

CAPÍTULO

EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO MUSCULAR

Sandra Milena Jiménez Cortés

Estudiante de fisioterapia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4084-1280>

Universidad Santiago de Cali

Correo: sandra.jimenez03@usc.edu.co

Arisley Correa Castillo

Estudiante de fisioterapia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3042-3587>

Universidad Santiago de Cali

Correo: arisley.correa00@usc.edu.co

Geraldine Ruiz Guerrero

Estudiante de fisioterapia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1939-8015>

Universidad Santiago de Cali

Correo: geraldine.ruiz00@usc.edu.co

Nathali Carvajal Tello

Fisioterapeuta, Especialista en Fisioterapia Cardiopulmonar,

Magister en Alta Dirección de Servicios Educativos

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5930-7934>

Universidad Santiago de Cali

Correo: nathali.carvajal00@usc.edu.co

Cita este capítulo

Jiménez Cortés SJ, Correa Castillo A, Sánchez Montoya, L, Ruiz Guerrero G, Carvajal Tello N. Evaluación del desempeño muscular. En: Pérafan González DP. Valoración

de la función musculoesquelética. Cali, Colombia: Universidad Santiago de Cali; 2021. p.

RESUMEN:

Introducción: La evaluación del desempeño muscular tiene como objetivo evaluar la capacidad que tiene una persona para efectuar un movimiento completo o mantener una posición determinada, valorando así la capacidad de generar dicha fuerza y desplazar el cuerpo contra la gravedad controlando el desarrollo del ejercicio en los cambios de productividad, mantener la fuerza y la potencia del funcionamiento que tiene un individuo y finalmente valorar la integridad de unidades motoras. En este capítulo se realiza la respectiva descripción de la evaluación del desempeño muscular, dando a conocer los diferentes métodos, luego se procede a exponer la evidencia científica del tema. **Materiales y Métodos:** Se hizo una revisión bibliográfica de artículos y libros de texto relacionados con la evaluación del desempeño muscular, con la combinación de los términos Mesh: Muscular strength and endurance, movement and contractility, muscular strength and excitability. La clasificación de los artículos incluyó un total de 20 artículos de tipo descriptivos, cualitativos y revisiones sistemáticas. Se realizó la búsqueda en diferentes bases de datos como Scopus, Google académico y Scielo. Se realizaron consultas en la biblioteca Santiago Copete de la Universidad Santiago de Cali. **Resultados:** Posterior a la búsqueda bibliográfica se incluyen artículos y libros de texto donde se evidenció la efectividad sobre la aplicación de métodos de evaluación del desempeño muscular en poblaciones específicas como niños, adultos mayores, mujeres embarazadas y deportistas de alto rendimiento, se excluyeron artículos que no evidenciaban la aplicación específica de los métodos de evaluación del desempeño muscular. **Conclusión:** Para evaluar la fuerza muscular existen diferentes métodos como son: isométrico, isotónico e isocinético en diferentes poblaciones como en niños, mujeres gestantes, adultos mayores y deportistas de alto rendimiento, donde la evaluación isocinética con 1RM se destaca como una herramienta de evaluación que se puede aplicar de forma directa e indirecta como prueba válida para la estimación de la fuerza máxima.

PALABRAS CLAVES: Fuerza muscular, resistencia, movimiento, contractilidad, excitabilidad.

ABSTRACT:

Introduction: The evaluation of muscle performance aims to assess the ability of a person to perform a complete movement or maintain a certain position, thus assessing the ability to generate such force and move the body against gravity by controlling the development of exercise in productivity changes, maintain the strength and power of the functioning that an individual has and finally assess the integrity of motor units. In this chapter, the respective description of the evaluation of muscular performance is made, making known the different methods, then the scientific evidence on the subject is presented. **Materials and Methods:** A bibliographic review was made of articles and textbooks related to the evaluation of muscular performance, with the combination of the terms Mesh: Muscular strength and endurance, movement and contractility, muscular strength and excitability. The classification of the articles included a total of 20 descriptive, qualitative and systematic review articles. The search was carried out in different databases such as Scopus, Google Scholar and Scielo. **Results:** After the bibliographic search, articles and textbooks were included where the effectiveness of the application of muscle performance assessment methods in specific populations such as children, older adults, pregnant women and high performance athletes was evidenced, articles that did not show the specific application of muscle performance assessment methods were excluded. **Conclusion:** To evaluate muscle strength there are different methods such as: isometric, isotonic and isokinetic in different populations such as children, pregnant women, older adults and high performance athletes, where the isokinetic evaluation with 1RM stands out as an evaluation tool that can be applied directly and indirectly as a valid test for the estimation of maximum strength.

KEYWORDS: Muscular strength, endurance, movement, contractility, excitability.

PROPÓSITO DEL CAPÍTULO

El presente capítulo del libro tiene como propósito establecer los diferentes tipos de método de evaluación del desempeño muscular en poblaciones especiales como, niños, deportistas de alto rendimiento, adultos mayores y embarazadas. De igual manera desarrollar conocimientos acerca de los métodos de desempeño muscular, reconocer e identificar los diferentes métodos de valoración y el análisis de los tipos

de ejercicios de fuerza muscular basados en la evidencia científica en estas poblaciones.

INTRODUCCIÓN:

En el presente capítulo en primer lugar, se establecen diferentes conceptos y métodos de evaluación partiendo desde la guía de la Asociación Americana de Terapia Física (APTA), basado en esto puede definirse el desempeño muscular como la capacidad que tiene un músculo de realizar un trabajo, es decir, generando fuerzas. También, se incluyen los referentes de anatomía macroscópica y microscópica y la fisiología de la contracción muscular.

En segundo lugar, se mencionan métodos de evaluación del desempeño muscular las cuales se aplican por efectos directos e indirectos de la fuerza, métodos isométrico, isocinético, dinamometría y el salto vertical. Además, se describen los procedimientos basados en la evaluación de la fuerza muscular. Estos se dividen en diferentes activaciones concéntricas, excéntricas e isométricas, como la tensión máxima, fuerza explosiva y la fuerza explosiva máxima. Por otro lado, se encuentra el isoinercial, el cuál mide la fuerza dinámica máxima y relativa, movimientos activos sin cargas complementarias de medida, pesos libres medidos con el dispositivo de medida directa de fuerza isométrica y dispositivos de fuerza. También, se describe la medición isocinética que evalúa las contracciones musculares concéntricas y excéntricas de los músculos agonistas y antagonistas.

En tercer lugar, dentro de la valoración de la función muscular se exponen las escalas: Daniels, Kendall y Medical Research Council (MRC). Para estas se tienen en cuenta las generalidades, incluyendo su objetivo de aplicación, el modo de empleo con sus comandos verbales y contactos manuales se mencionan las indicaciones correspondientes a cada evaluación y la interpretación de los resultados.

Finalmente, se realiza la explicación sobre métodos de valoración de fuerza por medio de una revisión bibliográfica de libros y artículos científicos con el fin de

evidenciar de manera global la efectividad de la aplicación de cada una de las evaluaciones del desempeño muscular.

DEFINICIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL DESEMPEÑO MUSCULAR

La fuerza muscular es un elemento importante en la salud, hace alusión a la capacidad de un músculo para ejercer la máxima contracción expresada en una cantidad de fuerza. Está compuesto por músculos el cual precisa la celeridad de movimiento. Durante la infancia, la fuerza muscular es un indicador valioso del crecimiento motriz. La valoración ayuda a determinar el peligro que tiene una persona de padecer afecciones osteomusculares, por tanto podría limitar el proceso y progreso motor a través de la supervivencia.

En lo habitual, la valoración de la fuerza muscular se podría efectuar de forma isométrica, isotónica e isocinética, por medio de herramientas o examen de rendimiento físico. Entre los elementos que evalúan la fuerza se encuentran la resistencia, potencia y longitud.

Resistencia es la capacidad que tiene uno o varios grupos musculares para realizar una contracción contra una resistencia o fuerza externa.

Potencia es la capacidad que tiene un cuerpo de realizar una actividad de manera rápida aplicando una fuerza en diferentes grupos musculares.

Longitud es una fuerza mayor donde se produce una contracción isométrica de un músculo específico.

Desde un enfoque fisioterapéutico, se puede evaluar de igual manera el rango de movimiento grueso a través de un test conocido como screening muscular que permite identificar la fuerza funcional por grupos musculares teniendo en cuenta que si se encuentra debilidad muscular se realiza un examen manual conocido como Daniels o kendalls el cual permite mayor especificidad en un músculo, la guía apta igual lo considera como un test de la categoría de desempeño muscular.

La fuerza se puede aplicar a una persona para vencer la resistencia. El trabajo es realizado por una cantidad de periodos o el producto de la fuerza y celeridad, la resistencia también es el desplazamiento de un músculo para contenerla durante un período fijo de tiempo.

Knuttgen y Kraemer (1987) , definen de manera detallada la fuerza como la capacidad de tensión que diferentes grupos musculares pueden producir frente a una fuerza a una determinada velocidad de ejecución. **Otros autores** mencionan la existencia de siete elementos que indican las fuerzas productivas. Dado el orden, podemos manifestar la parte de fuerza que una persona puede producir mediante dado tiempo, necesitará del conjunto de los grupos musculares. La tabla 1, expone los elementos que precisan la producción de fuerza.

Tabla 1. Elementos que precisan la producción de fuerza.

Elemento Estructural	Hipertrofia de fibra muscular Tipo de fibra muscular Incremento del sarcoma en serie
Elemento Neuromuscular	Unidad de entrenamiento motriz Unidad de entrenamiento motriz
Elemento energético	Diversas fuentes de energía
Elemento endocrino	Equilibrio anabólico/catabólico
Elemento espontánea	Distancia muscular Celeridad de esfuerzo Procedimiento elástico del músculo
Elemento Funcional	Patrón de contracción muscular
Elemento sexual	Diferencia en hombre y mujer

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado Lopez Chicharro y Fernández Vaquera, definen la fuerza como una cualidad que va ligada al proceso vital y natural del cuerpo que se da a nivel de los músculos logrando así un movimiento. Dentro de los diferentes tipos de fuerza, se describe fuerza fija donde se produce una rigidez sin que ocurra un alejamiento, fuerza activa como aquella donde una persona puede generar una tensión y un desplazamiento generando así un movimiento. En estos diferentes tipos de fuerza los

músculos se pueden acortar o alargar dependiendo de la actividad que la persona esté realizando.

Dentro de otras muestras de fuerza que se pueden describir mediante procesos fisiológicos están:

Fuerza Fija máxima: es la fuerza más amplia dentro del sistema neuromuscular que se produce conscientemente contra una oposición difícil de mantener.

Fuerza Activa máxima: se entiende como la fuerza que el sistema neuromuscular logra hacer sin ayuda frente a una acción .

Fuerza explosiva: se describe como la aptitud que tiene el cuerpo de activar un músculo o grupo muscular e incluso llegar a una celeridad mayor en un corto periodo.

Fuerza- resistencia: fortaleza de un músculo frente a una debilidad muscular cuando ocurren contracciones seguidas, es decir, fatiga durante la persistencia prolongada . Al estudiar la fuerza, se debe recordar como una capacidad corporal importante que agrupa elementos, tanto nerviosos, Energéticos, bioquímicos, acoplamiento intramuscular e intermuscular, componentes corporales y método de ejercicio. Por tanto se habla de fuerza cuando esta hace referencia a una circunstancia, tarea o esfuerzo.

Momento fuerza: Genera una aceleración rotacional de un cuerpo relacionado con el centro, también, es el resultado Vector de vectores de fuerza que pasan por el vector de posición del punto de aplicación del vector de fuerza relacionado con el eje de rotación.

Trabajo: se describe como otro concepto físico el cual consiste en generar acciones musculares, que sugiere del rendimiento interior de la fuerza efectuada en una dirección, debido a su alejamiento provocado por la iniciativa de esta fuerza.

La elasticidad o fuerza elástica: Se refiere a la aptitud que tiene un volumen de restaurar su tamaño al estado natural, después de un esfuerzo.

El elemento elástico es estacionario y tiene algo de tensión, por lo que la fuerza generada por el músculo corresponde a ese componente flexible. Por tanto, si el tendón se rompe, existen varias razones que pueden derivarlo y mecánicamente se excedió su capacidad viscoelástica. el músculo se contrae hasta alcanzar la longitud de equilibrio. Los componentes elásticos también actúan como una acumulación de fuerza al ser estirados por los músculos que compiten, es decir, que se oponga al movimiento. La fuerza externa permite devolver la energía volviendo a su posición original. Por lo tanto, mientras que la fuerza generada durante el ejercicio puede soportar directa e indirectamente la energía absorbida del trauma además del aumento de la fuerza, la elasticidad también es esencial para garantizar un ejercicio fino y continuo, el cual previene una lesión.

