# Tema 3. Valoración de las capacidades físicas.

A person on a treadmill

Description automatically generated

# 1. Mediciones de la condición física, biológica y motivacional mediante los tests, pruebas y cuestionarios de evaluación.

## 1.1. Conceptos de medida y evaluación.

La **medición** es la expresión objetiva y cuantitativa de un rasgo y sólo se transforma en elemento en cuanto se la relaciona con otras mediciones del sujeto y se la valora como una totalidad.

La **evaluación** es el proceso mediante el cual se emite una serie de juicios sobre la base de cierta información recibida; la medición es el proceso que proporciona tal información y podríamos localizarla en un lugar subordinado y como sirviendo a los propósitos de la evaluación.

La evaluación es un proceso integral que permite valorar los resultados obtenidos en términos de los objetivos propuestos, acorde con los recursos utilizados y las condiciones existentes.

Esto implica la obtención de informaciones que permitan la elaboración de juicios válidos acerca del alcance de determinado objetivo, de la eficiencia de un método, etc. Para el logro de esas informaciones la evaluación utiliza la medición, la cual garantiza datos más válidos y confiables en los cuales fundamentar los juicios.

La mejor forma de llevar a cabo un proceso de **evaluación de la condición física**debería pasar por tener en consideración estos principios básicos:

– La evaluación debe estar integrada en el proceso. Sea cual sea el ámbito en el que se realice: deportivo, mantenimiento, etc.

– La evaluación debe ser sistemática, flexible y funcional. No debe presentarse como algo desordenado, ni inconexo del resto del proceso o programa, al tiempo que consigue lo que pretende.

– La evaluación debe realizarse con distintos medios para cubrir todas las facetas que de la misma se considere, y para ello, deben utilizarse los instrumentos más válidos y contrastados.

– La evaluación debería realizarse con los mismos instrumentos durante el proceso. Seleccionar las pruebas y medidas con las que se van a referir la evaluación y aplicarlas en la continuidad de todo el proceso, admitiéndose su corrección y cambio si se considera necesario.

– La evaluación debe servir como diagnóstico, informando sobre las carencias y deficiencias del sujeto y del proceso orientando para su corrección.

– La evaluación debe tener en cuenta al sujeto motivo de la misma, sus diferencias y el entorno en el que se encuentra intentando reflejar lo más fielmente posible todas las influencias que tenga.

## 1.2. Necesidad de evaluar la aptitud física.

La aptitud física, es la capacidad que tiene el organismo humano de efectuar diferentes actividades físicas en forma eficiente, retardando la aparición de la fatiga y disminuyendo el tiempo necesario para recuperarse. Esto da como resultado el buen funcionamiento de los órganos, aparatos y sistemas del cuerpo humano, debido a la realización periódica y sistemática de actividades físicas

Para el mejoramiento de la aptitud física se deben desarrollar las diferentes cualidades físicas del organismo. Estas cualidades físicas se clasifican en:

– Resistencia.

– Fuerza.

– Velocidad.

– Flexibilidad.

– Coordinación.

Para mejorar la aptitud física, es necesario desarrollar estas cualidades. Es muy fácil distinguir a las personas que tienen una aptitud física adecuada, en todas partes se encuentra personas que son fuertes, veloces y resistentes.

– Evaluar la aptitud física es necesario, ya que permite:

– Conocer la condición física de la persona.

– Permitir que la persona conozca sus posibilidades y sus limitaciones.

– Permitir la planificación del trabajo de forma fiable, en función de los resultados obtenidos.

– Orientar la práctica deportiva y analizar la eficacia de los programas desarrollados.

## 1.3. Ámbitos de la evaluación de la aptitud física.

La Motricidad humana difiere de la motricidad animal en que la voluntad puede conseguir que el hombre se olvide de sus propios límites.

**1. Las posibilidades de la orden motriz:**

Incluyen a la vez la información sensorial recibida, y el sistema de control motor, generalmente reflejo o automático, y raramente voluntario puro en el sentido de “praxis”. Es decir, que su estudio psico-neuro-fisiológico es ineludiblemente complejo y a menudo difícil, a pesar del desarrollo de las ciencias aplicadas en la actualidad. El estudio psicológico del acto motor deportivo es particularmente importante e indispensable en el ámbito de los deportes de equipo.

**2. La cualidad del músculo:**

Las cualidades mecánicas del sistema muscular son inherentes a varios factores fundamentales:

– Tipo y número de fibras contráctiles (o sarcoplasma) que conforman el músculo, en función del tipo de motricidad que le corresponde mejor.

– Cualidades del tejido muscular no contráctil (o sarcolema): tendones y aponeurosis en particular. Este sistema, no contráctil en sí mismo, corresponde a la capacidad elástica del músculo.

– Movilidad normal del sistema óseo y articular, que son el soporte de la inserción del músculo y elector de las fuerzas que éste desarrolla,

**3. El soporte bioenergético:**

Las modificaciones circulatorias y respiratorias, conocidas desde hace tiempo, son tan evidentes y fáciles de estudiar que durante mucho tiempo su medición ha constituido la base de la descripción de muchas pruebas de aptitud, incluidas ahora en las pruebas actuales. Pero, obviamente, se les han añadido otros tipos de mediciones, como la del ácido láctico producido. Así se puede determinar mejor la capacidad aeróbica y la capacidad anaeróbica. Pero, el interés de las pruebas sigue siendo determinar si el sujeto puede o no puede asumir las necesidades metabólicas de su esfuerzo.

## 1.4. Dificultades para evaluar la aptitud física.

Cualquiera que sea la finalidad de la evaluación de la aptitud física, se topará con varios tipos de dificultades:

– Del personal y el material necesario.

– De las circunstancias.

– De la capacitación de aceptación.

**1. En función del personal y el material necesario:**

El médico no posee siempre los conocimientos necesarios sobre las dificultades físicas de las diferentes disciplinas deportivas, y puede que adopte una prudencia excesiva o, por el contrario, una decisión precipitada. Además, no suele disponer del material especializado necesario, y debe conformarse con realizar pruebas “empíricas”, aceptables dentro de ciertos límites si se efectúan correctamente.

**2. En función de las circunstancias:**

Actualmente, la legislación sobre salud pública distingue dos cuestiones en la supervisión médica de los deportistas:

– El papel de las federaciones.

– El papel de los médicos.

Las federaciones deportivas velan por la salud de sus afiliados y elaboran con tal fin las disposiciones necesarias, sobre todo, en lo que se refiere a los programas de entrenamiento y al calendario de competiciones y acontecimientos deportivos que organizan o que autorizan. Los médicos deportivos se responsabilizan de los controles de aptitud, definida como “el conjunto de cualidades físicas y mentales, que permiten, a quien las posee, practicar un deporte, sin daños para su salud y sin riesgos excesivos”. La obtención de la licencia deportiva se supedita a un certificado médico que garantice la ausencia de contraindicaciones para la práctica de actividades físicas y deportivas; pero la lista de las disciplinas que requieren un examen médico más detallado y específico se fija por un decreto (deportes de combate con posibilidad de “fuera de combate”, alpinismo deportivo, deportes que utilizan armas de fuego, deportes mecánicos, deportes aéreos, deportes submarinos). Las federaciones autorizadas tienen encomendada la supervisión médica especial de los deportistas de alto nivel, así como de los afiliados inscritos en las vías de acceso al deporte de alto nivel.

**3. En función de la capacitación de aceptación:**

Es posible toparse con algunas dificultades por parte de los mismos deportistas, o por motivos de distancia por lo que se necesita transporte, o porque temen algún tipo de control (por ejemplo, análisis de sangre para dosificar los lactatos), o sencillamente, pero de modo más general porque no consideran necesario evaluar su aptitud: “no vale la pena, ya estoy en forma”. Pero cualesquiera que sean las condiciones especiales en las que deban practicarse las pruebas de esfuerzo, sus modalidades técnicas son precisas y han de ser siempre muy reproducibles.

## 1.5. Requisitos de los test de la evaluación de la condición física.

Por condición física entendemos el conjunto de cualidades anatómicas y fisiológicas que tiene la persona y que la capacitan en mayor o menor grado para la realización de la actividad física y el esfuerzo.

Los requisitos son las condiciones generales que debe cumplir cualquier test o prueba para que pueda ser utilizada con un grupo. Entre ellas destacamos como más importantes:

– Validez.

– Fiabilidad.

– Precisión.

– Especificidad.

– Interpretación: facilidad y objetividad.

* Confidencialidad.

### 1.5.1. Validez.

La validez de un test indica el grado de exactitud con el que mide el constructo teórico que pretende medir y si se puede utilizar con el fin previsto. Es decir, un test es válido si “mide lo que dice medir”

Es la cualidad más importante de un instrumento de medida. Un instrumento puede ser fiable pero no válido; pero si es válido ha de ser también fiable.

Se puede decir, que la validez tiene tres grandes componentes:

– Validez de contenido.

– Validez de criterio o criterial.

– Validez de constructo.

**1. Validez de contenido:**

Se refiere al grado en que el test presenta una muestra adecuada de los contenidos a los que se refiere, sin omisiones y sin desequilibrios de contenido. La validez de contenido se utiliza principalmente con tests de rendimiento, y especialmente con los tests educativos y tests referidos al criterio. En este tipo de tests se trata de comprobar los conocimientos respecto a una materia. La validez de contenido descansa generalmente en el juicio de expertos (métodos de juicio). Se define como el grado en que los ítems que componen el test representan el contenido que el test trata de evaluar. Por tanto, la validez de contenido se basa en:

– La definición precisa del dominio.

– El juicio sobre el grado de suficiencia con que ese dominio se evalúa.

**2. Validez de criterio o criterial:**

Se refiere al grado en que el test correlaciona con variables ajenas al test (criterios) con lo que se espera por hipótesis que debe correlacionar de determinado modo. Un criterio es una variable distinta del test que se toma como referencia, que se sabe que es un indicador de aquello que el test pretende medir o que se sabe que debe presentar una relación determinada con lo que el test pretende medir. Se denomina coeficiente de validez a la correlación del test con un criterio externo. La elección del criterio es el aspecto crítico en este procedimiento de determinación de la validez, ya que es muy difícil obtener buenos criterios. Un mismo test puede tener más de un tipo de validez, es decir puede estar validado con respecto a varios criterios y los diferentes coeficientes de validez que resultan pueden tener valores diferentes. Dentro del concepto de validez de criterio cabe distinguir a su vez entre:

– **Validez externa y validez interna**: hablamos de validez externa si el test se ha validado con respecto a un criterio externo, como por ejemplo, una evaluación de rendimiento. Sin embargo, hablaremos de validez interna si se correlaciona un test con otro con validez reconocida que mide el mismo rasgo; los coeficientes de validez interna suelen ser menores que los de validez externa y su interpretación es difícil.

**– Validez concurrente y validez predictiva**: la distinción entre validez concurrente y predictiva se emplea según se utilice un criterio disponible en el momento (validez concurrente) o cuando se pretenda predecir la conducta futura de un individuo (validez predictiva).

**3. Validez de constructo:**

Se refiere al grado en que el instrumento de medida cumple con las hipótesis que cabría esperar para un instrumento de medida diseñado para medir precisamente aquello que deseaba medir. El término constructo hace referencia a un concepto teórico psicológico inobservable (ejemplo: cada factor de personalidad, las aptitudes, las actitudes, etc.) La definición operativa de este constructor presenta considerables dificultades en la práctica, ya que no son directamente observables.

### 1.5.2. Fiabilidad.

Una de las principales características que debe cumplir un test es la de **fiabilidad**.

Es decir, se dice que un test es fiable cuando “mide bien aquello que está midiendo”. Se refiere a la constancia de la medida, al grado en que un instrumento de medida psicológica no deformará el resultado de una medición debido a cambios, fluctuaciones o variaciones del instrumento mismo.

La fiabilidad tiene dos grandes componentes:

– La **consistencia interna**: se refiere al grado en que los distintos ítems, partes o piezas de un test miden la misma cosa. Significa la constancia de los ítems para operar sobre un mismo constructo psicológico de un modo análogo.

– La **estabilidad temporal**: se refiere al grado en que un instrumento de medida arrojará el mismo resultado en diversas mediciones concretas midiendo un objeto o sujeto que ha permanecido invariable.

### 1.5.3. Precisión.

La precisión de un test es el grado de constancia de sus medidas.

Si aplicamos un test varias veces a un sujeto, y éste obtiene puntuaciones muy distintas cada vez, éste test es impreciso, no nos podemos fiar de sus resultados. Si las puntuaciones que obtiene el sujeto cada vez son iguales o difieren poco, este test es fiable, nos da medidas precisas, dignas de confianza.

La precisión se suele estimar por la correlación del test consigo mismo o por otro procedimiento equivalente.

### 1.5.4. Especifidad.

La especificidad de una prueba es la probabilidad de clasificar correctamente a un individuo sano, es decir, la probabilidad de que para un sujeto sano se obtenga un resultado negativo.

En otras palabras, se puede definir la especificidad como la capacidad para detectar a los sanos. La especificidad se estimaría como:

A black line with black text

Description automatically generated

Donde **VN**, serían los verdaderos negativos; y **FP**, los falsos positivos.

Por eso a la especificidad también se le denomina fracción de verdaderos negativos (FVN).

### 1.5.5. Interpretación: facilidad y objetividad.

La Interpretación del test debe tener en cuenta dos aspectos esenciales:

– Facilidad.

– Objetividad.

No todos los test ofrecen las mismas facilidades de interpretación, por lo que el examinador debe de adecuar la dificultad de los ítems a la actividad desarrollada propiciando una interpretación fácil y objetiva.

La **objetividad**expresa la independencia de los resultados obtenidos en el test o prueba. El examinador no debe influir con su comportamiento subjetivo sobre el test, por lo que es importante:

– Preparar al examinador y realizar el test de forma correcta.

– Saber explicar correctamente la ejecución del test a los deportistas/alumnos.

– No crear presupuestos para que se produzcan diferencias en las medidas. Evitar animar a algunos deportistas ignorando a los demás.

– Establecer condiciones climáticas similares en la ejecución del test (condiciones atmosféricas, ambientes, condiciones del suelo, etc.).

### 1.5.6. Confidencialidad.

La **confidencialidad** de los resultados obtenidos en el test deberá estar garantizada en todo momento, garantizando la privacidad y el anonimato de los resultados

Para asegurar la confidencialidad de los resultados se debe:

– Especificar quiénes tendrán acceso a los resultados y definir los niveles de confidencialidad.

– Explicar los niveles de confidencialidad antes de administrar el test.

– Limitar el acceso a los resultados únicamente a quienes tengan la necesidad y derecho a conocerlos.

– Obtener las autorizaciones pertinentes antes de proporcionar los resultados a otros.

– Proteger los datos archivados de tal forma que sólo puedan acceder a ellos quienes tengan derecho a hacerlo.

– Establecer pautas claras en relación con el tiempo que se van a mantener archivados los datos.

– Suprimir el nombre y otros datos identificatorios de los resultados si así lo solicita la persona evaluada.

– Suprimir el nombre y otros datos identificativos de las bases de datos de los resultados, con fines de investigación, elaboración de baremos, u otros tratamientos estadísticos.

## 1.6. Los test, pruebas y cuestionarios en función de la edad y el género.

Se determina una batería de Pruebas para el análisis del usuario seleccionando los tests, pruebas y cuestionarios que mejor se adecuen a sus características individuales y expectativas y a los medios disponibles.

Los cuestionarios personales se adaptan, concretan y utilizan para recabar datos acerca de tratamientos e informes médicos, entre otros, así como para detectar los intereses, expectativas y limitaciones del usuario no apreciables con las pruebas y tests seleccionados.

En definitiva, la batería completa para el análisis del usuario se concreta a partir de la selección de cuestionarios, tests y pruebas que potencialmente puedan ser los más adecuados además de a la edad y género de la persona:

– A las características del usuario.

– A la tipología de las actividades.

– Al contexto de la práctica.

– Al entorno de intervención; reestructurándola siempre que sea necesario para su completa adecuación.

Siempre adaptando los test, pruebas y cuestionarios en función de la edad y el género.

# 2. Pruebas biológico‐funcionales aplicadas en el acondicionamiento físico.

## 2.1. Fundamentos biológicos.

El objetivo de las Pruebas biológico-funcionales en el ámbito del fitness es el de obtener información sobre el estado de salud de la persona. Esta información puede utilizarse para establecer un diagnóstico, evaluar una evolución y/o pronóstico de una enfermedad.

Se realizan pruebas en las que se miden una serie de magnitudes de diferente índole: bioquímicas, hematológicas, inmunológicas, microbiológicas, parasicológicas, toxicológicas, etc.

### 2.1.1. Pruebas biológico-funcionales.

Existen muchos tipos de pruebas biológico-funcionales. Entre ellas podemos encontrar:

**– Muestras de sangre**: es el más usado habitualmente para los estudios analíticos por la riqueza de datos que puede aportar.

**– Muestras de orina**: se realiza siempre en la primera micción de la mañana porque es la más concentrada.

**– Muestras de líquido cefalorraquídeo (LCR)**: debe hacerse por un facultativo experimentado, a través de una punción lumbar.

**– Heces**: recogidas en frascos bien limpios de boca ancha y cierre hermético.

**– Saliva**: se aspira la saliva con pipeta y se deposita en el tubo.

**– Muestras especiales**. (frotis mucosas, muestras de tejidos…): son muestras menos habituales pero que son frecuentes en el laboratorio.

**– Otras**: como por ejemplo muestra de semen.

## 2.2. Recomendaciones de uso de pruebas biológico-funcionales en el ámbito del Fitness.

Una vez que se han seleccionado las pruebas a realizar es importante tener en cuenta una serie de recomendaciones para llevarlas a la práctica. Estas consideraciones son muy importantes de cara a la seguridad en la evaluación.

**Condiciones de seguridad y salud**. El evaluador debe poner una especial atención en conseguir unas condiciones óptimas de seguridad para la realización de las pruebas seleccionadas. En el caso de pruebas de fuerza, es importante controlar el equipamiento que se vaya a utilizar, por ejemplo: revisar el calzado del deportista y la superficie del suelo antes de realizar una prueba de agilidad.

**Consentimiento informado**. Previamente a la realización de cualquier tipo de prueba para la valoración de la capacidad física es altamente recomendable presentar para su firma al participante un consentimiento informado de su participación voluntaria. Este consentimiento debe informar de la naturaleza de la evaluación y explicar claramente el procedimiento que se seguirá para su realización. Además, debe incluir claramente cuáles son los riesgos inherentes a la realización de la/s prueba/s y los beneficios esperables.

## 2.3. Evaluación de la resistencia aeróbica.

La resistencia aeróbica u orgánica es la capacidad para soportar un esfuerzo prolongado sin que se produzca deuda de oxígeno; es decir, cuando el esfuerzo presenta características aeróbicas, o sea, de intensidad moderada, larga duración y las necesidades de oxígeno para la contracción muscular son abastecidas en su totalidad, se puede decir que existe un equilibrio entre la cantidad de oxígeno aportado y la cantidad de oxígeno que se necesita.

**Evaluación.**

Existen varios tipos de test que evalúan la resistencia aeróbica, uno de ellos es el test de Cooper. El objetivo de este test es la medición de la resistencia aeróbica.

Consiste en realizar una carrera durante 12' midiendo la distancia recorrida. El terreno debe ser llano y debidamente señalizado. Se debe realizar un buen calentamiento antes de realizar esta prueba. Como norma genérica se pueden utilizar las siguientes referencias en cuanto a distancias recorridas:

**–** Menos de 1600 metros: condición física mala.

**–** 1600-2400 metros: condición física regular.

**–** 2400-2800 metros: condición física buena.

**–** 2800 en adelante: condición física muy buena.

Para la evaluación de la resistencia aeróbica, vamos a tratar los siguientes aspectos:

**–** Determinación de la potencia máxima aeróbica.

**–** Procedimientos para medir el VO2 máx.

**–** Instrumentos necesarios para hacer los test: los ergómetros.

**–** Requisitos que deben reunir los tests para medir la resistencia aeróbica.

**–** Protocolos para las distintas pruebas.

### 2.3.1. Determinación de la potencia máxima aeróbica.

La potencia aeróbica corresponde a la capacidad para realizar actividad física de larga duración (desde unos cuantos minutos hasta horas), de mediana o baja intensidad.

Un aumento progresivo en el ritmo de gasto de energía a lo largo de un ejercicio resultará en un aumento progresivo de las funciones aeróbica y anaeróbica hasta alcanzar el máximo aeróbico.

Este máximo se puede identificar como el punto en el que deja de incrementarse la producción de energía aeróbica o la admisión de oxígeno pulmonar, aunque se aumente la intensidad del ejercicio.

Por consiguiente, cualquier prueba que haga que el individuo vaya aumentando progresivamente la respuesta de potencia a lo largo del tiempo acabará por alcanzar el máximo de energía aeróbica si es lo suficientemente larga como para que el sistema pueda adaptarse y suficientemente corta como para que factores como la acumulación de lactato, la carga térmica o los dolores musculares no obliguen a detener el ejercicio antes de haber alcanzado este punto.

El punto en el que, durante el ejercicio progresivo, el consumo de oxígeno deja de aumentar y alcanza una meseta o empieza a descender a pesar de que el ritmo de trabajo siga aumentando se conoce como **potencia máxima aeróbica (PAM)** o consumo máximo de oxígeno (VO2 máx).

### 2.3.2. Procedimientos para medir el VO2 máx.

El VO2 máx indica el volumen máximo de oxígeno que los músculos activos obtienen para utilizar a cada minuto durante un alto esfuerzo.

El VO2 máx puede ser expresado en litro/ minuto, pero eso es más útil expresarlo en el ml/kilogramo/min cuando se desea hacer comparaciones entre el atleta de diversas masas corporales.

Para calcular el volumen máximo de oxígeno de un individuo, en relación con su masa corporal, durante un minuto, suele emplearse la expresión:

mL/(kg\* min).

Siendo:

**–** mL el volumen de oxígeno consumido.

**–** kg la masa corporal.

**–** min el tiempo transcurrido.

Dividiendo la expresión anterior por 1000, y multiplicándola por la masa corporal del individuo, expresada en kilogramos, se obtiene su volumen máximo de oxígeno expresado en **L/min**.

### 2.3.3. Instrumentos necesarios para hacer los test: los ergómetros.



Esta máquina permite trabajar fuerza-resistencia. Una de sus virtudes es que la cadena de movimientos a ejecutar está muy acotada, es un trabajo cíclico, por tanto, siempre realizaremos el mismo ejercicio, pero modificando variables, esto lo hace relativamente sencillo y con poco riesgo de lesión.

Los ergómetros disponen de una pantalla digital en la cual muestran diversas medidas como pueden ser:

**–** El tiempo (puede ser cuenta atrás o normal, en intervalos de tiempo…).

**–** La distancia (intervalos de tiempo, distancia decreciendo o aumentando…), una medición del tiempo.

**–** Los metros que se realizarán si se continua como en ese momento.

**–** La cadencia de paladas por minuto.

**–** La potencia desarrollada en vatios.

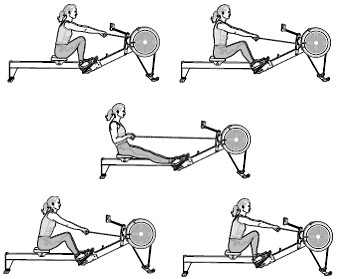
**–** El trabajo realizado en calorías.

**–** El ritmo cardiaco.

**–** Etc.

Todos estos parámetros nos permiten saber que trabajo estamos realizando en cada momento, así como la progresión de nuestro rendimiento a lo largo de la temporada. Esta capacidad de control sobre lo que estamos realizando nos permite también planificar nuestros entrenamientos.

La cadena de movimientos simula la que se realiza en un bote de remo, el trabajo muscular comienza con la extensión de piernas, después usando ligeramente la espalda y terminando con el trabajo de brazos, realizando el orden inverso para volver a la posición inicial.



Muscularmente trabajamos tanto tren inferior como superior, notable el trabajo de espalda que puede servir para fortalecerla o compensar otro tipo de trabajos. El remo puede ayudar a corregir o mitigar algunas molestias o lesiones de espalda por hacer que esta trabaje en su totalidad. Las piernas también realizan un gran trabajo, siendo esta parte del movimiento, la más exigente en consumo de energía y oxigeno por ser las piernas el grupo muscular más grande y fuerte.

**–** Algunos efectos positivos son:

**–** Pérdida de peso.

**–** Fortalecimiento del corazón.

**–** Incremento de fuerza en piernas y brazos.

**–** Mejora de circulación en músculos (posición sentados al realizar el ejercicio favorece).

**–** Sajamos el pulso en reposo.

**–** Reducción de estrés.

Además, puede servirnos como complemento para mejorar el rendimiento en otros deportes como la carrera, la bici o la natación.

### 2.3.4. Requisitos que deben reunir los tests para medir la resistencia aeróbica.

Para poner en marcha un test para medir la resistencia aeróbica se debe atender a los siguientes requisitos:

**–** Se recomienda hacer un estiramiento muscular antes y después de la prueba. (5 min aprox.)

**–** No debe ser realizada durante el período de la menstruación o cuando la persona esté afectada por fiebre o gripe, o haya sufrido extracciones dentales. En cualquiera de estos casos, la persona debe esperar por lo menos una semana, y después de haberse recuperado completamente, podrá realizar la prueba.

**–** Si la persona sufre alguna enfermedad o afección física que requiera tratamiento, o si se tiene alguna duda respecto a esto, no debe realizar la prueba.

**–** Evítese realizar la prueba en zonas por encima de los 2000 metros sobre el nivel del mar.

**–** Se requiere de los instrumentos necesarios para la medición de la misma: cronómetro, pista adecuada, etc.

Además, el test debe reunir todos los requisitos que un test en general debe cumplir:

**–** Validez.

**–** Fiabilidad.

**–** Precisión.

**–** Especificidad.

**–** Objetividad.

### 2.3.5. Protocolos para las distintas pruebas.

Al elaborar un Protocolo de evaluación de la potencia aeróbica hay que tener en cuenta los siguientes criterios:

**–** Los ritmos de trabajo iniciales deben ser de una intensidad suficientemente baja como para que sirvan de calentamiento. Si se empieza a intensidades de trabajo altas se corre el riesgo de que la producción de energía oxidativa no pueda alcanzar un ritmo máximo antes de que la acumulación de lactato u otros factores obliguen al deportista a detener el ejercicio.

**–** Los incrementos de trabajo progresivos deben ser lo suficientemente pequeños como para evitar incrementos excesivos de lactato y fatiga muscular local, pero lo suficientemente grandes como para que la duración total de la prueba no se prolongue hasta un punto en que la depleción de substratos, temperatura corporal, ansiedad, malestar físico o aburrimiento fuercen al deportista a abandonar su progresión hacia la PAM.

**–** Es muy importante que el modo de ejercicio con respecto al ritmo, resistencia, masa muscular utilizada y amplitud de movimiento sea representativo de la actividad competitiva del deportista. Cualquier desviación de esta regla puede propiciar una medición de potencia aeróbica en tejidos que no son utilizados o son usados de un modo diferente al de la competición y que arroja resultados relativos en vez de valores específicos. Sin embargo, en algunos casos, las pruebas no específicas pueden ser útiles para evaluar las características aeróbicas.

**–** Es esencial que los incrementos de la carga de trabajo no sean inducidos de forma que cambien el modo de ejercicio durante el transcurso de la prueba hasta el punto de alterar significativamente su eficiencia o los grupos musculares implicados.

## 2.4. Evaluación de la capacidad y la potencia anaeróbica.

La resistencia anaeróbica es la capacidad para soportar un esfuerzo elevado en déficit de oxígeno, pues la cantidad de oxígeno aportado es menor que la cantidad de oxígeno que se necesita.

Existen dos tipos de resistencia anaeróbica:

**– Resistencia anaeróbica aláctica.** La acción es tan breve que no da tiempo a formarse ácido láctico. La duración de este esfuerzo es inferior a 25 segundos y su intensidad es muy alta.

**– Resistencia anaeróbica láctica.**La duración de este tipo de esfuerzo es superior a 25 segundos. Se forma ácido láctico en los músculos y pasa a la sangre. Dependiendo de los niveles de concentración de ácido láctico, permitirá una mayor o menor duración de la actividad, ya que la presencia de ácido láctico en la sangre origina la fatiga. La intensidad del esfuerzo es muy alta.

Evaluación.

Existen varios tipos de test que evalúan la resistencia anaeróbica, uno de ellos es el test de Burpee.

Su objetivo es medir la resistencia anaeróbica. Consiste en realizar un ejercicio determinado el mayor número de veces durante un minuto. El ejercicio es el siguiente:

**–** Posición 1: posición anatómica (de pie y brazos extendidos).

**–** Posición 2: flexión profunda de rodillas.

**–** Posición 3: se realiza una extensión de piernas hacia atrás con apoyo de las dos manos en el suelo. Posteriormente se pasará a la posición 2. Y por último a la posición 1.



Se contabilizará el ciclo completo como una repetición.

De forma general se considera que:

**–** Menos de 20 repeticiones: condición física mala.

**–** 20 a 30 repeticiones: condición física regular.

**–** 30 a 45 repeticiones: condición física buena.

**–** Más de 45 repeticiones: condición física muy buena.

Para la evaluación de la capacidad y la potencia anaeróbica vamos a tratar los siguientes aspectos:

Determinación del umbral anaeróbico.

