



Prof. Edgar Lopategui Corsino
M.A., Fisiología de Ejercicios

APTITUD FÍSICA

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existe un auge por hacer ejercicios de todo tipo, particularmente en gimnasios, salones de pesas, pistas y en parques recreativos diseñados para caminar o trotar. Sin embargo, muchas personas ingresan a programas de actividad física que no se encuentran debidamente estructurados y que no cumplen con las medidas correspondientes de seguridad. Esto significa que estarán expuestos a riesgos innecesarios. Gran parte de este problema se deriva de la falta de una orientación correcta de cómo hacer los ejercicios y de escoger apropiadamente un gimnasio. Lamentablemente, la publicidad a través de los medios de comunicación es, en su inmensa mayoría, engañosa. Bajo este capítulo estaremos explorando el concepto de aptitud física, sus componentes y cómo se relacionan con el bienestar. Además, se discutirán diversas pruebas de campo y de laboratorio que evalúen los componentes que constituyen la aptitud física. Finalmente, se abundará sobre los pasos a seguir para planificar un programa de ejercicio y aptitud física, ya sea a nivel individual o para un grupo de personas interesadas en mejorar su condición física y bienestar general.

CONCEPTOS BÁSICOS DE APTITUD FÍSICA

Definiciones

Actividad Física y Ejercicio

Antes de comenzar a definir lo que significa aptitud física, es importante primero aclarar algunos conceptos relacionados que se emplean con frecuencia.

Comúnmente, se utilizan como sinónimos los términos *actividad física* y *ejercicio*, pero la realidad es que no significan lo mismo. *Actividad física* se refiere a *cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que resulta en gasto energético*. Por ejemplo, se considera actividad física recortar la grama, caminar hacia la farmacia, subir las escaleras de la casa, lavar el carro y otras. Éstas se clasifican como actividad física porque nosotros no la planificamos diariamente ni cuantificamos su duración ni intensidad. Por otro lado, el concepto *ejercicio* implica aquella *actividad física planificada, estructurada, repetitiva y dirigida hacia un fin, es decir, para el mejoramiento de la aptitud física*. En estos casos, un ejercicio podría ser ir a la pista a las 5:30 PM para caminar siete vueltas, cinco veces a la semana y a una moderada intensidad. Como vemos, esto es planificado diariamente, de manera que se considera como ejercicio.

Aptitud Física

Definición Tradicional (Véase Figura 2-1)

La definición clásica de aptitud física, una de las primeras en salir en la literatura, se describe como *la capacidad de llevar a cabo las actividades cotidianas normales (trabajo y asueto) con vigor, eficiencia y sin fatigarse en exceso, teniendo aún energía suficiente para disfrutar de pasatiempos y lidiar con emergencias imprevistas.*



Definición según Casperson, Powell y Christenson (1985)

"Un conjunto de atributos que las personas poseen o alcanzan que se relaciona con la habilidad para llevar a cabo actividad física"

Definición según Pate (1988)

"Un estado caracterizado por (a) una habilidad para realizar actividades diarias con vigor y (b) una demostración de las características y capacidades que están asociadas con un bajo riesgo para el desarrollo de enfermedades hipocinéticas, es decir, aquellas asociadas con inactividad física.

Definición según Nieman, David C., (The Sports Medicine Fitness Course. Palo Alto, California: Bull Publishing Company, 1986, p. 34)

"Un estado de energía dinámica y vitalidad que nos capacita/permite no solamente llevar a cabo nuestras tareas diarias, práctica de actividades recreativas y encarar emergencias imprevistas, sino también nos ayuda a prevenir las enfermedades hipocinéticas, mientras se funcione a niveles óptimos de la capacidad intelectual y experimente el disfrute de la vida"

Definición según el Autor de este Libro

En mi opinión, la aptitud física representa la habilidad que posee la persona para llevar a cabo todo tipo de trabajo físico efectivamente y sin fatiga excesiva, particularmente actividades que demandan capacidades cardiorrespiratorias, de las cuales el individuo se recupera con prontitud para ejecutar otras tareas físicas (cotidianas, deportes recreativos) o manejar situaciones de emergencias que pudieran requerir un esfuerzo físico.

Razones para Lograr y Mantener una Aptitud Física Óptima

¿Para qué hacer ejercicios o actividad física? ¿Qué nos debería motivar? La práctica regular de ejercicio o actividad física mejora nuestra calidad de vida y a poseer suficiente energía para: 1) llevar a cabo tareas de la vida diaria con vigor, eficiencia y sin fatiga excesiva 2) disfrutar de pasatiempos y actividades recreativas en el tiempo libre 3) encarar efectivamente emergencias imprevistas. Además, un alto nivel de aptitud física ayuda a prevenir ciertas enfermedades crónicas/hipocinéticas que pueden incapacitar al individuo, tales como las cardiopatías coronarias (enfermedad en las arterias coronarias del corazón), la hipertensión, diabetes sacarina, osteoporosis y otras. Además, el estar en un estado óptimo de aptitud física puede mejorar el grado de eficacia en que utilizamos nuestras capacidades mentales. En fin, la buena aptitud física nos hace sentir bien, energético y animado.

Aspectos Relacionados con la Aptitud Física

La aptitud física posee vínculos muy estrechos con las siguientes características:

- Las tareas físicas diarias que una persona puede realizar.
- La capacidad del individuo para realizar un esfuerzo físico, particularmente de naturaleza aeróbica.
- La capacidad de poder adaptarse en aquellas situaciones psicosociales y bioecológicas adversas.

Factores que Determinan la Aptitud Física

Ningún atributo del ser humano puede ser perfecto, eso incluye nuestro nivel de aptitud física. Siempre hay algo en nuestro ambiente físico, social y biológico que afecta el grado que podamos alcanzar de aptitud física. Algunos de estos factores son los siguientes:

- Edad.

- Herencia.
- Género (tipo de sexo, es decir, femenino o masculino).
- Estilo de vida.
- Ambiente (donde trabajamos y vivimos)

¿Qué Implica estar en Físicamente Apto?

El individuo que posee una aptitud física adecuada cuentan con ciertas características morfofuncionales y psicosociales exclusivas. Tener una aptitud física apropiada implica aquella capacidad del corazón, vasos sanguíneos, pulmones y músculos esqueléticos para ejecutar trabajo físico de forma eficiente, lo cual prepara al organismo a enfrentar y resolver problemas personales.

Eficiencia Óptima

Un estado de eficiencia óptima se refiere a un nivel de bienestar favorable, de manera que se pueda participar en actividades físicas recreativas, deportes, ejercicios y tareas físicas del diario vivir en una manera entusiasta y placentera.

Los Componentes de la Aptitud Física

Similar al concepto de salud, una aptitud física óptima se alcanza cuando todos sus componentes se hayan desarrollado en forma adecuada. Estos componentes se pueden clasificar en dos categorías principales. La primera describe a los ***componentes de la aptitud física relacionados con la salud***, entre los cuales se encuentra la capacidad o tolerancia aeróbica o cardiorrespiratoria, la flexibilidad, tolerancia muscular, fortaleza muscular y composición corporal. En otro lado, encontramos los ***componentes de la aptitud física relacionados con las destrezas*** o de capacidad neuromuscular, tales como la capacidad motora (con sus subcomponentes), la potencia muscular y la capacidad anaeróbica.

Componentes Relacionados con la Salud

Capacidad Aeróbica

La capacidad aeróbica también se conoce como tolerancia cardiovascular, tolerancia circulo-respiratoria o cardiorrespiratoria, consumo de oxígeno máximo (VO_2 máx), aptitud fisiológica, estamina, aire, o simplemente estar en forma (aptitud física).

Se define como la capacidad del corazón, los vasos sanguíneos y los pulmones para funcionar eficientemente y realizar actividades sostenidas con poco esfuerzo, menos fatiga y con una recuperación rápida. Fisiológicamente significa la habilidad del individuo para tomar (respiración), transportar (cardiovascular) y utilizar (enzimas aeróbicas) oxígeno durante ejercicios vigorosos y prolongados (ejercicios aeróbicos).

Los subcomponentes de la capacidad aeróbica son, a saber: 1) el sistema de transporte de oxígeno (pulmones, corazón, sangre, vasos sanguíneos) y 2) el músculo esquelético (específico al deporte aeróbico practicado).

El desarrollo o método de entrenamiento de este componente dependerá del tipo de deporte practicado, es decir, sigue el principio de especificidad del entrenamiento (específico al deporte).

Flexibilidad

Podemos definir flexibilidad como la capacidad para usar la unidad musculotendinosa en toda la amplitud de su alargamiento (extensibilidad) y de activar las articulaciones de forma efectiva, es decir, doblarlas, enderezarlas y torcerlas fácilmente.

Existen dos tipos de flexibilidad, las cuales son: la estática y dinámica. La ***flexibilidad estática*** se refiere a la *amplitud de un posible movimiento alrededor de una coyuntura o secuencia de coyunturas*. La ***flexibilidad dinámica*** representa la *oposición o la resistencia de una articulación (o coyuntura) al movimiento*.

La amplitud o arco de movimiento de una articulación tiene unos límites anatómicos que impiden seguir su recorrido de movimiento. Los límites estructurales para la flexibilidad son los siguientes:

- Alineamiento estructural de los huesos
- Cantidad de tejido muscular y grasa
- Ligamentos y otras estructuras asociadas con la cápsula de la coyuntura
- Los tendones y otros tejidos conectivos
- La piel

La flexibilidad se puede desarrollar mediante ciertos tipos de ejercicios específicos. Estas formas para desarrollar flexibilidad (ejercicios de estiramiento) se describe a continuación:

- **Estiramientos pasivos-estáticos**: Sostener la posición del estiramiento final durante un periodo de tiempo.
- **Estiramientos activos-balísticos**: Movimientos de estiramientos rápidos y forzados (de rebote). Por lo general, estos tipos de estiramientos no se recomiendan porque pueden inducir lesiones.

Algunas definiciones vinculadas con el componente de flexibilidad se describen a continuación:

- ***Articulación (coyuntura)***: El lugar de unión entre dos o más huesos, incluyendo sus tejidos estructurales blandos (ligamentos, cartílagos, tejido fibroso, cápsula articular, membrana sinovial, bursa y otros).
- ***Movimiento articular***: Recorrido axial/angular (rotatorio) de un segmento corporal, o palanca ósea, desde una articulación específica, que, por lo regular, se ejecuta alrededor de un eje dado y paralelo a un plano. Puede, también moverse alrededor de un eje y plano oblicuo.

- **Arco de movimiento:** La amplitud de movimiento (grado de recorrido) o desplazamiento angular total permitido por cualquier par de segmentos corporales (palancas óseas) adyacentes.
- **Arco de movimiento normal:** La magnitud del recorrido total a través del cual los segmentos corporales son capaces de moverse dentro de sus límites anatómicos en la estructura articular, es decir, antes de ser detenidos por estructuras óseas ligamentosas o musculares.
- **Flexibilidad:** El alcance total (dentro de los límites de dolor) de una porción del cuerpo a través de su arco de movimiento potencial. La habilidad de un músculo para relajarse y estirarse desde su longitud en reposo. La extensibilidad del tejido periarticular (estructuras que circundan y cruzan las articulaciones) para permitir un movimiento normal o fisiológico de una articulación o extremidad corporal.
- **Flexibilidad adecuada:** El estado ideal de longitud y elasticidad de las estructuras que cruzan las articulaciones y afectan un movimiento articular sencillo o doble (tal como los músculos posterior al muslo que cruzan la cadera y las articulaciones de la rodilla).
- **Estiramiento:** Descripción de una acción donde se aplica una fuerza deformadora a lo largo del plano de un movimiento.
- **Ejercicios de Flexibilidad:** Término general utilizado para describir ejercicios ejecutados por una persona para alargar los tejidos blandos (músculos, aponeurosis, tejido conectivo, tendones, ligamentos, cápsulas articulares y la piel). Estos movimientos se pueden ejecutar de forma pasiva o activa. El *estiramiento pasivo* consiste en la *aplicación manual o mecánica de una fuerza externa para estirar los tejidos blandos*. Por su parte, el ejercicio de *flexibilidad activa* implica que el *estiramiento de los tejidos blandos se lleva a cabo por el mismo individuo*.
- **Movilización:** Describe la aplicación de una fuerza a través de planos rotatorios o traslatorios de un movimiento articular.
- **Movilización articular:** Tracción pasiva o movimientos de deslizamientos aplicados en las superficies articulares que mantienen o restauran el juego normal permitido por la cápsula articular, de manera que pueda efectuar el mecanismo de rodar-deslizar mientras se mueva el individuo.
- **Estabilidad:** La habilidad de una articulación/armazón óseo para amortiguar y soportar movimientos sin ocasionar lesiones en las articulaciones y sus tejidos circundantes, tales como dislocaciones/luxaciones, esguinces (desgarros ligamentosos) y desgarros del tejido muscular. También significa la resistencia o cohesión a desplazamientos que poseen el potencial para producir fuerzas dislocantes.
- **Laxitud (o flojedad):** Describe el nivel de estabilidad de una articulación, la cual depende de sus estructuras de soporte (ligamentos, cápsula articular y continuidad ósea). Además, puede indicar el grado de movimiento patológico (anormal) de una articulación.

La flexibilidad depende del tipo de articulación. La **movilidad de una articulación** se refiere a la *magnitud del arco de movimiento*. El grado de libertad o nivel de extensión/recorrido de una articulación depende de diversos factores, los cuales se describe a continuación:

Factores estructurales o estáticos

Es muy posible que la **interposición de las superficies óseas (hueso a hueso)** impida un arco de movimiento normal. Esto se refiere a la configuración de las partes óseas articuladas y al grado de intimidad entre dichas superficies articulares.

Por otro lado, la **interposición de las estructuras blandas** también influye en el recorrido de las articulaciones. Ésta representa la posición, engrosamiento/compresión y grado de rigidez/flexibilidad de los tejidos blandos que circundan o cruzan las articulaciones. Dichas estructuras blandas incluyen los *músculos esqueléticos con su tejido conectivo*, el cual cubre todo el tronco/vientre muscular (epimisio, aponeurosis o fascia), las *estructuras de la articulación/cápsula articular* (tejido conectivo, ligamentos, tendones, y la cápsula articular), la *piel* y el *tejido adiposo* (grasa).

Factores fisiológicos o dinámicos

Este determinante incluye el *reflejo de estiramiento autógeno* regulado por el mecanismo de los husos musculares. Además, la fase transitoria de contracción muscular puede ser otro factor que interviene en la movilidad de una articulación.

Flexibilidad deficiente

Causas

La pobre flexibilidad es el resultado de múltiples factores. Una posible causa puede ser la postura defectuosa, la cual se manifiesta durante el diario vivir y en aquellas tareas físicas que inducen agotamiento físico y fatiga. La inactividad física e inmovilización afecta la flexibilidad. Definitivamente, la edad es un determinante no controlable. En términos generales, la flexibilidad disminuye gradualmente desde el nacimiento hasta la senectud. Empero, los ejercicios de estiramiento ayudan a retrasar la pérdida gradual de flexibilidad que ocurre con el envejecimiento. En otro orden, los programas de entrenamiento con resistencias (Ej: pesas) para el desarrollo de volumen muscular (principalmente mediante el uso de altas resistencias y bajas repeticiones) que no incorporan sesiones de estiramiento antes y después del ejercicio puede ser nocivo para el grado de flexibilidad. El género o las diferencias entre sexos también influyen en el nivel de flexibilidad del individuo. Dado una misma edad, la población femenina son, en promedio, más flexibles que los varones, ya que las mujeres no desarrollan la cantidad de masa musculoesquelética que se observa en los hombres (principalmente por razones hormonales). La compresión de los nervios periféricos puede también inducir un problema de flexibilidad. Otro factor es la dismenorrea o dolor menstrual. Finalmente, el sistema articular cuenta con diversas clases de articulaciones. Cada tipo de articulación se caracteriza por un nivel de movilidad particular. Por consiguiente, el tipo de articulación afecta la flexibilidad en las diferentes regiones de nuestro cuerpo.

Efectos

La pobre flexibilidad tiene consecuencias desfavorables para el rendimiento deportivo. Evidentemente, este problema perjudica el entrenamiento y la práctica de deportes competitivos y recreativos. En términos clínicos, una mala flexibilidad limita la corrección voluntaria de los defectos posturales. Un problema de flexibilidad crónico (a largo plazo) puede agravar algunos trastornos óseo-articulares. Durante cierto número de años, la falta de flexibilidad tiende a convertirse en permanente o irreversible, especialmente a medida que el desarrollo de la artrosis provoca la calcificación de los tejidos cercanos a las articulaciones.

Flexibilidad excesiva

Como todos sabemos, los excesos son dañinos para la salud. Demasiada flexibilidad (mayor laxitud) afecta negativamente la estabilidad y el soporte ideal de una coyuntura, lo cual puede predisponer a lesiones articulares.

Buena flexibilidad

La flexibilidad apropiada permite a la articulación moverse en forma segura en diferentes posiciones/grados. Esto previene lesiones (musculares y ligamentosas) cuando la articulación se lleva forzadamente hasta el extremo de su amplitud de movimiento. Además, un buen nivel de flexibilidad ayuda a la eficiencia en la ejecutoria de las destrezas. Para poder alcanzar esta condición se debe poseer también poseer estabilidad muscular y ligamentosa en de las articulaciones envueltas.

Importancia terapéutica de la flexibilidad

Como un ejercicio terapéutico, los ejercicios de flexibilidad ayudan a la rehabilitación de la movilidad articular y de sus tejidos blandos envueltos luego de cirugías o traumas deportivas.

Mediciones de la flexibilidad/arco de movimiento

Existen una variedad de métodos para evaluar el grado de flexibilidad en el cuerpo. Un procedimiento evaluativo muy común son las *mediciones lineales de la flexibilidad*. Por ejemplo, la prueba de *flexión troncal* o *sentado y estirar* (sit & reach) representa una prueba de campo sencilla empleada para determinar la flexibilidad lineal. Esta prueba es fácil de administrar y no requiere un equipo muy sofisticado.

Otra manera para evaluar la flexibilidad es la medición del *arco de movimiento*. Su procedimiento es sencillo. Simplemente se determina el número de grados que recorre un segmento corporal desde su posición inicial hasta el final de su movimiento máximo. Este método requiere del uso de instrumentos especializados, tales como un *goniómetro* de doble brazo o electrogoniómetro (goniómetro electrónico, tal como el "elgon") y el flexómetro de Leighton. Otros métodos incluyen el uso de videos tomados durante la acción articular.

Ejercicios para aumentar/desarrollar la flexibilidad

Si el objetivo es un aumento en la flexibilidad más allá de los límites normales, se requieren de seguir los siguientes delineamientos:

- Los movimientos se deben de realizar a través de la máxima amplitud de la movilidad.
- Los ejercicios seleccionados requieren incluir los grupos de músculos antagonistas.

Es posible desarrollar la flexibilidad mediante una diversidad de ejercicios de estiramiento específicos. Los tipos de ejercicios incluyen los siguientes:

- **Estiramiento pasivo:** Ocurre cuando la fuerza para el estiramiento es aplicado externamente. Puede ser manual, mecánica o estiramiento en relación a los tejidos blandos (ligamentos, músculos esqueléticos).
- **Estiramiento activo:** Representa aquella técnica de flexibilidad administrada por el propio individuo.
- **Estiramiento estático:** Se efectúa cuando los tejidos blandos estirados se mantienen en su posición alargada durante un periodo de tiempo determinado (Ej: 10 segundos).
- **Facilitación neuromuscular propioceptiva (PNF, siglas en inglés):** Método que consiste en inicialmente contraer el músculo e inmediatamente estirarlo de manera estática. El objetivo es inducir un reflejo de relajación (vía propioceptores) a nivel del sistema neuromuscular luego de la contracción muscular. Específicamente, nos estamos refiriendo a los husos musculares. Podemos decir que estamos "engañando" a estos propioceptores musculares con el fin de inducir un estado de relajación muscular, el cual aprovechamos para poder estirar dicho músculo.
- **Estiramiento balístico:** Se realiza cuando los movimientos rítmicos repetidos o segmentos corporales producen un estiramiento en forma brusca y súbita (como un rebote) de los tejidos blandos envueltos. Este es el método menos recomendado, puesto que puede producir lesiones.

Tolerancia Muscular (véase Tabla 2-1):

Se define como la capacidad que posee un músculo para ejercer múltiples contracciones o mantener una contracción estática durante un periodo prolongado de tiempo, sin experimentar fatiga excesiva.

La tolerancia muscular se desarrolla mediante un programa de entrenamiento con resistencias (Ej: pesas o algún objeto que ofrezca resistencia) en el cual se utilice poca resistencia y muchas repeticiones. Los ejercicios calisténicos, como los abdominales/sentadillas (sit-ups), lagartijas (push-ups), entre otros, también desarrollan la tolerancia muscular. Éstos utilizan como resistencia el propio peso del segmento corporal que se ejercita.

Fortaleza Muscular (véase Tabla 2-1 y Tabla 2-2):

La fortaleza muscular representa la capacidad que tiene un músculo para ejecutar una tensión máxima contra una resistencia. Puede ser de tipo dinámica (combinación de contracciones concéntricas y excéntricas), isométrica (estática), isocinética o explosiva (potencia, es decir, fuerza por unidad de tiempo).

La fortaleza muscular se desarrolla mediante contracciones musculares que generen la suficiente tensión para producir un grado apropiado de *hipertrofia* (agrandamiento) muscular. Este proceso debe seguir el principio de sobrecarga. Según se mencionó, los tipos de contracciones musculares pueden ser *dinámicas* (antes conocidas como isotónicas), *isométrica* e *isocinética*. Las acciones musculares dinámicas incluyen una combinación alterna de contracciones concéntricas (acortamiento, miométrica, trabajo positivo) y excéntrica (alargamiento, trabajo negativo).

Comúnmente, se entrena empleando ejercicios con resistencias (Ej: pesas libres), donde se expone al músculo a una tensión máxima o cerca del máximo. Como regla general, para poder obtener los resultados deseados, es requerido ejercitar al músculo con una alta resistencia y pocas repeticiones (3 - 10).

Tabla 2-1: Conceptos Neuromusculares* Relacionados con la Aptitud Física	
CONCEPTO/TÉRMINO	DESCRIPCIÓN
Capacidad Muscular	La suma de la fortaleza, potencia y tolerancia muscular.
Fortaleza Muscular	La fuerza máxima que puede generar un músculo o grupo muscular a una velocidad específica.
Potencia Muscular	La habilidad para realizar una fuerza muscular máxima durante un período de tiempo corto.
Tolerancia Muscular	La capacidad de un músculo o grupo muscular para ejercer combinaciones repetidas de contracciones concéntricas y excéntricas o mantener una fuerza isométrica durante un límite de tiempo.
Fuerza	Lo que cambia o tiende a cambiar el estado de reposo o movimiento de la materia. Aquello que genera el músculo cuando se encuentra en un estado de contracción.

NOTA. Adaptado de: "Terminology and measurement in exercise performance," por H. G. Knuttgen, & W. J. Kraemer, 1987, *Journal of Applied Sport Science Research*, 1(10), pp. 1-10.
 * Pertenece al sistema nervioso y al muscular.

Tabla 2-2: Terminología Relacionada con la Acción Muscular

CONCEPTO/TÉRMINO	DESCRIPCIÓN
Acción Muscular	Se refiere a los tipos de contracciones que efectúan los músculos esqueléticos.
Contracción Muscular	El estado activo de un músculo. El intento de una célula muscular de acortarse a través del eje longitudinal de la(s) célula(s) muscular(es) activadas(s).
Contracción Dinámica	Aquella que involucra movimiento. Consiste de una contracción concéntrica y excéntrica.
Isotónico	Un evento dinámico en el cual el músculo genera la misma cantidad de fuerza a través de todo el movimiento. Esta condición rara vez ocurre en la ejecutoria del ser humano.
Contracción Muscular Concéntrica	Una acción dinámica en la cual los extremos del músculo (sus inserciones óseas) se mueven una hacia la otra, produciendo el movimiento del esqueleto.
Contracción Muscular Excéntrica	El músculo activo se alarga. Los extremos del músculo (inserciones óseas) se apartan (se mueven fuera del centro) por una fuerza externa.
Contracción Muscular Isométrica (Estática)	No ocurre ningún movimiento del esqueleto y el músculo ni se acorta ni se alarga
Isocinética	Término utilizado para describir la actividad muscular en la cual los movimientos del cuerpo ocurren a una velocidad constante según es controlado por un ergómetro; aplicado tanto en contracciones concéntricas como en las excéntricas.
Pliométrico	Expresión utilizada para describir una contracción excéntrica del músculo seguido inmediatamente por una contracción concéntrica.
Ciclo de estiramiento/estiramiento	Término que sustituye al concepto pliométrico. Describe un evento en el cual el músculo, forzadamente alargado, es exitoso para transformar dicha elongación en una contracción concéntrica inmediata.

NOTA. Adaptado de: "Terminology and measurement in exercise performance," por H. G. Knuttgen, & W. J. Kraemer, 1987, *Journal of Applied Sport Science Research*, 1(10), pp. 1-10.

Composición Corporal (Grado de Adiposidad y de Tejido Magro)

La composición corporal se refiere al nivel relativo que tiene el cuerpo entre el peso sin grasa (liso, magro o masa corporal activa) y el peso graso (la grasa almacenada en el organismo).

Bajo este componente se describen las siguientes características:

- Talla (estatura)
- Peso magro o liso (masa corporal activa) versus peso graso
- Masa corporal total (peso total)
- Somatotipo o tipos físicos (endomorfia, ectomorfia y mesomorfia)
- Líquidos (agua) versus sólidos

Los métodos o forma en que se puede desarrollar un grado de composición y adiposidad corporal óptima dependerán de los siguientes factores:

- La talla (estatura) la determinan los factores genéticos.
- La masa corporal activa (peso magro) puede desarrollarse mediante ejercicios dirigidos al desarrollo muscular y a través de un programa de ejercicios con pesas.
- Los tipos físicos lo determina también, hasta cierto grado, la herencia (factores genéticos).
- La masa corporal total (peso total) del individuo puede ser modificada mediante los cambios en el balance calórico (ingesta calórico versus gasto calórico).

Componentes Relacionados con Destrezas Neuromusculares

Capacidad Motora

Este componente se describe como la capacidad de los músculos para funcionar armoniosamente y eficientemente, de donde resulta un movimiento muscular suave y coordinado.

La capacidad motora se subdivide en otros componentes, a saber la coordinación, balance, agilidad, precisión y otros. A continuación se describen estos subcomponentes de la capacidad motora:

- **Coordinación:** La habilidad para combinar movimientos musculares en una forma suelta y eficiente.
- **Balance:** Habilidad para controlar el cuerpo durante actividades que requieren equilibrio.
- **Agilidad:** Habilidad para cambiar la posición del cuerpo con rapidez y soltura.
- **Precisión:** La habilidad para colocar el cuerpo o un objeto en el lugar deseado.

El desarrollo o tipo de entrenamiento para la capacidad motora será específica a la actividad. Por lo regular, no puede ser entrenado.

Otros Componentes de la Aptitud Física

Potencia Muscular (véase Tabla 2-1)

Comúnmente, la potencia muscular se define como la capacidad de un músculo para ejercer una fuerza o movimiento máximo en el menor tiempo posible.

Similar al componente de fortaleza y tolerancia muscular, el método de entrenamiento incluye un programa con resistencias (Ej: pesas), el cual puede ser en forma de circuito. Bajo este programa, se recomienda emplear mucho peso y un máximo número de repeticiones durante un período corto de tiempo. Los ejercicios de estiramiento-acortamiento (pliométricos) y programas isocinéticos (Ej: máquinas Nautilus, Cybex) puede ayudar a desarrollar este componente.

Capacidad Anaeróbica

Se refiere a la habilidad del cuerpo para llevar a cabo un movimiento a una alta intensidad y velocidad, en donde la fuente principal de energía la provee un suministro de oxígeno insuficiente. También se conoce con los nombres de velocidad, explosividad y potencia.

Se entrena llevando a cabo ejercicios repetidos cortos a una alta intensidad y velocidad. También se puede desarrollar mediante un programa de ejercicios a intervalos o en circuito.

Estabilidad

La capacidad de los huesos y articulaciones de soportar las tensiones de movimientos fuertes.

Aptitud Anatómica

Representa la capacidad del individuo de poseer todos los componentes físicos esenciales para el desempeño efectivo de una acción física dada y de tener una aptitud morfológica (forma y tamaño) adecuada para dicha actividad.

Aptitud Psicológica

Se refiere a la capacidad del individuo de tener las percepciones necesarias, estabilidad emocional, motivación, inteligencia y educación para el desempeño adecuado de una actividad dada.

Inmunidad a las enfermedades

Se define como la capacidad del cuerpo para combatir o resistir enfermedades.

El Desarrollo de la Aptitud Física

Se debe tener una motivación intrínseca (interna o personal) para poder establecer un plan para el desarrollo de la aptitud física. Lo primero que se requiere realizar es el establecimiento de unas metas claras y bien definidas. Ayuda mucho si se implementan las siguientes recomendaciones:

- Indicar la satisfacción del nivel actual de la aptitud física (véase Tabla 2-3).
- Mencionar las cosas que molestan al participante (véase Tabla 2-4).
- Lista de cambios planificados (véase Tabla 2-5).

Tabla 2-3: Niveles de Satisfacción para los Renglones de la Aptitud Física

Instrucciones: Encierra en un círculo el número correspondiente para cada renglón de tu aptitud física, empleando la escala que se describe a continuación:

4 = Muy Satisfecho

2 = Insatisfecho

3 = Satisfecho

1 = Muy insatisfecho

Cantidad de Energía	4	3	2	1
Tolerancia Aeróbica o Cardiovascular	4	3	2	1
Presión Sanguínea Arterial	4	3	2	1
Cantidad de Grasa Acumulada en el Cuerpo	4	3	2	1
Habilidad para Combatir Efectivamente el Estrés	4	3	2	1
Habilidad para poder Relajarse	4	3	2	1
Habilidad para poder Dormir Bien	4	3	2	1
Postura Corporal	4	3	2	1
Salud/Estado de la Espalda (particularmente la Baja)	4	3	2	1
Apariencia Física	4	3	2	1
Aptitud Física General	4	3	2	1
Nivel/Capacidad de Meditación General	4	3	2	1

NOTA. Adaptado de *Fitness Leader's Handbook* (p. 4), por B. D. Franks, & E. T. Howley, 1989, Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers. Copyright 1989 por B. Don Franks, Edward T Howley, and Susan Metros.

Tabla 2-4: Factores/Aspectos que me Molestan o Causan Disgustos

Instrucciones: Enumera aquellas cosas de mi persona que me disgustan:

- Un problema particular de mi apariencia física:
- Cómo se ve una sección específica de mi cuerpo:
- La capacidad que poseo para practicar un deporte en particular:
- Uno o más factores de riesgo (o enfermedad) que afecta mi salud actualmente:

NOTA. Adaptado de *Fitness Leader's Handbook* (p. 4), por B. D. Franks, & E. T. Howley, 1989, Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers. Copyright 1989 por B. Don Franks, Edward T Howley, and Susan Metros.

Tabla 2-5: Guía para la Planificación en la Modificación de los Comportamientos de Riesgo o Peligrosos de mi Salud

Instrucciones: Encierra en un círculo cuándo deseas cambiar tu conducta o estilo de vida inadecuado (de riesgo):

Comportamiento Indeseable que se Contempla Modificar	Cuándo se Contempla Iniciar la Modificación		
La falta de ejercicios regulares	Hoy	Pronto	No Hay Plan
Cambio en mi peso o porcentaje de grasa	Hoy	Pronto	No Hay Plan
Abuso de drogas o medicamentos	Hoy	Pronto	No Hay Plan
Tabaquismo/fumar	Hoy	Pronto	No Hay Plan
Capacidad para manejar bien el estrés negativo	Hoy	Pronto	No Hay Plan
Hábitos de alimentación que deben alterarse	Hoy	Pronto	No Hay Plan
Medidas de seguridad (Ej: cinturones en autos)	Hoy	Pronto	No Hay Plan
Enumere comportamientos adicionales:			
_____	Hoy	Pronto	No Hay Plan
_____	Hoy	Pronto	No Hay Plan
_____	Hoy	Pronto	No Hay Plan

NOTA. Adaptado de *Fitness Leader's Handbook* (p. 6), por B. D. Franks, & E. T. Howley, 1989, Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers. Copyright 1989 por B. Don Franks, Edward T Howley, and Susan Metros.

La Interrelación entre la Salud, Aptitud Física y el Rendimiento o Ejecutoria

Para poder entender esta relación es necesario explicar el concepto de salud, enfermedad y los factores que afectan una salud y aptitud física óptima.

Salud

Bienestar completo de lo físico, mental, social, emocional y espiritual y no meramente la ausencia de enfermedad o incapacidad.

Determinantes para una Salud Positiva y una Aptitud Física Adecuada

Esencialmente, la salud y la aptitud física dependen de los hábitos o estilos de vida correctos, que son:

- Practicar ejercicios regularmente
- Seguir una nutrición adecuada
- No utilizar sustancias o drogas (alcohol, cafeína o drogas ilícitas) ni abusar de medicamentos que se venden sin prescripción médica
- No fumar
- Capacidad para adaptarse al estrés negativo o eliminarlo cuando así se requiera o pueda
- Dormir lo suficiente (de 7 a 8 horas)

La Ausencia de Enfermedad

Ciertamente es importante para una buena salud física, pero también hay que considerar el aspecto psicosocial, emocional y espiritual, ya que de nada vale no tener ninguna enfermedad si el componente psicosocial o salud mental se encuentran en deterioro. Eventualmente, este estado de salud afectará la dimensión física del bienestar.

EL SISTEMA CARDIOVASCULAR

Introducción

El aparato circulatorio se compone del corazón y el sistema vascular (arterias, arteriolas, venas, vénulas y capilares).

El sistema cardiovascular o circulatorio representa un conjunto de órganos especializados en transportar los alimentos y gases respiratorios por todo el cuerpo, es decir, se encargan de facilitar la circulación de la sangre a través del organismo.

Funciones

El sistema cardiovascular sirve para:

- Distribuir los nutrientes por todo el cuerpo.
- Está relacionado con el intercambio de gases (oxígeno y bióxido de carbono). Recoge y retira los productos de desecho del metabolismo celular y los lleva al sistema excretor.
- Distribuye el producto del metabolismo celular.
- Transporta reguladores químicos, tales como hormonas o sustancias formadas en las glándulas de secreción interna (endocrinas).
- Equilibra la composición química de las células.
- Lleva energía calorífica desde las regiones internas del cuerpo hasta la piel, o sea, tiene que ver con la regulación de la temperatura corporal.
- Defiende al organismo contra los microorganismos.

El Corazón

Descripción General

El corazón es el órgano más importante del sistema circulatorio. Representa un órgano muscular hueco que se encarga de bombear la sangre por todo el cuerpo. Su vértice está situado sobre el diafragma (arriba de éste), localizándose entre los dos pulmones, un poco hacia la izquierda en el tórax. El corazón se encuentra hiperprotegido por el frente con las costillas y por atrás con la columna vertebral.

Tabla 2-6: Descripción General del Corazón

Concepto:

- El corazón es un órgano hueco muscular, compuesto de cuatro cámaras (o cavidades), el cual se encarga de bombear la sangre por las arterias y venas del cuerpo.

Localización:

- El corazón descansa entre los pulmones en el mediastino medio.

Orientación:

- Aproximadamente dos-tercios de su masa está orientada hacia la izquierda de la línea media.

Forma Paradójica:

- La forma del corazón es como la de un cono invertido, con su ápice dirigido hacia abajo.

Tamaño:

- Es aproximadamente del tamaño del puño de un hombre.

Peso:

- Pesa alrededor de 275 - 300 gramos en el varón normal.

Protección:

- **El corazón está hiperprotegido:**
 - Por el frente con las costillas.
 - Por atrás con la columna vertebral.

Estructura

Túnicas y paredes del corazón. El corazón se encuentra rodeado por una estructura de consistencia fibrosa y serosa, conocido como ***pericardio***. El pericardio es, pues, un saco o revestimiento externo. Las paredes del corazón consisten del epicardio, miocardio y endocardio. El ***epicardio*** representa una capa serosa interna, que se adhiere al corazón. De hecho, el epicardio es la porción serosa del pericardio (***pericardio visceral***). El ***miocardio*** representa la pared media muscular o músculo cardíaco. Es la capa cardíaca responsable para la habilidad del corazón en contraerse. Debido a que su estructura es muscular, se le da el nombre de miocardio (mio = músculo y cardio = corazón), que significa músculo cardíaco. La masa muscular o miocardio consiste de haces musculares de las aurículas y ventrículos; el ***haz auricular-ventricular de His*** y una banda de fibras nerviosas colocadas en la unión muscular interna. La otra pared del corazón consiste de una capa o túnica externa conocida como ***endocardio***, el cual reviste el interior de la pared miocárdica.

Cavidades o cámaras. El corazón se divide en cavidades o cámaras. El ***tabique muscular*** o ***septum interventricular*** divide al corazón en dos mitades: izquierda y derecha. Cada mitad del corazón se compone de un atrio y un ventrículo. Las cámaras superiores se conocen como ***aurículas*** (o ***atrios***) y las inferiores como ***ventrículos***. La sangre llega a la aurícula derecha del corazón a través de la vena cava superior y sale del corazón hacia los pulmones desde el ventrículo derecho a través de la arteria pulmonar. El ventrículo derecho lleva sangre a la arteria pulmonar y el izquierdo hacia la aorta. La sangre retorna de los pulmones a la aurícula izquierda a través de las dos venas pulmonares (derecha e izquierda) (véase Figura 2-40).

El corazón tiene varias válvulas que impiden el reflujo de la sangre. Estas son, a saber:

- Tricúspide o auriculoventricular derecha.
- Bicúspide o mitral (auriculoventricular izquierda).
- Semilunares:
 - ***Aórtica***: Localizada entre la aorta y el ventrículo izquierdo.
 - ***Pulmonar***: Ubicada entre la arteria pulmonar y el ventrículo derecho.