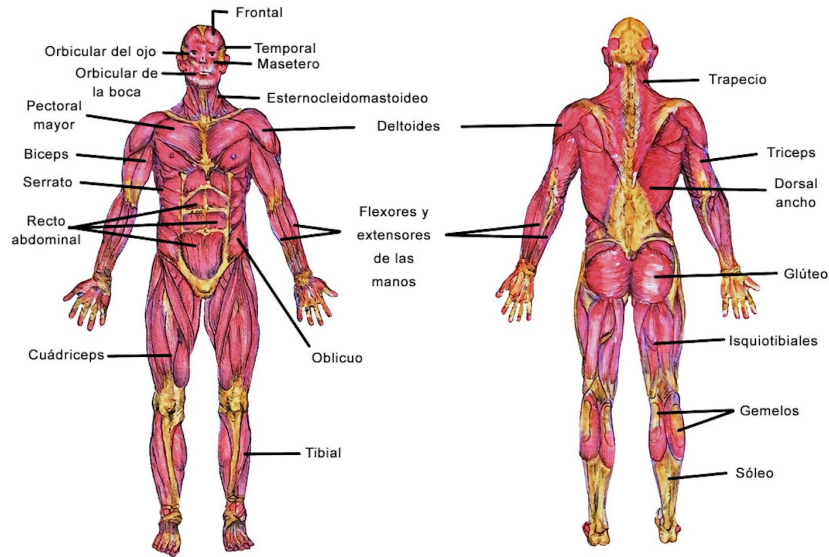
ANATOMÍA MACROSCÓPICA DEL MÚSCULO

Los músculos están formados por dos estructuras importantes: Músculos y tendones. El ser humano tiene más de 600 músculos. Un músculo esquelético está formado por haces de músculos, que a su vez están formados por varias fibras musculares. Cada músculo está unido al hueso con tendones, que están hechos esencialmente de tejido fibroso, elástico y fuerte.

Músculo

Se describe como mecanismos compuestos por tejido muscular que se pueden acortar o relajar. Este a su vez asegura un abundante flujo sanguíneo a los músculos además de su inervación. Los músculos están envueltos por una membrana, un elemento conectivo que ayuda a revestir el músculo y así evita que se mueva. También aleja uno o más músculos, protegen la condición del músculo. La figura 1 presenta el sistema musculoesquelético.

Figura 1. Sistema muscular anterior y posterior

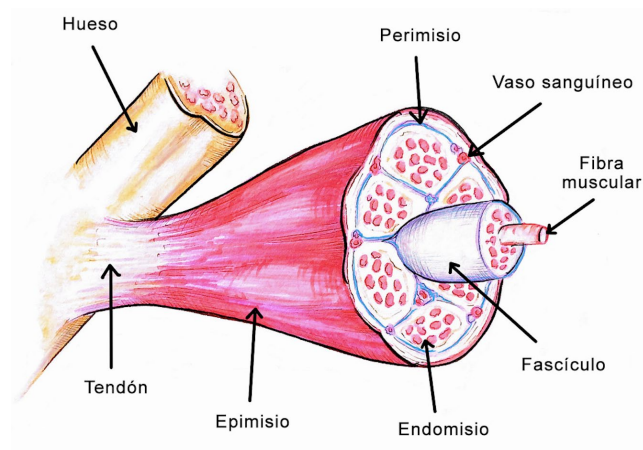


Sistema muscular

Fuente: Elaboración propia (adaptada del libro de Negrete JH atlas en color de histología).

Las células musculares se denominan fibras musculares, que son células redondas largas, la membrana plasmática de las fibras musculares se llama sarcolema y el sarcoplasma citoplasmático, así mismo de diversas mitocondrias, glucógeno, enzimas y minerales. La figura 2 muestra los tipos de fibras musculares a nivel macroscópico.

Figura 2. Fibras musculares a nivel macroscópico.



Fuente: Elaboración propia (adaptado de fisiología muscular Clase 1 de Fisiología muscular Miología Ciencia).

Perimisio: Es una membrana que cubre toda la superficie del músculo cardíaco, brazos, piernas y torso. Esta capa está formada por tejido conectivo, que le da estructura y forma al músculo.

Endomisio: Es una membrana tejido conectivo, que consiste principalmente en las fibras reticulares, dispuestas alrededor de cada fibra muscular del músculo estriado.

Epimisio: Vaina fibrosa que rodea los músculos y por lo tanto se ramifican los tabiques que separa los diferentes haces musculares.

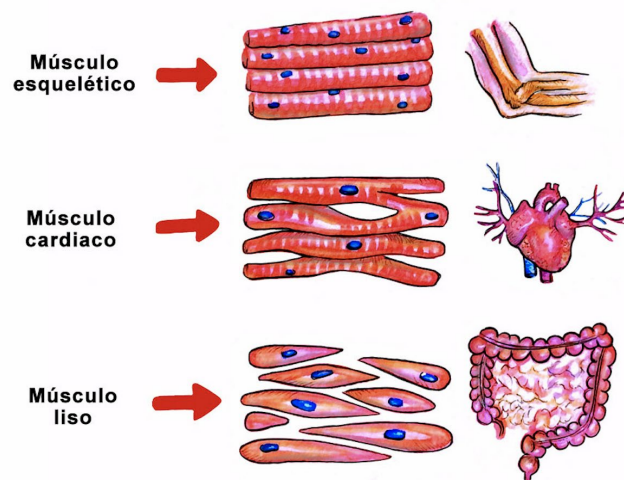
Categorías del tejido muscular

El tejido muscular se agrupa en las siguientes esferas:

- Músculo cardíaco.
- Músculo liso.
- Músculo esquelético

Las fibras están dispuestas naturalmente en los músculos esqueléticos y cardíacos e infrecuentemente en los músculos lisos. También contiene una proteína, la mioglobina, que transporta y almacena oxígeno en los músculos. Las fibras musculares son cruzadas por miofibrillas, una parte situada en plasma, encargada de la contracción y relajación muscular. Existen miles de miofibrillas en toda la fibra muscular, formadas por dos tipos de miofilamentos, miosina y actina, que soportan la contracción muscular ante señales eléctricas. La figura 3 representa los tipos de músculos.

Figura 3. Tipos de músculo



Fuente: Elaboración propia (adaptado de módulo de base anatómicas y fisiológicas del deporte unidad 3, por Justo Garcia Sanchez.)

Músculo esquelético

- Son multinucleares y tienen ligamentos colaterales que les dan un estado rayado que se contrae rápida y voluntariamente.
- Toda fibra muscular está unida a través de un tejido conectivo llamado perimisio, lo que da como resultado la formación de fascículos.
- Es responsable del movimiento del elemento esquelético, es un músculo arbitrario.
- Toda fibra muscular se encuentra cubierta por una capa denominada endomisio.

Músculo estriado cardíaco

- Está compuesto por células reducidas, de apariencia alargada y estrías transversal
- Contiene uno o más núcleos dispuestos en el centro.
- Se encuentra alrededor del músculo cardíaco y su acción es involuntaria.
- Sus discos se combinan y se ligan a través de unidades motoras del músculo cardíaco, también le facilita adherencia al tejido por tanto interviene en la

transmisión celular; facilitando la contracción y generación simultáneas en el ritmo.

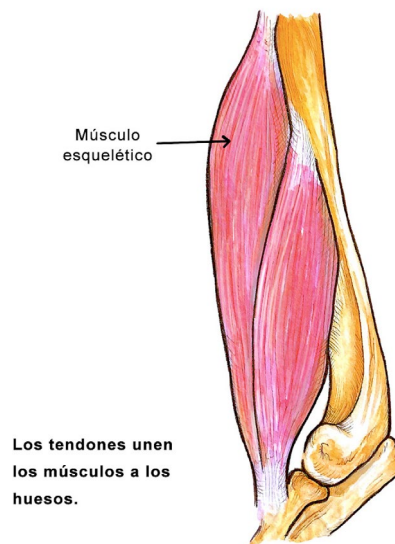
Tejido muscular liso

- No contienen rayas horizontales, hacen parte del núcleo.
- Generan contracciones en menor celeridad .
- Estas fibras se encuentran entre los muros del conducto alimentario (facilitando la peristalsis), en los capilares ,órgano genitourinario, sanguíneo y linfático.

Tendón:

Contienen fibras blanquecinas de tejido conectivo que conectan el músculo esquelético con el hueso (Figura 4). Si un músculo se acorta, el tendón envía el impulso contra la acción. son largos , aplanados hechos de colágeno que cubren el músculo a través del cual se unen estructuras.

Figura 4. Tendones



Fuente: Elaboración propia (adaptado de módulo de base anatómicas y fisiológicas del deporte unidad 3, por Justo Garcia Sanchez).

Características funcionales:

Dentro de las propiedades del músculo se encuentran la excitabilidad, contractilidad y elasticidad que le permite realizar sus funciones.

- **Excitabilidad:** Las unidades vivas pueden generar impulsos energéticos.
- **Contractilidad:** Las unidades musculares disminuyen.
- **Extensibilidad:** Las unidades musculares se logran alargar.
- **Elasticidad:** Cuando se encuentran estiradas, las unidades vuelven a su estado natural.

Los músculos pueden denominarse según el lugar, por la figura que tienen, por el movimiento, el tipo de fibras musculares que tienen y por la tarea que realizan.

Por la ubicación:

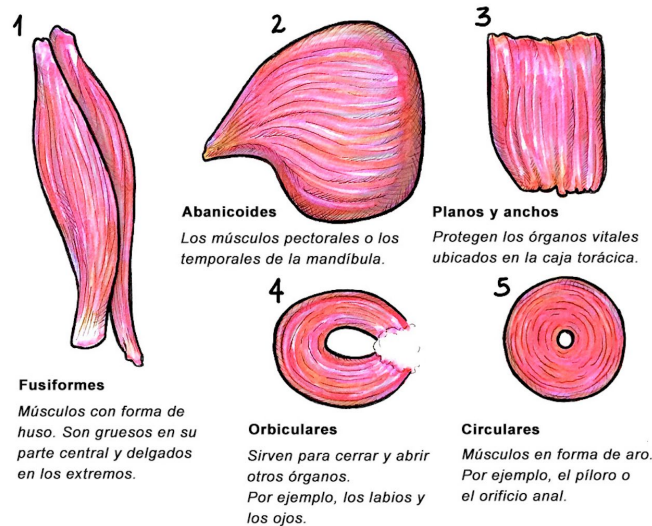
- **Superficiales:** Se introducen en una de las capas de la piel.
- **Profundos:** Suelen insertarse mediante nervios y tejido fibroso.

Por su forma:

- **Músculos largos:** Son finos en los bordes y amplios en el medio, están ubicados alrededor de los huesos en los miembros superiores y en los miembros inferiores.
- **Músculos anchos y planos:** se encuentran alrededor del pecho y vísceras, que cuidan el organismo. Poseen estructuras laminadas, triangulares, cuadradas y rectas. Músculos torácicos, respiratorios y pulmonares entre otros.
- **Músculos cortos:** se encuentran en huesos reducidos y producen movimientos poderosos. Se encuentran en la región ventral de la mano, en la planta de los pies, en el conducto de las vértebras y debajo de la boca.
- **Músculos esfínteres:** Su peculiaridad es de acostarse y aflojarse ayudando o limitando la entrada de fluidos. Están ubicados en el canal del capilar gástrico, excretor, reproductor o sanguíneo. Según sus fibras, existen esfínteres espontáneos o instintivos.

- **Músculos orbiculares:** son ovalados y contienen un agujero en la región media que se tapa con el acortamiento muscular. se encuentran alrededor de los ojos y la boca. (Figura 5)

Figura 5. Esquema de los músculos conforme a su figura



Fuente: Elaboración propia (adaptado de módulo de base anatómicas y fisiológicas del deporte unidad 3, por Justo Garcia Sanchez.)