**–** Procedimientos para medir las concentraciones de lactato acumulado.

**–** Instrumentos necesarios para hacer pruebas.

**–** Requisitos que deben reunir las pruebas para medir la resistencia anaeróbica.

**–** Protocolos para las distintas pruebas.

### 2.4.1. Determinación del umbral anaeróbico.

El umbral anaeróbico lo podemos definir como la intensidad máxima que un deportista es capaz de mantener generando una concentración de lactato que el metabolismo es capaz de asimilar. De esta manera podemos decir que, si superamos esta intensidad, la concentración de ácido láctico que pasa del músculo a la sangre aumenta y llega un momento en que la musculatura se bloquea a causa de la elevada concentración de lactato muscular.

De todas maneras, hay que recalcar que cuando realizamos un ejercicio al nivel del umbral anaeróbico no significa que podamos mantenerlo durante un tiempo indefinido, sino que llega un momento en que el organismo deja de sintetizar el lactato a la misma velocidad y esto hace que se acumule en el músculo y se bloqueé.

Los objetivos del entrenamiento para la mejora del umbral anaeróbico son:

**–** Acercar lo máximo posible el umbral anaeróbico a la frecuencia cardiaca máxima y a su vez al VO2 máx (consumo máximo de oxígeno).

**–** Mejorar la velocidad a la que se puede ir produciendo la misma cantidad de lactato.

**–** Aumentar el tiempo que podemos aguantar al nivel de umbral anaeróbico.

Existen varias posibilidades para realizar determinaciones del umbral anaeróbico, tanto no invasivas como invasivas, que incluyen la toma de muestras de sangre (del orden de 5 a 25 microlitros, al utilizarse sangre capilar, se puede extraer de lóbulo de oreja o de pulpejo de dedo).

### 2.4.2. Procedimientos para medir las concentraciones de lactato acumulado.

El lactato o ácido láctico es un compuesto orgánico que se produce naturalmente en el cuerpo de cada persona. Además de ser un producto secundario del ejercicio, también es un combustible para ello. Se encuentra en los músculos, la sangre, y varios órganos. El cuerpo lo necesita para funcionar apropiadamente.

La fuente primaria del lactato es la descomposición de un carbohidrato llamado glucógeno.

El glucógeno se descompone y se convierte en una sustancia llamada piruvato y durante este proceso produce energía. Muchas veces nos referimos a este proceso como energía anaeróbica porque no utiliza oxígeno.

Cuando el piruvato se descompone aún más, produce más energía. Esta energía es aeróbica porque este proceso adicional utiliza oxígeno. Si el piruvato no se descompone, generalmente se convierte en lactato.



### 2.4.3. Instrumentos necesarios para hacer pruebas.

Entre los instrumentos necesarios para realizar las pruebas de resistencia anaeróbica podemos encontrar:

**–** Cronómetro.

**–** Magnetófono.

**–** Pulsímetro.

**–** Potenciómetro.

**–** Medidor de lactato.

**–** Etc.

### 2.4.4. Requisitos que deben reunir las pruebas para medir la resistencia anaeróbica.

Los Requisitos que deben reunir las pruebas para medir la resistencia anaeróbica son:

**– Validez**: que mida lo que realmente queremos que mida. El individuo debe conocer qué y cómo hacer y debe ser la misma prueba para distintas edades.

**– Objetividad**: medir con rigurosidad y con instrumentos precisos, de tal manera que no influya el criterio personal en el resultado.

**– Posibilidad**: ha de poder realizarse en al menos un 90 % de los casos.

**– Fiabilidad**: el error en los resultados deberá ser el mínimo posible.

**– Precisión**: es el grado de constancia de sus medidas.

### 2.4.5. Protocolos para las distintas pruebas.

Los protocolos conforman la parte del proceso metodológico en la aplicación de las diferentes pruebas en la evaluación de la capacidad y la potencia anaeróbica. Tenerlos en cuenta es primordial para poderlos llevar a cabo de una manera eficaz y confiable y más en una población específica como lo son el adulto y adulto mayor.

## 2.5. Evaluación de la velocidad.

La velocidad se define como la capacidad de realizar acciones motrices en el menor tiempo posible.

Podemos distinguir tres tipos diferentes de velocidad:

**– Velocidad de reacción**: permite acortar el tiempo que transcurre entre la presentación de un estímulo y el inicio de la respuesta motora que a este se le asocia.

**– Velocidad acíclica** (también conocida como velocidad gestual): permite efectuar gestos unitarios y no repetidos los más rápidamente posible.

**– Velocidad cíclica**: permite efectuar gestos repetidos a la mayor frecuencia posible.

**Evaluación.**

Las pruebas más utilizadas son las siguientes:

**– 50 metros**. El objetivo es medir la velocidad de desplazamiento del sujeto. Consiste en recorrer 50 metros lisos en el menor tiempo posible.

**– Velocidad 10x5 metros**. El objetivo es medir la velocidad de aceleración y la agilidad. Consiste en recorrer una distancia de 5 metros 10 veces en el menor tiempo posible.

Para la evaluación de la velocidad vamos a tratar los siguientes aspectos:

**–** Evaluación del Tiempo de reacción.

**–** Evaluación de la rapidez segmentaria.

**–** Evaluación de la capacidad de aceleración.

**–** Evaluación de otras capacidades de la velocidad. Protocolos.

### 2.5.1. Evaluación del Tiempo de reacción.

El tiempo de reacción es el tiempo que pasa entre el estímulo de un órgano sensorial y el inicio de una reacción. Hablamos de tiempo de reacción simple cuando se usa un único estímulo y se mide el tiempo transcurrido entre la aparición del estímulo y la respuesta.

El tiempo de reacción se ve afectado por la atención y por el estado general del organismo, como, por ejemplo, enfermedades, somnolencia, estado anímico y emocional, nivel de estrés, etc.

El tiempo de reacción frente a un estímulo no siempre es el mismo, y depende de diferentes factores:

**–** Del tipo de estímulo: el tiempo de reacción es más corto para los estímulos auditivos y táctiles que para los visuales.

**–** Del tipo de individuos: los velocistas tienen menor tiempo de reacción que los sedentarios.

**–** De la intensidad del estímulo: no es igual un disparo que una voz silenciosa.

**–** De la parte del cuerpo: el brazo es más rápido que la pierna.

**–** De la edad: el tiempo de reacción disminuye con la edad.

La velocidad de reacción no es siempre igual. Si se somete a un sujeto a 100 tests sencillos de tiempo de reacción, se observará una dispersión importante en los resultados.

Para la evaluación del tiempo de reacción simple podemos aplicar el siguiente test:

***Test de coger el bastón (Richer & Beuker, 1976).***

Pretende valorar la velocidad de reacción (coordinación entre ojo y mano).

**–** El deportista está sentado de lado en una silla y apoya el brazo más hábil hasta la muñeca sobre el respaldo, con la palma hacia dentro, los dedos estirados y la vista fijada en la mano.

**–** El controlador sostiene una vara de unos 60 cm graduada vertical a 1 cm de la mano.

**–** Se avisa unos segundos antes que se dejará caer la vara, se suelta y el deportista intenta agarrarla lo antes posible.

**–** Se mide la distancia entre el extremo inferior de la vara y el de la mano.

**–** Se realizan 2 intentos, contabilizando el mejor.

### 2.5.2. Evaluación de la rapidez segmentaria.

Para la evaluación de la rapidez segmentaria podemos destacar el test de velocidad segmentaria de piernas:

**– Tapping-test de piernas**. Durante 15 segundos realizar movimientos de pies sobre una tabla lo más rápido posible desde la posición de sentados.

**– Test de “skipping con una pierna”**. Tiempo utilizado para realizar 20 toques en una cuerda situada a la altura de la cresta iliaca.

### 2.5.3. Evaluación de la capacidad de aceleración.

Para la evaluación de la capacidad de aceleración podemos destacar el test de capacidad de aceleración en desplazamiento global:

**–** Test 20 mts salida parada de pie.

**–** Test 30 mts. Salida parada de pie, tomando tiempo a los 15 mts y a los 30 mts.

### 2.5.4. Evaluación de otras capacidades de la velocidad. Protocolos.

En definitiva, el entrenamiento de la velocidad implica el desarrollo de diversas capacidades tales como:

1. Desarrollo de la velocidad de reacción, mediante:

**–** Ejercicios de respuesta a señales acústicas.

**–** Ejercicios de respuesta a señales visuales.

**–** Ejercicios de respuestas rápidas específicas.

2. Desarrollo de la capacidad de aceleración, mediante:

**–** Ejercicios para desarrollar la fuerza rápida.

**–** Ejercicios para desarrollar la fuerza explosiva.

**–** Ejercicios para desarrollar la fuerza específica.

3. Desarrollo de la resistencia a la velocidad con series cortas a gran velocidad y con intervalos de recuperación, con series progresivas y con series alternas. En la recuperación, la FrCd debe caer a 120 ppm.

4. Desarrollo de la velocidad lanzada, mediante:

**–** Carrera con elástico o con aparatos que aligeran el peso del cuerpo.

**–** Ejercicios de pliometría.

**–** Ejercicios de pliometría amortiguada (desde obstáculos bajos y sobre suelos blandos).

## 2.6. Evaluación de la Fuerza.

La fuerza es una cualidad física básica, junto con la flexibilidad, resistencia y velocidad, que si bien es un principio parece ligada únicamente al aparato locomotor (músculos), guarda relación con el sistema de control del movimiento (Sistema Nerviosos Central) y con los sistemas energéticos (sistema cardiovascular y respiratorio).

Para comprender esta cualidad es necesario recordar que los músculos son los responsables del movimiento de nuestro cuerpo, y que son las fibras musculares las que consiguen transformar en energía cinética, en movimiento, una energía química, y ello gracias al metabolismo anaeróbico o aeróbico.

El término fuerza se puede definir en tres ámbitos diferentes:

**–** En física, se define como cualquier causa de modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo.

**–** En fisiología, se define como la máxima tensión que puede desarrollar un músculo cuando en estado de reposo es excitado por un estímulo máximo.

**–** En el área de la actividad física, se define como la capacidad para vencer una resistencia a través de la contracción muscular.

Basándonos en estas definiciones podemos decir que en todos los gestos físico-deportivos existe una manifestación de la fuerza, pues se deben vencer determinadas resistencias (masas) a determinadas velocidades y aceleraciones.

**Evaluación.**

Se pueden realizar infinidad de ejercicios para evaluar cada grupo muscular:

**– Abdominales**. El objetivo es evaluar la fuerza-resistencia del grupo abdominal. Tiempo de realización 1 minuto. Posición inicial: tendido supino con las piernas flexionadas y las manos en la nuca. Un compañero sujeta por los tobillos y consiste en realizar el movimiento de flexión- extensión de tronco tocando con los codos la rodilla en la flexión y con la espalda el suelo en la extensión.

**– Salto horizontal**. El objetivo es evaluar la fuerza explosiva del grupo muscular cuadriceps. Posición inicial: piernas paralelas y juntas. Consiste en realizar un salto desde la posición de parado intentando conseguir la mayor distancia posible. Se medirá la distancia existente entre la línea de salida y el apoyo más cercano a ella.

**– Suspensión de brazos en barra**. Mide la fuerza resistencia de los brazos. Consiste en mantenerse durante el mayor tiempo posible colgados de la barra con las manos orientadas hacia delante y los brazos flexionados y separados a la anchura de los hombros aproximadamente y colocando el mentón por encima de la barra. La prueba finaliza cuando la barbilla desciende por debajo de la línea de la barra.

**– Media sentadilla-salto o Squat jump (SJ)**. El objetivo es valorar o medir la fuerza explosiva del tren inferior (capacidad de salto). Hay que situarse en la plataforma de contacto con las piernas flexionadas en una angulación de 90° con las manos en las caderas. A partir de esta posición se realiza un salto lo más alto posible sin soltar las manos de la cadera y caer en la misma posición. Para su cálculo se utiliza la fórmula de Vélez (1991).

Para la evaluación de la fuerza vamos a tratar los siguientes aspectos:

**–** Evaluación de la Fuerza Explosiva.

**–** Evaluación de la Fuerza Explosivo-Elástica.

**–** Evaluación de la Fuerza Explosivo-Elástico-Refleja.

**–** Valoración funcional de la Fuerza en condiciones inespecíficas (laboratorio).

### 2.6.1. Evaluación de la Fuerza Explosiva.

La fuerza explosiva es la fuerza que actúa en el menor tiempo posible, es decir, que se opone al máximo impulso de fuerza posible a resistencias en un determinado tiempo.

Para evaluar la fuerza explosiva destacamos el test de gradiante de fuerza explosiva. El test nos valora si los efectos producidos gracias a los medios de entrenamiento utilizados han guardado la proporción deseada entre fuerza y velocidad de contracción muscular. Para ello, se realizan **Squat Jump** con distintas sobrecargas:

**–**  SJ.

**–**  SJ con el 25% del P.C.

**–**  SJ con el 50% del P.C.

**–**  SJ con el 75% del P.C.

**–**  SJ con el 100% del P.C.

### 2.6.2. Evaluación de la Fuerza Explosivo-Elástica.

La fuerza explosivo-elástica se puede avaluar al realizar una contracción rápida y potente inmediatamente después de un estiramiento voluntario.

Destacamos los siguientes test, los cuales permiten evaluar la fuerza explosivo-elástica:

**Test de contramovimiento y salto (CMJ)**: Medición de la capacidad contráctil del músculo, de la capacidad elástica del músculo y de la capacidad de sincronización y reclutamiento instantáneo de fibras. El índice de elasticidad es la diferencia entre IE= (CMJ-SJ) x 100 / SJ.

**Test de Abalakov:** Medición de la capacidad contráctil del músculo, de la capacidad elástica del músculo más la acción de los brazos y de la capacidad de sincronización y reclutamiento instantáneo de fibras. La diferencia entre Abalakov y CMJ determina el porcentaje del vuelo realizado gracias a los brazos.

**Test de Pentasaltos:** 5 saltos continuos realizados de segundos, pata coja ó pies juntos.

### 2.6.3. Evaluación de la Fuerza Explosivo-Elástico-Refleja.

La fuerza explosivo-elástico-refleja se puede avaluar al realizar una contracción rápida y potente inmediatamente después de un estiramiento voluntario.

**– Test Drop Jump:** Medición de la capacidad contráctil del músculo, de la capacidad elástica del músculo más la acción de los brazos, de la capacidad de sincronización y reclutamiento instantáneo de fibras y de la capacidad refleja, de la musculatura extensora de las piernas. La altura de caída debe ser tal que el tiempo de apoyo en el suelo no supere los 200 msg., y la altura de salto superior a la de caída.

**– Test de Reactividad:** Medición de la capacidad contráctil del músculo, de la capacidad elástica del músculo más la acción de los brazos, de la capacidad de sincronización y reclutamiento instantáneo de fibras y de la capacidad refleja de la musculatura extensora de los pies. Sucesión de 10 saltos verticales seguidos de un rápido y cortísimo movimiento de “muelleo”, buscando la máxima altura y mínimo tiempo de apoyo en el suelo. Se realiza la media de los 3 mejores saltos seguidos.

### 2.6.4. Valoración funcional de la Fuerza en condiciones inespecíficas (laboratorio).

La valoración funcional de la fuerza en condiciones inespecíficas como el laboratorio consiste en la puesta en llevar a cabo una evaluación dentro de un ambiente sumamente controlado y utilizando una instrumentación que simula la actividad deportiva.

A diferencia de los test de campo, en los que se establece una evaluación del deportista en el ambiente concreto de la prueba, circunstancia por lo cual es complicado que puedan ser controladas las variables meteorológicas (temperatura, humedad, viento) y los instrumentos utilizados nunca pueden alcanzar los niveles de precisión que se obtienen en laboratorio; no obstante, hemos de destacar que se alcanza una gran especificidad en relación a la prueba en competición.

## 2.7. Evaluación de la movilidad articular.

Una de las propiedades de las articulaciones es que gozan de determinados grados de movilidad, dependiendo del tipo que se trate. En este sentido podemos clasificarlas del siguiente modo:

**– Articulaciones uniaxiales** *.* Sólo tienen un eje de rotación, por lo tanto, sólo permiten un movimiento. Ejemplo: flexo-extensión de la articulación cúbito-humeral.

**– Articulaciones biaxiales** *.* Tienen dos ejes de rotación y permiten dos tipos de movimiento. Ejemplo: la articulación radio-humeral puede realizar flexo-extensión y prono-supinación.

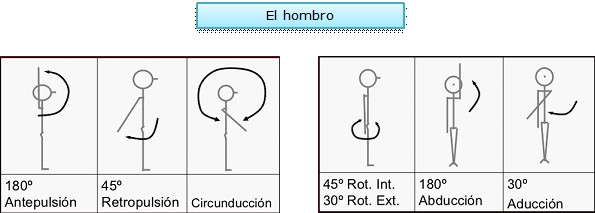
**– Articulaciones triaxiales** *.* Son las que generan mayor movilidad. Poseen tres ejes de rotación, con lo que son capaces de realizar tres tipos de movimientos. Ejemplo: la articulación escápulo-humeral permite flexo-extensión, abducción-aducción y rotación interna-externa del hombro.

### 2.7.1. Pruebas y Protocolos.

La movilidad articular se evalúa con pruebas que no la valoran en su conjunto, con lo que se requieren unas herramientas que puedan indicarnos cuales son los valores y cuál es la evolución de la flexibilidad.

Los movimientos globales que genera el cuerpo humano son una sucesión de movimientos articulares, con lo que en la actualidad y debido a que la flexibilidad es específica de cada articulación, la medición de la amplitud articular, debe ser realizada diferenciando las mediciones por articulaciones.

Los movimientos de las articulaciones suelen analizarse a partir de la posición anatómica, ya que se utilizan los grados de amplitud como referencia, pudiendo variar de una persona a otra. La mayoría de los gestos no son movimientos puros, sino posibles combinaciones.

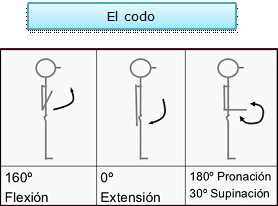


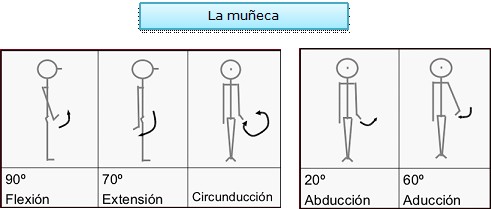
Pruebas para evaluar la movilidad del hombro:

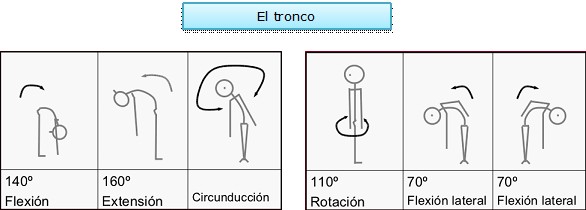
**–** Rotadores internos y aductores del hombro.

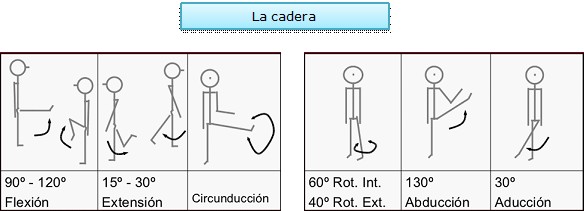
**–** Prueba de Kendall.

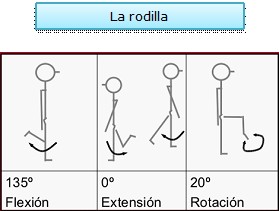
**–** Diagonal Posterior.









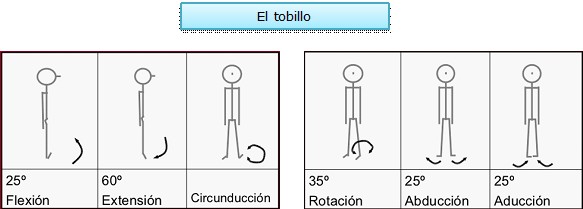


Pruebas para evaluar la movilidad de la cadera y la rodilla:

**–** Prueba de Thomas.

**–** Rotadores de cadera internos y externos.

**–** Prueba de Nachlas y Ridge.



Prueba para evaluar la movilidad del tobillo:

**–** Elongación de los flexores plantares.

## 2.8. Evaluación de la elasticidad muscular.

La elasticidad muscular es la capacidad que tienen los músculos de alargarse y acortarse sin que se deforme y pueda volver a su forma original.

### 2.8.1. Pruebas y protocolos.

Los ejercicios que se decidan aplicar para cada músculo pueden servir de prueba. Cualquiera de ellos puede utilizarse siempre que se cumplan las siguientes condiciones al hacer la evaluación:

**–** Para un músculo dado siempre se debe elegir el mismo ejercicio. No es recomendable cambiar de ejercicio-prueba en las diferentes reevaluaciones porque se pierde el parámetro de comparación.

**–** Hacer calentamiento previo a cada ejercicio.

**–** El profesor debe llevar el segmento corporal a la mayor excursión posible, hasta sentir el tope final (end feel). Este end feel tiene tres características:

**–** Blando elástico, cuando el movimiento se limita por choque de masas musculares (ejemplo: flexión de rodilla)

**–** Firme elástico, cuando el movimiento final es limitado por tope cápsulo-ligamentoso (ejemplo: extensión de dedos).

**–** Duro elástico, cuando el tope es producido por choque óseo (ejemplo: extensión del codo).

**–** Hacer la prueba siempre en la misma posición, el cambio de posición puede fácilmente inducir a error biomecánico, y probablemente a modificaciones tónicas a nivel del Sistema Nervioso Central, lo cual altera el resultado.

### 2.8.2. Aplicación autónoma o colaboración con técnicos especialistas.

La evaluación de la elasticidad muscular ámbito del fitness, el técnico puede aplicar las pruebas de forma autónoma o en colaboración con otros especialistas.

Si decide realizar la evaluación de forma autónoma desarrollará la serie de pruebas de forma libre e independiente.

Si, por el contrario, se decide desarrollar una evaluación de la elasticidad muscular con la ayuda y colaboración de otros especialistas, el monitor adoptará estrategias de coordinación que agilizará el proceso y el adecuado desarrollo del mismo.

# 3. Test de campo para valorar la condición física.

## 3.1. Fundamentos biológicos.

Los test pueden ser de laboratorio o de campo. Los test de laboratorio se realizan en un ambiente controlado, siguiendo un protocolo y con una instrumentación que simula la actividad deportiva, de forma que permite aislar las distintas variables que intervienen en la prueba.

Los test de campo son mediciones ejecutadas mientras el atleta desarrolla su prestación habitual en una competición simulada, por lo tanto, no se pueden aislar las distintas variables y por ello, son útiles para evaluar globalmente una prestación.

Los test de campo suelen ser menos costosos y precisos que los test de laboratorio.

Se pueden realizar test en los que se determinan magnitudes de diferente índole:

– Resistencia aeróbica.

– Fuerza Resistencia.

– La Flexibilidad – Elasticidad Muscular.

– Etc.

## 3.2. Recomendaciones de uso de test de campo en el ámbito del Fitness.

Para la valoración de la condición física, existen multitud de tests. El evaluador será la persona encargada de seleccionar uno u otro. Esta selección debe realizarse según varios criterios que a continuación se detallan:

**1. Tiempo.**

El evaluador deberá considerar el tiempo que lleva administrar el test. En general, cuando se debe evaluar a un gran número de sujetos se seleccionan tests que se realicen en poco tiempo y viceversa.

**2. Calidad de los tests.**

Una evaluación rigurosa de calidad debe apostar por seleccionar aquellos tests que gozan de una elevada validez y (fiabilidad para cada sujeto. Un mismo test no tiene la misma validez ni fiabilidad para un mismo grupo poblacional. Por ejemplo: el test de caminar seis minutos para la evaluación de la resistencia aeróbica es muy válido para sujetos sedentarios pero no tanto en sujetos física mente muy activos.

**3. Especifidad formativa.**

Si el evaluado debe realizar un programa específico centrado mayoritariamente en una especialidad deportiva concreta, es importante seleccionar test que se asemejen a esa especialidad.

**4. Edad y sexo.**

Es importante considerar estas dos variables a la hora de seleccionar los tests. Un test puede ser apropiado para hombres y no serlo para mujeres, o viceversa. Igualmente determinados tests apropiados para adultos son inseguros y difíciles de realizar para las personas de edad avanzada. Del mismo modo los tests deben estar ajustados a las características fisiológicas particulares de cada persona.

**5. Experiencia y estado de entrenamiento.**

En individuos muy experimentados pueden utilizarse tests que requieran un gran dominio técnico puesto que el rendimiento en el mismo no empeorará por una mala técnica.

## 3.3. Test de campo para la determinación de la Resistencia aeróbica.

Existe gran diversidad de test de campo para la determinación de la resistencia, por ello a continuación se expone el protocolo a seguir en cada test, así como los siguientes aspectos:

– Aplicación autónoma.

– Colaboración con técnicos especialistas.

– Instrumentos y aparatos de medida.

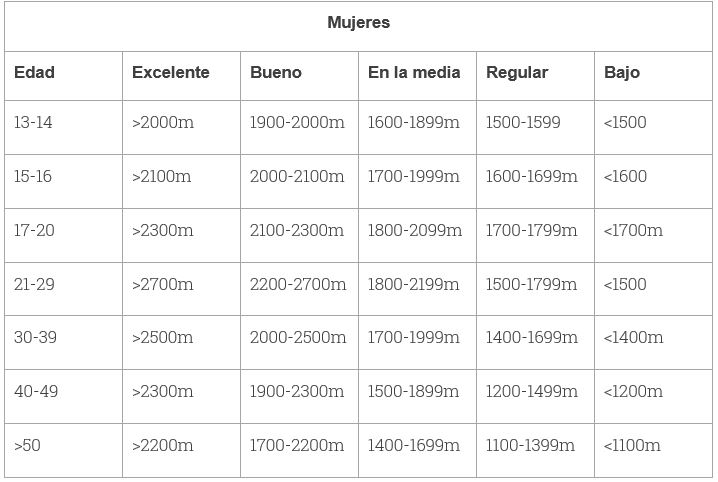
### 3.3.1. Protocolos.

**1. Test de cooper:**

También denominado el test de los 12 minutos tiene como objetivo valorar la resistencia aeróbica. Determinar el VO2 máximo. Consiste en cubrir la máxima distancia posible durante doce minutos de carrera continua. Se anotará la distancia recorrida al finalizar los doce minutos. El resultado se puede valorar en la tabla con la baremación correspondiente. Teóricamente, una carga constante que provoca el agotamiento a los 12 minutos de iniciarse, correlaciona significativamente con el valor del VO2 máximo. Según esto, el VO2 máximo se puede determinar según la siguiente ecuación:

Tests de campo para valorar la condición física en el ámbito del Fitness

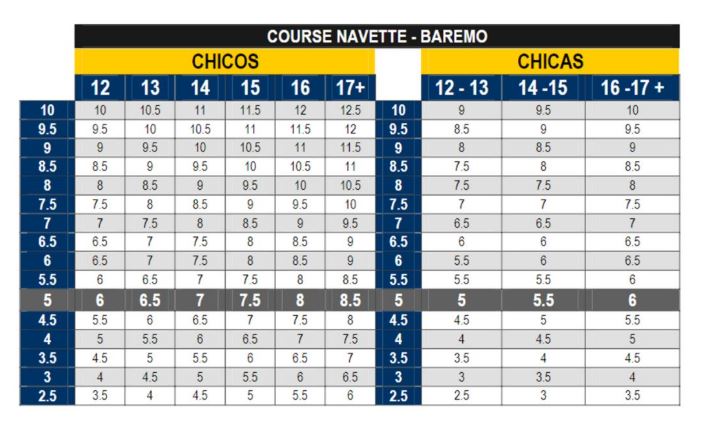




**2. Test de course navette.**

También denominado el test de Leger-Lambert, tiene como objetivo valorar la potencia aeróbica máxima. Determinar el VO 2 máximo. Consiste en recorrer la distancia de 20 metros ininterrumpidamente, al ritmo que marca una grabación con el registro del protocolo correspondiente. Se pondrá en marcha el magnetófono y al oír la señal de salida el ejecutante, tendrá que desplazarse hasta la línea contraria (20 metros) y pisarla esperando oír la siguiente señal. Se ha de intentar seguir el ritmo del magnetófono que progresivamente irá aumentando el ritmo de carrera. Se repetirá constantemente este ciclo hasta que no pueda pisar la línea en el momento en que le señale el magnetófono. Cada periodo rítmico se denomina periodo y tiene una duración de 1 minuto. El VO2 máximo se calcula a partir de la velocidad de carrera que alcanzó el ejecutante en el último periodo que pudo aguantar, según la siguiente ecuación:

Tests de campo para valorar la condición física en el ámbito del Fitness



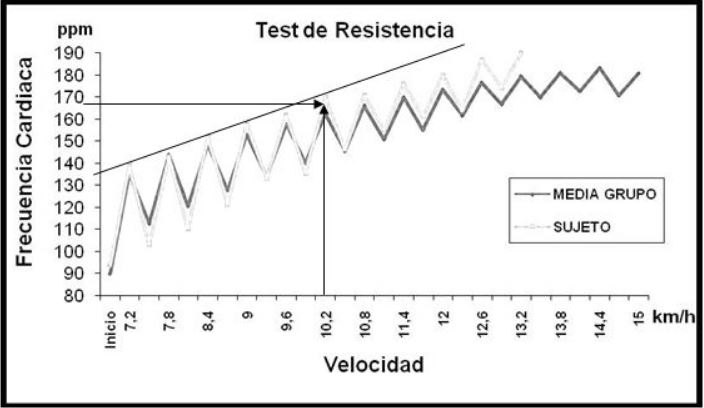
**3. Test de Balke.**

También denominado test de los 15 minutos, pretende valorar la resistencia aeróbica. Consiste en cubrir la máxima distancia posible durante quince minutos de carrera continua. Se anotará la distancia recorrida al finalizar los quince minutos. El resultado se puede valorar en la tabla con la baremación correspondiente.