Tabla 2-7: Estructura del Corazón

Tabique (Septum) Interventricular: Divide al corazón en dos mitades:

- Corazón venoso (bomba derecha)
- Corazón arterial (bomba izquierda)

Cavidades (Cámaras del Corazón):

- **Dos atrios (o aurículas) superiores:** Derecha e izquierda
- **Dos ventrículos:** Derecho e izquierdo

Válvulas del Corazón:

- **Funciones:**
 - Comunican los atrios con los ventrículos
 - Abren el paso al flujo sanguíneo de los atrios hacia los ventrículos (en ésta sola dirección)
- **Tipos de válvulas:**
 - **Válvulas atrio-ventriculares:**
 - ✓ Tricúspide (tres aletas)
 - ✓ Bicúspide o mitral (2 aletas)
 - **Válvulas semilunares:**
 - ✓ Pulmonar: Localizada entre la arteria pulmonar y el ventrículo derecho
 - ✓ Aórtica: Localizada entre la base de la aorta y el ventrículo izquierdo

Riego Sanguíneo: El Circuito Coronario

Las arterias coronarias derecha e izquierda y las venas cardíacas suplen la circulación del corazón. El circuito coronario es el responsable de la irrigación sanguínea cardíaca (miocardio) a través de las arterias coronarias.

Tabla 2-7: El Circuito Coronario

- **Función:**
 - El responsable de la irrigación sanguínea en el corazón a través de las arterias coronarias.
- **Origen:**
 - Nacen de la aorta y se riegan hacia la superficie del corazón.
- **Destino:**
 - Se ramifican en arteriolas, capilares y venas para desembocar en las venas cava inferior y superior.

Inervación

El estímulo nervioso proviene de dos mecanismos reflejos. Uno de ellos son las fibras inhibitoras del *nervio vago*, que induce una reducción en la contracción del corazón. El otro componente nervioso consiste en las fibras cardio-aceleradoras, encargadas de aumentar la rapidez y fuerza contráctil del miocardio.

El Sistema Vascular - Los Vasos Sanguíneos

Funciones Generales

Las funciones de los vasos sanguíneos se pueden resumir a continuación:

- Transportar oxígeno, nutrientes y hormonas a las células.
- Transportar bióxido de carbono y desechos metabólicos, provenientes de los tejidos, hacia los pulmones para su eventual eliminación.
- Mantenimiento del volumen extracelular (plasma, linfa, líquido intersticial y transcelular).
- Mecanismo de defensa contra materiales extraños (Ej: microorganismos).

Organización General del Sistema Vascular

Hay tres clases de vasos sanguíneos de mayor importancia: arterias, venas y capilares.

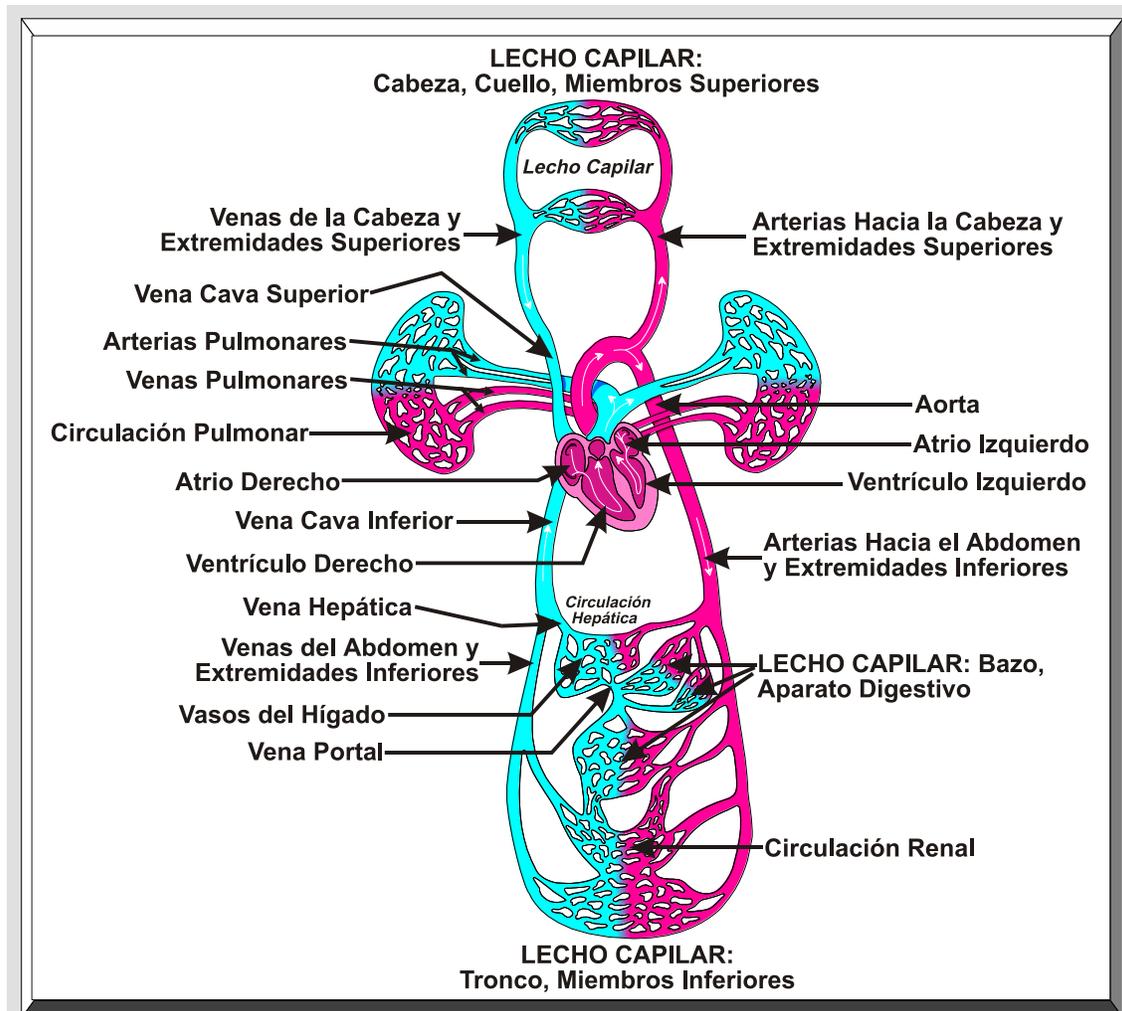


Figura 2-2: **Circulación Pulmonar y Sistémica.** Diagrama de las circulaciones a través de corazón, pulmones y todo el cuerpo en general.

Las Arterias

Por definición son aquellos vasos sanguíneos que salen del corazón y transportan la sangre hacia las distintas vísceras del organismo humano. Todas las arterias, excepto la pulmonar y sus ramificaciones, llevan sangre oxigenada. Las arterias pequeñas se conocen como *arteriolas*, las cuales vuelven a ramificarse en *capilares*. Éstos, al unirse nuevamente con los vasos venosos, forman las venas. Las paredes de las arterias son muy elásticas y están formadas por tres capas (túnicas). Sus paredes se expanden cuando el corazón bombea la sangre, de allí que se origine la medida de la presión arterial (véase Laboratorio 2-4, p. 29) como medio diagnóstico. Las arterias, contrario a las venas, se localizan profundamente a lo largo de los huesos o debajo de los músculos. Las arterias principales son la aorta y la pulmonar. La aorta es un vaso sanguíneo grueso que sale del ventrículo izquierdo en forma de arco, del cual se originan las arterias que dirigen al cuello, cabeza y brazos. La aorta desciende a lo largo de la columna vertebral, atravesando toda la cavidad torácica y el abdomen, y termina en las dos arterias ilíacas

que se orientan hacia las piernas. Ésta arteria principal, al pasar por cada cavidad del cuerpo, se subdivide/ramifica para suplir sangre a los diversos órganos.

La mayor parte de las arterias se encuentra acompañadas por un nervio y una o dos venas, formando una relación vasculo-nerviosa cubierta por tejido conectivo. Con el envejecimiento o en algunas personas que poseen uno o más factores de riesgo para cardiopatías coronarias, las paredes arteriales (Ej: las coronarias) se endurecen y pierden su elasticidad. Esta patología (enfermedad) se conoce como *arteriosclerosis*.

Las Venas

Las venas representan vasos sanguíneos microscópicos mayores que las arterias, las mismas corren superficialmente por la piel. Su circulación se establece por la presión de la sangre que afluye de los capilares, la contracción de los músculos esqueléticos y de sus válvulas. Éstas, forman dos sistemas de vasos, los de la circulación pulmonar y la circulación general. Las venas pulmonares llevan sangre oxigenada de los pulmones a la aurícula izquierda. Comienza en los alvéolos hasta formar tres troncos venosos dirigidos al pulmón derecho y dos para el izquierdo. Luego, se une al lóbulo superior del pulmón derecho, donde sale desde lóbulo medio pulmonar para formar cuatro venas pulmonares: dos para cada pulmón.

Las venas de la circulación general traen sangre de todas las regiones del cuerpo a la aurícula derecha del corazón. Incluyen las venas que se vacían en el corazón, las que van a la vena cava superior y a la vena cava inferior.

La sangre venosa es de un color rojo oscuro. Ésta, contiene bióxido de carbono y menos oxígeno en comparación con la arterial.

Los Capilares

Son vasos sanguíneos que surgen como pequeñas ramificaciones de las arterias a lo largo de todo el cuerpo y cerca de la superficie de la piel. Transportan nutrientes y oxígeno hacia las células de todo el cuerpo. Luego extraen de éstas los productos de desecho metabólico para llevarlo a la circulación venosa. Al reunirse nuevamente forman vasos más gruesos conocidos como *vénulas*. Éstas se conectan con otros vasos para formar las venas.

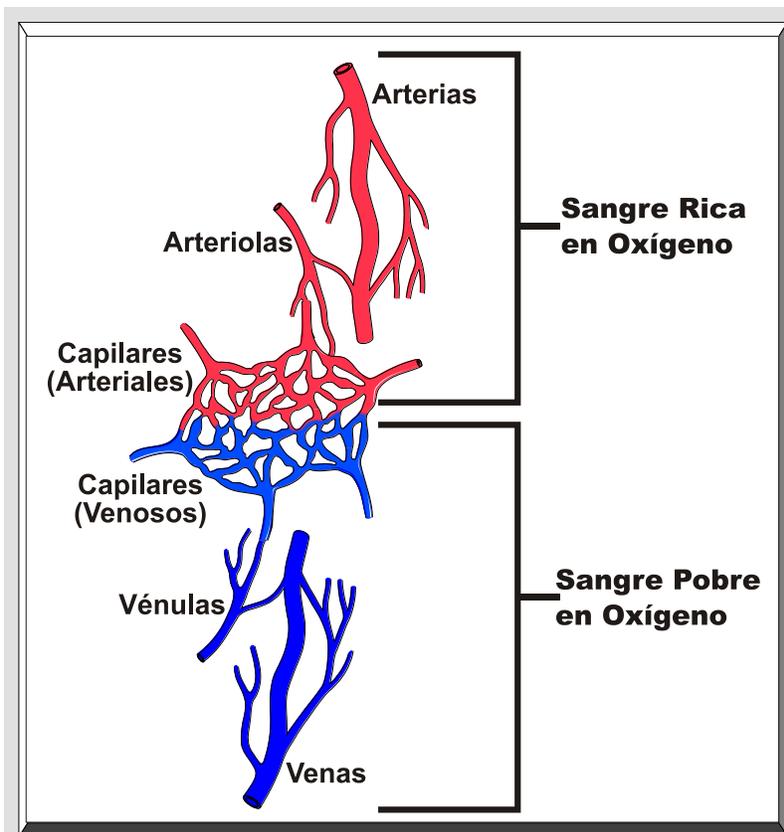


Figura 2-3: **Los Vasos Sanguíneos.** Diagrama de los vasos sanguíneos que compone el sistema circulatorio.

Tabla 2-9: Los Vasos Sanguíneos

- **Las Arterias:**
 - Vasos elásticos que salen del corazón y llevan sangre oxigenada y nutrientes a los tejidos del cuerpo.
 - **Excepción:** Las arterias pulmonares salen del corazón, pero llevan sangre pobre en oxígeno (a ser oxigenada en el pulmón).
- **Los Capilares:**
 - Son vasos sanguíneos finos que surgen de pequeñas ramificaciones de las arterias.
 - Llevan nutrientes y oxígeno a la célula y traen de ésta productos de desecho y bióxido de carbono.
 - Al reunirse forman las vénulas (venas pequeñas).
- **Las Venas:**
 - Vasos sanguíneos que transportan la sangre pobre en oxígeno de los tejidos hacia el corazón.
 - **Excepción:** Las venas pulmonares salen de los tejidos (pulmones) para ir al corazón, pero llevan sangre rica en oxígeno.

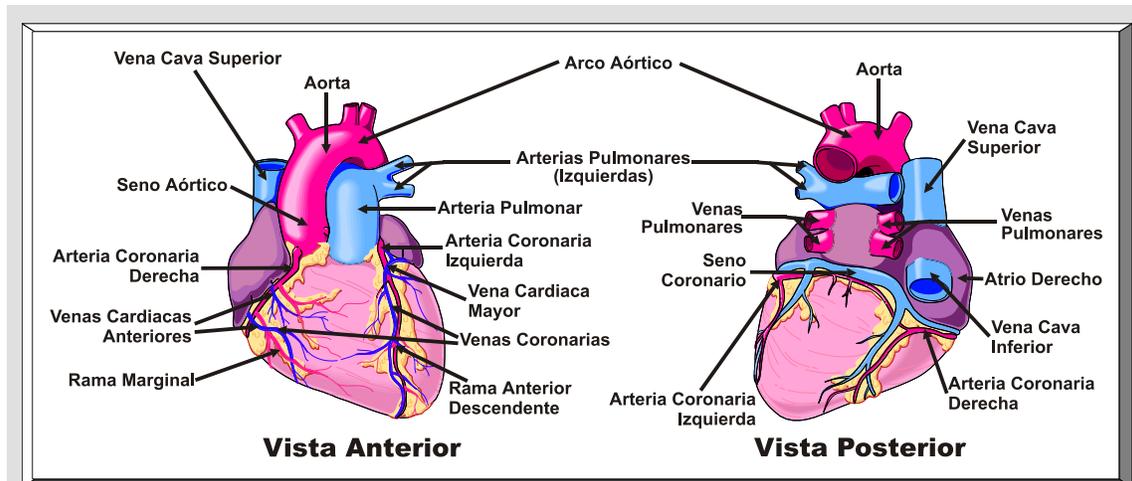


Figura 2-4: **El Corazón y la Circulación Coronaria.** Vistas externas (anterior y posterior). Incluye la circulación de los vasos sanguíneos coronarios

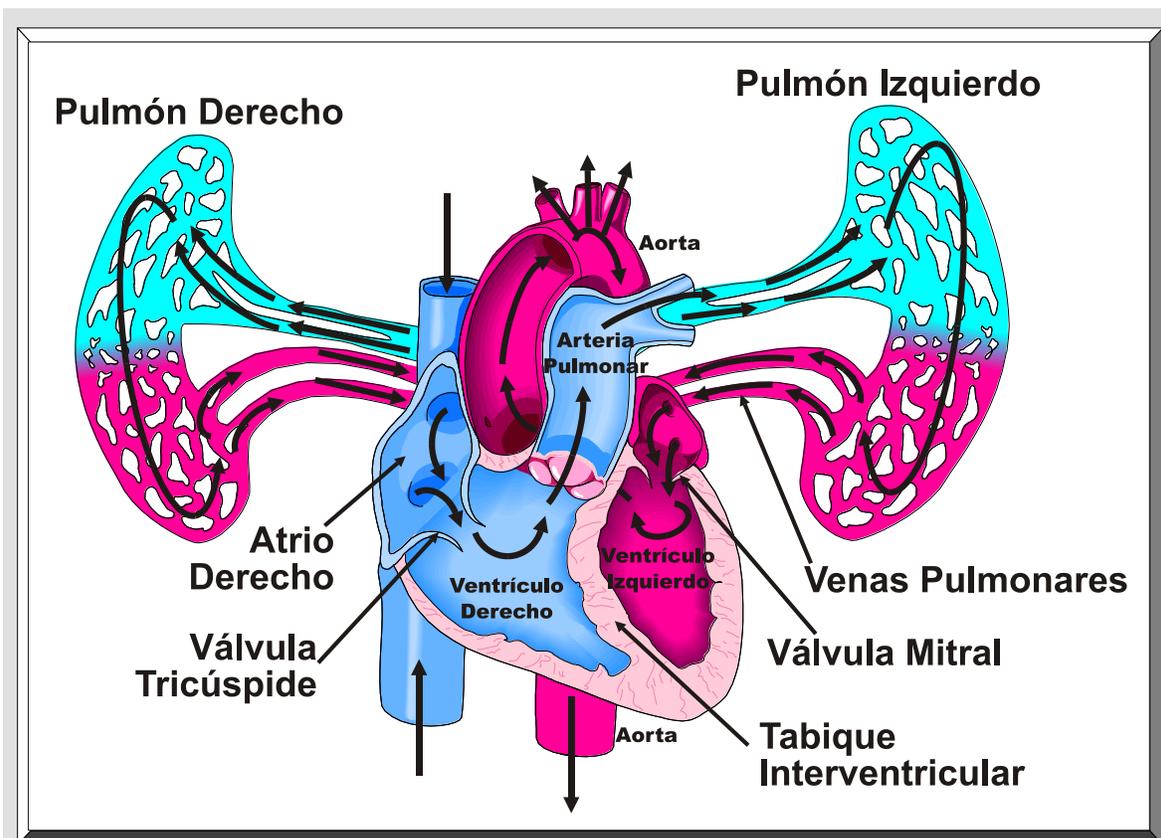


Figura 2-5 **El Ciclo Cardíaco.** Descripción diagramático del camino que sigue la sangre dentro del corazón, los pulmones y el restantes de los tejidos del organismo.

La Sangre

Representa un tejido vascular acuoso que corre por el sistema circulatorio. La sangre se encarga de transportar nutrientes, oxígeno, calor, entre otras sustancias, hacia lugares necesarios de las estructuras internas del organismo (Ej: fibra muscular), así como al sistema renal, de manera que se eliminen los productos de desecho corporal. Además, este tejido vascular defiende al organismo contra la entrada de partículas extrañas, tales como patógenos microscópicos. La sangre se compone del **plasma**, de los **hematíes** o eritrocitos (comúnmente conocidos como glóbulos rojos), los **glóbulos blancos** y las **plaquetas**. El plasma representa la parte líquida de la sangre, la cual se encarga de trasladar las sustancias nutritivas, los desechos y las hormonas. Los glóbulos rojos transportan el oxígeno. Estas estructuras hematológicas contienen hemoglobina, la cual es un pigmento rojo que contiene hierro y que toma el oxígeno de los pulmones y lo convierte en **oxihemoglobina**, a fin de ser llevado a los tejidos. Por otro lado, los glóbulos blancos se encargan de combatir a los microbios. Finalmente, las plaquetas producen la coagulación de la sangre.

Tabla 2-10: La Sangre

Concepto:

Tejido vascular acuoso que corre por el sistema circulatorio.

Funciones:

Transportar alimentos, oxígeno y calor a los lugares necesarios en el cuerpo. A su vez, se lleva a los riñones para eliminar aquellas sustancias que el cuerpo no utilizará (los productos de desecho).

Componentes:

- **Plasma:** Parte líquida de la sangre, la cual se encarga de trasladar los alimentos, los desechos y las hormonas.
- **Glóbulos Rojos:** Se encarga de transportar el oxígeno:
 - **Hemoglobina:** Pigmento rojo que contiene hierro y que toma el oxígeno de los pulmones y lo convierte en oxihemoglobina, de manera que sean transportados hacia los tejidos.
- **Glóbulos Blancos:** Su función es combatir a los microbios.
- **Plaquetas:** Éstos tejidos sanguíneos producen la coagulación.

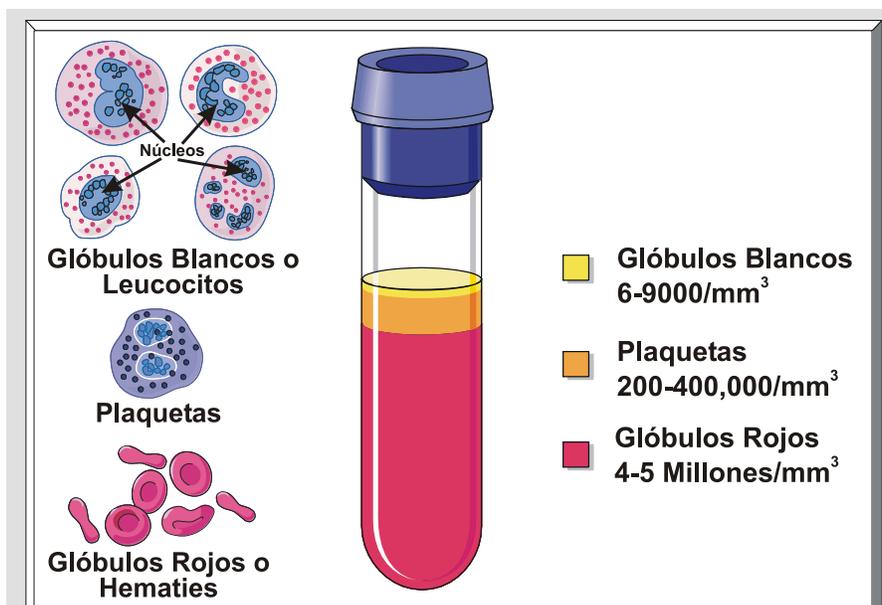


Figura 2-6: **La Sangre**. Ilustración de los constituyentes celulares de la sangre.

EXPERIENCIAS DE LABORATORIOS

Los estudiantes deberán de realizar el Laboratorio 2-4 (Procedimientos a seguir para Tomar la Presión Arterial en Reposo), el cual se encuentra en el Manual de Laboratorio (páginas 29-48). Esta experiencia estriba en realizar mediciones de la presión arterial empleando un esfigmomanómetro.

La Presión Sanguínea

La presión sanguínea representa la fuerza motriz que tiende a mover la sangre a través del sistema circulatorio. La sangre siempre fluye desde un área de mayor presión a una de menor.

Presión Sistólica

La *sístole*, se refiere cuando el corazón se contrae (bombea sangre). La presión sistólica representa la presión más alta obtenida (120 mm Hg). Mientras la sangre es impulsada hacia las arterias durante la sístole ventricular (contracción del ventrículo izquierdo), la presión aumenta a un máximo.

Presión Diastólica

El término *diástole* se refiere cuando el corazón se relaja (recibe sangre). Esto quiere decir que la presión diastólica presenta la más baja obtenida (80 mm Hg). Mientras se drena la sangre durante la diástole ventricular, la presión disminuye a un mínimo.

Factores que Determinan la Presión Sanguínea

La presión sanguínea dependerá del diámetro del vaso, la elasticidad de las arterias, la cantidad total de sangre, la viscosidad de la sangre, la frecuencia cardíaca y el volumen de eyección sistólica.

Diámetro del Vaso

Si el diámetro del vaso sanguíneo disminuye, aumenta la presión y si el diámetro es mayor, entonces la presión baja. Si el vaso sanguíneo se contrae (*vasoconstricción*), su diámetro disminuye y si el vaso se dilata (*vasodilatación*) su diámetro aumenta.

Elasticidad de las Arterias

Entre más duras y menos elásticas son las arterias, mayor tendrá que ser la presión ejercida durante la sístole ventricular.

Cantidad total de Sangre

Entre más sangre halla en el cuerpo, mayor será la presión. Por otro lado, entre menos sangre esté disponible en la circulación general, menor será la presión sanguínea.

Viscosidad de la Sangre

Si la sangre pierde una cantidad considerable de su plasma (Ej: durante la deshidratación), ésta se vuelve más espesa o viscosa y, como consecuencia, la presión arterial tiende a subir.

La Frecuencia Cardíaca (FC)

La frecuencia cardíaca significa el número de veces que un corazón late por minuto. Por lo regular, cuando aumenta la frecuencia cardíaca también aumenta la presión arterial; y cuando disminuye, la presión tiende a bajar.

Volumen de Eyección Sistólica (VES)

Esta variable cardiovascular representa la cantidad de sangre que bombea el corazón por latido hacia las principales arterias del organismo. Si la cantidad de sangre que eyecta el corazón en cada latido aumenta, esto provocará un correspondiente incremento en la presión arterial. En otro ámbito; cuando el volumen de sangre bombeada es menor, la presión disminuye.

Gasto Cardíaco (GC), Rendimiento Cardíaco o Minuto Cardíaco

También conocido como el trabajo del corazón, representa la cantidad de sangre que bombea el corazón por cada minuto hacia las principales arterias. Comúnmente, un

aumento en el gasto cardíaco resulta también en un incremento de la presión arterial. En otro contexto, la disminución en el gasto cardíaco puede inducir una reducción en la presión arterial.

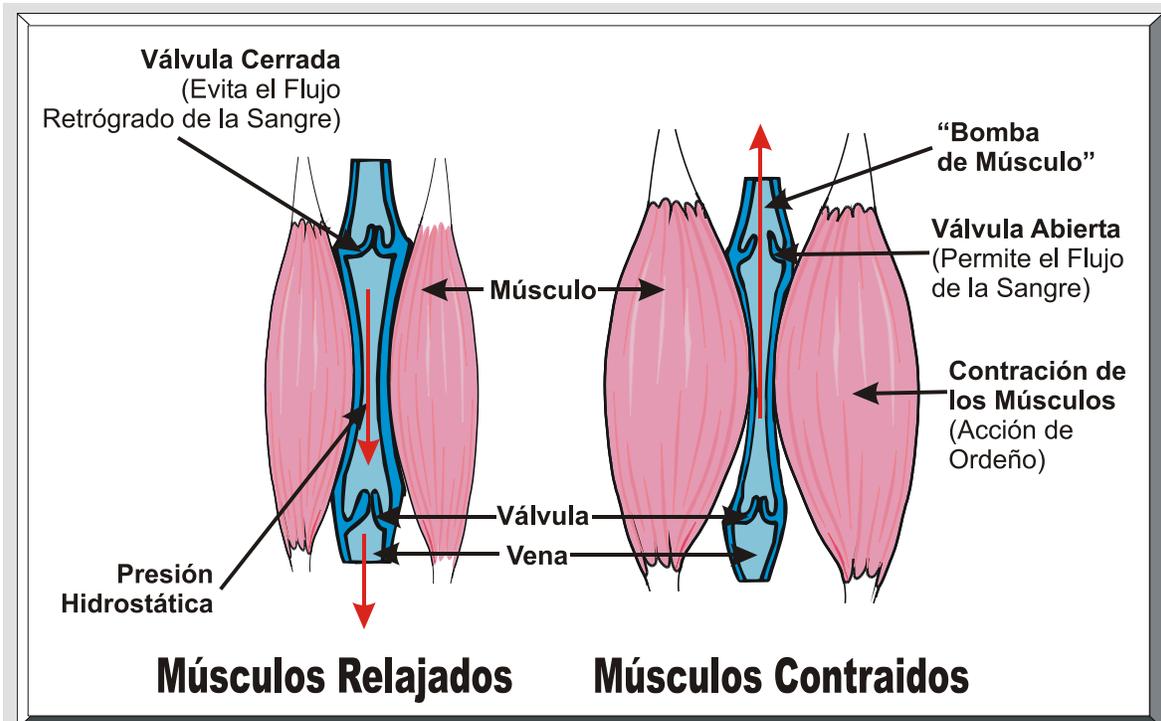


Figura 2-7: **Las Venas, sus Válvulas y la Función de los Músculos Esqueléticos.** Esquema de las venas y de sus válvulas, uno de los mecanismos para el retorno venoso hacia el corazón. En reposo, las válvulas de las venas se encuentran cerradas, lo cual previene el flujo retrógrado de la sangre. Durante la contracción muscular, las válvulas se abren, permitiendo el flujo de la sangre por la válvula. Esto es lo que se conoce como la “bomba muscular” o la acción de “ordeño” de los músculos esqueléticos.

Medios mediante el Cual la Sangre Regresa al Corazón (Retorno Venoso)

La cantidad de sangre venosa (pobre en oxígeno) que pueda regresar al corazón se encuentra determinada por varias vías que ayudan al **retorno venoso**. Básicamente, existen cuatro mecanismos fisiológicos que contribuyen a que la sangre venosa o desoxigenada regrese al corazón derecho, de manera que puede eventualmente ser oxigenada. Estos son, a saber: el bombeo o masaje muscular, las válvulas de las venas, la venoconstricción y la bomba respiratoria.

El Bombeo Muscular

Según los músculos se contraen, sus venas son comprimidas y la sangre dentro de ellas es forzada a moverse hacia el corazón. Esto también se conoce como la acción de ordeño que ejercen los músculos esqueléticos activos sobre los vasos sanguíneos venosos.

Las Válvulas de las Venas

Las válvulas de las venas evitan que la sangre fluya hacia atrás, lo cual permite que se dirija únicamente hacia el corazón.

La Venoespasmia

Cuando las venas se contraen (venoespasmia), se reduce la capacidad del volumen del sistema venoso, lo cual hace que la presión venosa aumente; consecuentemente, la sangre es forzada a salir hacia el corazón. En realidad lo que hace que las venas se contraigan es la estimulación de éstas por parte del sistema nervioso simpático.

La Bomba Respiratoria

La sangre que contiene las venas del tórax y abdomen se vacían en dirección hacia el corazón durante la inspiración. La razón de esto es que la presión dentro del abdomen aumenta, lo cual fuerza la sangre hacia arriba.

EL SISTEMA RESPIRATORIO

Estructuras

El sistema respiratorio es similar a un tubo. Comprende las fosas nasales, la faringe, laringe, tráquea, bronquios y pulmones.

Las **fosas nasales** están localizadas en la parte interna de la nariz y constituyen una cavidad que da al exterior por medio de dos aberturas u orificios. El interior de las fosas nasales está revestido de mucosa y pelos cortos (cilios) que sirven de filtro al aire que inhalamos.

La **faringe** es una estructura músculo-membranosa detrás de las fosas nasales y de la boca que termina en la laringe.

La **laringe** tiene una forma de pequeño embudo y está situada en la parte superior de la tráquea y anterior del cuello, formando una prominencia que todos conocemos como la "manzana de Adán". Su estructura es cartilaginosa y en su interior están las cuerdas vocales. Los sonidos se forman al pasar el aire que sale de los pulmones y pasa por las cuerdas vocales.

En la parte superior de la laringe existe un orificio que se llama **glotis**. Hay una estructura pequeña llamada epiglotis que desciende durante la deglución y cierra la glotis, evitando así que los alimentos sigan por la tráquea.

Seguido de la laringe empieza la **tráquea**, la cual se dirige hacia el tórax, por delante del esófago. Aproximadamente a la mitad del tórax, la tráquea se bifurca (divide en dos), creando los bronquios. Cada bronquio se extiende hacia dentro de cada pulmón y luego se ramifica en bronquiolos. El tejido de la tráquea es de índole cartilaginosa.

Los *sacos alveolares* son vesículas pulmonares muy pequeñas en forma de copa. Su función consiste en permitir que las moléculas de aire pasen fácilmente a través de ellos.

Los *pulmones* representan dos órganos de tejido esponjoso y elástico localizados en la caja del pecho (caja torácica o tórax), uno a cada lado del corazón. El pulmón izquierdo está dividido en dos lóbulos y el derecho en tres. La *pleura* es una membrana elástica que reviste y protege al pulmón. La función general de los pulmones es llevar el aire inhalado a la sangre para que los hematíes (glóbulos rojos) se carguen de oxígeno y se transporte a los tejidos; al mismo tiempo, el bióxido de carbono se desprende de la sangre y pasa al exterior.

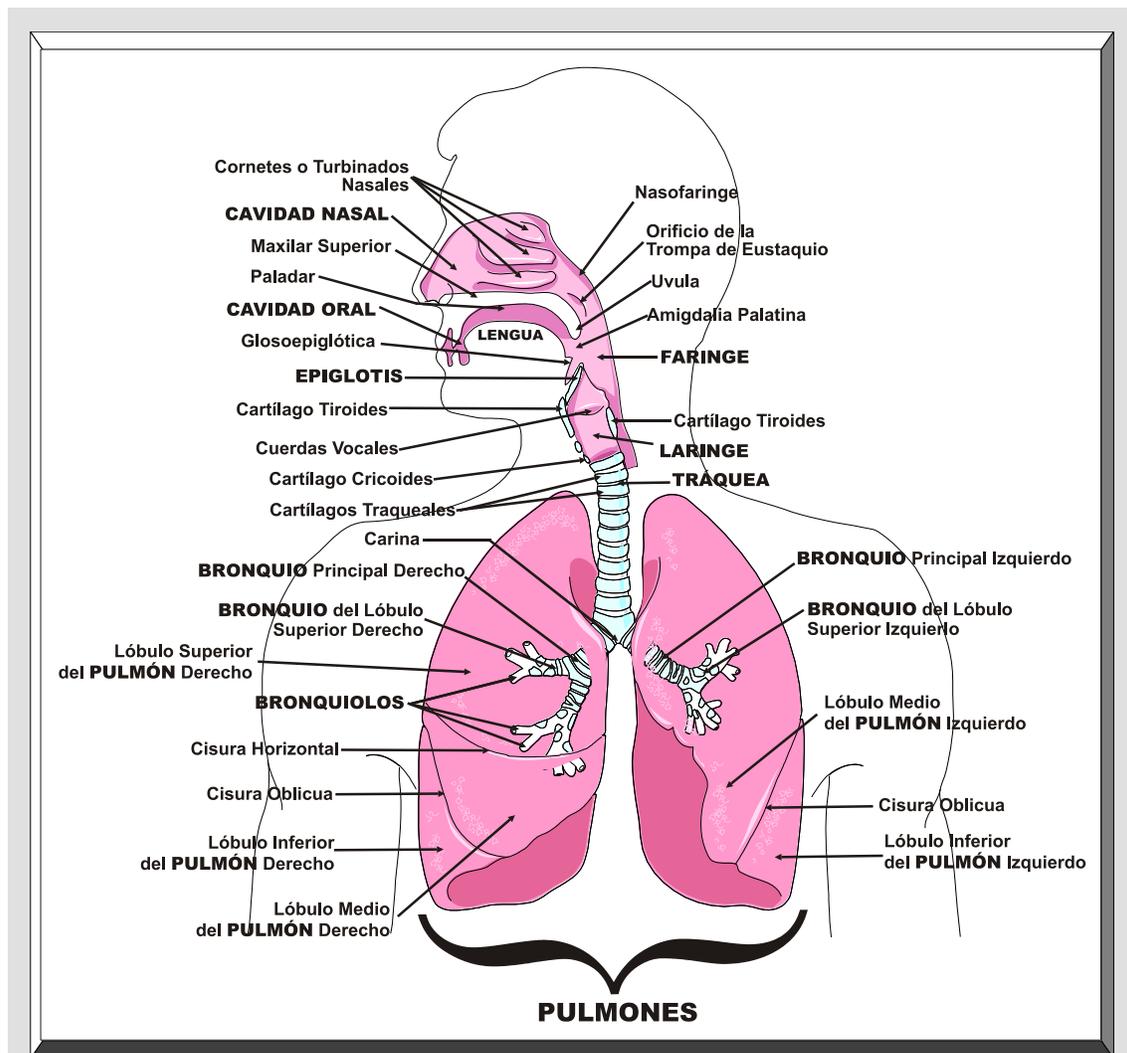


Figura 2-8: El Mecanismo de la Ventilación Pulmonar. Descripción diagramático de las estructuras involucradas en el proceso de la respiración pulmonar.

La Respiración

La respiración es el proceso mediante el cual un organismo vivo intercambia gases (oxígeno y bióxido de carbono) con su medio-ambiente.

Las células del cuerpo necesitan oxígeno para metabolizar (quemar) el alimento. El aire que respiramos contiene alrededor de 21% de oxígeno.

El movimiento respiratorio se compone de una inspiración seguida por una espiración. Ambas acciones ventilatorias son automáticas. Podemos reprimir la respiración solamente por pocos segundos, aunque algunos la pueden sostener hasta un (1) minuto.

La **inspiración** o movimiento del aire al exterior ocurre mediante la contracción de los músculos del tórax. La activación de estos músculos respiratorios levantan y mueven las costillas hacia adelante y hacia arriba, ensanchando la cavidad torácica. Simultáneamente, el músculo del diafragma se contrae, ocasionando un aumento en la profundidad de esta cavidad. Este aumento en el tamaño de la caja torácica, en una cavidad cerrada, produce una diferencia en presión entre el aire de los pulmones y del exterior (o atmosférico). La presión del aire atmosférico es mayor y crea una corriente hacia el interior de los pulmones, llenándolos de aire.