Por su movilidad:

Un gran equipo de músculos estriados denominados esqueléticos están ligados al hueso por medio de tendones, lo que permite que se mueva libremente. El otro grupo, sin relación con los huesos, pertenecían a los músculos del abdomen que se encuentran en varios órganos como el corazón, el intestino, la matriz, venas y arterias. La acción de los músculos del abdomen pueden ser espontáneas ya que esta no está bajo el dominio del individuo. Se clasifican de la siguiente manera:

- Voluntarios:
- Involuntarios:

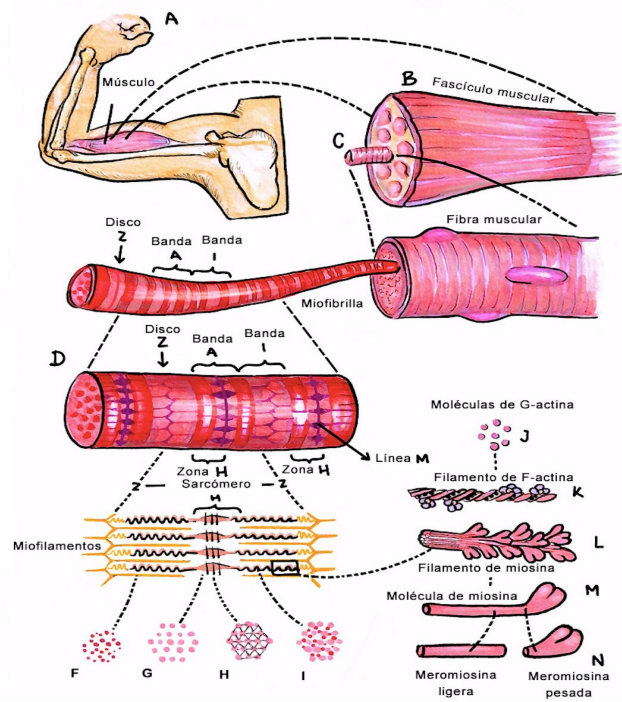
ANATOMÍA MICROSCÓPICA DEL MÚSCULO

La fibra del músculo esquelético se encuentra en una célula cilíndrica y su grosor varía en diferentes músculos o incluso en el mismo músculo, donde puede oscilar de 10 a 100 micrómetros. Para describir el sarcolema hablamos de una fina membrana elástica y su tamaño es inferior a 10 nm de grosor, que rodea la fibra del músculo esquelético y posee notables propiedades eléctricas.

Desde el punto de vista microscópico, Las miofibrillas contienen dos tipos de filamentos que son: La banda A que representa las fibrillas de miosina, que se encuentran en la parte central del sarcómero y la banda que representa los filamentos de actina, que se encuentran en la unidad vecina de los sarcómeros que proporcionan la base estructural. Los filamentos de actina y miosina constituyen la unidad funcional más pequeña del músculo (Figura 6).

El sarcómero contiene otras proteínas que participan en la organización estructural como: Vimentina, desmina y sinemina que proporcionan estabilidad a las miofibrillas, mientras que las proteínas integrinas pueden ayudar a conectar otras proteínas en el conjunto conjuntivo circundante.

Figura 6. Estructura microscópica de la célula muscular esquelética



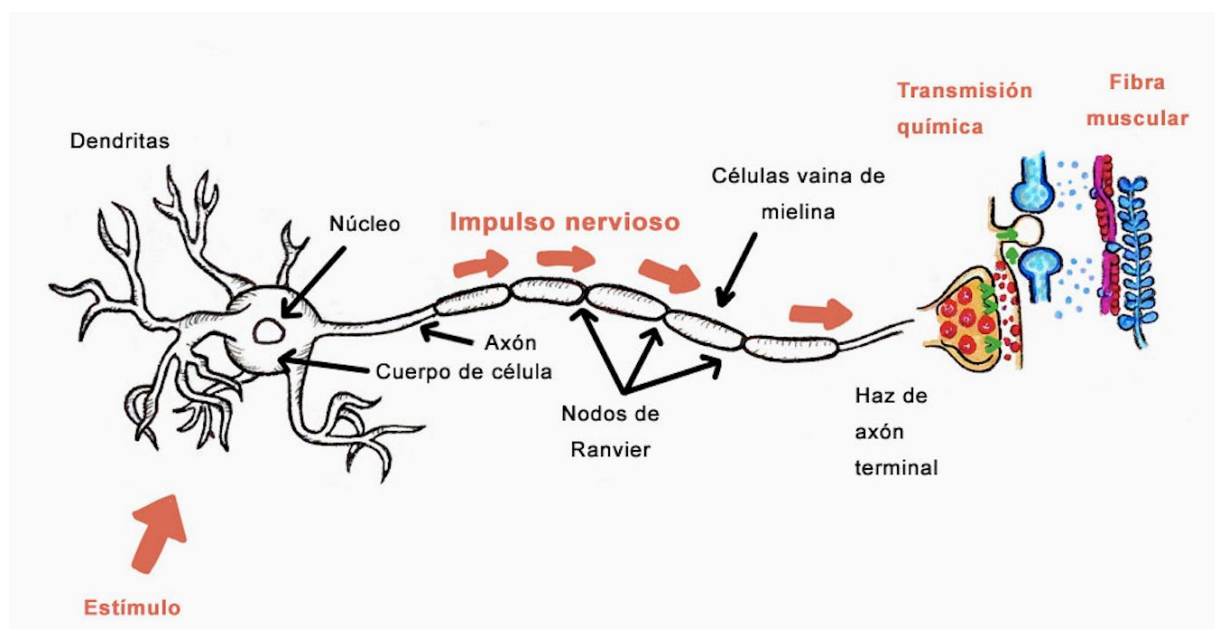
Fuente: Elaboración propia (adaptado del libro de fisiología humana 3ra edición).

Fisiología de la contracción muscular

Primeramente se inicia definiendo la contracción muscular como un proceso fisiológico que tienen las criaturas vivas, esto incluye las unidades, tejidos, órganos y organismos. Durante el transcurso los músculos pueden desarrollar tensión, bien sea se reducen o alargan e incluso permanecen en la misma prolongación a facultad de un agente o fuerza externa.

La contracción de los músculos se produce cuando el estímulo nervioso va desde el nervio al músculo. La contracción muscular inicia cuando entra una señal al cerebro, esta se conoce como un impulso que se denomina estímulo nervioso, este va por medio de las neuronas. A continuación en la figura 6 se muestra la señal del estímulo nervioso a las fibras musculares.

Figura 7. Estímulo nervioso a las fibras musculares



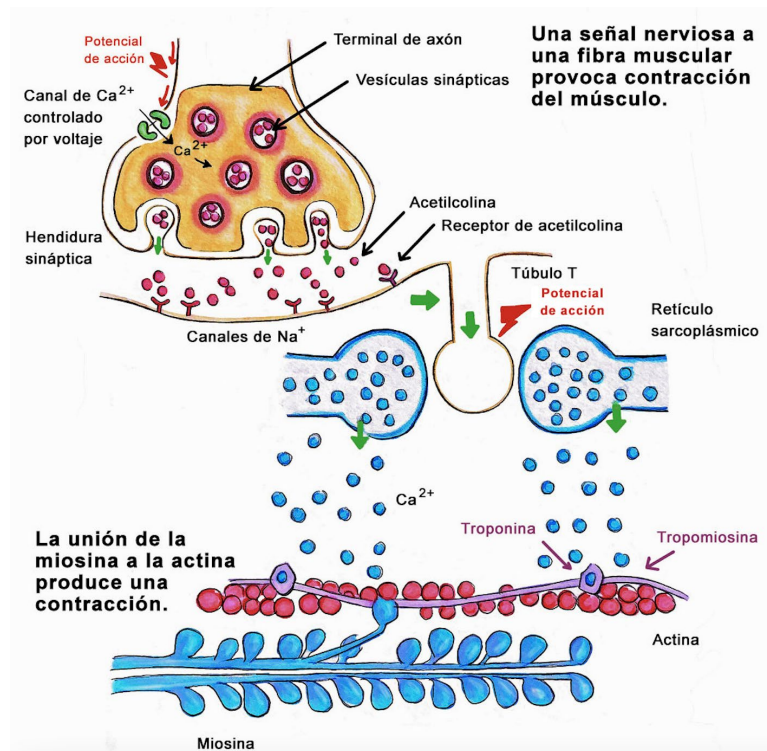
Fuente: Elaboración propia (adaptado del libro de fisiología humana 3ra edición).

Por otro lado, la señal del estímulo nervioso a las fibras musculares se generan en reacción a los comandos que son producidos y transmitidos por el aparato motriz hasta las motoneuronas que hace referencia a la neurona del aparato nervioso que planea una acción en dirección a una glándula o músculo, está ubicada en los centros motrices de los nervios craneales hacia el tronco y miembros por la asta ventral de

la médula. La señal nerviosa en potenciales de producción va hasta las fibras musculares mediante axones de las neuronas agrupadas en nervios motrices.

Finalmente la ley del todo o nada explica que para que un músculo se acorte o alargue es indispensable que se produzca una señal de acción es decir que se reúna mucha energía para que ocurra un movimiento (6). La figura 8 es una esquema del proceso de la señal nerviosa al terminal del axón para generar la contracción de la fibra muscular. La acción muscular está relacionada con la acetilcolina, el cual es un neurotransmisor.

Figura 8. Señal nerviosa en el axón y la fibra muscular

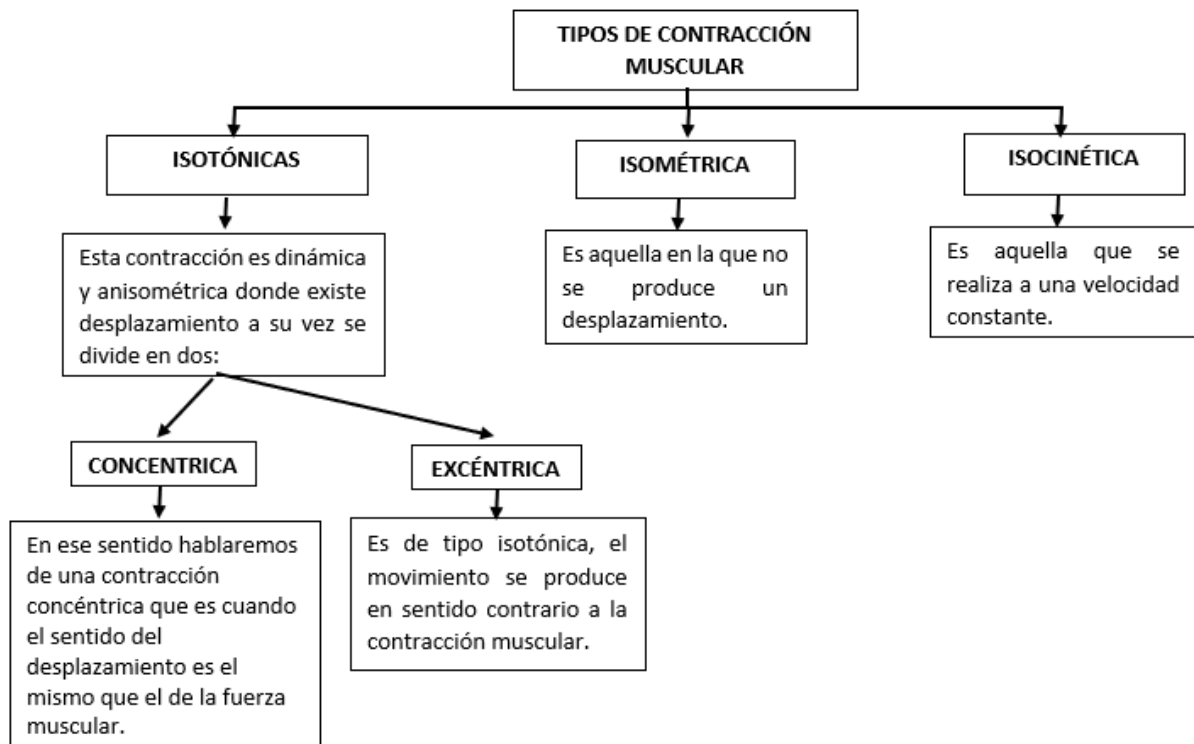


Fuente: Elaboración propia (adaptado del libro de fisiología humana 3ra edición)

TIPOS DE CONTRACCIÓN MUSCULAR :

Se realiza en primer lugar una clasificación de los tipos de contracción muscular, ya que todo tipo de estimulación: Concéntrica, excéntrica e isométrica, permite expresar el grado de fuerza distinta. A continuación se muestra la figura 9 con los diferentes tipos de contracción muscular y sus características.

Figura 9. Tipos de contracción muscular



Fuente: Elaboración propia

MÉTODOS DE EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO MUSCULAR

La fuerza muscular es un predictor del elemento muscular y de la acción física vital para la realización de las tareas diarias. La valoración de la fuerza muscular se podría realizar de forma isométrica, isotónica e isocinética, utilizando herramientas o pruebas de rendimiento físico.