**4. Test de coconi.**

Pretende valorar la potencia aeróbica y determinar del umbral anaeróbico. Consiste en realizar un esfuerzo de intensidad progresiva en carrera o sobre una bicicleta controlando la frecuencia cardiaca en función del aumento de la velocidad. Según Conconi la frecuencia cardiaca aumenta a medida que aumenta la intensidad del ejercicio, hasta llegar un momento en que la frecuencia cardiaca se estabiliza a pesar de incrementar aun más la intensidad del ejercicio. Este punto de inflexión se corresponde con el umbral anaeróbico. El protocolo para carrera propuesto por Conconi consiste en correr en una pista de atletismo de 400 metros, incrementando la velocidad de carrera cada 200 metros hasta el agotamiento. El protocolo para bicicleta consiste en incrementar la velocidad cada kilómetro hasta llegar al agotamiento. La valoración de la potencia aeróbica se realiza según la máxima velocidad alcanzada y la tabla con la baremación correspondiente. El punto correspondiente al umbral anaeróbico, aparecerá a distinta velocidad para cada persona pudiéndose valorar en una tabla con la baremación correspondiente. Para el protocolo de carrera, el ejecutante se ayudará de una cinta magnetofónica que le ira marcando el ritmo de carrera con ayuda de unos conos. Cada señal emitida por la cinta deberá coincidir con el paso por un cono.



### 3.3.2. Aplicación autónoma.

La Aplicación de los diferentes test de campo para la determinación de la resistencia aeróbica se puede realizar en colaboración con otros técnicos especialistas, así como de forma autónoma, en la que el monitor de forma libre e independiente guiará el desarrollo de cada test.

### 3.3.3. Colaboración con técnicos especialistas.

El profesional puede decidir colaborar con otros especialistas, asumiendo de este modo, la puesta en práctica de un trabajo colectivo teniendo presente la interacción con otras disciplinas científicas, de sus conceptos directrices, de su metodología, de sus procedimientos, de sus datos, etc.

### 3.3.4. Instrumentos y aparatos de medida.

Entre los instrumentos y aparatos empleados para la medida de tests de campo para la determinación de la Resistencia aeróbica podemos destacar:

– El magnetófono.

– Pista de atletismo o, en su defecto, un terreno llano bien señalado.

– Cronómetro.

– Pulsómetro.

– Potenciómetro.

– Medidor de lactato.

## 3.4. Test de campo para la determinación de la Fuerza Resistencia

Existe gran diversidad de test de campo para la determinación de la fuerza resistencia, por ello a continuación se expone el protocolo a seguir en cada test, así como los siguientes aspectos:

* Aplicación autónoma.
* Colaboración con técnicos especialistas.
* Instrumentos y aparatos de medida.

### 3.4.1. Protocolos.

La **fuerza-resistencia** es la capacidad de soportar la fatiga en la realización de esfuerzos musculares que pueden ser de corta, media y larga duración. Supone, por tanto, una combinación de las cualidades de fuerza y resistencia, donde la relación entre la intensidad de la carga y la duración del esfuerzo van a determinar la preponderancia de una de las cualidades sobre la otra. Podemos destacar:

**– Fuerza resistencia de corta duración:** donde se intenta superar la fatiga ante intensidades superiores al 80% de una repetición máxima (1 RM), circunstancia en la cual dominan los factores locales y donde no existe aportación de oxígeno y nutrientes por vía sanguínea, debido al cierre de las vías arteriales a causa de la elevada tensión muscular.

**– Fuerza resistencia de media duración:** en esfuerzos mantenidos ante cargas situadas entre el 20% y el 40% de 1 RM, donde las cualidades de fuerza y resistencia aportan un valor prácticamente equitativo de cara al rendimiento.

**– Fuerza resistencia de larga duración:** manifestada en esfuerzos mantenidos por debajo del 20% de 1 RM, donde las vías de producción de energía aeróbicas adquieren clara preponderancia en relación a la fuerza local

A continuación, destacamos algunos de los test de fuerza resistencia más usuales.

**1. Test de flexo-extensiones de pierna:**

El sujeto se coloca junto a una pared donde establecerá una marca con el brazo extendido y apoyado sobre una pierna, con la cual efectuará flexo-extensiones contactando en la fase de flexión con una guía colocada a 20 centímetros por la parte posterior y a una altura correspondiente con la rótula del sujeto, mientras que en la extensión completa ha de situar el brazo extendido sobre la marca señalada previamente en la pared. Durante la extensión de pierna el tronco ha de permanecer recto (perpendicular a la línea de tierra). Se anotará como resultado del test el tiempo empleado por el examinado en ejecutar diez flexo- extensiones completas.

**2. Test de flexión de brazos en barra o “dominadas”:**

Se coloca el sujeto suspendido sobre una barra con los brazos a la anchura de los hombros y las palmas de las manos orientadas hacia delante. Se ha de ejecutar una flexión de brazos manteniendo el cuerpo totalmente extendido hasta contactar con el mentón en la parte superior de la barra. Se anotarán como resultado del test el máximo número de repeticiones que sean efectuadas en 30 segundos.

**3. Test de fuerza-resistencia abdominal:**

Colocados en decúbito supino con flexión de cadera a 90º y con un agarre que mantenga los pies pegados al suelo o colchoneta. Las manos están colocadas de forma entrelazada y apoyadas en el pecho. Se ha de realizar movimientos de flexión de tronco hasta contactar las manos en los muslos. Se anotará como resultado del test el mayor número de repeticiones efectuadas en 30 segundos.

**4. Test de extensiones de brazos en suelo o “fondos en el suelo”:**

Se coloca el sujeto en tendido prono con apoyo de pies y manos en el suelo, las puntas de los dedos están orientadas hacia delante. Los brazos se colocan a la anchura de los hombros. Se ha de ejecutar la extensión completa de los brazos manteniendo el cuerpo alineado. Se anotará como resultado del test el mayor número de repeticiones efectuadas en 30 segundos.

### 3.4.2. Aplicación autónoma.

Al igual que sucede en los test de campo para la determinación de la resistencia aeróbica, en los test de campo para la determinación de la fuerza resistencia también se puede realizar en colaboración con otros técnicos especialistas, así como de forma autónoma, en la que el monitor de forma libre e independiente guíe el desarrollo de cada test.

### 3.4.3. Colaboración con técnicos especialistas.

Al igual que ocurre en los test de campo para la determinación de la resistencia aeróbica, en los test de campo para la determinación de la fuerza resistencia, el profesional puede decidir colaborar con otros especialistas, asumiendo de este modo, la puesta en práctica de un trabajo colectivo teniendo presente la interacción con otras disciplinas científicas, de sus conceptos directrices, de su metodología, de sus procedimientos, de sus datos, etc.

### 3.4.4. Instrumentos y aparatos de medida.

A continuación, se muestran algunos instrumentos utilizados en los test de campo:

– Cinta métrica.

– Tiza.

– Potenciómetro (para aplicar las intensidades).

– Pulsómetro (para controlar la frecuencia cardiaca).

– Medidor de lactato (para obtener valores de la intensidad).

## 3.5. Test de campo para la determinación de la Flexibilidad–Elasticidad Muscular.

Existe gran diversidad de test de campo para la determinación de la flexibilidad - elasticidad muscular, por ello a continuación se expone el protocolo a seguir en cada test, así como los siguientes aspectos:

– Aplicación autónoma.

– Colaboración con técnicos especialistas.

– Instrumentos y aparatos de medida.

### 3.5.1. Protocolos.

Podemos destacar una gran diversidad de test de campo para la determinación de la flexibilidad –elasticidad muscular:

**1. Valoración de la articulación del hombro:**

– Prueba de Kendall: con esta prueba se evalúa la capacidad de movilidad del hombro, en cuanto al posible acortamiento de los aductores y su asimetría.

– Sin acortamiento de los aductores y rotadores internos del hombro, la articulación del hombro puede ser flexionada completamente mientras la porción inferior de la espalda está aplicada sobre el suelo.

– Con acortamiento de los aductores y rotadores internos del hombro, la articulación del hombro no puede ser flexionada completamente con la porción de la espalda aplanada. Esto indica un posible acortamiento del dorsal ancho, pectoral mayor y redondo mayor. Se considera anulación normal 180º, es decir, articulación escápulo humeral y húmero en contacto con el suelo.

– Prueba de rotadores internos y aductores del hombro: en posición decúbito supino, rodillas en flexión, con las manos detrás del cuello, descansando la columna lumbar lo más plana posible y apoyados los codos sobre el suelo sin tensión. La presencia de cifosis impide realizar la prueba. Se debe anotar el contacto o no de los codos en el suelo.

– Diagonal posterior: en bipedestación, llevar los brazos por detrás de la espalda, uno de los cuáles es llevado por la zona dorsal de la espalda y el otro por la zona lumbar. Anotar si existe el contacto o no de las manos, con distinción del lado derecho e izquierdo. Se mide el lado del brazo que pasa hacia atrás por la zona dorsal. Su objetivo es conocer los desequilibrios y dismetrías de la cintura escapular.

– Prueba de pectoral: en bipedestación, el sujeto se sitúa de frente a la pared y realiza una abducción del brazo del lado cuyo pectoral se vaya a medir, de forma que quede paralelo al suelo y en contacto con a la pared. Tratar de llevar el hombro del lado contrario hacia atrás rotando el tronco, sin separar el brazo de la pared. Se evalúa el ángulo que forma el brazo apoyado en la pared con la espalda del sujeto, tomando como punto de origen el acromion y el ángulo, el formado por el brazo y la línea imaginaria que describen las tuberosidades acromiales de los hombros. No superar 90º, implica una deficiente flexibilidad de los grupos musculares implicados.

**2. Valoración de la articulación cadera y rodilla:**

– Valoración de la musculatura isquiotibial: flexión de cadera con rodilla en extensión. En posición decúbito supino, con los brazos rectos y colocados a los lados del tronco, flexionar el máximo posible la cadera sin flexionar la rodilla. La extremidad opuesta, que ayuda a evitar el movimiento bascular de la pelvis, debe permanecer en contacto con el banco. Se mide el ángulo formado por ambas extremidades. La pierna que está en contacto con el banco se inmovilizará con una eslinga o un compañero, para evitar la flexión de rodilla y la basculación pélvica, y así facilitar la medición al examinador. El goniómetro se colocará con un brazo paralelo al banco y el otro eje coincidiendo con trocánter mayor del fémur y la rodilla. Se considera una angulación normal la de 90º.

– Aductores de cadera: decúbito supino, caderas flexionadas, medir el ángulo formado por ambas extremidades inferiores buscando la máxima separación de las rodillas. No superar los 90º, implica una deficiente flexibilidad de los grupos musculares implicados.

– Valoración del músculo psoas iliaco y el recto anterior: prueba de Thomas. El sujeto se colocará encima de la camilla o plinton, tendido decúbito supino y a continuación el examinador cogerá con sus manos una de sus piernas por la rodilla y la acercará al pecho. La pierna correspondiente a la cadera a examinar fuera de camilla.

### 3.5.2. Aplicación autónoma.

En la aplicación de los diferentes test de campo para la determinación de la Flexibilidad – Elasticidad Muscular, al igual que otros test como es el caso de los test de campo de la resistencia aeróbica, de la fuerza resistencia, etc. se puede realizar en colaboración con otros técnicos especialistas, así como de forma autónoma, en la que el monitor de forma libre e independiente guiará el desarrollo de cada test.

### 3.5.3. Colaboración con técnicos especialistas.

Del mismo modo que otros test como es el caso de los test de campo de la resistencia aeróbica, de la fuerza resistencia, etc. en los test de campo para la determinación de la Flexibilidad – Elasticidad Muscular el profesional puede decidir colaborar con otros especialistas, asumiendo de este modo, la puesta en práctica de un trabajo colectivo teniendo presente la interacción con otros técnicos especialistas entrando en relación diferentes conceptos, metodología, procedimientos, organización… que sin duda puede favorecer el funcionamiento del test.

### 3.5.4. Instrumentos y aparatos de medida.

Para la valoración de la flexibilidad se han ideado instrumentos para medirla de forma directa y se han desarrollado ejercicios para mediciones indirectas.

El goniómetro es el instrumento más utilizado para medir la flexibilidad de una articulación de forma directa, puesto que mide el rango de movimiento (el ángulo máximo que una articulación puede alcanzar).

El goniómetro es similar a un medidor de ángulo con dos ramas móviles. El centro del goniómetro se hace coincidir con el fulcro de la articulación. Las ramas móviles se hacen coincidir con el eje longitudinal de cada segmento que forma la articulación. El rango de movimiento es el ángulo que forman los dos segmentos de la articulación medido en los extremos del movimiento.

## 3.6. Análisis y comprobación de los resultados.

Para obtener los resultados bastaría con ir apuntando en una tabla los datos obtenidos en los diversos test de campo realizados. En cuanto a la interpretación de los resultados que se están analizando, cabrían detectar si existen diferencias entre ambos o si por el contrario sus resultados son similares.

# 4. Fatiga muscular y orgánica producida por la actividad física o sobre entrenamiento.



## 4.1. Aparato locomotor: El sistema óseo, el sistema muscular, el sistema articular.

El aparato locomotor es el principal responsable de la función motriz, a pesar de que no es exclusiva de él.

El aparato locomotor es el conjunto de huesos, articulaciones y músculos que permiten que el hombre pueda desplazarse y realizar movimientos en general. Su función es sostener el cuerpo, permitir la movilidad y proteger los órganos vitales. Puede compararse a una máquina que produce trabajo y consume energía proveniente del alimento y la respiración. El aparato locomotor está constituido por una parte pasiva que son los huesos, y por una parte activa que son los músculos.

Se entiende por movimiento a los cambios de posición de los cuerpos en el espacio, cambios que vienen producidos por efectos de fuerzas originadas por el propio aparato locomotor.

### 4.1.1. El sistema óseo.

Todos los elementos que conforman el cuerpo humano se encuentran sustentados mediante tejido óseo, el cual constituye a los huesos. Éstos forman el denominado esqueleto óseo, que está formado por 206 huesos, seis de los cuales están ubicados en los oídos, tres en cada uno. En lo que respecta al resto de huesos, se encuentran distribuidos de la siguiente forma: 28 en la cabeza, 52 en el tronco, 64 en las extremidades superiores, y 62 en las inferiores. Cada uno de ellos posee unas características que los hacen únicos.

#### 4.1.1.1. Morfología.

A pesar de estar constituidos exteriormente por sales minerales de especial dureza, los huesos no son sustancias inertes, ya que dichas sales están en calidad de materiales de depósito entre células vivas bien diferenciadas que realizan las funciones características de la unidad viviente (Rodríguez, 1996).

Por esta razón, el tejido óseo es dinámico en su funcionamiento y se encuentra en continua actividad bioquímica. En lo que a su estructura interna o íntima se refiere, ésta es comparada con la de un fino panal cuya periferia es muy compacta. Así, si se corta un hueso es posible observar una sustancia compacta en su periferia, denominada periostio, y otra esponjosa en su seno, llamada endostio (Rodríguez, 1996).

Según su forma y tamaño, los huesos pueden diferenciarse por ser huesos largos, huesos cortos, huesos planos y huesos irregulares, aunque en algunos individuos se encuentran huesos supernumerarios, no siempre constantes en su localización, denominados sesamoideos. Dichos huesos están situados entre los tendones de los músculos en lugares de gran fricción.

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

○ **Huesos largos.**

Son aquellos cuyo eje longitudinal es algo mayor que sus ejes transversales. Algunos huesos largos son el fémur, la tibia y el peroné, el húmero, el cúbito y el radio. Tiene una parte central que es el cuerpo del hueso, denominada diáfisis y a sus extremos dos abultamientos óseos que son las epífisis:

• La que está más próxima al eje central del cuerpo es la epífisis proximal.

• La que está más alejada al eje central del cuerpo es la epífisis distal. Todos los huesos están recubiertos por una membrana: periostio. (Periostitis: inflamación del hueso). Los huesos son huecos y dentro tienen la médula ósea roja cuya misión es la de la formación de la sangre. Esta médula roja la tenemos desde el nacimiento a la pubertad. A medida que nos acercamos a la pubertad la médula ósea roja cesa en su papel de formadora de sangre, transformándose en médula serosa amarilla. Excepto unos pocos huesos que siempre durante toda la vida del individuo permanecen con la médula roja formadora de sangre. Estos huesos son: vértebras de la columna vertebral, esternón, costillas y hueso coxal. En ellos es posible reconocer tres regiones principales: un extremo superior o *epífisis superior*, una parte media o *diáfisis*, y un extremo inferior o *epífisis inferior*. En cuanto a su composición, es necesario diferenciar lo siguiente (Rodríguez, 1996):

- Su seno corresponde a las epífisis, por lo que el tejido es esponjoso.

- Sus intersticios poseen una sustancia roja semejante a la sangre, denominada médula roja. En ella se forman tanto los glóbulos blancos, como los rojos y las plaquetas que recorren la sangre.

○ **Huesos cortos.**

Sus tres ejes (largo, ancho y grueso) son muy similares. Generalmente poseen una forma cúbica. Estos huesos se encuentran en las manos y muñecas (huesos carpianos), en los pies y tobillos (huesos tarsianos) o las vértebras. Están formados por hueso compacto en la parte externa, y hueso esponjoso en la parte central.

○ Huesos planos.

Un dibujo de una persona

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Capa interna esponjosa del hueso Su eje longitudinal es menor que su eje transversal, y el grosor escaso, como una tabla. Se encuentran, por ejemplo, en el cráneo o la caja torácica. Compuestos por el ápole (tejido laminar compacto) y por el dípole (tejido esponjoso que se encuentra en el centro). Tanto los huesos cortos como los planos se componen de hueso compacto en la periferia y hueso esponjoso en el centro. Los huesos planos están formados por dos tablas compactas, una interna y otra externa, además de hueso esponjoso en la parte media. Éste recibe el nombre de díploe (Rodríguez, 1996).

○ Huesos irregulares.

Debido a la forma que poseen se clasifican en esta categoría, como los huesos faciales. También se incorporan aquí los huesos que tienen cavidades llenas de aire.

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

#### 4.1.1.2. Fisiología.

Como norma general, las funciones de los huesos pueden sintetizarse en funciones de sostén, de protección, de crecimiento y de depósito (Rodríguez, 1996).

Todas ellas se conciben como un único sistema complejo, que posee diversos y múltiples efectos desde el nacimiento del individuo hasta su muerte. En lo que a su metabolismo se refiere, es posible observar que las células óseas están especializadas en formar una estructura mineral en la que intervienen varias sales. Siendo las más importantes los compuestos de magnesio y de fósforo.

Ambos junto al calcio, llegan al organismo mediante los alimentos ingeridos. De esta forma son absorbidas por el intestino delgado y transportadas por la sangre hasta los huesos (Rodríguez, 1996).

Una vez llegan allí, la hormona paratiroidea y la vitamina D se encargan de fijarla en los huesos. Aun así, al ser la formación del hueso un proceso de anabolismo proteico mineral que se encuentra condicionado por factores de tipo genético y por la acción del ambiente, es necesario que ambos procesos se conjuguen para que su desarrollo sea óptimo (Rodríguez, 1996).

Por el contrario, el catabolismo del hueso produce su destrucción, es decir, se da un balance negativo proteico – mineral. En el caso de que predomine el catabolismo, el hueso se desmineraliza dando lugar a la disfunción del mismo. Ésta, puede alterar el sostén, la protección o el crecimiento de los huesos. En concreto, es posible destacar lo siguiente de su composición (Rodríguez, 1996):

• El tejido óseo sin médula adiposa está compuesto de sustancias orgánicas (sobre todo proteínas), agua y minerales. Su componente de pase es la oseína, junto pequeñas cantidades de sustancia mucoide y albuminoide.

• En el hueso, el agua constituye el 25% de su peso, mientras que las sustancias orgánicas el 30% y las sales minerales el 45%.

• Las sales minerales que entran en la composición del hueso son las de calcio y magnesio, de sodio, potasio y hierro.

• El calcio constituye el 2% aproximadamente del peso corporal en una persona adulta. Un 99% de éste se encuentra en los huesos.

• Tanto la vitamina D, como la irradiación solar que se da sobre el organismo, favorecen la fijación en los huesos del calcio ingerido. La carencia de una u otra puede determinar la cantidad existente de sales de calcio y compuestos de fósforo en el hueso. Esta enfermedad se denomina raquitismo. Por el contrario, un exceso de vitamina D provocan desmineralización del esqueleto.

#### 4.1.1.3. División del esqueleto.

El esqueleto está dividido en dos partes:

○ **Esqueleto axial.**

Está formado por los huesos que ocupan el eje central de nuestro cuerpo: cráneo, maxilar inferior, clavícula, esternón y costillas, columna vertebral y huesos coxales. Se encargan principalmente de proteger los órganos internos. El esqueleto axial incluye 80 huesos aproximadamente, entre los que se incluyen los siguientes:

• Huesos de la columna vertebral o caquis (26 huesos aproximadamente) divididos en: 7 vértebras cervicales (cuello); 12 torácicas; 5 lumbares; 1 sacro (formado por la fusión de 5 vértebras) y 1 cóccix (formado por la fusión de 4 vértebras).

• Cabeza con 28 huesos, dividida en Cráneo con 8 huesos; cara con 14; oído con 3 y el Hioides que es un hueso localizado en la garganta que no está articulado.

• Tórax con 25 huesos dividido en 12 pares de costillas y un esternón.

○ **Esqueleto apendicular.**

Es todo lo que cuelga del esqueleto axial: extremidades superiores incluyendo las escápulas y extremidades inferiores. Son los que realizan mayores movimientos. Tiene 126 huesos divididos en:

• Huesos de la cintura escapular o del hombro formado por 4 huesos.

• Huesos de la extremidad superior 30 huesos en cada brazo divididos en: brazo con 1 hueso; antebrazo con dos huesos; carpo o muñeca con 8 huesos; metacarpo o mano con 5 huesos y falanges o dedos con 14 huesos.

• Huesos de la cintura pélvica o cadera formada por 3 huesos unidos.

• Huesos de la extremidad inferior 30 huesos en cada pierna divididos en: muslo con 1 hueso; pierna con 2; tarso con 8; metatarso con 5 y falanges con 14 huesos.

#### 4.1.1.4. Desarrollo óseo.

Como es evidente, el desarrollo de los huesos se produce paralelamente a la evolución de un feto. Desde que éste es engendrado, se dan los procesos que permiten su crecimiento (Le Vay, 1999).

Sin embargo, aunque el feto va creciendo de forma continua, la tasa de crecimiento óseo varía de forma considerable. Esto se debe a que durante los dos primeros meses es muy lenta, llegando a alcanzar su punto más alto en el cuarto y quinto mes, y volviendo a descender al final del embarazo.

Dicho descenso es continuo en mayor o menor medida hasta la pubertad, en la que se produce una aceleración del crecimiento de forma notable hasta los 18 años, edad en la que finaliza este desarrollo (17 años en mujeres), a causa de la fusión epifisaria en los huesos largos (Le Vay, 1999).

Durante los primeros años de vida aparecen centros secundarios de osificación, los cuales llegan a realizar una osificación completa, a excepción de una delgada placa cartilaginosa que los separa de la diáfisis (Le Vay, 1999).

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

*Crecimiento del hueso.*

Tal y como ya se apuntó anteriormente, el extremo redondeado se denomina epífisis, mientras que la placa cartilaginosa se denomina placa epifisaria. Dicha placa está constituida por columnas longitudinales de células cartilaginosas que se autorreproducen de forma continua por la zona diafisaria de la placa. Puesto que se va formando sin interrupción de un nuevo hueso, éstas pueden crecer en longitud, de forma que la placa epifisaria conserva su integridad hasta que se produce la fusión de la epífisis con la diáfisis (Le Vay, 1999).

Aunque el crecimiento de cada extremo del hueso se da de forma individual, una epífisis suele aparecer antes que la otra, por lo que se convierte en la principal responsable del crecimiento en longitud, aún fusionándose más tarde que la segunda (Le Vay, 1999).

En los brazos, estos puntos de crecimiento se hayan en el extremo el hombro (para el húmero) y en el extremo de la muñeca (para el radio y el cúbito). En lo que a la pierna respecta, se localizan en el extremo de la rodilla para los tres huesos que la componen.

Así, su destrucción completa puede causar detención del crecimiento y atrofia, mientras que una destrucción parcial tan sólo provoca una distorsión del crecimiento en la que la extremidad se desvía hacia fuera desde el lado aún activo (Le Vay, 1999).

Ahora bien, a pesar de compartir generalidades, cada hueso necesita de ciertos componentes más que de otros, o bien que presenta ciertas características que otros huesos no. Por este motivo, se presentarán a continuación los principales conjuntos óseos del ser humano.

#### 4.1.1.5. Componentes del sistema óseo.

Imagen que contiene Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

**○ Columna vertebral.**

La columna vertebral se encuentra situada en la línea media de la parte posterior del cuerpo. Su extensión abarca desde la base de la cabeza, recorriendo el cuello, tórax y abdomen en la parte posterior, terminando en la pelvis o cadera.

Está compuesta por vértebras, que son huesos cortos que, unidos los unos a los otros, forman todo el conjunto. En ella, se pueden diferenciar las siguientes partes (Rodríguez, 1996):

• Parte cervical, que corresponde al cuello y está formada por siete vértebras.

• Parte dorsal, que forma parte del tórax y consta de 12 vértebras.

• Parte lumbar. Es correspondiente al abdomen y consta de cinco vértebras.

• Parte sacra. Compone la cadera y consta de cinco vértebras soldadas entre sí, formando aparentemente un solo hueso llamado el sacro.

• Parte coccígea, que está formada por tres o cuatro vértebras rudimentarias.

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

La columna vertebral es el pilar base de todo el esqueleto, contando además conducto, denominado canal raquídeo, que permite el paso de la médula espinal. Ésta, es la prolongación del sistema nervioso encefálico y constituye la vía de salida y de llegada de las fibras nerviosas que van del cerebro a los órganos y viceversa.

En su parte superior, es más gruesa, ya que posee más fibras, mientras que en los segmentos bajos se adelgaza, dado que dichas fibras nerviosas van saliendo hacia los órganos (Rodríguez, 1996).

En función a cada parte, las vértebras poseerán una forma y un tamaño diferente. Éstos son:

Dibujo en blanco y negro

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

*Rodríguez, M. (1996). Anatomía, fisiología e higiene: elementos introductorios.*

**○ Tronco.**

El tórax, está formando por un conjunto de huesos cuya base de inserción son las vértebras dorsales. Así, junto a ellas, la caja torácica es formada por las costillas y el esternón (Rodríguez, 1996).

El esternón puede definirse como un hueso plano, localizado en la parte media y anterior del tórax, que posee tres porciones: mango, hoja y apéndice xifoides.

En cuanto a las costillas, son doce pares de huesos largos situados simétricamente al lado del tórax. Están curvadas de tal manera que proporcionan al tórax la forma de un cono de vértice superior y base inferior, ligeramente aplanado de adelante hacia atrás. Cada costilla posee un extremo posterior provisto de una cabeza articular que toma contacto con los cuerpos vertebrales, y un cuello en el que otra carilla articular se une con la apófisis transversa del mismo lado de cada vértebra.

Finalmente, la unión de las costillas con el esternón se da mediante los cartílagos, los cuales dotan de elasticidad y cierta flexibilidad respecto a algunos movimientos limitados a dichas uniones (Rodríguez, 1996).

**○ Extremidades.**

Tanto los miembros superiores como los inferiores, poseen una estructura esquelética parecida en cuanto a su significado morfológico. Ahora bien, esto no es así para sus funciones. A continuación, se detallan tanto unas como otras.

*•* **Extremidades superiores.**

Los miembros superiores, desde un punto de vista esquelético, se encuentran formados por: la clavícula, el omóplato, el húmero, el cúbito y el radio, los huesos del carpo, del metacarpo y las falanges de los dedos (Rodríguez, 1996).

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Los dos primeros constituyen lo que se denomina esqueleto del hombro, mientras que el húmero integra el esqueleto del brazo, por lo que se articula por arriba con el omóplato y por abajo con el cúbito y el radio.

Éstos últimos son, al igual que el húmero, dos huesos largos que forman el esqueleto del antebrazo, articulándose entre sí por sus extremos o epífisis.

En lo que respecta a los huesos del carpo, se trata de un conjunto de ocho huesos cortos articulados entre sí. Se disponen en dos hileras: una superior, compuesta por el escafoides, el semilunar, el piramidal y el pisiforme, y otra inferior que consta de trapecio, trapezoide, el grande y el ganchudo (Rodríguez, 1996).

A continuación del carpo, se encuentra el metacarpo, formado por cinco huesos llamados metacarpianos, que dan lugar al esqueleto del dorso y de la palma de la mano. A estos, le acompañan las falanges o huesos de los dedos. Estos son: dos para el dedo pulgar y tres para cada uno de los demás dedos. Cada uno de ellos reciben los siguientes nombres: falange (hueso superior de cada dedo), falangina (al medio), y falangeta (distal).

