FENÓMENO DE COACTIVACIÓN MUSCULAR DURANTE CONTRACCIONES ISOMÉTRICAS MÁXIMAS

Por: Castellanos-Betancourth Libny, Chaverri-Benavides María Fernanda, Granados-Sánchez Valeria, Rojas-Pérez Bárbara, Vega-Salazar Gastón. / Estudiantes de Medicina UCIMED

Recibido:16/1/19
Publicado: 20/2/19

RESUMEN

Está investigación tiene como finalidad comparar la actividad eléctrica de los músculos antagonistas: tríceps y bíceps braquial, al realizar contracciones isométricas máximas. Se utilizó la técnica electromiográfica para medir la actividad eléctrica de dichos músculos. En los resultados se notó que tanto en la contracción isométrica del bíceps como en la contracción isométrica del tríceps hay activación de ambos músculos. Según la integración de distintos mecanismos fisiológicos tales como: el funcionamiento de control motor, reflejo miotático inverso en coordinación con el cerebelo, corteza cerebral y médula espinal, se concluye que la actividad eléctrica observada en el músculo agonista es mayor en ambos casos debido a un mayor reclutamiento de fibras musculares, presentando una diferencia estadísticamente significativa respecto al antagonista.

DESCRIPTORES: Coactivación muscular, contracción isométrica, reflejo miotático inverso, control motor, cerebelo.

INTRODUCCIÓN

La coactivación de músculos antagonistas es el mecanismo observado al realizar movimientos voluntarios.[1] Por medio de este fenómeno se observa que al colocar un estímulo externo se produce la activación directa del músculo agonista, el cual ejerce la fuerza necesaria para llevar a cabo el movimiento, a la vez, se genera una contribución de su antagonista, que es el que realiza la función controladora de la acción, impidiendo lesiones. [2, 3]

La utilización de la técnica de electromiografía (EMG) aporta información acerca del estado fisiológico de los músculos y nervios que se activan según la actividad realizada, permitiendo así evaluar los fenómenos de coactivación muscular. Esta a su vez es empleada en diversas investigaciones con el fin de identificar posibles trastornos neuromusculares en los pacientes.[4]

La activación del músculo antagonista debe estar regulada, puesto que un exceso en su coactivación es claramente perjudicial al realizar el movimiento, ya que si esta se genera provocaría una alteración en la correcta activación del músculo agonista, provocando así un déficit en la acción a ejecutar. [5]

De acuerdo con la revisión bibliográfica, la coactivación muscular con patrones adecuados y coordinados entre los músculos, proporciona estabilidad y rigidez a las estructuras del sitio anatómico a considerar, por lo que, la constancia de ciertas funciones se ve reducida si dicha coactivación presenta alteraciones, producto de posibles trastornos neurológicos, o diferencias en la actividad física realizada por las personas a valorar, ya que el ejercicio confiere una adaptación que produce una respuesta muscular diferente. [6]

Esta investigación compara la diferencia en la actividad eléctrica que se genera en los músculos bíceps y tríceps braquial en el fenómeno de coactivación muscular durante contracciones isométricas máximas, al realizar acciones comunes de la vida cotidiana especialmente si estas son fuertes y rápidas. [5]

Por lo tanto, el objetivo es comparar la actividad eléctrica de los músculos antagonistas: tríceps y bíceps braquial, al realizar contracciones isométricas máximas, en estudiantes de Medicina del curso de Fisiología, cuyas edades oscilan entre los 18 y 25 años de edad, de la Universidad de Ciencias Médicas durante el segundo periodo del año 2018.