Método isométrico

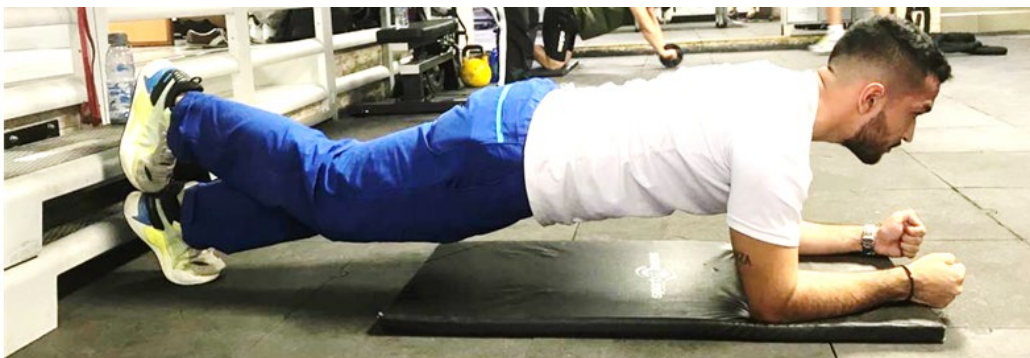
La fuerza isométrica se calcula como la fuerza o vector efectuado mediante la contracción isométrica espontánea. Entre los dispositivos de evaluación se encuentran los dinamómetros isométricos, tanto disponibles comercialmente como hechos a

medida. Algunos dispositivos están diseñados para aplicar diferentes posiciones según el grado de movilidad.

Ejecución:

Se le indica al individuo que ejecute una contracción "a la mayor velocidad posible" y "lo más fuerte posible". El tiempo de activación para garantizar que se alcance la fuerza límite puede ser de aproximadamente de 3-2 segundos o minutos, pero hay varios modelos de mediciones que podrían ser autosuficiente en una duración significativamente menor y hacer de 2 - 5 intentos (Figura 10). Puede ser complicado describir exactamente el inicio riguroso para emplear la fuerza, en el momento en que se alcance inicialmente una fuerza límite. Si se quieren relacionar los valores en diferentes puntos de periodo del ejercicio, es considerable conservar el ángulo de desempeño en todos los ejercicios.

Figura 10. Medida de fuerza isométrica máxima



Fuente: Elaboración propia

Método isocinético

Consiste en la estimulación muscular concéntrica y excéntrica con una rapidez persistente a lo largo de la mayor parte de la trayectoria del movimiento. La estimulación isocinética se podría efectuar con dispositivos electrónicos. En gran parte el empleo está restringido en cuanto al costo de los materiales y ciertos problemas dado a sus características en los métodos de medición. En cuanto a la etapa de inicio de la movilidad puede ser necesario acelerar el movimiento de la unión

de dos estructuras que se esté trabajando, hasta alcanzar la velocidad predeterminada. Esta es regulada, asegurada y monitorizada por el dispositivo.

Es de gran utilidad este método de medida ya que es esencial relacionar las estructuras musculares que se activan o se oponen, determinar actividades isométricas, concéntricas y excéntricas y valorar extremidades mediante sí.

La principal desventaja de las mediciones isocinéticas es que el movimiento no es natural. La investigación ha demostrado que los datos generados a partir de mediciones isocinéticas, a menudo se ven afectados por niveles significativos de falla de medición.

EJERCICIOS DE MEDICIÓN DURANTE LA ACTIVIDAD CONCÉNTRICA CON CARGA LIBRE

Se pueden dividir estos ejercicios en:

- Pesas sin materiales de medición adicionales.
- Pesas medidas mediante un dispositivo de fuerza "Isocontrol".
- Plataformas de fuerza.

pesas sin materiales adicionales de medida

Es el método para la medición de fuerza más común, simple, económico, sin embargo es posible facilitar el valor máximo de fuerza activa, demostrados en kilogramos. El resultado de estas pruebas además se puede comprender como "una repetición máxima" (1RM). La siguiente figura muestra un ejemplo de ejecución de una repetición máxima. (Figura 11).

Figura 11. Una repetición máxima" (1RM)



A

B

Fuente: Elaboración propia

Pesos libres medidos con el "Isocontrol"

Hacer las pruebas con pesas es mucho más cercano a la situación real de la competencia, que es muy positiva, pero falta información. Cuando se usan máquinas isocinéticas se tiene más información, pero está muy lejos de las condiciones que ocurren con actividades de mayor carga, son comunes en entrenamiento deportivo. Mediante el equipo digital es de gran eficacia para la medida de la fuerza concéntrica lineal conocido como "Isocontrol", se logra obtener los resultados similares a las pesas libres y datos adicionales sobre la celeridad, fuerza y rendimiento durante el entrenamiento. Por consiguiente, se conservan varios que ofrecen los equipos isocinéticos, se ajustan a las propiedades de un individuo durante la actividad de los ejercicios reales.

El dispositivo "Isocontrol" mide directamente el espacio atravesado por la resistencia, generalmente desplazamiento vertical, mediante la duración. La medida del área es de 0,2 mm, se puede observar en la (Figura 12). El período se calcula con una exactitud de tiempo de 0,2 μ s a un ritmo de mil Hz, por lo que los datos se obtienen cada milisegundo. El dispositivo puede usarse primeramente durante el recorrido vertical, con pesas libres o con máquinas. Incluso si el recorrido se desvía del vértice, es preciso que la fiabilidad siga siendo alta. El dispositivo tiene un método de autocorrección interno. Según

estudios de rigor del Instituto Nacional de Tecnología Aeronáutica (INTA), el error en una trayectoria de vuelo vertical sería prácticamente cero, con una desviación de 5° grados, el error de diferencia es de 0,38%, y si es de 10 grados es 1,5%. La siguiente figura muestra el método de aplicabilidad de la técnica.

Figura 12. Peso libre - Isocontrol



Fuente: Elaboración propia

Plataforma de fuerza

Una plataforma de fuerza o dinamómetro se usa en un ejercicio donde se aplica un impulso al piso en un área pequeña y localizada. Esto es cierto para algunos ejercicios de salto y levantamiento, como atrapar y limpiar. Los datos subyacentes que proporciona se refieren al nivel de agotamiento y las características de recuperación después de una determinada carga y toda la información derivada de la misma. Mide la fuerza que actúa sobre los tres ejes x, y, z, en el que se podría calcular las fuerzas longitudinales o transversales (Figura 13)

Figura 13. Plataforma de fuerza



Fuente: Elaboración propia (adaptada del sistema de medida de fuerza portable; de la revista Kistler Quattro Jump)

Representa y proporciona datos sobre la dinámica constante de la movilidad en relación con la plataforma, por lo que es una excelente herramienta para evaluar el desempeño de muchos gestos deportivos. Es un completo complemento a los sistemas de conexiones, que brindan una idea instantánea sobre las fuerzas que ejercen una determinada altura en medio de la gravitación, en conexión con la duración y el estado previo del ciclo alargamiento-acortamiento (CEA).

También tiene la ventaja de que se puede utilizar para medir la fuerza estática máxima. Si se coloca en el suelo un peso superior a la capacidad del individuo y éste intenta levantarlo apoyando el pie en la plataforma, no podrá levantarlo del suelo, pero ejercerá la máxima fuerza en la posición. De la misma forma, se puede hacer colocando la varilla sobre un soporte, a una altura determinada, para medir la resistencia estática máxima en diferentes ángulos.

MÉTODOS BASADOS EN EL SALTO VERTICAL

A continuación, se describen las siguientes pruebas:

- Salto sin contramovimiento
- Salto con contramovimiento

- Salto profundo

Una de las herramientas más duraderas que miden la aptitud del salto es la almohadilla de conexión. Sin embargo, realizar la prueba de forma inadecuada puede dar lugar a una falta grave. Esto le permite medir el tiempo de vuelo en saltos, que el microprocesador convierte instantáneamente en una estimación de altitud. El tiempo de contacto también se puede medir al realizar varios saltos consecutivos o un salto profundo.

Salto alto sin contramovimiento

Consiste en saltar desde una flexión de rodilla de 90° sin retroceso previo. Ambas manos tienen que quedar fijadas sosteniendo la cintura, el torso erguido, sin sobresalir demasiado. Los pies deben mantenerse derechos mientras saltan, con las plantas de los pies tocando el suelo y las rótulas rectas. Posteriormente tocando el piso, la pierna se puede doblar a unos 90° en la rodilla (Figura 1).

Figura 14. Salto sin contramovimiento



Protocolo:

- Manos siempre en las caderas (no se sueltan).
- Salto desde posición estática con flexión rodilla-cadera a 90°.
- Rodillas y tobillos extendidos durante fase de vuelo y aterrizaje.

Fuente: Elaboración propia

La técnica de este ejercicio presenta dificultades, ya que el ejercicio casi nunca se realiza sin primero doblar ligeramente las rodillas. Se tiene que pasar un tiempo determinado de asimilación previo a usarlo mediante la prueba. Se permite un cambio

máximo en el ángulo de la rodilla de ± 20 para que la prueba se considere válida. Esto lógicamente significa tener un dinamómetro electrónico para monitorear estas desviaciones, o una plataforma dinamométrica que mida la caída de fuerza después de un giro inicial. A menos que las pruebas se realicen en un laboratorio, en la práctica diaria no es posible colocar al usuario o realizar saltos en una plataforma de medición dinámica cada vez que se debe medir un grupo de sujetos. Por lo tanto, es mejor no obtener datos en esta prueba, de lo contrario, no hay garantía de que se ejecute correctamente.

Calidades / Capacidad medible:

- Salida de fuerza en unidades de tiempo (estimación de fuerza explosiva).
- Aptitud de reclutamiento.
- Se pueden dividir en agrupación de proporción de FT (fibras tipo 2).

El salto con contramovimiento

El salto inverso se hace flexionando y extendiendo rápidamente la pierna con una pausa mínima entre las dos etapas. La curva debe alcanzar un ángulo de aproximadamente de 90° . Las instrucciones dadas en el salto sin contramovimiento se aplican a las manos, el torso y las piernas. La diferencia entre este ensayo y el anterior en este caso se utiliza la potencia firme o el momento máximo de fuerza generado durante la fase de flexión/estiramiento. Por tanto, es normal que la altura conseguida en salto con contramovimiento, sea mayor que en salto sin contramovimiento (Figura 15).

Figura 15. Salto con contramovimiento (CMJ)



Protocolo:

- Manos siempre en las caderas (no se sueltan).
- Partimos desde posición estática, rodillas extendidas, y realizamos una flexo-extension de rodilla-cadera a 90° para impulsarnos en salto vertical.
- Rodillas y tobillos extendidos durante fase de vuelo y aterrizaje.

Fuente: Elaboración propia

El efecto de la elasticidad muscular se estimó a partir de la diferencia porcentual entre el salto sin respuesta y el salto con movimiento inverso. Los valores dados suelen fluctuar entre el 10 y el 20%, pero dada la posibilidad de error en SJ, cuando la diferencia es muy pequeña, nunca se sabe si son reales o por la propia práctica de la prueba. Así que hay que tener mucho cuidado antes de tomar decisiones sobre estos resultados.

Calidad / capacidad medida:

- Fuerza producida por unidad de tiempo (fuerza explosiva estimada).
- Aptitud de reclutamiento.
- Refleja la relación de fibras tipo 2.
- Refleja la probabilidad del aporte de energía almacenada en partículas elásticas.
- Combinación intermuscular e intramuscular.

El salto en profundidad

El salto profundo o "drop jump" se realiza aterrizando en la base de contacto desde una altitud. El salto se produce tirando un pie y luego el otro sin ejercer ningún impulso

sobre el objeto del que cae. El objetivo del objeto debe ser generar el máximo impulso al instante luego de descender e ir hacia arriba la mayor altura posible (Figura 16). Por ende, detenerse luego de un estado excéntrico de la actividad, deprecia la caída dócil y prolongada provocará el efecto de la propia caída y por tanto se perderá la prueba de salto de profundidad. Los brazos y el torso se manipulan como en las pruebas anteriores.