• **Extremidades inferiores.**

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Los principales huesos a destacar de las extremidades inferiores son (Rodríguez, 1996):

• **Pelvis:** es una cavidad semejante a un embudo, cuyo diámetro mayor se encuentra arriba y el menor abajo. Dicha cavidad alberga órganos de gran importancia, especialmente para la mujer, cuyo aparato genital es intrapélvico e intraabdominal. Además, durante el parto la pelvis conforma el canal natural de la salida del bebé, siendo el estrecho inferior de la misma el principal obstáculo a superar por éste.

• **Fémur:** es el esqueleto del muslo. Se trata de un hueso largo, cuyo extremo superior o epífisis superior está formada por una cabeza de forma hemisférica que articula en el acetábulo. Esta cabeza se une al resto del hueso a expensas de una porción delgada llamada cuello femoral.

• **Tibia:** es un hueso que forma parte del esqueleto de la pierna. Al igual que el fémur, es un hueso largo cuya epífisis superior tiene la forma de una meseta constituida por dos superficies algo cóncavas, separadas la una de la otra por la espina de la tibia.

• **Peroné:** es un hueso largo ubicado en la parte externa de la pierna. Su epífisis superior está articulada con la epífisis superior de la tibia, mientras que la de la inferior, lo hace con la parte homóloga de la misma.

**○ Cartílagos.**

Junto con los huesos, los cartílagos constituyen uno de los principales componentes del esqueleto. Se encuentran en aquellos lugares en los que es necesaria la rigidez y resistencia, como por ejemplo en las partes finales frontales de las costillas y la estructura que sostiene la tráquea y los bronquios, etc.

Gran parte de su composición son tejidos conjuntivos sin apenas riego sanguíneo directo, por lo que tras una lesión es imposible su autoregeneración, lo que conlleva que se repare por tejido fibroso cicatrizal (Le Vay, 1999).

Aun así, poseen como propiedad fundamental la calcificación, es decir, permite que las sales del calcio se depositen en él, dotándolo de resistencia y opacidad. Entre los cartílagos más comunes, es posible encontrar los siguientes tipos (Le Vay, 1999):

• **Liso:** se denomina cartílago hialino y se encuentra en las superficies articulares. Tienen muy poca fricción y dan lugar a superficies resbaladizas.

• **Resistente:** denominado fibrocartílago blanco. Posee tejido de fibras blancas y se localizan en los discos intervertebrales y en las placas o meniscos que se proyectan en ciertas articulaciones.

• **Fibrocartílago elástico amarillo:** está en estructuras que cuelgan, tales como orejas o la epiglotis.

**○ Esqueleto apendicular.**

Como ya se ha comentado anteriormente, el esqueleto se encuentra dividido en dos partes: una central axial que abarca la cabeza y el tronco y otra periférica apendicular compuesto por los huesos de las extremidades.

En él es donde se encuentran las cinturas. Éstas son disposiciones circulares de huesos que conectan las regiones del hombro y de la cintura con el esqueleto axial, otorgando así una unión firme para los miembros correspondientes, a la vez que permite la movilidad. Aún así, ambas cinturas no se asemejan enormemente. Esto se debe a varias razones. Por un lado, hay que tener en cuenta que el brazo no lleva peso, por lo que las cinturas tan sólo deben permitir la utilización más libre posible de la mano, mientras que la cintura escapular es inestable y sus principales conexiones son musculares, no óseas.

Por el contrario, en la cadera las condiciones son diferentes, puesto que la estabilidad es esencial; la cintura pélvica da lugar a un completo grupo óseo, unido firmemente a la zona inferior de la columna vertebral. Al margen de esto, ambas cinturas se basan en un modelo circular y poseen las siguientes características (Le Vay, 1999):

• **Cintura escapular:**

- Es muy ancha y se abre hacia atrás.

- Se mueve con libertad en el tronco.

- Cada mitad de la cintura escapular está formada por dos huesos: la escápula y la clavícula.

• **Cintura pélvica:**

- El anillo óseo es completo en un círculo hermético hacia delante y hacia abajo.

- Cada mitad posee un único hueso coxal con una cavidad acetabular muy profunda para la cabeza del fémur en la articulación de la cadera.

- Está integrada en el esqueleto axial y no permite movimientos accesorios, salvo los de la cadera.

### 4.1.2. El sistema muscular.

Dentro de la anatomía humana, el sistema locomotor está formado por el sistema óseo, articular, nervioso y muscular. Este último sistema consta de dos componentes esenciales: los músculos y los tendones. De estos primeros existen 696 variedades y son los encargados de generar el movimiento de manera voluntaria (a través de los músculos estriados o esqueléticos) o de manera involuntaria (mediante los músculos lisos y cardíaco). Los tendones son parte del músculo estriado, y su función se basa en insertar el músculo en el hueso, así, de esta manera, podrán transmitir la fuerza de contracción muscular para producir el movimiento.

El sistema muscular tiene diversas funciones en el cuerpo humano, tales como la locomoción (es decir, efectuar el desplazamiento de la sangre y movimiento de las extremidades), mantener el cuerpo estable durante el estado de actividad y mantener la postura en estado de reposo, dar forma al cuerpo humano, proteger los órganos vitales, informar sobre el estado fisiológico, hacer que todos los órganos desempeñen sus funciones correctamente, expresar sentimientos y percepciones mediante gestos faciales, y producir energía calórica. No obstante, sintetizando a grandes rasgos, la función primordial del músculo es contraerse para así generar movimiento y realizar dichas funciones vitales. Gracias a estos movimientos de contracción y relajación, podemos afirmar que los músculos tienen propiedades elásticas. Los movimientos funcionan mediante la actuación de músculos que funcionan a pares, uno es agonista (o motor, que inicia el movimiento hacia una dirección. Reciben ayuda de los músculos sinergistas) y el otro antagonista (que realiza el movimiento opuesto).

Existe una gran variedad muscular desde el punto de vista fisiológico. En general, los músculos estriados tienen una elasticidad y un tono determinados, así mismo, también tienen una posibilidad determinada de contracción que facilita las funciones que realizan.

Esta idea está relacionada con la **“ley de todo o nada”**: para que se produzca la contracción del músculo, es necesario estimular la fibra nerviosa que lo forma mediante una corriente continua. Esta corriente, debe tener un mínimo de intensidad para que dicha contracción muscular se dispare. Si estimulamos el músculo con varias descargas simultáneamente, se produce un aumento en la contracción, como si el efecto de las descargas individuales se sumara en una “gran descarga”.

Es posible que el músculo deje de contraerse en algún momento. Por un lado, esto ocurre tras varias descargas porque es posible que el músculo se fatigue y deje de contraerse. Por otro lado, puede aparecer la tetania: el efecto producido tras una contracción muscular sostenida. Finalmente, algunas sustancias como el curare (un veneno extraído de una planta americana que bloquea el estímulo del sistema nervioso causando una parálisis generalizada temporal) también pueden causar la no contracción muscular; las toxinas de algunas bacterias (como la clostridium tetani) causan del mismo modo una contractura sostenida y grave de los músculos.

La miografía es el estudio de la contracción del músculo. Cuando esta práctica utiliza corrientes eléctricas recibe el nombre de electromiografía.

Cada músculo está inervado por dos tipos de nervios:

• **Nervios motores:** reciben las órdenes del sistema nervioso central, a través de la médula espinal, para que el músculo se contraiga. Estas órdenes son procesadas por las motoneuronas que inervan un número limitado de fibras musculares. La conexión de la inervación de la motoneurona con la fibra muscular se denomina placa muscular. El conjunto de motoneurona y las fibras musculares que de ella dependen se denomina unidad motora.

• **Nervios sensitivos:** son los que transmiten la información al cerebro del estado de nuestros músculos.

#### 4.1.2.1. Tejido muscular.

La palabra músculo procede del latín *musculus* que significa *"ratón pequeño"*. Los músculos pueden considerarse los *"motores"* del organismo. Sus propiedades (excitabilidad, contractibilidad, elasticidad, etc.) les permiten generar fuerza y movimiento. El sistema nervioso es indispensable para su funcionamiento.

Con el término "músculo" nos referimos a un conjunto de células musculares organizadas y unidas por medio de envolturas de tejido conectivo. Cada célula muscular se denomina fibra muscular.

Cada una de estas fibras musculares está en contacto con una terminación nerviosa que regula su actividad. Las fibras nerviosas motoras (o nervios motores) transmiten a los músculos las órdenes emitidas (impulsos nerviosos) por el sistema nervioso central. Los músculos se activan entonces de manera consciente (por ejemplo, el bíceps que dobla el brazo) o inconsciente (por ejemplo, los músculos respiratorios).

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Casi la mitad del peso del cuerpo humano está constituida por músculo. El 40% de toda esta cantidad es músculo estriado, mientras que el otro 10% serán cardíaco y liso.

Su estructura es semejante a la de un manojo de cables recubierto cada uno por tejido conjuntivo que los enrolla, hasta formar la cobertura global del músculo que cierra con un tendón en cada uno de sus extremos. El tejido conjuntivo, está formado por fibras colágenas (de varios tipos) y fibras elásticas. La diferencia entre esas dos, le otorga más o menos elasticidad al tejido.

Las células musculares están pues especializadas para contraerse. Todas las funciones de los músculos -desde correr, saltar, sonreír y respirar hasta propulsar la sangre por el cuerpo y expulsar el feto del útero- se cumplen mediante la contracción coordinada de células musculares.

#### 4.1.2.2. Clasificación muscular.

**○ Según el tipo de fibra.**

La fibra muscular está constituida, además de orgánulos citoplasmáticos, por el sarcolema (cubierta de la fibra, membrana celular), sarcoplasma (citoplasma gelatinoso), mitocondria (que proporciona energía obtenida del ATP y oxígeno), y por las miofibrillas (compuestas de miofilamentos constituidos por la actina y miosina). De esta manera, podemos diferenciar tres clases de músculos:

*•* **Músculo estriado o esquelético.**

Se estimula voluntariamente por la influencia de los huesos. Formado principalmente por sarcómero; de aspecto alargado y con estrías transversales. Las fibras musculares que la componen poseen una forma cilíndrica, que cambia la longitud al ser estirada y se caracterizan a su vez por la capacidad para recuperar la forma inicial. Otra característica es la rapidez para contraerse. Las miofibrillas son estructuras cilíndricas dispuestas a lo largo de la fibra muscular. Las estriaciones transversales se originan porque alternan bandas claras y oscuras. Esta estriación es consecuencia de la repetición del sarcómero. Estos tipos de músculos se unen a los huesos mediante los tendones.

**• Músculo vegetativo, visceral, involuntario o de fibra lisa.**

Está compuesto por un conjunto de células longitudinales y fusiformes. Tiene un solo núcleo central. Este tipo de fibras carece de estrías transversales. Es el propio sistema nervioso quien estimula su contracción, por tanto es involuntaria. Se distingue porque es veinte veces mayor en diámetro y cientos de veces en longitud que el anterior descrito. Las miofibrillas atraviesan estas fibras musculares, y están formadas por miofilamentos de dos tipos (miosina y actina), que son los encargados de generar la contracción del músculo.

**• Músculo cardíaco.**

Es un músculo que se encuentra en el corazón. Se ocupa de bombear la sangre mediante el sistema circulatorio. Funciona de manera involuntaria y rítmica (normalmente). Es muy similar a la fibra muscular estriada ya descrita, puesto que presentan estriaciones transversales, pero se distinguen fácilmente al poseer solamente uno o dos núcleos centrales. Los filamentos ocupan casi toda la célula, y no se agrupan en haces de miofibrillas.

**○ Según la ubicación.**

Los músculos podemos clasificarlos también dependiendo de la ubicación que tengan (músculos superficiales y profundos), como observamos en la siguiente imagen:

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

**○ Según la función.**

Otra clasificación, más compleja, se hace mediante la función que cumpla cada músculo. Así, nos encontramos:

• Músculos flexores: son los que permiten efectuar los movimientos de flexión. De esta manera, la flexión del músculo permite un acercamiento de los huesos entre sí.

• Músculos extensores: son antagonistas de los anteriores.

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

• **Músculos aductores:** son un grupo de músculos que se encuentran en la parte interna de los muslos y son responsables de realizar movimientos de aducción. La aducción implica el movimiento de acercar una extremidad al eje medio del cuerpo. Estos músculos desempeñan un papel fundamental en la estabilidad y el movimiento de la pelvis y las piernas, y son esenciales para una variedad de actividades cotidianas y deportivas.

• **Músculos abductores:** nos referimos a los músculos que realizan la separación de las piernas. Estos son los músculos de la cara externa del muslo y los glúteos. Los más importantes son el glúteo mediano, el glúteo menor y el músculo piramidal.

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

• **Músculos pronadores:** son aquellos que permiten realizar un movimiento giratorio de fuera hacia dentro. Por ejemplo, el movimiento del antebrazo que permite girar la palma de la mano hacia abajo.

• **Músculos supinadores:** opuestos a los músculos pronadores. Estos músculos permiten, por ejemplo, colocar la palma de la mano hacia arriba mediante el giro del antebrazo.

Imagen que contiene Texto

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

**○ Según la forma.**

• **Músculos largos o fusiformes (forma de huso):** la característica predominante es su gran dimensión respecto al resto. Son estrechos en sus extremidades y anchos en el centro. Está conformado por un vientre (donde se encuentra el tejido muscular que permite la contracción) y dos o más tendones. Se encuentran cerca de los huesos largos de las extremidades. Suelen tener un solo origen. Cuando el músculo posee un extremo con un tendón que se une al hueso, y el otro extremo se une al hueso mediante dos cabezas, recibe el nombre de bíceps. Si se divide en tres, se denomina tríceps, y si es en cuatro, cuadriceps.

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

• **Músculos anchos y planos:** se encuentran en el tórax y abdomen, protegiendo a los órganos. Como su nombre indica, son planos, y suelen tener forma de abanico.

Imagen que contiene interior, foto, tabla, sostener

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

• **Músculos cortos:** se encuentran sobre huesos cortos, originando movimientos con potencia. Sus tres dimensiones (largo, ancho, profundo) alcanzan una longitud aproximada y pequeña. Se suelen encontrar en la cara, pies, manos, etc.

• **Músculos esfinterianos o circulares:** tienen la capacidad de contraerse y relajarse para permitir el paso de sustancias o impedirlo. Puede ser voluntario o involuntario. Se encuentran en el aparato digestivo, excretor, urinario, reproductor, etc.

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

• **Músculos orbiculares:** tienen una forma redonda y poseen un orificio central. Se encuentran en los labios y ojos.

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

#### 4.1.2.3. Acciones musculares.

Roland Carrasco (1984) define 9 acciones musculares principales de las cuales cuatro son de brazos (Antepulsión, Retropulsión, Repulsión e Impulsión); una es de piernas (Impulsión de Piernas); dos de ellas son de tronco (Pliegue y Despliegue); el Gainage o bloqueo del cuerpo; y por último la colocación de la espalda.

• **Antepulsión:** movimiento por el cual los brazos van desde atrás, hacia abajo y hacia arriba, como una flexión de homb.

• **Retropulsión:** movimiento por el cual los brazos van desde arriba, hacia abajo y hacia atrás, como una extensión de hombro.

• **Repulsión:** “responsable de la extensión del antebrazo sobre el brazo” (Elisa Estapé Tous, 200.

• **Impulsión de brazos:** “Es la elevación de los hombros con los brazos extendidos por encima de la cabeza. Esta acción produce un efecto estético “de crecer” pero también mecánico, puesto que facilita la repulsión de hombros en muchos elementos con fase de vuelo como las palomas y las rondadas entre otros.” (Elisa Estapé tous, 2002).

Existe cierta confusión terminológica. Algunos autores como Claud Piard (1982) y Gerald S. George (1980) hablan de Repulsión cuando en realidad se refieren a la Impulsión de brazos. Según Elisa Estapé Tous (2002), profesora de la F.CC.A.F.D. De León, en España el término más acuñado es el de Repulsión cuando en realidad nos referimos al movimiento que hemos definido como Impulsión de brazos. De ahí que en algunas traducciones al español de otros idiomas como el francés o el inglés utilicen ambos términos como sinónimos para referirse a la acción de elevación de hombros.

• **Impulsión de piernas:** Consiste en una flexo-extensión rápida de los miembros inferiores. Puede ser de forma simultánea (ambas piernas impulsan a la vez y juntas) o alternativa (primero impulsa una pierna y después la otra, separadas).

• **Pliegue:** Se trata de una flexión a nivel de la cadera con el consecuente cierre del ángulo tronco piernas, aproximando el tronco a las piernas, las piernas al tronco o ambos a la vez.

• **Despliegue:** Es el movimiento por el cual las piernas se separan del tronco mediante una extensión de cadera, separando el tronco de las piernas, las piernas del tronco o ambos a la vez.

• **Gainage o bloqueo del cuerpo:** Los autores lo definen como cadera en retroversión, ligera cifosis dorsal (pecho hundido, espalda redondeada) y abdominales y glúteos contraídos. Se trata de conseguir estabilizar el tronco y la cadera fundamentalmente permaneciendo los segmentos alineados, o sea control postural. Mediante el Gainage el cuerpo dispondrá de la tonicidad indispensable para realizar los diferentes gestos técnicos.

#### 4.1.2.4. Ligamentos.

Las articulaciones invertebrales se ven reforzadas y mantenidas por múltiples ligamentos; éstos pasan entre los cuerpos vertebrales e interconectan componentes de los arcos vertebrales.

○ **Longitudinal anterior y posterior.**

Se encuentran en las superficies anterior y posterior de los cuerpos vertebrales y se distribuyen a lo largo de la mayor parte de la columna vertebral. Ambos ligamentos a lo largo de su longitud, se mezclan con los cuerpos vertebrales y los discos intervertebrales.

• Ligamento longitudinal anterior: se encuentra en la parte superior de la base del cráneo, donde se extiende desde la porción basilar del occipital hasta la segunda vértebra sacra.

• Ligamento longitudinal posterior: se encuentra en la superficie posterior de los cuerpos vertebrales y se extiende por la superficie anterior del canal vertebral.

**○ Ligamentos amarillos.**

Se encuentran entre las láminas de vértebras adyacentes y están constituidos principalmente por tejido elástico. Forman parte de la superficie posterior del canal raquídeo: cada fragmento se extiende entre la superficie posterior de la lámina de la vértebra inferior y la superficie anterior de la lámina de la vértebra superior. Los ligamentos amarillos aguantan la separación de las láminas en la flexión y ayudan a recuperar la posición original.

Los ligamentos amarillos son muy importantes dentro del canal raquídeo: en un proceso de degeneración de la columna vertebral, se pueden hipertrofiar; y si la persona tiene una profusión discal leve, las dimensiones del canal vertebral disminuyen. La combinación de la hipertrofia de la articulación cigapofisaria, la hipertrofia de los ligamentos amarillos y la profusión discal leve ocasionan el síndrome de estenosis de canal vertebral.

**○ Ligamento supraespinoso y ligamento nucal.**

El ligamento supraespinoso conecta los extremos de las apófisis espinosas vertebrales desde la vértebra C7 hasta el sacro. Desde la vértebra C7 hasta el cráneo, se vuelve estructuralmente distinto en las partes más caudales y se denomina ligamento nucal.

El ligamento nucal es una estructura triangular situada en el plano medio sagital, de manera que la base del triángulo está unida al cráneo desde la protuberancia occipital hasta el agujero magno; su vértice está unido al extremo de la apófisis espinosa de la vértebra C7 y la cara profunda del triángulo está unida al tubérculo posterior de la vértebra C1 y a las apófisis espinosas de las otras vértebras cervicales.

El ligamento nucal soporta la cabeza, resiste la flexión y facilita la vuelta de la cabeza a su posición anatómica. Las superficies laterales y el borde posterior fijan los músculos adyacentes.

**○ Ligamentos interespinosos.**

Estos ligamentos discurren entre las apófisis espinosas de vértebras adyacentes: se fijan desde la base de cada apófisis espinosa al vértice y después se mezclan con el ligamento supraespinoso hasta llegar al amarillo.

#### 4.1.2.5. Musculatura dorsal.

La musculatura dorsal del tronco se distribuye en tres grupos: superficial, intermedio y profundo.

Durante la formación embriológica, los músculos del grupo superficial y del grupo intermedio se forman fuera de la región dorsal del trono, por eso se clasifican como músculos extrínsecos. Estos dos grupos también tienen en común que están inervados por los ramos anteriores de los nervios raquídeos.

Sin embargo, los músculos del grupo profundo son intrínsecos porque se desarrollan en la región dorsal del tronco. Están inervados por ramos posteriores de los nervios raquídeos y están involucrados en los movimientos de la columna vertebral y de la cabeza.

○ **Grupo superficial de los músculos dorsales.**

Se encuentran inmediatamente profundos a la piel y a la fascia superficial. Sirven de unión de la parte posterior del esqueleto apendicular con la ayuda del esqueleto axial. Al grupo superficial de los músculos dorsales también se le denomina grupo apendicular por su implicación con dicho esqueleto. Está compuesto por el trapecio, el dorsal ancho, el elevador de la escápula y el romboides mayor y menor.

• **Trapecio:** son músculos aplanados y triangulares que unidos toman la apariencia de un trapecio. La base del triángulo se sitúa a lo largo de la columna vertebral con el vértice apuntando hacia el extremo del hombro. La función fundamental del trapecio es facilitar la elevación de los miembros superiores por encima de la cabeza. Para ello, las fibras superiores e inferiores trabajan conjuntamente para rotar el borde lateral de la escápula hacia arriba (dichas fibras descienden desde el cráneo por la parte superior de la columna hasta insertarse en el tercio lateral de la clavícula y la escápula).

• **Dorsal ancho:** es un músculo grande, aplanado y triangular que comienza en la parte inferior de la región dorsal del tronco y se vuelve más alargado a medida que asciende, formando un tendón muy ancho que se inserta en el húmero. Los movimientos asociados son: extensión, aducción, rotación interna del miembro superior y depresión del hombro (para evitar que se desplace hacia arriba).

• **Elevador de la escápula:** es un músculo fino que desciende desde las apófisis transversales de las vértebras cervicales hasta la parte superior de la escápula (cara medial). Su función principal es elevar la escápula, aunque ayuda a otros músculos a rotar inferiormente el borde lateral de la escápula. Está inervado por ramas de los ramos anteriores de los nervios raquídeos C3 y C4 y el nervio escapular dorsal.

• **Romboides mayor y menor:** el romboides menor es un pequeño músculo cilíndrico que se origina en el ligamento nucal del cuello y en las apófisis espinosas de las vértebras C7 y T1 y se inserta en el borde escapular medial opuesto a la raíz de la espina de la escápula. El romboides mayor es más grande, se origina sobre las apófisis espinosas de las vértebras torácicas superiores y se inserta en el borde escapular medial por debajo el romboides menor. Ambos se sitúan debajo del elevador de la escápula y trabajan conjuntamente para retraer o acercar la escápula hacia la columna vertebral. Están inervados por el nervio escapular dorsal.

Tabla

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

**○ Grupo intermedio de los músculos de la región dorsal.**

Son dos láminas musculares delgadas situadas en las regiones superior e inferior de la espalda, denominadas **serrato posterosuperior** y **serrato posteroinferior**, respectivamente. Estos músculos están ubicados en la parte posterior de la columna vertebral y se insertan en las costillas, lo que sugiere su participación en la función respiratoria.

**• Músculo serrato posterosuperior:**

- **Origen**: Se origina en la parte inferior del ligamento nucal y en las apófisis espinosas de las vértebras C7 a T3.

- **Inserción**: Se inserta en los bordes superiores y en la cara externa de las costillas 2 a 5.

- **Inervación**: Está inervado por los nervios intercostales (T2 a T5).

- **Función**: Eleva las costillas 2 a 5, participando en la inspiración forzada.

**• Músculo serrato posteroinferior:**

- **Origen**: Se origina en las apófisis espinosas de las vértebras T11 a L3.

- **Inserción**: Se inserta en los bordes inferiores y en la cara externa de las costillas 9 a 12.

- **Inervación**: Está inervado por los nervios intercostales (T9 a T12).

- **Función**: Deprime las costillas 9 a 12, evitando su elevación durante la contracción del diafragma y facilitando la expiración.

**○ Grupo profundo de los músculos de la región dorsal.**

Estos músculos se extienden desde la pelvis al cráneo y están inervados por ramas segmentarias de los ramos posteriores de los nervios espinales. Incluyen: los extensores y rotadores de la cabeza y el cuello (músculos espino-transversos), los extensores y rotadores de la columna vertebral (erectores espinales y transversoespinales) y finalmente los músculos segmentarios cortos: los interespinosos e intertransversos.

*•* **Fascia toracolumbar.**

Está compuesta por los músculos profundos de la región dorsal del tronco y el tronco. La fascia toracolumbar organiza la zona del tronco porque por la parte superior pasa por detrás del músculo serrato posterosuperior y continúa con la lámina superficial de la capa cobertora de la facial cervical en el cuello; en la región torácica cubre a los músculos profundos y los separa de los grupos superficial e intermedio; en la región medial se fija en las apófisis espinosas de las vértebras torácicas y lateralmente, a los ángulos de las costillas. En la región lumbar, consta de tres capas:

- La capa posterior es gruesa y está fijada a las apófisis espinosas de las vértebras lumbares, a las vértebras sacras y al ligamento supraespinoso. Desde ahí se extiende lateralmente para cubrir al erector de la columna.

- La capa media se inserta medialmente en los extremos de las apófisis transversas de las vértebras lumbares y en los ligamentos intertransversos. Inferiormente, se inserta en la cresta ilíaca y superiormente en el margen inferior de la costilla 12.

- La capa anterior cubre la superficie anterior del músculo cuadrado lumbar y se fija medialmente a las apófisis transversas de las vértebras lumbares, inferiormente se inserta en la cresta ilíaca y superiormente forma el ligamento arqueado lateral para la inserción del diafragma.

*•* **Músculos espino-transversos.**

Compuestos por el esplenio de la cabeza (un músculo que se inserta en el hueso occipital y en la apófisis mastoides del hueso temporal que se encarga de girar la cabeza hacia el lado de la contracción del músculo) y el esplenio del cuello (un músculo que se inserta en las apófisis transversas de las vértebras cervicales superiores). En conjunto, dirigen la cabeza hacia atrás, extendiendo el cuello.

*•* **Músculos erectores de la columna.**

Son los extensores primarios de la columna vertebral y de la cabeza. Pueden actuar de forma bilateral o unilateral: actuando de forma bilateral, enderezan la región dorsal del tronco devolviéndole su posición erecta, llevando la cabeza hacia atrás; también participan en el control de la flexión de la columna vertebral al contraerse y relajarse de forma coordinada. Actuando de forma unilateral, inclinan la columna vertebral en sentido lateral; además, los músculos insertados en la cabeza hacen girar hacia el lado de la contracción activa. Los músculos erectores de la columna son: iliocostales lumbares, torácicos y cervicales; longísimo torácico, del cuello y de la cabeza y el espinoso torácico, el del cuello y el de la cabeza.

*•* **Músculos transverso-espinosos.**

Se dirigen oblicuamente al superior y medialmente desde las apófisis transversas a las apófisis espinosas, ocupando el surco entre las dos prolongaciones vertebrales. Si se contraen bilateralmente extienden la columna vertebral, sin embargo, cuando la contracción es unilateral, giran el tronco en la dirección contraria a las apófisis transversas de ese lado. Este grupo está constituido por tres subgrupos:

- **Músculos semiespinosos:** es el grupo más superficial, se originan en la región torácica inferior, cruzan algunas vértebras y terminan insertándose en el cráneo. Podemos encontrarlos en las regiones torácica, cervical y en la base del cráneo. Dentro de este grupo, existe un músculo especial: el semiespinoso de la cabeza, cuya función es única porque se inserta en el cráneo. Su contracción bilateral hace que la cabeza se desplace hacia atrás y su contracción unilateral mueve la cabeza y la gira, haciendo que el mentón se desplace en sentido superior y gire hacia el lado del músculo en contracción.

- **Multífido:** más profundos que los espinosos, se extienden a lo largo de toda la columna vertebral insertándose en las apófisis espinosas y saltando entre dos y cuatro vértebras. Se encuentran a lo largo de toda la columna, aunque en la región lumbar están más desarrollados.

- **Los músculos rotadores:** son los más profundos, sus fibras se extienden en sentido superior y medial desde las apófisis transversas a las espinosas, cruzando dos vértebras (rotadores largos) o insertándose en la vértebra adyacente (rotadores cortos). Podemos encontrarlos a lo largo de toda la columna vertebral, especialmente en la región torácica.

**• Músculos segmentarios.**

Está compuesto por dos grandes grupos situados en la región dorsal del tronco:

- **Músculos elevadores costales:** se originan en las apófisis transversas de las vértebras, tienen una dirección oblicua lateral descendente y se insertan en la costilla inferior de la vértebra de origen. Su contracción eleva las costillas.

- **Músculos interespinosos** (entre las apófisis espinosas adyacentes) y los intertransversos (entre apófisis transversas adyacentes). Están encargados de estabilizar las vértebras durante los movimientos de la columna.

**• Músculos suboccipitales.**

Se sitúan en la región cervical superior en la base del hueso occipital y su función es mover la cabeza. Conectan la vértebra C1 con la vértebra C2 y estas dos a la base del cráneo. A cada lado incluyen:

- Recto posterior mayor de la cabeza: su función es la extensión de la cabeza y rotar la cara hacia el mismo lado del músculo.

- Recto posterior menor de la cabeza: se encarga de la extensión de la cabeza.

