

LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE EN EL ADULTO MAYOR

Bases fisiológicas



CENAPRECE

CENTRO NACIONAL DE PROGRAMAS PREVENTIVOS
Y CONTROL DE ENFERMEDADES

Material cortesía de la Organización Panamericana de la Salud,
para ser utilizado en los cursos de Cuidadores Primarios

SALUD
SECRETARÍA DE SALUD



Subdirección de Atención al Envejecimiento

www.gobiernofederal.gob.mx · www.salud.gob.mx · www.cenaprece.salud.gob.mx



ISSSTE
INSTITUTO DE SEGURIDAD
Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS
TRABAJADORES DEL ESTADO

DIF
Nacional

INAPAM
INSTITUTO NACIONAL DE LAS
PERSONAS ADULTAS MAYORES



LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE EN EL ADULTO MAYOR

Bases fisiológicas

Dr. Jorge Chávez Samperio¹
Dra. Ma. Esther Lozano Dávila²
Dr. Agustín Lara Esqueda³
Dr. Oscar Velázquez Monroy⁴

¹Especialista en Medicina del Deporte y miembro del Comité Nacional de Atención al Envejecimiento del Adulto Mayor, S.S.A.

²Jefe del Área de Prevención y Control de Enfermedades,
Coordinación de Salud Comunitaria del I.M.S.S.

³Director del Programa de Salud del Adulto y el Anciano, S.S.A.

⁴Director General del Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica, S.S.A.

Prólogo

El libro, “La Actividad Física y el Deporte en el Adulto Mayor”, escrito por el Dr. Jorge Chávez Samperio, en colaboración con la Dra. Ma. Esther Lozano Dávila, el Dr. Agustín Lara Esqueda y el Dr. Oscar Velázquez Monroy, lo esperábamos desde hace algún tiempo. Y esto, porque son ya varias la décadas en que los adultos mayores, constituyen un grupo cada vez mayor que plantea problemas especiales de salud, psicológicos y de índole socio-económicos.

El libro se dirige a estas personas, el adulto mayor que ha rebasado los 60, 65 y 70 años, o más, pero igualmente está destinado a los especialistas que responsables de su cuidado y atención.

Se destaca en la parte introductoria, la importancia que reviste la evaluación de la edad cronológica en relación a la edad biológica, y sobre la existencia real de tres categorías de adultos mayores: el sano (vejez exitosa), el enfermo y el frágil.

El grupo de autores, encabezado por el Dr. Jorge Chávez Samperio, desarrolla en este libro temas básicos de la fisiología del ejercicio, los beneficios de la actividad física, la importancia y la metodología de la evaluación funcional, todos estos enfocando al adulto mayor. Y lo que es más importante, la extensión que se da en la segunda parte del libro a la adecuación física del adulto mayor a través de recomendaciones prácticas y ejercicios agrupados por efectos específicos sobre las cualidades físicas.

¿Y quién podría escribir mejor este libro, si no el Dr. Jorge Chávez Samperio? quién con su gran trayectoria a lo largo de varios años en el campo de Medicina del Deporte y la Rehabilitación, ha acumulado una enorme experiencia y conocimientos que ahora se vierten enriquecidos con sus propias ideas y conceptos hacia los que más los necesitan, o sea, por un lado a los especialistas en Geriatria y Gerontología, así como a todo el personal médico y paramédico responsables del cuidado de la salud del adulto mayor. Y, por otro lado a los propios adultos mayores, que serán los beneficiados.

El libro no es de gran volumen, pero consideramos que contiene lo necesario para que represente un libro básico de consulta y aplicaciones prácticas, en donde las descripciones son sencillas y claras.

La metodología de la evaluación morfofuncional es sencilla y fácilmente aplicable en cualquier consultorio, debido a que los instrumentos son sencillos y nada costosos. Sin embargo los beneficios pueden ser enormes, por su aplicabilidad a grupos masivos.

Este libro, se basa desde luego en la propia experiencia de los autores, pero se debe destacar como un mérito adicional, el hecho de que se ha consultado una amplia literatura de la especialidad que se refleja en la lista bibliográfica al final del libro.

Esperamos que los esfuerzos de los autores para reunir y presentar un material teórico y práctico tan valioso, sea fructificado para el bien de las personas adultas y de edad avanzada.

DR. GABRIEL CHEREBETIU

Miembro Fundador de la Asociación Mexicana de Actividad Física
y Deporte para Adultos y Ancianos.

Índice

INTRODUCCIÓN.

CAPITULO I.

Importancia de la Evaluación Físico-funcional Periódica en el Adulto Mayor.
Beneficios de la Activación Física en el Adulto Mayor.
Disposición a la Práctica de la Actividad Física y Estado de Salud.

CAPITULO II.

Bases Fisiológicas del Esfuerzo Físico.