Figura 16. Salto en profundidad



Fuente: Elaboración propia

Cualidades / capacidades medidas:

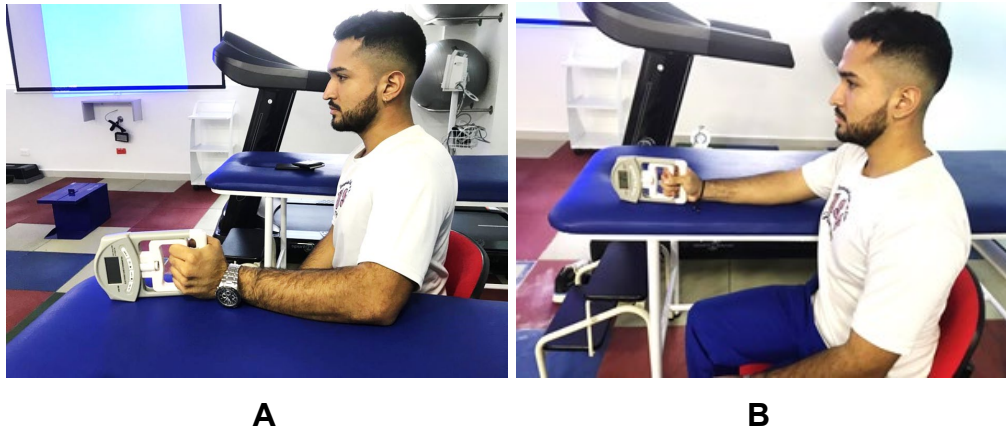
- Elasticidad muscular.
- Efecto de la elasticidad muscular.
- Reflejos musculares.
- Comportamiento de los órganos de Golgi.

DINAMOMETRÍA

Este elemento puede medir la fuerza muscular fija máxima. Evidencia la porción magra, el contenido mineral de los huesos y se utiliza para evaluar la aptitud física y el sustento nutricional de una persona. Se afecta en condiciones médicas de origen musculoesquelético, neurológico o cardiorrespiratorio, además podría ser un predictor de muerte. Con base en todas estas razones, es importante saber cómo se desarrolla

la fuerza de la mano a lo largo de la vida y así, adquirir ciertas referencias que puedan usarse para evaluar tanto la capacidad individual como la salud. (Figura 17).

Figura 17. Dinamómetro de mano



A

B

Fuente: Elaboración propia

Los dinamómetros manuales se pueden dividir en dos áreas utilizadas hoy en día: Dinamómetros manuales de velocidad constante e isométricas, por tanto son útiles como herramientas económicas y como pruebas efectivas para realizar en dispositivos portátiles.

La dinamometría manual es una herramienta útil en la evaluación multidisciplinar de la salud de individuos de diversas disciplinas del campo de la salud, como medicina deportiva, nutrición y rehabilitación. Este método se correlaciona estrechamente con las mediciones de la fuerza muscular de otros grupos musculares, incluidas las extremidades inferiores, y es una herramienta ideal para identificar la limitación física.

La fuerza de agarre manual es un indicador del estado nutricional y es mejor predictor de resultados clínicos, que el cálculo de la fuerza de la masa muscular. También, es un poderoso predictor de mortalidad específico y puede ayudar a identificar la población con un mayor riesgo de deterioro de la salud.

Se utiliza una base de fuerza o dinamómetro cuando se realizan ejercicios que implican aplicar fuerza al piso en un área pequeña y localizada. Esto se aplica a algunos ejercicios de salto y levantamiento, como apretar y limpiar. Los datos básicos que proporciona se refieren a la medición de las características de fatiga y recuperación después de una carga determinada.

Mide las fuerzas que actúan sobre tres ejes espaciales: x, y, z, para calcular las fuerzas longitudinales y transversales. Representa y proporciona datos sobre la dinámica general del movimiento durante el contacto con la plataforma, por lo que es una excelente herramienta para la evaluación técnica de muchos gestos deportivos. Es el complemento ideal de las almohadillas de contacto, ya que proporciona información instantánea sobre las fuerzas que provocan un determinado aumento del tiempo de contacto y la situación previa relacionada con el tiempo de relajación y acortamiento.

También tiene la ventaja de que se puede utilizar para medir la fuerza estática máxima. Si ponemos en el suelo un peso superior a nuestra capacidad y tratamos de levantarlo poniendo los pies en el pedestal, no seremos capaces de levantarlo del suelo, pero hemos demostrado la máxima fuerza de tu cuerpo en esta posición. . De la misma manera, la barra se puede colocar sobre soportes a cierta altura para medir la fuerza estática máxima de la pierna en diferentes ángulos.

LA REPETICIÓN MÁXIMA (1RM)

Para ejercitarse de manera eficiente, es importante conocer los conceptos básicos para poder conocer la intensidad (% I), de la carga aplicada a cada ejercicio. Los % I se utilizan en las sesiones de fuerza (F) y endurance (R). Según Baechle y Earle se puede definir como el peso máximo que se puede levantar una vez con la técnica adecuada. En esta definición, es importante enfatizar el aspecto técnico, porque cuando se trabaja a máxima intensidad, la técnica puede verse afectada y pueden resultar lesiones graves. Levantar la mayor cantidad de peso posible, en una sola repetición significa que la fuerza aumenta al 100% y a partir de ahí es posible dosificar el entrenamiento según objetivos individualizados (10).

Se requiere el cálculo de 1 RM para:

- Determinar la fuerza máxima y la fuerza de una persona en un momento dado.
- Conocer los resultados del plan de formación y ajustarlo si es necesario.

- Identificar los perfiles de los atletas, observando dónde se destacan (algunas personas manejan mejor las cargas cerca de 1RM y, a la inversa, otras manejan mejor las cargas más lejos de la manera correspondiente). Dependerá de factores individuales.

Método directo

En este caso, si se quiere evaluar un press de banca, por ejemplo, se debe aumentar gradualmente el peso en la barra hasta llegar a una repetición con el máximo peso posible (RM). Para realizar este método es fundamental realizar un período de adaptación y la técnica debe estar perfectamente dominada para evitar lesiones. El calentamiento es muy importante porque trabajará a alta intensidad. Puede comenzar con un calentamiento general y luego avanzar hasta el RM (racha estimada) (10). La tabla 2 proporciona un ejemplo de la aproximación.

Tabla 2. Repetición máxima.

SERIES	PORCENTAJE DE RM	REP.	DESCANSO ENTRE SERIES
1	30-50%	5	1-2 min.
2	50-60%	5	1-2 min.
3	60-70%	3	2-3 min
4	75-87%	1-2	2-3 min
5	90-93%	1	3-5 min.
6	100%+ (Posible Resultado)	1	3-5 min.

Fuente: Elaboración propia (adaptada de evaluación de la fuerza de la revista laboratorio de evaluaciones físicas del año II de 2018).

Tabla 3. Por ejemplo, si durante el peso muerto, la RM teórica es de alrededor de 185 kg:

SERIES	REPETICIONES Y KG
1	5 repeticiones con 90 kg
2	5 repeticiones con 105 kg
3	3 repeticiones con 125 kg
4	2 repeticiones con 155 kg
5	1 repetición 165 kg
6	1 RM con 185 kg.

Fuente:Elaboración propia (adaptada de evaluación de la fuerza de la revista laboratorio de evaluaciones físicas del año II de 2018).

Tabla 4. por ejemplo, si durante el peso muerto, la RM teórica es de alrededor de 185 kg:

%1RM	Número máximo de repeticiones
100	1
95	2
93	3
90	4
87	5
85	6
83	7
80	8
77	9
75	10
70	11
67	12
65	15

Fuente: Elaboración propia (adaptada de evaluación de la fuerza de la revista laboratorio de evaluaciones físicas del año II de 2018).

Este método requiere mucho esfuerzo por parte del ejecutante, debe contar con la supervisión de un profesional, porque la técnica debe ser adecuada para evitar lesiones. Esta alta intensidad puede suprimirse mediante cálculos indirectos de RM (10).

Método indirecto

Como se mencionó anteriormente, este método ayuda a evitar el ejercicio de alta intensidad, porque se realiza con intensidades sub-decimales. Aquí se usan ecuaciones a través de las cuales se puede determinar RM. Se recomienda que este método sea utilizado por aquellos que recién están comenzando a hacer entrenamiento con pesas (10).

Ejercicios a evaluar

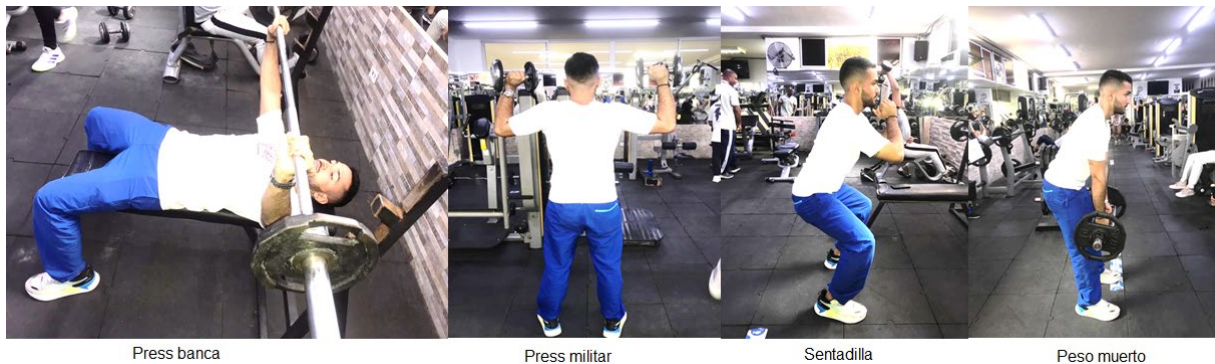
Los ejercicios evaluados dependen del deporte que quieras mejorar, pero hay ejercicios básicos que son parte integral de un plan de entrenamiento de fuerza (10).

Estos ejercicios son:

- Press de banca.
- Press militar.
- Sentadilla.
- Peso muerto.

Estos ejercicios son multiarticulares, por lo que su realización involucra a varios grupos musculares. Mejorar la fuerza en estos ejercicios mejorará, en mayor o menor medida, el resto de músculos, aunque no estén funcionando individualmente (Figura 18)(10).

Figura 18. Ejercicios de evaluación del método indirecto



Fuente:Elaboración propia

Consideraciones a tener en cuenta:

- Estos ejercicios siempre deben realizarse bajo supervisión profesional.
- En el método indirecto, cuantas menos repeticiones con el máximo peso posible, mayor es la precisión de la prueba.
- La prueba no debe realizarse dos veces en la misma semana.
- Para utilizar el método directo es necesario entrenar con pocas repeticiones y alta intensidad.

MÉTODOS MANUALES

Escala de Daniels

Es una escala que sirve como método para evaluar la fuerza muscular, dentro de los ítems la calificación va de 0 a 5 y se interpreta de la siguiente manera:

0 = No se detecta contracción muscular activa a la palpación o examen visual.

1 = Contracción muscular observada o palpada pero no suficiente para inducir el movimiento del segmento escaneado.

2 = Contracción débil, pero presenta la capacidad de producir un movimiento completo, cuando esta posición minimiza los efectos de la gravedad (Puede mover la mano sobre la cama, pero no puede levantarla).

3 = La contracción es capaz de realizar un movimiento completo y contra los efectos de la gravedad.

4 = Fuerza incompleta, pero puede producir movimiento contra la gravedad y contra una resistencia manual moderada.

5 = La fuerza es normal y está en contra del control de resistencia manual máxima del operador (11) (Tabla 5).

Tabla 5. Escala de Daniels

Nivel 5 100%	Es normal, gama total de movimientos contra la gravedad y total resistencia.
Nivel 4 75%	Gama total de movimientos contra la gravedad y cierta resistencia, pero débil.
Nivel 3 50%	Gama total de movimientos contra la gravedad, pero no contra resistencia.
Nivel 2 25%	Gama total de movimientos, pero no contra gravedad (movimientos pasivos)
Nivel 1	Vestigios de movimientos
Nivel 0	Ausencia de contractilidad

Fuente: Elaboración propia (adaptado de técnicas manuales de exploración; 3ra edición Lucille Daniel's).

Escala de Kendall's:

Es una escala que sirve para la evaluación o valoración de la fuerza muscular, Fue descrita originalmente por la pareja Kendall en 1936, pero todavía es utilizada por muchos expertos para referirse a la función muscular, relacionada con una determinada resistencia. La resistencia muscular y la flexibilidad deben tenerse en cuenta al evaluar. Dentro de los ítems la calificación Va de 0 a 5, donde 0 es 0, es decir, no se observa ni se siente ninguna contracción muscular, 1 traza, es decir, la contracción es visible o palpable sin movimiento, 2 a nivel medio, rango completo de movimiento disponible cuando se elimina la gravedad, 3 es regular, rango completo de movimiento contra la gravedad con sólo eliminar la resistencia, 4 es bueno con un rango completo de movimiento contra la gravedad resistente y puede mantener una resistencia moderada y normal, 5 es normal, tener un rango completo de movimiento contra la gravedad y puede mantener la máxima resistencia (Tabla 6) (12).