- Oblicuo superior de la cabeza: se ocupa de la extensión de la cabeza y de su inclinación hacia el mismo lado.

- Oblicuo inferior de la cabeza: es el encargado de rotar la cara hacia el mismo lado.

Los músculos suboccipitales forman los límites del triángulo suboccipital: el recto posterior mayor de la cabeza forma el borde medial, el oblicuo superior forma el borde lateral y el oblicuo inferior forma el borde inferior.

#### 4.1.2.6. Tendones.

Es una parte del músculo estriado. Es de color blanco, consistente y no contráctil (capacidad de contracción). Su tamaño varía atendiendo al músculo que inserta en el hueso, así podrá ser largo, corto o pequeño. Está formado por fibras conectivas agrupadas. El tendón tiene la función de transmitir fuerza al músculo para contraerse y así generar movimiento.

Las vainas sinoviales son membranas que envuelven al tendón, y se encargan de lubricarlo, para así conseguir un mejor deslizamiento y evitar roces. Se encuentran principalmente en zonas de alta fricción, como los tendones de los pies y las manos. La aponeurosis son los tendones anchos con forma laminar.

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

### 4.1.3. El sistema articular.

Se conoce como articulación al conjunto de elementos o tejidos que permiten la unión entre dos o más huesos. Las articulaciones varían en relación con la movilidad de las diversas partes el esqueleto, siendo algunas bastantes inmóviles. Entre sus principales tipos destacan (Le Vay, 1999):

• **Fibrosas:** pueden ser como suturas (fijas) en zigzag entre los huesos del cráneo, cuyas irregularidades se articulan mediante una delgada banda fibrosa, a menudo obliterada por la osificación en la vejez.

• **Cartilaginosas:** son aquellas que necesitan de la ayuda de una placa de grueso fibrocartílago para unirse. Se encuentran principalmente en los extremos de los huesos. Aunque su movimiento es limitado, la totalidad de los movimientos entre vértebras adyacentes puede ser considerable.

• **Articulaciones sinoviales:** son aquellas que permite los movimientos libres, por lo que los extremos del hueso se cubren con cartílago articular hialino liso y la cavidad articular se encierra dentro de la bolsa formada por la cápsula articular fibrosa, extendiéndose desde un hueso a otro y continuándose con el periostio.

Para que los huesos puedan realizar acciones coordinados deben estar unidos entre ellos. Esa función es la que tienen las articulaciones, pertenecientes el sistema motor. Partes de una articulación:

- **Los huesos:** generalmente son dos, aunque en ocasiones sean tres.

- **Superficie articular:** partes de los huesos que encajan con la superficie de la articulación.

- **Cartílago articular:** compuesto por unos cartílagos que cubren la cara articular para que no se desgaste.

- **Cápsula articular:** bolsa que protege a toda la articulación.

- **Ligamentos:** protección de la cápsula articular, dándole fijación al unir un hueso con otro.

- **Rodete articular:** es como una segunda protección para evitar rozamientos.

Según su movilidad las podemos clasificar de la siguiente manera:

- **Sinartrosis:** son las que carecen de movilidad articular. Por ejemplo, los huesos que forman la bóveda craneal, que permiten el desarrollo de la cabeza.

- **Anfiartrosis:** son las que tienen una movilidad articular muy limitada. Tienen numerosos ligamentos y músculos que fijan sus distintas piezas óseas. Por ejemplo, las vértebras de la columna vertebral.

- **Diartrosis:** son las que poseen gran movilidad articular. Pueden ser monos axiales, biaxiales o triaxiales.

- **Artroideas:** realizan movimientos muy limitados, con superficies articulares planas.

- **Trocleares o trocleartrosis:** realiza movimientos de oposición. Una cara se encaja en otra. En forma de polea.

- **Trocoides:** realiza movimientos de rotación. Una cara es en forma de cilindro y la otra en forma de anillo osteofibroso.

- **Condíleas o condilartrosis:** realiza todo tipo de movimientos. Una cara tiene forma de cóndilo que se inserta en otra llamada glenoidea.

- **Encaje recíproco o silla de montar:** realiza todos los movimientos menos los de rotación. Una cara es cóncava y la otra convexa.

- **Enartrosis:** realiza toda clase de movimientos. Una cara es una esfera maciza y la otra es glenoidea.

#### 4.1.3.1. Articulación Tibio − Tarsiana o Tibio − peroneo Astragalina.

Es una tróclea, como tal sólo tiene un eje de movimiento, es monoaxial, es un eje transversal y atraviesa imaginariamente el maleolo tibial y el maleolo peroneo. Sólo puede realizar movimientos de flexión y extensión.

En las articulaciones sub−astragalinas permiten otros movimientos del pie, movimiento de pronación (las plantas de los pies hacia fuera) y de supinación (las plantas de los pies se miran). Este movimiento lo realiza alrededor del eje z−z', es una línea imaginaria que penetra por la parte posterior del calcáneo y sale por la segunda falange de los dedos del pie.

Un tercer eje de movimiento que lo realizamos con la rodilla en flexión, que es a través del eje y−y', que penetra por la parte superior de la tibia, recorre la diáfisis de este hueso, y sale por la parte inferior del calcáneo, sobre este eje se pueden realizar movimientos de abducción y de aducción. Grados del movimiento de esta articulación:

• Flexión: 20° y 30°.

• Extensión: 30° y 50°.

• Pronación: Se alcanzan los 15°.

• Supinación: Se alcanzan los 25° y 30°.

• Abducción: 45°.

• Aducción: 45°.

Con la pierna extendida y partiendo el movimiento de la cadera, se alcanzan los 90° tanto en la abducción como en la aducción.

#### 4.1.3.2. Articulación de la rodilla.

La articulación femoro-tibial ha de conjugar dos aspectos aparentemente contradictorios e importantísimos:

• Tener gran estabilidad con la rodilla en extensión.

• Poseer una gran flexibilidad a partir de cierto grado de flexión, para permitirnos realizar la carrera, saltos, lanzamientos, etc.

Es una articulación tipo tróclea, como tal sólo puede realizar movimientos de flexión y extensión alrededor del eje transversal x−x', que atraviesa los cóndilos femorales.

Sin embargo, con la rodilla flexionada, tiene otro sentido de libertad de movimientos que es alrededor del eje y−y'.

Alrededor de y−y', que con la pierna flexionada entra por la parte superior de la plataforma tibial, recorre la diáfisis de la tibia y sale por el talón, los movimientos que puede realizar son: rotación interna y rotación externa.

El eje mecánico y anatómico, normalmente coinciden en los huesos, sin embargo, en el fémur, estos dos ejes no coinciden, por la especial disposición de la cabeza del mismo, ya que ésta y el cuello del fémur forman un ángulo con la diáfisis del hueso y hay una diferencia de 6°, por esto no coinciden.

Los principales movimientos de la rodilla son:

• Flexión y extensión:

- Flexión activa: se pueden alcanzar 120°, se pueden superar en un movimiento balístico (talón al glúteo) con la cadera en extensión. Con la cadera en flexión, la flexión activa alcanza 140°.

- Flexión pasiva: se alcanzan los 160°.

• Rotación:

- Para medirla, nos colocaremos boca abajo con las piernas flexionadas a 90º. En la rotación interna se llega a 30−35° y en la externa de 45−50°.

- En las rotaciones pasivas (alguien te mueve la pierna).

- Para la rotación activa, la persona se sienta con las piernas colgando.

- En la rotación externa se alcanzan 40° y en la interna 30°.

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

**○ Kinesiología de la rodilla.**

La potencia de los extensores de la rodilla, es por sí misma más grande que toda la potencia de los flexores de la rodilla juntos. Hay que potenciar el cuadriceps, pero no nos hemos de olvidar de potenciar al mismo tiempo los flexores de la pierna para no romper el equilibrio kinesiológico de la misma.

Cuando realizamos sentadillas para potenciar el cuádriceps, ya sea con carga o sin ella, no es recomendable realizar flexiones repetitivas de la pierna por debajo de los 90º sin tener en cuenta la técnica adecuada. Si se entrenara de forma sistemática en esta angulación, especialmente con una técnica incorrecta o una carga excesiva, podría haber un aumento de la presión en la rótula, lo que podría ocasionar molestias o lesiones en la articulación. Sin embargo, bajar por debajo de los 90º no es intrínsecamente perjudicial si se ejecuta correctamente y sin sobrecargar la articulación.

En el momento final de la extensión de la rodilla después de realizar un ejercicio de sentadillas, este es el primero en perder fuerza cuando hay una lesión de la rodilla. Por eso es importante trabajarlo mediante ejercicios específicos para él.

#### 4.1.3.3. Articulación coxo-femoral.

Es una enartrosis con tres ejes de movimiento: eje transversal x−x´ alrededor del cual realizamos movimientos de flexión y extensión; eje antero-posterior y−y´ alrededor del cual realizamos movimientos de abducción y aducción y eje vertical z−z´ alrededor del cual realizamos movimientos de rotación.

Los principales ángulos y ejes de movimiento son:

• Flexión de la cadera. Es cuando intentamos aproximar la cara anterior del muslo al tronco. Hay que distinguir entre flexión activa y pasiva.

• Flexión activa. Con la rodilla extendida se alcanzan los 90°, mientras que si tenemos la rodilla flexionada se consiguen los 120°. Esto es debido a que en el primer caso los isquiotibiales están totalmente estirados para oponerse a la extensión de la rodilla ya que el cuadriceps femoral y principalmente el recto anterior está trabajando para mantener la rodilla extendida.

• **Flexión pasiva**. En la flexión pasiva el muslo toma contacto con el tronco y alcanza los 145°.

• **Extensión de la cadera**. Es cuando echamos toda la extremidad inferior hacia atrás alejándola del eje vertical del cuerpo. Hay que distinguir entre extensión activa y pasiva.

• **Extensión activa**. Con la rodilla flexionada se alcanzan los 10°, mientras que con la rodilla extendida la extensión de la cadera alcanza los 20°. La diferencia de angulación de la rodilla flexionada con respecto a la extendida es que en el primer caso los isquiotibiales, que son biarticulares, están gastando su fuerza en mantener la rodilla flexionada. Mientras que en el segundo caso la fuerza de los isquiotibiales está siendo utilizada íntegramente para colaborar con los glúteos en la extensión de la cadera.

• **Extensión pasiva**. Si mantenemos el pie apoyado en el suelo sólo alcanza los 20° de extensión, mientras que si utilizamos la pierna cogiéndola con nuestras manos se alcanzan los 30°.

• **Abducción de la cadera**. No existe abducción unilateral de una sola cadera. Siempre son las dos simultáneamente las que se abducen. La abducción máxima que se logra son 45° en cada cadera, alcanzándose 90° con la suma de las dos. Esto es debido a que el cuello del fémur choca con la cavidad cotiloidea lo que nos impide elevar más la pierna. Cuando se realiza se alcanzan los 180° o más, pero es un movimiento antinatural, ya que hay una distensión del ligamento de Bértin, una subluxación de la cadera.

• **Aducción de la Cadera**. No existe aducción pura de la cadera porque en la posición de referencia (anatómica) ya estamos en la máxima aducción. Sólo podemos hablar de una aducción relativa cuando previamente la pierna está en abducción. También se puede hablar de aducción relativa si previamente hemos hecho una flexión o extensión de la cadera.

• Rotación de la Cadera. Para medir la rotación de la cadera, el individuo se ha de situar en tendido prono con la pierna en 90° con respecto al muslo.

• Rotación interna: para medir la rotación interna llevaremos la pierna hacia fuerza alcanzándose entonces 30° de rotación interna.

• Rotación externa: para medirla hemos de llevar la pierna hacia dentro, se alcanza una angulación de 60°.

#### 4.1.3.4. Articulación escapulo-humeral.

Es una enartrosis, formada por la escápula y el húmero, pero es una enartrosis especial, ya que es una articulación de débil coaptación, porque necesita ser la articulación más móvil del cuerpo humano, por los aspectos manipulativos que necesita tener el brazo.

Como contrapunto a su gran movilidad es la articulación más fácil de luxar del cuerpo humano. Esto es debido a que la carilla articular de la escápula es mucho más pequeña que la cabeza del húmero por lo que es muy fácil que el hueso se salga del sitio.

Aparte de los ligamentos que fortalecen esta articulación, hay un grupo de músculos que efectúan también el papel de los ligamentos.

## 4.2. Aparato respiratorio.

El organismo necesita oxígeno para poder generar energía de manera eficaz. El sistema respiratorio se encarga de proporcionar aire nuevo, rico en oxígeno, y de eliminar el dióxido de carbono acumulado en el organismo. El intercambio gaseoso se lleva a cabo en los pulmones.

El movimiento rítmico del aire al entrar y salir de los pulmones recibe el nombre de ventilación pulmonar. La **ventilación minuto respiratoria (VMR)** es la cantidad de aire ventilado por los pulmones durante un minuto. En ejercicios de intensidad baja el aumento de VMR depende de la frecuencia respiratoria (FR).

El **volumen corriente (VC)** es la cantidad de aire en una inspiración-expiración. Una persona entrenada tiene una mayor capacidad para aumentar el VC, manteniendo relativamente constando la frecuencia, con lo cual la eficacia respiratoria es mayor.

A pesar de que existen variaciones personales, estos valores sirven como referencia:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **VC** | **VMR** | **FR** |
| **En reposo (1 m.)** | 0,5 l. | 6 l. | 20 |
| **Actividad intensa (1 m.)** | 2/2,5 l | 100 l. | 45 |

**○ Morfología de la caja torácica.**

La caja torácica es una estructura ósea y muscular que rodea, protege y sostiene el corazón y los pulmones entre otras estructuras. Tiene forma ovoide y su extremo más estrecho superior se orienta hacia el cuello, y el extremo más ancho, hacia abajo. Sin embargo, las porciones superior e inferior de la caja torácica están cortadas oblicuamente de modo que la abertura superior baja en pendiente y hacia delante con un ángulo aproximado de 45°, mientras que la abertura inferior forma una pendiente hacia abajo y atrás. Las aberturas así formadas reciben el nombre de estrechos superior e inferior del tórax, respectivamente.

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

El estrecho superior del tórax está rodeado posteriormente por la superficie anterior del cuerpo de la primera vértebra torácica, el borde medial de la primera costilla y su cartílago costal a ambos lados, y la superficie superior del manubrio del esternón en sentido anterior. A través de esta abertura pasan el esófago y la tráquea, así como los vasos y nervios que entran o salen del tórax. En la parte lateral del estrecho superior se halla el vértice del pulmón sujeto y cubierto por la membrana suprapleural. El estrecho inferior del tórax es mucho mayor y está sujeto posteriormente por la superficie anterior del cuerpo de la XII vértebra torácica, la XII costilla y la mitad anterior de la XI costilla a ambos lados, junto con los cartílagos de las costillas VI a X y la unión xifisternal en sentido anterior. El diafragma cubre la mayor parte del estrecho inferior, pero contiene orificios para el paso de la aorta, el esófago y la vena cava inferior. También otras estructuras más pequeñas atraviesan el diafragma y pasan entre el tórax y el abdomen.

Los componentes óseos de la caja torácica son las 12 vértebras torácicas en sentido posterior, los 12 pares de costillas en sentido lateral y el esternón en sentido anterior. Por lo general, las costillas se extienden de atrás adelante y conectan la parte torácica de la columna vertebral con el esternón. Las costillas están dispuestas de manera que al extenderse hacia delante tracen una pendiente hacia abajo. Por consiguiente, el extremo anterior de la costilla se halla a un nivel inferior que la parte posterior. El espacio entre las costillas adyacentes o espacio intercostal está ocupado por músculos, entre los cuales discurren los vasos y nervios intercostales. El sexto espacio intercostal es probablemente el mayor y los que tiene arriba y abajo decrecen gradualmente en longitud. Los espacios superiores son más anchos que los inferiores, que tienden a ser más estrechos en sentido posterior. La articulación de estas partes óseas es tal que el tórax está achatado anteroposteriormente, de modo que su diámetro transverso es mayor que su diámetro anteroposterior.

En los niños, los diámetros anteroposterior y transverso son más o menos iguales porque las costillas se extienden más horizontalmente en torno al tórax.

**○ Función de la respiración: inspiración, espiración.**

La función principal del aparato respiratorio es conducir el oxígeno al interior de los pulmones, transferirlo a la sangre y expulsar las sustancias de desecho, en forma de anhídrido carbónico. El oxígeno inspirado penetra en los pulmones y alcanza los alvéolos. Las paredes de los alvéolos están íntimamente en contacto con los capilares que las rodean, y tienen tan sólo el espesor de una célula. El oxígeno pasa fácilmente a la sangre de los capilares a través de las paredes alveolares, mientras que el anhídrido carbónico pasa desde la sangre al interior de los alvéolos, siendo espirado por las fosas nasales y la boca.

**○ Volúmenes.**

La inspiración dura aproximadamente 2 segundos y la espiración 2 o 3 segundos. Por lo tanto, el ciclo ventilatorio dura 4 o 5 segundos.

La frecuencia respiratoria es el número de ciclos que se repiten en 1 minuto, y es de 12 a 15 (resp/min.). FR=60/4 o 5 = 12 o 15 resp/min.

La cantidad de aire que entra en cada inspiración, que es igual a la misma que se expulsa en cada espiración, es aproximadamente 500 ml (0´5 l.), y se llama Volumen corriente (V.C.). El volumen minuto (Vm) es la cantidad de aire que entra en los pulmones en un minuto.

Vm = Vc x Fr = 500 x 1215 = 6.0007.500 ml.

El aire extra que podemos introducir en una inspiración forzada recibe el nombre de volumen inspiratorio de reserva (V.I.R), que oscila sobre los 3.000 ml.

El volumen de aire que podemos expulsar en una espiración forzada después de una inspiración normal se llama volumen espiratorio de reserva (V.E.R), que se sitúa en torno a los 1.200 ml.

El aire residual que nos queda en los pulmones tras una espiración forzada, se llama volumen residual (V.R), que está sobre los 1.100 ml.

No todo el aire que llega a los pulmones (500 ml), llega a la zona de intercambio, hay una parte que se quede en el espacio muerto anatómico, que son las partes del aparato respiratorio que no tienen alvéolos (traquea,…), la cantidad esta alrededor de los 150ml.

**○ Reserva inspiratoria y espiratoria.**

Como ya se explicó en el punto anterior se puede distinguir entre el volumen inspiratorio de reserva (V.I.R) que consiste en la cantidad extra de aire que se puede inhalar después de una inspiración (volumen corriente) normal; y volumen espiratorio de reserva (V.E.R) que es la cantidad extra de aire que se puede exhalar mediante una espiración forzada después de una espiración normal.

**○ Morfología de la musculatura respiratoria.**

Desde el punto de vista funcional, puede considerarse que el tórax se extiende desde el cuello hasta la pelvis e incluye, además de la caja torácica propiamente tal, el diafragma y el abdomen. Esta cavidad tiene dos componentes rígidos: la columna vertebral y la pelvis, cuya forma no es modificada por la contracción de los músculos respiratorios. En cambio, las paredes anteriores y laterales se desplazan directamente por la acción muscular e indirectamente por los cambios de presión que ésta provoca. En la siguiente imagen se indican los músculos respiratorios más importantes.

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

**○ Músculos inspiradores y espiradores.**

Entre los músculos respiratorios encontramos aquellos **músculos inspiratorios** como son el diafragma y los intercostales externos, así como los retratos, escálenos pectorales, subclavios y espinales. Por otro lado, encontramos los músculos espiratorios como son los intercostales internos y músculos de la pared abdominal como el transverso del abdomen, los oblicuos, piramidal y el recto mayor del abdomen.

Durante la entrada de aire o **inspiración**, el diafragma se contrae desplazándose hacia abajo, permitiendo que la caja torácica se ensanche e ingrese aire a los pulmones. Los intercostales externos al mismo tiempo levantan las costillas y el esternón permitiendo que el diámetro de la caja torácica se incremente. Este aumento en el volumen torácico crea una presión negativa que provoca la entrada de aire a los pulmones.

Durante la **espiración** o salida de aire se relajan los músculos inspiratorios y se reduce el volumen de la caja torácica creando una presión positiva que saca el aire de los pulmones hacia el medio externo. En la espiración voluntaria los músculos de la pared abdominal se contraen empujando el diafragma hacia arriba y permitiendo la salida de aire, mientras que los intercostales internos empujan hacia abajo las costillas.

En reposo, el cuerpo humano sólo necesita del diafragma e intercostales para respirar, pero ante situaciones como la tos, el ejercicio físico y demás, se puede optimizar el proceso de respiración echando mano a músculos como los abdominales, el pectoral, el serrato, los escálenos y otros.

**○ Inspiradores y espiradores costales.**

En la inspiración actúan los músculos intercostales que son los que se encuentran entre las costillas. Recordemos que, durante la respiración, estos músculos normalmente se contraen y empujan la caja torácica hacia arriba. El tórax se expande y los pulmones se llenan de aire.

En la espiración actúan los intercostales internos que se encuentran situados entre las costillas y ubicados hacia la otra dirección. Cuando se contraen bajan aún más las costillas, reduciendo el diámetro anterioposterior (reducen más la caja torácica). Con la actuación de estos músculos va a disminuir mucho más la caja torácica. Hay un fuelle mayor entre la red y la ampliación.

**○ Abdominales.**

Los músculos del abdomen se distribuyen en tres grupos: anterior, lateral y posterior, que constituyen en gran parte las paredes abdominales, las cuales están recubiertas por la hoja parietal del perioneo, cerrada superiormente por el diafragma e inferiormente limitada por la pelvis.

Los músculos abdominales, sobre todo aquellos que forman la pared ventrolateral del abdomen, poseen un papel importante en la respiración. Estos músculos poseen su función óptima (Lo) a niveles altos de volumen pulmonar cercanos a TLC.

Poseen una importante actividad tanto en la inspiración como en la espiración, aunque tradicionalmente se han considerado como músculos espiratorios. Su contracción aumenta la presión abdominal, produciendo un movimiento hacia arriba del diafragma con descenso del volumen pulmonar, lo que significa una acción espiratoria. La función inspiratoria de los músculos abdominales se observa, sobre todo, en posición erecta, donde ayudan al diafragma cuando se contraen, haciendo que la acción tipo pistón del diafragma sea efectiva y se pueda realizar una mayor inspiración, contrayéndose durante la espiración y forzando al diafragma a desplazarse cranealmente. Esta acción nos lleva a considerar dichos músculos abdominales como músculos inspiratorios accesorios.

**○ Diafragma.**

Es el principal músculo involucrado en el proceso respiratorio. Posee una forma similar a la de un paracaídas y ocupa gran parte de la superficie del tórax. Separa a este último del abdomen y está perforado por una serie de orificios que facilitan el avance de algunas estructuras. Entre ellas destacan el esófago (orificio esofágico) y la aorta (orificio aórtico).

Este importante músculo (el más plano de nuestro cuerpo) está formado por tres grupos de fibras musculares que se entrecruzan.

Sus bordes están conectados a la columna vertebral por la parte posterior; con las costillas inferiores por los lados y por delante, con la parte distal del esternón, formando una verdadera cúpula que aloja a importantes órganos ubicados en este sector, como el hígado, el estómago y el bazo. Es asimétrico (es más extenso por delante que por detrás) ya que las costillas de la parte anterior de nuestro cuerpo son más elevadas. Posee varias partes: una parte vertebral (conocida como pilares del diafragma), otra lumbar (fibras que van desde la primera vértebra lumbar hasta la duodécima costilla), la porción costal (desde la séptima costilla hasta la duodécima) y las fibras esternales (ubicadas en la parte inferior del esternón).

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

**○ Músculos accesorios.**

En la respiración forzada participan otros grupos musculares denominados músculos accesorios de la respiración:

**•** Músculos accesorios de la **inspiración**:

**-** Escálenos.

**-** Esternocleidomastoideo.

**-** Extensores de la columna vertebral.

**-** Pectorales.

**-** Serratos mayores.

• Músculos accesorios de la **espiración**:

**-** Músculos de la pared abdominal.

**-** Intercostales internos.

## 4.3. Aparato circulatorio: el corazón; la circulación; la sangre.

El **sistema cardio-circulatorio** tiene la función de transporte e intercambio de sustancias. Está formado por los vasos sanguíneos y la sangre.

Se trata de un sistema muy solicitado durante la realización de la actividad física debido al incremento de las demandas energéticas y de oxígeno, así como por la necesidad de eliminar una mayor cantidad de productos de deshecho y de dióxido de carbono de la célula muscular.

El **corazón** está situado en el mediastino anterior, entre ambos pulmones, apoyando encima del diafragma y por detrás del esternón. La mayor parte del volumen del corazón está en el hemotórax izquierdo. Es un órgano muscular hueco con forma de cono invertido. La punta cardiaca constituye el vértice, se dirige hacia abajo, adelante y hacia la izquierda, y la base está localizada hacia arriba, atrás y hacia la derecha.

En la pared del corazón se distinguen tres capas: pericardio, miocardio y endocardio. El interior del corazón está ocupado por cuatro cámaras o cavidades cardíacas: dos aurículas y dos ventrículos. La aurícula derecha se comunica con el ventrículo derecho y la aurícula izquierda con el ventrículo izquierdo. Esta comunicación se realiza mediante válvulas: tricúspide en el corazón derecho y mitral en el corazón izquierdo. A la salida de los ventrículos hay otras dos válvulas: pulmonar en el derecho y aórtica en el izquierdo.

El corazón se contrae de forma rítmica y automática por la excitación generada en el nódulo sinusal. El corazón funciona impulsando sangre o aspirándola hacia él, por eso se vale de unos movimientos de contracción (sístole) y relajación (diástole), que en conjunto se denomina latido cardíaco. Durante la fase de contracción, la sangre sale fuera de los ventrículos por las arterias pulmonar y aorta. Durante la diástole, la sangre devuelve al corazón (aurículas) por las venas cava y pulmonar.

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

La **sangre** es bombeada continuamente por el corazón. Parte del ventrículo izquierdo y a través de las arterias la sangre llega a todos los órganos para aportar el oxígeno necesario a las células. Devuelve por el sistema venoso con las sustancias sobrantes recogidas (el CO2), dirigiéndose desde el ventrículo derecho a los pulmones, donde se lleva a cabo el intercambio gaseoso (CO2 por O2).

Las arterías tienen la posibilidad de contracción, y así cuando se necesita más sangre en alguna parte del cuerpo y por acción del sistema nervioso, envían más sangre. Las venas no tienen capacidad de contracción.

El consumo cardíaco o **volumen minuto cardíaco (VMC)** es el volumen de sangre que el corazón es capaz de expulsar durante un período determinado de tiempo. El VMC aumenta en función de la intensidad del esfuerzo.

El corazón late en una persona adulta normal alrededor de 60-70 pulsaciones por minuto **(FC = frecuencia cardiaca)**. La FC varía con la edad, sexo, altura, posición espacial, movimientos respiratorios, digestión, temperaturas extremas, sueño y actividad. También varía en función de las características de la actividad física (su intensidad y nivel de entrenamiento) y de los factores genéticos. En general, los niños presentan FC de reposo y de ejercicio superior a las de los adultos.

## 4.4. Sistema nervioso.

El sistema nervioso es el punto de partida y el camino de ida y retorno de los impulsos motrices y sensitivos. Las funciones del sistema nervioso son:

• Controlar y regular la gran mayoría de los procesos fisiológicos.

• Regular y dirigir la actividad de los órganos.

• Coordinar las funciones orgánicas.

El sistema nervioso comprende el sistema nervioso somático, que se encarga de la actividad muscular, y el sistema nervioso vegetativo, responsable del control de las funciones orgánicas.

El sistema nervioso somático consta de receptores y vías sensitivas que proporcionan información al organismo, y de vías motoras, responsables de transmitir órdenes del sistema nervioso al músculo; elaboran las órdenes motoras y guardan patrones motrices. Durante la actividad física el sistema nervioso somático tiene que aumentar su actividad para optimizar el control motor del movimiento.

El sistema nervioso vegetativo está formado por dos sistemas: el sistema nervioso simpático y por el sistema nervioso parasimpático, que realizan efectos contrarios sobre las funciones orgánicas.

Durante la actividad física el sistema nervioso vegetativo, especialmente el simpático, incrementará el grado de su activación con el objetivo de preparar y adaptar funciones orgánicas a las necesidades de la actividad; estimula las funciones cardíaca, respiratoria, metabólica y muscular, así como la termorregulación. Al cesar la actividad será el sistema parasimpático el responsable de los procesos de recuperación.

### 4.4.1. La neurona: unidad estructural del sistema nervioso.

La neurona es la célula fundamental y básica del sistema nervioso. Es una célula alargada, especializada en conducir impulsos nerviosos. En la neurona se pueden distinguir tres partes fundamentales:

• **Soma o cuerpo celular:** es la parte más voluminosa de la neurona. En ella se puede observar una estructura esférica llamada núcleo. Éste contiene la información que dirige la actividad de la neurona. Además, en el soma se encuentra el citoplasma en el que se ubican otras estructuras que son importantes para el funcionamiento de la neurona.

• **Dentritas:** son prolongaciones cortas que se originan del soma neural. Su función es recibir impulsos de otras neuronas y enviarlos hasta el soma de la neurona.

• **Axón:** es una prolongación única y larga que puede llegar a medir hasta un metro de longitud. Su función es sacar el impulso desde el soma neuronal y conducirlo hasta otro lugar del sistema.