MÉTODO

Protocolo experimental: Se utilizó la técnica electromiográfica para medir la actividad eléctrica de los músculos tríceps y bíceps braquial. Se colocan electrodos en estos músculos y en la cara interna de la muñeca. Para la medición de la actividad eléctrica

CC BY ND NC

del bíceps braquial se le solicitó al voluntario sentarse en una posición relajada, con su codo en 90° y las manos en posición supina por debajo de la mesa del laboratorio. Primero se registraron 5 segundos en reposo y seguidamente el sujeto experimental realizó una contracción isométrica máxima de 5 segundos. Posteriormente se repitió el mismo procedimiento pero con las manos por encima de la mesa del laboratorio, esto para la medición de la actividad eléctrica del tríceps braquial.

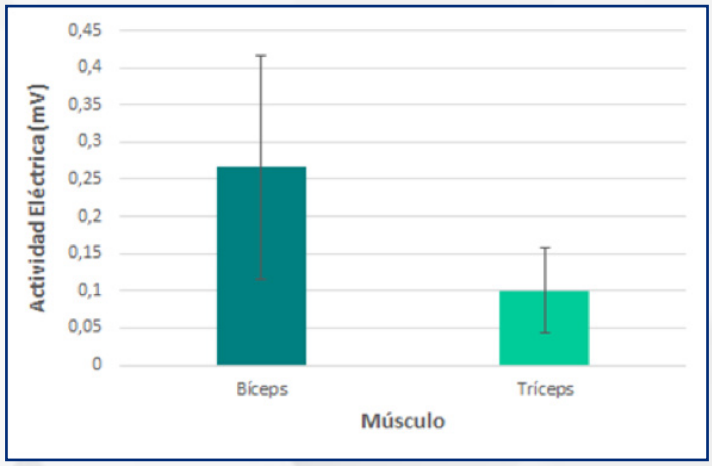

Figura 2. Promedio y desviación estándar de la actividad eléctrica de los músculos bíceps y tríceps braquial durante la contracción isométrica máxima del bíceps braquial. (t: 5,07, P (T<=t) dos colas 0,00011204 Grado de libertad: 16)

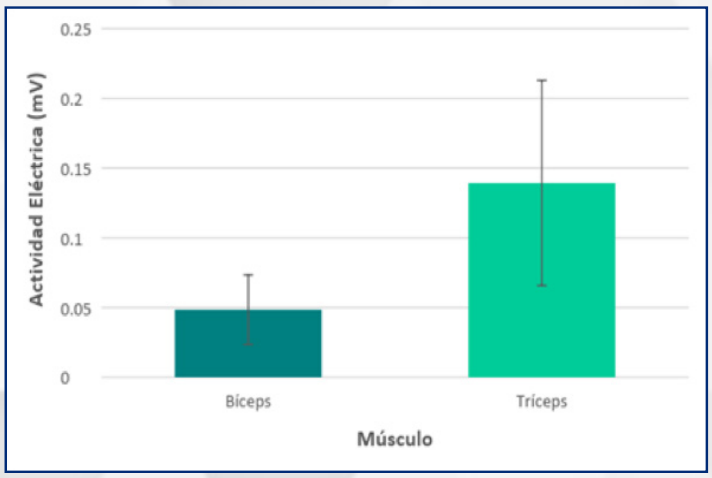

Figura 3. Promedio y desviación estándar de la actividad eléctrica de los músculos bíceps y tríceps braquial durante la contracción isométrica máxima del tríceps braquial. (T: -5,61, P (T<=t) dos colas 0,00003866, Grado de libertad: 16

Con el objetivo de evaluar el fenómeno de coactivación entre músculos antagonistas se cuantificó la actividad eléctrica del bíceps y el tríceps braquial al realizar una contracción isométrica máxima de cada uno de ellos. Se documentó una gran variabilidad en la actividad eléctrica en todas las contracciones, lo cual es atribuible a las diferencias de sexo, ejercitamiento previo y motivación personal.

Además, se observó que tanto en la contracción isométrica del bíceps (Figura 2) como en la contracción isométrica del tríceps (Figura 3) hay activación de ambos músculos. Sin embargo, la actividad eléctrica observada en el músculo agonista es mayor en ambos casos, presentando una diferencia estadísticamente significativa respecto al antagonista.

