

## 1. INTRODUCCIÓN.

El gabinete de Tele-Educación de la Universidad Politécnica de Madrid, ha recogido todas las técnicas de medición antropométricas y pruebas de evaluación del **Laboratorio de Fisiología del Esfuerzo**, para que puedan ser visualizadas por sus alumnos. En el presente documento se explica la prueba y se suministra el enlace al vídeo. No hay que hacer nada más que presionar la tecla Control+ pinchar en el vínculo que aparece al final de la explicación de la prueba.



## 2. MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS.

### 2.1 MATERIAL ANTROPOMÉTRICO:

- Tallímetro o estadiómetro.
- Báscula.
- Cinta Antropométrica.
- Antropómetro.
- Paquímetro o calibre.
- Plicómetro ó lipómetro
- Banco antropométrico.



[mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/42.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/42.wmv)

Figura 1: Material antropométrico.

### 2.2 LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS ANTROPOMÉTRICOS BÁSICOS:

- POSICIÓN ANATÓMICA DE REFERENCIA:

[mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/57.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/57.wmv)

[mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/59.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/59.wmv)

[mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/61.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/61.wmv)

[mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/62.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/62.wmv)

1º. Localización. Se buscará el punto siguiendo las estructuras óseas con la yema del dedo.

2º. Relocalización. Tras dejar de hacer presión sobre la piel, volveremos a localizar el punto, pero utilizando la uña del otro dedo.

3º. Marcado con lápiz dermográfico.

4º. Confirmación de la correcta localización. La grasa se moviliza con la presión y la piel se estira por lo que, en algunos casos, el punto puede variar cuando se deja de presionar con el dedo.

- PUNTOS ANTROPOMÉTRICOS:

- **Vértex.** Plano de Frankfurt para medir la altura <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/2.wmv>.
- **Mesoesternal** (Mesoesternale). Es el punto situado en el cuerpo del esternón a nivel de la cuarta articulación condroesternal, en la intersección de los planos sagital y horizontal <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/55.wmv>.
- **Acromial** (Acromiale). Es el punto situado en el borde superior externo del acromion. Para localizarlo, se debe seguir la espina de la escápula hasta su punto más externo y, posteriormente, subir hacia arriba para localizar el punto superior más externo. Su localización puede resultar difícil y llevar a confusión cuando existe un gran desarrollo del deltoides y el hombro está en antepulsión por un excesivo desarrollo del pectoral o una actitud de “escápulas aladas” <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/3.wmv>.
- **Radial** (Radiale). Es el borde más superior y lateral de la cabeza del radio. Para localizarlo se palpa la fosa lateral del codo y se le realiza al sujeto una pronación-supinación pasiva del codo. Notaremos que la cabeza del radio rota y el húmero permanece fijo <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/4.wmv>.
- **Dedal** (Dactylion). Es el punto más distal del dedo medio cuando los brazos caen a lo largo del cuerpo y los dedos están en extensión. La distancia entre el punto medio biestiloideo y el punto dedal se utiliza para medir la longitud de la mano <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/5.wmv>.
- **Ileocrestal** (Iliocrestale). Es el punto más lateral del tubérculo iliaco de la cresta iliaca (ISAK, 2001) <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/7.wmv> y <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/9.wmv>.
- **Ileoespinal** (Ilioespinal). Es el punto más inferior de la espina iliaca antero-superior (¡ojo!, no en la superficie más frontal). Es el punto donde se inserta el sartorio, por lo que una rotación externa del muslo ayuda a localizar el punto. Este punto se utiliza para localizar la zona donde se tomará el pliegue supraespinal <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/8.wmv>.
- **Punto medio acromio-radial.** Es el punto medio entre el punto acromial y el radial. Se marca como línea horizontal perpendicular al eje principal del húmero y corresponde a la mitad del brazo. Se deben proyectar dos marcas, una anterior y otra posterior, y hacer dos cruces que nos servirán para medir los pliegues del bíceps y del tríceps <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/10.wmv>.
- **Punto medio del muslo.** Es el punto medio entre el pliegue inguinal y el borde superior de la rótula <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/53.wmv>.

### 2.3. MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS:

- MEDIDAS BÁSICAS:

- **Peso.** <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/11.wmv> y <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/13.wmv>.
- **Talla.** Es la distancia entre el vértex y las plantas de los pies <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/12.wmv> y <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/14.wmv>.
- **Talla Sentado.** Distancia entre el vértex y el plano de sustentación del sujeto <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/15.wmv>.
- **Envergadura.** Es la mayor distancia entre la punta del dedo medio de la mano derecha y la izquierda <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/50.wmv>.