- *Aparato cardio-circulatorio.*
- *Tensión Arterial.*
- *Aparato respiratorio.*
- *Capacidad aeróbica.*
- *Capacidad anaeróbica.*
- *Aparato músculo-tendinoso.*
- *Aparato osteo-articular.*
- *Obesidad y metabolismo.*
- *Flexibilidad y elasticidad.*
- *Velocidad de reacción.*
- *Estado emocional.*
- *Factores de riesgo en el envejecimiento.*

CAPITULO III.

Evaluación Funcional.

- *Evaluación de la marcha.*
- *Evaluación de la flexibilidad y elasticidad.*
- *Evaluación de la velocidad de reacción.*
- *Evaluación de la fuerza y resistencia muscular.*
- *Evaluación del estado nutricional.*
- *Evaluación de la composición corporal.*

La antropometría en el análisis de la composición corporal.

Evaluación de la frecuencia cardíaca durante el esfuerzo físico.

Determinación del Consumo Máximo de Oxígeno (VO₂Mx) o Máxima Capacidad Aeróbica.

Prueba de esfuerzo sub-máximo (chávez-Samperio).

Evaluación ortopédica en el adulto mayor.

CAPITULO IV.

Adecuación Física en el Adulto Mayor.

Ejercicios de calentamiento.

Ejercicios de flexibilidad y elasticidad (Steaching).

Ejercicios de coordinación.

Ejercicios de fuerza y resistencia muscular.

Ejercicios aeróbicos.

El ejercicio en personas con enfermedades crónicasdegenerativas.

Recomendaciones dietéticas en el adulto mayor.

Anexo.

BIBLIOGRAFÍA.

INTRODUCCIÓN

El envejecimiento poblacional constituye un fenómeno presente en prácticamente en todo el mundo. Se inicia en Europa en el siglo XIX como resultado de la Revolución Industrial, surgida en el siglo XVIII, que propició mejores condiciones de trabajo, salarios suficientes y nuevas políticas en materia de salud.

En América Latina, y fundamentalmente en México, este proceso se hace evidente a partir de la década de los 70's del siglo pasado, con la incorporación de los avances técnico-científicos, empleados en el diagnóstico y tratamiento de múltiples enfermedades, así como la implementación de programas tendientes a disminuir las tasas de mortalidad infantil y las estrategias de planificación familiar, que a la fecha han disminuido los índices de natalidad.

Igualmente se ha diseñado esquemas educativos para inducir a la población en el autocuidado de la salud, promoviendo además la participación de otros sectores gubernamentales a fin de mejorar los servicios municipales, bajo el entendido de que el bienestar del pueblo no es responsabilidad únicamente del sector salud, pues para alcanzarlo es necesario contar con otros satisfactores como: educación, agua potable, recolección de basura y accesibilidad a los servicios, entre otros.

Lo logrado hasta el momento en este aspecto, ha propiciado en México un incremento en la esperanza de vida al nacer, que en la actualidad es de 75 años en promedio. (73.1 para el hombre y 77.6 para la mujer)

Dada la diversidad de términos que se utilizan para denominar a esta etapa de la vida, en este trabajo, se utilizará el de "Adulto mayor", mismo que ha sido adoptado por la Organización Panamericana de la Salud en su publicación "Plan de Acción en Salud y Envejecimiento: Los Adultos Mayores en las Américas 1999-2002, el cual tiene la ventaja de correlacionar la edad cronológica con la evolución biológica del individuo, ya que este último es diferente para cada persona y depende de múltiples factores, ya sea internos o del medio ambiente.

El ser humano, biológicamente completa las fases de su crecimiento y desarrollo en todas sus áreas, aproximadamente a los 18 años, y es a partir de ésta edad en que se propone la siguiente clasificación de las diferentes etapas de la vida adulta.

- Etapas de la Vida Adulta

<i>Etapa</i>	<i>Edad</i>	<i>Características</i>
Adulto joven	18-39 años	Capacidad plena para la ejecución de las actividades físicas, laborales y mentales.
Adulto maduro	40-59 años	Aparición de las primeras manifestaciones del envejecimiento biológico. Se conservan las potencialidades mentales y físicas, aún cuando estas últimas pueden estar parcialmente disminuidas.
Adulto mayor	60 años ó más.	El proceso de envejecimiento es evidente, o más afectando los diversos aparatos y sistemas con diferente intensidad y en momentos diferentes.

En cuanto al adulto mayor se refiere, es necesario establecer sub-clasificaciones, ya que dentro este grupo, por la diversidad de factores que inciden negativa o positivamente en su estado de salud y capacidad de rendimiento físico, se encuentran adultos mayores con características físico-funcionales particulares, independientemente de su edad cronológica.

- Se considera adulto mayor teóricamente sano, a quien ha logrado una “Vejez exitosa”, ya que conserva totalmente su independencia, aún cuando pueda sufrir algún padecimiento crónico-degenerativo, pero que por su propia naturaleza no representa una limitación para la realización de las actividades de la vida diaria y que es fácilmente controlable médicamente.
- Adulto mayor enfermo. Es portador de uno o varios padecimientos crónico-degenerativos inestables, que requieren de un estricto control médico, sin complicaciones graves, con algunas limitaciones para la realización de las actividades diarias, pero que mantienen cierta independencia social y familiar.
- Adulto mayor frágil, es una persona que sufre una o varias enfermedades crónico-degenerativas, por lo regular complicadas, que ha perdido su independencia y permanece recluido en el seno familiar o se encuentra institucionalizado.