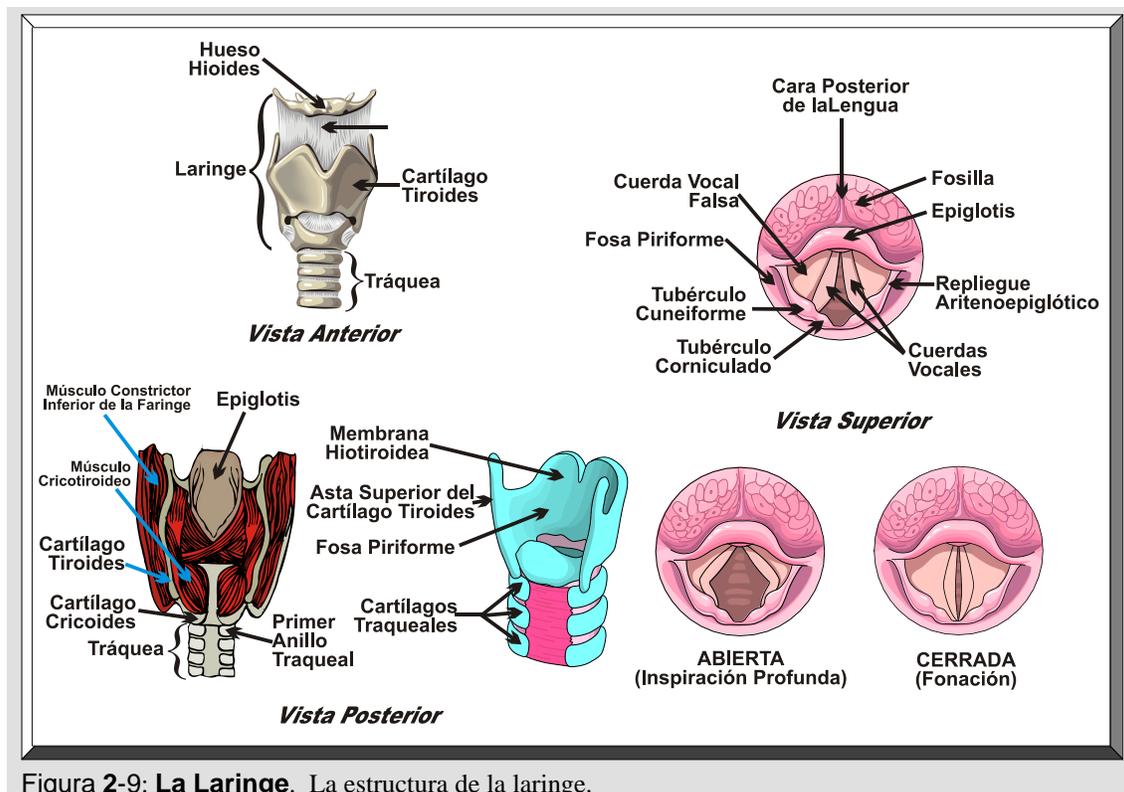


Figura 2-9: **La Laringe.** La estructura de la laringe.

En la **espiración**, tenemos que:

- Las costillas y el diafragma se relajan y vuelven a su posición y tamaño normal.

- Los pulmones se contraen y la presión de aire en éstos sube hasta exceder la atmosférica. La diferencia en presión crea una corriente de aire de los pulmones hacia el exterior.
- Datos importantes sobre la respiración:
 - Un adulto tiene de 14-24 respiraciones por minuto, mientras que el niño tiene de 25 a 30 y el infante alrededor de 40. Esta cifra varía de acuerdo al género (sexo) y nivel de aptitud física que posea la persona. En condiciones iguales, las mujeres tienen una respiración más rápida que los hombres.
 - Se necesitan alrededor de 4 segundos para un movimiento respiratorio. La respiración se puede describir como normal, llana o dificultosa.
 - En cada movimiento respiratorio normal entra y sale aproximadamente 500 cc de aire.
 - Los pulmones no se llenan ni vacían de aire en su totalidad. El aire que queda en los pulmones después de una espiración normal se le llama aire residual.
 - La capacidad pulmonar es el volumen de aire que pueden sostener normalmente los pulmones. Ésta se estima en 6 litros para el hombre y aproximadamente 4½ litros para la mujer.
 - El control o centro respiratorio se encuentra localizado en el encéfalo (bulbo raquídeo).
 - La respiración se clasifica como abdominal o torácica.

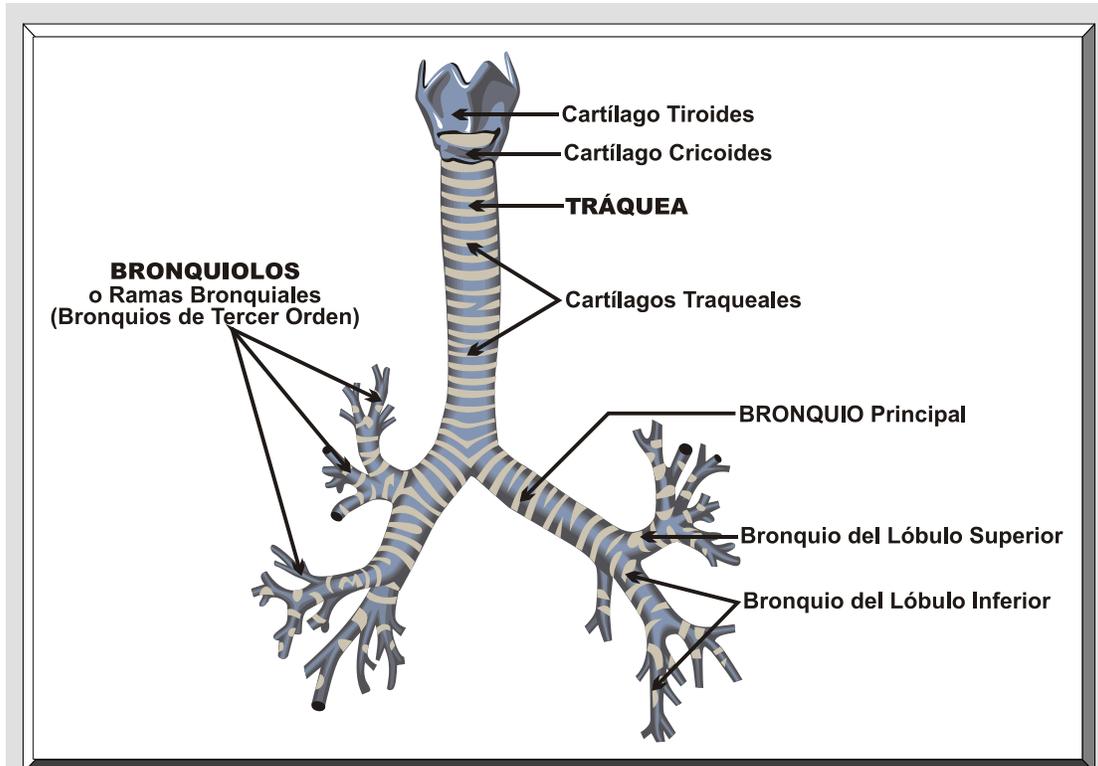


Figura 2-10: **La Tráquea, Bronquios y Bronquiolos.** Esta ilustración muestra las estructuras de la tráquea, sus ramificaciones en bronquios y bronquiolos.

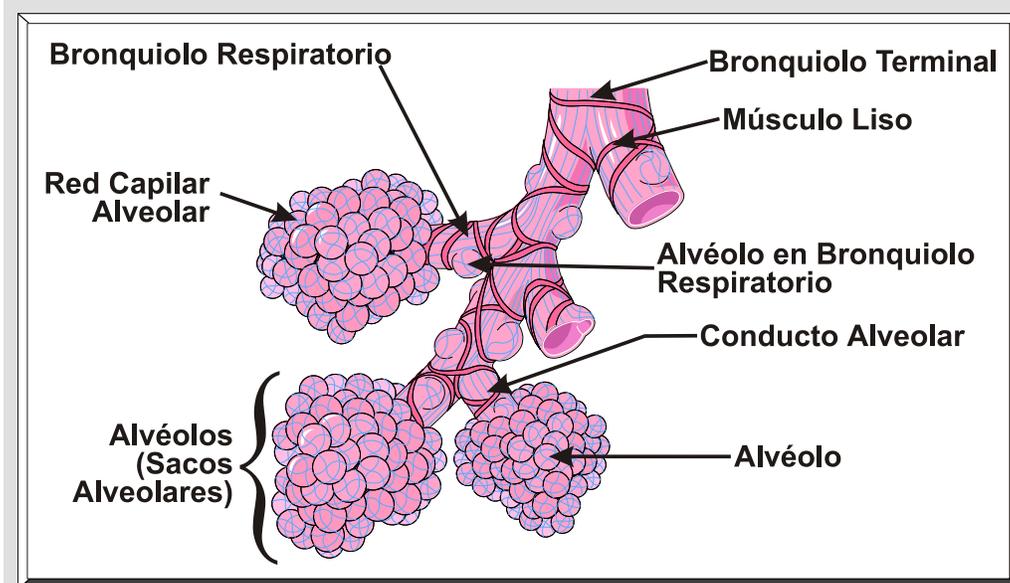


Figura 2-11: **Los Alvéolos**. Los terminales de los bronquios forman alvéolos, los cuales representan el lugar para el intercambio gaseoso. Aquí, el oxígeno atraviesa una fina membrana para entrar en la red capilar de la circulación, mientras que el bióxido de carbono pasa en sentido contrario y es eliminado por el cuerpo.

Términos

Algunos términos descriptivos que identifican el tipo de respiración son:

- **Disnea**: Denota una respiración difícil.
- **Ortopnea**: Representa una disnea severa, donde se respira mejor en una posición sentada.
- **Apnea**: Es el cese temporero de la respiración.
- **Respiración de "Cheyne - Strokes"**: La respiración empieza lentamente, aumenta en profundidad y sonido, luego desciende en orden inverso con un período corto de apnea entre cada ciclo.
- **Respiración sibilante (Wheezing)**: Sonido característico en la respiración del paciente asmático.
- **Respiración estertorosa (rales)**: Aquella acompañada de estertores. Sonido ronco profundo por la presencia de mucosidad en los pasajes de aire.

RESPUESTAS FISIOLÓGICAS DURANTE EL EJERCICIO

Cuando hablamos de **respuestas** nos referimos a *cambios fisiológicos inmediatos, súbitos y temporeros que ocurren durante el ejercicio*. Para efectos de este libro de texto, una sesión de ejercicio (donde ocurren las respuestas) se llama **ejercicio agudo**. Otras alteraciones fisiológicas ocurren, también, antes y después de un ejercicio agudo. La siguiente tabla resume los cambios que se manifiestan durante una sesión de ejercicio cardiovascular o aeróbico.

Tabla 2-11: Cambios durante un Ejercicio Aeróbico (Ejercicio Agudo)

- Aumenta la frecuencia cardíaca (pulso).
- Aumenta la cantidad de sangre que bombea el corazón hacia los músculos activos.
- Aumenta la presión arterial sistólica (el número superior).
- La respiración es más rápida y profunda.
- Aumenta el flujo de sangre hacia los músculos activos y más tarde hacia la piel para poder enfriar el cuerpo.
- Se reduce el flujo de sangre hacia las áreas inactivas (principalmente hacia los riñones, intestinos y estómago).
- Aumenta el consumo de oxígeno por el cuerpo.
- Aumenta el metabolismo (calorías gastadas) y la temperatura del cuerpo.

ADAPTACIONES FISIOLÓGICAS DEL ENTRENAMIENTO

Dos o más sesiones de ejercicio se conocen como un *ejercicio crónico*. Esto equivale al entrenamiento físico. Aproximadamente luego de tres (3) a seis (6) semanas se observan una variedad de adaptaciones a raíz del ejercicio crónico. Cuando hablamos de *adaptaciones* nos referimos aquellos *cambios funcionales-fisiológicos y anatómicos que se observan luego de un programa de entrenamiento*. Estos cambios fisiológicos y estructurales son progresivos y más duraderos que las respuestas a un ejercicio.

La Tabla 2-12 presenta algunos de las principales adaptaciones que se deriva de un programa de ejercicio (crónico), es decir, estos son los beneficios del entrenamiento físico

Tabla 2-12: Adaptaciones de un Ejercicio Crónico – Los Beneficios del Entrenamiento Físico

- **Cambios/Beneficios Cardiovasculares:**
 - Disminuye la frecuencia cardíaca en reposo
 - Disminuye la presión arterial en reposo (más común en personas que poseen una alta presión moderada).
 - Aumenta la hemoglobina total en el cuerpo y el volumen de sangre.
 - Aumenta la fuerza de bombeo del corazón.
 - Aumenta el tamaño del corazón (su cavidad).
 - Aumenta el volumen de sangre que bombea el corazón hacia los tejidos.
 - Reduce las necesidades energéticas para el corazón.
 - Aumento del número y tamaño de los vasos sanguíneos en los músculos esqueléticos y la extracción de más oxígeno.
 - Aumenta el flujo de sangre a través de los músculos esqueléticos.

- **Cambios/Beneficios Respiratorios:**
 - Fortalece y agranda los pulmones.
 - Mejora la capacidad del cuerpo para utilizar oxígeno.
 - Se respira más profundo, se utiliza mejor el oxígeno y se pierde menos al exhalar.

 - **Cambios/Beneficios Óseo-Neuromusculares**
 - Aumenta el tamaño de las fibras musculares (hipertrofia muscular).
 - Los músculos están más fuertes y tonificados.
 - La tolerancia muscular aumenta.
 - Ayuda a la prevención de la pérdida de flexibilidad a través de los años.
 - Los ligamentos y tendones aumentan de grosor y se fortalecen
 - Promueve los depósitos de calcio y otros minerales en el hueso, evitando la osteoporosis o pérdida de masa ósea.

 - **Otras adaptaciones/beneficios del entrenamiento:**
 - Se reduce la grasa del cuerpo y aumenta el peso sin grasa (músculos, huesos y órganos).
 - Mejora la postura y previene los dolores en la espalda baja.
 - Aumenta la excreción de las sustancias perjudiciales.
 - Se piensa con más claridad porque el cerebro recibe más oxígeno.
 - Ayuda a la digestión.
 - Aclara y mantiene la piel saludable.
 - Facilita la relajación y el sueño.
 - Mejora la auto-imagen y ayuda a eliminar la depresión.
-

EL EJERCICIO Y LAS ENFERMEDADES DEL CORAZÓN

Datos Estadísticos

Las enfermedades cardiovasculares son la causa principal de las muertes en Puerto Rico y Estados Unidos Continentales; más del 50% de todas las muertes son el resultado de este mal.

Aterosclerosis

Las Arterias Coronarias

Son la fuente única de irrigación sanguínea del músculo cardíaco (el miocardio). Cualquier interferencia (oclusión) importante con el flujo sanguíneo a través de ellas puede trastornar el funcionamiento del miocardio, provocando inclusive la muerte súbita.

El Concepto de Aterosclerosis

La aterosclerosis es el *proceso mediante el cual se depositan y acumulan sustancias grasas en las paredes interiores de las arterias*. Si este proceso degenerativo continúa, las arterias se endurecen (*arterosclerosis*) y reducen su diámetro. Dicha enfermedad se conoce como *cardiopatía coronaria*, cuando las arterias del corazón son las afectadas. En esta etapa, la obstrucción de las arterias coronarias llega a un grado en que el suministro sanguíneo resulta insuficiente para satisfacer las necesidades del músculo del corazón (miocardio). Si dicho estrechamiento de las arterias coronarias se agrava, o si un coágulo de sangre (trombo) se desprende y se atasca dentro de una arteria muy estrecha, el corazón padecerá un infarto al miocardio, o sea, la muerte de una zona del músculo cardíaco.

Tabla 2-13: Infarto al Miocardio (Ataque al Corazón)

- **Causas:**
 - Arteriosclerosis avanzada (arteria coronaria muy estrecha).
 - Oclusión con un coágulo sanguíneo (trombo) en la arteria coronaria ya estrecha debido a la arteriosclerosis.
 - Hemorragia intramural (dentro de la placa arteriosclerótica), lo cual tapa la arteria coronaria.
 - Oclusión completa por las placas de grasa.
 - Espasmo coronario.

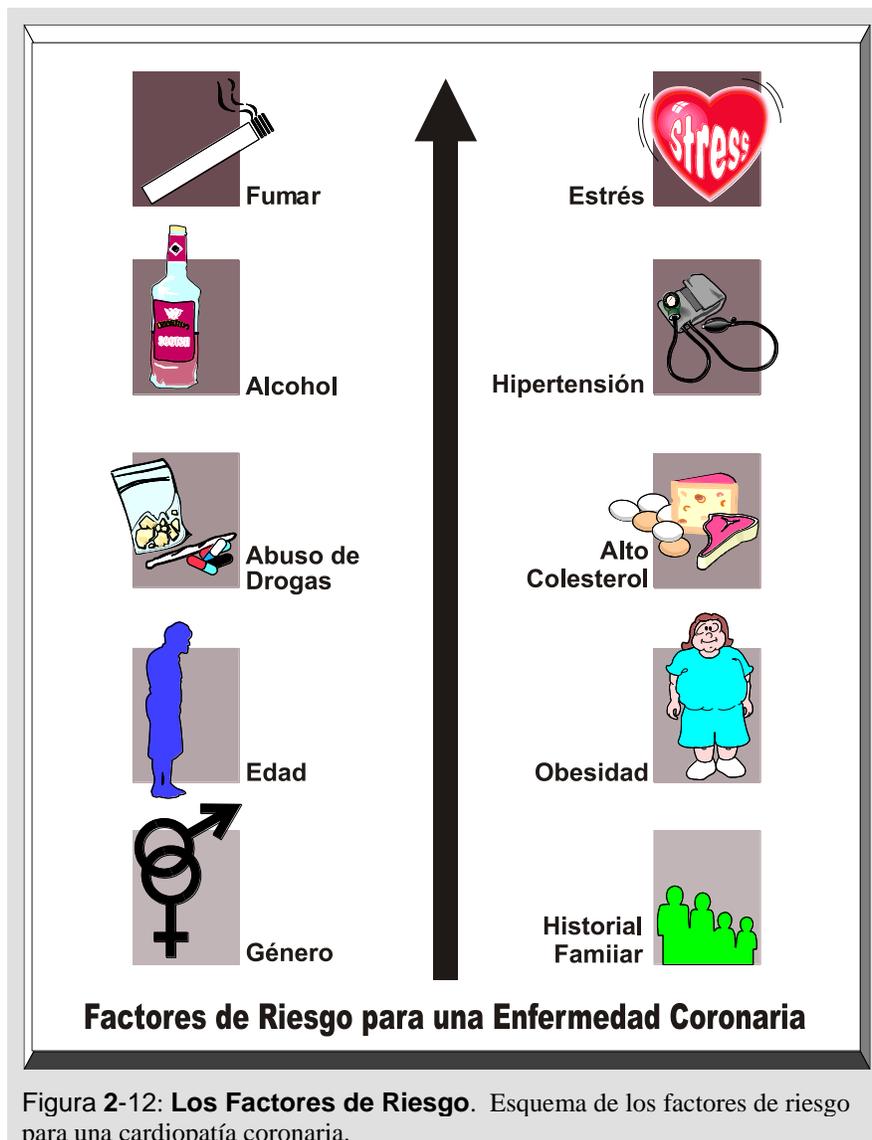
- **Efectos:**
 - No llega suficiente sangre (y oxígeno) al músculo del corazón.
 - Una parte del corazón muere (infarto).
 - El corazón no bombea suficiente sangre hacia los tejidos.
 - Se detiene el corazón y la persona muere.

Factores de Riesgo para las Cardiopatías Coronarias

El trastorno aterosclerótico en las arterias coronarias, que suplen sangre y nutrientes a corazón, es el resultado de múltiples agentes causales, conocido como *factores de riesgo*. Algunos de estos factores no son controlables por el individuo; ejemplo: el sexo, la raza, edad, y los factores genéticos. Otros pueden ser modificados, de manera que sea posible reducir el riesgo para contraer una enfermedad coronaria.

EXPERIENCIAS DE LABORATORIOS

Para determinar su nivel de riesgo para un ataque al corazón, se sugiere realizar el Laboratorio 2-1, el cual se encuentra en el Manual de Laboratorio, página 7.



A continuación se describen los factores de riesgo.

Factores de Riesgo que no Pueden ser Modificados

Edad. Por regla general, entre mayor sea la edad del individuo, mayor será el riesgo de un ataque al corazón.

Género. La incidencia de las cardiopatías coronarias es mayor en varones jóvenes que en la población femenina juvenil. Esto se puede deberse a que el estrógeno que producen las mujeres en edades reproductivas protegen a éstas contra una afección coronaria. No obstante, luego de la menopausia, en donde la producción de estrógeno disminuye dramáticamente, el riesgo para una cardiopatía coronaria es igual para ambos sexos de edad similar.

La raza. La población de piel oscura (negra) posee un índice de mortalidad por afección coronaria más alto que los de raza blanca.

Factores genéticos. Existe una tendencia de ataques cardíacos a temprana edad en individuos que tienen un historial familiar que han padecido de infartos prematuros.

Factores de Riesgo que Pueden ser Modificados

La inactividad física. La mayoría de las investigaciones concluyen que el ejercicio físico regular y la actividad física tienden a disminuir varios de los factores de riesgo controlables, estos son: hipertensión, tabaquismo, hiperlipidemia, estrés negativo, diabetes, consumo exagerado de alcohol y obesidad. Se ha comprobado que en Puerto Rico el sedentarismo es el segundo factor de riesgo crucial relacionado con el desarrollo de las afecciones en las arterias coronarias.

Tabaquismo. La persona que fuma aumenta al doble (comparado con el que no fuma) sus probabilidades de adquirir una cardiopatía coronaria. Se cree que el fumar cigarrillos produce coágulos en la sangre, los cuales incrementan la posibilidad de que se ocluya una arteria coronaria estrecha, desencadenando así un ataque cardíaco. Además, el monóxido de carbono que produce el humo del cigarrillo tiene la tendencia de unirse con el oxígeno, lo cual disminuye la capacidad de la sangre para transportar oxígeno hacia los tejidos (como el corazón). Aun más, la nicotina del cigarrillo estimula la producción de catecolaminas (epinefrina y norepinefrina), lo cual provoca un aumento en la frecuencia cardíaca y en la presión arterial. Todos estos efectos aumentan las probabilidades de un ataque cardíaco.

Distrés (estrés negativo) o tipo de personalidad tipo A. El estrés es la respuesta fisiológica y psicológica del individuo hacia ciertos estímulos ambientales y psicosociales; esto resulta en disturbios emocionales, tales como frustración, miedo, hostilidad e inseguridad. Un comportamiento particular (tipo A) se caracteriza por tener dichos problemas emocionales; este es el individuo que siempre tiene prisa, se preocupa exageradamente por ser eficiente en el trabajo, es agresivo y muy competitivo. Estos disturbios psicológicos provenientes del estrés negativo y del comportamiento tipo A, producen varios cambios fisiológicos en el cuerpo que aumentan los riesgos de padecer prematuramente de una enfermedad coronaria. Por ejemplo, el estrés continuo aumenta

los niveles de grasas en la sangre (debido a la secreción de varias hormonas que movilizan las grasas almacenadas), resultando en la acumulación excesiva de grasas en las arterias coronarias. Además, el estrés crónico está relacionado con otros factores de riesgo, tales como la hipertensión, diabetes sacarina (mellitus) y la obesidad.

El consumo de alcohol. Muchos estudios han encontrado que el consumo de alcohol tiende a causar hipertensión. Una posible explicación para esto es que el alcohol aumenta la frecuencia cardíaca y con ello, también, incrementa la presión arterial. Además, el alcohol estimula la producción de cortisona, la cual aumenta el volumen de

sangre en el cuerpo (mediante la retención de sal y agua), resultando en un aumento de la presión arterial.

Obesidad. La obesidad (exceso de grasa en el cuerpo) es un factor indirecto para las enfermedades coronarias, ya que este disturbio puede producir otros factores de riesgo importantes. Por ejemplo, la obesidad causa hiperlipidemia (altos niveles de colesterol y triglicéridos en la sangre), lo cual a su vez puede resultar en hipertensión y diabetes sacarina. Además, la obesidad contribuye al sedentarismo. Este hecho se le atribuye a la mayor carga impuesta al corazón por el exceso de grasa, frustrando a la persona para incorporar ejercicios en su vida diaria.

Dieta alta en grasas saturadas y colesterol (dieta aterogénica). El consumo exagerado de alimentos altos en grasas saturadas, es decir, colesterol y triglicéridos, encontrados principalmente en las grasas de origen animal, promueve los depósitos de placas de grasa en las paredes internas de las arterias. Esto, acelera el proceso de aterosclerosis, lo cual puede culminar en una cardiopatía coronaria prematura. El colesterol se transporta a través de la sangre por ciertas proteínas; dicha unión de un lípido (grasa) con una proteína se conoce como lipoproteínas. Específicamente, hay un tipo de lipoproteína que se encuentra relacionada altamente con las enfermedad en las arterias coronarias, la cual se conoce con el nombre de *lipoproteína de baja intensidad (LDL)* o colesterol malo. La función de esta forma peligrosa de lipoproteína es transportar el colesterol producido por el hígado hacia las células grasas, almacenándose de este modo en el tejido adiposo de todo el cuerpo. Como resultado, se acelera la acumulación de grasas en las arterias coronarias. Por su parte, la *lipoproteína de alta densidad (HDL)* o colesterol bueno tiende a reducir la acumulación de lípidos en las paredes arteriales. Esto ocurre debido a que la HDL se encarga de liberar el colesterol innecesario de los tejidos, incluyendo las paredes arteriales, y transportarlo hacia el hígado, desde donde será excretado vía la bilis. Esto implica que las lipoproteínas de alta densidad proveen una función inhibitora para el desarrollo de aterosclerosis, lo cual reduce la incidencia de las cardiopatías coronarias.

Hipertensión arterial (alta presión sanguínea). La alta presión arterial (sistólica y diastólica) es uno de los factores de riesgo más poderosos para una afección coronaria. En Puerto Rico, la hipertensión representa el factor de riesgo más importante para el desarrollo de enfermedades del corazón.

Factores de Riesgo que Pueden ser Modificados Potencialmente o Parcialmente

Diabetes sacarina e hiperglucemia. Este trastorno metabólico puede, eventualmente, inducir un depósito exagerado de lípidos en las arterias. En consecuencia, la población diabética estará más propensa a sufrir de cardiopatías coronarias prematuras. Una de las manifestaciones clínicas típicas de la diabetes no controlada es la *hiperglucemia*, es decir, un elevado nivel de glucosa (azúcar) en la sangre. Este signo es evidente porque las células alfa del páncreas no secretan insulina o producen muy poca, de modo que la glucosa presente en la sangre no podrá ser

almacenada o metabolizada. Este alto nivel de *glucemia* (exceso de glucosa en la sangre) ocasiona que el azúcar sérica se convierta en *triglicéridos*. Éstos representan un tipo de grasa saturada que se almacenan en el cuerpo, incluyendo las arterias del organismo (Ej: las coronarias). Como resultado, se promueve el proceso de aterosclerosis.

Hiperlipidemias. Este disturbio se caracteriza por cifras elevadas de colesterol sérico (sanguíneo) y triglicéridos. Cuando solo se hallan niveles altos de colesterol en la sangre, se dice que la persona afectada posee un disturbio de *hipercolesterolemia*. Se diagnostica este mal cuando los niveles de colesterol en la sangre sobrepasan los 220 mg%. En cambio, se establece una *hipertrigliceridemia* cuando se evidencian valores sobre los 160 mg% en los triglicéridos sanguíneo.

Anormalidades en las lipoproteínas. Se consideran en niveles patológicos (peligrosos para la salud) las lipoproteínas cuando la LDL se encuentra muy alta y la HDL posee cifras muy bajas en la sangre.

Otros Posibles Factores de Riesgo

Existen otros factores de riesgo que pueden contribuir a una enfermedad coronaria. Estos son:

- Hiperuricemia y gota
- Anormalidades Electrocardiográficas (EKG)
- Baja capacidad vital (medición dinámica pulmonar)
- Contaminación ambiental
- Consumo de agua potable contaminada
- Algunas drogas que interfieren con el metabolismo de las lipoproteínas
- Enfermedades específicas (homocistinuria, hipertiroidismo)
- Alteración en la función plaquetaria
- Complejos inmunológicos circulatorios

Tabla 2-14: Factores de Riesgo para la Arteriosclerosis y Ataque al Corazón

Factores de riesgo irreversibles (que no se pueden cambiar):

- Género
- Edad
- Características genéticas, es decir, historial familiar positivo de enfermedad cardiaca
- Raza

Factores de riesgo reversibles (que se pueden cambiar):

- Vida sedentaria o pobre aptitud física
- Tabaquismo, lo cual incluye: fumar cigarrillos, habanos/cigarros, pipa o mascar tabaco
- Distrés (estrés negativo) y personalidad tipo A
- Dieta aterogénica, es decir, ingestión exagerada de grasas saturadas y colesterol
- Consumo de alcohol en exceso
- Obesidad, particularmente la abdominal o androgénica
- Hipertensión arterial

Factores de potencialmente o parcialmente reversibles:

- Hiperlipidemias (hipercolesterolemia y hipertrigliceridemia)
- Hiperglucemia y diabetes sacarina
- Niveles patológicos de las lipoproteínas, es decir altos niveles de LDL o bajos niveles de HDL

Otros posible factores de riesgo:

- Hiperuricemia y gota
- Anormalidades electrocardiográficas (EKG)
- Baja capacidad vital (medición dinámica de los pulmones)
- Contaminación ambiental
- Consumo de agua potable contaminada
- Algunas drogas que interfieren con el metabolismo de las lipoproteínas
- Enfermedades específicas (homocistinuria, hipertiroidismo)
- Disturbio en la función plaquetaria
- Complejos inmunológicos circulatorios

Efectos Benéficos del Ejercicio contra las Cardiopatías Coronarias

Existe evidencia científica que muestra un control o reversibilidad de algunos de los factores de riesgo cuando se practican ejercicios físicos regulares o se mantiene una actividad física frecuente en el diario vivir.

Tabla 2-15: Efectos Benéficos del Entrenamiento Aeróbico contra la Aterosclerosis y Ataque al Corazón

- La presión arterial baja
- Disminuyen los niveles de colesterol y triglicéridos en la sangre
- Aumenta en la sangre la cantidad de lipoproteínas de alta densidad (HDL), lo cual ayuda a eliminar el colesterol
- Se controla la diabetes sacarina, al reducirse los niveles de azúcar y triglicéridos en la sangre
- Disminuyen las tensiones emocionales (estrés negativo), estimulando el entusiasmo y optimismo
- Aumenta el número de vasos coronarios pequeños y el tamaño de los vasos coronarios, lo cual incrementa el flujo de sangre hacia el corazón.
- Se forman menos coágulos sanguíneos.
- Nos ayuda a reducir aquellos hábitos perjudiciales para la salud (Ej: cigarrillos, drogas).

Efectos del Ejercicio sobre los Factores de Riesgo (Controlables) para las Enfermedades Coronarias

La Presión Arterial

Existe una tendencia por parte del ejercicio en reducir la presión arterial; este efecto se observa con mayor magnitud en hipertensos. Varios mecanismos influyen en la reducción de la presión arterial. Uno de ellos podría ser el efecto que tiene el ejercicio en disminuir la adrenalina circulante y almacenada, lo cual reduce la frecuencia cardiaca y la presión arterial.

Niveles de Colesterol y Triglicéridos en la Sangre

El ejercicio tiende a disminuir el nivel total sanguíneo de colesterol y triglicéridos. Además, la actividad física reduce la concentración de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y aumentan el nivel de lipoproteínas de alta densidad (HDL). Esta adaptación protege al cuerpo contra las enfermedades coronarias.

Obesidad

El ejercicio aumenta el metabolismo celular y con ello también el gasto calórico. Este efecto reduce las grasas almacenadas, puesto que éstas se utilizarán como fuente de energía para las células musculares durante el ejercicio. El resultado final es una disminución en la masa corporal o el peso (de las grasas almacenadas).

Diabetes Sacarina

Los músculos involucrados en el ejercicio utilizan la azúcar de la sangre como fuente de energía para su contracción. Esto disminuye los niveles de azúcar en la sangre, lo cual, a su vez, reduce la concentración de triglicéridos y colesterol sanguíneo. En consecuencia, disminuyen los requisitos de insulina necesarios para almacenar la glucosa sérica. Como vemos, el ejercicio físico regular posee la capacidad para controlar la diabetes sacarina.

Estrés Negativo

El ejercicio disminuye los efectos negativos fisiológicos y psicológicos que involucra el estrés. Por ejemplo, durante el estrés crónico se producen varios cambios energéticos en el cuerpo, los cuales se disipan si se hace ejercicio. Además, el ejercicio distrae la mente de cualquier tensión o preocupación, promoviendo, de este modo, los sentimientos de bienestar y relajamiento.

Efectos Cardioprotectores del Ejercicio

Circulación Coronaria Colateral

Existe un cúmulo, aunque limitado, de investigaciones en animales mostrando que el ejercicio a largo plazo posee la capacidad para desarrollar pequeños vasos coronarios adicionales (colaterales) a nivel de las arterias coronarias principales del miocardio. Esta circulación coronaria colateral promueve el suministro de sangre hacia el corazón y reduce la incidencia de un ataque cardíaco. En otras palabras, en la eventualidad de una oclusión de un vaso coronario, se dispondrá un suministro de sangre alternativo adecuado por medio de los vasos colaterales, de manera que es menos probable sufrir infarto al miocardio durante dichas circunstancias.

Tamaño de los Vasos Coronarios

A pesar de ser observado sólo en ratas, el ejercicio crónico tiende a incrementar el diámetro de la vasculatura coronaria, aumentando así, el suministro de sangre hacia las arterias coronarias del corazón.

Coagulación Sanguínea

Existe una tendencia de que el ejercicio regular, practicado como mínimo tres veces por semana, incrementa el mecanismo de fibrinólisis, el cual degrada los coágulos sanguíneos. Esto reduce la probabilidad de un infarto cardíaco causado por la oclusión de un coágulo en una arteria coronaria.

Arritmias Cardíacas (Disturbios en el Ritmo del Corazón)

Debido a que el ejercicio reduce los niveles de epinefrina (adrenalina), la incidencia de arritmias en el corazón también se reduce. Esto aminora las posibilidades de que ocurra un infarto cardíaco.

LA PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO

Introducción

Aunque el ejercicio físico regular no representa la panacea para todas las dolencias de la humanidad, es reconocido que un programa de entrenamiento físico dirigido a desarrollar los componentes de la aptitud física relacionados con la salud, principalmente la **tolerancia cardiorrespiratoria** o **capacidad aeróbica**, ayuda a mejorar la calidad de la vida del ser humano. Esto se consigue mediante el aumento en la capacidad para efectuar trabajo físico y la prevención de enfermedades degenerativas que incapacitan a la persona, entre las cuales se pueden nombrar: las cardiopatías coronarias, hipertensión, diabetes sacarina, la obesidad y sus complicaciones, enfermedades cerebrovasculares, problemas/dolores en la espalda baja, osteoporosis/osteoartritis y artritis prematura y otras.

Sin embargo, para que se puedan obtener en forma segura y rápida los beneficios del ejercicio, el programa de entrenamiento debe seguir unos principios científicos y basarse en el resultado de la evaluación del estado de salud del potencial participante, sus metas y la disponibilidad de las correspondientes instalaciones físicas. El inventario de salud con la autoevaluación de sus hábitos o comportamientos de riesgo que afectan a su salud, el examen médico y una batería de pruebas que evalúan los componentes de la aptitud física relacionados con la salud son parte de las pruebas iniciales, requeridas antes de que el participante ingrese en el programa de acondicionamiento físico. Se le debe dar particular énfasis a la evaluación de la **tolerancia cardiorrespiratoria** o **aeróbica**, puesto que representa una medida importante para determinar el nivel de aptitud física asociado con la salud. Esto significa que una pobre tolerancia cardiorrespiratoria puede aumentar el riesgo de muertes y enfermedades prematuras por enfermedades degenerativas y otras causas desconocidas, pero principalmente por enfermedades cardiovasculares que afectan las arterias coronarias (ACSM, 2006, p. 135).

El concepto de **prescripción de ejercicio** se refiere al *proceso mediante el cual a una persona se le diseña un programa de ejercicio en forma sistemática e individualizada; incluye la cuantificación de variables que determinan la dosis del ejercicios, tales como el tipo de ejercicio, frecuencia, tiempo(duración), y progresión.*

¿Por qué se prescribe ejercicio? ¿Cuál es su propósito? Se prescribe ejercicio por diversas razones, fundamentalmente para la prevención de enfermedades crónicas-degenerativas. Además, se emplea en la rehabilitación de varias enfermedades, tales como las afecciones cardíacas, pulmonares, metabólicas (Ej: diabetes sacarina), para el tratamiento de la obesidad, entre otras dolencias. Es muy importante que al prescribir o diseñar un programa de ejercicio se persiga mantener unas medidas de seguridad durante la participación en el programa.

En primer orden, la prescripción de ejercicio tiene la finalidad de promover la salud para reducir el desarrollo futuro o recurrencia de enfermedades degenerativas. La cantidad de ejercicio requerido para aminorar significativamente el riesgo de una enfermedad puede ser considerablemente menor que aquella cantidad de ejercicio necesaria para desarrollar y mantener altos niveles de aptitud física. Los niveles de actividad física/ejercicio por debajo de aquellos que corresponden

a la cantidad que se necesita para mejorar la aptitud física pueden ser considerados como una meta principal apropiada para algunos individuos. Para personas sedentarias, la adopción de un estilo de vida moderadamente activo puede inducir beneficios de salud importantes y podrá ser una meta más alcanzable que el simple hecho de lograr altos niveles de entrenamiento físico y aptitud física.

El objetivo fundamental de la prescripción de ejercicio es proveer aquella ayuda necesaria para que los participantes puedan incrementar su actividad física habitual, es decir, modificar su comportamiento hacia un estilo de vida más activo. Los principios de la prescripción de ejercicio son flexibles. Esto dependerá de las preferencias-metas individuales y de la magnitud y velocidad de las adaptaciones desarrolladas por el individuo.

Otro propósito de la prescripción de ejercicio es mejorar aquellos componentes de la aptitud física relacionados con la salud, tales como la tolerancia cardiorrespiratoria o potencia aeróbica máxima (VO_2 máx), fortaleza-tolerancia muscular, flexibilidad y composición corporal. La composición corporal incluye el porcentaje de grasa corporal, peso graso, peso magro (sin grasa) y masa corporal total (MCT).

El fin fundamental para la mayoría de las prescripciones del ejercicio es aumentar o mantener la **capacidad funcional** del individuo. Esto permitirá que la persona pueda funcionar efectivamente en sus tareas físicas cotidianas y en su vida laboral.