Estos resultados exponen que claramente existe actividad eléctrica tanto del bíceps como del tríceps braquial (músculos antagonistas) al realizar una contracción isométrica máxima de cualquiera de los dos músculos, confirmando que los valores experimentales obtenidos en nuestros reportes concuerdan con los datos previamente establecidos.[3]

DISCUSIÓN

Estos resultados se explican debido al control motor que se realiza en la corteza cerebral por medio de tres mecanismos: 1) la vía piramidal, la cual es esencial para el control de los movimientos voluntarios, en este caso la contracción del músculo agonista; 2) El cerebelo: se encarga de integrar el plan motor generado por la corteza cerebral con la información propioceptiva, y de esta manera modular y coordinar los movimientos a ejecutar [7,8] y por último, 3) La acción del reflejo miotático inverso, ya que tiene un carácter plenamente inhibidor, por lo tanto, aporta un mecanismo de retroalimentación negativa que impide la producción de una tensión excesiva en el músculo agonista. Todos estos mecanismos se incorporan en la médula espinal y se evidencian con la coactivación muscular.[9, 10]

La planeación del movimiento se inicia en la corteza cerebral y ganglios basales. Cuando se realiza un movimiento la zona intermedia de cada hemisferio cerebeloso recibe dos tipos de datos: 1) información procedente de la corteza cerebral motora y del núcleo rojo mesencefálico, que avisa al cerebelo sobre el plan de movimiento secuencial pretendido

durante las fracciones de segundo siguientes, e 2) información de retroalimentación procedente de las porciones periféricas del cuerpo, nn especial de los propioceptores distales (Órganos tendinosos de Golgi) de las extremidades, que transmite al cerebelo los movimientos reales resultantes. Una vez que la zona intermedia del cerebelo ha comparado los movimientos deseados con los movimientos reales, las células nucleares profundas del núcleo interpuesto envían unas señales eferentes correctoras: 1) de vuelta hacia la corteza cerebral motora a través de los núcleos de relevo en el tálamo, y 2) hacia la porción magnocelular (inferior) del núcleo rojo que da origen al fascículo rubroespinal. Este último, a su vez, se suma al fascículo corticoespinal junto con la información de los reflejos (miotático o miotático inverso) en su inervación de las motoneuronas más laterales contenidas en las astas anteriores de la sustancia gris de la médula espinal, las células que controlan las partes distales de las extremidades. [11]

Las motoneuronas alfa son las encargadas de reclutar las fibras musculares para cada músculo (agonista y antagonista) de acuerdo con su grado de activación procedente de la información del cerebelo y corteza cerebral, y es gracias al balance entre esos dos, que se da la ejecución del movimiento de una manera precisa.[12]

El reflejo miotático inverso, se origina por el aumento en la tensión generada sobre el tendón del músculo agonista, el cual es censado por el Órgano de Golgi; la información generada por este es transmitida a través de una fibra nerviosa aferente hacia el asta posterior de la médula espinal, esta se bifurca y llega a la lámina 8 donde actúa sobre una interneurona excitatoria y una inhibitoria. Cuando se activa la interneurona excitatoria, esta estimula a la motoneurona alfa inhibitoria del músculo agonista, causando su relajación. Además, cuando se activa la interneurona inhibitoria, esta inhibe a la motoneurona alfa inhibitoria del músculo antagonista, produciendo la contracción de este.[11, 13]
Las unidades motoras pueden activarse en diferentes momentos de la contracción muscular, esto depende del reclutamiento de diferentes unidades motoras (UM).
Las propiedades contráctiles de las fibras musculares varían entre los tipos de fibras, por lo que es probable que la fuerza desarrollada por un músculo entero dependa de los patrones de reclutamiento y de las propiedades contráctiles de las diferentes fibras del músculo.[14]

CC BY ND NC