desempeño competitivo, una mala técnica efectuada afecta la velocidad y tiempo que realizan durante una prueba. Para tratar de corregir una mala técnica de nado y disminuir la incidencia del síndrome de hombro del nadador, se recurre a la biomecánica deportiva, la cual estudia la anatomía funcional para prevenir lesiones causadas por movimientos realizados de manera incorrecta [2], sin embargo, se desea contar con una prueba, que permita identificar si el nadador está empleando una mala técnica o sufre de dolor, a través de mecanismos libres de subjetividad por parte del evaluador y del nadador.

Debido a lo anterior, el objetivo de esta investigación es estudiar la radiación térmica y la cinemática de los movimientos del hombro (articulación glenohumeral), de un grupo de nadadores que sufren lesión en esta articulación y compararla con la de un grupo control de nadadores sin lesión para corroborar si existe variación de la energía emitida por los hombros de aquellos nadadores que presentan dolor y de aquellos que se consideraron del grupo control.

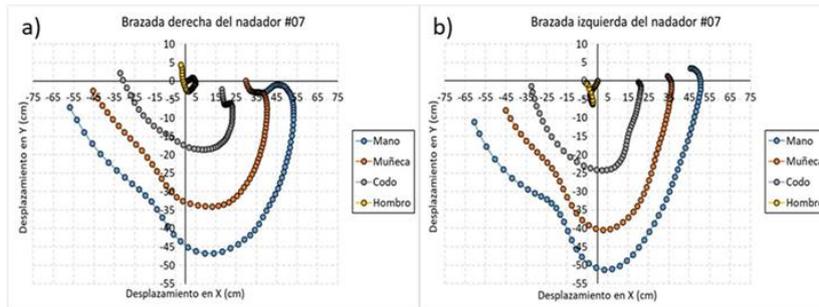


Fig. 1. a) Brazada derecha y, b) brazada izquierda de un participante juvenil masculino.

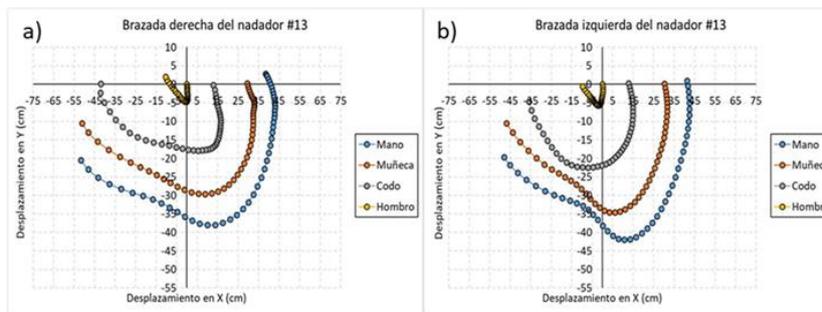


Fig. 2. a) Brazada derecha y, b) brazada izquierda de un participante juvenil femenino.

2. Objetivo

Analizar las diferencias en la energía del deltoides en el hombro no lesionado de los nadadores que presentan hombro doloroso en comparación con un grupo control de nadadores sanos.

3. Materiales y métodos

En la presente investigación se adquirieron imágenes infrarrojas utilizando una cámara FLIR ONE en un cuarto oscuro, en donde la temperatura permanece constante a lo largo del estudio, una vez que el participante llegó y se adaptó a la temperatura del área del estudio, se colocó la cámara en un trípode a la altura del torso de cada participante, de modo que se abarcara en la imagen: el torso completo y las extremidades superiores; para la primer toma (antes del entrenamiento) solo le pidió al participante que se colocara en posición, para la segunda toma (justo cuando terminó su entrenamiento) se le pidió que se secara lo mejor posible sin frotarse con la toalla, se esperó 10 minutos en el área de estudio y se adquirió la tercera toma termográfica.