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

La neurona permite la actividad refleja a través del **arco reflejo**. Está formado por varias estructuras como son: receptor, vía aferente o vía sensitiva, centro elaborador, vía aferente o vía motora, y efector:

• **Receptor:** es la estructura encargada de captar el estímulo del medio ambiente y transformarlo en impulso nervioso. El receptor entrega el impulso nervioso a la vía aferente.

• **Vía aferente o vía sensitiva:** esta vía tiene como función conducir los impulsos nerviosos desde el receptor hasta el centro elaborador.

• **Centro elaborador:** es la estructura cargada de elaborar una respuesta adecuada al impulso nervioso que llegó a través de la vía aferente. La médula espinal y el cerebro son ejemplos de algunos centros elaboradores.

• **Vía eferente o motora:** tiene como función conducir el impulso nervioso que implica una respuesta hasta el efector.

• **Efector:** estructura cargada de ejecutar la acción frente al estímulo. Los efectores son músculos y glándulas generalmente. Los músculos efectúan el movimiento, y las glándulas producen la secreción. Los efectores están capacitados para hacer efectiva la orden que proviene del centro elaborador.

### 4.4.2. Fisiología neuronal.

Tal y como se ha comentado, cabe decir que la neurona es la unidad estructural y funcional del sistema nervioso que realiza diferentes funciones:

• Transducción nerviosa.

• Conducción nerviosa.

• Transmisión nerviosa.

○ **Transducción nerviosa:**

Generación del impulso nervioso (potencial de acción) o consecuencia de la recepción de un estímulo específico, con una intensidad mínima. Los receptores activados por el estímulo, desencadenan la apertura de canales de Na+, despolarizando la membrana. El potencial inicial de reposo, da paso al potencial de acción.

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

○ **Conducción nerviosa:**

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Es el flujo del potencial de acción (impulso nervioso) a lo largo del axón, mediante procesos de despolarización y repolarización progresiva. La vaina de mielina acelera la conducción al actuar como aislante y permite el salto del impulso nervioso de un nodo de Ranvier hacia otro.

○ **Transmisión nerviosa.**

Es la transferencia del impulso nervioso (mensaje neuronal) de una neurona a otra, a nivel de sinapsis. Existen dos tipos de sinapsis:

• Sinapsis química participan neurotransmisores que comunican los botones sinápticos de dos neuronas adyacentes.

• Sinapsis eléctrica en ella la señal eléctrica pasa directamente de una célula a la otra por uniones comunicantes. A diferencia de la sinapsis química, es sumamente rápida y aparentemente no participarían neurotransmisores (señales químicas) en la transmisión). Otra característica de la sinapsis eléctrica es que puede operar en ambas direcciones, aunque en general funciona en una única dirección. Las sinapsis eléctricas no son muy comunes en los mamíferos, encontrándose en algunas neuronas del tronco del encéfalo, cerebro y retina. Son muy frecuentes en vertebrados no mamíferos e invertebrados.

**4.3. Estructura cerebral.**

El cerebro es un órgano muy importante del sistema nervioso situado en la cabeza que contiene neuronas y realiza distintas funciones especializadas. Contiene los centros nerviosos para el pensamiento., la personalidad, los sentidos y el movimiento voluntario.

Este órgano, que pesa alrededor de 1.200 gramos en un adulto, está compuesto por dos hemisferios ubicados en la parte superior del cráneo y que comprenden casi el 90 por ciento del encéfalo. Cada hemisferio mide de 15 a 17 cm desde la parte anterior a la posterior, y juntos miden entre 11 y 14 cm de ancho.

Debajo de la corteza cerebral, que es una capa de materia gris llena de pliegues, de unos 2 a 6 mm de espesor, se encuentra la sustancia blanca, integrada por millones de fibras nerviosas. Al centro del cráneo, la sustancia blanca de ambos hemisferios se une formando una estructura similar a una cuerda: el cuerpo calloso, que es el más grande de varios haces de fibras nerviosas, llamados comisuras, que conectan zonas específicas de los dos hemisferios.

Ambas porciones cerebrales están separadas por la cisura de Rolando, surco profundo que debe su nombre al anatomista italiano Luigi Rolando, que lo describió por primera vez a principios del siglo XIX. En la parte anterior de esta hendidura, que separa longitudinalmente ambos hemisferios, se encuentra la zona que controla la actividad motora, mientras que en su parte posterior se ubica el control sensitivo.

El hemisferio derecho rige las funciones de la mitad izquierda del cuerpo, y el hemisferio izquierdo controla las de la parte derecha. Esto se debe a que los nervios se entrecruzan en la médula espinal.

El surco longitudinal (cisura de Rolando) y otro lateral, llamado cisura de Silvio, separan a los hemisferios en cuatro cuadrantes que reciben los nombres de los huesos craneanos que los protegen: son los lóbulos frontal, parietal, temporal y occipital.

La detección e interpretación de imágenes visuales está localizada en el lóbulo occipital, la percepción auditiva se encuentra en el temporal, lóbulo donde también se ubica el olfato, el equilibrio y la memoria, en el lóbulo parietal se sitúan el gusto y la percepción del tacto (temperatura, presión y dolor), y en el lóbulo frontal se centra el habla, la elaboración del pensamiento, las emociones y los movimientos.

En el interior del cerebro hay cuatro cavidades intercomunicadas, llamadas ventrículos, conectadas con otra cavidad larga y delgada que se dirige hacia abajo por el centro de la médula espinal. Dentro de estos huecos fluye el líquido incoloro denominado cefalorraquídeo o cerebroespinal producido en los ventrículos, y que se renueva cuatro a cinco veces durante el día.

Este medio acuoso, rico en proteínas y glucosa, aporta energía para el funcionamiento de las neuronas y los linfocitos. Estos últimos nos protegen de las infecciones. En otras palabras, al circular a su alrededor, este fluido protege y alimenta a todas las estructuras que conforman el sistema nervioso.

El cerebelo es la segunda parte más grande del encéfalo. Pesa alrededor de 140 grs, y mide unos 10 cm de ancho, 5 de alto y 6 de largo. Está ubicado debajo de la parte posterior de los hemisferios cerebrales, y encima del bulbo raquídeo y el puente de Varolio. Tiene forma ovoide y está dividido en dos hemisferios y una porción media, por lo que en algunos casos recibe el nombre de "segundo cerebro". Sus neuronas, que se enlazan con las del cerebro y la médula espinal, tienen por función coordinar los movimientos, haciéndolos suaves y precisos, y controlar el equilibrio, la postura y la orientación del cuerpo.

## 4.5. Metabolismo energético.

Cualquier actividad física, intelectual o sensorial, incluso el reposo, necesita de aportación energética para llevarse a cabo. Dicha energía se extrae de los diferentes alimentos que ingerimos diariamente, los cuales son degradados en un largo y apasionante proceso que comienza en el interior de nuestro estómago.

El proceso por el cual nuestros músculos se abastecen de energía es complicado de explicar por lo que haremos una sucinta reseña de dicho proceso, explicando algunos términos necesarios para su comprensión.

Como hemos dicho, las células se proveen de energía a través de los alimentos ingeridos, pero éstos sufren distintas transformaciones antes de llegar a producir energía. Las células cuentan con recursos para formar moléculas más pequeñas a partir de moléculas grandes, y a este proceso se le llama **catabolismo**. Hay un proceso inverso, que consiste en la formación de moléculas más grandes, a partir de otras más pequeñas, que recibe el nombre de **anabolismo**. De forma general, a todo el conjunto de transformaciones que sufren las sustancias en el organismo o en una célula se le llama **metabolismo**.

Siempre que se lleva a cabo un ejercicio físico, se producen adaptaciones en el organismo que están coordinadas entre sí. Se producen por tanto **adaptaciones metabólicas, circulatorias, cardíacas, respiratorias, sanguíneas y en el medio interno**. En este apartado hablaremos de las primeras, las adaptaciones metabólicas.

Para que las células puedan aprovechar las sustancias en sus distintas funciones deben primero degradarlas. Los procesos de degradación, o catabólicos, ocurren en tres etapas; en la primera, se rompen las grandes moléculas en sus componentes más sencillos: las proteínas en aminoácidos, los carbohidratos o azúcares complejos en azúcares sencillos y las grasas en ácidos grasos. Esta degradación de las moléculas grandes libera energía que se disipa en parte en forma de calor.

En una segunda etapa, estas pequeñas moléculas son a su vez degradadas para formar moléculas todavía más pequeñas, con la posibilidad de obtener energía útil para la célula. Estas moléculas pequeñas son el piruvato y el acetil coenzima A; el piruvato también a su vez se transforma en acetil coenzima A.

El proceso de degradación es mucho más extenso y complejo que lo mostrado en el gráfico; éste es sólo el primer paso hacia donde en última instancia se utilizan las diferentes vías metabólicas para obtener energía. Sin embargo, hemos optado por no describirlo pues consideramos que no entra dentro de los propósitos de este tema.

### 4.5.1. Concepto y utilización de la energía.

Entendemos **energía** como la capacidad para desarrollar una actividad. Por lo tanto, para cada actividad se necesita energía.

El consumo de energía sólo puede ser cubierto de manera parcial por los depósitos celulares. La célula necesita y usa, simplemente para el mantenimiento de su estructura y tener disponibilidad para entrar en funcionamiento, una cantidad importante de energía (Hüter-Becker, Schewe y Heipertz, 2003).

El ejercicio, por tanto, presupone un incesante suministro, transporte y gasto de energía; a menudo en cantidades cada vez mayores. Esto obliga a una relación íntegra entre la sangre y el movimiento circulatorio. La liberación de la energía se puede producir de dos formas:

• **Anaerobia:** sin ayuda de oxígeno.

• **Aerobia:** con ayuda de oxígeno para el catabolismo del “depósito” al transformar la energía.

A la hora de calcular el consumo de energía de una persona se debe tener en cuenta (Hüter-Becker, Schewe y Heipertz, 2003):

• El déficit conduce a pérdidas en los procesos de metabolismo (también a procesos de catabolismo de sustancias nocivas) hasta su detención.

• Las personas no entrenadas están básicamente más amenazadas que las entrenadas.

• El déficit se puede producir con sólo sudar, a la vez se produce la pérdida de oligoelementos y minerales importantes.

• Se suelen infravalorar las pérdidas en niños y en ejercicios de larga duración.

• La pérdida se puede medir casi exactamente con la disminución de peso.

Gracias a ello, es posible realizar una amplia y exacta medición de la reposición de líquidos. Debido a la pérdida simultánea de minerales, la mejor forma de reposición son las aguas minerales y los zumos de frutas.

### 4.5.2. Sistemas de producción de energía.

Como ya sabemos, la energía es la capacidad de realizar una actividad. Es, además, la liberación de la fuerza de trabajo almacenada, incluyendo la movilización de reservas. El objetivo y el resultado son conseguir un efecto Así, señalamos la Ley de Conservación de la Energía, según la cual la energía ni se crea ni se destruye, sino que se transforma de un estado a otro. Cualquier actividad, expresión u observación supone un empleo de energía.

El gasto de energía se iguala con el resultado obtenido. Cuando estos factores están relacionados tan favorablemente que, con un mínimo trabajo, se obtiene un resultado máximo hablamos de actividad económica. Para el fitness, son importantes las siguientes formas de energía (Hüter-Becker, Schewe y Heipertz, 2003):

• **Energía mecánica**:

- **Energía potencial** (energía en reposo o disponible): es el trabajo necesario para desplazar un cuerpo de su estado de referencia a un nuevo punto de partida.

- **Energía cinética** (energía del movimiento): es el trabajo necesario para hacer que un objeto pase de un estado de reposo a uno de movimiento a una determinada velocidad.

• **Energía calorífica**. Es el movimiento de las moléculas desordenadas.

• **Energía química**. Es la energía de enlace. Básicamente es energía potencial.

• **Energía eléctrica**. Es portada por cuerpos (partículas) y campos de fuerza. Se manifiesta al hacer actuar la energía cinética sobre cuerpos de prueba. Una de sus formas es la energía de radiación (sobre todo rayos UVA e infrarrojos).

## 4.6. Concepto de fatiga.

La fatiga es la incapacidad de un músculo o del organismo en su conjunto de mantener la misma intensidad de esfuerzo. Representa un fenómeno fisiológico, es decir actúa como un mecanismo protector del organismo, que tiende a impedir que el organismo tenga problemas graves, en una palabra, favorece la homeostasis.

La fatiga aparece cuando existe una desproporción entre la intensidad del esfuerzo y las posibilidades de ejecución del mismo. Además, la fatiga va a estar condicionada para un mismo individuo por varios factores: la intensidad, la duración y la velocidad de ejecución del mismo.

Esfuerzos de alta intensidad a una velocidad de ejecución muy alta en un periodo de tiempo corto producen el mismo estado de fatiga que esfuerzos de baja intensidad a una velocidad moderada o baja de ejecución durante un tiempo largo de duración.

La fatiga va a depender también de la condición física y psíquica del individuo y de la actitud.

En términos fisiológicos no hay que confundir el cansancio con la fatiga, ya que el primero es una sensación subjetiva del individuo de apatía, sin que a veces haya realizado ningún tipo de ejercicio físico. Obedece por lo general a causas psíquicas.

## 4.7. Clasificaciones de la fatiga.

En función del territorio al que afecta se puede hablar de:

• **Fatiga local o muscular**, que afecta exclusivamente a grupos musculares específicos implicados en el ejercicio físico.

• **Fatiga General**: Cuando la sensación de incapacidad afecta al organismo en su conjunto. Depende de la cantidad grupos musculares que se movilicen para poder hablar de fatiga general.

En función de la duración o incidencia de los factores causales la fatiga puede ser:

• **Fatiga Aguda**: es aquella que sobreviene tras la realización de ejercicios cortos. La fatiga aguda condiciona a la fatiga muscular, ya que afecta exclusivamente al grupo muscular implicado en la actividad. La fatiga aguda representaría por lo tanto la incapacidad del músculo para responder a un estímulo que en condiciones normales le hacía contraerse.

• **Fatiga Crónica**: se presenta tras la acumulación de fatiga durante semanas o meses, es decir, aparece a largo plazo y se le denomina bajo el nombre de **sobreentrenamiento**.

## 4.8. Lugares de aparición de la fatiga.

Según el lugar de aparición, la fatiga puede ser central o periférica. A continuación, se describen las principales características de cada una de ellas.

○ **Fatiga central:**

Este tipo de fatiga se debe a cambios en algunos o varios de los escalones que van desde el cerebro hasta la fibra muscular. Se cree que los nervios no se fatigan pero sí la sinapsis, fundamentalmente, por el consumo de neurotransmisor químico, en este caso, la acetilcolina, que se secretaría a un ritmo menor del necesario e impediría la llegada del impulso nervioso (orden de contracción) a la placa motora. La consecuencia es que el músculo no responde al estímulo y deja de contraerse. Lugares de aparición de la fatiga central:

• Fallo en la activación neuronal.

• Inhibición aferente desde husos neuromusculares y terminaciones nerviosas.

• Depresión de excitabilidad de la motoneurona.

• Alteración en la trasmisión del impulso nervioso.

• Fallo presináptico.

○ **Fatiga periférica:**

La fatiga periférica o fatiga muscular es un estado transitorio y de duración variable en el que existe una deficiencia en la capacidad de trabajo de la fibra muscular, debida, casi siempre, a un exceso previo de actividad física o a la realización de un esfuerzo extenuante. Los cambios en la función muscular, asociados a la fatiga, pueden ser identificados mediante:

• Pérdida de fuerza.

• Retardo en la relajación.

• Cambios en las características contráctiles.

• Alteraciones en las propiedades eléctricas.

La fatiga periférica afecta a las estructuras que están situadas por debajo de la placa motora, que intervienen en la contracción muscular:

• Membrana postsináptica de la placa motora.

• Sarcolema y Tubos en T (TT).

• Acople entre TT y Retículo Endospásmico (RE).

• Afinidad de Calcio ++ y troponina.

• Los puentes de Actina-Miosina.

## 4.9. Mecanismos de la fatiga.

Dentro de los mecanismos de la fatiga, se incluyen los siguientes aspectos diferenciales:

• Aspectos hormonales de la fatiga.

• Aspectos inmunitarios de la fatiga.

• Aspectos patológicos de la fatiga.

### 4.9.1. Aspectos hormonales de la fatiga.

El sistema endocrino (hormonal) permite las funciones corporales normales, incluyendo el mantenimiento de los niveles de glucosa en sangre, para una salud y un rendimiento óptimos. Una disminución de glucosa en sangre durante ejercicios intensos y prolongados, puede ser un gran contribuyente para la aparición de la fatiga.

El sistema endocrino trata de mantener niveles adecuados de glucosa en sangre durante el ejercicio al movilizar otros combustibles para proveer energía y al estimular la producción de glucosa a partir de aminoácidos y otras fuentes que no sean carbohidratos. Desafortunadamente, estas respuestas sólo pueden demorar el agotamiento de las reservas corporales de carbohidratos, y la fatiga puede ocurrir a pesar de incrementos grandes de hormonas circulantes.

En este contexto, hay que tener presentes en todo momento los siguientes aspectos:

• El ejercicio intenso y prolongado incrementa las concentraciones en plasma de las hormonas epinefrina, hormona de crecimiento, cortisol y glucagon. La insulina disminuye.

• La ingesta de carbohidratos durante ejercicios prolongados mitiga las respuestas de estas hormonas y retarda la fatiga.

• Las respuestas mitigadas de las hormonas pueden contribuir a retrasar la fatiga central (cerebro) y periférica (músculo) al ayudar a ahorrar el glucógeno del hígado y de los músculos, manteniendo la glucosa en sangre, y reduciendo las concentraciones en sangre de ácidos grasos libres, triptofano libre, y amoníaco.

• Para prevenir una caída en la concentración de glucosa en sangre y para mitigar la respuesta hormonal al ejercicio, los deportistas deberían beber 240-350 mL (8-12 oz) de una bebida deportiva que contenga carbohidratos cada 15-20 minutos.

### 4.9.2. Aspectos inmunitarios de la fatiga.

La fatiga crónica conduce a la inmunodepresión, debido a los siguientes mecanismos:

• Aumento de la producción del cortisol: produce redistribución de linfocitos y suprime las funciones de los linfocitos T y B.

• Aumento de los niveles de adrenalina: suprime las funciones del linfocito T, cambia las relaciones entre las sub-poblaciones de linfocitos y sus niveles de reproducción. Aumenta el número de células Agresoras Naturales (NK).

• Alteraciones en los niveles de endorfinas (neuropéptidos): producen una supresión de anticuerpos y reduce la reproducción de células T, células killer y de interferón.

• Cuando disminuyen los niveles de glutamina ocasiona daños importantes, debido a que es un nutriente fundamental para los linfocitos (es el músculo el mayor productor de glutamina).

El "estrés" producido por el ejercicio físico intenso y prolongado, se acompaña de un aumento en la descarga de catecolaminas (adrenalina y noradrenalina), contribuye ampliamente a modificar la salud y el rendimiento del deportista, siendo un factor más en la modulación de la inmunidad. Las alteraciones de la función inmunológica se pueden acompañar de alteraciones generales y tisulares locales que cursan con patología inflamatoria. Como consecuencia del estado inflamatorio generado por el ejercicio, las alteraciones de la función inmune se siguen de modificaciones sistémicas, caracterizadas por hipertermia, astenia, predisposición a infecciones, fatiga y alteraciones tisulares, que conducen a un descenso del rendimiento deportivo.

La inmunodepresión lleva a padecer infecciones y facilita la actividad catabólica, actuando una sobre la otra, lo cual lleva a pérdida de sesiones de entrenamiento, declinación de las capacidades morfológicas, fisiológicas y psicológicas, con la afectación de los rendimientos deportivos e indicadores de salud.

Hay células inmunocompetentes, que contienen una importante concentración de péptidos, hormonas y receptores, asociados clásicamente con el tejido neuronal y/o endocrino. La inmunodepresión conduce a un desbalance negativo en la mayoría de las células inmunocompetentes y de elementos tan importantes como son las hormonas, los péptidos y los receptores mencionados.

El proceso inflamatorio a nivel muscular es muy complejo e incluye la participación de numerosos factores fisiopatológicos: sanguíneos, inmunológicos, tisulares, metabólicos y vasculares.

Estas condiciones, son originadas por un importante estrés físico y psíquico, con una gran afectación muscular (inflamación y daño), se hace más patente a medida que el estado de fatiga se prolongue en el tiempo. Es decir, se refleja un proceso de afectación del sistema inmune, pues éste acaba siendo incompetente frente a los fenómenos inflamatorios mencionados. Esta situación de estrés origina una supresión de varios índices de la función inmunitaria. Tras el período de recuperación, la aparición retardada de hidroxipolina excretada y la liberación retardada de las enzimas CPK y LDH desde el músculo, sugiere que se ha producido una lesión en el tejido.

La instauración de terapia con inmunomoduladores puede prevenir y ayudar a la recuperación de la inflamación y el daño tisular originado por el ejercicio intenso y mantenido.

### 4.9.3. Aspectos patológicos de la fatiga.

La fatiga es una situación de alarma del organismo que busca prevenir la realización de esfuerzos por encima de los límites actuales del deportista, tratando de prevenir deterioros orgánicos irreversibles. En este sentido, es la disminución transitoria (reversible) de la capacidad de rendimiento la que impide que la actividad deportiva se realice con el volumen, la intensidad, la coordinación o la precisión que la misma requiere.

La fatiga puede constituir un estado patológico. Mientras que la fatiga aguda (tanto global o de entrenamiento, como la local o muscular), sería un sistema de protección orgánico ante el daño ocasionado por la propia contracción muscular y por los cambios metabólicos; la fatiga subaguda y crónica serían una consecuencia sistémica y patológica del deterioro orgánico global.

Por lo tanto, la fatiga incluye una extensa gama de situaciones y manifestaciones que pueden pasar desde un agotamiento general de todo el organismo y de la mente del deportista provocado por ejercicio físico, hasta el cansancio físico y mental, que puede llevar a la pérdida de ánimo y motivación para mantener o reiniciar el esfuerzo.

## 4.10. Percepción de la fatiga/percepción de la recuperación.

Teniendo en cuenta que el entrenamiento produce fatiga, se puede afirmar que cuanto mayor es la fatiga más acusados son los efectos tras el ejercicio: empeoramiento de la coordinación, disminución de la velocidad y potencia de las contracciones musculares. La fatiga emocional normalmente va asociada a la fatiga fisiológica aumentándola, sobre todo, ante situaciones de mucho estrés, como competiciones importantes o periodos prolongados de entrenamiento intenso.

Cada vez más se buscan formas de entrenamiento que permitan aumentar el rendimiento. La búsqueda de formas eficaces de recuperación aporta tantos o más beneficios que los nuevos sistemas de entrenamiento, por lo que actualmente la recuperación juega un papel cada vez más importante en el entrenamiento de alto nivel, aunque todavía muchos entrenadores no son conscientes de la importancia de un ajuste de la recuperación al entrenamiento, de forma que entrenamientos más intensos requerirán el empleo de sistemas de recuperación adecuados.

Una recuperación adecuada acelera la regeneración de los sistemas orgánicos afectados por el entrenamiento, disminuye la sensación de fatiga, permite el incremento de las cargas de entrenamiento y disminuye el número y frecuencia de las lesiones, ya que la fatiga afecta negativamente a la coordinación y a la concentración, lo que se traduce en un peor control de los movimientos. Por este motivo, la recuperación debe ir íntimamente asociada al entrenamiento y sus técnicas deben estar perfectamente sincronizadas con las sesiones de entrenamiento en una alternancia de ejercicio y regeneración. Esta es la mejor forma de prevenir los efectos del sobreentrenamiento.

## 4. 11. Síndrome de sobreentrenamiento: diagnóstico, prevención y tratamiento.

El sobreentrenamiento es una disminución del rendimiento debido a una adaptación inadecuada a los estímulos del ejercicio. La causa del sobreentrenamiento es un desajuste entre el proceso de entrenamiento, la alimentación y la recuperación, relacionado directamente con una progresión inadecuada.

El sobreentrenamiento y el agotamiento son una consecuencia del desequilibrio entre la fatiga y la adaptación del organismo. Una adaptación correcta implica un incremento progresivo del nivel de rendimiento, mientras que una adaptación inadecuada agota las posibilidades del organismo de realizar esfuerzos.

Para distinguir de forma adecuada el agotamiento y el sobreentrenamiento, se puede decir que el agotamiento es la consecuencia de un desequilibrio a corto plazo y el sobreentrenamiento es el resultado de un desequilibrio acumulado durante un periodo prolongado.

En el sobreentrenamiento están implicados los sistemas de obtención de energía, los mecanismos de reparación y crecimiento celulares, los sistemas hormonales y los procesos nerviosos.

Las principales señales que indican que se está produciendo sobreentrenamiento y que es muy importante detectar son las siguientes:

• Sensación de fatiga.

• Dolores anormales, o excesivos, de músculos y articulaciones.

• Disminución de la motivación para entrenar.

• Menor ritmo de recuperación.

• Una sensación general de languidez.

• Aumento del ritmo cardiaco en reposo.

• Reducción del rendimiento durante el entrenamiento.

• Dificultad para relajarse o dormir.

• Necesidad de esforzarse más para acabar el entrenamiento.

• Menos paciencia y auto control.

• Dificultad para concentrarse o completar las actividades.

• Mayor susceptibilidad para contraer resfriados y catarros.

• Menores niveles de energía.

• Disminución de la presión sanguínea, de ferritina y de glóbulos rojos.

**○ Diagnóstico.**

Para diagnosticar el síndrome de sobreentrenamiento hay que conocer la causa específica que lo ha desencadenado, tanto si ha sido derivada del entrenamiento, de factores ambientales o de una enfermedad subyacente, o incluso de un conjunto de todas o algunas de estas causas.

**○ Prevención.**

La prevención consiste básicamente en no romper el equilibrio de entrenamiento/recuperación. Hay que intentar diferenciar la fatiga “normal” que produce el entrenamiento, de la fatiga “residual” que se va acumulando de un entrenamiento a otro, la cual es necesaria para la supercompensación, ya que cuando se acumula notablemente la fatiga residual aparece la fatiga crónica.

Por lo tanto, para la prevención del síndrome de sobreentrenamiento es importante la realización de controles de campo y de laboratorio, así como el seguimiento del diario del deportista, con vistas a la prevención o diagnóstico preventivo de la fatiga crónica.

Para el diagnóstico precoz del síndrome de sobreentrenamiento es necesaria la unión del trabajo del colectivo de entrenadores, médicos y personal de apoyo científico, estableciendo correlaciones en los controles endocrino-metabólicos con otros tests de campo y de laboratorio teniendo en cuenta el rendimiento del atleta durante el entrenamiento y la competencia, y su respuesta biológica.

El deporte de alta competición, en la actualidad, está abarrotado de calendarios deportivos competitivos e incluso en edades relativamente tempranas, por lo cual se hace necesario establecer cambios importantes en el diseño de los programas, evaluación y control del entrenamiento y de la competencia, para optimizarlo.

La eficiencia debe ser lo que prime y en ello jugará un papel principal la individualización del entrenamiento deportivo y los mecanismos de recuperación biológica. Han de perfeccionarse los métodos para valorar, desde el punto de vista médico-fisiológico, el monitoreo de la preparación del atleta, de manera que permitan conocer en detalles, su estado morfofuncional. Así, también, se detectaría la existencia de desbalances musculares en las articulaciones más importantes y los efectos residuales de las cargas. Con este último fin, se deben realizar estudios de locomoción de la marcha, con vistas a conocer el centro de gravedad del deportista y la utilización de calzados personalizados, estudios de imagenología, de biomecánica, etc.

Poner en práctica todo lo planteado hasta ahora para la prevención del síndrome de sobreentrenamiento daría paso a decisiones más exactas, relacionadas con la asistencia a una competencia determinada y se evitarían los riesgos de lesiones y otros problemas de salud. Ello unido a una política de desarrollo de las reservas deportivas, con lo cual nuevos talentos en desarrollo se alternarían con los deportistas de élite del momento. No siempre se puede aspirar a la victoria, lo importante es estar preparado para el evento principal de la temporada y cumplir en ella el pronóstico que se realizó. Si se sobrepasa mejor, siempre y cuando no comprometa el futuro de los deportistas.

Todo lo expresado nos permitirá obtener resultados deportivos planificados en el alto rendimiento con relativa estabilidad, y con la finalidad de que nuestros atletas alcancen la longevidad deportiva.

**○ Tratamiento.**

Una vez que ha aparecido el síndrome de sobreentrenamiento, hay que evaluar el estado de salud en el que se encuentra la persona, haciendo hincapié en los siguientes aspectos:

• **Endocrinológico:** es importante detectar cuanto antes el estado endocrinológico de la persona para que no empeore el desarreglo hormonal producido por el sobreentrenamiento. Algunas de las medidas que se suelen tomar en este caso son las siguientes:

- Aporte regresivo de corticoides, con la finalidad de evitar una insuficiencia suprarrenal.

- Restauración de los niveles de testosterona que el propio organismo iría realizando durante el proceso de recuperación.

- Control de los trastornos menstruales en la mujer.

• **Sistema músculo esquelético:** recuperación de la lesión o las lesiones que se hayan producido.

• **Inmunológico:** estudio y tratamiento de los procesos infecciosos que existan por el cuadro de inmunodepresión.

• **Hematológico:** aporte de hierro, ácido fólico y vitamina B12 para facilitar la eritropoyesis.

• **Nutrición:** es muy importante establecer una dieta individualizada a las necesidades de la persona en el momento en función de su estado, la cual debe ser balanceada con un aporte importante de alimentos reguladores.