- ALTURAS:

- **Altura Ileoespinal.** Distancia desde el punto ileoespinal al plano de sustentación <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/16.wmv>.

- LONGITUDES:

- **Longitud de la Extremidad Superior (Ac - Dd).** Distancia entre el punto acromial y el dedal <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/17.wmv>.
- **Longitud del Brazo (Ac - Rd).** Distancia entre el punto acromial y el radial <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/18.wmv>.
- **Longitud del Muslo.** Distancia entre el pliegue inguinal y el borde superior de la rótula <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/19.wmv>.

- PLIEGUES CUTÁNEOS:

<mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/21.wmv>

- **Pliegue del Tríceps.** Está situado en el punto medio acromio-radial, en la parte más posterior del brazo. Es un pliegue vertical y va paralelo al eje longitudinal del brazo <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/20.wmv>.
- **Pliegue Subescapular.** Está situado a dos centímetros del ángulo inferior de la escápula, en dirección oblicua, hacia abajo y hacia fuera, formando un ángulo de 45° con la horizontal <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/51.wmv>.

- **Pliegue del Bíceps.** Situado en el punto medio acromio-radial, en la parte anterior del brazo. Es un pliegue vertical y corre paralelo al eje longitudinal del brazo [mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/22.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/22.wmv).
- **Pliegue Pectoral.** Localizado en la línea axilar-pezones, lo más proximal al faldón axilar y oblicuo hacia abajo [mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/52.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/52.wmv).
- **Pliegue Ileocrestal.** Está localizado justo encima de la cresta iliaca, en la línea media axilar. El pliegue corre hacia delante y hacia abajo, formando un ángulo ligeramente inferior a  $45^\circ$  con la horizontal [mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/23.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/23.wmv).
- **Pliegue Supraespinal.** Está localizado en la intersección formada por la línea del borde superior del ileon (punto ileocrestal) y una línea imaginaria que va desde la espina iliaca antero-superior derecha hasta el borde axilar anterior. El pliegue se mide siguiendo la línea natural del pliegue hacia abajo, normalmente formando un ángulo de  $45^\circ$  con la horizontal [mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/24.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/24.wmv).
- **Pliegue Abdominal.** Está situado lateralmente a la derecha, junto a la cicatriz umbilical en su punto medio. El pliegue es vertical y corre paralelo al eje longitudinal del cuerpo [mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/25.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/25.wmv).
- **Pliegue del Muslo Anterior.** Está localizado en el punto medio de la línea que une el pliegue inguinal y el borde proximal de la rótula, en la cara anterior del muslo. El pliegue es longitudinal y corre a lo largo del eje mayor del fémur. Hay distintas formas de tomar este pliegue dependiendo de la tensión existente en la piel de la zona [mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/54.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/54.wmv).
- **Pliegue de la Pierna Medial.** Localizado a nivel de la máxima circunferencia de la pierna, en su cara medial. Es vertical y corre paralelo al eje longitudinal de la pierna [mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/26.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/26.wmv).

- DIÁMETROS:

[mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/39.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/39.wmv)

- **Bicondíleo de fémur.** Es la distancia entre el cóndilo medial y lateral del fémur. El sujeto estará sentado, con una flexión de rodilla de  $90^\circ$ . Las ramas del calibre miran hacia abajo en la bisectriz del ángulo recto formado por la rodilla [mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/27.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/27.wmv).
- **Biepicondíleo de húmero.** Es la distancia entre el epicóndilo y la epitroclea del húmero. El sujeto deberá ofrecer al antropometrista el codo en supinación con una flexión de  $90^\circ$ . Las ramas del calibre apuntan hacia arriba en la bisectriz del ángulo formado por el codo [mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/28.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/28.wmv).

- **Biestiloideo de la muñeca.** Distancia entre la apófisis estiloides del radio y cúbito <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/29.wmv>.
- **Biacromial.** Distancia entre el punto acromial derecho e izquierdo <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/40.wmv>.
- **Biliocrestal.** Distancia entre los puntos anatómicos ileocrestal derecho e izquierdo <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/41.wmv>.
  
- PERÍMETROS:
  
- **Perímetro Mesoesternal.** Medida del contorno del tórax a nivel de la cuarta articulación condroesternal (punto mesoesternal). La medición se toma en espiración no forzada. <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/56.wmv>.
- **Perímetro de Cintura.** Corresponde al menor contorno del abdomen, suele estar localizado en el punto medio entre el borde costal y la cresta iliaca <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/30.wmv>.
  
