

## FUNCIÓN MUSCULAR

### Ponente:

Dr. Joaquim Gea

*Servicio de Neumología, Unidad de Investigación en Músculo y Aparato Respiratorio. Hospital del Mar – IMIM. Departamento CEXS, Universidad Pompeu Fabra. Barcelona.*

### Resumen

Los *músculos* y sus propiedades contráctiles son elementos fundamentales en el desarrollo de nuestra especie. Por un lado facilitan la deambulación, la manipulación de objetos y nuestra vida de relación. Por otro, están en la base de funciones tan relevantes fisiológicamente como la contracción cardíaca o la ventilación.

Las propiedades contráctiles se deben a la estructura de la unidad funcional muscular, la *sarcómera*. Esta estructura está fundamentalmente constituida por unos filamentos gruesos, formados por moléculas de *actina*, y otros delgados, formados por *miosina*. El desplazamiento de unos sobre otros, consumiendo energía, es la base mecánica de la contracción. Esta última se caracteriza por el desarrollo de *tensión muscular*. Las contracciones pueden ser de varios tipos. Si se produce cambio de longitud al generarse la tensión, se denominan *isotónicas*, subdividiéndose en *concéntricas* y *excéntricas*, según exista acortamiento desde posición de reposo, o combinación de alargamiento y acortamiento, respectivamente. Cuando no existe cambio de longitud, la contracción se denomina *isométrica*. La velocidad contráctil no suele ser constante; si lo fuese, se denominará contracción *isocinética*.

Entre las propiedades evaluables de un músculo destaca la *fuerza*, o expresión mecánica de una contracción máxima. La *resistencia* por el contrario, es la capacidad de mantener una actividad contráctil submáxima en el tiempo. Este concepto se halla íntimamente relacionado con el de *reserva ante la fatiga*. Se define como *fatiga* la incapacidad temporal de realizar la función contráctil (*fracaso mecánico*). Es reversible con el *reposo*, y no debe confundirse con la *debilidad*. Esta última sería la incapacidad permanente de realizar un esfuerzo contráctil

adecuado. Una última propiedad muscular, la *coordinación*, expresaría la necesidad de armonizar las contracciones de diversos elementos musculares.

La *fuerza de un músculo o grupo muscular* depende fundamentalmente de su *masa*, que a su vez dependerá del tamaño y número de sus fibras. Es un elemento fuertemente ligado a factores hormonales, como los andrógenos. También tiene que ver con la longitud a que el músculo realiza la contracción y con su composición íntima (celular y molecular). La fuerza de los músculos de las extremidades puede evaluarse a través de la *dinamometría*, siendo especialmente útil la determinación de la fuerza prensil de la mano (*handgrip*) y la fuerza del cuádriceps. En el caso de los músculos respiratorios, no es posible la determinación directa de la tensión o la fuerza, lo que lleva a utilizar las presiones respiratorias máximas como expresión de las primeras. La determinación de las *presiones inspiratoria y espiratoria máximas en boca* es el método más utilizado para explorar la función muscular inspiratoria y espiratoria, respectivamente. Pero las presiones máximas pueden también obtenerse en vías nasales, esófago y estómago. Las dos últimas permiten además determinar la presión generada por el diafragma (*presión trasndiafragmática*), que es el principal músculo respiratorio (al menos, en sujetos sanos y en reposo). Si el sujeto no puede colaborar, son de utilidad las maniobras de *estimulación eléctrica* y, sobre todo, de *estimulación magnética* (presiones *twitch*). Estas técnicas permiten despolarizar las estructuras nerviosas implicadas en el control de los músculos respiratorios y conseguir así maniobras máximas no voluntarias. Por otra parte, además de recoger la respuesta mecánica en forma de presión, también es posible evaluar la conducta muscular a través de técnicas electrofisiológicas. El *electromiograma* (EMG) permite tener una valoración cualitativa y cuantitativa de la actividad muscular, aunque su interpretación requiere una formación muy específica.

A su vez, la *resistencia muscular* depende de la *capacidad aeróbica* y sus distintos elementos. Es decir, la capacidad del sistema para transportar y entregar oxígeno a un músculo (intercambio pulmonar de gases, función cardiaca, contenido de hemoglobina y saturación de ésta, y perfusión local apropiados), y la del propio músculo en utilizar el gas que le ha sido entregado (tipos fibrilares, actividad enzimática en las vías aeróbicas, presencia de sustratos

metabólicos adecuados). La resistencia puede determinarse en todo tipo de músculos. En general su evaluación se realiza a partir de la repetición de *maniobras submáximas* hasta el fracaso. Puede realizarse bajo la forma de *cargas incrementales* o con una *carga sostenida*. La segunda opción es probablemente más representativa de la resistencia, al expresarla en términos de tiempo. La reserva ante la fatiga puede aproximarse con la determinación del índice *tensión-tiempo de un músculo*. Este índice relaciona por un lado, la intensidad de la contracción que se realiza como trabajo habitual con la contracción máxima que el músculo es capaz de realizar; y por otro, el tiempo dedicado a la contracción respecto del período de reposo. Es aplicable a músculos tanto respiratorios como de las extremidades, aunque se ha utilizado más en los primeros. Para muchos autores, el fracaso mecánico (incapacidad de realizar una tarea contráctil) no es suficiente como para definir fatiga, siendo necesaria la presencia de una serie de criterios EMG, como los cambios en la *frecuencia centroide* o la *RMS (root mean square)*. La sofisticación de estas técnicas, sin embargo, las restringe al ámbito experimental.

Finalmente, existen métodos indirectos para evaluar la función muscular. Un ejemplo sería la *ventilación voluntaria máxima (VVM)*, en el caso de los músculos respiratorios; y los *síntomas* o la *distancia recorrida* en las pruebas de esfuerzo, en el caso de los músculos de las extremidades inferiores. Aunque pueden ser métodos válidos en la detección del problema y en su evaluación inicial, carecen de especificidad y deben siempre complementarse con las técnicas reseñadas anteriormente.

La evaluación de la función muscular, de sus diferentes propiedades y en los diversos grupos musculares no es un tema académico. Cada paciente particular posee un perfil único en su grado y extensión de la afectación, por lo que debe ser evaluado individualizadamente. Esto permitirá dirigir después un proceso rehabilitador adecuado a sus propias características, que pueda mejorarle sus síntomas y calidad de vida.