La programación individualizada de prescripción de ejercicio se puede dirigir a una variedad de poblaciones. En primera instancia, tenemos a la población general, la cual puede incluir adultos sedentarios (sintomáticos y asintomáticos). Para las poblaciones especiales también se le prescribe ejercicio, tales como los niños, embarazadas y envejecientes. Como fue mencionado previamente, la estructuración de un programa de ejercicio puede emplearse para el tratamiento de aquella población que posee diversos disturbios patológicos. Esta incluye a los cardíacos, aquellos con enfermedades respiratorias (Ej: asmáticos), diabéticos, obesos, artríticos, los enfermos del riñón, aquellos que sufren de osteoporosis, SIDA y otros similares

Las bases para la prescripción de ejercicio es la evaluación objetiva de la aptitud física (pruebas de ejercicio). Algunas variables fisiológicas que pueden ser evaluadas son, a saber: la frecuencia cardíaca vía electrocardiografía, capacidad funcional y presión arterial.

El programa de ejercicio se estructura de tal forma que se pueda desarrollar los componentes de la aptitud física relacionados con la salud, a saber: tolerancia cardiorrespiratoria, composición corporal, flexibilidad, fortaleza y tolerancia muscular.

La información preliminar que se requiere conocer de los candidatos al programa de ejercicio incluye las siguientes:

- Preferencias y metas personales: Consiste en establecer las necesidades e intereses del participante: Se requiere contestar las siguientes interrogantes: 1) ¿por qué quieres hacer ejercicio? 2) ¿qué formas de ejercicio tu prefieres? 3) ¿cuándo fue la última vez que tuviste participación en un programa de ejercicio regular? 4) ¿cuánto tiempo tienes durante el día para dedicarlo al ejercicio?
- Historial de salud
- Perfil de factores de riesgo
- Características de comportamiento

Conceptos y Propósitos

Concepto de Prescripción de Ejercicio

La prescripción de ejercicio representa aquel proceso mediante el cual a una persona se le diseña un programa de ejercicio en forma sistemática e individualizada (ACSM, 2006, p. 135).

Propósitos (ACSM, 2006, p. 135)

Los propósitos de la prescripción de ejercicio son: 1) promover la salud y prevenir enfermedades crónicas de naturaleza hipocinética 2) mejorar los componentes de la aptitud física relacionados con la salud 3) asegurar la seguridad durante la participación en el programa de ejercicio 4) rehabilitación.

Promover la salud para reducir el desarrollo futuro o recurrencia de enfermedades degenerativas:

La cantidad de ejercicio requerido para reducir significativamente el riesgo de una enfermedad puede ser considerablemente menor que aquella cantidad de ejercicio necesaria para desarrollar y mantener altos niveles de aptitud física (ACSM, 2006, pp. 135-136). Esto implica que los niveles de actividad física/ejercicio por debajo de aquellos que corresponden a la cantidad que se necesita para mejorar la aptitud física puede ser considerado como una meta principal apropiada para algunos individuos/poblaciones. Para personas sedentarias, la adopción de un estilo de vida moderadamente activo puede inducir beneficios de salud importantes y podrá ser una meta más alcanzable que el simple hecho de lograr altos niveles de actividad física y aptitud física.

El objetivo fundamental de la prescripción de ejercicio es proveer aquella ayuda necesaria para que los participantes puedan incrementar su actividad física habitual, es decir modificar su comportamiento hacia un estilo de vida más activo. Los principios de la prescripción de ejercicio son modificables y determinados por: 1) las preferencias y metas individuales 2) la magnitud y velocidad de las adaptaciones desarrolladas por el individuo.

Mejorar aquellos componentes de la aptitud física relacionados con la salud, los cuales son, a saber:

- ***La tolerancia cardiorrespiratoria o potencia aeróbica máxima (VO₂máx):*** El propósito fundamental para la mayoría de las prescripciones del ejercicio es aumentar o mantener la capacidad funcional del individuo.
- Fortaleza y tolerancia muscular.
- Flexibilidad.
- Composición corporal, es decir, porcentaje de grasa corporal, masa o peso graso, masa corporal activa o peso magro (sin grasa) y masa corporal total.

Mantener la seguridad durante la participación en el programa de ejercicio:

Esto representa un aspecto de suma importancia al planificar el programa de ejercicio. Por ejemplo, se requiere previamente contar una planificación en caso de un accidente o enfermedad súbita, utilizar la vestimenta y calzado apropiado, seguir procedimientos de hidratación adecuados, entre otras.

Rehabilitación:

El ejercicio como un medio terapéutico se utiliza para el tratamiento de una diversidad de enfermedades, tales como la en la rehabilitación cardiopulmonar, poblaciones diabéticas, obesidad, entre otros problemas de salud.

Población para a la cual se Diseña un Programa de Ejercicio

Se prescribe ejercicio para una diversidad de grupos, tales como la población general y especial. Los adultos sedentarios y asintomáticos pertenecen al grupo de población general para la cual se puede diseñar un programa de acondicionamiento físico. Por otro lado, las poblaciones especiales incluyen aquellas aparentemente saludables (niños, envejecientes, embarazadas) y las que posee ciertas enfermedades particulares, tales como condiciones cardíacas, diabetes, obesidad, artritis, osteoporosis, SIDA, problemas renales y otros.

Bases para la Prescripción de Ejercicio

La prescripción de ejercicio se fundamenta en la evaluación objetiva de la aptitud física (pruebas de ejercicio). Algunas variables fisiológicas que pueden ser evaluadas son la frecuencia cardíaca vía electrocardiografía, capacidad funcional y presión arterial.

Planificación del Programa de Ejercicio

El programa de ejercicio se estructura de tal forma que se pueda desarrollar los componentes de la aptitud física relacionados con la salud, a saber: la tolerancia cardiorrespiratoria, composición corporal, flexibilidad, y fortaleza y tolerancia muscular.

Información Preliminar que se Requiere Conocer de los Candidatos al Programa de Ejercicio

Antes de iniciar el proceso de prescribir el ejercicio, es crucial recolectar información personal del potencial participante.

Preferencias y Metas Personales:

Antes de que los participantes se inicien en el programa de ejercicio es muy importante primero establecer las necesidades e intereses del participante. En una entrevista personal con el potencial participante, se debe indagar las siguientes interrogantes:

¿Por qué quieres hacer ejercicio?

- ¿Qué formas de ejercicio tu prefieres?
- ¿Cuándo fue la última vez que estabas en un programa de ejercicio regular?
- ¿Cuánto tiempo tienes durante el día para dedicarlo al ejercicio?

Además, será necesario un historial de salud, perfil de factores de riesgo y las características de comportamiento.

La Evaluación de la Salud y el Examen Médico

Todos hemos escuchado historias de gente que se han desplomado sin vida mientras practicaban algún deporte o estaban trotando (jogging). Muchos de estos casos documentados evidencian que durante el ejercicio se producen ataques al corazón u otros males, debido a que muchas personas piensan que están más preparadas de lo que en realidad se encuentran. Tales accidentes se pueden evitar si se realiza un examen del estado de salud/condición física antes de comenzar un ejercicio regular al que no se está acostumbrado. Consecuentemente, para poder prescribir un programa de ejercicio individualizado de forma segura y efectiva, se debe evaluar primero el estado de salud del participante potencial. Esta evaluación debería incluir un examen médico, un cuestionario de salud y luego efectuar una serie de pruebas de aptitud física relacionadas con la salud.

Posibles Medios para Evaluar el Estado de Salud de los Participantes Potenciales (ACSM, 2006, pp. 19-34, 39-54)

Esencialmente, existen cinco formas para evaluar la salud de los participantes (véase Tabla 2-16). Estas pruebas son: un inventario de salud, examen físico, análisis de los factores de riesgo, pruebas ergométricas diagnósticas y evaluaciones médicas cardiovasculares específicas (Ej: cateterismo coronario).

Tabla 2-16: Evaluación del Estado de Salud de los Participantes

- Cuestionarios/inventarios de salud completados personalmente por los participantes.
- Examen físico efectuado por un médico.
- Análisis de los factores de riesgo relacionados con enfermedades coronarias.
- Pruebas ergométricas diagnósticas de tolerancia cardiorrespiratoria.
- Pruebas diagnósticas cardiovasculares avanzadas (Ej: talio 201, angiografía coronaria).

NOTA. Adaptado de *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 7ma. ed.; (pp. 19-34, 39-54.), por American College of Sports Medicine, 2006, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2006 por American College of Sports Medicine.

Cuestionario de Salud (Adaptado del "Physical Activity Readiness Questionnaire-PAR-Q") (ACSM, 2006, pp. 21, 26)

Según el Colegio Americano de la Medicina del Deporte (ACSM, siglas en inglés), el primer paso al evaluar las personas que deseen ingresar en un programa de ejercicio es la administración de un cuestionario que examine el nivel de actividad física, ejercicio y la salud del potencial participante.

Tabla 2-17: Cuestionario de Salud

- **Objetivo:** Excluir al participante no elegible al programa.
- **Instrucciones:** Si la persona contesta afirmativamente a cualquiera de las siguientes preguntas abajo mencionadas, se le debe posponer cualquier ejercicio vigoroso y requerir un certificado médico:
 - ¿Alguna vez su médico le dijo que usted poseía un problema del corazón?
 - ¿Sufre usted frecuentemente de dolores en el pecho?
 - ¿Con frecuencia usted experimenta un casi desmayo o mareos severos?
 - ¿En alguna ocasión le indicó su Doctor que tenía una afección en el hueso o articulación, como lo es la artritis y que ha sido agravado por el ejercicio?
 - ¿Existe alguna buena razón no mencionada aquí por la cual usted no debería participar en un programa de ejercicio, aún cuando usted lo desee?
 - ¿Usted se encuentra sobre los 65 años y no está acostumbrado a llevar a cabo ejercicios vigorosos?

NOTA. Adaptado de *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 7ma. ed.; (pp. 26), por American College of Sports Medicine, 2006, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2006 por American College of Sports Medicine.

¿Quiénes Requieren un Examen Médico? (Véase Tabla 2-18)

Individuos aparentemente saludables (asintomáticos con solo un factor de riesgo para cardiopatías coronarias) (ACSM, 1995):

Programas de ejercicios moderadas (intensidades de 40 a 60% del consumo de oxígeno máximo [VO₂máx]; sostenidos cómodamente durante períodos prolongados de tiempo [60 minutos]) o que incluya el caminar o el aumentar progresivamente las actividades físicas cotidianas. Para estos tipos de ejercicios no se requiere un examen médico o prueba ergométrica de tolerancia al ejercicio.

Programas de ejercicios vigorosos (intensidades que sobrepasan el 60% del VO₂máx; que no puedan ser sostenidos por más de 15 a 20 minutos). En estos casos, en los varones con 40 años o más y mujeres de 50 años o más, se recomienda un examen médico reciente y una prueba ergométrica máxima (supervisada por un médico) antes de comenzar un programa de ejercicio vigoroso. Los individuos de cualquier edad pueden

realizar pruebas submáximas ergométricas (hasta un 75% de la frecuencia cardiaca máxima [FC_{máx}] estimada ajustada a la edad) sin la supervisión de un médico, siempre y cuando la prueba se realice por personal entrenado y certificado (Ej: personas certificadas por la "American College of Sports Medicine [ACSM]).

Por debajo de los 30 años. Se requiere un chequeo médico realizado hace un año o menos.

Entre los 30 y los 39 años. Un examen médico satisfactorio llevado a cabo en los tres últimos meses, que incluya un electrocardiograma en reposo de 12 derivaciones.

Individuos con alto riesgo (con dos o más factores de riesgo para cardiopatías coronarias y/o síntomas que sugieren una enfermedad cardiopulmonar o metabólica):

Programas de ejercicios vigorosos. En cuanto a los individuos de cualquier edad, se recomienda una prueba ergométrica antes de incorporarse al programa. Las pruebas máximas ergométricas de tolerancia deben efectuarse bajo la supervisión médica. Las pruebas ergométricas submáximas son de poco valor diagnóstico en esta población de alto riesgo. De llevarse a cabo para propósitos no-diagnósticos, no es necesaria la presencia de un médico en individuos asintomáticos.

Programas de ejercicios moderados (gradualmente implementados, supervisados y sin participación competitiva). Para los individuos sin manifestar síntomas puede no ser necesario una prueba ergométrica de tolerancia o examen médico.

Individuos de cualquier edad con síntomas que sugieren enfermedades coronarias, pulmonares o metabólicas. Para este grupo es requerido un examen médico minucioso reciente y una prueba ergométrica máxima (supervisada por un médico) antes de iniciar el programa de ejercicio.

Individuos con enfermedades (cardiovasculares, pulmonares o metabólicas):

Evaluación médica específica y prueba de tolerancia diagnóstica. Es imperativo un examen médico reciente completo y una prueba ergométrica diagnóstica con la presencia de un médico.

Tabla 2-18: Guías para Determinar el Tipo de Evaluación Médica o Prueba Ergométrica para la Participación en un Programa de Ejercicio

A. Se Recomienda un Examen Médico y Prueba Ergométrica antes de:						
	Aparentemente Saludable Jóvenes (♂ ≤ 40 años) (♀ ≤ 50 años)		Alto Riesgo (Con dos o más Factores de Riesgo) Sin Síntomas		Con Síntomas	Enfermedad Conocida
	Mayor Edad					
Ejercicio Moderado	No	No	No	Sí	Sí	Sí
Prueba Máxima	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

B. Se Recomienda una Prueba Ergométrica Supervisada por un médico:						
	Aparentemente Saludable Jóvenes (♂ ≤ 40 años) (♀ ≤ 50 años)		Alto Riesgo (Con dos o más Factores de Riesgo) Sin Síntomas		Con Síntomas	Enfermedad Conocida
	Mayor Edad					
Prueba Submáxima	No	No	No	Sí	Sí	Sí
Prueba Máxima	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

NOTA. Adaptado de *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 4ta. ed.; (p. 25), por American College of Sports Medicine, 1995, Philadelphia: Lea & Febiger. Copyright 1995 por American College of Sports Medicine.

Tabla 2-19: Contraindicaciones **Absolutas** para Pruebas de Aptitud Física y Práctica de Ejercicios: Énfasis en las Evaluaciones Cardiovasculares Máximas o Submáximas.

- Un cambio reciente significativo en el EKG de reposo, lo cual es indicativo de isquemia, un infarto al miocardio reciente (dentro de 2 días) u otros eventos cardíacos agudos
- Angina inestable
- Arritmias cardíacas descontroladas provocando síntomas o que comprometen la función hemodinámica
- Estenosis aórtica severa sintomática
- Fallo cardíaco descontrolado sintomático
- Embolo pulmonar agudo o infarto pulmonar
- Miocarditis o pericarditis aguda
- Infecciones agudas

NOTA. Adaptado de *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 7ma. ed.; (p. 50), por American College of Sports Medicine, 2006, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2006 por American College of Sports Medicine.

Tabla 2-20: Contraindicaciones **Relativas** para Pruebas de Aptitud Física y Práctica de Ejercicios: Énfasis en las Evaluaciones Cardiovasculares Máximas o Submáximas.

- Estenosis de la arteria coronaria principal izquierda
- Estenosis valvular moderada
- Anormalidades electrolíticas conocidas (hipokalemia, hipomagnesemia)
- Hipertensión arterial severa (es decir, presión sanguínea diastólica en reposo mayor de 120 mm Hg o presión sanguínea sistólica mayor de 200 mm Hg)
- Taquiarritmias o bradiarritmias
- Cardiomiopatía, incluyendo cardiomiopatía hipertrófica y otras formas de obstrucción en el flujo externo del conducto
- Disturbios neuromusculares, musculoesqueléticos o reumatoides que son empeoradas con el ejercicio
- Alto grado de bloqueo atrioventricular (Ej: Bloque o A-V de tercer grado)
- Aneurisma ventricular
- Enfermedades metabólicas descontroladas (Ej: diabetes sacarina, tirotoxicosis, o mixedema).
- Enfermedades infecto-contagiosas crónicas (Ej: mononucleosis, hepatitis, SIDA).

NOTA. Adaptado de *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 7ma. ed.; (p. 50), por American College of Sports Medicine, 2006, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2006 por American College of Sports Medicine.

Objetivos del Examen Médico

La evaluación médica es de vital importancia para poder determinar si existe cualquier contraindicación del ejercicio (véase Tabla 2-19 y Tabla 2-20). El examen médico también sirve para diagnosticar aquellas enfermedades físicas que puedan limitar al individuo hacer ejercicio en forma segura y eficiente. Y lo más importante, la evaluación médica nos sirve de base y guía al prescribir el ejercicio.

Componentes del Examen Médico (Véase Apéndice A)

La evaluación médica se encuentra constituida de tres secciones importantes, a saber, el historial médico, el examen físico y las pruebas de laboratorio.

Un historial médico. Este debe incluir un historial familiar y personal y hábitos actuales que afectan la salud. Ejemplos: fumar, tipo de dieta, nivel de actividad física, y otros.

Evaluación física. Se debe evaluar el sistema cardiorrespiratorio (el corazón y pulmones), así como cualquier anomalía en los huesos o músculos.

Pruebas de laboratorio. Se incluye un electrocardiograma en reposo y la medición de la presión arterial. Algunas pruebas opcionales pueden ser análisis de las

grasas sanguíneas (triglicéridos y colesterol), conteo completo de sangre, prueba de tolerancia a la glucosa y urianálisis.



Figura 2-13: La Dosis de Ejercicio. Ilustración de los componentes para la prescripción de ejercicio.

Los Componentes de la Prescripción de Ejercicio (La Dosis del Ejercicio)

La planificación y diseño del programa de ejercicio individualizado debe incluir todos los componentes que se describen en esta sección. Estos ingredientes de la prescripción deben ser capaces de **sobrecargar** a una dosis apropiada los sistemas orgánicos del participante durante cada sesión de ejercicio (ejercicio agudo). A raíz de varias sesiones de ejercicio (ejercicio crónico), los tejidos podrán adaptarse a la carga bajo la cual se sometieron. Consecuentemente, se incurre en una adaptación morfofuncional, como lo podría ser un aumento en la capacidad funcional (Howley & Franks, 1997). Esto asegura un alto nivel de seguridad y efectividad para el programa a ser estructurado e implementado. Según el Colegio Americano de Medicina del Deporte (American College of Sports Medicine, o ACSM, siglas en inglés) (ACSM, 2010, pp. 152-182), los componentes que debe incluir una prescripción de ejercicio dirigido a desarrollar la **tolerancia cardiorrespiratoria** (véase Tabla 2-21, Tabla 2-22 y Tabla 2-23) son, a saber: 1) la **intensidad** del ejercicio 2) el **tipo** (o tipos) **de ejercicio** a ser incorporado en el programa 2) el **tiempo** (o **duración**) de las sesiones de ejercicio 3) la **frecuencia** o veces por semana en que se llevará a cabo cada sesión de ejercicio 4) la **progresión** del programa de ejercicio.

Tabla 2-21: La Dosis del Ejercicio para el Desarrollo de la Aptitud Cardiorrespiratoria en Adultos Aparentemente Saludables

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
Tipo/Modo de Actividad	<ul style="list-style-type: none"> Actividad Utilizando Grandes Grupos Musculares que se Mantengan Continuamente (por un Período Prolongado) y Rítmicamente y que sean de Naturaleza Aeróbicos. EJEMPLOS: Caminar, Trotar, Correr, Correr Bicicleta, Nadar, Baile Aeróbico, Remo, Patinaje.
Intensidad	<ul style="list-style-type: none"> 40-85% del Consumo de Oxígeno de Reserva (VO_2R). 40-85% de la Frecuencia Cardíaca Máxima de Reserva ($FC_{m\acute{a}x-resv}$). 64-94% de la Frecuencia Cardíaca Máxima ($FC_{m\acute{a}x}$).
Duración	<ul style="list-style-type: none"> 20 - 60 min Actividad Aeróbica Continua o Discontinua.
Frecuencia	<ul style="list-style-type: none"> 3 - 5 Días por Semana.
Progresión	<ul style="list-style-type: none"> Ajustar el Trabajo Total por Sesión (Aumentar en Intensidad, Duración o Combinación de Ambas) como resultado del Efecto de Acondicionamiento (Observado Notablemente durante las Primeras 6 - 8).

NOTA. Adaptado de *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 7ma. ed.; (pp. 139-154), por American College of Sports Medicine, 2006, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2006 por American College of Sports Medicine.

Intensidad

La **intensidad** se refiere al porcentaje de la capacidad máxima del ejercicio a practicarse. Representa la presión fisiológica bajo el cual se somete el individuo.

La intensidad y el trabajo pueden clasificarse utilizando un sistema basado en el gasto energético de tareas industriales (véase Tabla 2-23) (Pollock & Wilmore, 1990). La clasificación de la intensidad (véase Tabla 2-24) esta diseñada a base del porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima de reserva ($FC_{m\acute{a}x-resv}$) del ejercicio, durante un período de 30 a 60 minutos (Pollock & Wilmore, 1990). Es posible aplicar este sistema en la mayor parte de las poblaciones.

Al determinar la intensidad, se sugiere seguir las siguientes recomendaciones:

- Debe ser calculada individualmente
- Requiere ser monitoreada adecuadamente
- Es menor en sedentarios
- Para el individuo promedio, el nivel de intensidad óptima puede fluctuar entre 60 a 80% del $VO_2m\acute{a}x$ (Howley & Franks, 2003)

Tabla 2-22: La Prescripción de Ejercicio para Adultos Saludables

Calentamiento: 5 - 10 minutos

Estímulo Aeróbico: 20 - 60 minutos:

- Tipo de Ejercicio
- Intensidad
- Duración
- Frecuencia
- Progresión

Enfriamiento y Relajamiento: 5 - 10 minutos

Al escoger el nivel de intensidad para el participante, se debe primero considerar los siguientes factores (véase Tabla 2-24):

- **Nivel actual de la aptitud aeróbica (véase Tabla 2-17).** Esta información se obtiene de los resultados obtenidos en las pruebas que miden la tolerancia cardiorrespiratoria. Por ejemplo, aquellas personas donde los resultados de la evaluación para determinar la tolerancia aeróbica evidenciaron una reducida capacidad cardiorrespiratoria, deberán comenzar a una baja intensidad. Comúnmente, los atletas entrenan a un porcentaje mayor de 90% del VO_2R .
- **El tipo de población incorporada en el programa (enfermedades presentes) (véase Tabla 2-23).** Esto se determina del examen médico y cuestionario de salud. Algunos ejemplos de afecciones que requieren ser consideradas al establecer la dosis de intensidad para el ejercicio son: problemas respiratorios (Ej: asmáticos), hipertensión, limitaciones ortopédicas y músculo-tendinosas, obesidad, edad avanzada y otras.
- **Estilos de vida que afectan a la salud.** En orden de poder establecer un nivel dado de intensidad es vital considerar el estado de actividad física o ejercicio que actualmente practica la persona, sus hábitos alimenticios y los comportamientos de riesgo que afectan la salud del potencial participante.
- **Condiciones psicológicas.** Los problemas de índole psicosocial afectan negativamente el bienestar de los individuos, de manera que se debe tomar en cuenta al prescribir la intensidad. Estos disturbios incluyen el nivel de salud mental, emocional y social del individuo. Se sugiere realizar diversas pruebas psicológicas, con el fin de evaluar su nivel de estrés actual y el tipo de personalidad que posee (Ej: tipo A o tipo B).
- **Condiciones ambientales e instalaciones físicas bajo las cuales se llevará a cabo el programa de ejercicio.** Se sabe que los factores climáticos pueden alterar el ritmo cardíaco y otras variables fisiológicas. Estos entornos meteorológicos son la temperatura, humedad relativa, altitud, nivel de contaminación y otros. Además, es

necesario ajustar la intensidad del ejercicio según sea el lugar donde se habrá de entrenar. Por ejemplo, se debe considerar el tipo de o terreno suelo (madera suspendida, tartán, cemento, brea donde se llevará a cabo el ejercicio).

- **Recursos/equipos necesarios.** Determinar la necesidad de ciertos equipos que requiere el ejercicio, tales como bicicleta, kayak, mancuernas (dumbells) y otros.
- **La dosis de la duración:** La intensidad y duración del ejercicio son elementos inversamente relacionados, es decir, entre mayor sea la intensidad del ejercicio, más corta será la duración de la sesión de ejercicio y viceversa. Esto quiere decir que la selección de una baja intensidad debería ser acompañada de mayor duración en la sesión de ejercicio. Individuos con una buena aptitud aeróbica podrían ejercitarse a mayores intensidades y reducir la duración del ejercicio. Este tipo de dosis puede ser empleada en forma intermitente durante la sesión de ejercicio (entrenamiento discontinuo o en intervalos).

Tabla 2-23: La Dosis de Ejercicio según la Población

Población o Nivel de Ejercicio	Frecuencia (Veces/Semana)	Intensidad (FCmáx-resv)	Duración (Minutos)	Tipo de Ejercicio
Enfermedades (Ej: Cardíacos, Obesos), Envejecientes Sedentarios, y Enfermos	3/Semana	40 - 60%	10 - 20	Caminar, Ejercicios en el Agua, Ciclismo, Deportes Recreativos de Bajo Impacto, Ejercicios con Resistencias Livianas
Ejercitante Esporádico o Sedentario	3/Semana	50 - 70%	15 - 30	Caminar, Ciclismo, Natación, Deportes Recreativos
Ejercitante Moderado	3-5/Semana	60 - 90%	20 - 60	Trotar, Correr, Ciclismo, Natación, Remo, Esquí de Campo Traviesa
Atleta Competitivo y Elite	5 - 7/Semana	75 - 95%	60 – 300 (1-6 hrs)	Correr, Destrezas y Prácticas Deportivas Competitivas, Entrenamiento con Pesas

NOTA. Adaptado de: "A New Look at Exercise Prescription", por G. Hyatt, 1990, *IDEA Today*, 8(8), p. 40.

Tabla 2-24: Determinantes para el Nivel de Intensidad Utilizado

Población/Trastornos Médicas::

- Limitaciones Ortopédicas.
- Pobre Nivel de Fortaleza y Tolerancia Muscular.
- Obesidad.
- Asma o Bronco-Espasmo inducido por el Ejercicio.
- Enfermedades en las Arterias Coronarias.
- Hipertensos.
- Envejecientes (mayores de 65 años de Edad).

Hábitos Actuales de Ejercicio.

Disturbios Psicológicas.

Presencia de Comportamientos de Riesgo que afectan a la Salud.

Condiciones Ambientales (Temperatura, Humedad, Altitud).

Tipo de Instalaciones Físicas.

Dosis de la Duración

Recursos/Equipos Necesarios

Nivel de Aptitud Cardiorrespiratoria/Aeróbica.

El nivel de intensidad prescrita puede ser determinado utilizando valores absolutos (Ej: vatios) o relativos (porcentaje de la capacidad funcional). Cuando empleamos el porcentaje de la capacidad funcional, se puede tomar en consideración uno o más de los siguientes índices (véase Tabla 2-25):

- Frecuencia cardiaca
- Consumo de oxígeno (VO_2)
- METs
- Percepción del esfuerzo (RPE) o escala de Borg

Por ejemplo, para adultos saludables, es posible prescribir una intensidad relativa que fluctúe entre 60 y 80% de la FC_{resv} (77-90% de la $FC_{máx}$). Para asegurar que sea efectiva esta intensidad, se necesario prescribir la adecuada dosis para la frecuencia y duración del programa de ejercicio. Se sugiere que aquellos individuos que practican ejercicios regulares entrenen a intensidades que fluctúen en el extremo superior del porcentaje (ACSM, 2006, p. 141), tal como de 70 a 85 % de la FC_{resv} . En cambio, para personas con baja capacidad funcional (Ej: con padecimientos cardíacos), la intensidad recomendada es entre 40 y 60% de su capacidad funcional.

A continuación se describen las intensidades sugeridas para las poblaciones adultas que se encuentran saludables (ACSM, 2006, pp.141-146) debe fluctuar (véase Tabla 2-25):

- De 40 a 85% de la frecuencia cardiaca de reserva (FCresv) o consumo de oxígeno de reserva (VO₂R). El VO₂R representa la diferencia entre el consumo de oxígeno máximo (VO₂Rmáx) y el consumo de oxígeno en reposo (VO₂)
- De 64 a 94% de la frecuencia cardiaca máxima (FCmáx)
- 50-85% del Consumo de Oxígeno Máximo (VO₂máx)

Para poblaciones especiales (obesos, individuos de edad avanzada) la intensidad recomendada debe fluctuar de 40 a 60% de la FCmáx-resv. Según la ACSM (2006, p. 141), aquellas poblaciones que sus pruebas cardiorrespiratorias reflejan un baja capacidad aeróbica (Ej. < 40 mL · kg · ⁻¹min⁻¹) se benefician de una baja intensidad (Ej., 30% VO₂R). Para participantes novatos de estas poblaciones (intensidad al comienzo del programa), se debe emplear el porcentaje más bajo, es decir, donde es posible hablar durante el ejercicio. Como mencionamos anteriormente, es de suma importancia establecer una **baja intensidad** para aquellos clientes que posean ciertas limitaciones físicas (Ej: obesos, problemas ortopédicos), enfermedades degenerativas (Ej: diabetes sacarina) o son personas de edad avanzada (mayores de 65 años de edad). En estos casos, la meta del programa de ejercicio deberá ser lograr una mejoría en el estado de salud del participante y un estilo de vida más activo. Este enfoque evita posibles lesiones musculoesqueletales, la aparición de eventos cardiovasculares y mejora la adherencia al programa por parte de los participantes (Pollock et al, 1994).

Tabla 2-25: Sistema de Clasificación para Trabajo Industrial

Categoría de Trabajo	VARONES		MUJERES		Actividades
	kcal/min/65 kg	METs	kcal/min/65 kg	METs	
Liviano	2.0-4.9	1.6-3.9	1.5-3.4	1.2-2.7	Caminar, leer un libro, guiar el automóvil, ir de compra, boliche, pescar, golf, navegación recreativa
Moderado	5.0-7.4	4.0-5.9	3.5-5.4	2.8-4.3	Ciclismo de placer, baile, voleibol, bádminton, calistenia
Fuerte	7.5-9.9	6.0-7.9	5.5-7.4	4.4-5.9	Patinaje sobre hielo, esquí en agua, tenis competitivo, alpinismo para novatos, trotar

Muy Pesado	10.0-12.4	8.0-9.9	7.5-9.4	6.0-7.5	Esgrima, "football de tocar", buceo SCUBA, baloncesto, natación (la mayoría de los estilos)
Excesivamente Fuerte	>12.5	>10.0	>9.5	>7.6	"Handball", "squash", esquí de campo traviesa, "paddleball", correr (paso rápido)

NOTA. De: *Exercise in Health and Disease: Evaluation and Prescription for Prevention and Rehabilitation*. 2da. ed.; (p. 104), por M. L. Pollock y J. H. Wilmore, 1990, Philadelphia: W.B. Saunders Company. Copyright 1990 por: W.B. Saunders Company.

Tabla 2-26: Clasificación de la Intensidad del Ejercicio Basado en 30 a 60 Minutos de Entrenamiento de Tolerancia

INTENSIDAD RELATIVA			
FCmáx	VO₂máx o FCmáx-Resv	Escala de la Percepción del Esfuerzo	Clasificación de la Intensidad
< 35%	< 30%	< 10	Muy Liviano
35-59%	30-49%	10-11	Liviano
60-70%	50-74%	12-13	Moderado
80-89%	75-84%	14-16	Fuerte
≥ 90%	≥ 85%	≥ 16	Muy Fuerte

NOTA. De: *Exercise in Health and Disease: Evaluation and Prescription for Prevention and Rehabilitation*. 2da. ed.; (p. 105), por M. L. Pollock y J. H. Wilmore, 1990, Philadelphia: W.B. Saunders Company. Copyright 1990 por: W.B. Saunders Company.

Determinación de la Intensidad mediante la Frecuencia Cardíaca (FC)

Existen varias maneras para determinar la intensidad del ejercicio (véase Tabla 2-27). Una de las más comunes y fáciles es utilizando la frecuencia cardíaca o pulso. Una técnica sencilla, conocido como el **Método de Cero a Pico (% Fcmáx)**, consiste en calcular un porcentaje dado para la frecuencia cardíaca máxima (FCmáx) ajustada a la edad (ACSM, 2006, p. 144). El primer paso a seguir es determinar la frecuencia cardíaca máxima. En términos generales, la FCmáx a la que corresponde la intensidad más alta registrada durante una prueba ergométrica máxima de esfuerzo representa la frecuencia

cardiaca máxima. Este valor se puede determinar directamente por medio de una prueba ergométrica de tolerancia cardiorrespiratoria a niveles máximos, donde se monitorea la frecuencia cardiaca. De no ser posible llevar a cabo esta prueba, la FC_{máx} se puede estimar restándole la edad del participante de 220 (220 - Edad). Luego se multiplica el porcentaje de entrenamiento deseado (el cual puede fluctuar de 40 a 85% de la frecuencia cardiaca máxima ajustada a la edad) por la frecuencia cardiaca máxima. La frecuencia cardiaca de entrenamiento (FCE) se puede verificar tomando el pulso en la arteria radial o la carótida. Es muy importante enfatizar que cuando se verifique el pulso, mantenerse moviéndose para evitar un posible mareo o desmayo.

Tabla 2-27: Métodos para Determinar la Intensidad del Ejercicio

ÍNDICE	POSIBLES ZONAS DE ENTRENAR	FÓRMULA
%FC _{máx} -resv	40 - 85%	$[(FC_{máx} - FC_{rep}) (\% \text{ Entrenar})] + FC_{rep}$
%FC _{máx}	64 - 94%	$(FC_{máx}) (\% \text{ Entrenar})$
%VO ₂ R	40 - 85%	$(VO_{2máx} - VO_{2rep}) (\% \text{ Entrenar})$
METS	40 - 85%	$(MET_{máx}) (\% \text{ Entrenar})$
Escala de Percepción del Esfuerzo (RPE) o Borg Scale	12 (Algo Fuerte) a 16 (Fuerte)	Ver Escala

NOTA. Adaptado de: *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 7ma. ed.; (pp. 141-146), por American College of Sports Medicine, 2006, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2006 por: American College of Sports Medicine.

A continuación ilustramos un ejemplo:

Problema:

Determinar la frecuencia cardiaca de entrenamiento (FCE). Utiliza el método donde se multiplica el porcentaje de entrenamiento deseado directamente por la frecuencia cardiaca máxima.

Dado:

Edad = 20 años

Porcentaje de Entrenamiento Deseado = 60%

Conocido:

Frecuencia Cardiaca Máxima (FC_{máx}) = 220 – Edad

Frecuencia Cardiaca de Entrenamiento (FCE) = FC_{máx} X % Entrenamiento

Solución:

$$\begin{aligned} \text{FCmáx} &= 220 - 20 \\ &= 200 \text{ latidos} \cdot \text{min}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Intensidad Prescrita para el Ejercicio o Frecuencia Cardíaca de Entrenamiento (FCE)} \\ &= 60 \times 200 \\ &= 120 \text{ latidos} \cdot \text{min}^{-1} \end{aligned}$$

Existe otro método más preciso, conocido como el *método de Karvonen* (ACSM, 2006, pp. 144-146), que toma en consideración la frecuencia cardíaca en reposo (FCrep). Para su cálculo se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{FCE} = [(\text{FCmáx} - \text{FCrep}) (40 \text{ a } 85\%)] + \text{FCrep}$$

Empleando los mismos datos del ejemplo anterior, la frecuencia cardíaca de entrenamiento se puede estimar de la siguiente manera:

Problema:

Determinar la frecuencia cardíaca de entrenamiento (FCE). Utiliza el método de Karvonen.

Dado:

$$\begin{aligned} \text{Edad} &= 20 \text{ años} \\ \text{FCrep} &= 70 \text{ latidos} \cdot \text{min}^{-1} \\ \text{Porcentaje de Entrenamiento Deseado} &: 60\% \end{aligned}$$

Conocido:

$$\begin{aligned} \text{Frecuencia Cardíaca Máxima (FCmáx)} &= 220 - \text{Edad} \\ \text{Fórmula de Karvonen} = \text{FCE} &= [(\text{FCmáx} - \text{FCrep}) (40 \text{ a } 85\%)] + \text{FCrep} \end{aligned}$$

Solución:

$$\begin{aligned} \text{FCmáx} &= 220 - 20 \\ &= 200 \text{ latidos} \cdot \text{min}^{-1} \\ \text{FCE} &= [(200 - 70) (.60)] + 70 \\ &= (130) (.60) + 70 \\ &= 78 + 70 \\ &= 148 \text{ latidos} \cdot \text{min}^{-1} \end{aligned}$$

Por lo tanto, el individuo tiene que estar entrenando a 148 latidos por minuto como mínimo. Ahora bien, le podemos calcular una frecuencia cardíaca de entrenamiento máxima (zona superior), si en vez de 60% cogemos 65%, lo cual nos daría

155 latidos·min⁻¹. Para poder averiguar si se está entrenando dentro de la zona prescrita, se requiere tomar el pulso inmediatamente después de haber terminado la sesión de entrenamiento. Para éste propósito, se recomienda emplear un reloj con segundero o cronómetro. El procedimiento verificar la FCE consiste en primero colocar el antebrazo con la palma hacia arriba; luego, buscar con los dedos índice, corazón y anular de la mano contraria el pulso radial. Éste se encuentra localizado en la muñeca, bajo la base del dedo pulgar. También puedes buscar el pulso en el cuello (pulso carótido): sitúa los mismos dedos a un lado de la nuez; cuenta el número de latidos que palpés durante 6 segundos, y luego le añades un cero ("0") para poder adquirir el pulso por minuto. Es importante que para comprobar el pulso, el participante no se detenga abruptamente luego del ejercicio; éste deberá seguir moviendo los pies y simultáneamente tomar el pulso durante 6 segundos, con fin de no dejar que el pulso descienda demasiado. Finalmente, multiplica el valor obtenido por 10, o añade un cero, de modo que se convierta en latidos por minuto. También, la palpación del pulso se puede realizar durante 10 ó 15 segundo. En estos casos, multiplique por seis (6) y cuatro (4), respectivamente.

Para determinar la intensidad de un ejercicio utilizando la frecuencia cardiaca siga los pasos delineados en la Tabla 2-28.