- **Perímetro de Cadera.** Es el contorno máximo de la cadera, aproximadamente a nivel de la sínfisis púbica y cogiendo el punto más prominente de los glúteos <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/31.wmv>.
- **Perímetro del Muslo.** Aunque en algunos casos se toma en el punto medio del muslo, normalmente se define como el contorno del muslo, tomado un centímetro por debajo del pliegue glúteo <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/32.wmv>
- **Perímetro de la Pierna.** Es el máximo contorno de la pierna. Para medirlo, el sujeto deberá estar de pie, con el peso repartido entre ambas piernas <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/33.wmv>.
- **Perímetro del Tobillo.** Es el mínimo contorno de la pierna, por encima del maleolo tibial <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/34.wmv>.
- **Perímetro del Brazo relajado.** Es el contorno del brazo relajado con el sujeto de pie y con los brazos extendidos a los lados del cuerpo. Se mide a nivel del punto medio entre el punto acromial y el radial <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/35.wmv>.
- **Perímetro del Brazo contraído y flexionado.** Es el contorno máximo del brazo contraído voluntariamente. El sujeto deberá colocar el brazo en abducción y en la horizontal. El antebrazo debe estar en supinación y con una flexión de codo de 45°. El antropometrista debe animar a realizar una contracción máxima de bíceps mientras se realiza la medición <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/36.wmv>.

- **Perímetro del Antebrazo.** Es el perímetro máximo del antebrazo, tomado con el codo extendido y el antebrazo en supinación <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/37.wmv>.
- **Perímetro de Muñeca.** Es el mínimo contorno del antebrazo <mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/38.wmv>.

### 3. PRUEBAS DE EVALUACIÓN.

- FLEXIBILIDAD DEL TRONCO:

<mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/46.wmv>

El sujeto se sienta descalzo frente al cajón de flexibilidad (figura 2) con las piernas extendidas y la planta de los pies en contacto con el cajón. Flexionar el tronco hacia delante sin flexionar las piernas y extendiendo los brazos, con las palmas de las manos sobre la regleta, para llegar lo más lejos posible.

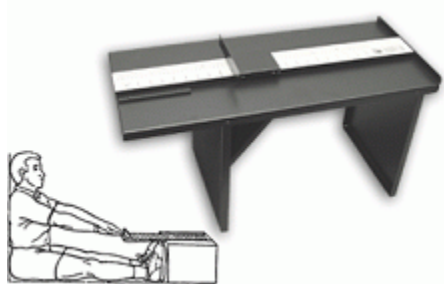


Figura 2: Cajón de flexibilidad.

- BIOIMPEDANCIA:

<mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/64.wmv>

Esta técnica también se utiliza para el cálculo de la composición corporal. El análisis de la impedancia estudia el comportamiento de la corriente eléctrica cuando atraviesa fluidos, células y tejidos del cuerpo humano.

- DINAMOMETRÍA:

- **Dinamometría manual.** El sujeto sostiene el dinamómetro (figura 3) con la mano, manteniendo el brazo pegado al cuerpo y extendido, con la pantalla del dinamómetro

mirando hacia fuera. El sujeto hará una presión firme y progresiva, para acabar apretando la empuñadura del dinamómetro con todas sus fuerzas. La prueba se repite dos veces, haciendo una pausa de 1 minuto entre los ensayos y alternando ambos brazos [mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/45.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/45.wmv).



Figura 3: Dinamómetro manual.

- **Dinamometría de piernas.** El sujeto se coloca de pie sobre la plataforma de apoyo del dinamómetro, con las piernas semiflexionadas, el tronco recto y los brazos estirados sujetando el agarre. Realizar una extensión de piernas sin perder el agarre ni la posición de la espalda [mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/43.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/43.wmv).
- **Dinamometría musculatura dorsal.** El sujeto se coloca de pie sobre la plataforma de apoyo del dinamómetro, con las piernas en extensión, el tronco flexionado y los brazos estirados sujetando el agarre. Realizar una extensión de tronco (figura 4). [mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/44.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/44.wmv)



Figura 4: Dinamometría musculatura dorsal.



- ESPIROMETRÍA:

[mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/47.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/47.wmv)

Antes de realizar una espirometría y una ergoespirometría se realiza una calibración del equipo. Se fijan las condiciones climáticas y las circunstancias externas para evitar las variables de confusión. Una estación meteorológica, consistente en un barómetro de mercurio con una precisión de  $\pm 1,0$  mmHg, con medición de la humedad relativa y termómetro de alcohol, permite fijar estas condiciones. Los datos obtenidos de esta estación meteorológica son introducidos y contrastados con los datos del analizador de gases en cada calibración.