• **Restauración del sueño:** se lleva a cabo mediante tratamientos específicos y técnicas de relajación.

• **Recuperación psicológica:** se dirige básicamente a la recuperación de la autoestima como una forma de salir del estado depresivo.

• Uso de otras medidas como **masaje, hidroterapia, sauna, sistemas de relajación**, etc.

• **Planificación del entrenamiento**. Se debe llevar a cabo una reincorporación gradual al entrenamiento. Al principio, es importante trabajar en la resistencia regenerativa mediante el trote, la natación y/o el ciclismo. De forma gradual, se puede ir aumentado el volumen y la intensidad del entrenamiento, siempre teniendo especial cuidado para que se mantenga una relación apropiada entre la carga progresiva del entrenamiento y la recuperación.

## 4.12. Bases biológicas de la recuperación.

Es muy importante realizar una estrategia individual para la recuperación de los deportistas. En este caso, hay una serie de acciones que son muy importantes para conseguir la recuperación biológica. Estas acciones son las que se describen a continuación.

○ **Alimentación saludable y distribución calórica adecuada:**

La alimentación saludable y la distribución calórica adecuada en los deportistas con referencia a la cantidad y calidad, como se muestra en la siguiente tabla:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Normal | Días precompetición (24-72h) |
| Hidratos de carbono | 60-70% | 70-75% |
| Lípidos | 20-27% | 15-20% |
| Proteínas | 12-15% | 10-12% |

Esta distribución garantiza una adecuada reserva de glucógeno y un balance nutricional y energético, con el adecuado aporte de macronutrientes y micronutrientes.

○ **Reposición de líquidos y electrolitos:**

Los aspectos que se deben tener en cuenta para la reposición de líquidos y electrólitos son los siguientes:

• Junto a los Hidratos de Carbono, es el componente de la dieta más importante.

• Necesidad de ingerir un litro de agua por cada 1000 calorías consumidas aproximadamente.

• Durante el entrenamiento, es muy importante reponer líquidos cada 15 o 20 minutos. Se debe reponer una cantidad aproximada de entre 50 y 200 mililitros. En este caso, hay que ingerir bebidas isotónicas.

• No esperar la sensación de sed para ingerir líquidos.

○ **Ayuda ergogénica:**

Este tipo de ayuda tiene como objetivo principal colaborar para mantener el equilibrio endocrino-metabólico, con predominio anabólico y evitar la depleción de substratos importantes, mediante el aporte de suplementos nutricionales, de una forma individualizada con un enfoque científico y saludable, y estando siempre alerta para no ingerir sustancias prohibidas (dopaje).

○ **Entrenamiento de resistencia aeróbica regenerativa:**

Este tipo de entrenamiento se utiliza como un mecanismo de recuperación biológica, y se conoce como resistencia regenerativa. Se utiliza como parte del entrenamiento, al día siguiente de un entrenamiento muy intenso o a las 24 horas posteriores a un evento deportivo. El organismo obtiene la energía para darle respuesta a este entrenamiento del metabolismo lipídico, garantizando la no utilización de las reservas de glucógeno. Cuando una persona quiere disminuir su peso corporal, se debe extender la duración y frecuencia del entrenamiento, en función de sus posibilidades, la etapa del entrenamiento en la que se encuentre y procurando no interferir con las capacidades a desarrollar en el entrenamiento.

○ **Recuperación del sistema musculoesquelético:**

Mediante la utilización de la crioterapia, masaje corporal, hidromasaje, etc., es necesario realizar un plan preventivo de forma personalizada para evitar lesiones del deporte.

○ **Salud y estilo de vida saludable:**

Mantener los indicadores de salud es muy importante, así como llevar un modo de vida sano, como es no ingerir alcohol, no fumar, dormir 8 horas, etc.

○ **Atención psicológica:**

El estrés psicológico tiene una repercusión psicofisiológica, por lo que no podemos hablar de un programa de recuperación biológica sin tener en cuenta el estado psicológico del deportista y de un programa adecuado en el contexto deportivo.

○ **Planificación individual del entrenamiento:**

Hay una gran relación entre el entrenamiento y el descanso, la cual es la base fundamental del rendimiento deportivo y de la recuperación del deportista. En este caso, es importante realizar los controles del entrenamiento de campo y de laboratorio, así como exigir y controlar el diario individual de la persona. Es fundamental la relación entre el colectivo de entrenadores y el colectivo médico-deportistas para la recuperación del deportista. Si se cumple adecuadamente el programa de recuperación, se pueden obtener una serie de resultados como los siguientes:

• Salud integral óptima, incluido el equilibrio endocrino-metabólico y la reserva de sustratos para garantizar las diferentes funciones de nuestro organismo (plástica, energética y reguladora); así como los sistemas cardiorrespiratorio, musculoesquelético, neuroinmunológico, etc.

• Disminución de los efectos residuales crónicos del entrenamiento y su repercusión negativa, incluyendo una mala recuperación, lesiones del deporte, infecciones, pérdidas de sesiones del entrenamiento y el no cumplimiento del pronóstico deportivo.

• Desarrollo esperado, desde el punto de vista morfológico de las capacidades motoras funcionales, estabilidad psicoemocional, desarrollo de los aspectos técnico-tácticos, garantizando una adecuada recuperación biológica y el cumplimiento del pronóstico y/o incremento de los resultados deportivos.

• Longevidad deportiva y maestría atlética.

## 4.13. Medios y métodos de recuperación.

La **recuperación** hay que contemplarla desde una perspectiva múltiple que puede incluir la recuperación entre series, entre ejercicios, entre sesiones, etc. En estrecha relación con la recuperación, está el orden de los ejercicios y la organización de las sesiones.

Con los niveles actuales de entrenamiento en la alta competición debe pensarse en la recuperación de las partes del cuerpo recién entrenadas y de los substratos energéticos utilizados mientras se entrenan otras partes y se utilizan otras vías. En los deportes que requieren una carga técnica elevada, debe buscarse una alternancia adecuada entre el entrenamiento físico y técnico.

Hay que prestar especial atención a la incidencia de la recuperación entre series de un ejercicio en el equilibrio ácido-base del músculo y la tasa de disminución de los substratos energéticos. Por otra parte, una recuperación demasiado corta puede incrementar el estado de ansiedad previo a la realización de una serie, lo que puede suponer un sobreentrenamiento derivado de la fatiga mental para la realización de las actividades propuestas.

La escasa recuperación entre series implica la aparición de concentraciones elevadas de lactato en sangre. El entrenamiento en estas condiciones puede ser necesario en algunos casos, pero debe tenerse en cuenta los efectos que produce.

Los errores debidos a la disminución de los tiempos de recuperación, pueden contribuir a aumentar un síndrome de sobreentrenamiento iniciado por otras causas, como por ejemplo un excesivo volumen de entrenamiento.

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

**○ El descanso.**

La realización de algún tipo de actividad física de baja intensidad acelera la recuperación, más incluso que el descanso completo. La intensidad del ejercicio de descanso debe ser moderada (encontrándose por debajo del 60% de la máxima intensidad). Por ejemplo, la carrera continua de baja intensidad realizada tras un entrenamiento de alta intensidad contribuye a reducir los tiempos de recuperación de los niveles normales de lactato de forma notable.

A pesar de esto, hay que tener en cuenta que el descanso completo se produce a través del sueño, que es la principal forma de recuperación de la capacidad de trabajo. Un deportista necesita de 9 a 10 horas de sueño diarias, 8 de ellas seguidas.

El deportista debe recurrir a medios físicos o psicológicos de ayuda cuando tiene dificultades para entrar en un sueño relajado. En este caso, es muy importante saber que la realización de ejercicio dentro de las tres horas anteriores a la hora habitual de dormir puede interferir con un descanso adecuado.

**○ Los métodos fisioterapéuticos.**

Entre los métodos fisioterapéuticos más importantes que pueden influir en la recuperación están la termoterapia, la crioterapia, la oxigenoterapia y el masaje, entre otros.

*•* **Termoterapia.**

La termoterapia es la aplicación de calor con fines terapéuticos mediante agentes térmicos. Los agentes térmicos son aquellos cuya temperatura es más elevada que la del cuerpo humano, es decir, superior a 34-36°C.

El cuerpo humano ante la aplicación de calor, y con la finalidad de mantener su constancia térmica, pone en marcha una serie de respuestas fisiológicas como son:

- **Aumento de la actividad metabólica y enzimática**. La tasa metabólica de los tejidos aumenta entorno al 13% por grado de aumento de temperatura. Pero cuando la temperatura sobrepasa un umbral (normalmente 45-50°C), los tejidos pueden dañarse, ya que la actividad metabólica requerida para la reparación tisular no es capaz de evitar la desnaturalización proteica inducida por el calor.

- **Aumento de la temperatura a nivel cutáneo**, con modificaciones circulatorias locales (hiperemia) que conllevan rubefacción o enrojecimiento y sudoración.

- **Modificaciones de las propiedades viscoelásticas de los tejidos** produciendo una mayor extensibilidad de los tejidos fibrosos ricos en colágeno, como los que se encuentran en tendones, ligamentos, cápsulas articulares o cicatrices.

- **Favorece la relajación muscular** y la disminución de los espasmos musculares, reducción del ciclo vicioso dolor-contractura muscular-isquemia-dolor.

- **Aumento del flujo sanguíneo** donde se ha aplicado calor (vasodilatación de arteriolas y capilares). Esta vasodilatación produce un aumento de la velocidad de filtración y de difusión a través de las membranas celulares, incrementándose la permeabilidad.

- **Aumento de la frecuencia cardiaca**, relacionada con la extensión de la zona donde actúa el estímulo y su intensidad. Si la temperatura del estímulo aumenta se producirá una disminución de la presión arterial (hipotensión) por la vasodilatación.

Los principales efectos terapéuticos que tiene la termoterapia cuando se aplica en los deportistas son los siguientes:

• Efectos antiinflamatorios.

• Efecto antiespasmódico.

• Efecto analgésico.

• **Crioterapia.**

La crioterapia consiste en la aplicación de frío para producir un efecto de analgésico local. Entre los principales fines terapéuticos de la crioterapia están la disminución de la temperatura corporal y la inflamación; además de que también tiene efectos beneficiosos sobre la circulación sanguínea, ya que, al tratarse de un vasoconstrictor, favorece la reducción del dolor y colabora en la aceleración de proceso de recuperación de las lesiones.

En medicina deportiva, la crioterapia funciona como analgésico y anestésico, y es un potente antiinflamatorio, ya que disminuye la llegada de sangre a la zona dañada, por lo que es de gran utilidad en el caso de que se produzcan esguinces, inflamaciones y contusiones.

*•* **Masaje.**

El entrenamiento de un deportista es un complejo proceso en el que se deben utilizar racionalmente todos los factores que influyen sobre la evolución del deportista y su rendimiento, de forma que pueda alcanzar altos resultados deportivos.

El masaje, además de colaborar en evitar el estado de sobreentrenamiento, ayuda a la prevención de lesiones. Por lo tanto, es una técnica muy utilizada en este sentido, ya que acelera la recuperación muscular post esfuerzo previniendo posibles sobrecargas musculares que puedan conducir a una lesión.

Lo más adecuado en este ámbito es un masaje diario o tras cada sesión de entrenamiento. Si no se puede aplicar tan a menudo por cualquier motivo, se debe realizar al menos una vez a la semana tras la sesión más dura. En este caso, el masaje debe ser más profundo para compensar su escasa utilización. En todo caso los/as deportistas aficionados deberían utilizar el masaje al menos una vez cada dos semanas como método de prevención de lesiones.

**○ Los métodos psicológicos.**

La fatiga se localiza en el sistema nervioso central, siendo las células nerviosas de una recuperación mucho más lenta que las células musculares. Una adecuada recuperación del sistema nervioso central incide directamente sobre la coordinación y eficacia de las acciones y el tratamiento psicológico tiene incidencia en la recuperación, pero es importante contar con el apoyo de un especialista en terapia psicológica. Las técnicas de autosugestión, por ejemplo, se aplican con gran frecuencia y eficacia en el ámbito deportivo.

Las técnicas de relajación en sus diversas variantes (relajación muscular progresiva, biofeedback, meditación, yoga, control de la respiración, visualizaciones, etc.) tienen consecuencias positivas que inciden directamente sobre la recuperación del deportista mediante la disminución de la frecuencia cardíaca, la reducción de la tensión muscular y el aumento de las capacidades de concentración y control del movimiento.

## 4.14. El equilibrio hídrico.

En los seres humanos, el agua constituye cerca de las dos terceras partes de su peso siendo, por tanto, el componente cuantitativamente más importante. Como porcentaje de la masa corporal, el contenido de agua es mayor en los hombres que en las mujeres y tiende a disminuir con la edad en ambos sexos como consecuencia de los cambios que se producen en la composición corporal (pérdida de masa magra e incremento de grasa corporal), siendo en algunas personas mayores una causa importante de reducción de peso en esta etapa de la vida. Un hombre adulto tiene aproximadamente un 60% y una mujer una cantidad próxima al 50%.

El balance entre la ingesta de líquidos y las pérdidas tiene gran importancia y cualquier alteración del mismo puede poner en peligro la vida del individuo. Por ejemplo, un adulto sano y bien nutrido puede vivir unos 60 o 70 días sin consumir alimentos (dependiendo evidentemente de las reservas de grasa que tenga), pero sin agua, la muerte se produce en pocos días. Aquí radica la importancia de mantener este equilibrio.

El equilibrio hídrico se define como un estado de equilibrio del sistema biológico en el cual la entrada de agua al organismo se iguala al total de salida.

La correcta compensación de las pérdidas de agua y electrolitos durante largas sesiones de entrenamiento o competiciones es seguramente una de las tareas nutritivas más importantes. El agua no sólo es nuestro nutriente más importante en cuanto a la cantidad que ingerimos (aun sin practicar deporte hemos de beber al menos 1,5 litros diarios) sino que además es el componente principal de nuestro cuerpo.

Cuantitativamente la mayor parte del agua aparece en la musculatura. Cuanto más activa es una célula corporal (célula muscular) mayor es su consumo de agua. No hay otro nutriente cuya falta repercuta tan rápidamente en forma peligrosa para la salud como un déficit de agua. A partir de solo un 1% de pérdida de agua en relación al peso corporal este déficit de líquido puede traducirse en una disminución del rendimiento.

El agua es vital para restituir las pérdidas de líquido en el suero sanguíneo debidas a la sudoración y prevenir un espesamiento de la sangre (hipovolemia). El aporte de agua asegura el flujo y con ello la función transportadora (oxigeno, nutrientes, calor, lactato, Co2) de la sangre, así como una buena irrigación de los tejidos periféricos. Con esto, está relacionada la perfecta refrigeración del organismo.

Por todos estos motivos, la suficiente aportación de agua antes, durante y después del entrenamiento es una medida preventiva esencial para los deportistas, y es tan importante para el rendimiento como la nutrición adecuada.

## 4.15. Suplementos y fármacos.

A la hora de hablar de suplementos y fármacos que disminuyan la fatiga física en el ámbito del Fitness, antes es importante entender y conocer en profundidad lo que significa este concepto para poder actuar de la forma adecuada y reducir o retrasar su aparición.

“En el estado de fatiga disminuye la concentración de ATP en las células nerviosas y se altera la síntesis de acetilcolina en las formaciones sinápticas, se retarda la velocidad de transformación de las señales procedentes de los propio y quimiorreceptores y en los centros motores se desarrolla la inhibición protectora vinculada a la formación del ácido gamma-aminobutírico.” Volkov (1990).

“Durante la fatiga se inhibe la actividad de las glándulas de secreción interna, lo que disminuye la producción de algunas hormonas y la actividad de algunas enzimas. Esto se proyecta en la ATP-asa miofibrilar que controla la transformación de la energía química en trabajo mecánico. Al bajar la velocidad de la desintegración de ATP, en las miofibrillas disminuye automáticamente la potencia del trabajo que se realiza. En el estado de fatiga se reduce la actividad de las enzimas de oxidación aeróbica y se altera la conjugación de las reacciones de oxidación con la resíntesis de ATP. Para mantener el nivel necesario de ATP se efectúa la intensificación secundaria de la glucólisis.” Volkov (1990).

“El catabolismo intensificado de los compuestos proteicos va acompañado de un aumento del contenido de urea en sangre. Fatigados los músculos, se agotan las reservas de substratos energéticos, se acumulan los productos de la descomposición (Lactato, cuerpos cetónicos, etc.) y se observan bruscos cambios del medio intracelular. En este caso se trastorna la regulación de los procesos vinculados al abastecimiento energético de los músculos, se manifiestan las alteraciones bien expresadas en la actividad de los sistemas de respiración pulmonar y de circulación sanguínea”. Volkov (1990).

Por lo tanto, se puede deducir que para eliminar o reducir la fatiga muscular, se pueden utilizar dos estrategias:

• **Natural:** consiste en descansar adecuadamente y comer la mayor cantidad de potasio, carbohidratos y proteínas posible.

• **Química:** comprar en la farmacia proteínas, aminoácidos y creatina, que son complementos que hacen que disminuya el cansancio y aumente el rendimiento.

## 4.16. Termorregulación y ejercicio físico.

El ser humano es, como todos los mamíferos, homeotermo, es decir, un organismo que mantiene constante la temperatura de las zonas profundas del cuerpo, a pesar de la variación en la temperatura externa. Existen unas regulaciones térmicas que mantienen la igualdad entre producción y eliminación de calor, las cuales se ven aumentadas durante el ejercicio físico.

La eliminación de calor por la piel se realiza mediante la radiación, conducción, convección y evaporación del sudor. Esta última es el principal mecanismo de disipación de calor, sobre todo en condiciones de temperatura elevada, la cual dificulta los mecanismos de radiación y convección. Para que sea efectiva, la ventilación debe ser buena y la humedad ambiental baja.

El perfecto funcionamiento del mecanismo de pérdida de calor (termólisis) por evaporación, va a depender de mantener una buena hidratación y de que exista un ambiente seco que permita la evaporación del sudor, ya que a mayor saturación de moléculas de agua en el ambiente mayor dificultad de que este mecanismo sea eficiente.

Ante un ejercicio muscular intenso se producen importantes cambios fisiológicos encaminados a disminuir la temperatura corporal y que consisten en una redistribución sanguínea hacia la piel (con pérdida de calor al exterior) y los músculos, con sobrecarga circulatoria y aumento de la frecuencia cardiaca; de la misma manera, ante un ambiente exterior frío se produce un aumento del flujo sanguíneo a través de la piel con pérdida de calor. Sin embargo, si la temperatura ambiental es igual o superior a la corporal, el único medio para disminuir la temperatura corporal es la evaporación por el sudor. El objetivo principal es que el organismo trata de refrigerarse en dichas circunstancias.

El sistema de termorregulación depende fundamentalmente de varios factores:

• La constitución del individuo, sobre todo el grado de obesidad.

• La edad.

• El entrenamiento del sujeto al calor.

• El grado de humedad atmosférico.

• El viento.

• La vestimenta.

• La existencia de enfermedades que dificultan la sudoración.

• Enfermedades que cursan con un aumento de la producción del calor.

• Consumo de ciertos fármacos.

• Psicopatía y estados de estilismo agudo o crónico que disminuyen la tolerancia al calor excesivo.

#### 4.16.1. Mecanismos de regulación.

El mantenimiento de una temperatura corporal dentro de los límites adecuados solamente es posible por la capacidad que tiene el cuerpo para poner en marcha una serie de mecanismos que favorecen el equilibrio entre los que facilitan la producción de calor y los que consiguen la pérdida del mismo. Estos mecanismos se exponen a continuación de forma resumida.

**○ Mecanismos de producción de calor.**

Las principales fuentes de producción basal del calor son a través de la termogénesis tiroidea y la acción de la trifosfatasa de adenosina (ATPasa) de la bomba de sodio de todas las membranas corporales. La ingesta alimentaria incrementa el metabolismo oxidativo que se produce en condiciones basales. Estos mecanismos son obligados en parte, es decir, actúan con independencia de la temperatura ambiental, pero en determinadas circunstancias pueden actuar a demanda si las condiciones externas así lo exigen.

La actividad de la musculatura esquelética tiene también una gran importancia en el aumento de la producción de calor. La cantidad de calor producida puede variar según las necesidades. Cuando está en reposo contribuye con un 20%, pero durante el ejercicio esta cifra puede verse incrementada hasta 10 veces más. El escalofrío es el mecanismo más importante para la producción de calor y este cesa cuando la temperatura corporal desciende por debajo de los 30ºC. El metabolismo muscular aumenta la producción de calor en un 50% incluso antes de iniciarse el escalofrío, pero cuando éste alcanza su intensidad máxima la producción corporal de calor puede aumentar hasta 5 veces lo normal.

Otro mecanismo de producción de calor es el debido al aumento del metabolismo celular por efecto de la noradrenalina y la estimulación simpática. Este mecanismo parece ser proporcional a la cantidad de grasa parda que existe en los tejidos. El adipocito de la grasa parda, que posee una rica inervación simpática, puede ser activado por los estímulos procedentes del hipotálamo y transmitidos por vía simpática con producción de noradrenalina, la cual aumenta la producción de AMP-cíclico, que a su vez activa una lipasa que desdobla los triglicéridos en glicerol y ácidos grasos libres. Estos pueden volver a sintetizar glicéridos o bien ser oxidados con producción de calor. Este mecanismo, que tiene una importancia relativa en el adulto por su escasa cantidad de grasa parda, no es así en los recién nacidos y lactantes donde tiene una importancia capital, ya que la grasa parda puede llegar a suponer hasta un 6% de su peso corporal y son incapaces de desarrollar escalofríos o adoptar una postura protectora ante el frío.

El calor absorbido por la ingesta de alimentos y bebidas calientes también puede producir un mínimo aumento de calor, lo mismo que las radiaciones captadas por el cuerpo y procedentes fundamentalmente del sol (ultravioletas) o de lugares próximos (infrarrojos).

**○ Mecanismos de pérdida de calor.**

El calor del cuerpo se pierde por radiación, convección, conducción y evaporación. En posteriores apartados, se explicarán de forma detallada cada uno de estos mecanismos.

#### 4.16.2. Vasodilatación y sudoración.

Para mantener constante la temperatura del cuerpo, el organismo utiliza fundamentalmente dos sistemas:

• Vasodilatación.

• Sudoración.

En este contexto, es muy importante tener en cuenta que la puesta en funcionamiento de estos dos sistemas es susceptible de entrenamiento, por lo que los sujetos que están acostumbrados a entrenar en situaciones de calor, son capaces de termorregular de una manera más eficaz que los sujetos que entrenan normalmente con otras condiciones térmicas.

**○ Vasodilatación.**

La vasodilatación está regulada por el hipotálamo, y consiste en aumentar el riego sanguíneo en determinadas zonas, principalmente desde los órganos internos hacia la periferia. En condiciones de ejercicio intenso, lo que ocurre es que se transmite el calor desde los órganos hacia los tejidos periféricos a través de la sangre, por medio de la conducción y convección; y desde la sangre al exterior, mediante conducción y radiación.

Todo este proceso se realiza gracias al gradiente de temperatura, el problema aparece cuando la temperatura ambiente es tan elevada como la temperatura de la piel o de la sangre, con lo que el gradiente es nulo y por lo tanto es muy difícil perder calor a través de este proceso.

Las consecuencias de una vasodilatación excesiva pueden conllevar un descenso del rendimiento del deportista. En primer lugar, el hecho de aumentar el flujo sanguíneo periférico conlleva una disminución del riego en otros órganos de menor importancia durante el ejercicio; y, en segundo lugar, y más relacionado con el rendimiento, encontramos que, como consecuencia de este aumento de flujo sanguíneo periférico, se aumenta el gasto cardíaco, con lo que la frecuencia cardiaca se ve aumentada. En condiciones de calor extremo, podemos llegar a un punto en el cual, a pesar de este aumento de la frecuencia cardiaca, haya una bajada de la presión arterial acompañada de un menor riego sanguíneo en los músculos activos, con la consecuente sensación de debilidad que esto supondría para el deportista.

**○ Sudoración.**

En el momento en el que la temperatura ambiental es mayor que la temperatura de la piel, el gradiente o diferencia entre la temperatura es negativo, por lo que el cuerpo tenderá a ganar calor. En este caso, el único medio utilizado para perder calor es la evaporación del sudor.

#### 4.16.3. Consecuencias secundarias de la sudoración.

La sudoración es muy importante para mantener constante la temperatura durante el ejercicio realizado a alta temperatura, pero una alta tasa de sudoración puede tener consecuencias negativas. En primer lugar, la tasa de sudoración puede alcanzar hasta los dos litros/hora, lo que se relaciona con una pérdida importante de agua y la consecuente deshidratación que conllevará un aumento de la viscosidad de la sangre provocando un descenso del volumen sistólico.

Otra consecuencia de una elevada tasa de sudoración durante períodos de tiempo prolongados puede ser el descenso de la producción de orina. Durante una sudoración excesiva, se observan alteraciones en el funcionamiento del riñón, detectándose una disminución de la filtración glomerular y un aumento de la reabsorción de agua y sodio. Todos estos procesos se ponen en funcionamiento como respuesta al descenso del volumen plasmático inducido por la alta tasa de sudoración.

#### 4.16.4. Otros mecanismos de pérdida de calor.

Como se ha comentado con anterioridad, el calor del cuerpo se pierde por radiación, convección, conducción y evaporación.

○ **Radiación:**

La pérdida de calor por radiación significa pérdida de calor en forma de rayos infrarrojos, que son ondas electromagnéticas. Es decir, existe un intercambio de energía electromagnética entre el cuerpo y el medio ambiente u objetos más fríos y situados a distancia. La cantidad de radiación emitida varía en relación al gradiente que se establece entre el cuerpo y el medio ambiente. Hasta el 60% de la pérdida de calor corporal puede tener lugar por este mecanismo.

○ **Convección:**

Es la transferencia de calor desde el cuerpo hasta las partículas de aire o agua que entran en contacto con él. Estas partículas se calientan al entrar en contacto con la superficie corporal y posteriormente, cuando la abandonan, su lugar es ocupado por otras más frías que a su vez son calentadas y así sucesivamente. La pérdida de calor es proporcional a la superficie expuesta y puede llegar a suponer una pérdida de hasta el 12%.

○ **Conducción:**

Es la pérdida de pequeñas cantidades de calor corporal al entrar en contacto directo la superficie del cuerpo con otros objetos más fríos como una silla, el suelo, una cama, etc. Cuando una persona desnuda se sienta por primera vez en una silla se produce inmediatamente una rápida conducción de calor desde el cuerpo a la silla, pero a los pocos minutos la temperatura de la silla se ha elevado hasta ser casi igual a la temperatura del cuerpo, con lo cual deja de absorber calor y se convierte a su vez en un aislante que evita la pérdida ulterior de calor. Habitualmente, por este mecanismo, se puede llegar a una pérdida de calor corporal del 3%. Sin embargo, este mecanismo adquiere gran importancia cuando se produce una inmersión en agua fría, dado que la pérdida de calor por conductividad en este medio es 32 veces superior a la del aire.

○ **Evaporación:**

Es la pérdida de calor por evaporación de agua. En lo dicho anteriormente sobre la radiación, convección y conducción observamos que mientras la temperatura del cuerpo es mayor que la que tiene el medio vecino, se produce pérdida de calor por estos mecanismos. Pero cuando la temperatura del medio es mayor que la de la superficie corporal, en lugar de perder calor el cuerpo lo gana por radiación, convección y conducción procedente del medio vecino. En tales circunstancias, el único medio por el cual el cuerpo puede perder calor es la evaporación, llegando entonces a perderse más del 20% del calor corporal por este mecanismo. Cuando el agua se evapora de la superficie corporal, se pierden 0,58 calorías por cada gramo de agua evaporada. En condiciones basales de no sudoración, el agua se evapora insensiblemente de la piel y los pulmones con una intensidad de 600 ml al día, provocando una pérdida continua de calor del orden de 12 a 16 calorías por hora. Sin embrago, cuando existe una gran sudoración puede llegar a perderse más de un litro de agua cada hora. El grado de humedad del aire influye en la pérdida de calor por sudoración y cuanto mayor sea la humedad del medio ambiente menor cantidad de calor podrá ser eliminada por este mecanismo. Con la edad aparece una mayor dificultad para la sudoración, con la consiguiente inadaptación a las situaciones de calor, hecho similar que se reproduce en algunas personas con alteración de las glándulas sudoríparas. Por el contrario, existen determinadas enfermedades de la piel que favorecen la pérdida de agua a través de la misma.

## 4.17. Diferencias de género.

Las diferencias de género en el ámbito del fitness se basan en una serie de principios como los que se describen a continuación.

El cuerpo del hombre es, por término medio, un 8% más grande, un 10% más pesado y un 7% más alto que el de la mujer. Esto hace que el varón sea un 30% más fuerte que la mujer, ya que su tejido muscular pesa el doble. Además, es más rápido y posee una mayor resistencia a la fatiga.

La menor talla de la mujer es debida a la producción en sus ovarios de estrógenos, que frenan el crecimiento del cuerpo, mientras que los andrógenos fortalecen el cuerpo y aumentan el crecimiento de músculos y huesos.

Los hombres gracias a la testosterona, poseen una mayor masa muscular. Además el corazón y los pulmones masculinos son de mayor tamaño y mueven una cantidad superior de sangre, lo que se traduce en un mayor transporte de oxígenos a los músculos. Esto, unido a que el hombre posee también un mejor transporte de calcio al interior de las células, hace que el rendimiento de músculo masculino sea superior al femenino.