Tabla 2-28: Determinación de la Intensidad del Ejercicio Mediante la Frecuencia Cardiaca (Pulso)

PROCEDIMIENTO - Lleve a cabo los siguientes pasos:

Paso # 1: *Calcula la frecuencia cardiaca máxima (FCmáx):*

$$FCmáx = 220 - \text{Edad}$$

Paso # 2: *Determina tu frecuencia cardiaca en reposo (FCrep):*

Palpa tu pulso durante un minuto (latidos por minuto)

Paso # 3: *Calcula tu frecuencia cardiaca de reserva (FCresv):*

$$FCresv = FCmáx - FCrep$$

Paso # 4: *Determina tu por ciento de entrenamiento deseado:*

40%, 50%, 55%, 60%, 56%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%

Paso # 5: *Multiplifica el resultado del paso # 3 por el por ciento de entrenamiento seleccionado en el paso # 4:*

Ejemplo: (.40) (FCmáx - FCrep)

Paso # 6: *Sume el valor resultante obtenido en el paso # 5 a la frecuencia cardiaca de reposo (FCrep)*

RESUMEN: $FCE = [(.40) (FCmáx - FCrep) + FCrep]$

RESULTADOS - Llene los blancos según el procedimiento descrito arriba:

FCrep _____ latidos•min⁻¹

FCmáx (220 - Edad) _____ latidos•min⁻¹

FCresv (FCmáx - FCrep) _____ latidos•min⁻¹

% Deseado en Entrenamiento (Circula dos - Límite Inferior y Límite Superior):

(% x FCresv) .40 .50 .55 .60 .65 .70 .75 .80 .85 x ____ = ____ latidos•min⁻¹ + FCrep

(% x FCresv) .45 .55 .60 .65 .70 .75 .80 .85 .90 x ____ = ____ latidos•min⁻¹ + FCrep

FCE: _____ = latidos•min⁻¹ (límite o zona inferior)

FCE: _____ = latidos•min⁻¹ (límite o zona superior)

NOTA. Adaptado de: *El Ser Humano y la Salud*. 7ma. ed.; (p. 276), por E. Lopategui, 1997, Puerto Rico: Publicaciones Puertorriqueñas, Inc. Copyright 1997 por: Publicaciones Puertorriqueñas, Inc.

Tabla 2-29: Criterios para Determinar las Zonas para el Porcentaje de la Intensidad* Prescrita para Diversos Niveles de Aptitud Cardiorrespiratoria

Zonas Prescritas	Baja (%)	Promedio (%)	Alta (%)
FC Mínima	40	60	70
FCE	60	75	80
FC Máxima	75	85	90

*Porcentaje de la FCmáx-resv

NOTA. Adaptado de: *Physiology of Exercise for Physical Education, Athletics and Exercise Science*. 5ta. ed.; (p. 303), por H. A. deVries y T. J. Housh, 1994, Dubuque, IA: WCB Brown & Benchmark Publishers. Copyright 1994 por Wm. C. Brown Communications.

EXPERIENCIAS DE LABORATORIOS

Con el fin de practicar cómo tomar el pulso y determinar la frecuencia cardiaca de entrenamiento (FCE), se sugiere que los estudiantes realicen los Laboratorios 2-2 y 2-3. Estas experiencias se hallan en el Manual de Laboratorio que acompaña este libro (páginas 12-24 y 25-28).

Determinación de la intensidad mediante el MET

El MET representa los múltiplos de la tasa metabólica en reposo (3.5 ml•kg⁻¹•min⁻¹). Para poder prescribir la intensidad utilizando los METs, se debe primero determinar la capacidad funcional del cliente mediante una prueba ergométrica progresiva de ejercicio. Utilizando los resultados de la prueba (el VO₂máx) se determinarán los valores de las intensidades mínima, promedio y máximas (véase Tabla 2-29). Un modelo de lo arriba se describe a continuación. Si el individuo obtuvo un VO₂máx de 35 ml•kg⁻¹•min⁻¹, la capacidad funcional de éste sería 10 METs (35 ml•kg⁻¹•min⁻¹).

$l \cdot \text{min}^{-1} \div 3.5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} = 10$). Podremos ahora calcular las zonas de entrenamiento (intensidades de entrenamiento mínimas, promedio y máximas) utilizando el resultado de esta prueba expresado en METs (10 METs); En otras palabras, se determinará el MET de entrenamiento (MET_E) mínimo ($\text{MET}_{E\text{min}}$), promedio ($\text{MET}_{E\text{prom}}$) y máximo ($\text{MET}_{E\text{máx}}$). La intensidad mínima de entrenamiento sería el 40% de 10 METs, lo cual resulta ser 4 METs ($\text{MET}_{E\text{min}} = 10 \text{ METs} \times 0.40 = 4 \text{ METs}$); la intensidad promedio fluctúa entre 60% a 70% de 10 METs, o sea 6 ó 7 METs ($\text{MET}_{E\text{prom}} = 10 \text{ METs} \times 0.70 = 7 \text{ METs}$; $\text{MET}_{E\text{prom}} = 10 \text{ METs} \times 0.80 = 8 \text{ METs}$); la intensidad máxima es el 85% de 10 METs, esto, es, 8.5 METs ($\text{MET}_{E\text{máx}} = 10 \text{ METs} \times 0.85 = 8.5 \text{ METs}$). Por consiguiente, puesto que la intensidad promedio prescrita para este individuo es de 6 a 7 METs, se deben incorporar actividades físicas/ejercicio que fluctúen dentro de estos valores (Hanson, Giese & Corliss, 1980; Heyward, 1991). Diversas actividades se han clasificado a base de su costo energético relativo (METs). Dependiendo de la intensidad prescrita (comúnmente entre 40 a 85% del MET máximo [$\text{MET}_{\text{máx}}$]), se escogen las actividades físicas que prefiere el participante.

Por ejemplo, la Tabla 2-30 presenta una gama de ejercicios/deportes que pueden ser utilizadas como los tipos de ejercicios seleccionados, que correspondan a su nivel de intensidad relativa prescrita (% del $\text{MET}_{\text{máx}}$). La intensidad del ejercicio expresado en METs para caminar, trotar, correr, ciclismo y subir un escalón se encuentra directamente relacionado con la velocidad del movimiento, la resistencia o carga levantada. Para estas actividades, la ACSM (2006, pp 286-299) ha diseñado unas ecuaciones para calcular la velocidad o cargas de trabajo que corresponden a una intensidad específica expresada en METs. Por ejemplo, para estimar cuan rápido una mujer debe trotar sobre un terreno horizontal a una intensidad de 8 METs, sigue los siguientes pasos:

Problema:

A una intensidad de 8 METs, ¿Cuál es la velocidad que debe trotar la persona, en un suelo horizontal?

Dado:

Intensidad del Ejercicio = 8 METs

Conocido:

$$1 \text{ MET} = 3.5 \text{ O}_2 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} = \text{Velocidad (m} \cdot \text{min}^{-1}) \times \frac{0.2 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}}{\text{m} \cdot \text{min}^{-1}} + 3.5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$1 \text{ mph} = 2.8 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$\text{Paso} = \frac{60 \text{ min} \cdot \text{hr}^{-1}}{x \text{ mph}}$$

Solución:

- 1) Convierta el valor de METs en $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$:

$$\text{VO}_2 = \frac{8 \text{ METs}}{1} \quad \text{X} \quad \frac{3.5 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}}{\text{MET}}$$

$$\text{VO}_2 = 8 \text{ X } 3.5 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$$

$$\text{VO}_2 = 28 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$$

- 2) Sustituya los valores conocidos dentro de la ecuación de correr (de la ACSM) y resuelve por velocidad:

$$28 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1} - 3.5 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1} = \text{Velocidad X } 0.2 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$$

$$24.5 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1} = \text{Velocidad (m}\cdot\text{min}^{-1}) \text{ X } 0.2$$

$$122.5 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1} = \text{Velocidad}$$

- 3) Convierta velocidad en metros por minuto a millas por hora:

$$\text{mph} = \frac{122.5 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}}{1} \quad \text{X} \quad \frac{1 \text{ mph}}{26.8 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}}$$

$$\text{mph} = \frac{122.5 \text{ mph}}{26.8}$$

$$\text{mph} = 4.57 \text{ mph}$$

- 4) Convierta millas por hora en minutos por milla del paso:

Del problema anterior, velocidad = 4.57 mph ($\text{milla}\cdot\text{hr}^{-1}$)

$$\text{Paso} = \frac{60 \text{ min}\cdot\text{hr}^{-1}}{4.57 \text{ milla}\cdot\text{hr}^{-1}}$$

$$\text{Paso} = 13.1 \text{ min}\cdot\text{milla}^{-1}$$

Tabla 2A-30: Algunas Actividades Físicas Recreativas (Deportes, Ejercicios, Clases, Juegos y Bailes) con su Respectivo Valor/Costo Energético Expresado en METs

ACTIVIDAD RECREATIVA	Promedio	Alcance
Arquería	3.9	3-4
Montar una Mochila en la Espalda	-	5-11
“Badminton”	5.8	4-9+
Baloncesto:		
Juego Competitivo	8.3	7-12+
Sin Juego	-	3-9
Billar	2.5	
Boliche	-	2-4

Tabla 2B-30: Algunas Actividades Físicas Recreativas (Deportes, Ejercicios, Clases, Juegos y Bailes) con su Respectivo Valor/Costo Energético Expresado en METs

ACTIVIDAD RECREATIVA	Promedio	Alcance
Boxeo:		
En el Cuadrilátero	13.3	-
Sin estar Confinado a un Lugar	8.3	-
Canoaje, Remo, Kayak	-	3-8
Ejercicios de Acondicionamiento	-	3-8+
Escalando Montes	7.2	5-10+
"Cricket"	5.2	4.6-7.4
"Croquet"	3.5	-
Ciclismo:		
de Placer o para Trabajar	-	3-8+
10 mph	7.0	-
Baile (Social, "Square", "Tap")	-	3.7-7.4
Baile (Aeróbico)	-	6-9
Esgrima	-	6-10+
"Hockey" sobre Césped	8.0	-
Pescar:		
desde un Banco	3.7	2-4
Moviéndose en una Corriente	-	5-6
"Football" (Tocar)	7.9	6-10
Golf:		
Utilizando el Carrito de Transporte	-	2-3
Caminando (Cargando la Bolsa o Halando un Carro)	5.1	4-7
"Handball"	-	8-12+
Caminata ("Hiking") (Campo Traviesa)	-	3-7
Montando Caballo:		
Galopando	8.2	-
Trotando	6.6	-
Caminando	6.4	-
Tirando en el Juego de Herradura	-	2-3
Cazando (Arco o Rifle):		
Juego Pequeño (Caminando, Cargando una Resistencia	-	3-7
Juego Grande (Arrastrando una Presa/Armazón,	-	3-14
Judo	13.5	-
Alpinismo (Escalando Montañas)	-	5-10+
Tocando Música	-	2-3
"Paddleball", "Racquetball"	9	8-12

NOTA. Adaptado de: *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 6ta. ed.; (pp. 152-153), por American College of Sports Medicine, 2000, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2000 por la American College of Sports Medicine.

Tabla 2C-30: Algunas Actividades Físicas Recreativas (Deportes, Ejercicios, Clases, Juegos y Bailes) Con su Respectivo Valor/Costo Energético Expresado en METs

ACTIVIDAD RECREATIVA	Promedio	Alcance
Brincar Cuica (la Cuerda):	11	-
60-80 Brincos/min	9	-
120-140 brincos/min	-	11-12
Correr:		
12 min por milla	8.7	-
11 min por milla	9.4	-
10 min por milla	10.2	-
9 min por milla	11.2	-
8 min por milla	12.5	-
7 min por milla	14.1	-
6 min por milla	16.3	-
Navegar	-	2-5
Buceo SCUBA	-	5-10
"Shuffleboard"	-	2-3
Patinar, Hielo o Ruedas	-	5-8
Esquiar, Nieve:		
Cuesta Abajo	-	5-8
Campo Traviesa	-	6-12+
Esquiar, Agua	-	5-7
Trineo "Tobogganing"	-	4-8
Caminando sobre la Nieve con Zapato de Raqueta	9.9	7-14
"Squash"	-	8-12+
Balompie	-	5-12+
Subir Escaleras	-	4-8
Natación	-	4-8+
Tenis de Mesa	4.1	3-5
Tenis	6.5	4-9+
Voleibol	-	3-6

NOTA. Adaptado de: *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 6ta ed.; (pp. 152-153), por American College of Sports Medicine, 2000, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2000 por la American College of Sports Medicine.

Relación entre los porcentajes del VO_2 máx, FC máx-resv y FC máx (véase Tabla 2-31)

El método de Cero a Pico para estimar la FCE es poco confiable cuando se emplean prescripciones con bajas intensidades (ACSM, 2006, p. 144). Dado un mismo nivel de trabajo/ejercicio, el cálculo de la frecuencia cardiaca de entrenamiento (FCE) utilizando el porcentaje de la FC máx-resv (Karvonen) es aproximadamente de 10% a 15% más bajo al compararse cuando se estima utilizando el porcentaje de la FC máx (Howley & Franks, 1997).

Determinación de la intensidad utilizando la percepción del esfuerzo (RPE) o escala de Borg)

La percepción del esfuerzo es una descripción o escala de clasificación del esfuerzo producido durante el ejercicio. Esta escala involucra señales integradoras de los músculos y articulaciones periféricas activas durante el ejercicio (Birk & Birk, 1987). La escala de la percepción del esfuerzo (RPE) que diseñó originalmente Borg enfocaba la asociación de la respuesta a la percepción del esfuerzo y la frecuencia cardíaca como un índice del nivel de esfuerzo/intensidad del ejercicio (Borg, 1970, citado en Birk & Birk, 1987).

La RPE comúnmente utilizada es aquella con una escala numérica que fluctúa de 6 a 20, con una descripción verbal (véase Tabla 2-20). La literatura indica que la RPE es un indicador confiable del nivel de esfuerzo físico durante un ejercicio submáximo en estado estable (ACSM, 2006, pp. 77). La literatura científica evidencia que la RPE, independientemente o en una combinación con la frecuencia del pulso, puede ser efectivamente utilizada para prescribir la intensidad del ejercicio (Birk & Birk, 1987). Una percepción del esfuerzo de 12 a 15 puede ser más efectiva que la frecuencia cardíaca en cuanto a la estimación del porcentaje del VO_2 máx necesaria para producir un efecto en el entrenamiento (Birk & Birk, 1987). Más aun, existe evidencia indicando que la RPE de 12 a 15 puede ser prescrita para ejercicios que requieran la activación de grupos musculares pequeños (Birk & Birk, 1987). Además, la información recogida del RPE durante una prueba ergométrica de esfuerzo progresiva puede ser utilizada para cuantificar la intensidad del ejercicio prescrito a base de esta escala de percepción.

Un RPE de 12 a 13 corresponde cerca del 60% de la frecuencia cardíaca máxima de reserva. Aproximadamente, 85% de la frecuencia cardíaca máxima de reserva equivale a un 16 en la escala de Borg. Otros autores (Burke & Humphreys, 1982, citado en Birk & Birk, 1987 p. 7), han determinado equivalencias adicionales con el porcentaje de la FC máx. Por ejemplo, el valor de 11 en la escala de Borg corresponde a 70% de la FC máx; 12 a 14 equivale de 70 a 85% de la FC máx y el valor de 15 corresponde a 85-90% de la FC máx.

Las respuestas de la RPE registradas durante una prueba ergométrica progresiva de esfuerzo puede ser empleada para especificar un nivel dado de RPE para la fase inicial del acondicionamiento (ACSM, 2006, p. 146).

En la etapa de mantenimiento (obesos, edad avanzada) se recomienda un RPE equivalente al 60% de la frecuencia cardíaca máxima de reserva, es decir, de 12 a 13 (Algo Fuerte) (Pollock et al, 1994). Este nivel es apropiado para el mantenimiento de la aptitud aeróbica, composición corporal y tolerancia muscular.

Tabla 2-31: Relación entre %FCmáx, %FCmáx-resv y %VO₂máx

VO ₂ máx	%FCmáx-resv	%FCmáx
50	50	66
55	55	70
60	60	74
65	65	77
70	70	81
80	80	88
85	85	92
90	90	96

NOTA. De: *Health Fitness Instructor's Handbook*. 3ra. ed.; (p. 276), por E. T. Howley y B. D. Franks, 1997, Champaign, Illinois: Human Kinetics. Copyright 1997 por E. T. Howley y B. D. Franks.

Tabla 2-32: Escala de la Percepción del Esfuerzo (RPE) o Escala de Borg

PERCEPCIÓN DEL ESFUERZO	FRECUENCIA CARDIACA APROXIMADA (latidos·min ⁻¹)
6	60
7 MUY, MUY LIVIANO	70
8	80
9 MUY LIVIANO	90
10	100
11 BASTANTE LIVIANO	110
12	120
13 ALGO FUERTE	130
14	140
15 FUERTE	150
16	160
17 MUY FUERTE	170
18	189
19 MUY, MUY FUERTE	190
20	200

NOTA. Adaptado de: *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 7ma. ed.; (p. 77), por American College of Sports Medicine, 2006, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2006 por la American College of Sports Medicine.

Tabla 2-33: Calorías Gastadas Durante el Ejercicio

CANTIDAD DE CALORÍAS GASTADAS	TIPO DE EJERCICIO
100	Caminar 1 Milla
150-200	40 Minutos de Baile Aeróbico
180-250	Nadar por ½ Hora
210	Correr Bicicleta a 10 mph por ½ Hora

NOTA. Adaptado de: "Exercise: An Alternative to Fad Diets for Adolescent Girls", por S. L. Hoer, 1984, *The Physician and Sportsmedicine*, 12(2), pp. 76-83.

Duración

La duración del ejercicio depende de la intensidad en que se efectúe el ejercicio. Por lo tanto, entre menor sea la intensidad de la actividad física, mayor deberá ser su duración. La duración de un ejercicio de naturaleza aeróbica, continua o intermitente, debe fluctuar entre 20 a 60 minutos (ACSM, 2006, pp. 146-147), con un gasto energético mínimo de 300 kilocalorías (kcal) por sesión de ejercicio. Por lo regular, se recomienda que el ejercicio sea uno de mayor duración pero de poca o moderada intensidad; esto se conoce como un ejercicio de tipo aeróbico.

Primeras semanas de acondicionamiento (para individuos sedentarios asintomáticos y sintomáticos)

Según la ACSM (2006, p.149), se recomienda una duración moderada, es decir, de 15 a 30 minutos en combinación con una moderada intensidad (40 a 60% de la FCresv). También, existe la opción de incluir intervalos de ejercicio distribuidos a través de todo el día, que posean aproximadamente 10 minutos de duración.

Para individuos con una aptitud física adecuada

Para estos grupos, la duración recomendada es de 20 a 60 minutos. Entre tanto, la intensidad sugerida es de 70-85% de la FCresv. Esta dosis no es recomendada para la mayoría de los participantes que ingresan a un programa de ejercicio. Es preferido intensidades más bajas con duraciones prolongadas.

Determinantes para modificar la duración e intensidad del ejercicio

La duración e intensidad fijada en la prescripción dependerá del estado de salud, las metas (Ej: bajar de peso) y la respuesta hacia ejercicios o actividades específicas.

Progresión de la duración

En la etapa inicial del programa de acondicionamiento, se recomienda aumentar de 15 a 30 minutos, siempre y cuando no hayan presentes complicaciones médicas y las respuestas al ejercicio sean normales.

Tabla 2-34: Duración de la Sesión del Estímulo Aeróbico para Adultos Saludables

General/Total:
20 - 60 minutos:
Tipo de Ejercicio:
20 - 30 minutos

Frecuencia

La frecuencia o las veces por semana en que se va a realizar el ejercicio, puede fluctuar de 3 a 5 veces por semana. Esto dependerá del nivel inicial de la aptitud física del individuo. Se recomienda que el gasto energético por semana sea alrededor de 1000 kcal. Para poblaciones que posean capacidades funcionales superiores a los 5 METs, se sugiere que el programa de ejercicio se realice como mínimo 3 veces por semana, en días alternos. No obstante, las adaptaciones óptimas al ejercicio se observan cuando estos participantes se ejercitan a intensidades moderadas, 7 veces por semana (ACSM, 2006, p. 147).

Para aquellos programas empleando ejercicios que transporta/soportan el peso corporal, se recomienda que sus primeras semanas alternen un día de ejercicio con un día de reposo. Otra posible combinación sería entrenar 5 ó más días a la semana, alternando los días de actividades físicas que soportan el cuerpo con aquellas que no soportan el peso del cuerpo.

Según la Aerobics and Fitness Association of America (AFAA), se sugieren 3 clases por día o 12 clases por semana. Es vital tener mucho cuidado cuando se incrementa la frecuencia sobre los 3 días a la semana. Investigaciones científicas han encontrado que el riesgo de lesiones incrementa cuando se aumenta de 3 a más de 4 sesiones de baile aeróbico por semana (Lorna, Francis & Welshons-Smith, 1985). Los participantes de los programas de baile aeróbico entrenando de 3 a 4 veces por semana, no deben de ejercitarse en otras actividades de impacto.

Tipo de Ejercicio

El tipo de ejercicio que se ejecutará dependerá del interés o componente de la aptitud física que desee desarrollar el individuo, el tiempo que tenga disponible y el equipo e instalaciones físicas que se disponen. Al planificar el modo de ejercitarse, se recomiendan aquellas actividades que ayuden a desarrollar la capacidad o **tolerancia cardiorrespiratoria** (aeróbica), ya que un nivel bajo de aptitud aeróbica aumenta los riesgos de sufrir de una enfermedad coronaria. Al seccionar el tipo de ejercicio para los

participantes, es importante primero indagar los intereses de éstos. Por ejemplo, es necesario conocer los tipos de actividades de predilección, la disposición de usar traje de baño, de participar en una sesión/clase y la preferencia para los lugares que se habrán de ejercitar (Ej: hogar, gimnasio). Si los participantes optan por trabajar su rutina de ejercicio en un gimnasio, se debe determinar los recursos y características de las instalaciones físicas de éste.

Ejercicios aeróbicos o de tolerancia cardiorrespiratoria

El tipo de ejercicio aeróbico seleccionado debe poseer ciertos atributos particulares, de manera que se pueda asegurar el éxito concerniente a la implementación del programa de ejercicio prescrito (véase Tabla 2-35). El Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM, 2006, p. 139) recomienda que el programa de ejercicio dirigido a desarrollar la tolerancia cardiorrespiratoria requiere incorporar actividades físicas que utilicen grupos musculares grandes, de forma rítmica, durante períodos continuos y prolongados, y que sean de naturaleza aeróbica. Por consiguiente, es imperante que los ejercicios cardiorrespiratorios activen grupos musculares mayores y que se ejecuten de modo dinámico y constante. Se debe, pues, minimizar la utilización de grupos musculares pequeños y la contracción muscular isométrica. Ejemplos de algunos de ellos son, a saber: caminar, trotar (jogging), correr, nadar, correr bicicleta, patinar (sobre ruedas o sobre hielo), remar, brincar cuica (la cuerda), baile (aeróbico, disco y ballet), esquí nórdico o de campo travesía y deportes que involucren correr. Algunos de estos tipos estos ejercicios se pueden realizar en interiores (bajo techo). Por ejemplo, el equipo comercial "Nordic Track" es un equivalente del esquí nórdico. Subir y bajar escaleras o un banco puede ser considerado como una actividad aeróbica. Sin embargo, éste puede ser algo extenuante, dependiendo de la altura del banco/escalón y condición física de la persona. Algunos ejemplo de aquellos deportes que integran la destreza de correr son: baloncesto, tenis, balompié, y otros. Se pueden clasificar las actividades de tolerancia cardiorrespiratoria en tres grupos diferentes (ACSM, 2006, p. 140):

Grupo #1:

- **Característica:** Mantienen una intensidad constante
- **Ejemplos:** Caminar, trotar y ciclismo

Grupo #2:

- **Características:** 1) mantienen una intensidad constante 2) dependen de la técnica/destreza
- **Ejemplos:** Natación, esquí de campo travesía

Grupo #3:

- **Característica:** Varían mucho en intensidades
- **Ejemplos:** Baile, baloncesto, "raquetball"

Ejercicios que transportan la masa corporal:

- **Ventaja:** Estos proveen un mayor gasto energético
- **Ejemplos:**
 - **Caminar.** Representa la mejor manera para comenzar efectivamente un programa de ejercicio, particularmente para ciertas poblaciones (Ej: obesos, personas de edad avanzada). El ejercicio de caminar o marcha evita problemas músculo esquelétales asociados con el correr, así como los peligros con el tráfico.
 - **Baile, con o sin compañeros:** El baile puede ser aeróbico o pasos sencillos de música.

Actividades que soportan la masa corporal:

- **Ventaja:** Se previenen problemas de naturaleza musculoesqueletal, particularmente en individuos con pobre tonicidad muscular.
- **Ejemplos:**
 - **Correr bicicleta (en la calle o estacionaria):** Bicicleta estacionaria en posición supina (boca arriba). Esta posición de correr bicicleta estacionaria es más cómoda para la población obesa.
 - **Ejercicios en el agua:** Sus ventaja incluyen: 1) reducen las lesiones en las articulaciones 2) involucran los principales grupos musculares 3) permite progresar rápidamente y de forma segura. Algunos ejemplos de ejercicios en el agua son la natación y otros ejercicios adaptados en el agua (Ej: aeróbico, calistenia, caminando en agua a nivel de la cintura, ciclismo en agua). En la natación, el peso corporal es sostenido por la fuerza boyante del agua.

Tabla 2-35: Características que debe Poseer el Tipo de Ejercicio Dirigido a Desarrollar la Tolerancia Cardiorrespiratoria

- Involucra una gran Proporción de la Masa Musculoesqueletal Total.
- Activa al Máximo Grupos Musculares Grandes.
- Utiliza muy poco los Músculos Esquelétales Pequeños.
- Utiliza al Máximo las Contracciones Musculoesquelétales Dinámicas/Isotónicas.
- Utiliza muy poco las Contracciones Músculoesquelétales Estáticas/Isométricas.
- Son de Naturaleza Rítmica, Permitiendo Fases alternadas de Relajación y Contracción.
- Utilizan muy poco el Trabajo del Corazón por unidad del Efecto del Entrenamiento.
- Pueden ser Cuantificables a Base de su Intensidad.

NOTA. Adaptado de: *Physiology of Exercise for Physical Education, Athletics and Exercise Science*. 5ta. ed.; (p. 294), por H. A. deVries y T. J. Housh, 1994, Dubuque, IA: WCB Brown & Benchmark Publishers. Copyright 1994 por Wm. C. Brown Communications.

Tabla 2-36: Algunos Ejercicios Aeróbicos Continuos

Ejercicios que Transportan el Peso Corporal::

- Correr, Trotar
- Caminar
- Subir /bajar un Escalón o Escaleras
- Esquí de Campo Traviesa

Ejercicios que Apoyan el Peso Corporal:

- Ciclismo:
 - En la Carretera o Velódromo
 - Bicicleta Estacionaria
- Ejercicios en Agua:
 - Natación
 - Ejercicios Adaptados en Agua:
 - Pateo con Flotadores
 - Juegos Sencillos
 - Bicicleta en Agua
 - Trotar o Caminar en el Agua
 - Trotar en Agua Profunda con un Salvavidas
 - Calistenia
 - Baile Aeróbico Acuático (Acuaeróbicos)
 - Banda sinfín acuática

Tabla 2-37: Ventajas de Caminar

Evita Problemas Músculoesqueletales Comunes con el Correr.

Previene los Peligros con el Tráfico de Automóviles en el Ciclismo.

Evade las Inconveniencias de Tratar de Conseguir una Piscina.

No Requiere una Destreza de Alto Nivel.

Puede Llevarse a Cabo en casi cualquier Lugar y en Cualquier Momento.

Puede Producir un Adaptación al Entrenamiento.

NOTA. De: "Obesity", por E. R. Burskirk, En J. Skinner (Ed.), (p. 164),1987, *Exercise Testing and Exercise Prescription Special Cases: Theoretical and Clinical Applications*. Philadelphia: Lea & Febiger.

Tabla 2-38: Actividades Comunes de Alto y Bajo Impacto para el Entrenamiento de la Tolerancia Aeróbica

ALTO IMPACTO	BAJO IMPACTO
Trotar/Correr	Caminar
Baloncesto/Voleibol	Ciclismo / Correr Bicicleta
Saltar / trotar	Natación/Actividades Acuáticas
Brincar Cuica (la Cuerda)	Remar
Baile Aeróbico (Alto Impacto)	Subir Escalón/Banco o Escaleras (sin Brincar)
	Baile Aeróbico (Bajo Impacto)
	Aeróbicos de Banco
	Esquí Campo Traviesa

NOTA. De: "Exercise Training and Prescription for the Eldery" por Pollock, et al, 1994, *Southern Medical Journal*, 87(5), pp. 588-595.

Ejercicios de flexibilidad, de relajamiento y calisténicos

Los ejercicios de flexibilidad ayudan a mejorar la extensión del movimiento en las coyunturas. Éstos, se deben realizar de forma lenta, gradual, sintiendo tensión pero no dolor y sostener la posición final de estiramiento por varios segundos (10 - 20 seg.). Es importante respirar rítmicamente (nunca aguantar la respiración) y mantener una relajación mental. Comúnmente, los ejercicios calisténicos se emplean durante la fase de calentamiento de una sesión de ejercicio.

Ejercicios para desarrollar fortaleza y tolerancia muscular (véase Tabla 2-40)

Los ejercicios con resistencias o pesas son parte esencial de una prescripción de ejercicio, particularmente para aquella población con pobre tonificación muscular o con niveles considerable de sarcopenia (pérdida del tejido muscular). Por lo tanto, los ejercicios con resistencias preparan los músculos para que los participantes puedan comenzar, sin fatiga excesiva, sus actividades de tipo aeróbicas. Los programas con pesas ofrecen las siguientes ventajas:

- Pueden proveer ganancias en peso magro y pérdida de grasa.
- Preparan físicamente al participante para poder tolerar los ejercicios aeróbicos que transportan (soportan) la masa corporal.
- Se previene el estado de sarcopenia que resulta de la edad y su reducción concomitante en la tasa metabólica basal. Como consecuencia, también se evita que esta pérdida de tejido contráctil y baja tasa metabólica resulte en un aumento del tejido adiposo.

En todo programa que involucre el uso de resistencias, hay que seguir medidas de precaución/seguridad particulares. Es imperativo tener un cuidado extremo al realizar estos ejercicios, ya que pueden subir peligrosamente la presión arterial si se ejecutan incorrectamente. Para evitar esto, se recomienda que se exhale cuando se efectúe la fuerza y se inhale en la fase de relajación. Por regla general, para desarrollar fortaleza muscular se requiere utilizar mucho peso con poca resistencia. En cambio, para promover la tolerancia muscular, se necesita utilizar poco peso con altas repeticiones.

Tabla 2-39: Recomendaciones a seguir cuando se Prescriba el Tipo de Ejercicio Para Adolescentes Obesos

- Los Ejercicios Aeróbicos deben ser Divertidos y de Intensidad Apropriada.
- Se Deben Enfocar en Aquellas Actividades que Puedan ser Fácilmente Practicadas a través de toda la vida.
- Requieren ser Fácilmente Incorporadas en el Diario Vivir.
- Deben ser Variadas para evitar el Aburrimiento.

NOTA. De: "Exercise: An Alternative to Fad Diets for Adolescent Girls", por S. L. Hoer, 1984, *The Physician and Sportsmedicine*, 12(2), pp. 76-83.

Tabla 2-40: La Prescripción de Ejercicio: Entrenamiento con Pesas

COMPONENTE	DOSIS
Tipo/Modo de Ejercicio	Ejercicios que Acondicionan los Grupos Musculares Principales
Intensidad	MODERADA: El Nivel de Intensidad Necesario para poder Desarrollar y Mantener la Masa del Tejido Magro
Duración	El Tiempo Requerido para Poder Hacer 1 Serie de 8 a 12 Repeticiones Compuestas de 8-10 Ejercicios cada una
Frecuencia	Como Mínimo 2 Días a la Semana

NOTA. De: "The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness in Healthy Adults", por ACSM, 1990, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(2), pp. 265-274.

Progresión

La progresión significa el ajustar el trabajo total por sesión (aumentar en intensidad, duración o una combinación de ambas) como resultado del efecto del acondicionamiento. La progresión del programa de entrenamiento dependerá del nivel inicial de la aptitud física de la persona, su estado de salud, edad, necesidades y metas. Durante el entrenamiento, en donde el cuerpo se adapta al ejercicio, la frecuencia

cardiaca durante el ejercicio a una intensidad dada habrá de disminuir. Por lo tanto, se requiere aumentar gradualmente la duración, intensidad y frecuencia del ejercicio. Este componente de la prescripción de ejercicio se subdivide en tres etapas (véase Tabla 2-41), a saber: acondicionamiento inicial, mejoramiento del acondicionamiento y mantenimiento del acondicionamiento.

Tabla 2-41: Etapas que sigue la Progresión en un Programa de Ejercicios Para Adultos Aparentemente Saludables

Acondicionamiento Inicial (4 - 6 Semanas):

Estiramiento, Calistenia Leve y Actividades Aeróbicas de Baja Intensidad

Mejoramiento del Acondicionamiento (4 - 5 meses):

- Intensidad Aumenta hacia los Niveles Prescritos
- Duración Aumenta cada 2 a 3 Semanas
- Frecuencia depende de la Magnitud en las Adaptaciones Fisiológicas

Mantenimiento del Acondicionamiento:

- Alcanzado los Primeros 6 meses
- Incluir Actividades Nuevas/Variadas y Divertidas

NOTA. Adaptado de: *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 7ma. ed.; (p. 149-151), por American College of Sports Medicine, 2006, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2006 por la American College of Sports Medicine.

Las Fases de una Sesión de Ejercicio (Véase Tabla 2-42 y Figuras 2-14 y 2-15)

Una sesión de ejercicio regular se encuentra constituida por tres fases fundamentales, que son: el calentamiento, estímulo aeróbico (fase de acondicionamiento) y el enfriamiento (véase Tabla 2-42). Cada fase incluye una variedad de ejercicios específicos, algunos de los cuales fueron descritos en la sección anterior. Además, recientemente se han incluido las *actividades recreativas* (Ej: tenis, baloncesto, entre otras) como parte de la fase para el estímulo de tolerancia aeróbica (ACSM, 2006, p. 138). Estas actividades deben ser modificadas, de manera que produzca beneficios para la salud (Ej: cardiovasculares, de relajamiento).



Figura 2-14: Las Fases para una Sesión de Ejercicio. Esta gráfica sectorial muestra las diferentes fases y su duración correspondiente para cada sesión de ejercicio.

Calentamiento

Antes de comenzar cualquier tipo de ejercicio, especialmente de naturaleza aeróbica, el participante deberá llevar a cabo un calentamiento. El objetivo de éste es aumentar progresivamente la tasa metabólica en reposo de 1 MET ($3.5 \text{ ml de O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) hasta el nivel del MET prescrito.

Al calentar antes de un ejercicio, se disminuyen los riesgos de lesiones musculoesqueletales y de anomalías electrocardiográficas. El fin es preparar al cuerpo para la fase aeróbica. Esto es un hecho, porque durante el calentamiento aumenta la circulación, temperatura corporal y la flexibilidad de las articulaciones. El incremento en la circulación sistémica durante el calentamiento reduce las posibilidades de un mareo y/o desmayo. Una mejor flexibilidad alcanzada durante el calentamiento (a través de ejercicios de estiramiento) disminuyen el riesgo de un desgarro en el ligamento, tendón o músculo.

Tabla 2-42: Fases de una Sesión de Ejercicio para Adultos Saludables Dirigido a Desarrollar la Tolerancia Cardiorrespiratoria

FASES	EJERCICIO	DURACIÓN	INTENSIDAD
Calentamiento	Estiramiento, Calistenia, Caminar o Trotar Lento, Correr Bicicleta a Baja Intensidad	5 - 10 Minutos	10-30% FCresv
Estímulo Aeróbico (Acondicionamiento)	Caminar Rápido, Trotar, Correr, Correr Bicicleta, Nadar, Baile Aeróbico, Patinar, Brincar Cuica, Remar	GENERAL: 20 - 60 Minutos TÍPICO: 20 - 30 Minutos	40-85% FCresv
Enfriamiento	Reducir Progresivamente la Intensidad del Ejercicio Aeróbico, (Ej: Trotar Lento, Caminar), Estiramiento, Actividades de Relajamiento	5 - 10 Minutos	Baja hasta un % cerca de la FCrep

NOTA. Adaptado de: *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 7ma. ed.; (pp. 136-139), por American College of Sports Medicine, 2006, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2006 por la American College of Sports Medicine.

El tiempo requerido para el calentamiento varía según la persona y la temperatura ambiental. Lo recomendado es que esta sesión de ejercicio fluctúe de 5 – 10 minutos (ACSM, 2006, p.137). Los ejercicios a ser incorporados en la fase de calentamiento son los siguientes:

- Realizar las actividades implementadas durante la fase del estímulo aeróbico a una intensidad moderada (por debajo de la prescrita). Algunos ejemplos sugeridos son: caminar o trotar a paso lento, correr bicicleta estacionaria a una leve cadencia (baja resistencia) y caminar en el extremo llano de una piscina (si se habrá de nadar).
- Ejercicios de flexibilidad/estiramiento.
- Ejercicios calisténicos u otro tipo de actividades que acondicionan los músculos. Se pueden incluir una variedad de tipos de ejercicios calisténicos y pesas livianas (ACSM, 2006, p. 138).

La duración e intensidad de estas actividades física efectuadas durante el calentamiento dependerán de los siguientes factores:

- La capacidad funcional de los participantes.
- Las condiciones ambientales (temperatura, humedad, altitud).
- Síntomas de enfermedades (particularmente cardiovasculares) que presenten los clientes.
- Preferencias del ejercicio. **Periodo del Estímulo Aeróbico**

Luego de un calentamiento adecuado, se está listo para la parte principal de la sesión de ejercicio. Esta fase puede llevarse a cabo de forma continua o intermitente (Ej: en intervalos). La intensidad y los tipos de actividades, que desarrollen la tolerancia cardiorrespiratoria o aeróbicos, ya fueron explicadas en secciones previas de este manuscrito (véase Tabla 2-36). En esta fase, se pueden incorporar juegos y deportes recreativos. La duración varía de 20 a 60 minutos de actividad aeróbica que involucre grandes grupos musculares.