Se realizan dos maniobras:

1. **Capacidad Vital Forzada (FVC):** Es el volumen de aire movilizado desde una inspiración máxima forzada hasta una expiración completa forzada.
2. **Máxima Ventilación Voluntaria (MMV):** Se realiza movilizándolo la máxima cantidad de aire a la máxima frecuencia respiratoria durante 15 segundos.

- ELECTROCARDIOGRAMA EN REPOSO:

[mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/48.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/48.wmv)

Para descartar patologías se realiza un electrocardiograma (ECG) en reposo antes de realizar la prueba de esfuerzo. Se colocan los 10 electrodos necesarios para la obtención de las doce derivaciones (6 derivaciones de los miembros y 6 derivaciones precordiales).

- ERGOESPIROMETRÍA:

La conjunción de la ergometría (medida del trabajo o del esfuerzo) y la espirometría (análisis de la composición y el volumen del gas espirado) constituye lo que se conoce como ergoespirometría o prueba de esfuerzo. Para realizar esta prueba se requieren dos aparatos, un ergómetro y un espirómetro. Los ergómetros más conocidos y generalizados son el tapiz rodante y el cicloergómetro.

- **Prueba de esfuerzo en tapiz rodante.** En este caso la prueba de esfuerzo se lleva a cabo en un tapiz rodante [mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/49.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/49.wmv)
- **Prueba de esfuerzo en cicloergómetro.** Este es un ejemplo de cómo se realiza una prueba en un cicloergómetro [mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/63.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/63.wmv)

- ENTRENAMIENTO CON CARGAS:

[mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/65.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/65.wmv)

También se puede analizar el volumen y la composición del aire espirado en el entrenamiento con cargas, así como en otras pruebas de campo, gracias a la utilización de analizadores de gases portátiles. Con estos aparatos podemos conocer respiración a respiración el consumo de oxígeno, la frecuencia cardíaca y otras muchas variables fisiológicas.

- ELECTROMIOGRAFÍA:

Para realizar la electromiografía se utiliza el *MuscleLab*, el más completo laboratorio de análisis neuromuscular, sencillo de utilizar y que permite detectar y amplificar los procesos biológicos que ocurren en la contracción muscular, tanto dinámica como isométrica.

[mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/68.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/68.wmv)

[mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/69.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/69.wmv)

- TEST FUERZA y POTENCIA:

La medición de la potencia es una cuestión muy importante para los deportes en el que es importante esta cualidad. En el siguiente vídeo se muestra la utilización del Muscle Lab en la medición de potencia y electromiografía (EMG).

[mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/71.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/71.wmv)

- TEST SALTO:

Los diferentes estilos de salto, son técnicas habituales de investigación. Desde el squat Jump (SJ) hasta el contermouvement jump (CMJ), pasando por los test de potencia, etc. Los estudios de Bosco sobre la relación entre la altura del salto y la composición fibrilar han sido decisivos en la implementación de esta herramienta en el mundo deportivo. Aquí tienen la descripción de los saltos.

[mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/72.wmv](https://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/72.wmv)

- SALTO LONGITUD PIES JUNTOS:

El salto en profundidad es otro clásico de la evaluación de la potencia en el miembro inferior, y muy frecuente en baterías de test muy importantes, como el Eurofit. Su descripción y estandarización son decisivas.

<mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/66.wmv>

- SUSPENSIÓN EN BARRA:

De igual manera que en el test anterior, esta prueba forma parte del Eurofit y por tanto es de vital importancia en la determinación de la fuerza en el miembro superior. Mantenerse el mayor tiempo posible suspendido en la barra, es el objetivo de este test.

<mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/67.wmv>

- COURSE NAVETTE:

Esta prueba consiste en una carrera de ida y vuelta en un espacio de 20 metros, regulando la velocidad a través de señales sonoras. La velocidad de carrera debe ajustarse para que siempre que se emita el sonido el sujeto se encuentre en un extremo u otro del recorrido. Las señales sonoras se emitirán cada vez a menor intervalo de tiempo. El objetivo es mantener el ritmo del test el mayor tiempo posible.

<mms://amon.gate.upm.es/videos/0607/inef/73.wmv>

Esperamos que esta información haya resultado de su interés y permita una **estandarización de los procedimientos de medición** más usuales en los laboratorios de fisiología del esfuerzo y de entrenamiento<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Toda la información contenida en estos videos es propiedad intelectual de la Universidad Politécnica de Madrid y del Laboratorio de Fisiología del Esfuerzo©. Los usos fraudulentos de esta información serán perseguidos conforme a las normas sobre derecho de la propiedad intelectual (Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril sobre la propiedad intelectual)