Los varones tienen la mitad de grasa que las mujeres. La testosterona ayuda a que el varón tenga una proporción corporal de grasa de un 12% frente a un 40% de proteínas. En las chicas, como sus hormonas distribuyen las grasas y las proteínas por todo el cuerpo, tienen una proporción de un 25% de grasa frente a un 23% de proteínas.

En los deportistas profesionales, el porcentaje de grasa en hombres es de un 4% y en las mujeres de un 9%, y téngase en cuenta que la grasa presenta una sobrecarga inútil, al contrario que el músculo, es incapaz de generar fuerza.

## 4.18. El equilibrio hídrico: rehidratación y ejercicio físico.

A la hora de realizar ejercicio físico, es necesario conocer la importancia de hidratarse desde que se inicia un esfuerzo físico, por muy corto que vaya a ser este. Aunque también es cierto que un esfuerzo no superior a una hora de duración no conduce a pérdidas preocupantes de agua.

Durante el esfuerzo, el mecanismo de la sed no es del todo eficiente y sobreviene demasiado tarde, lo cual puede conducir a la aparición de la deshidratación. En el ejercicio, el organismo necesita ahorrar agua y electrolitos, y en ello contribuyen el riñón y las hormonas emitiendo un menor volumen de orina. Así pues, conviene rehidratarse periódicamente en el transcurso de un esfuerzo sin llegar a tener sed en ningún momento.

Debido a que el cuerpo suda de forma hipotónica, es decir, más agua que sales, no debemos rehidratarnos nunca sólo con agua, porque no estamos aportando a la célula el sodio que necesita para el equilibrio hidroeléctrico. Pero también debemos huir de la clásica rehidratación con únicamente bebidas isotónicas, ya que estas contienen la misma cantidad de sales que de agua, no ayudando al equilibrio hídrico. A pesar de que se desconoce la fórmula “ideal” de rehidratación, está bien aceptada la solución 1/3 (1litro de isotónico por cada 3 de agua). Además, sería óptimo que estas soluciones contuvieran glucosa para facilitar la absorción del sodio.

La forma más recomendable de realizar esta rehidratación es, sobre todo en carreras de larga duración, comenzarlas con el estómago parcialmente ocupado con los fluidos adecuados e irlos reponiendo cada cierto tiempo. Tampoco parece muy acertado el criterio muy extendido de realizarlo repetidas veces y con mucha frecuencia en pequeñas cantidades ya que la velocidad a la que el estómago se vacía aumenta cuanto mayor es el volumen en el mismo, ocasionando incomodidad al deportista.

# 5. Análisis e interpretación de datos obtenidos en los test, pruebas y cuestionarios.

El análisis de los datos y la interpretación de los resultados es una fase muy importante en la aplicación de baterías de tests, pruebas y cuestionarios de valoración de la condición física, biológica y motivacional.

## 5.1. Aplicación del análisis de datos.

Como dice Encinas (1993), los datos en sí mismos tienen limitada importancia, es necesario "hacerlos hablar", en ello consiste, en esencia, el análisis e interpretación de los datos.

La finalidad principal del análisis de los datos obtenidos en los test, pruebas y cuestionarios de evaluación es resumir los resultados obtenidos de forma tal que proporcionen las pautas que se deben seguir para la elaboración de un programa de entrenamiento. La interpretación, más que una operación distinta, es un aspecto especial del análisis y su objetivo es buscar un significado más amplio a las respuestas mediante su trabazón con otros conocimientos disponibles que permitan la definición y clarificación de los conceptos y las relaciones entre estos y los hechos materia de la investigación.

La relación entre análisis e interpretación y la forma específica que toman, tanto separada como conjuntamente, varían de un sujeto a otro, dependiendo de los distintos esquemas o niveles de investigación y, fundamentalmente, del diseño propuesto.

Los datos, a partir de los cuales se inicia el análisis, son diferentes según el nivel físico, biológico y motivacional de la persona, el cual depende de la condición física de la persona.

A partir de los datos obtenidos en el **Chequeo**de la condición física, biológica y motivacional de un conjunto de personas o de una persona en particular, se debe hacer lo siguiente:

• Realizar cálculos estadísticos básicos.

• Realizar gráficas representativas de los resultados.

• Calcular nuevos datos indirectos a partir de datos primarios o directos.

• Elaborar conclusiones utilizando la terminología adecuada.

• Analizar discordancias entre datos, identificando valores erróneos y estadísticamente no fiables o poco significativos.

• Comparar resultados obtenidos con los patrones de normalidad consultado baremos suficientemente contrastados.

## 5.2. Modelos de análisis.

○ **Modelo:**

Es la representación de un sistema o proceso que permite explicar, y en algunos casos predecir, un comportamiento.

En el ámbito del fitness, se deben utilizar tres modelos para el análisis de la condición física, biológica y motivacional de los individuos. Estos modelos son los siguientes:

• **Modelos físicos.**

• **Modelos biológicos:** modelo estructural o anatómico, modelo evolutivo, modelo fisiológico o energético.

• **Modelos psicológicos:** modelos conductistas, modelos cognitivos o del procesamiento de la información, modelos constructivistas.

De manera resumida, pasamos a considerar las características principales de cada uno de ellos, para detenernos, con más detalle, en algunos modelos específicos que poseen gran peso en la actualidad.

**○ Modelos físicos.**

La principal virtud de estos modelos es la inclusión de variables susceptibles de ser evaluadas y medidas, por lo que dan lugar a técnicas avanzadas que profundizan en los procesos de aprendizaje y la mejora motriz, como son, por ejemplo, los que provienen de la biomecánica. A su vez, autores pertenecientes a la vertiente cognitiva, como Schmidt, harán alusión a estos parámetros en sus propios modelos.

Por el contrario, en este tipo de modelos se echa en falta la consideración de otros componentes que se encuentran inmersos en la acción motriz, como el cognitivo y el emocional.

**○ Modelos biológicos.**

El fundamento de estos modelos se basa en considerar las características biológicas del ser humano, es decir, sus aspectos estructurales, evolutivos y fisiológicos.

• **Modelos estructurales:** se centran en las características antropométricas y, como sabemos hoy en día, difieren de un modo considerable, ya no sólo entre las diferentes razas humanas, sino también dentro de cada una de ellas.

• **Modelos evolutivos:** los procesos de cambio y evolución motriz se explican por la propia maduración o deterioro biológico del organismo, obviando una gran cantidad de características que sabemos fundamentales en la actualidad.

• **Modelos fisiológicos:** perciben al hombre como generador de la energía que, a través de la actividad física, puede ir consumiendo. Cualquier carencia en el proceso de aprendizaje motor se explica como déficit de tipo fisiológico.

**○ Modelos psicológicos.**

La consideración de estos modelos se desarrolla a partir de la propia evolución histórica de la Psicología, configurando diferentes modelos en función de los paradigmas vigentes en cada época. En este sentido, podemos destacar los siguientes:

• **Modelos conductistas:** centran su interés en las conductas que se pueden observar directamente, así como en los mecanismos de asociación que los configuran. Dos son los principales modelos que poseen cierta vigencia actualmente en el ámbito del aprendizaje motor:

• **Condicionamiento clásico:** se utiliza para el aprendizaje de conductas que se encuentran en el repertorio de los sujetos y que se condicionan, mediante un proceso adecuado, a estímulos que en principio son neutros. Según la propia terminología de Paulov (1927), pasan a ser estímulos condicionados.

• **Condicionamiento operante:** se basa en la asociación favorable y desfavorable de ciertas conductas realizadas con la aparición de eventos, situaciones o elementos que actúan como reforzadores o que, por el contrario, son percibidos como castigo. Los refuerzos positivos aumentan la probabilidad de que suceda una conducta, mientras que los refuerzos negativos o castigos la disminuyen. En este sentido, es fundamental la labor de B. F. Skinner, pionero en psicología experimental y que defendió tesis conductistas a lo largo del siglo XX.

• **Modelos cognitivos:** surgen para dar respuesta al papel que juegan los procesos mentales que subyacen al acto motor y al propio proceso de aprendizaje. Por ejemplo, los procesos perceptivos, su integración y procesamiento, así como la salida de la información que tiene lugar. Estos modelos han derivado, principalmente, en dos vertientes: la cibernética y el procesamiento de la información.

• **La cibernética:** se encarga del estudio de los mecanismos de control que se encuentran presentes en las máquinas y, a partir de ellos, se establecen algunas aseveraciones extrapolables al ser humano. Su aporte más representativo es la noción de feedback. A partir de este concepto se derivan el de input, o información de entrada que recibe el sistema, y de output, o información de salida que es emitida por el mismo sistema. Los autores más representativos de este modelo son Adams (1971) y Keele (1968).

• **El procesamiento de la información:** el punto de partida de estos modelos es la conocida teoría de la continuación de Shannon y Weaver (1964), en la que se explica que en el proceso de comunicación interviene un emisor, un canal a través del cual se transmite el mensaje, y un receptor del mismo. En estos modelos se añade la importancia del procesamiento que la memoria realiza de la información que se adquiere y que se posee. Los autores más representativos de este paradigma serían Welford (1976) y Marteniuk (1976).

• **Modelos constructivistas:** su aparición trata de responder a algunas deficiencias que presentan los modelos provenientes del procesamiento de la información y que obvian aspectos esenciales como la influencia de la cultura, las emociones, la motivación o la importancia de la toma de conciencia. Desde este paradigma, el acto motor se entiende como un acto inteligente que exige de la interacción sujeto-medio, otorgando un papel eminentemente activo y participativo al aprendiz.

• **Teoría de la Gestalt:** la palabra Gestalt carece de significado literal en español, pero puede traducirse aproximadamente por «forma, aspecto o configuración». El lema que hicieron famoso los teóricos de la Gestalt, «el todo es más que la suma de las partes», sintetiza esta teoría. Al principio se aplicaba a la percepción, pero luego fue utilizada en el proceso del aprendizaje. Los psicólogos de la Gestalt dicen que buena parte del aprendizaje humano es por «insight»: esto significa que el paso de la ignorancia al conocimiento ocurre con rapidez, «de repente», tras organizar las percepciones después de un periodo de reflexión.

## 5.3. La interpretación de datos obtenidos en los distintos test, pruebas y cuestionarios.

Para la interpretación de los datos obtenidos en los distintos test, pruebas y cuestionarios de la forma más completa posible hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

• Evaluación de factores de riesgo.

• Coordinación con otros especialistas.

• Evaluación del estilo de vida del usuario.

### 5.3.1. Evaluación de factores de riesgo.

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), un **factor de riesgo** es cualquier rasgo, característica o exposición del individuo que aumente su probabilidad de sufrir una enfermedad o lesión.

Debido a la importancia de la detección de este tipo de factores en las personas, es importante que se evalúen a la hora de interpretar los resultados obtenidos en los test, pruebas y cuestionarios aplicados para que se puedan tener en cuenta y eliminar en los programas de entrenamiento que se van a desarrollar.

Los factores de riesgo para la salud serán diferentes en función de la persona que se esté evaluando, ya que van en función de sus características biológicas, sus hábitos diarios, el deporte que realizan normalmente, etc.

### 5.3.2. Coordinación con otros especialistas. La prescripción del ejercicio desde otros especialistas.

La prescripción del ejercicio se refiere comúnmente al plan específico de las actividades que se diseñan para un propósito especificado, que es desarrollado a menudo por un especialista de la aptitud o de la rehabilitación para el cliente o el paciente.

Debido a las necesidades y a los intereses específicos y únicos del cliente/del paciente, la meta de la prescripción del ejercicio debe ser la integración acertada de los principios del ejercicio y de las técnicas del comportamiento que son necesarias para la persona en función de su condición.

Los componentes de la prescripción del ejercicio por parte de los especialistas incluyen generalmente las siguientes recomendaciones específicas:

• Tipo del ejercicio o de la actividad concreta a realizar (caminar, nadar, bicicleta, etc.).

• Cargas de trabajo específicas (vatios, velocidad de marcha o carrera, etc.).

• Duración y frecuencia de las sesiones de actividad o ejercicio físico.

• Nivel de intensidad – frecuencia cardiaca objetivo (FC) y percepción de esfuerzo físico estimada (PEF).

• Precauciones con respecto a ciertas restricciones por algún tipo de discapacidad o problemas de percepción y/o interpretación.

Teniendo en cuenta que fitness significa llevar a un estado de buena salud y que es la capacidad de llevar a cabo diariamente tareas con vigor y viveza, sin excesiva fatiga y con suficiente energía como para disfrutar del tiempo libre, aunque surjan emergencias imprevistas, la mayoría de los autores están de acuerdo en los componentes del fitness o de la condición física relacionada con la salud son:

• Composición corporal.

• Resistencia cardiorrespiratoria.

• Flexibilidad músculo-esquelética.

• Fuerza y resistencia muscular.

Por lo tanto, la principal finalidad de la prescripción del ejercicio físico por parte de los especialistas es mantener los niveles adecuados de cada uno de estos cuatro componentes.

○ **Composición corporal:**

La composición corporal muestra cómo se distribuye el peso corporal (masa magra, masa ósea, masa muscular y peso residual o de los órganos). A lo largo de los años, la composición corporal experimenta cambios. La práctica asidua de ejercicio físico puede hacer más lento el decremento en la masa ósea (sobre todo en mujeres) y de la masa muscular, así como el incremento del peso graso. Es decir, la práctica regular de ejercicio físico en las personas mayores puede prevenir o disminuir la incidencia de la osteoporosis, la sarcopenia y enfermedades asociadas a altos índices de tejido adiposo tales como la diabetes, la hipertensión, la hiperinsulemia, la hipertrigliceridemia, etc. Para ello es necesario que incluir a las personas en programas de entrenamiento que contengan ejercicios físicos en los que se trabajen la flexibilidad, la resistencia cardiorrespiratoria y la fuerza y la resistencia muscular. El ejercicio físico, un estilo de vida activo y una alimentación adaptada a las necesidades nutricionales individuales constituyen los medios más eficaces para mantener una composición corporal óptima y nos ayudarán a conseguir nuestros objetivos principales: retrasar la muerte biológica y gozar de una buena calidad de vida.

○ **Resistencia cardiorrespiratoria:**

Muchos investigadores lo consideran el componente del fitness más importante para la salud, ya que puede prevenir diferentes patologías cardíacas, causa principal de muerte en personas mayores. Por otra parte, debemos tener en cuenta que el modo óptimo de ejercicio cardiorrespiratorio para los mayores puede verse influenciado por variables psicosociales y fisiológicas tales como la capacidad de trabajo, limitaciones en el desplazamiento, problemas ortopédicos, etc. En la prescripción del fitness cardiorrespiratorio se tienen que especificar las siguientes variables:

• **Tipo:** cualquier actividad que requiera la participación de grandes grupos musculares, que pueda ser mantenida durante un periodo de tiempo prolongado y de naturaleza rítmica y aeróbico. Andar es la actividad que produce mayores tasas de adherencia, siendo además muy segura desde el punto de vista cardiovascular y del aparato locomotor. Es aconsejado realizar actividades variadas para disminuir la incidencia de lesiones, así como para hacer más ameno el ejercicio y crear mayor adherencia.

• **Intensidad:** en general, la intensidad debe seguir las mismas directrices para personas sanas que para personas con problemas (55/65%-90 FCmáx. y 40/50-85% VO2máx. y FCmáx de reserva), aunque se recomienda utilizar intensidades más moderadas o bajas en las etapas iniciales.

• **Duración:** ente 20 y 60 minutos, que va a depender de la intensidad y del tipo de ejercicio cardiorrespiratorio.

• **Pausas/descansos:** para producir efectos beneficiosos para la salud, no tiene por qué ser continua, sino que puede realizarse por intervalos (de al menos 10 minutos de duración).

• **Frecuencia:** de 3 a 5 veces por semana.

• **Progresión:** mejor aumentar la duración que la intensidad del ejercicio.

○ **Flexibilidad músculo-esquelética:**

La flexibilidad se hace más importante si cabe en las personas debido a que es una cualidad involutiva y a que una perdida sustancial puede producir incapacidades y pérdida de autonomía para realizar ciertas tareas cotidianas. En la prescripción de flexibilidad músculo-esquelética se tienen que especificar las siguientes variables:

• **Tipo:** los métodos más adecuados para trabajar la flexibilidad son los dinámicos lentos con final estático (10-30 seg.) o la FNP (facilitación neuromuscular propioceptiva) durante 6 segundos, seguido de 10-30 segundos.

• **Intensidad:** se debe sentir tensión, pero no dolor.

• **Pausas/descansos:** 10-20 segundos entre series y el tiempo suficiente para cambiar de ejercicio.

• **Duración:** es importante realizar de 3 a 5 repeticiones de cada estiramiento.

• **Frecuencia:** un mínimo de 2 o 3 veces por semana hasta 5.

○ **Fuerza y resistencia muscular:**

El entrenamiento contrarresistencias es esencial para un correcto desarrollo del fitness muscular. De esta manera, podemos prevenir o disminuir la incidencia de enfermedades (sarcopenia, la osteoporosis, etc.) que conducen a una disminución de la calidad de vida. En la prescripción del fitness muscular se tienen que especificar las siguientes variables:

• **Tipo:** ejercicios de autocarga, ejercicios con aparatos pequeños, ejercicios con gomas o ejercicios con máquinas selectorizadas.

• **Intensidad:** 10-15 RM (61-75% de la Contracción Voluntaria Máxima\*) o 12-13 en la Escala de Borg.

• **Duración:** una serie de 8-10 ejercicios que impliquen grandes grupos musculares. Procurar que no se tarde más de 20'.

• **Pausas/descansos:** 2 minutos entre series.

• **Frecuencia:** al menos 2 veces/semana hasta 4, con un mínimo de 48 horas de recuperación (para los grupos musculares que se hayan trabajado).

• **Progresión:** aumentar primero el número de repeticiones y luego aumentar la resistencia. Posteriormente, aumentar la frecuencia de entrenamientos.

A continuación, se muestra el ejemplo de la ficha de recogida de información para la prescripción de ejercicio físico que rellenan los especialistas:

Tabla

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

### 5.3.3. Evaluación del estilo de vida del usuario.

Tanto a nivel personal como en un colectivo, existen formas y maneras de comportarse que son más favorables para la salud, frente a otras que pueden resultar más desfavorables. Esto deriva en la prescripción del ejercicio se refiere comúnmente al plan específico de las actividades que se diseñan para un **Propósito** especificado, que es desarrollado a menudo por un especialista de la aptitud o de la rehabilitación para el cliente o el paciente.

O bien, tal como Mendoza (1994) propone: “El estilo de vida puede definirse como el conjunto de patrones de conducta que caracterizan la manera general de vivir de un individuo o grupo” (Sánchez Bañuelos, 1996; Casimiro, 1999).

El Glosario de promoción de la salud (O.M.S., 1999) define estilo de vida de una persona como aquel “compuesto por sus reacciones habituales y por las pautas de conducta que ha desarrollado durante sus procesos de socialización. Estas pautas se aprenden en la relación con los padres, compañeros, amigos y hermanos, o por la influencia de la escuela, medios de comunicación, etc. Dichas pautas de comportamiento son interpretadas y puestas a prueba continuamente en las diversas situaciones sociales y, por tanto, no son fijas, sino que están sujetas a modificaciones”.

Teniendo en cuenta estas definiciones, podemos afirmar que los estilos de vida de una persona están determinados por cuatro grandes tipos de factores que interaccionan entre sí y cuya división no es **Rígida,** sino que todos ellos conjuntamente moldean los estilos de vida de los individuos y los grupos:

• **Características individuales:** personalidad, intereses, educación recibida, etc.

• **Características del entorno microsocial en que se desenvuelve el individuo:** vivienda, familia, amigos, ambiente laboral o estudiantil, etc.

• **Factores macrosociales:** sistema social, la cultura imperante, los medios de comunicación, etc.

• **El medio físico geográfico** que influye en las condiciones de vida imperantes en la sociedad y, a su vez, sufre modificaciones por la acción humana.

En base a las características individuales, se pueden entender los estilos de vida saludables como patrones conductuales beneficiosos para la salud que son aprendidos y surgen de una elección individual interna consciente e inconsciente. Es consciente porque el individuo escoge entre una amplia gama de conductas que están disponibles en su ambiente social, e inconsciente puesto que las condiciones sociales y ambientales circundantes influyen en su elección (Gutiérrez, 2000).

Mendoza (1994) afirma: “dentro de una determinada sociedad no hay un único estilo de vida saludable sino muchos, cualquiera que sea la definición de salud que se adopte. El estilo ideal de vida saludable no existe, afortunadamente, porque implicaría que sólo una cierta manera de afrontar diariamente la realidad en la que se vive es saludable. Además, cualquier estilo de vida calificado globalmente como saludable puede contener elementos no saludables, o saludables en un sentido, pero no en otro”.

## 5.4. Análisis diagnóstico para la elaboración de programas de entrenamiento.

Una vez que se han analizado los resultados obtenidos en la aplicación de una batería de test, pruebas y cuestionarios concretos, que se han discriminado los aspectos relativos a la condición física, biológica y motivacional de la persona y se han detectado sus debilidades y los aspectos particulares a los que hay que prestar atención, se procede al desarrollo de los programas de entrenamiento físico.

### 5.4.1. Elaboración del informe específico.

Los componentes generales más significativos en la elaboración de informes específicos para la elaboración de programas de entrenamiento deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

• **Características de la persona:** edad, nivel competitivo, historia personal, trayectoria deportiva, motivación, aspiraciones, presiones percibidas, recursos, apoyo familiar y social, aspectos socioculturales, etc.

• **Requisitos técnicos del deporte/prueba:** es necesario conocer los requisitos técnicos del deporte y de la prueba. Por un lado, hay que saber qué condiciones físicas y psicológicas se precisan para competir en esa actividad: fuerza, velocidad, coordinación, concentración, etc. Por otro lado, se deben conocer aspectos concretos como la duración media de las competiciones, entorno en que se celebran, etc.

• **Fases y objetivos específicos del entrenamiento:** los requisitos físicos y psicológicos no son los mismos a lo largo del entrenamiento. Varían considerablemente según se trate del inicio del ejercicio, la fase más dura y el período de puesta a punto para la competición. Hay que tener en cuenta, asimismo, elaboración del informe supone un conocimiento profundo de:

- **Las personas:** personalidad, motivación, competitividad, estrés, ansiedad, etc.

- **Los procesos de grupo:** estructura, cohesión, liderazgo y comunicación.

- **Las características y requisitos** del deporte de que se trate.

La preparación psicológica del deportista es un subsistema del sistema de preparación total que debe generar una disposición adecuada para el entrenamiento, al tiempo que se perfeccionan las características emocionales y Volitivas facilitadoras del elevado rendimiento deportivo.

La preparación psicológica del deportista es inseparable del quehacer pedagógico, toda vez que hay que planificar, organizar y controlar el entrenamiento.

### 5.4.2. Metodología.

La metodología que se sigue para la elaboración de los programas de entrenamiento sigue una serie de principios generales y específicos como los que se describen a continuación.

**○ Principios generales.**

• En el entrenamiento conviene utilizar distintos métodos y medios, superando así paradigmas extremos y visiones parciales.

• La calidad del entrenamiento está determinada por la habilidad con que se diagnostican los aspectos relativos a la personalidad de la persona, así como por la capacidad para trazar objetivos y disponer de medios para alcanzarlos.

• Los objetivos específicos del entrenamiento, los medios para lograrlos y los resultados de los diagnósticos deben ser conocidos y aceptados por los deportistas y por los preparadores. Lo que se busca es el compromiso de todos para evitar el fracaso.

• Con el fin de realizar evaluaciones realistas de los programas de entrenamiento deben controlarse todos los aspectos pedagógicos y médicos.

• La preparación psicológica ha de ocupar el tiempo que sea necesario. Asimismo, ha de evitarse desnaturalizar el proceso de entrenamiento.

• El entrenamiento deportivo, sobre todo a altos niveles de rendimiento, ha de ser forzosamente individualizado. Desde este planteamiento, la preparación psicológica debe tener en cuenta las características y necesidades de cada persona.

**○ Principios específicos.**

Los principios específicos a tener en cuenta en la planificación de un programa de entrenamiento son:

• **Confianza:** La comprensión de un ejercicio lleva a la confianza de su utilidad práctica. Dudas e inseguridad, predisponen el entrenamiento al fracaso, al mismo tiempo que la confianza en el sentido del objetivo de los ejercicios que constituyen la base para el éxito.

• **Individualización:** Los progresos de entrenamiento deben de estar adaptados al individuo, esto se debe a que, como producto de la evaluación inicial, los objetivos se plantean de forma individual a cada sujeto.

• **Disciplina:** El entrenamiento está sometido a un sistema organizado. Eso es válido tanto para el entrenamiento físico, como para el entrenamiento psicológico. El objetivo del entrenamiento psicológico es para alcanzar el éxito.

• **Progresividad:** Todo tratamiento se debe implantar de forma progresiva, consiguiendo notas que se establecen de forma intermedia. Esto es porque el ser humano aprende también de forma progresiva.

• **Continuidad:** El trabajo de entrenamiento debe mantenerse en el tiempo, no debe ser nunca algo puntual.

• **Supervisión:** El entrenamiento requiere un control externo, que supervise y realice la evaluación del programa, ya que esta supervisión va a provocar en el deportista una motivación.

• **Integración:** El entrenamiento psicológico y el entrenamiento físico deberían estar unidos.

### 5.4.3. Prescripción de ejercicio en función de datos obtenidos.

Los factores que intervienen en el entrenamiento se engloban dentro del concepto de “carga y entrenamiento”, este se entiende como la totalidad de estímulos previamente seleccionados y estructurados que se aplican sobre el organismo, intentando **Propiciar** una reacción sobre el mismo. Los factores determinan y dosifican las cargas en el entrenamiento”. Son los componentes que se utilizan para establecer la cantidad y calidad de las cargas. Entre ellos tenemos:

• **Volumen**. Se concreta en la cantidad total de carga soportada durante una sesión de entrenamiento. Viene expresado en valores cuantitativos como pueden ser: tiempo total, kilómetros, peso total levantado, número de series y repeticiones, número de ejercicios, etc. Ejemplo: realizar 8 kilómetros de carrera/o correr durante 30 minutos.

• **Intensidad.** Es el componente de calidad del proceso de entrenamiento suele definirse por la cantidad de trabajo de entrenamiento o competición efectuada en la unidad de tiempo, indicando de este modo la potencia desarrollada en el ejercicio. Se entiende más claramente aplicado en tanto por ciento, siendo el 100% la máxima capacidad de trabajo. El porcentaje aplicado respecto a ella supone la intensidad (ejemplo: correr 1000 metros al 70%).

• **Recuperación.** Por recuperación se entiende el tiempo de descanso que se caracteriza por la ausencia parcial o total de actividad físico-deportiva, es decir, la falta de aplicación de estímulos de entrenamiento. Es un componente más de la carga, que permite acelerar el nivel de regeneración del organismo entre los estímulos o las sesiones, disminuyendo así la fatiga acumulada.

• **Planificación del entrenamiento deportivo.** La planificación es el proceso mediante el cual se definen y concretan las asociaciones que vamos a llevar a cabo en el entrenamiento, para ello se eligen, organizan y secuencian los sistemas que se van a utilizar y con base en los principios del entrenamiento se establecen las cargas determinando el volumen, la intensidad, etc. La planificación permite dosificar los esfuerzos de tal manera que se encuentre el estado óptimo cuando el deportista realmente lo necesita (fase de competición). Para ello es necesario emplear “procedimientos prácticos específicos que determinen los contenidos, los medios y las cargas de entrenamiento”. A estos procedimientos para conseguir los objetivos fijados mediante la realización de ejercicios físico-deportivos se les denomina” sistema de entrenamiento” (Prat, 1985). Los sistemas son pautas generales de trabajo que se utilizan para la preparación de todas las cualidades de un deportista.

Como describiera Matveiev (1982), el entrenamiento se caracteriza por el carácter cíclico expresado con precisión. Es decir, se deben establecer ciclos de entrenamiento (sesiones, etapas, períodos) que se alternan en orden circulatorio. Los ciclos se diferencian por el contendido renovado, o por la modificación parcial en la composición de los medios y métodos, o por el crecimiento de las cargas de entrenamiento, etc. Cada modalidad deportiva en función de sus características y de las competiciones a realizar establece una periodización y se organiza con unos ciclos determinados.

El entrenamiento se estructura en períodos por dos razones fundamentales (corteza y Ranzola, 1988):

• El deportista no puede mantener por mucho tiempo la forma deportiva, a causa de las limitaciones biológicas.

• Los cambios periódicos de la estructura y contenido del entrenamiento son una condición necesaria del perfeccionamiento deportivo para poder alcanzar un nuevo y superior escalón en el desarrollo de los deportistas. La experiencia práctica muestra que se tienen que alternar períodos de mayora carga con otros de menor.

### 5.4.4. Adecuación y respuesta a las necesidades y expectativas de la demanda.

Para poder comprender las necesidades de cada persona, es necesario conocer las circunstancias y el contexto que le envuelve. Sin tener estos conocimientos, no se puede recurrir a la intervención, ya que puede que no se actúe de la forma correcta. Por tanto, cuando se actúa, tenemos que pensar en unas circunstancias deportivas específicas.

Para la elaboración de programas de entrenamiento es importante tener en cuenta que cada persona tiene unas circunstancias tanto personales como deportivas individuales, por lo que necesita de una intervención específica. Por este motivo, es de gran importancia