Tabla 2-43: Estilos de Vida más Activos

- Usar las Escaleras en vez del Elevador.
- No Utilizar el Control Remoto de la Televisión.
- Estacionar el Automóvil Lejos de la Entrada del Centro Comercial y Disfrutar la Caminata.
- Caminar en los Alrededores del Trabajo u Hogar.
- Caminar una Distancia Dada para un Almuerzo Moderado.
- Entregar Mensajes Personalmente dentro del Edificio en que se Trabaja, en vez de usar el Teléfono.
- Trabajar más en los Alrededores de la Casa y Patio.
- **Sustituir la Televisión por Actividades Recreativas y Pasatiempos Activos/Físicos:**
 - Ejemplos:
 - Proyectos de Mantenimientos en el Hogar
 - Baile Social
 - Boliche, Tenis
- **Tratar de ser más Activos en Trabajos de Escritorio:**
 - Ejemplos:
 - Intermitentemente Efectuar Ejercicios de Flexibilidad e Isométricos que Involucren las Extremidades Superiores, Inferiores y el Abdomen.
 - Levantarse del Escritorio como Mínimo una vez cada Hora para Caminar en los Alrededores del Trabajo.
 - Ser más Activo durante el Tiempo del "Coffe Break" y el Almuerzo.

Enfriamiento

Una vez completada el período del estímulo aeróbico, el individuo no debe detenerse por completo, sino continuar con la misma actividad a una intensidad menor o

mantenerse en movimiento a través de cualquier otro tipo de ejercicio moderado. El enfriamiento provee los siguientes beneficios:

- Previene complicaciones cardiovasculares después del ejercicio.
- Reduce las posibilidades de una hipotensión (Reducción súbita de la presión arterial), mareo, desmayo y/o arritmias cardíacas, ya que la acción de bombeo que ejerce los músculos sobre las venas evita que se acumule/estaque la sangre en las piernas; esto ayuda a que se mantenga un flujo de sangre (y oxígeno) adecuado hacia el corazón y encéfalo.
- Promueve una rápida eliminación del ácido láctico (desecho metabólico que indirectamente produce fatiga), en comparación con una recuperación sin movimiento.
- Permite que se disipe el calor producido por el cuerpo, y reduce la incidencia de calambres y resentimientos musculares.

La duración del período de enfriamiento puede fluctuar entre 5 y 10 minutos; por lo regular, se debe seguir enfriando hasta que la frecuencia cardíaca (o pulso) se encuentre de 5-7 latidos sobre el pulso en descanso (siempre debe ser menos de 100 latidos/min.). Según mejore la condición física, el tiempo de recuperación será menor.

Los ejercicios recomendados para esta última fase de la sesión de ejercicios son, a saber:

- Bajar progresivamente la intensidad del ejercicio que proviene de la fase del estímulo aeróbico. Por ejemplo, caminar o trotar más lento.
- Ejercicios de flexibilidad/estiramientos (estáticos). Incluir ejercicios para la espalda baja.
- Ejercicios de relajamiento.

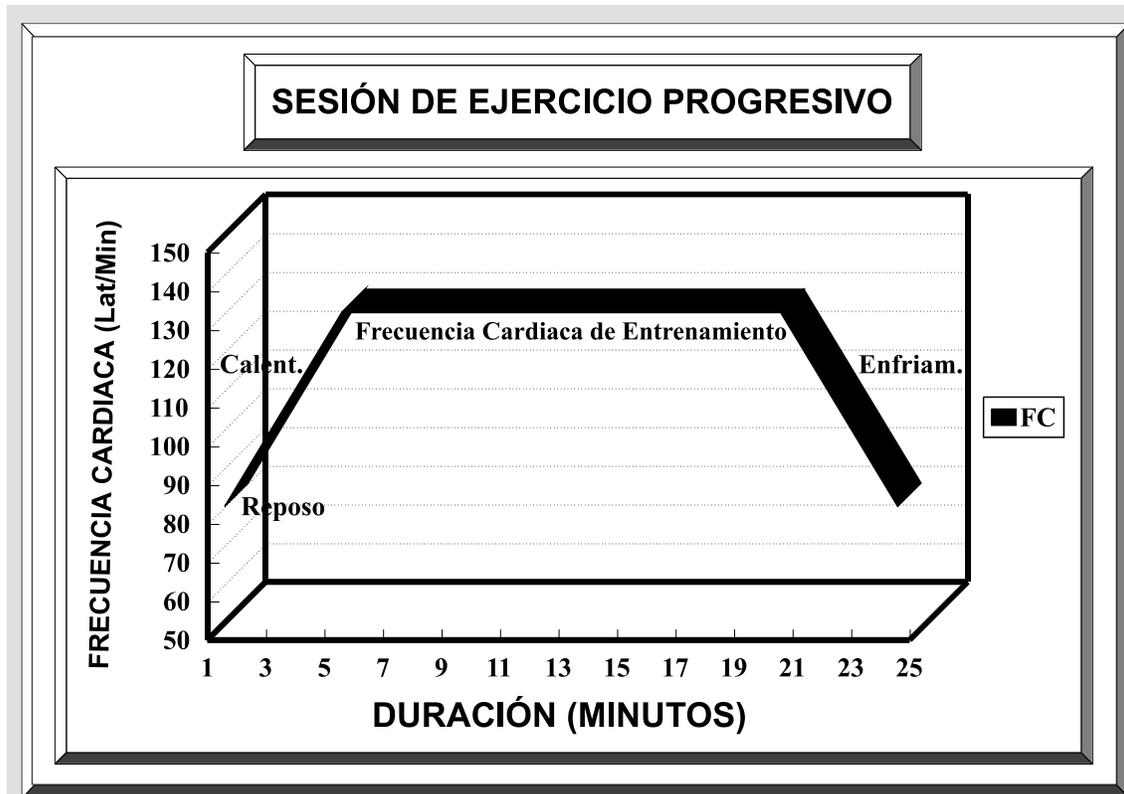


Figura 2-15: **Progresión de una Sesión de Ejercicio.** Esta gráfica ilustra cada fase involucrada durante una sesión de ejercicio.

Prescripción de Ejercicio para Baile Aeróbico

El baile aeróbico es un tipo de ejercicio aeróbico (de tolerancia cardiorrespiratoria), el cual es ejecutado al compás de ritmos específicos.

Elementos del Baile Aeróbico

Todo programa de baile aeróbico integra en sus rutinas de ejercicio la música y ejercicios pulsantes. Estos últimos representan ejercicios con repetición, los cuales no implica rebote del músculo (balístico). Al prescribir un programa de baile aeróbico es necesario conocer las preferencias musicales de los participantes y proveer variedad musical. Cuando se diseñe la estructura del programa de baile aeróbico, se deberán excluir tempos (tiempos) no parejos o inconsistentes. Son altamente recomendados los tiempos de 2/2, 4/4 y 8/8. Además, se requiere establecer 108 patrones de conteo antes y durante la ejecución del baile aeróbico.

Intensidad del Baile Aeróbico

Para verificar que los ejercicios pulsantes efectuados durante la rutina de baile aeróbico se ejecuten a la intensidad prescrita, será imperante tomar el pulso y comprobar la frecuencia cardíaca de entrenamiento. El pulso debe tomarse antes de comenzar la

sesión de ejercicio, al finalizar el calentamiento, durante los inicios de la fase aeróbica, finalizando la fase aeróbica y al terminar el enfriamiento.

Fases de la Sesión de Baile Aeróbico

Un programa de baile aeróbico comúnmente se encuentra constituido por cinco fases distintivas. Estas son el calentamiento, fase pre-aeróbica, la aeróbica, la fase post-aeróbica y el enfriamiento.

Calentamiento

El calentamiento prepara al participante para la fase pre-aeróbica, durante la cual se utilizan músculos específicos del cuerpo. Esta etapa puede fluctuar de 5 a 8 minutos. Los ejercicios recomendados son los siguientes:

- Ejercicios de flexibilidad no balísticos.
- Rotaciones de las articulaciones corporales (cuello, hombro, codo, cadera, tobillo y otras).
- Rutinas de baile sencillas, con énfasis en la utilización de extremidades como punto de concentración, evitando brincos, correr y patadas.
- Ejercicios de baja intensidad (Ej: pulsantes).
- Flexiones, extensiones, abducciones y aducciones de las articulaciones en los diferentes planos del cuerpo.

Pre-Aeróbica

Representa la fase preparatoria para la utilización de los músculos grandes del cuerpo, en la cual hay una demanda gradual de oxígeno. Su duración puede oscilar de 2 a 5 minutos. Se sugiere que durante esta fase se realicen los siguientes tipos de ejercicios:

- Ejercicios pulsantes combinados con cambios de dirección.
- Rutinas de baile con destrezas locomotoras básicas (caminar, deslizamientos laterales y otros).
- Pateos hacia adelante (extensiones) y laterales (abducciones) a nivel inferior (con un arco de movimiento alrededor de la articulación no mayor de 45 grados).
- Utilización de extremidades superiores en coordinación con las extremidades inferiores en el nivel inferior (no más de 45 grados) y medio (de 45 a 85 grados del recorrido alrededor de la articulación).

Aeróbica

En la fase aeróbica se estimula el sistema cardiorrespiratorio (capacidad aeróbica), durante la cual se contraen en forma rítmica los músculos grandes del cuerpo por un período largo de tiempo. Esta fase puede poseer una duración de 15 a 35 minutos. Los posibles ejercicios en la fase aeróbica incluyen:

Rutinas de baile con variaciones en las destrezas locomotoras básicas. Ejemplos: deslizamientos laterales con brincos, correr, saltar, brincar utilizando una o ambas piernas como eje de ejecución.

- Utilización de cambios de direcciones laterales, frontales, posteriores y diagonales.
- Utilización de movimientos articulares de nivel medio (de 45 a 85 grados) y superior (mayor de 85 grados).
- Combinación de pateos doblados o derechos en los niveles medio y superior.
- Utilización de extremidades superiores en coordinación con las extremidades inferiores en los niveles medio y superior.
- "Jumping jacks", saltos y variaciones.

Post-Aeróbica

Esta es una fase transitoria y preparatoria al enfriamiento, la cual puede tener una duración de 5 minutos. Durante esta fase se recomienda que se ejecuten aquellos tipos de ejercicios que afecten áreas específicas (glúteos, pectorales, abdominales).

Enfriamiento

Representa la fase de recuperación del ejercicio, durante la cual se va progresivamente reduciendo la intensidad del ejercicio. Se puede prolongar de 5 a 10 minutos. Los tipos de ejercicios recomendados son:

- Ejercicios pulsantes combinados con cambios de dirección y velocidad.
- Pateos al frente y laterales al nivel inferior; el arco de movimiento de la articulación no debe ser mayor de 45 grados.
- Utilización de extremidades superiores en coordinación con las extremidades inferiores en los niveles medio e inferior.
- Ejercicios de relajamiento y de respiración.

Precauciones, Recomendaciones y Motivación

Para poder llevar a cabo un programa de ejercicio seguro, motivador y divertido es necesario seguir ciertas normas de seguridad y sugerencias fundamentales. Un resumen de estas recomendaciones se enumera a continuación:

Medidas de Precaución

Todos los participantes de un programa de ejercicio deberán de seguir los siguientes delineamientos. Esto asegura una participación fuera de posibles peligros y mantiene motivado a los integrantes del programa.

- Suprimir los ejercicios si experimenta fiebre, cansancio excesivo o problemas ortopédicos (espalda baja, pies y otros).
- No consumir grandes cantidades de comida ni ingerir café o bebidas que contengan cafeína (Ej: gaseosas de cola) por lo menos dos horas y media (2½) antes del ejercicio y dentro de una hora después del ejercicio.
- Absténgase de fumar o no lo haga por lo menos dos horas y media (2½) antes del ejercicio.

- No tome bebidas alcohólicas durante las 24 horas que preceden al ejercicio y después de éste.
- Nunca mastique goma de mascar durante el ejercicio.
- Evite el usar ropa pesada. Use una vestimenta apropiada y zapatos cómodos. Se sugiere zapatillas especiales para caminar o correr (tenis). Los varones deben usar pantalones cortos deportivos y una camisa que permita ventilación. Las mujeres no deben usar ropa interior de una sola pieza o pantimedias (pantyhose). Se recomienda que las damas usen un brasier que ofrezca apoyo adecuado durante el ejercicio.
- Evite las duchas calientes, saunas, y baños de vapor antes e inmediatamente después del ejercicio. La temperatura de la ducha, luego del ejercicio, debe ser a temperatura ambiente.
- Reduzca la intensidad del ejercicio y tome las debidas precauciones cuando la temperatura ambiental exceda los 88 °F o la humedad relativa está sobre 65%. No debe hacer ejercicio si la temperatura sobrepasa los 97 °F ó la humedad el 85%.
- Disminuya la intensidad del ejercicio o deténgase por completo si experimentas los siguientes síntomas y signos:
 - Dolor en el pecho, brazo, quijada, oído o dientes. Mareo o sensación de presión o falta de peso en la cabeza.
 - Dolor de cabeza
 - Aumento del pulso (palpitaciones)
 - El pulso se siente irregular
 - Corto de respiración
 - Náusea o vómito
 - Letargo (adormecimiento), desorientación, confusión
 - Ataxia, es decir pérdida de coordinación al ejercitarse
 - Molestias en los huesos, músculos, articulaciones o ligamentos
 - Debilidad o cansancio excesivo
 - Piloerección en el pecho (carne de gallina)

Sugerencias para Mantenerse Motivados en el Programa de Ejercicio

Para mantener motivados a los participantes y la adherencia al programa, siga las recomendaciones que se enumeran a continuación:

- Estar plenamente convencido que la actividad física debe ser parte integral de los estilos de vida del participante.
- Comenzar el programa gradualmente.
- Realizar los ejercicios en un ambiente agradable.
- Incorporar variedad al programa de ejercicio.
- Variar los lugares donde se efectúan los ejercicios. Cada día, comenzar el ejercicio siempre a la misma hora.
- Delinear metas y objetivos para el programa de ejercicio.
- Llevar un registro del progreso diario.
- Seleccionar los ejercicios preferidos, puesto que las actividades deben disfrutarse.

Ejemplos de Estudio de Casos

Para poder entender mejor el proceso de diseñar, planificar e implementar un programa de ejercicio, ofreceremos varios ejemplos para la prescripción de ejercicio en individuos con diversas capacidades funcionales y estado de bienestar.

Caso I

Datos Personales:

Nombre: Juan del Pueblo	Ocupación: Cartero
Edad: 25 años	Altura: 5'-5''
Sexo: M	Peso: 130 lb (59 kg)

Historial:

- No presenta factores de riesgo significantes.
- Estilo de vida activo.

Examen físico:

- Normal.
- **Frecuencia cardiaca en reposo:** 75 latidos·min⁻¹

Pruebas de Laboratorio:

- Normal.
- **Porcentaje de Grasa Corporal:** 16%

Pruebas de Capacidad Aeróbica:

- **VO₂máx estimado:** 38.7 ml de O₂·kg⁻¹·min⁻¹
- **METmáx estimado:** 10.2
- **Clasificación:** Promedio

Determinación de la intensidad:

Frecuencia Cardiaca Máxima	:	220 - 25 = 195 latidos·min ⁻¹
Zona de Entrenamiento (FCE)	:	% de Entrenamiento : 85 - 90%
		FCEmin : 0.85 X 195 = 166 latidos·min ⁻¹
		FCEmáx : 0.90 X 195 = 175 latidos·min ⁻¹
Resumen	:	% de Entrenamiento : 85 - 90%
		FCE : 166 - 175 latidos·min ⁻¹

Caso II

Datos Personales:

Nombre: Juana del Pueblo **Ocupación:** Ejecutivo
Edad: 45 años **Altura:** 5'-3"
Sexo: F **Peso:** 190 lb (90.4 kg)

Historial:

Fumador crónico.
Personalidad Tipo A.
Estilo de Vida Sedentaria

Examen físico:

Normal.
Frecuencia cardiaca en reposo: 88 latidos·min⁻¹

Pruebas de Laboratorio:

Hiperlipidemia (altos niveles de colesterol y triglicéridos en la sangre).
Porcentaje de Grasa: 34%
Prueba EKG de Esfuerzo: EKG negativo para isquemia

Pruebas de Capacidad Aeróbica:

VO₂máx estimado: 29.1 ml de O₂·kg⁻¹·min⁻¹
METmáx estimado: 8.3
Clasificación: Muy Pobre

Determinación de la intensidad:

Frecuencia Cardiaca Máxima : 220 - 45 = 175 latidos·min⁻¹
Zona de Entrenamiento (FCE) : % de Entrenamiento : 60 - 65%
FCEmin : 0.60 X 175 = 105 latidos·min⁻¹
FCEmáx : 0.65 X 175 = 114 latidos·min⁻¹
Resumen : % de Entrenamiento : 60 - 65%
FCE : 105 - 114 latidos·min⁻¹

La Prescripción de Ejercicio desde el Punto de Vista de la Actividad Física

Desde el 1995 se han publicado informes sobre nuevos enfoques y actualizaciones de recomendaciones y guías dirigidas a prevenir y preservar nuestra salud. Diversas organizaciones del Gobierno Federal y Asociaciones sin fines de lucro han hecho claro su posición en cuanto a las recomendaciones dietéticas y cantidad de actividad física necesarios para alcanzar un nivel óptimo de bienestar (Pate, 1995).

Por ejemplo, en el 1995, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos Continentales (United States Department of Agriculture, USDA), y los Servicios de

Salud y Humanos (Health and Human Services, HHS) revisaron las **Recomendaciones Dietéticas para los Norteamericanos**, las cuales incluyen por primera vez un nuevo énfasis sobre la importancia del ejercicio para mantener y mejorar el peso corporal (Kennedy, Meyers & Layden, 1996). En ese mismo año, basado en los hallazgos de estudios epidemiológicos que evidencian los beneficios de la salud que se derivan de la práctica de actividades físicas moderadas (véase Figura 2-16, y Tabla 2-43), los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (Centers for Disease Control and Prevention, CDCP), y el Colegio Americano de Medicina Deportiva (American College of Sports Medicine, ACSM) plantearon su posición en cuanto a la función de la actividad física en la salud colectiva (Pate, et al, 1995).

Luego, agencias federales de salud publicaron dos informes que exponen sus posiciones y consenso en cuanto a la función de la actividad física moderada en prevenir trastornos crónicas-degenerativas (particularmente las cardiopatías coronarias) y el riesgo de muertes prematuras (NIH consensus development panel on physical activity and cardiovascular health, [NIH], 1996; U.S. Department of Health and Human Services, [USDHHS], 1996). Una de estas publicaciones es el informe que ha diseminado el Cirujano General de los Estados Unidos de Norteamérica, dirigido hacia la **Actividad Física y la Salud** (USDHHS, 1996). Este documento enfatiza la importancia de todo tipo de actividad física para mantener una buena salud y prevenir enfermedades crónicas degenerativas. Por otro lado, el Instituto Nacional de Salud (National Institute of Health, NIH) recalca los beneficios cardiovasculares que se obtienen mediante la práctica regular de actividades físicas de moderada intensidad (NIH, 1996).

Más recientemente, el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM, 2006, pp. 3-18) a integrado este enfoque de la actividad física para la prescripción de ejercicio general (ACSM, 2006, pp. 165-167).

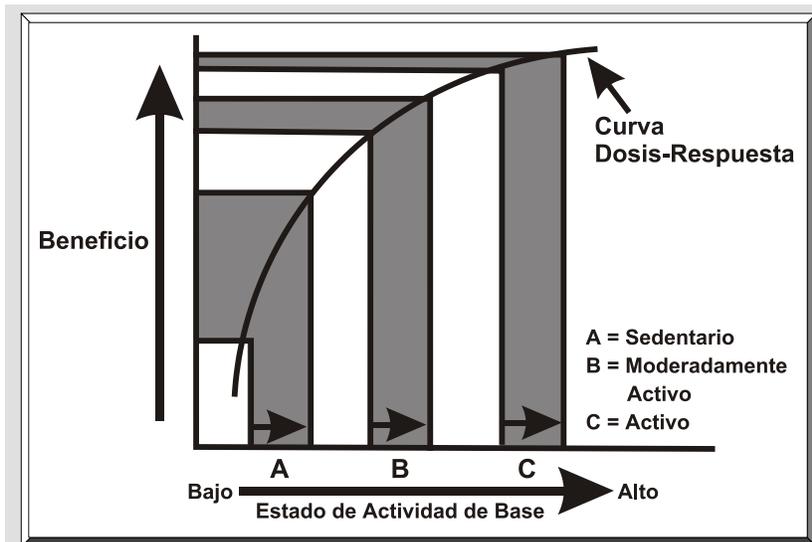


Figura 2-16: **Curva de Dosis-Respuesta.** Esta curva representa el mejor estimado de la relación entre la actividad física (dosis) y el beneficio de la salud (respuesta). (Adaptado de: "Physical Activity and Public Health. A Recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine" por R. R. Pate, et al, 1995, *Journal of the American Medical Association*, 273(5), p. 404).

Tabla 2-43: Principios del Modelo de Actividad Física

- Las personas sedentarias pueden mejorar su salud a través de actividades físicas moderadas integradas diariamente.
- Las actividades físicas regulares reducen los riesgos de salud vinculados con las primeras causas de enfermedad y muerte en los Estados Unidos de Norteamérica y aplicable a Puerto Rico.
- Aumentar la cantidad de actividad física asegura mayores beneficios de salud.

Conceptos Básicos

Un nivel alto de buena salud o bienestar se adquiere principalmente mediante la práctica de comportamientos saludables (estilos de vida apropiados) (Breslow, 1990, pp. 155-163). Ciertamente, la práctica diaria de estilos de vida activos juega un papel importante en la prevención de enfermedades crónicas-degenerativas y en un menor grado de riesgo para muertes prematuras (Blair, & Connelly, 1996; Blair, Kampert, Col III, Barlow, Macera, Paffenbarger, Jr, & Gibbons, 1996; Bouchard, Shephard, Stephens, Sutton, & McPherson, 1990, pp. 3-28; Lee & Paffenbarger, Jr, 1996; Paffenbarger, Jr., Hyde, & Wing, 1990; Pate et al, 1995; Shephard, 1995; Slattery, 1996).

Se considera que una persona posee un *estilo de vida activo* cuando *incorpore, de modo regular, actividades físicas de moderada intensidad que acumulen 30 minutos o más durante la mayoría de los días de la semana.*

El término *movimiento* indica *un cambio en lugar, posición, o postura, del cuerpo como un todo, de sus segmentos o del centro de masa en relación a un sistema de referencia en el ambiente* (Hamill, 1995, p. 34; Kent, 1994, p. 286). El movimiento corporal se produce por la acción de los músculos esqueléticos, lo cual implica la utilización y liberación de energía.

En la actualidad, aún existe confusión sobre los conceptos de *actividad física* y *ejercicio*. Una gran cantidad de profesionales y educadores en salud intercambian estos términos como sinónimos. Esta confusión estuvo presente por muchos años entre los investigadores epidemiólogos (Taylor, 1983). No fue hasta la publicación del artículo de Caspersen, Powell y Christenson (1985) donde se propuso una definición estándar para los conceptos de *actividad física*, *ejercicio* y *aptitud física* (véase Tablas 2-45 y 2-46). Según estos investigadores, *actividad física* representa "*cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que resulta en gasto energético*". *Actividad física moderada* es *aquella que resulta en un costo energético entre 3 a 6 METs, ó de 150 a 200 kilocalorías (kcal) por día* (Pate et al, 1995; USDHHS, 1996). Cuando se habla de *inactividad física*, se hace referencia a *patrones de estilos de vida sedentarios* (Howley & Franks, 1992, p. 370).

Tabla 2-44: Conceptos Básicos Relacionados con el Nuevo Enfoque sobre el Impacto de la Actividad Física Regular en la Salud Pública

TÉRMINO	DESCRIPCIÓN
Actividad Física	Cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que resulta en gasto energético.
Actividad Física Moderada	Aquella actividad que resulta en un gasto energético fluctuando entre 3 a 6 METs o de 150 a 200 kilocalorías (kcal) por día.
Ejercicio	Aquella actividad física planificada, estructurada, repetitiva y dirigida hacia un fin, es decir, para el mejoramiento o mantenimiento de uno más de los componentes de la aptitud física.
Aptitud Física	Conjunto de atributos que las personas poseen o alcanzan relacionado con la habilidad para llevar a cabo actividades físicas.

NOTA. Adaptado de: "Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research," por: C. J. Caspersen, K. E. Powell, y G. M. Christensen, 1985, *Public Health Reports*, 100(2), p. 129; "Physical Activity and Health", por U.S. Department of Health and Human Services, 1996, p. 2.

En otro orden, **ejercicio** es aquella actividad física planificada, estructurada, repetitiva y dirigida hacia un fin, es decir., para el mejoramiento o mantenimiento de uno más de los componentes de la aptitud física. (Caspersen, Powell & Christenson, 1985). Un **ejercicio físico de baja intensidad** se define como aquel que se encuentre entre 40-50% del consumo de oxígeno máximo (VO_{2max}) o frecuencia cardiaca de reserva (FC_{resv}), es decir, ejercicios durante el cual la persona es capaz de hablar (ACSM, 2006, pp. 4-5, 141; Howley & Franks, 1997, p. 16; Pollock, M. L., et al, 1994). Estas intensidades son recomendadas para poblaciones con enfermedades crónicas-degenerativas (Ej: cardiopatías coronarias) (Pollock, Wilmore & Fox, 1990), y envejecientes, particularmente porque reducen los eventos coronarios fatales y no fatales, y aumentan las lipoproteínas de alta densidad (Pollock, M. L., et al, 1994).

Recomendaciones sobre la Actividad Física

El informe publicado por el CDC y la ACSM (Pate et al, 1995) presentó por primera vez nuevas recomendaciones de salud pública con respecto a la actividad física (véase Tablas 2-46, 2-47, y Figura 2-17). El documento enfatizaba la práctica diaria de actividades físicas a una moderada intensidad (de 3 a 6 METs). Además, se recomendó la acumulación de las actividades físicas durante el curso del día. La cantidad acumulada de actividad física por día debe alcanzar los 30 minutos. La actividad física acumulada no tiene que ser continua. Sesiones cortas de actividades físicas pueden contribuir al total de los 30 minutos de actividad física recomendados diariamente.

Tabla 2-45: Comparación entre Actividad Física y Ejercicio.

CARACTERÍSTICA	ACTIVIDAD FÍSICA	EJERCICIO
----------------	------------------	-----------

Movimiento Corporal mediante los Músculos Esqueléticos	SI	SI
Gasto Energético (kcal)	SI	SI
Fluctuación: Alto a Bajo	SI	SI
Relación con Aptitud Física	Correlación Positiva	Alta Correlación Positiva
Planificación	NO	Diseño estructurado: ○ Plan de movimientos corporales repetitivos. Objetivo: ○ Mantener o mejorar los componentes de la aptitud física.
NOTA. Adaptado de: "Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research," por C. J. Caspersen, K. E. Powell y G. M. Christensen, 1985, <i>Public Health Reports</i> , 100(2), p. 129.		

Tabla 2-46: Principios del Enfoque hacia la Actividad Física

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
Intensidad Moderada	3-6 METs, ó 150-200 kcal·min ⁻¹
Acumulación Diaria de Actividades Físicas	30 minutos o más por día.
Intermitente	Sesiones cortas de actividades físicas
Regularidad	Incorporación diaria de actividades físicas, preferiblemente todos los días.
NOTA. Adaptado de: "Physical Activity and Public Health. A Recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine" por R. R. Pate, et al, 1995, <i>Journal of the American Medical Association</i> , 273(5), p. 404.; "Physical Activity and Health", por U.S., Department of Health and Human Services, 1996.	

Según se observa en la Curva de Dosis-Respuesta (véase Figura 2-16), las actividades de moderada intensidad confieren beneficios de salud (Pate, et al, 1995). Además, los individuos con un nivel inicial bajo de aptitud física que se involucren en actividades físicas obtienen una mayor cantidad de beneficio de salud en comparación con aquellos que no son físicamente activos.

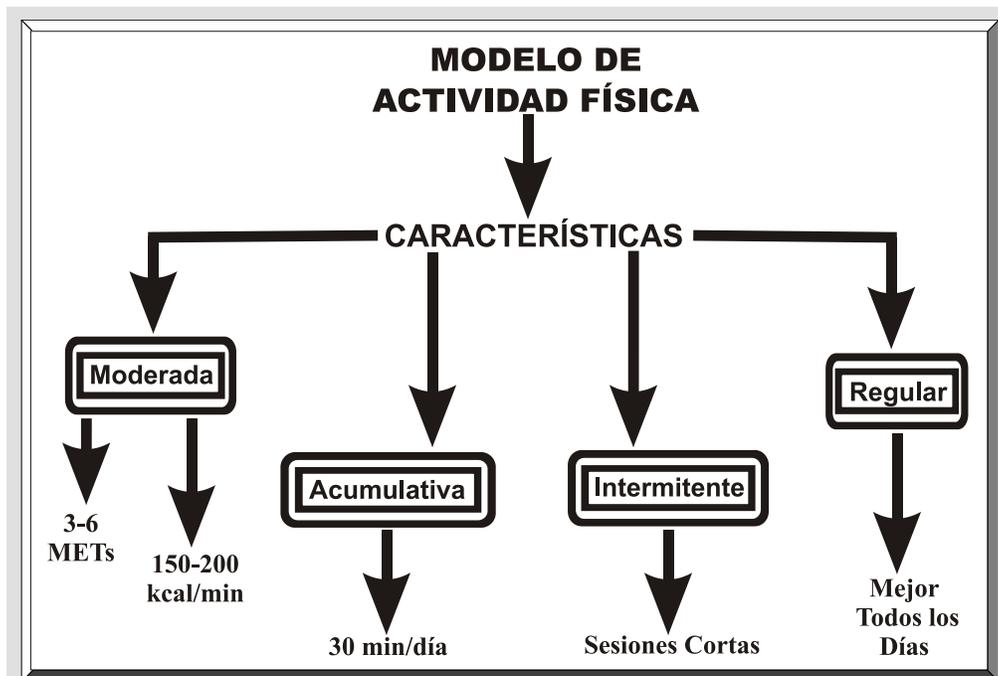


Figura 2-17: **Modelo de Actividad Física.** Descripción esquemática de las recomendaciones para mantener una apropiada salud mediante la incorporación regular y acumulativa de actividades físicas. (Adaptado de: "Physical Activity and Public Health. A Recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine" por R. R. Pate, et al, 1995, *Journal of the American Medical Association*, 273(5); "Physical Activity and Health: A Report of the Surgeon General", por: U. S. Department of Health and Human Services, 1996).

Ejemplos de dichas sesiones cortas de actividades físicas (véase Tablas 2-47 a 2-48, y Figura 2-18) incluyen: 1) caminar una distancia dada en vez de utilizar el automóvil, por ejemplo, caminar para un almuerzo moderado 2) estacionar el automóvil lejos de la entrada del centro comercial y disfrutar la caminata 3) evitar el uso del elevador y preferir subir caminando las escaleras 4) al ver la televisión, practicar ejercicios calisténicos o correr una bicicleta estacionaria 5) entregar mensajes personalmente dentro del edificio en que se trabaja en vez de usar el teléfono. También, se consideran actividades físicas las siguientes: 1) sustituir la televisión por actividades recreativas y pasatiempos activos, tales como proyectos de mantenimiento en el hogar, baile social (preferiblemente en lugares donde no se fume ni consume alcohol) y boliche 2) no utilizar el control remoto de la televisión y optar por levantarse de la silla para cambiar los canales 3) caminar en los alrededores del trabajo u hogar 4) preferir la práctica de actividades físicas cotidianas, tales como la limpieza diaria en el hogar, jardinería, podando los árboles con tijeras manuales, mudanza física de cajas/muebles y jugar activamente con los hijos.

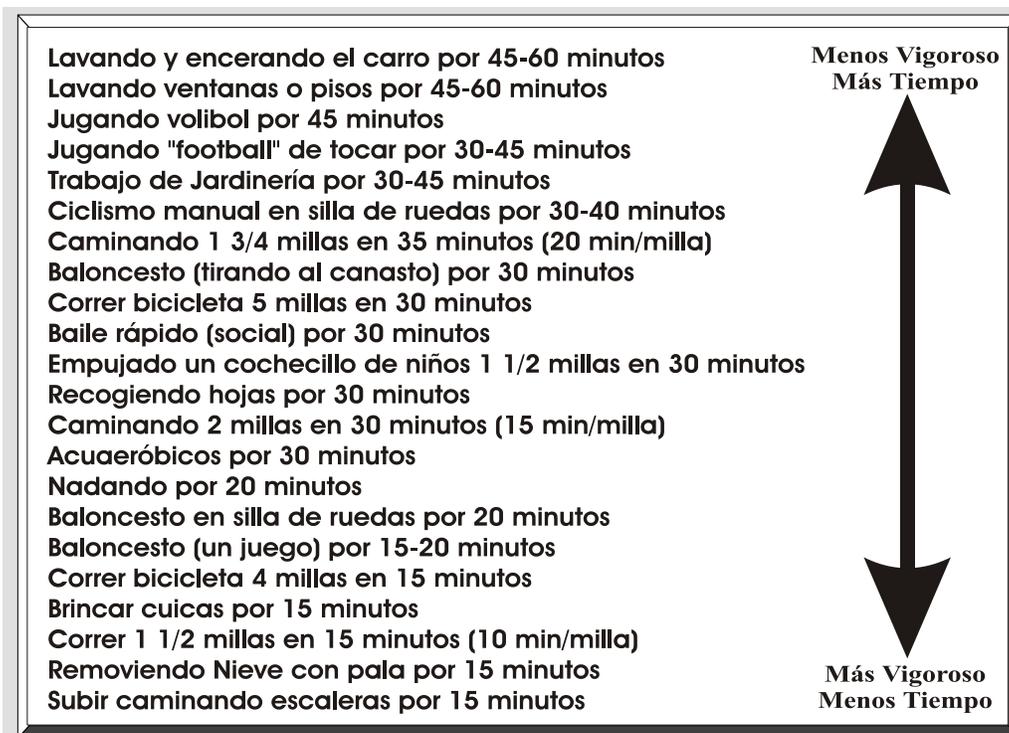


Figura 2-18: **Ejemplo de Actividades Físicas Moderadas.** Listado de actividades física que fluctúan desde menos vigoroso y más tiempo hasta más vigoroso y menos duración. (Adaptado de: "Physical Activity and Health: A Report of the Surgeon General", por: U. S. Department of Health and Human Services, 1996, p. 2).

Tabla 2-47: Ejemplos de Actividades de Moderada Intensidad Sustituir Actividades Sedentarias por Aquellas Activas.

ACTIVIDAD SEDENTARIA	RECOMENDACIÓN
Guiar automóvil	• Caminar, correr bicicleta.
Estacionar el carro cerca de la Entrada del centro comercial	• Estacionar más lejos y caminar.
Subir con elevador	• Subir escaleras caminando.
Sentado en el balcón	• Caminar en los alrededores de la casa.
Enviar mensajes por teléfono en el mismo trabajo	• Entregar mensajes personalmente.
Ver televisión	• Calistenia, correr bicicleta.
Utilizar el control remoto	• Levantarse y cambiarlo manual.

NOTA. Adaptado de: "Physical Activity and Public Health. A Recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine" por R. R. Pate, et al, 1995, *Journal of the American Medical Association*, 273(5), p. 404.; "Physical Activity and Health", por U.S., Department of Health and Human Services, 1996, p. 2.

Tabla 2-48: Ejemplos de Actividades de Moderada Intensidad de Trabajo en el Hogar.

TRABAJO EN EL HOGAR	GENERAL
Jardinería	Jugar Activamente con Niños
Podar Árboles	Baile Social
Podar la Grama	Pasear el Perro
Lavar y Encerar el Automóvil	Caminar Ligero
Mudanza de Muebles o Cajas	
Limpieza en la Casa	

NOTA. De "Physical Activity and Public Health. A Recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine" por R. R. Pate, et al, 1995, *Journal of the American Medical Association*, 273(5), p. 404.; "Physical Activity and Health", por U.S. Department of Health and Human Services, 1996, p. 2.

Para aquellos cuyos trabajos lo confinan a un escritorio, se sugiere: 1) intermitentemente efectuar ejercicios de flexibilidad y calisténicos que involucre las extremidades superiores, inferiores y el abdomen (esto podrá mejorar el tono muscular 2) levantarse del escritorio como mínimo una vez cada hora para caminar en los alrededores de su trabajo 3) ser más activos durante el tiempo del "coffee break" y el almuerzo.

Tabla 2-49: Actividades Físicas Recomendadas para Trabajos Sedentarios

TRABAJO INACTIVO/EVENTO	ACTIVIDAD FÍSICA SUGERIDA
Sentado en la Oficina por un Periodo Prolongado	<ul style="list-style-type: none"> De forma intermitente, realizar ejercicios de estiramiento, calisténicos, o isométricos que desarrollen la tonicidad muscular en las extremidades superiores, inferiores y abdomen.
Confinado a un Escritorio	<ul style="list-style-type: none"> Levantarse como mínimo una vez cada hora para caminar en los alrededores de su
Receso y Almuerzo	<ul style="list-style-type: none"> Ser más activo, Ej: caminar.
Enviar Mensajes por Teléfono	<ul style="list-style-type: none"> Entregarlo personalmente.

Estas recomendaciones son actualmente sugeridas para programas de ejercicio dirigidos hacia la población aparentemente saludable (adultos, adolescentes y niños), y

para poblaciones especiales, tales como los que padecen de afecciones crónicas-degenerativas (Ej: cardiopatías coronarias, artritis), envejecientes, población obesa, pacientes de SIDA, y aquellos con problemas psicológicos (Ej: distrés, depresión) (ACSM, 2006, pp. 5-10; 165-167; Blair, 1995; Hooper, & Leoni, 1996; McMillen & Turman, 1996; Parr, 1996; Pollock et al, 1994).