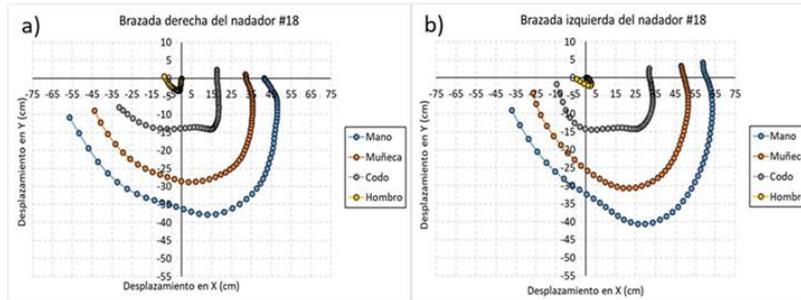


Fig. 3. a) Brazada derecha y, b) brazada izquierda de un participante juvenil masculino.

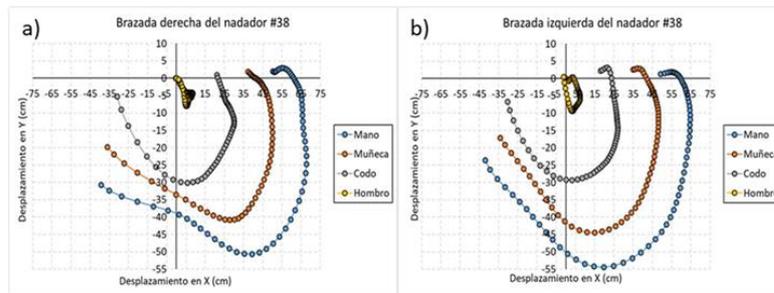


Fig. 4. a) Brazada derecha y, b) brazada izquierda de un participante máster masculino.

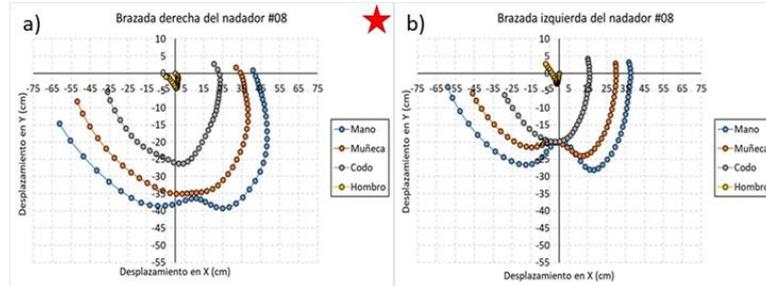


Fig. 5. a) Brazada derecha y, b) brazada izquierda de un participante juvenil masculino del grupo patológico derecho.

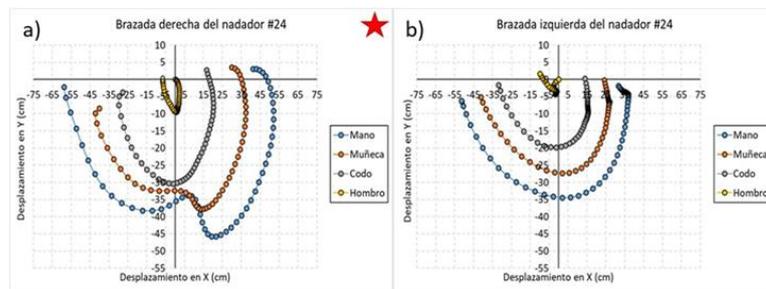


Fig. 6. a) Brazada derecha y, b) brazada izquierda de un participante máster masculino del grupo patológico derecho.

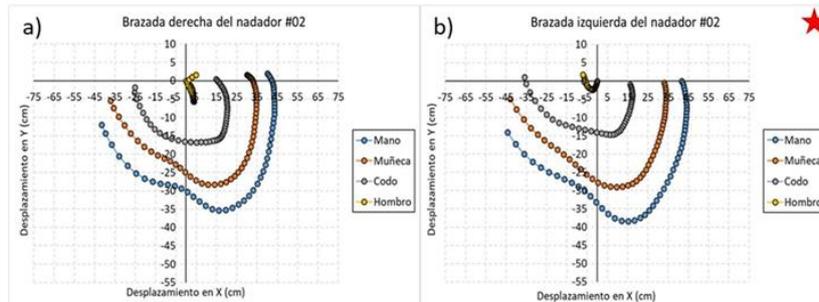


Fig. 7. a) Brazada derecha y, b) brazada izquierda de un participante juvenil masculino del grupo patológico izquierdo.