Tabla 6. Escala de Kendall's

Nivel	Término	
5	Normal	Amplitud total disponible de movimiento contra gravedad y es capaz de mantener una resistencia máxima.
4	Bueno	Amplitud total disponible de movimiento contra gravedad y es capaz de mantener una resistencia moderada.
3	Regular	Amplitud total disponible de movimiento solo contra gravedad al eliminar la resistencia.
2	Pobre	Amplitud total disponible de movimiento al eliminar la
0	Nulos	No se observa ni se siente contracción.

Fuente: Adaptada del libro pruebas funcionales postura y dolor Kendall's, Quinta edición.

El siguiente es un ejemplo de la aplicación de la escala de Kendall's en los segmentos de cuello, tronco y extremidades (Tabla 7).

Tabla 7. Ejemplo de aplicación de la escala de Kendall's

	5 Normal	4 Buena	3 Regular	2 Regular	1 Vestigios	0 Nulo
CUELLO			✓			
Elev. ext.			✓			
Ino.		✓				
Rot.			✓			
TRONCO		✓				
Elev. ext.		✓				
Ino.		✓				
Rot.		X				
FAJA ABDOMINAL		X				
EESS		✓				
Hombros		✓				
Codos		✓				
Muñecas	✓					
ECII		✓				
Codos		✓				
Rodillo		✓				
Tobillo		X				

Fuente:Elaboración propia

Escala Medical Research Council (MRC):

La evaluación de la resistencia muscular mediante la escala MRC solo se puede realizar cuando el equipo médico del paciente garantiza la estabilidad neurológica, respiratoria y hemodinámica del paciente (13).

Evaluar el nivel de cooperación

Antes de continuar con la evaluación de la fuerza muscular, el nivel de colaboración debe evaluarse mediante las siguientes 5 preguntas:

1. Abra y cierre los ojos.
2. Siga su dedo con los ojos.

3. Abre la boca y saca la lengua.
4. Haz un gesto de "sí" con la cabeza / Asiente con la cabeza.
5. Levanta una ceja después de contar hasta 5.

- Cada acción realizada correctamente vale 1 punto y MRC solo tendrá una calificación si se obtiene una puntuación de 5 sobre 5.
- El número de preguntas se puede repetir dos veces, si el grado de colaboración no es seguro.

Antes de la evaluación:

- Antes de realizar una evaluación, la cabecera debe colocarse entre 30 - 45°.
- Eliminar obstrucciones que impiden la movilidad del paciente (barra inferior, catéter de prueba).
- Colocar una almohada detrás de la cabeza del paciente para facilitar la visión de las extremidades del paciente.
- Se pueden limpiar los bronquios del paciente, si es necesario, dejando tiempo para que se recupere (13).

Durante la evaluación:

Los grupos de músculos implicados en 1) abducción del hombro, 2) flexión del codo, 3) dorsiflexión de la muñeca,) flexión de la cadera, 5) extensión de la rodilla y 6) dorsiflexión del tobillo, se evaluarán de forma bilateral y sistemática. Cada grupo de músculos se clasificará de 0 a 5 según los siguientes criterios (13) (Tabla 8).

Tabla 8.Escala Medical Research Council (MRC)

Nivel 0	No se visualiza ni se palpa ninguna contracción.
Nivel 1	Leve contracción visible o palpable, aunque no se observa movimiento de la extremidad.
Nivel 2	Movimiento realizado sin gravedad con todo o más de la mitad del rango de movimiento.

Nivel 3	Movimiento contra la gravedad en todo o más de la mitad del rango de movimiento.
Nivel 4	Movimiento contra resistencia leve-moderada en todo el rango del movimiento.
Nivel 5	Potencia de contracción normal (resistencia fuerte)

Fuente: Elaboración propia (adaptada del documento resumen para la evaluación de la fuerza muscular mediante la escala mrc).

La prueba muscular debe comenzar en el nivel 3 de MRC y progresar al nivel 2 o según los resultados (consulte el algoritmo de evaluación). Primero, el fisioterapeuta debe reproducir pasivamente el movimiento y luego pedirle al paciente que realice el movimiento activo. Un grupo de músculos debe evaluarse bilateralmente para pasar al siguiente. Puede hacer hasta 3 repeticiones para cada grupo de músculos. El intervalo máximo entre mediciones es de 30 segundos, a menos que el paciente necesite más tiempo para recuperarse. El paciente debe ser estimulado para mantener la contracción durante 56 segundos (13).

PRUEBAS FUNCIONALES PARA EVALUAR LA FUERZA MUSCULAR

Las pruebas de fuerza muscular se realizan para determinar la capacidad de un músculo o grupo de músculos para activar el movimiento y proporcionar estabilidad y apoyo (14).

Test de push up/flexiones de brazos (lagartijas) en 1 minuto

Objetivo:

- Estimar el nivel de tolerancia de los músculos del brazo.

Materiales:

- Cronómetro.

- Superficie plana antideslizante.
- Silbato.

Indicaciones del método:

- Realice tantas repeticiones como sea posible en 1 minuto.

Descripción del ejercicio:

Posición inicial: Acostado boca abajo, con los ojos mirando al frente, las manos apoyadas en el suelo a la altura de los hombros separados. En el caso de los hombres, las piernas deben estar completamente extendidas, pies juntos y de puntillas; para las mujeres, la rodilla debe estar en contacto con el suelo. Las caderas, la espalda y la cabeza estarán en línea recta. Teniendo esta posición, se procede a la extensión general de los brazos.

Desarrollo: Desde la posición inicial, realizar la extensión del brazo llevando el codo hacia adelante y sin parar para volver a la posición inicial. Al repetir el ejercicio durante un minuto, se contaron todas las repeticiones que el atleta con calificación pudo realizar completamente y con una buena postura en el tiempo asignado (14). La tabla 9 muestra la interpretación del test para hombres y mujeres.

Tabla 9. Valores de referencia Test de push up/flexiones de brazos

Muy bajo	0-5	0-19

Fuente:Elaboración propia (adaptada de manual de pruebas para evaluación de la forma física).

Test de flexión de brazos, En la figura A se muestra desde una posición inicial y en la figura B se realiza la flexión de los brazos con extensión de rodillas (Figura 17).

Figura 19. Test de flexión de brazos



A

B

Fuente: Elaboración propia.

Test de abdominales

Objetivo:

- Estimar el nivel de tolerancia de los músculos abdominales.

Materiales:

- Cronómetro.
- Superficie plana antideslizante.
- Silbato.

Indicaciones del método:

- Mantener las piernas flexionadas.
- Mantener los brazos cruzados sobre el pecho mientras retrae los hombros. El ejercicio sólo será válido si la repetición es correcta.

Descripción del ejercicio:

Posición inicial: Acostado boca arriba, con las piernas juntas y los pies flexionados con un soporte de árbol, se cruzan los brazos sobre el pecho. El evaluador debe mantener los pies para realizar el ejercicio.

Desarrollo: Desde la posición inicial, el evaluador pasa a una posición sentada hasta que el codo toca la rodilla, volviendo inmediatamente a la posición inicial. Al repetir el ejercicio durante un minuto, se cuentan las posiciones de sentado que el evaluador logró realizar con la técnica adecuada en el tiempo asignado (14).

A continuación se muestra la forma indicada de la aplicación del test de abdominales. (Figura 20). En la figura A se muestra la posición inicial desde una vista lateral, el paciente deberá estar en decúbito prono con las rodillas flexionadas y los brazos extendidos, el evaluador, en este caso el fisioterapeuta estará situado al frente del paciente sosteniendo sus rodillas. En la figura B se muestra el paciente realizando los abdominales, en este caso 2 series de 15 repeticiones durante

Figura 20. Test de abdominales



Fuente: Elaboración propia.

La tabla 10 muestra la interpretación del test para hombres y mujeres.

Tabla 10. Valores de referencia del test de abdominales

	Mujeres	Hombre
Excelente	>=44	>=48
Bueno	39-43	43-47
Medio	33-38	37-42
Bajo	29-32	33-36
Muy bajo	0-28	0-32

Fuente:Elaboración propia (adaptada de manual de pruebas para evaluación de la forma física).

Test Sit and Reach

Objetivo:

- Medir la flexibilidad de la región lumbar y la cadena posterior (14).

Materiales:

- Cajones con cinta métrica.

Indicaciones del método:

- Evitar la flexión de piernas.
- Evitar los estiramientos o los rebotes dobles al realizar el ejercicio.
- El evaluador verifica manualmente para asegurarse de que la rodilla esté completamente extendida.

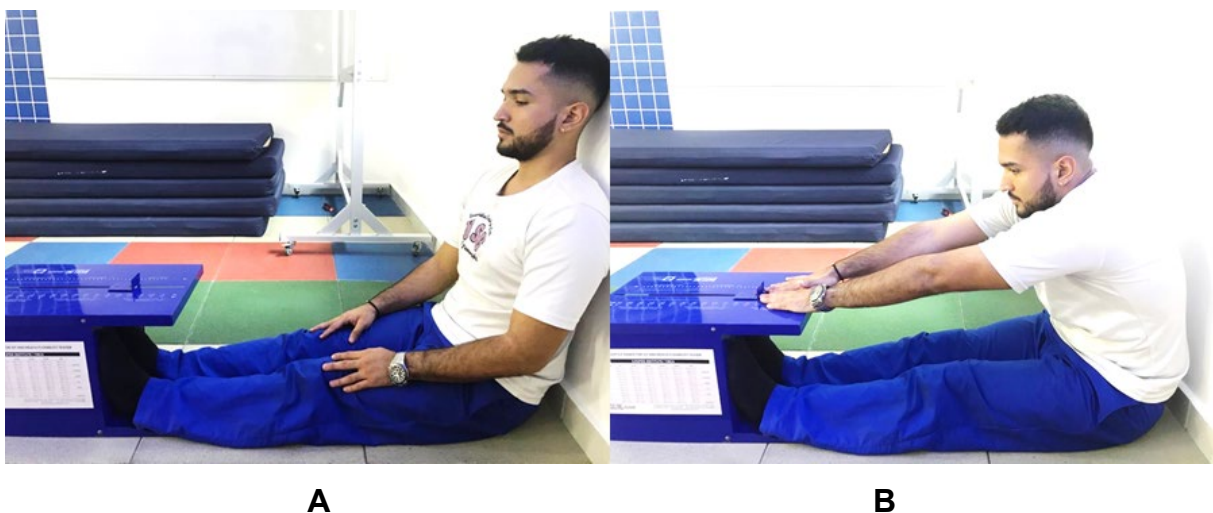
- El valor 0 de la cinta métrica se encuentra en la parte superior del cajón.

Descripción del ejercicio:

Posición inicial: Descalzo, pies completamente apoyados en el suelo y extendidos. El pie derecho está pegado al borde del cajón con los brazos extendidos hacia adelante.

Desarrollo: Desde la posición inicial realizar la flexión del cuerpo con los ojos hacia adelante, sin flexionar la rodilla, intentar llegar al punto más alejado de la cinta métrica, es decir alcanzar la máxima amplitud que tiene el cuerpo, mantener la posición durante 2 segundos. El ejercicio se debe realizar 3 veces, sin el efecto rebote, y se registraron los resultados con mayor rango en centímetros (Figura 21) (14).

Figura 21. Test sit and reach



Fuente: Elaboración propia

MEDICIÓN DE LA FUERZA EN POBLACIONES ESPECÍFICAS

Infantes

Durante la infancia, la fuerza muscular es un indicador importante del desarrollo motor. Su evaluación ayuda a determinar el riesgo de que una persona desarrolle afecciones que pueden influir en el crecimiento y el desarrollo motor. Por tanto, la

fuerza muscular forma parte de la función neuromuscular, fundamental para las actividades de la vida diaria y los roles que se juegan en todas las etapas de la vida, especialmente durante la niñez (15).

Se encuentran disponibles varios dispositivos, pruebas y baterías para la evaluación de la fuerza muscular en niños, que incluyen: Dinamometría de brazos y tronco, Medición de la Fuerza Funcional (FSM), pruebas de rendimiento locomotor, baterías adaptadas a las habilidades de entrenamiento de resistencia de los niños, prueba de habilidades motoras Bruininks Oseretsky (BOT 2) y batería PREFIT (Prueba de aptitud preescolar), evaluación pediátrica en niños recién nacidos, prueba de salto largo y vertical, prueba de fuerza de extremidades superiores y el estudio Fuprecol (Asociación de fuerza de agarre con manifestaciones tempranas de riesgo cardiovascular en niños y adolescentes colombianos). La mayoría de estas herramientas miden no solo la fuerza muscular sino también otros factores. A continuación se muestra un resumen con diversas referencias bibliográficas de algunos de los métodos de evaluación de la fuerza, que se han aplicado a la población pediátrica (Tabla 12)(15).