En resumen, el informe sugiere que la población adulta debe acumular un total de 30 minutos o más de actividades físicas a una moderada intensidad durante la mayoría de los días de la semana (preferiblemente todos los días) (véase Tabla 2-50, 2-51, y Figura 2-19).

Las presentes sugerencias sobre la actividad física y salud complementan el método tradicional utilizado para prescribir ejercicio (véase Tabla 2-52). Para aquella población que prefiera participar en programas de ejercicios estructurados, pueden optar por actividades físicas de mayor intensidad, tales como trotar, natación y correr bicicleta durante 30 minutos diariamente.

Tabla 2-50: Comparación entre las Recomendaciones Tradicionales y el Nuevo Enfoque para la Actividad Física.

VARIABLE	MENSAJE ANTIGUO	NUEVO MENSAJE
Tipo de Actividad	Aeróbico (Ej: caminar, ciclismo)	Actividades Físicas Cotidianas y Recreativas (Ej: trabajo en patio)
Intensidad	50-85% de la FC _{resv}	Intensidad moderada, no necesariamente ejercicio vigoroso
Duración	20 a 60 minutos	30 minutos, no necesariamente continuo
Frecuencia	3 - 5 días por semana	La mayoría de los días de la semana (preferiblemente diario)

NOTA. De *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 4ta ed.; (pp. 158-166), por American College of Sports Medicine, 1995, Philadelphia: Lea & Febiger. Copyright 1995 por American College of Sports Medicine. "The Activity Pyramid and the New Physical Activity Recommendations" por J.A. Norstrom, y W. E. Conroy, 1995, *The Bulletin*, 39(2), p. 109. "Physical Activity and Public Health. A Recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine" por R. R. Pate, et al, 1995, *Journal of the American Medical Association*, 273(5), p. 404.

Siguiendo este mensaje de actividad física, se dio a conocer otro informe por parte del Cirujano General de los Estados Unidos Continentales (USDHHS, 1996). Este documento revisaba la literatura tocante a la actividad física y salud. Entre los principales hallazgos encontramos: 1) las personas que son comúnmente inactivas pueden mejorar su salud y bienestar al incorporar actividades físicas regulares de moderada intensidad 2) para poder alcanzar los beneficios de salud, las actividades físicas no tienen que ser agotadoras 3) se obtienen mayores beneficios de salud al aumentar la cantidad (duración, frecuencia o intensidad) de las actividades físicas 4) la práctica de actividades físicas regulares reduce el riesgo para el desarrollo de dolencias crónicas-degenerativas y de muerte prematura ocasionada por las primeras causas de muerte observadas en los Estados Unidos de Norteamérica y Puerto Rico 5) aumentando la cantidad de actividades físicas resulta en mayores beneficios de salud.

En conclusión, el modelo de actividad física se caracteriza por los siguientes principios (véase Tablas 2-43, 2-46, 2-50, y Figura 2-17): 1) **intensidad moderada** (3-6 METs, ó 150 - 200 kcal·día⁻¹) 2) **acumulación diaria de actividades físicas** (30 minutos o más por día) 3) **intermitente** (sesiones cortas de actividades físicas) 4) **regularidad** (incorporación diaria de actividades físicas, preferiblemente todos los días de la semana). Lo más importante es llevar el mensaje de fomentar un estilo de vida más activo. Como corolario a esto, tenemos: 1) alguna actividad física es mejor que ninguna 2) Llevar a cabo actividades físicas de baja a moderada intensidad es mejor que permanecer sedentario.

La Pirámide de la Actividad Física

La **Pirámide de Actividad Física** fue concebida originalmente por "Park Nicollet Medical Foundation" (véase Figura 2-19, y Tablas 2-51 a 2-52). Su origen se fundamenta en el modelo de la **Pirámide Alimentaria** concebida por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. La **Pirámide de Actividad Física** representa las metas semanales de actividad física y es flexible, dependiendo de las necesidades individuales y del historial de actividad física (Norstrom & Conroy, 1995, 1996).

Comenzando con la **base**, cualquier programa de actividad física puede progresar con el tiempo al incluir otras categorías. Un programa de actividad física para personas sedentarias puede comenzar mediante el establecimiento de metas dirigidas a incrementar la cantidad de actividades físicas diarias que se disponen en la **base** de la **Pirámide de Actividad Física**. Por otro lado, aquellos individuos que ocasionalmente llevan a cabo actividades físicas pueden ser más regulares si aumentan las actividades físicas representadas en la sección central de la pirámide. La **Pirámide de Actividad Física** sirve de guía y modelo para aquellas personas que practican actividades físicas sobre una base regular en la semana. En este tipo de población, la Pirámide ofrece un enfoque equilibrado hacia la actividad física y refuerza su programa de ejercicio actual.

La **Pirámide de Actividad Física** representa un modelo que visualmente describe el mensaje moderno sobre la actividad física y salud. Esta simple herramienta enfatiza la importancia del movimiento físico en mejorar la salud y debe asistir al público en alcanzar metas reales (alcanzables) en regímenes de actividades físicas semanales.



Figura 2-19: La Pirámide de la Actividad Física. Descripción pictórica de la pirámide que incluye el nuevo enfoque de la actividad física dentro del concepto de prescripción de ejercicio. (Adaptado de: "The Activity Pyramid: A New Easy-to-Follow Physical Activity Guide to Help you get Fit & Stay Healthy", [Brochure]. Copyright 1996 por Institute for Research and Education HealthSystem Minnesota).

Niveles de la Pirámide de Actividad Física

La *Pirámide de Actividad Física* consiste de cuatro niveles y seis secciones, cada una representando diversos aspectos del perfil típico de un programa de actividad física (véase Figura 2-19).

Primer Nivel: Base de la Pirámide

La *Base* de la *Pirámide de Actividad Física* representa las *Actividades Físicas Diarias*. En este nivel es donde se recomienda participar en el nuevo enfoque de actividad física y salud, es decir, participar en actividades físicas diarias de moderada intensidad que acumulen 30 minutos o más en la mayoría de los días de la semana. Particularmente para la población sedentaria, se sugiere un cambio hacia actividades cotidianas activas, tales como levantarse y cambiar los canales de la televisión en vez de utilizar el control remoto, subir las escaleras caminando en vez de utilizar el elevador, entre otras modificaciones. Se recomienda tratar de incorporar durante el día y semana

todas aquellas posibles actividades físicas breves, de manera que como mínimo se acumulen 30 minutos diarios de dichas actividades.

Segundo Nivel: Actividades Físicas Aeróbicas

El **segundo nivel** de la Pirámide (El nivel de *Ejercicios Aeróbicos/Recreativos*) representa el modelo tradicional para el diseño/planificación de actividades físicas y ejercicio cuantificado por variables específicas. Por ejemplo, la práctica de ejercicios aeróbicos con una duración de 20 a 30 minutos por día, de 3-5 veces por semana (véase Tabla 2-50). Comúnmente los ejercicios que se incorporan en este nivel de recomendación incluyen caminar rápido, correr bicicleta, natación y la práctica de deportes activos (Ej: baloncesto, tenis).

Tercer Nivel: Actividades Recreativas y Desarrollo Muscular

El próximo nivel de la *Pirámide de Actividad Física* se conoce como *Actividades Recreativas/Flexibilidad y Fortaleza-Tolerancia Muscular*. Este nivel de la Pirámide se subdivide en tres categorías de actividad física. La primera representa actividades físicas de naturaleza recreativa caracterizadas por ser de baja intensidad que resultan en poco gasto energético o calórico. Entre las actividades físicas que se incluyen en esta categoría tenemos el boliche, “softball”, golf y otras. La próxima categoría en este nivel de la Pirámide consiste en la práctica de actividades que involucren ejercicios de estiramiento. Finalmente, el tercer tipo de actividad física lo constituyen aquellas que desarrollen la fortaleza y tolerancia muscular. Algunos ejemplos son: los abdominales o sentadillas, lagartijas y ejercicios con resistencias o pesas. Estos aspectos de la actividad física pueden combinarse dos a tres veces por semana.

Cuarto Nivel: Pico de la Pirámide

Finalmente, se observa el **Pico de la Pirámide**, el cual incluye actividades sedentarias que deben ser evitadas a toda costa. El énfasis es de tratar de romper la rutina diaria inactiva mediante la incorporación de actividades físicas breves, tales como ejercicios de flexibilidad/calisténicos y caminar. Por consiguiente, se recomienda que las personas ejecuten sesiones cortas de actividades físicas durante períodos prolongados de sedentarismo, ejemplo: media hora sin hacer nada (véase Tablas 2-47, 2-48, 2-49 y Figura 2-18).

Tabla 2-51: La Pirámide de la Actividad Física.

NIVEL	DESCRIPCIÓN
I - Base	Actividades físicas diarias de moderada intensidad que acumulen 30 minutos o más en la mayoría de los días de la semana.
II - Actividades Físicas Aeróbicas	Modelo tradicional para el diseño de actividades físicas y ejercicios cuantificados por variables específicas.
III - Actividades Recreativas/Flexibilidad y Fuerza-Tolerancia Muscular	Actividades físicas recreativas de baja intensidad que resultan en poco gasto energético. Ejercicios de estiramiento. Actividades físicas que desarrollen la fortaleza y tolerancia muscular.
IV - Pico	Actividades sedentarias que deben ser evitadas.

NOTA. Adaptado de: "The Activity Pyramid and the New Physical Activity Recommendations," por: J. A. Norstrom, y W. E. Conroy, 1995, *The Bulletin*, 39(20), pp. 109-111.

Tabla 2-52: Escogiendo la Actividad Física que provee la Pirámide de Actividad Física.

Indagar los intereses del participante:

- ¿Qué tipos de actividades físicas el participante disfrutará mejor?
- ¿Está dispuesto el participante a ponerse un traje de baño?
- ¿El participante estará más cómodo ejercitándose solo (parque, hogar), con un amigo(a) o en un grupo (gimnasio)?

Aplicaciones Clínicas de la Pirámide de Actividad Física

Bajo el enfoque clínico, esta Pirámide ofrece un modelo sencillo a seguir para la prevención y terapéutica de nuestras afecciones degenerativas que tanto sufre la población de la isla. Todo se fundamenta hacia unas modificaciones sencillas de los estilos de vida. Por ejemplo, las poblaciones con enfermedades crónicas de cuidado, pueden iniciarse en actividades breves que acumulen 30 minutos diarios, según se describe en el primer nivel de la Pirámide. Por otro lado, aquellas personas con dolencias degenerativas controladas, que tradicionalmente se han involucrado en actividades de naturaleza aeróbicas, pueden continuar su programa. Esto realiza según se observa en el nivel de la pirámide que describe la incorporación de actividades aeróbicas de 2-3 veces por semana.

Tabla 2-53: Puntos Importantes que Enfatiza la Pirámide de la Actividad Física.

- La relación entre actividades físicas de baja intensidad (no solamente ejercicio) con buena salud.
- Validación de las actividades físicas intermitentes acumuladas de episodios breves que totalizan 30 minutos a lo largo del curso de un día.
- La importancia de permanecer activo físicamente durante la mayoría (o todos) los días de la semana.

NOTA. Adaptado de: "The Activity Pyramid and the New Physical Activity Recommendations," por J. A. Norstrom, y W. E. Conroy, 1995, *The Bulletin*, 39 (20), 111.

La Pirámide de Actividad Física sólo debe servir de guía general para los participantes. No se pueden imponer las actividades o ejercicios a los participantes sin previamente evaluar sus necesidades e intereses (véase Tabla 2-53). Lo más importante consiste en proveer una variedad de actividades físicas, lo cual ayudará a mantener una alta motivación alta y adherencia al programa.

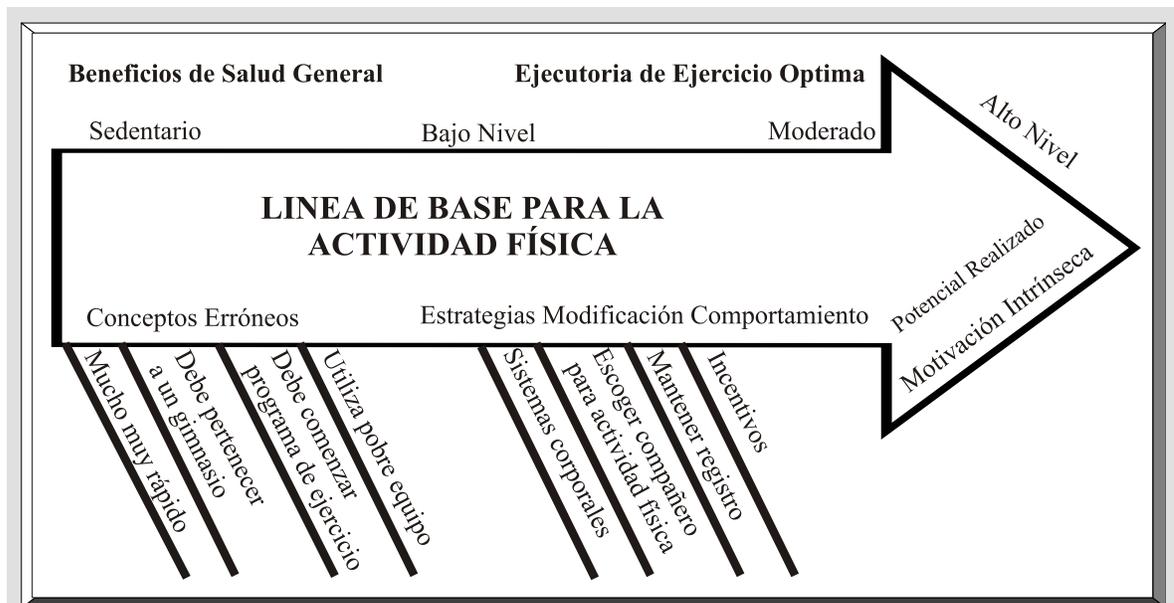


Figura 2-20: **Escala Continua de la Actividad Física.** Modelo basado en el nuevo enfoque de la actividad física. (De: "Physical Activity Continuum and the Surgeon General's Report", por Hooper, & Leoni, 1996, *Journal of Physical Education, Recreation, and Dance*, 67(9), p. 63).

Conclusiones

El enfoque de la prescripción de ejercicio desde el punto de vista de la actividad física enfatiza estilos de vida activos a través de la acumulación de actividades físicas diarias. El total de las actividades físicas deben sumar 30 minutos o más por día. Lo más importante del mensaje es que las personas se mantengan activas la mayoría de los días de la semana. Estas recomendaciones se fundamentan de los resultados de diversos

estudios epidemiológicos (Blair, 1995; Blair & Connely, 1996; Blair, Kampert, Kohl III, Barlow, Macedera, Paffenbarger, Jr, & Gibbons, 1996; Lee & Paffenbarger, Jr, 1996; Paffenbarger, Jr., Hyde, & Wing, 1990; Pate et al, 1995; Slatterry, 1996; USDHHS, 1996). En términos generales, estos estudios han concluido que existe una relación entre actividades físicas (no solamente ejercicio) de baja intensidad y buena salud. De las investigaciones epidemiológicas revisadas por Blair & Connely (1996), se llegó a la conclusión de que las actividades físicas de moderada intensidad se encuentran asociadas con un mejoramiento en el nivel de la salud y menor riesgo de morbilidad y mortalidad al compararse con bajos niveles de actividad física o aptitud física.

EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA APTITUD FÍSICA

Objetivos

¿Para qué evaluamos la aptitud física? Como un médico, primero se examina al paciente y luego se prescribe. De la misma manera, debe hacer toda persona que quiera mejorar su nivel de aptitud física mediante un programa de ejercicios especializados. La meta principal de todo individuo es mejorar su bienestar total. En resumen, los objetivos de las pruebas de aptitud física son:

- Proveer información sobre el estado actual de la aptitud física relativo a normas de clasificación según su edad y sexo.
- Planificar un programa de ejercicios individualizado seguro y efectivo dirigidos a mejorar los diferentes componentes de aptitud física.
- Evaluación grado de logro de las metas. Representa el nivel alcanzado de alguna capacidad designada temporalmente. Comúnmente, se relaciona con un estándar o criterio. Por ejemplo, después de seis meses, en un programa de aptitud física corporativo, se puede medir el porcentaje de grasa corporal para determinar si se lograron las expectativas iniciales del programa.
- Evaluar el progreso. A raíz de evaluaciones periódicas durante el programa de ejercicio, se podrá cambiar la dosis de la prescripción de ejercicio, según lo establece el principio de progresión.
- Motivar a los participantes de un programa de entrenamiento, de modo que puedan alcanzar unas metas reales con respecto a su capacidad física.
- Evaluar el nivel de éxito del programa de aptitud física.
- Clasificar las personas en categorías, de forma tal que se determinen sus niveles de riesgo actual para un trastorno crónico de naturaleza hipocinética.
- En una corporación, establecer si el empleado posee la capacidad física necesaria para llevar a cabo ciertas tareas específicas con un mínimo riesgo de lesiones.
- Desarrollar normas y escalas de clasificación a base de puntuaciones o percentil. Las normas permiten al evaluador comparar la ejecutoria de sus participantes sobre la base de diferentes pruebas y contra diferentes poblaciones (Ej: local, regional o nacional). Estas escalas de clasificación proveen una gran motivación e interés entre los evaluados.

Autenticidad Científica de las Pruebas

Antes de seleccionar una prueba, es de suma importancia analizar su confiabilidad, objetividad y validez, según es expresada por sus coeficientes de correlación. Estos criterios son necesarios para evaluar la autenticidad científica de una prueba. A continuación se describen estos parámetros:

Validez

Representa el grado en el cual la prueba mide aquello que pretende medir. Por ejemplo, una prueba diseñada para medir una ejecutoria deportiva particular será válida en el grado que distinga entre los que tengan éxito y los que fracasan en dicho deporte específico.

Confiabilidad

Es la capacidad de una prueba para demostrar consistencia y estabilidad en los puntajes. Se posee una alta confiabilidad, por ejemplo, cuando una misma prueba se aplica a un grupo de alumnos en forma repetida y en condiciones semejantes, debería obtener resultados iguales o similares.

Objetividad

Se refiere al grado de uniformidad con que varios individuos pueden aplicar la misma prueba. Su significado es casi idéntico a confiabilidad, con la excepción de que dos o más evaluadores están involucrados. La objetividad depende de la claridad y precisión de las instrucciones de la prueba.

Coefficientes de Correlación

Existe un coeficiente de validez y de confiabilidad. El coeficiente de validez se calcula correlacionando los resultados obtenidos de la prueba estudiada, con datos obtenidos de otra fuente, la cual debe tener la misma finalidad y cuya validez sea reconocida. Los datos de la prueba pueden también correlacionarse con puntajes otorgados por expertos en la actividad que la prueba que mide, siendo estos últimos puntajes subjetivos. Por otro lado, el coeficiente de confiabilidad representa el grado de concordancia o relación entre dos variables que se informan como un coeficiente o correlación. Los estándares para evaluar las pruebas son:

- **r = .90 a .99:** Relación Excelente entre Dos Variables.
- **r = .80 a .89:** Aceptable para Coeficientes de Objetividad y Confiabilidad. Excelente para Coeficientes de Validez entre .80 y .85.
- **r = .70 a .79:** Pobre o Aceptable para Confiabilidad y Objetividad en Educación Física. Determinante: Complejidad de las variables involucradas.
- **r = .60 a .69:** Pobre. En pruebas más complejas (Ej: de aptitud física), un coeficiente de validez puede ser considerado aceptable.

Normas y Estándares

Las normas y estándares ayudan a la interpretación de los resultados obtenidos en las pruebas. Las *normas* representan valores que relacionan una puntuación individual con aquellas obtenidas de la población general; su porcentil o desviaciones estándar, comúnmente se describen en acorde con tales clasificaciones particulares, así como el promedio, sobre el promedio y debajo del promedio, excelente, entre otras. Se ha sugerido que el número mínimo de sujetos requeridos para desarrollar normas es de 100 (Adams, 1998, p.9).

Los *estándares* es un término que comúnmente se emplea en forma intercambiable con el de normas. Sin embargo, los estándares describen el criterio sugerido para un nivel apropiado de bienestar o aptitud física en una población dada.

Se debe asegurar que la administración de estas pruebas sea segura, rápida y eficaz. Además, es importante garantizar la validez y confiabilidad de sus resultados. Esto se puede lograr si se administran siguiendo unos estándares establecidos y si cumplen las sugerencias que se discutirán en los próximos párrafos.

Consideraciones antes de la Prueba

Para asegurar de que no ocurran accidentes fatales y la comodidad de los participantes, se debe como mínimo completar un cuestionario o historial de salud. Uno comúnmente recomendado es el *PAR-Q* (véase la sección de Prescripción de Ejercicio). Estas pre-evaluaciones escritas determinan el estado general de salud del participante e identifica posibles riesgos potenciales para la prueba. El cuestionario se puede administrar el día antes de la prueba. En aquellas situaciones donde se evalúan adultos o individuos con alto riesgo, es de vital importancia una evaluación médica completa. Bajo estas circunstancias, se procederá a determinar cualquier contraindicación para la realización de las pruebas (véase Tabla 2-43).

Tabla 2-54: Contraindicaciones para las Pruebas de Aptitud Física: Énfasis en las Evaluaciones Cardiovasculares Máximas o Submáximas.

ABSOLUTAS
<ul style="list-style-type: none">• Un cambio reciente significativo en el EKG de reposo, lo cual es indicativo de isquemia, un infarto al miocardio reciente (dentro de 2 días) u otros eventos cardíacos agudos• Angina inestable• Arritmias cardíacas descontroladas que inducen síntomas o comprometen la función hemodinámica• Estenosis aórtica severa sintomática• Fallo cardíaco descontrolado sintomático• Embolo pulmonar agudo o infarto pulmonar• Miocarditis o pericarditis aguda• Infecciones agudas

RELATIVAS

- Estenosis de la arteria coronaria principal izquierda
- Estenosis valvular moderada
- Anormalidades electrolíticas conocidas (hipokalemia, hipomagnesemia)
- Hipertensión arterial severa, es decir, presión sanguínea diastólica en reposo mayor de 120 mm Hg o presión sanguínea sistólica mayor de 200 mm Hg.
- Taquiarritmias o bradiarritmias
- Cardiomiopatía, incluyendo cardiomiopatía hipertrófica y otras formas de obstrucción en el flujo externo del conducto
- Disturbios neuromusculares, musculoesqueléticos, o reumatoides que son empeoradas con el ejercicio
- Alto grado de bloqueo atrioventricular (Ej: Bloqueo A-V de tercer grado)
- Aneurisma ventricular
- Enfermedades metabólicas descontroladas (ej: diabetes sacarina, tirotoxicosis, o mixedema).
- Enfermedades infecto-contagiosas crónicas (ej: mononucleosis, hepatitis, SIDA).

NOTA. De *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 7ma ed.; (p. 50), por American College of Sports Medicine, 2006, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2006 por la American College of Sports Medicine.

Además, es importante explicar, con detalles, a los participantes el procedimiento completo de la prueba y se les informe sobre los posibles beneficios y riesgos de la misma. El examinador debe ser amigable y cortés y mantener un ambiente emocional apropiado con el participante. Esto ayudará a evitar la ansiedad o tensión del examinado ante las pruebas que se aproximan.

Es recomendado que previo a la evaluación se estudien sus procedimientos. Además, es importante que tanto el evaluador como el participante se familiaricen con los ejercicios que se realizarán en la prueba. Si se emplean varios examinadores para implementar una batería de pruebas de aptitud física a un grupo grande de participantes, se sugiere que de dos a tres días antes de la evaluación se escojan a éstos, luego, se les debe instruir sobre los procedimientos de la prueba y asignarlos por tareas y estaciones. Se recomienda situar a un examinador por cada estación o función. Se sugiere fuertemente que se identifique (rotule) las estaciones de las pruebas, y preparen los equipos y materiales requeridos para estas evaluaciones.

Vestimenta

La prueba debe realizarse con zapatillas cómodas y flexibles, tales como tenis o calzados diseñados para caminar/correr. No se permiten zapatos regulares, tacos, chancletas (sandalias) ni estar descalzo. Se requiere que las mujeres usen un brasier que

ofrezca apoyo adecuado durante la prueba, blusas de encaje suelto con mangas cortas que abotonen por el frente y pantalones cortos (se aceptan pantalones de pijama). Evitar el uso de ropa interior de una sola pieza o pantimedias (pantyhose).

En cuanto a los varones, se recomienda utilizar pantalones cortos deportivos, bermuda o un par de pantalones livianos de entalle suelto. Es necesario utilizar una camisa que permita la ventilación.

Consumo de alimentos y bebidas

Es de suma importancia no ingerir alimentos por lo menos 2 horas antes de la prueba. La comida antes de la prueba (la última) debe ser liviana, evitando el consumo de mantequilla o crema, café, té o alcohol. Se recomienda consumir suficiente líquido 24 horas antes de las pruebas. Esto asegura un estado apropiado de hidratación. No se permite el consumo de alcohol, cafeína y drogas. Si el participante acostumbra ingerir bebidas alcohólicas, éstas no deben ser consumidas por lo menos 24 horas antes de las evaluaciones. Dos (2) horas antes de la prueba el examinador deberá abstenerse de fumar. También, los participantes no deben de realizar ejercicios vigorosos antes de la prueba.

Medidas de seguridad

El equipo examinador debe de poseer un plan de contingencia en caso de alguna emergencia médica. Se recomienda tener un botiquín de primeros auxilios. Si las pruebas se administran en poblaciones especiales o de alto riesgo médico (Ej: envejecientes, enfermos u operados del corazón, hipertensos), es crucial que todos los evaluadores de las pruebas estén certificados en Soporte Básico para la Vida/Resucitación Cardiopulmonar (RCP, siglas en español) y primeros auxilios básicos. Además, es requisito contar con una lista de teléfonos de las salas de emergencia del hospital más cercano. Ésta debe estar accesible en caso de ser necesario de activar el Sistema de Emergencias Médicas.

Si en el grupo de participantes existe un paciente con alguna enfermedad cardiovascular que se encuentre bajo medicamentos, lo deseable es que continúe tomando los fármacos según fue prescrito por su médico. Algunas drogas, como digitales (píldora del corazón), nitroglicerina, propranolol (Inderal) y diuréticos (píldoras de agua) pueden interferir con la prueba. En caso de duda, el participante debe consultar a su médico.

Será necesario posponer la prueba en aquellos participantes enfermos, particularmente si poseen fiebre y lesiones musculoesqueléticas (Ej: desgarros musculares, fracturas, dislocaciones). Entonces, en orden de poder llevar a cabo la prueba se debe estar libre de cualquier síntoma agudo o severo (Ej: fiebre, dolor de pecho) que indique una enfermedad.

La noche antes, se requiere haber dormido lo suficiente (6 a 8 horas). Por razones de seguridad, no se recomienda administrar las pruebas en aquellos individuos que se hayan amanecido la noche antes de la evaluación.

Consideraciones durante la Prueba

Antes de que los participantes comiencen a realizar las evaluaciones, es de crucial importancia que los examinadores tengan organizado y preparado todas las hojas de colección de los datos, las formas requeridas, cuestionarios de salud, lápices, sacapuntas y cualquier otro material necesario para administrar la prueba.

Si se emplean equipos especiales de laboratorios, tales como cicloergómetros (bicicletas estacionarias especializadas para pruebas de esfuerzo), esfigmomanómetros, plicómetros, entre otros, éstos deben estar previamente calibrados. Dichos equipos de laboratorio deben de estar organizados en sus respectivas estaciones de la prueba.

Como parte de las medidas de seguridad, es vital mantener un ambiente físico adecuado para las evaluaciones. Para la prueba se deben evitar instalaciones muy calurosas y húmedas. Se sugiere que la temperatura fluctúe de 70 a 74°F (21 a 23°C) (ACSM, 2006, p. 56). De ser necesario y posible, se debe controlar la humedad relativa en el área de la evaluación. Para dicho propósito, se pueden emplear extractores de humedad.

Previo al comienzo de prueba, es necesario que los participantes lleven a cabo un calentamiento razonable. Los resultados deben de anotarse en forma clara; éstos se pueden apuntar en una tabla de registro. Evite administrar las pruebas con prisa, puesto que puede alterar la validez de las mismas. Además, la prisa podría ocasionar accidentes. De ser necesario, se debe continuar el próximo día.

Cuando se realice una serie de pruebas corridas el mismo día, hay que considerar el tipo de prueba para poder determinar su orden y secuencia. Se recomienda que las medidas en reposo se tomen antes de realizar las evaluaciones. Por ejemplo, la frecuencia cardíaca o pulso, presión arterial y las medidas antropométricas (Ej: peso, talla/estatura, composición corporal) deben ser los primeros valores registrados. En segundo orden, es necesario seguir las evaluaciones de la tolerancia cardiorrespiratoria, seguido de las pruebas de tolerancia y fortaleza muscular. Se finaliza con las medidas de flexibilidad. Las pruebas de aptitud física relacionadas con las destrezas (motoras) se deben realizar en días distintos.

Explicación de los Resultados a los Estudiantes

Los datos obtenidos de la prueba no deben de utilizarse para comparar un estudiante con el otro. El énfasis debe ser en explicar los resultados basados en el nivel de clasificación que se obtuvo (Ej: pobre, promedio, excelente; percentil 93, 50...) y la relación con su bienestar. Si el participante obtuvo una baja categoría según las normas establecidas, se debe, entonces, indicar el posible riesgo a largo plazo de este estado de aptitud física y determinar las estrategias a seguir para mejorar dicho estado de capacidad física.

La meta es evitar adquirir una enfermedad discapacitante a corto o largo plazo y evitar la muerte prematura. Se deben, entonces, establecer metas dirigidas a cambiar cualquier comportamiento de riesgo que interfiera con su bienestar físico (véase capítulo 1).

Tipos de Pruebas

Las pruebas de aptitud física se clasifican en dos categorías generales, a saber: aquellas relacionadas con la salud y aquellas relacionadas con destrezas neuromusculares (motricidad). Hoy día, el énfasis son las pruebas que vinculadas con el bienestar físico del individuo. Las evaluaciones de la aptitud física se clasifican como sigue:

- Evaluaciones de la tolerancia o capacidad cardiorrespiratoria (aeróbica)
- Pruebas para determinar la composición corporal
- Evaluación de la tolerancia y fortaleza muscular
- Pruebas de flexibilidad

Las evaluaciones funcionales que miden el nivel de los componentes de la aptitud física pueden ser de tres tipos, a saber: pruebas de campo y pruebas campo-laboratorio y pruebas de laboratorio (Adams, 1998, pp. 10-11). Las pruebas de campo son comunes en la educación física. Estos tipos de prueba no son recomendadas para investigaciones científicas, a menos que se pueda controlar las variables externas (Ej., temperatura, terreno, motivación). Algunos ejemplos de pruebas de campo son:

- Evaluaciones de la fortaleza muscular empleando pesas libres
- Carreras de velocidad (40, 50 ó 60 yardas)
- Carreras de correr-caminar (Ej: prueba de Cooper de 1.5 milla o de 12 minutos, carrera de 1 milla de la AAHPERD)
- Medidas antropométricas de talla (estatura) y masa corporal (peso)
- Índice de la masa corporal (IMC)

Por otra parte, las pruebas de campo-laboratorio pueden ser administradas tanto en el campo como bajo condiciones de laboratorio. Esto implica que no requieren equipos muy sofisticados o costosos. Tales tipos de pruebas se realizan bajo condiciones más controladas que las de campo. A continuación se enumeran algunas pruebas de campo-laboratorio:

- Dinamometría isométrica (Ej: agarre)
- Salto vertical
- Pruebas de escalón (Ej: Queens College, Ohio State, Harvard, Forestry)
- Pruebas submáximas en el cicloergómetro (Ej: YMCA, Åstrand, PWC-170)
- Medidas cardiovasculares (Ej: presión arterial, frecuencia cardiaca/pulso)
- Evaluaciones antropométricas (Ej: pliegues subcutáneos, circunferencias)
- Pruebas de flexibilidad lineales (Ej: sentado y estirar)

Finalmente, las pruebas de laboratorio representan aquellas que comúnmente requieren equipos especializados y costosos. Se llevan a cabo bajo unos controles más estrictos en comparación con los tipos de pruebas previamente descritos. Por ejemplo, es posible controlar variables externas, tales como temperatura y humedad. Además, requiere un personal adiestrado en técnicas específicas de evaluación. Se consideran pruebas de campo las siguientes:

Pruebas de fortaleza muscular y de torque con aparatos isocinéticos

- Pruebas para medir el consumo de oxígeno máximo
- Evaluaciones funcionales máximas de esfuerzo (Ej: electrocardiograma de ejercicio realizado en una banda sinfín)
- Pruebas de función pulmonar
- Densitometría

Cada uno de estas evaluaciones de los componentes de la aptitud física incorporan, a su vez, una diversidad de pruebas específicas dirigidas a medir dicha categoría de la aptitud física relacionada con la salud (véase Tabla 2-55). La mayoría de estas pruebas no requieren equipos sofisticados y costosos, puesto que abarcan principalmente las pruebas de campo. No obstante, se incluyen algunas evaluaciones de laboratorio para aquellos lugares donde se posee equipo más especializado (Ej: gimnasios de alta calidad).

Tabla 2-55: Batería de Pruebas para los Componentes de la Aptitud Física: Pruebas de Campo versus Pruebas de Laboratorio o Directas.

COMPONENTE	VARIABLE	PRUEBA DE CAMPO	PRUEBA DE LABORATORIO
Tolerancia Cardiorrespiratoria	VO ₂ máx (ml · kg ⁻¹ · min ⁻¹)	- Pruebas de correr/caminar - Pruebas de escalón - Pruebas submáximas de esfuerzo	• Prueba de esfuerzo máxima
Composición Corporal	<ul style="list-style-type: none"> • % de grasa • Peso graso • Peso magro (libre de grasa) • Densidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Psicometría • Medidas antropométricas • Bioimpedancia 	• Hidrodensitometria (peso hidrostático o debajo del agua para determinar densidad corporal)
Tolerancia Muscular	<ul style="list-style-type: none"> • Número de repeticiones 	• Pruebas de tolerancia muscular local	• Evaluaciones isocinéticas
Fortaleza Muscular	<ul style="list-style-type: none"> • Fuerza máxima (kg) • Torque (Nm) 	• Pruebas submáximas con pesas libres (2-10 RM)	<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas con dinamómetros isocinéticos • Pruebas máximas de 1RM
Flexibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Arco de movimiento (grados) 	• Prueba lineales del arco de movimiento (Ej: sentado y estirar)	<ul style="list-style-type: none"> • Empleo de goniómetros • Radiografías

NOTA. Adaptado de: *Advanced Fitness Assessment & Exercise Prescription*. 3ra. ed.; (p. 35), por V. H. Heyward, 1998, Champaign, IL: Human Kinetics. Copyright 1998 por V. H. Heyward.

En esta sección también se describen pruebas de naturaleza neuromuscular. Estas evaluaciones se encuentran relacionadas con los componentes de la capacidad motora o de destreza. Las pruebas de motricidad miden las siguientes variables:

- Agilidad.
- Potencia.
- Precisión.

Las evaluaciones serán descritas en el manual de laboratorios. La Tabla 2-45 resume las pruebas que se discutirán en el manual (véase páginas 49-212).

EXPERIENCIAS DE LABORATORIOS

Se recomienda que los estudiantes efectúen los Laboratorios 2-5 al 2-19. Para ello, utilice el Manual de Laboratorio (páginas 49-212). Estas experiencias tratan sobre varias pruebas que miden los componentes de la aptitud física relacionados con la salud.

Tabla 2A-56: Pruebas de Aptitud Física Relacionadas con la Salud Descritas en el Manual de Experiencias de Laboratorios.

COMPONENTE	LABORATORIO
Tolerancia Cardiorrespiratoria	<ul style="list-style-type: none"> • AAHPERD-Physical Best: 1 milla • Cooper 1.5 millas • Cooper 12 minutos • Prueba de Caminar 1.0 millas de Rockport • Prueba de Trotar en Sitio • Prueba del Escalón de Queens College. • Prueba del Escalón de Ohio State University (no incluida en el manual). • Prueba del Escalón de Harvard • Prueba Submáxima en el Cicloergómetro
Tolerancia Muscular	<ul style="list-style-type: none"> • AAHPERD-Physical Best: Abdominales o Sentadillas (Sit-Ups) • AAHPERD-Physical Best: Dominadas (Pull-Ups) • Largartijas (Push-Ups) en un minuto • Índice de Fatiga con Dinamómetro (no se describe en el manual)

NOTA. Adaptado de: *Saludmed*. Bienestar y Calidad de Vida. Evaluación de la aptitud física: Introducción. por E. Lopategui Corsino, 2006, Puerto Rico. Copyright 2006 por E. Lopategui Corsino. Recuperado el 30 de mayo de 2006 de http://www.saludmed.com/Bienestar/Cap2/Pr-Apt_I.html. *El Ser Humano y La Salud*. 7ma ed.; (pp. 277-295), por E. Lopategui Corsino, 1997, Puerto Rico: Publicaciones Puertorriqueñas, Inc. Copyright 1997 por Publicaciones Puertorriqueñas, Inc.

Tabla 2B-56: Pruebas de Aptitud Física Relacionadas con la Salud Descritas en el Manual de Experiencias de Laboratorios.