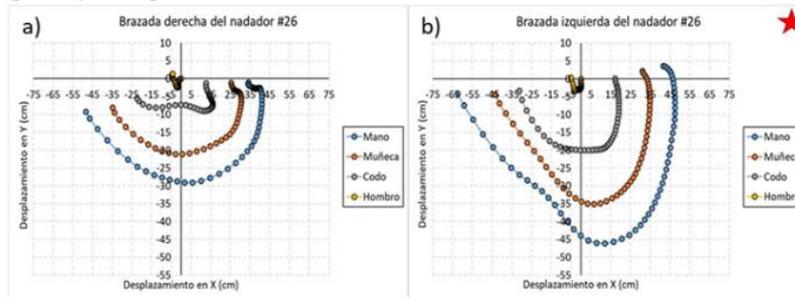


Fig. 8. a) Brazada derecha y, b) brazada izquierda de un participante máster femenino del grupo patológico izquierdo.

Para el análisis de trayectoria de las brazadas subacuáticas se colocaron cuatro marcadores por brazo a cada nadador en las extremidades superiores (en el hombro, codo, muñeca y dedo meñique) y se utilizaron dos cámaras GoPro, que fueron colocadas a los laterales de una piscina contracorriente que cuenta con 4.68 metros de largo y 2.75 metros de ancho.

Para el procesamiento de imágenes infrarrojas se utilizó MATLAB y los datos obtenidos de energías fueron extraídos a EXCEL para realizar la normalización de datos, obtener promedios y desviaciones estándar.

Para el procesamiento de datos de las brazadas subacuáticas se utilizó Kinovea-0.9.5 para marcar la trayectoria 'frame' por 'frame', e igualmente los puntos de las posiciones de los marcadores en las trayectorias fueron extraídos a EXCEL.

4. Resultados

Se observó que las trayectorias de los nadadores del grupo control presentan un comportamiento como los que se muestran en la Figura 1, la Figura 2, la Figura 3 y, la Figura 4.

Mientras que los nadadores que presentan dolor en alguno de sus hombros realizan la brazada más corta y menos profunda en el brazo que no presentan dolor como se observa en la Figura 5 y en la Figura 6 como muestra de dos casos de

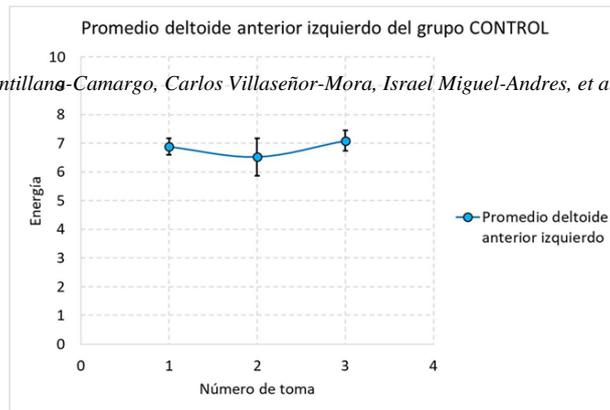


Fig. 9. Promedio de energías del músculo deltoides anterior izquierdo de los nadadores del grupo control.

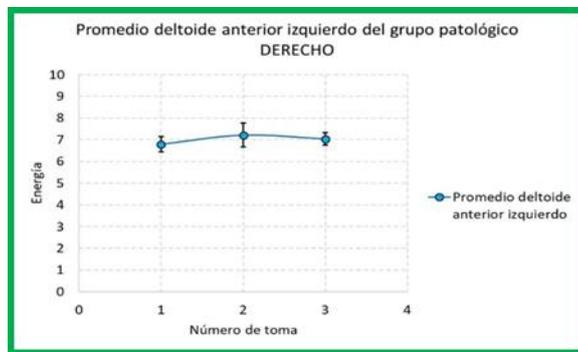


Fig. 10. Promedio de energías del músculo deltoides anterior izquierdo de los nadadores con dolor en el hombro derecho.