Tabla 12. Métodos de evaluación de la fuerza en población pediátrica

A continuación se muestra un breve resumen de diferentes autores sobre las pruebas e instrumentos musculares que se evaluaron en niños pediátricos.

ESTUDIO	TIPO DE FUERZA	PRUEBAS E INSTRUMENTOS
Tezo. L. et al (2017)	Isométrica.	Dinamometría de mano.
Wind A. et al. (2010)		
Marrodán Md. Romero JF. Moreno S. et al. (2009)	Fuerza máxima.	Dinamómetro digital de mano.
Aertssen WFM, Ferguson GD, Smits-Engelsman B. (2016)	Resistencia y potencia muscular.	Functional Strength Measurement (FSM). (Figura 22)
Zenovía S. Bastiurea E. Mihalia I. (2015)	Fuerza muscular concéntrica.	Prueba de evaluación de fuerza muscular de tronco. (Figura 23)
Cardenas C. Intemann T. Labayen I. et al. (2018)	Salto largo.	Batería de evaluación de la condición física en niños y adolescentes.

Furzer B. Bebich-Philip M, Wright K. et al. (2018)	Fuerza dinámica.	Batería adaptada de habilidades de entrenamiento para niños.
Van den Bled W, Van der Sander G, Janssen A. et al. (2011)	Fuerza de empuñadura, explosiva, de resistencia dinámica y estática.	Dinamometría de mano. Dinamómetro jamar. Motor performance test.
Castro J, Ortega F. Artero E. et al. (2010)	Fuerza explosiva.	Salto vertical. (figura 24)
Ayán C, Cancela J, Ballesteros L, Martinez L. (2016)		Salto horizontal. (figura 25)
Castro J, Gonzales J, Mora, J. (2009)	Fuerza resistencia.	Salto en cuclillas. (figura 26)
Aván-Pérez C, Senra I Qizara E. (2014)		Prueba de fuerza muscular de la parte superior del cuerpo. (figura 27)
Connolly B (1995)	Evaluación de	Valoración infantil pediátrica
Serrano M E, Correa J E. (2015)	competencias motoras y calidad de patrones de movimiento.	Bruininks-oseretsky Test of motor proficiency BOT-2.
Ramírez R, Correa J, Universidad del rosario (2016)	Fuerza prensil y explosiva.	Estudio fuprecol (Asociación de la fuerza prensil con manifestaciones tempranas de riesgo cardiovascular).

Tabla 11. Fuente: Elaboración propia (evaluación de La fuerza muscular en niños: una revisión de La Literatura)

Figura.22 . Medición de fuerza funcional (FSM)



Fuente: Elaboración propia

Figura. 23 evaluación de fuerza muscular en tronco



Fuente: Elaboración propia

Figura. 24 Prueba de salto vertical



Fuente: Elaboración propia.

Figura. 25. Prueba de salto horizontal.



Fuente: Elaboración propia.

Figura. 26. Prueba de salto en cuclilla



Fuente: Elaboración propia.

Figura. 27. Prueba de fuerza muscular de la parte superior del cuerpo.



Fuente: Elaboración propia.

Deportistas

La evaluación de la resistencia es parte del control del entrenamiento y tiene como objetivo brindar información sobre el impacto del ejercicio realizado y la condición física del atleta.

Pruebas:

Sentadilla completa:

Cualidad medida: A continuación se describe la fuerza máxima de la extensión de la pierna y la cadera durante el movimiento.

Ejecución:

Flexión profunda de las piernas hasta que los muslos superen la línea horizontal con respecto al suelo, y luego inmediatamente extender completamente las piernas. La cantidad de flexibilidad depende del movimiento del sujeto, sin embargo debe ser constante para que el muslo pase en la dirección horizontal indicada, la barra se puede colocar detrás de la cabeza, o apoyada en el hombro, por delante de la cabeza.

A medida que incrementa la resistencia, la recuperación entre intentos es mayor. El número de repetición para cada serie será de 5 a 1 rpt y disminuyen cada vez que incrementa la resistencia del exterior. La carga se incrementa hasta errar en el intento. El deportista realiza series de cuatro repeticiones con peso creciente, hasta llegar a una resistencia que se estima dependiendo de qué tan difícil ha sido el último levantamiento. Si se cumplen estas condiciones, el peso de elevación será de aproximadamente 85%, 1RM. (7).

Figura 28: sentadilla completa



A

B

Fuente: Elaboración propia.

Press de banca

Cualidades/ medidas: Fuerza máxima (1RM) de los extensores del brazo, pectoral y deltoides anterior en el movimiento que se describe a continuación.

Ejecución:

En decúbito supino en el banco, con las manos ligeramente más anchas que los hombros, los brazos doblados profundamente y extendidos de inmediato. Cuando la barra toca el pecho ligeramente, se debe detener la barra por un tiempo corto (1 - 2 segundos) para determinar si desea realizar la prueba. El proceso es similar al de la sentadilla, se pueden agregar varias variaciones de este ejercicio en una ubicación específica y para grupos de músculos específicos.

Medir la 1RM en este ejercicio es menos problemático que en el ejercicio anterior, sin embargo no es necesario en la mayor parte de los atletas. Los mismos criterios dados para los dos ejercicios descritos se pueden aplicar a las medidas de otros como extensión vertical del brazo ("hombro"), flexión del codo en posición vertical ("bíceps"), extensión de los codos acostados sobre la espalda. o en diferentes ubicaciones ("tríceps"), ejercicios de tracción y complementarios ("dorsales", "complementos") y otros ejercicios. El uso de cada uno dependerá de los atributos y necesidad del deporte o especialidad que se practique (7).

Figura 29: Press de banca



Fuente: Elaboración propia.

Arrancada de fuerza

Cualidad medible: fuerza de las articulaciones y fuerza de los músculos de la espalda y de las piernas.

Es un ejercicio de reflexión sobre la fuerza explosiva y potencia de todos los grupos musculares principales: Los extensores de rodilla y cadera y los flexores plantares del tobillo, erectores de espalda y levantamiento de hombros. Este ejercicio, Junto con la fuerza limpia, este es uno de esos ejercicios que te permite ejercer el mayor esfuerzo. Pero para que suceda este efecto, se requiere una técnica aceptable. Por eso, la idea de que «si no te levantas bien » no parece válida, ya que de esta forma hay que poner más esfuerzo, por eso se desarrolla más la fuerza.

Ejecución:

La barra se eleva desde el suelo (pedestal) hasta que los brazos están completamente extendidos sobre la cabeza, sin paradas intermedias. También se puede realizar iniciando el movimiento a la altura de la rodilla ("suspensión"). La descripción técnica de este ejercicio es uno de los objetivos de este módulo. Si no lo sabe, debe consultar documentos especializados sobre estos temas. El desarrollo de la prueba es el mismo que en la sentadilla, aunque el número de repeticiones por serie es de 3 a 1. Se acepta

un tema de ingeniería, tomando como referencia para evaluar la calidad la velocidad de ejecución y la velocidad de la barra, su peso, fuerza máxima puede lograrse con pesos cercanos al máximo que puede levantar en el ejercicio. Por lo tanto, este ejercicio puede considerarse fuerza máxima.

Figura 30: Arrancada de fuerza



Fuente: Elaboración propia.

Gestantes:

El embarazo, entendido en términos de salud según la Organización Mundial de la Salud OMS, condición mental y social, libre de enfermedad, en términos de salud de la mujer embarazada, la OMS especifica que está conformada por todo el espectro de mujeres desde el embarazo hasta el puerperio, en base a esto hay que tener en cuenta la importancia de una alimentación saludable y la actividad o ejercicios físico

Para evaluar la aptitud muscular

Evaluaron la condición muscular, 10 de los cuales se realizaron test de fuerza de prensión máxima, realizaron el test de fuerza de prensión, 2 en 3 minutos y 1 en 2 minutos. En 2 de los ítems que realizaron la prueba de fuerza de prensión se utilizó un esfigmomanómetro manual en lugar del dinamómetro. Por otro lado, 1 persona usó un dinamómetro manual montado en una silla para evaluar la fuerza del cuádriceps y

1 usó un dinamómetro de pinza para los dedos de los pies. Además, se utilizaron 2 pruebas isométricas específicas para evaluar la extensión voluntaria máxima de la cadera y la resistencia de los flexores dorsales en el mismo artículo. Al final, se encontraron 13 pruebas de resistencia dinámica, 9 se enumeraron como pruebas especiales y otras 3 (prueba de silla de pie de 30 segundos, 5 prueba de sentarse a pararse, 5 prueba de Trendelenburg) se clasifican como otras pruebas dinámicas.

Adultos mayores:

El envejecimiento se asocia con una disminución de la fuerza muscular lo cual podría indicar una disminución de la capacidad de funcionamiento. La disminución de la fuerza muscular con la edad se debe principalmente a la pérdida y disminución del tamaño de las fibras musculares de tipo II y a una disminución de la activación neuronal voluntaria. Con base a lo anterior es importante indagar sobre los diferentes métodos de evaluación de la fuerza muscular en adultos mayores (15).

Prueba de resistencia de las extremidades inferiores: Prueba la capacidad para levantarse y sentarse en una silla (prueba de postura de pie). Esta prueba es para cuantificar la actividad de los músculos de las extremidades inferiores. Consiste en sentarse en el centro de una silla de tamaño estándar (33 - 44 cm de alto), con la espalda recta y sostenida por un respaldo mientras se cruzan los brazos a la altura de las muñecas y descansan sobre el pecho. (Figura 28).

Figura. 28. Prueba de resistencia de las extremidades inferiores



Fuente:Elaboración propia

En la señal de "ir", el examinado debe alcanzar una posición completamente de pie, luego sentarse y repetir el movimiento a la mayor velocidad posible. Se toma como resultado experimental el número máximo de repeticiones completadas en 30 segundos logradas por el participante (15).

Prueba de flexibilidad de las extremidades inferiores: Generalmente se utiliza para evaluar la flexibilidad de la columna y la longitud de los isquiotibiales. El examinado se para en el borde de una silla de tamaño estándar (altura 43 - 44cm). Una pierna debe mantenerse doblada con la planta del pie apoyada en el suelo, mientras que la otra pierna se extiende lo más largo posible de la línea de la cadera.

El talón de la pierna extendida debe estar siempre en contacto con el suelo y el pie flexionado debe estar a unos 90°. A la señal de "ir", el examinado debe tratar gradualmente de llegar al final del pie con los brazos, enderezando ambos brazos superpuestos (pulgares uno encima del otro) tratando de ir lo más lejos posible hasta que toque o exceda el dedo gordo del pie (Figura 29)

Figura. 29. Prueba de flexibilidad de las extremidades inferiores



Fuente:Elaboración propia

La distancia que se tiene en cuenta para la prueba, es la distancia que el evaluado puede alcanzar y mantener durante al menos 2 segundos. Se hace por ambos lados

(lado derecho e izquierdo). El resultado puede ser positivo o negativo dependiendo de si el participante puede alcanzar el dedo del pie con ambas manos (15).

Prueba de flexibilidad del miembro superior: El participante se pone de pie, coloca una mano por encima del hombro, el codo hacia arriba, los dedos extendidos con las palmas paralelas entre sí e intentan deslizarse hacia abajo por la espalda lo más posible. Al mismo tiempo, la otra mano se coloca detrás y debe intentar alcanzar o pasar la otra mano. Se hace por ambos lados (lado derecho e izquierdo). Como resultado, la distancia que existe entre los dedos en el corazón de ambas manos o la superposición entre ellos. (Figura 30) (15).