COMPONENTE	LABORATORIO
Fortaleza Muscular	<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas submáximas con pesas libres (2-10 RM) • Fortaleza Isométrica mediante Dinamometría
Flexibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • AAHPERD-Physical Best: Flexión Troncal (Sentado y Estirar) • Prueba de Elevación de Hombros (no se describe) • Prueba de Rotación de Hombros (no se describe) • Flexibilidad del Hombro • Rotación del Tronco.
Composición Corporal	<ul style="list-style-type: none"> • AAHPERD-Physical Best: Composición Corporal. • Medidas antropométricas • Índice de Masa Corporal (BMI) • Determinación del Peso Ideal

NOTA. Adaptado de: *Saludmed*. Bienestar y Calidad de Vida. Evaluación de la aptitud física: Introducción. Recuperado por E. Lopategui Corsino, 2006, Puerto Rico. Copyright 2006 por E. Lopategui Corsino. Recuperado el 30 de mayo de 2006, de http://www.saludmed.com/Bienestar/Cap2/Pr-Apt_I.html. *El Ser Humano y La Salud*. 7ma. ed.; (pp. 277-295), por E. Lopategui Corsino, 1997, Puerto Rico: Publicaciones Puertorriqueñas, Inc. Copyright 1997 por Publicaciones Puertorriqueñas, Inc.

Las primeras pruebas de laboratorio que se realizarán en el manual de laboratorio serán la medición de la frecuencia cardiaca y presión arterial en reposo.

Interpretación de las Pruebas

Comúnmente, para determinar el grado o nivel en que se encuentra el participante se utilizan normas o escalas de clasificación. Lamentablemente, la gran mayoría de estas normas para la clasificación de la aptitud física provienen de estudios realizados en Estados Unidos de Norteamérica o en Canadá. Muy poco se ha hecho en Puerto Rico. No obstante, se ha hecho algunos esfuerzos para crear normas de aptitud física en Puerto Rico (Albarran, 1986; Rivera, 1986; Sambolín, 1979). A continuación algunas de las normas de clasificación empleadas en esta sección.

Tabla 2-57 Normas de Clasificación (Estándares) de los Componentes de la Aptitud Física Relacionados con la Salud según la AAHPERD: GRUPO FEMENINO

Edad	Carrera de 1 Milla (minutos)	Suma de los Pliegues (mm)	Índice de Masa Corporal	Sentado y Estirar (cm)	Sentadillas (Abdominales) (Reps/1 min)	Dominadas (reps total)
5	14:00	16-36	14-20	25	20	1
6	13:00	16-36	14-20	25	20	1
7	12:00	16-36	14-20	25	24	1
8	11:30	16-36	14-20	25	26	1
9	11:00	16-36	14-20	25	28	1
10	11:00	16-36	14-21	25	30	1
11	11:00	16-36	14-21	25	33	1
12	11:00	16-36	15-22	25	33	1
13	10:30	16-36	15-23	25	33	1
14	10:30	16-36	17-24	25	35	1
15	10:30	16-36	17-24	25	35	1
16	10:30	16-36	17-24	25	35	1
17	10:30	16-36	17-25	25	35	1
18	10:30	16-36	18-26	25	35	1

NOTA. Adaptado de: *Physical Best: The American Alliance Physical Fitness Education & Assessment Program*. (p. 28), por American Alliance for Health, Physical Education and Dance, 1988, Reston, VA: AAHPERD. Copyright 1988 por American Alliance for Health, Physical Education and Dance.

Tabla 2-58 Normas de Clasificación (Estándares) de los Componentes de la Aptitud Física Relacionados con la Salud según la AAHPERD: GRUPO MASCULINO

Edad	Carrera de 1 Milla (minutos)	Suma de los Pliegues (mm)	Índice de Masa Corporal	Sentado y Estirar (cm)	Sentadillas (Abdominales) (Reps/1 min)	Dominadas (reps total)
5	13:00	12-25	13-20	25	20	1
6	12:00	12-25	13-20	25	20	1
7	11:00	12-25	13-20	25	24	1
8	10:00	12-25	14-20	25	26	1
9	10:00	12-25	14-20	25	30	1
10	9:30	12-25	14-20	25	34	1
11	9:00	12-25	15-21	25	36	2
12	9:00	12-25	15-22	25	38	2
13	8:00	12-25	16-23	25	40	3
14	7:45	12-25	16-24	25	40	4
15	7:30	12-25	17-24	25	42	5
16	7:30	12-25	18-24	25	44	5
17	7:30	12-25	18-25	25	44	5
18	7:30	12-25	18-26	25	44	5

NOTA. Adaptado de: *Physical Best: The American Alliance Physical Fitness Education & Assessment Program*. (p. 29), por American Alliance for Health, Physical Education and Dance, 1988, Reston, VA: AAHPERD. Copyright 1988 por American Alliance for Health, Physical Education and Dance.

Extrapolando los Resultados de la Prueba

Algunas pruebas dirigidas a estimar la capacidad aeróbica de los individuos se pueden emplear para extrapolar o predecir su capacidad aeróbica máxima.

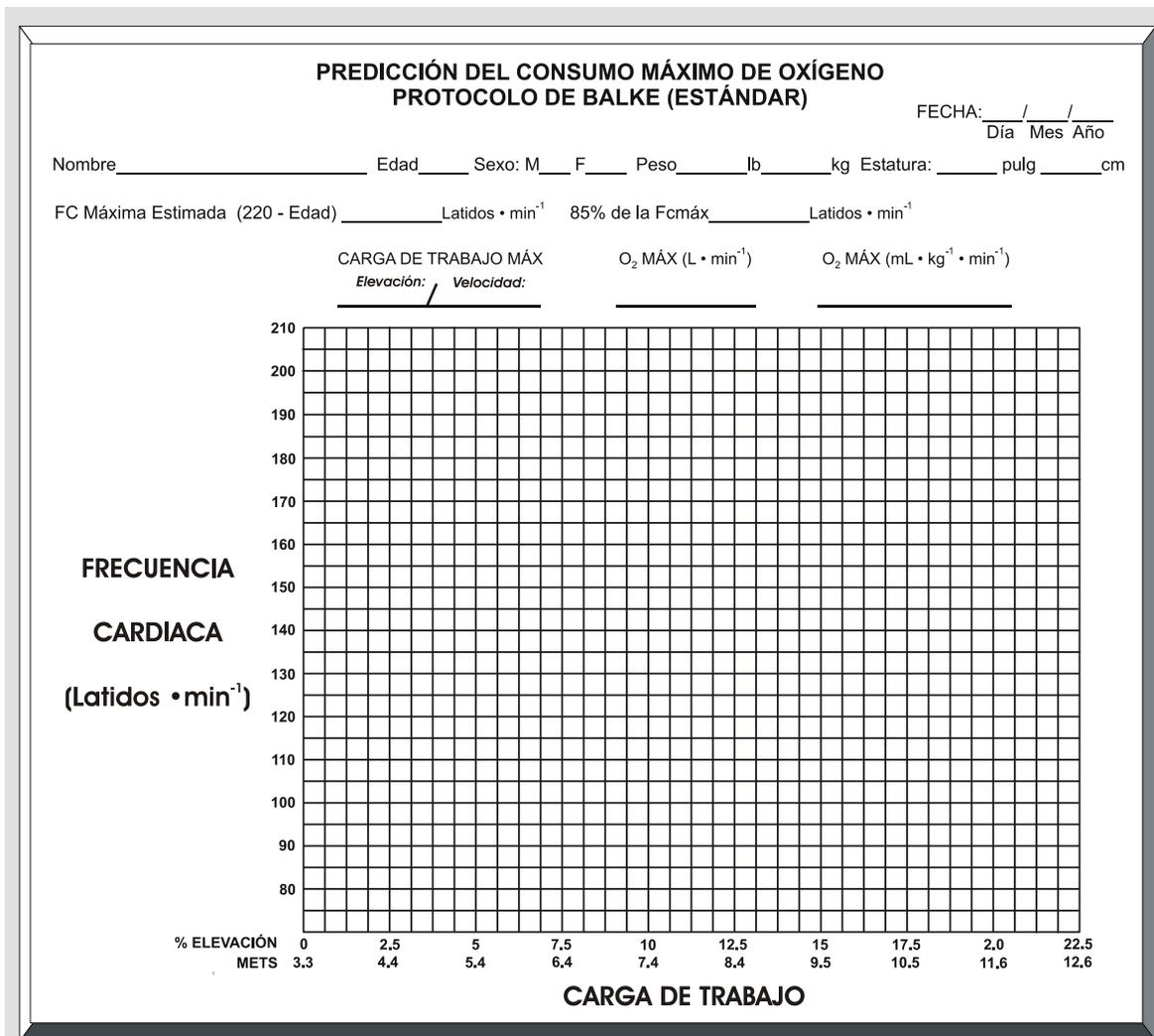


Figura 2-21: Estimación del MET Máximo basado en Valores de la Frecuencia Cardiaca, Carga de Trabajo y Tiempo de la Prueba. Modelo empleado para extrapolar datos de pruebas aeróbicas, de manera que se pueda determinar el consumo de oxígeno máximo.

REFERENCIAS

- Adams, G. M. (1998). *Exercise Physiology Laboratory Manual* (3ra. ed., pp. 8-11). Boston: WCB/McGraw-Hill Companies.
- Albarran, M. A. (1986). *Informe Caloga: Campamento los Gallitos "Jesús E. Almodovar"*. Santurce, Puerto Rico: UIPR-Rio Piedras. [47 pp].
- American Alliance for Health, Physical Education and Dance (AAHPED). (1988). Physical Best: *The American Alliance Physical Fitness Education & Assessment Program* (pp. 16-29). Reston, VA: AAHPERD.

- American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance (AAHPERD) (1980). *Health Related Physical Fitness Test Manual*. Resto, Va.: AAHPERD.
- American College of Sports Medicine. (2010). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (7ma. ed., pp.42-104, 152-182). Baltimore: Lipincott Williams & Wilkins.
- American College of Sports Medicine Staff. (Ed.) (2005). *ACSM's Resource Manual for Exercise Testing and Prescription* (5ta. ed.). Baltimore: Williams & Wilkins. 848 pp.
- American College of Sports Medicine (1990). The recommended quantity and quality of exercise for developping and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *22*(2), 265-274.
- American College of Sports Medicine (1993). Position Stand. Physical activity, Physical fitness, and hypertension. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *25*(10), i-x.
- Anthony, C. P., & Thibodeau, G. A. (1983). *Anatomía y Fisiología* (10ma. ed.). México: Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V. 724 pp.
- Åstrand, P.-O., & Rodahl, K (1986). *Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise* (3ra. ed.). New York: McGraw-Hill Book Company. 756 pp.
- Barnard, C., & Illmann, J. (1981). *La Máquina del Cuerpo*. Madrid, España: Ediciones Generales ANAYA.
- Berne, R. M., & Levy, M. N. (Eds.). (1988). *Physiology* (2da. ed.). St. Louis: The C.V. Mosby Company, 1077 pp.
- Berne, R. M., & Levy, M. N. (1986). *Cardiovascular Physiology* (5ta. ed.). St. Louis: The C.V. Mosby Company. 261 pp.
- Blair, S. N. (1995). *Exercise prescription for health. Quest*, *47*(3), 338-353.
- Blair, S. N. (1996). Physical inactivity: The public health challenge. *Sports Medicine Bulletin*, *31*(4), 3.
- Blair, S. N., & Connelly, J. C. (1996). How much physical activity should we do? The case for moderate amounts and intensities of physical activity. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *67*(2), 193-205.
- Blair, S. N., Booth, M., Gyarfas, I., Iwane, H., Marti, B., Matsudo, V., Morrow, M.S., Noakes, T., & Shephard, R. (1996). Development of public policy and physical activity initiatives internationally. *Sports Medicine*, *21*(3), 157-163.

- Blair, S. N., Kampert, J. B., Kohl III, H. W., Barlow, C. E., Macera, C.A., Paffenberger, Jr., R. S., & Gibbons, L. W. (1996). Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *Journal of the American Association*, *276*(3), 205-210.
- Blumental, J. A., Fredrikson, M., Khun, C.M., Ulmer, R.L., Walsh-Riddle, M. & Appelbaum, M. (1990). Aerobic exercise reduces Levels of cardiovascular and sympathoadrenal responses to mental stress in subjects without prior evidence of myocardial ischemia. *American Journal of Cardiology*, *65*, 93-98.
- Breslow, L. (1990). Lifestyle, Fitness, and Health. En C. Bouchard, R. J. Shephard, T. Stephens, J. R. Sutton, & B. D. Mcpherson (Eds.), *Exercise Fitness, and health: A Consensus of Current Knowledge* (pp. 155-163). Champaign, IL: Human Kinetics Books.
- Brooks, G A., & Fahey, T. D. (1987). *Fundamentals of Human Performance*. New York: Macmillan Publishing Company. 464 pp.
- Bullock, J., III, Michael, J. B, & Wang, M. B. (1984). (Eds.). *Physiology: The National Medical Series for Independent Study*. Pennsylvania: Harwal Publishing Company. 392 pp.
- Bullock, J., Boyle, J. III, Wang, M., & Ajello, R. *The National Medical Series for Independent Study: Physiology*. Wiley Medical.
- Burskirk, E. R. (1987). Obesity. En J. Skinner (Ed.), *Exercise Testing and Exercise Prescription Special Cases: Theoretical and Clinical Applications* (pp. 149-173). Philadelphia: Lea & Febiger.
- Butts, N. K. (1985). Profiles of Elite Athletes: Physical and Physiological Characteristics". En Butts NK, (Ed.), *The Elite Athlete* (pp. 183-207). Spectrum Publications, Inc.
- Caspersen, C. J. (1989). Physical Activity Epidemiology: Concepts, Methods, and Applications to Exercise Science. En K. B. Pandolf (Ed.), *Exercise and Sports Sciences Reviews*. (Vol. 17, pp. 423-473). Baltimore: Williams & Wilkins.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, *100*(2), 126-131.
- Chaffee, E. E. & Lytle, I. M. (1980). *Basic Physiology and Anatomy* (4ta. ed.). Philadelphia: J.B. Lippincott Company. 628 pp.
- Costill, D. (1986). *Inside Running: Basics of Sports Physiology* (pp. 11-16). Indianapolis: Benchmark Press.

- Dal Monte, A (1988). Exercise testing and ergometers. En A. Dirix, A.G. Knuttgen & K.Tittel, (Eds.), *The Olympic Book of Sports Medicine* (p. 121). England: Blackwell Scientific Publications.
- Deligiannis, A., Zahopoulou, E. & Mandroukas, K. (1988). Echocardiographic study of cardiac dimensions and function in weight lifters and body builders. *International Journal of Sports Cardiology*, **5**, 24-32.
- De Vries, H. A. (1986). *Physiology of Exercise: for Physical Education and Athletics* (4ta. ed.). Dubuque, Iowa: Wm C. Brown Publishers. 591 pp.
- Effron, M. B. (1989). Effects of resistance training on left ventricular function. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **21**(6), 694-697.
- Ejblom, B. (1969). Effect of physical training on oxygen transport system in man. *Acta Physiologica Scandinava. Supplementum 328*, 44 pp.
- Ejblom, B., & Lars Hermansen (1968). Cardiac output in athletes. *Journal of Applied Physiology*, **25**(5), 619-625.
- Fleck, S. J. (1992). Cardiovascular response to strength training. En P. V. Komi (Ed.). *Strength and Power in Sport. The Encyclopaedia of Sports Medicine* (pp. 305-315). London: Blackwell Scientific Publications.
- Fleck, S. J. (1988). Cardiovascular adaptations to resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **20**(5) (Suppl), S146-S151.
- Fleck, S. J., Henke, C. & Wilson, W. (1989b). Cardiac MRI of elite junior olympic weight lifters. *International Journal of Sports Medicine*, **10**, 329-333.
- Fleck, S. J., Falkel, J., Harman, E., Kraemer, W. J., Frykman, P., Maresh, C. M., Goetz, K. L., Campbell, D., Roesenstein, M. & Roesenstein, R. (1989a). Cardiovascular responses during resistance training [Abstract]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **21**, S114.
- Fleck, S.J. & dean, L.S. (1987). Resistance-training experience and the pressor response during resistance exercise". *Journal of Applied Physiology*, **63**, 116-120.
- Franks, B. D., & Edward T. Howley, E. T. (1989). *Fitness Leader's Handbook* (pp. 3-9). Champaign, Illinois: Human Kinetics Books.
- Fox, E. L., Bowers, R. W., & Foss, M. L. (1988). *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics* (4ta. ed.). Philadelphia: Saunders College Publishing Co. 734 pp.
- Froelicher, V. F. (1987) *Exercise and the Heart: Clinical Concepts* (2da. ed.). Chicago: Year Book Medical Publishers, Inc. 508 pp.

- Ganong, W. F. (1985). *Fisiología Médica* (10ma. ed.). México: Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V. 660 pp.
- George, J. D., Fisher, A. G., & Vehrs, P.R. (1994). *Laboratory Experience in Exercise Science* (pp. 135-158). Boston: Jones and Bartlett Publishers.
- Getchell, B. (1983). *Condición Física: Como Mantenerse en Forma* (pp. 17-30). México: Editorial Limusa, S.A.
- Gettman, L. R., & Pollock, M.L. (1981). Circuit weight training: A critical review of its physiological benefits. *The Physician and Sportsmedicine*, **9**, 44-60.
- Goldberg, A. (1989). Aerobic and resistive exercise modify risk factors for coronary heart disease. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **21**(6), 669-674.
- Guyton, A. (1977). *Tratado de Fisiología Médica* (5ta. ed.). México: Nueva Editorial Interamericana. 1159 pp.
- Haennel, R., Teo, K.-K., Quinney, A., & Kappagoda, T. (1989). Effects of hydraulic circuit training on cardiovascular function. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **12**(5), 336-339.
- Hamill, J. (1995). *Biomechanical Basis of Human Movement* (p. 34). Baltimore: Williams & Wilkins.
- Hammond, H. K. & Victor F. Froelicher, V. F (1984). Exercise testing for cardiorespiratory fitness. *Sports Medicine*, **1**, 234-239.
- Haskell, W. L., Montoye, H. J., & Orenstein, D. (1985). Physical activity and exercise to achieve health-related physical fitness components. *Public Health Reports*, **100**(2), 202-212.
- Heyward, V. H. (1998). *Advanced Fitness Assessment & Exercise Prescription*. (3ra. ed., pp. 31-38). Champaign, Illinois: Human Kinetics Books.
- Hooper, J. M., & Leoni, E. (1996). A Physical Activity Continuum and the Surgeon General's Report. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, **67**(9), 62-63, 65.
- Howley, E. T., & Franks, B. D. (1997). *Health/Fitness Instructor's Handbook* (3ra. ed., pp.112-119). Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers, Inc.
- Howley, E. T., & Franks, B. D., (1992). *Health Fitness Instructor's Handbook* (pp. 4, 262, 370). Champaign, IL: Human Kinetics Books.

- Institute for Research and Education HealthSystem Minnesota. (1996). *The activity pyramid: A new easy-to-follo physical activity guide to help you get fit & stay healthy* [Brochure]. Park Nicollet HealthSource (No. HE 169C).
- Jackson, A. W., Morrow, J. R., Hill, D. W., & Dishman, R. K. (1999). *Physical Activity for Health and Fitness* (pp. 4-6, 9-12). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Jacob, S. W., Francone, C. A., & Lossow, W. J. (1978). *Structure and Function in Man*. Philadelphia: W.B. Saunders Company. 678 pp.
- Jacob, S. (1984). *Anatomía y Fisiología Humana* (4ta. ed.). México: Nueva Editorial Interamericana. 711 pp.
- Jones, N. L. (1988). *Clinical Exercise Testing* (3ra. ed.). Philadelphia: W.B. Saunders Company. 325 pp.
- Katz, A. M. (1977). *Physiology of the Heart*. New York: Raven Press Books, Ltd. 450 pp.
- Kennedy, E., Meyers, L., & Layden, W. (1996). The 1995 dietary guidelines for americans: An overview. *Journal of the American Dietetic Association*, **96**(3), 234-237.
- Kent, M. (1994). *The Oxford Dictionary of Sports Science and Medicine* (p. 286). New York: Oxford University Press.
- Kisner, C., & Colby, L. A. (1986). *Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques* (pp. 591-592, 604-605). Philadelphia: F.A. Davis Company.
- Knuttgen, H. G., & Kraemer, W. J. (1987). Terminology and measurement in exercise performance. *Journal of Applied Sports Science Research*, **1**(1), 1-10.
- Knuttgen, H. G., & Komi, P. V. (1992). Basic definitions for exercise. En P. V. Komi, (Ed.), *Strength and Power in Sports* (pp. 3-6). Boston Blackwell Scientific Publications.
- Lamb, D. R. (1984). *Physiology of Exercise: Responses & Adaptations* (2da. ed.). New York: Macmillan Publishing Company. 489 pp.
- Lee, I-Min, & Paffenbarger, Jr., R. S. (1996). How much physical activity is optimal for health? Methodological considerations. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, **67**(2), 206-208.
- Leon, A. S., & Nortstrom, J. (1995). Evidence of the role of physical activity and cardiorespiratory fitness in the prevention of coronary heart disease. *Quest*, **47**(3), 311-319.
- Little, R. C. (1977). *Physiology of the Heart & Circulation*. Chicago: Year Book Medical Publishers, Inc. 334 pp.

Lopategui Corsino, E. (1997). *El Ser Humano y la Salud* (7ma. ed., pp. 196-302). Puerto Rico: Publicaciones Puertorriqueñas, Inc.

Lopategui Corsino, E. (2006). *Saludmed*. Evaluación de la aptitud física: Introducción. Recuperado el 30 de mayo de 2006, de http://www.saludmed.com/Bienestar/Cap2/Pr-Apt_I.html

Lusiani, L., Ronsisvalle, G., Bonanome, A., Castellani, V., Macchia, C., & Pagnan, A. (1986). Echocardiographic evaluation of the dimensions and systolic properties of the left ventricle in freshman athletes during physical training" *European Heart Journal*, *7*, 196-203.

Mahler, D. A., & Loke, J. (1985). The physiology of marathon running. *Physician Sportsmedicine*, *13*, 85-97.

Marieb, E. N. (1989). *Human Anatomy and Physiology*. Redwood, CA: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.

McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (1991). *Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance* (3ra. ed.). Philadelphia: Lea & Febiger, 853 pp.

McMillen, B. A., & Turman, J. (1996). Healthy activity for secondary students. *Strategies*, *10*(2), 20-23.

McNaught, A. B., & Callander, R. (1983). *Fisiología Ilustrada*. Barcelona: Editorial JIMS, 1983. 288 pp.

Morhrman, D. E., & Heller, L. J. (1986). *Cardiovascular Physiology* (2da. ed.). New York: McGraw-Hill Company, 212 pp.

Morris, J. N. (1996). Exercise versus heart attack: Questioning the consensus? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *67*(2), 216-220.

Nieman, D. C. (1986). *The Sports Medicine Fitness Course* (pp. 32-37, 210-211). Palo Alto, California: Bull Publishing Company.

Nieman, D. C. (1990). *Fitness and Sports Medicine: An Introduction* (Ed. Rev.). Palo Alto, CA: Bull Publishing Company. 600 pp.

NIH Consensus Development Panel on Physical Activity and Cardiovascular Health. (1996). Physical activity and cardiovascular health. *Journal of the American Medical Association*, *276*(3), 241-246.

- Noble, B. J. (1986). *Physiology of Exercise and Sport*. St.Louis: Times Mirror/Mosby College Publishing, 570 pp.
- Norstrom, J. A., & Conroy, W.E., (May, 1996). *Clinical application of the activity pyramid*. Paper presented at the 43er Annual Meeting, Cincinnati, OH.
- Norstrom, J. A., & Conroy, W.E., (1995). The activity pyramid and the new physical activity recommendations. *The Bulletin*, **39**(2), 107-111.
- Paffenbarger, Jr., R. S., Hyde, R. T., & Wing, A. L. (1990). Physical activity and fitness as determinants of health and longevity. En C. Bouchard, R. J. Shephard, T. Stephens, J. R. Sutton, & B. D. Mcpherson (Eds.), *Exercise Fitness, and health: A Consensus of Current Knowledge* (pp. 33-48). Champaign, IL: Human Kinetics Books.
- Parker, A. C., & Thibodeau, G. A. (1984). *Anatomía y Fisiología* (10ma. ed.). México: Nueva Editorial Interamerica. 724 pp.
- Parr, R. B. (1996). Exercise when you'r overweight: Getting in shape and shedding pounds. *The Physician and Sportsmedicine*, **24**(10), 81-82.
- Pate, R. R (1988). The evolving definition of physical Fitness. *Quest*, **40**, 174-179.
- Pate, R. R (1995). Recent statements and initiatives on physical activity and health. *Quest*, **47**(3), 304-310.
- Pate, R. R. & Kriska, A. (1984). Physiological basis of sex difference in cardiorespiratory endurance. *Sports Medicine*, **1**, 87-98.
- Pate, R. R, & others. (1995). Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *Journal of the American Medical Association*, **273**(5), 402-407.
- Pollock, M. L., et al. (1994). Exercise training and prescription for the elderly. *Southern Medical Journal*, **87**(5), 588-595.
- Pollock, M. L., Wilmore, J. H., & Fox III, S. M. (1990). *Exercise in Health and Disease: Evaluation and Prescription for Prevention and Rehabilitation* (2da ed., pp. 100-110, 371-484). Philadelphia: W.B. Saunder Company.
- Powers, S. K., & Howley, E. T. (1990). *Exercise Physiogy: Theory and Applications*. Dubuque, I.A.: Wm. C. Brown Publishers, [589] pp. Puhl, J. L. (1986). Women and endurance: Some factors influencing performance. En B. L Drinkwater (Ed.), *Female Endurance Athletes* (p. 41). Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers, Inc.

- Rivera, M. A., Lopategui, E., & Rivera Brown, A. (1992). Perfil antropométrico y fisiológico de atletas puertorriqueños especialistas en carreras pedestres de media y larga distancia". *Boletín de la Asociación Médica de Puerto Rico*, *84*(3), 102-111.
- Rivera, M. A. (1986). Normas para la evaluación de los niveles de aptitud física de estudiantes universitarios puertorriqueños. *Boletín de la Asociación Médica de Puerto Rico*, *78*(9), 380-385.
- Rivera, M. A. (1986). The maximal aerobic capacity of adult Puerto Ricans. *Boletín de la Asociación Médica de Puerto Rico*, *78*(10), 427-429.
- Rost, R. (1987). *Athletics and the Heart* (pp. 26-82). Chicago: Year Book Medical Pub.
- Rowell, L. B., & Sherphard, J. T. (Eds.). (1996). *Handbook of Physiology: A Critical, Comprehensive Presentation of Physiological Knowledge and Concepts. Section 12: Exercise: Regulation and Integration of Multiple Systems*. New York: The American Physiological Society. 1210 pp.
- Sambolín, L. F. (1979). *Principios y Fundamentos de Educación Física* (pp. 137-138). San Germán, PR: Editorial Universidad Inter Americana.
- Schlant, R. C. (1988). Physiology of exercise. En G. F. Fletcher (Ed.), *Exercise in the Practice of Medicine* (2da. ed. Rev, pp. 1-47). New York: Futura Publishing Company, Inc.
- Schnirring, L. (2001). New formula estimates maximal heart rate. What are the clinical considerations? *The Physician and Sportsmedicine*, *29*(7), 13-14.
- Seeley, R. R, Stephens, T. D., & Tate, P. (2002). *Essentials of Anatomy & Physiology* (4ta. ed., pp 292-372). New York: McGraw-Hill Higher Education.
- Sharkey, B. J. (1997). *Fitness and Health* (4ta. ed., pp. 3, 5-9). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Shephard, R. J. (1995). Physical activity, fitness, and health. *Quest*, *47*(3), 288-303.
- Shephard, R. J. (1982). *Physiology and Biochemistry of Exercise*. New York: Praeger Publishers. 672 pp.
- Shephard, R. J. (1984). *Tests of maximum oxygen intake: A critical review*. Sports Medicine. 1, 99-124.
- Silverstein, A. (1983). *Human Anatomy and Physiology* (2da. ed.). John Wiley & Sons, Inc. 767 pp.

- Sjodin B, & Svedenhag J. (1985). Applied physiology of marathon running. *Sports Medicine*, **2**, 83-99.
- Skloven, D. Z. (1985). Hemodynamics. En Irwin, Scot & Jan Stephen Tecklin (Eds) *Cardiopulmonary Physical Therapy. Vol. I* (pp. 19-32). St. Louis: The C.V. Mosby Company.
- Slattery, M. L. (1996). How much physical activity do we need to maintain health and prevent disease? Different disease--Different mechanism. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, **67**(2), 209-212.
- Smith, M. L., & Mitchell, J. H. (1988). Cardiorespiratory Adaptations to Training. En Blair, Steven N., Patricia Painter, Russell R. Pate, L. Kent Smith & C. Barr Taylor (Eds.), *ACSM's Resource Manual for Guidelines for Exercise testing and Prescription* (pp. 62-65). Philadelphia: Lea & Febiger.
- Smith, J., & Camping, J. P. (1984). *Fisiología Circulatoria: Conceptos Fundamentales* (2da. ed.). Argentina: Editorial Panamericana. 326 pp.
- Smith. M. L., Hudson. D. L., Graitzer, A .M., & Raven, P. B. (1989). Exercise training bradycardia: the role of autonomic balance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **21**, 40-44.
- Snell, P. G. & Mitchell, J. H. (1984). The role of maximal oxygen uptake in exercise performance. En J. Loke (Ed.), *Clinics in Chest Medicine. Exercise: Physiology and Clinical Applications*, **5**(1), 51. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
- Sparling, P.B. (1984). Physiological determinants of distance running performance. *Physician Sportsmedicine*, **12**, 68-77.
- Squires, B. P. (1984). *Anatomía y Fisiología. Ejercicios: Raíces, Prefijos y Sufijos*. México: Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V.
- Strand, F. L. (1982). *Fisiología Humana: Un Enfoque Hacia los Mecanismos Reguladores*. México: Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V. 694 pp.
- Stone, M. H., Fleck, S. J., Triplett, N. R., & Kraemer, W. J. (1991). Physiological adaptations to Resistance training exercise. *Sports Medicine*, **11**, 210-231.
- Sutton, J. R. (1992). Limitations to maximal oxygen uptake. *Sports Medicine*, **13** (2), 127-133.
- Tanaka, H., Monahan K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of American College of Cardiology*, **37**(1), 153-156.

- Taylor, H. L. (1983). Physical activity: Is it still a risk factor? *Preventive Medicine*, *12*, 20-24.
- Thibodeau, G. A. (1987). *Anatomy and Physiology*. St. Louis, MO: Times Mirror/Mosby College Publishing. 813 pp.
- Tortora, G. J. (1991). *Introduction to Human Body: The Essentials of Anatomy and Physiology* (2da. ed.). New York: HarperCollins Publishers, Inc.
- Tortora, G. J., & Anagnostakos, N. P. (1984). *Principios de Anatomía y Fisiología* (3ra ed.). México: Harper and Row Latinoamericano. 1034 pp.
- U.S. Department of Agriculture, & U.S. Department of Health and Human Services. (1995, 4ta. ed.). *Nutrition and your health: Dietary Guidelines for Americans* [Brochure].
- U.S. Department of Health and Human Services (1996, julio). *Physical activity and health: A report of the surgeon general*. Recuperado el 25 de agosto de 2000, de <http://www.cdc.gov/nccdphp/sgr/sgr.html>
- U.S. Department of Health and Human Services. (1996). *Physical activity and health: A report of the surgeon general* [At-A-Glance, 1996].
- Van De Graaff, K. M., & Rhee, R. W. (1999). *Anatomía y Fisiología Humanas*. México: McGraw-Hill Interamericana. 1034 pp.
- Vander, A. J., Sherman, J. H., & Luciano, D. S. (1985). *Human Physiology: The Mechanism of Body Function* (4ta ed.). New York: McGraw-Hill, Inc.
- Vander, A. J., Sherman, J. H., & Luciano, D. S. (1978). *Fisiología Humana*. Bogotá, Colombia: Editorial McGraw-Hill Latinoamericano. 466 pp.
- Wagner, P. D. (1991). Central and peripheral aspects of oxygen transport and adaptations with exercise. *Sports Medicine*, *11*(13), 133-142.
- Wasserman, K., Hansen, J. E., Sue, D. Y., & Whipp, B. J. (1987). *Principles of Exercise Testing and Interpretation*. Philadelphia: Lea & Febiger. 274 pp.
- Weber, K. T., & Janicki, J. S. (1986). *Cardiopulmonary Exercise Testing: Physiologic Principles and Clinical Applications*. Philadelphia: W.B. Saunders Company 1986. 378 pp.
- Weber, K. T., Janick, J. S., & McElroy, P. A. (1987). Determination of aerobic capacity and the severity of chronic cardiac and circulatory failure. *Circulation* *76*(suppl VI), VI-40.

West. J. B. (Ed.). (1986). *Best y Taylor Bases Fisiológicas de la Práctica Médica* (11ma. ed.). Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana. 1572 pp.

PRUEBA AUTOEVALUATIVA DEL CAPÍTULO

Cierto o Falso

- C F 1. Para que se puedan obtener los efectos benéficos que provee un programa de ejercicio, se debe entrenar como mínimo 6 veces por semana.
- C F 2. El corazón se compone de tres aurículas superiores y cuatro ventrículos.
- C F 3. Durante el ejercicio, la sangre se desvía principalmente hacia los músculos activos.
- C F 4. El Entrenamiento físico aumenta la frecuencia cardíaca en reposo.
- C F 5. Cuando existen niveles bajos de colesterol en la sangre, aumenta el riesgo de adquirir una enfermedad arteriosclerótica o ataque al corazón.
- C F 6. La respiración disminuye en profundidad y en cantidad durante el ejercicio.
- C F 7. La sangre arterial transporta nutrientes y oxígeno hacia los tejidos necesitados.
- C F 8. La falta de ejercicio se considera un factor de riesgo para las afecciones cardíacas/aterosclerosis.
- C F 9. Se puede comer algo pesado dos horas y media antes del ejercicio.
- C F 10. Se recomienda inicial el programa de entrenamiento de 5 a 7 veces por semana.

Selección Múltiple

- ___1. La frecuencia cardíaca máxima (FC_{máx}) se calcula mediante la siguiente ecuación:
 - a. $60 - 75\% + \text{Edad}$
 - b. $220 - 60 - 75 + \text{Edad}$
 - c. $220 - \text{Edad}$
- ___2. Durante un ejercicio agudo (inmediato):
 - a. Aumenta la frecuencia Cardíaca
 - b. Aumenta la presión sistólica
 - c. Se reduce el riego sanguíneo hacia los tejidos inactivos.
 - d. Todas las anteriores.

- ___3. ¿Cuál o cuáles de los siguientes beneficios del entrenamiento ayudan a reducir la probabilidad de la aterosclerosis o ataque al corazón?:
- a. Reducción en los niveles de las lipoproteínas de baja densidad en la sangre.
 - b. Aumento en la actividad física diaria.
 - c. Aumento de las lipoproteínas de alta densidad.
 - d. Todas las anteriores.

- ___4. Una persona que desee comenzar un programa de ejercicios aeróbicos, debe entrenar a una frecuencia de:
- a. 2 a 3 veces por semana
 - b. 5 a 7 veces por semana.
 - c. 3 a 5 veces por semana.
- ___5. ¿Cuál de las siguientes fórmulas representa el método de Karvonen, utilizado para determinar la frecuencia cardiaca de entrenamiento?
- a. $FCE = [FCrep - 60\%] (FCmáx)] + FC rep$
 - b. $FCE = [FCmáx - Fcrep] (40 a 85\%)] + FCrep$
 - c. $FCE = [60 a 75\%] (Fcrep - FCmáx)] + FCrep$

Pareo

- | | |
|--|-------------------------------------|
| ___1. La amplitud de un movimiento alrededor de una articulación. | a. Fortaleza muscular. |
| ___2. Poderosa bomba muscular que pone en circulación la sangre. | b. Ejercicios aeróbicos. |
| ___3. Depósitos y acumulación de sustancias grasas en las paredes internas de las arterias. | c. 5 a 10 minutos. |
| ___4. Vaso elástico que transporta la sangre desde el corazón hacia los tejidos. | d. Flexibilidad. |
| ___5. Duración de una sesión de calentamientos y enfriamientos en la sesión de ejercicio. | e. El corazón. |
| ___6. Correr, trotar, caminar, nadar, patinar, correr bicicleta, remar, baile aeróbico, brincar cuica. | f. Aterosclerosis. |
| ___7. Habilidad para tomar, transportar y utilizar oxígeno durante ejercicios prolongados. | g. Arterias. |
| ___8. Ejercicios recomendados durante el calentamiento. | h. Menos coágulos en sangre. |
| ___9. Capacidad muscular para ejercer una fuerza máxima contra una resistencia. | i. Capacidad aeróbica. |
| ___10. Efecto benéfico del entrenamiento aeróbico. contra la aterosclerosis | j. Flexibilidad, calistenia |

Preguntas de Discusión

1. ¿Cuáles son las causas de un infarto al miocardio?

2. Un individuo de 23 años (con una frecuencia cardiaca en reposo de 77 latidos por minuto) desea iniciar un programa de ejercicio a una intensidad de 55%. ¿Cuál deberá ser su frecuencia cardiaca que requerirá entrenar (FCE)? Emplee la fórmula de Karvonen ($\%FC_{resv}$)

3. ¿Cuál es la función de los glóbulos rojos en el cuerpo?

4. ¿Qué tipos de ejercicios son recomendados durante el enfriamiento, luego del estímulo aeróbico de una sesión de ejercicio?

5. Un individuo de 60 años ingresa a un gimnasio y le pregunta al encargado si es necesario que se haga un examen médico ¿Qué usted le recomendaría?

Respuestas a los Ejercicios Pares

Cierto o Falso: 2F, 4F, 6F, 8C, 10F

Selección Múltiple: 2d, 4c

Pareo: 2e, 4g, 6b, 8j, 10h

Preguntas:

2.
$$\begin{aligned} \text{FCE} &= \{[(220 - 23) - (77)] (0.55)\} + 77 = [(197 - 77) (0.55)] + 77 = [(120) (0.55)] + 77 \\ &= [66] + 77 = 143 \end{aligned}$$
4. Bajar progresivamente la intensidad del ejercicio del período de estímulo aeróbico (Ej: caminar o trotar más lento); ejercicios de flexibilidad/estiramientos estáticos (incluir ejercicios para la espalda baja); ejercicios de relajamiento.