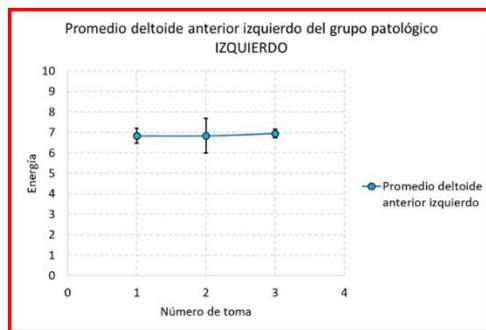


Fig. 11. Promedio de energías del músculo deltoides anterior izquierdo de los nadadores con dolor en el hombro izquierdo.

nadadores que pertenecen al grupo patológico derecho. En otros casos similares, en la Figura 7 y en la Figura 8 se muestran otros dos casos que pertenecen al grupo patológico izquierdo. Las trayectorias del brazo donde han indicado presentar dolor han sido marcadas con una estrella.

Se observó mayor cantidad de energía irradiada en la segunda toma del hombro en el que los nadadores no reportaron presentar dolor, como se observa en la Figura 9, la Figura 10 y en la Figura 11.

5. Conclusiones

Realizar un análisis biomecánico de brazada de nadadores en una piscina contracorriente es viable mientras exista una normalización de datos, ya que la fuerza de cada nadador varía, por lo que dentro de la piscina (a pesar de que nadan en un punto fijo) pueden presentar un ligero desplazamiento hacia adelante o hacia atrás entre brazadas, pero una vez siendo normalizados estos datos podemos hacer una comparación de trayectorias entre todos los participantes.

Los nadadores que presentan dolor en el hombro realizan una técnica de brazada más apegada a lo “normal” o al estándar, mientras que en el brazo que no presentan dolor realizan una brazada menos profunda. En el análisis del tiempo de brazada no se observó una diferencia significativa, ya que el grupo control tiene una mínima diferencia de tiempo entre brazadas derechas e izquierdas, pero en ambos grupos patológicos la brazada derecha fue más rápida.

La termografía como método de prevención y/o detección de hombro doloroso en nadadores, aunado al análisis de las trayectorias de brazada subacuática de los nadadores, logra analizar la relación que existe entre una mala técnica de brazada con la inflamación de los músculos que cubren el manguito rotador (deltoides anterior, deltoides posterior y deltoides lateral).

En este estudio fue interesante observar que la energía (calor en el músculo) presentó un aumento después de realizar un entrenamiento intenso en el hombro contrario al que los participantes indicaron presentar dolor, se concluye que manifiesta de esta manera debido a que existe una sobrecarga por compensación en el hombro no lesionado, lo que conlleva a que este trabaje más e irradie más energía. Mientras que el hombro lesionado presenta un comportamiento similar al del grupo control en especial en el músculo deltoides anterior izquierdo del grupo patológico izquierdo, ya que estadísticamente en esta región muscular existe una diferencia significativa.

Referencias

1. Fernández, J. C., Aravena, R. E., Verdugo, R. L., Galaz, G. T., Rex, F. S.: Análisis de la rotación interna y externa de la articulación glenohumeral y su relación con el dolor de hombro en nadadores de élite. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, vol. 3, no. 3, pp. 92–97 (2010)
2. Rodríguez-Esparza, E., Mejía-Rodríguez, A. R., Mendoza-Gutiérrez, M. O.: Detección y análisis de trayectorias 2D de la brazada de crol para evaluación comparativa de la técnica de nado. In: *Memorias del Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica*, vol. 4, no. 1, pp. 150–153 (2017)