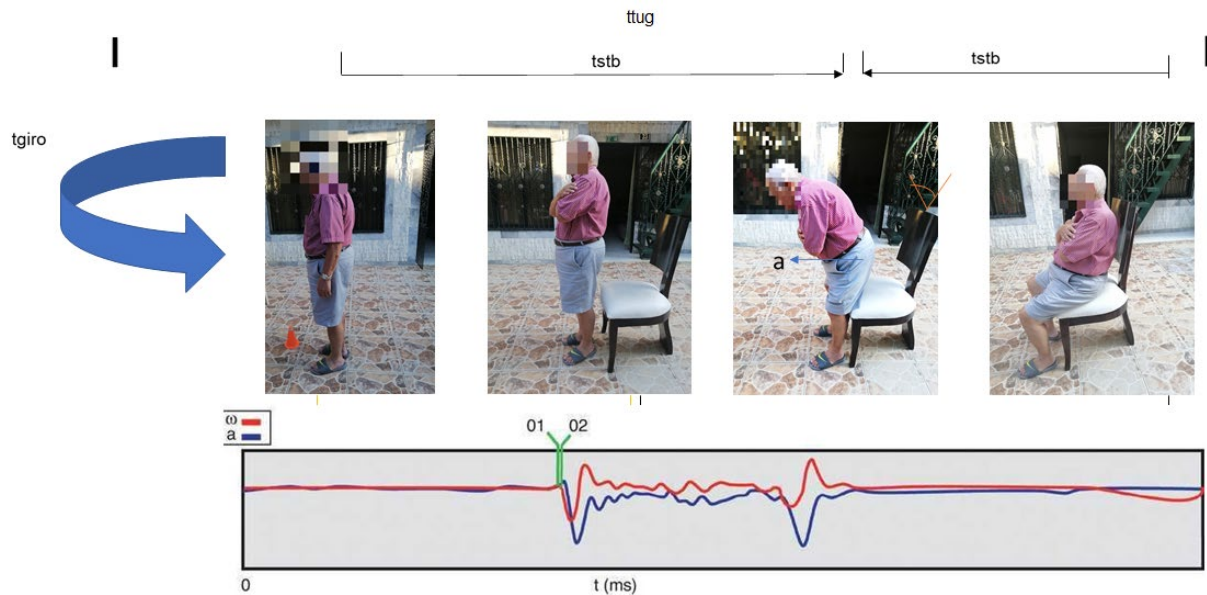
Figura.30. Prueba de flexibilidad del miembro superior



Fuente:Elaboración propia

Prueba de aceleración: De pie, caminando (2,44 m) y sentado, la prueba se utiliza para medir la capacidad de un paciente para realizar tareas motoras continuas, como caminar y darse la vuelta. El participante debe sentarse en el centro de la silla estándar, espalda recta y manos en el regazo. El pie dominante da un paso ligeramente hacia adelante. A la señal de "adelante", el participante debe levantarse de la silla, caminando lo más rápido posible. lo más lejos posible del cono establecido a 2,44 m del asiento, rodear los lados y sentarse en la silla (Figura 31) (15).

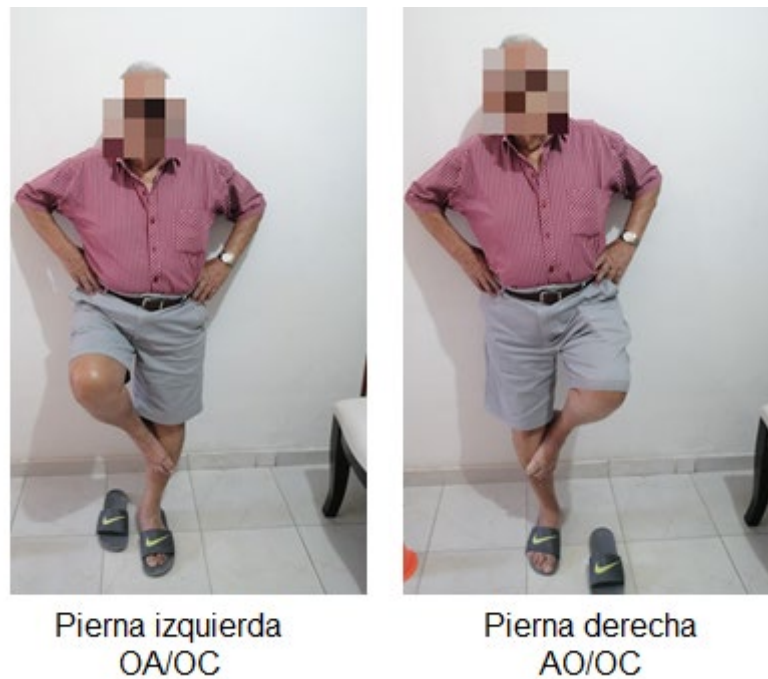
Figura.31. Prueba de aceleración



Fuente:Elaboración propia

Prueba de estabilidad postural unipodal: Esta es una prueba que se utiliza para cuantificar la capacidad de mantener el equilibrio estático. El participante debe permanecer apoyado el mayor tiempo posible, en una de sus extremidades inferiores con el brazo a lo largo del tronco. (Figura 32) (15). El tiempo que se puede mantener esta posición se mide hasta qué ocurre una de las siguientes situaciones:

Figura. 32. Prueba de estabilidad postural unipodal



Fuente:Elaboración propia

- El soporte cambia de posición.
- El pie de elevación toca el suelo.
- El brazo abandona el tronco del árbol.
- La pierna levantada toca la extremidad de apoyo.

CONCLUSIONES

Con el presente trabajo se llega a la conclusión de que existen varios métodos de evaluación de la fuerza muscular, se mencionan métodos de evaluación del desempeño muscular los cuales se aplican por efectos directos e indirectos de la fuerza muscular, métodos isométricos, isocinético, dinamometría y métodos basados en el salto vertical. Además, se describen los procedimientos empleados en la evaluación de la fuerza muscular. Estos se dividen en diferentes activaciones concéntrica, excéntrica e isométrica, dentro de estos se encuentran los procedimientos realizados en medición isométrica, como el pico máximo de fuerza, la fuerza explosiva y la fuerza explosiva máxima.

Dentro de la valoración de la función muscular se exponen las Escalas: Daniels, Kendall y Medical Research Council (MRC). Para estas escalas se tiene en cuenta las generalidades, incluyendo su objetivo de aplicación, el modo de empleo con sus comandos verbales y contactos manuales, se mencionan las indicaciones y contraindicaciones correspondientes a cada evaluación y la interpretación de los resultados.

Por último, se realiza la descripción de los métodos de evaluación de la fuerza, por medio de una revisión bibliográfica de artículos científicos con el fin de evidenciar de manera global, la efectividad de la aplicación de cada una de las evaluaciones del desempeño muscular y la importancia de aplicarla en diferentes poblaciones como lo son niños, adultos, gestantes y deportistas.

RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones sobre los métodos de evaluación de fuerza muscular en poblaciones especiales, embarazadas, adultos mayores y niños, que fortalezca la evidencia científica en esta área.
- Se recomienda analizar las implicaciones de la evaluación del desempeño muscular en poblaciones específicas, donde se especifique claramente las indicaciones y contraindicaciones.

APORTES DEL CAPÍTULO A LA PROFESIÓN

La fisioterapia es una profesión del área de la salud que estudia principalmente el movimiento corporal humano y enfoca sus acciones desde lo individual a lo colectivo, el mantenimiento y fortalecimiento de la capacidad de movimiento. Un aspecto muy importante está encaminado en la rehabilitación física sobre el fortalecimiento de grupos musculares, ya que son numerosas las patologías que están asociadas a el desempeño muscular en toda la población específicamente en la edad adulta y en deportistas que sufren día a día de una lesión física, para ello es importante determinar aquellos estados en los que se encuentran los músculos de diferentes partes del cuerpo.

Además, en rehabilitación es importante evaluar debido a que sirve como índice para observar los avances que se pueden obtener mediante la aplicación de diferentes test y medidas, en este caso los de fuerza muscular con un enfoque y efecto terapéutico para lograr una calidad de vida más saludable.

Por otro lado, es importante en la profesión de fisioterapia evaluar la producción muscular como un elemento valioso de la disposición física, su valoración se podría usar como un indicador principal durante el crecimiento en diferentes poblaciones especiales, debido a que con ello se puede evitar sufrir de lesiones y de alteraciones biomecánicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Muñoz A. Fisiología del Ejercicio 1. 2017 [citado el 11 de mayo de 2022]; Disponible en: https://www.academia.edu/34601921/Fisiologia_del_Ejercicio_1
2. Ra Ximhai [Internet]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/461/46120213.pdf>
3. El Músculo esquelético Saber y entender [Internet]. Disponible en: http://asemcantabria.org/wp-content/uploads/2015/09/musculo_esqueletico.pdf
4. Justo P, Sánchez G. Página 1 [Internet]. Disponible en: <http://fisico.uta.cl/documentos/anatomia/los-musculos-deportes.pdf>
5. Barbany JR. FISIOLÓGÍA DEL EJERCICIO FÍSICO Y DEL ENTRENAMIENTO [Internet]. Google Books. Editorial Paidotribo; 2006 [cited 2022 Mar 23]. Disponible en: https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=kq0XqZoY8YoC&oi=fnd&pg=PA5&dq=fisiologia+de+la+contraccion+muscular&ots=DoyzfMutFy&sig=haD-M4rQWboX8V4iqYMYVGvV8oo&redir_esc=y#v=onepage&q=fisiologia%20de%20la%20contraccion%20muscular&f=false
6. Avanzada F, Humano D, Juan C, Gutiérrez A, Delgado C, Ruiz K, et al. UNIVERSIDAD NACIONAL FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD ESCUELA CIENCIAS DEL DEPORTE MAESTRÍA EN SALUD INTEGRAL Y

- MOVIMIENTO HUMANO Tema: Mecánica de la contracción muscular [Internet]. 2006. Disponible en: <http://www.maestriasalud.una.ac.cr/documents/contrac-mus.pdf>
7. CAPÍTULO 6.-EVALUACIÓN DE LA FUERZA [Internet]. [cited 2022 Mar 23]. Disponible en: <https://escuelafutbolcimbacalle.webnode.es/files/200000244-14b0715f25/Cap%C3%ADtulo%206%20Evaluacion%20de%20la%20Fuerza.pdf>
 8. Nodari L. Evaluación de la fuerza [Internet]. Disponible en: https://ief9016-inf.d.mendoza.edu.ar/aula/archivos/repositorio/4000/4134/Evaluacion_de_la_Fuerza.pdf?id_curso=1154
 9. Escala de Daniels | PDF | Músculo | Física [Internet]. Scribd. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/92611633/escala-de-daniels>
 10. Yumpu.com. ANEXO IV Escala Kendall 1 [Internet]. yumpu.com. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/14662189/memoria-spa-078mb/29>
 11. Redirect Notice [Internet]. www.google.com. Disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://seeiuc.org/wp-content/uploads/2018/10/PROTOCOLO-EVALUACI%25C3%2593N-FUERZA-MUSCULAR_escala-Medical-Research-Council-Sum-Score-MRC-SS.pdf&ved=2ahUKEwjnr7L4r7T0AhXiVTABHakBBhYQFnoECFEQAQ&usq=AOvVaw3kqCqr-RHzHm_aOmxBB0KO
 12. Institucional P. MANUAL DE PRUEBAS PARA EVALUACIÓN DE LA FORMA FÍSICA [Internet]. Disponible en: <https://www.deportes.uady.mx/recursos/manualpruebasfisicas.pdf>
 13. Google.com. 2020. Disponible en: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://docs.>

bvsalud.org/biblioref/2020/09/1118901/16-revi-evaluacion-de-la-fuerza-muscular.pdf&ved=2ahUKEwivxKyVt7T0AhX2TDABHb1jDt0QFnoECAQQAQ&usq=AOvVaw3xsyMw4Elo3SI30i7hy_0h

14. Researchgate.net. [citado el 4 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/329224305> Evaluacion de adultos mayores con tests funcionales y de marcha
15. Aburto E. Kendall's Músculos, pruebas, funciones y dolor postural 1. www.academia.edu [Internet]. [cited 2022 Mar 30]; Disponible en: [https://www.academia.edu/7284853/Kendalls M%C3%BAsculos pruebas funciones y dolor postural 1](https://www.academia.edu/7284853/Kendalls_M%C3%BAsculos_pruebas_funciones_y_dolor_postural_1)
16. libro: NEGRETE JH. ATLAS EN COLOR DE HISTOLOGÍA. Editorial médica panamericana, S.A., editor.____Disponible en: <http://www.medicapanamericana.com>. editorial médica panamericana; 2009.
17. libro: Renstrom P. fisioterapia del deporte y el ejercicio [Internet]. Kolt GS, Mackler LS, editores. Disponible en: [Elsevier España, S.A. 2004 \[cited 2022 Mar 30\]. Available from: Elsevier.](#)
18. Edu.pe. [citado el 30 de marzo de 2022]. Disponible en: <http://www.untumbes.edu.pe/bmedicina/libros/Libros10/libro123.pdf>
19. Daza S. Daniels PRUEBAS FUNCIONALES MUSCULARES. www.academia.edu [Internet]. Disponible en: [https://www.academia.edu/37504661/Daniels PRUEBAS FUNCIONALES MUSCULARES](https://www.academia.edu/37504661/Daniels_PRUEBAS_FUNCIONALES_MUSCULARES)