Desde el punto de vista estrictamente cronológico, México y Canadá, con el apoyo de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), desarrollaron una guía de políticas, publicada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) con la colaboración de la Health Canadá, en la que se utiliza la edad de 60 años para definir a la población adulta mayor. Sin embargo, el concepto de envejecimiento cronológico no necesariamente corresponde al de envejecimiento funcional, pues la rapidez en la instalación de este último guarda una directa relación con la presencia de factores de riesgo para la salud, ya sean de tipo hereditario, o los adquiridos a lo largo de la existencia, como el consumo de tabaco y alcohol, si como el ritmo de vida acelerado presente en las sociedades modernas que modifica negativamente los hábitos alimentarios y limita el tiempo que pudiera dedicarse a la recreación y practica de actividades físico-deportivas.

Todos estos aspectos afectan el estado de salud funcional del individuo al deteriorar la eficiencia en el rendimiento de diversos aparatos y sistemas, lo cual en un mediano o largo plazo incide negativamente en la calidad de vida del sujeto, aún en ausencia de enfermedad, pero que en última instancia favorecen la aparición temprana de padecimientos crónico-degenerativos, entre los que destacan la diabetes, hipertensión arterial, problemas cardíacos, accidentes cerebro-vasculares, enfermedad articular degenerativa, osteoporosis, cáncer de colon, por sólo mencionar algunas, así como la complicaciones que de ellas derivan.

El envejecimiento biológico está supeditado a los estilos de vida observados durante la juventud, de tal forma que es posible encontrar personas de edad avanzada “bien conservada”, en tanto que otras, relativamente jóvenes se consumen con mayor rapidez, ante la existencia de ciertos padecimientos de inicio silencioso o deterioro funcional anticipado, que en sus inicios cursan sin evidencia clínica, más cuando son exigidos a realizar un esfuerzo mayor del habitual, la deficiencia funcional se hace manifiesta, como resultado de un mal funcionamiento orgánico. Sin embargo esta situación puede ser frenada o revertida, a cualquier edad, si se modifican los estilos de vida negativos y se promueve la práctica del ejercicio físico programado acorde a las características morfo-funcionales del sujeto.

Por lo tanto la salud de los ancianos no debe y no puede ser simplemente examinada desde el punto de vista de la presencia o ausencia de enfermedad, pues la capacidad de rendimiento físico depende de la eficiencia funcional de prácticamente la totalidad de los

aparatos y sistemas que integran al organismo, como: el aparato cardio-respiratorio, responsable de captar, transportar y entregar el oxígeno a los tejidos, lugar en donde se llevan a cabo los procesos metabólicos aerobios y anaerobios, responsables de la producción de energía indispensable para el mantenimiento de la propia existencia y la ejecución del movimiento.

Igualmente la conservación de la masa y fuerza muscular representan un factor importante en el mantenimiento de la postura, el equilibrio y la marcha, que junto con una adecuada estructura ósea previenen el riesgo de caídas y su, consecuencia las fracturas, principalmente de columna y cadera.

De ahí que para la realización de sus actividades diarias en forma independiente y tener una buena calidad de vida, se deba preservar el funcionamiento orgánico en óptimas condiciones de acuerdo a la edad del sujeto, para asegurarle una adecuada habilidad funcional, misma que se define como “La eficiencia con la que el individuo se desempeña físicamente, piensa, siente o se comporta en congruencia con su medio ambiente, sin emplear para ello un gasto excesivo de energía.

El crecimiento de la población adulta mayor en nuestro país, y la carga de enfermedades que ello conlleva representa un problema social y una demanda de recursos cada vez mayor para dar respuesta a sus necesidades, ante lo cual, las instituciones públicas y privada deben buscar formas para mejorar o conservar sus habilidades funcionales, y así preservar su capacidad física a fin de que continúen con su independencia y en última instancia tengan con una calidad de vida aceptable; por lo que se recomienda crear módulos de adecuación física para ellos en donde puedan recuperar su funcionalidad, prevenir y retardar la aparición de las enfermedades crónicas no transmisibles y sus complicaciones, así como disminuir la necesidad de medicamentos para el tratamiento de sus dolencias.

CAPITULO I**Importancia de la Evaluación Físico-funcional
Periódica en el Adulto Mayor**

Para lograr el máximo rendimiento físico de un joven deportista, ya sea amateur, de nivel competitivo o de elite, se considera requisito indispensable, por lo menos en los países desarrollados; identificar los factores de riesgo presente, conocer su estado de salud a fin de corregir oportunamente las posibles desviaciones existentes y así evitar lesiones futuras, costosos tratamientos y rehabilitaciones prolongadas.. Además se les aplica una serie de pruebas funcionales tendiente a establecer su nivel de rendimiento físico, tales como: fuerza y potencia muscular, velocidad de reacción y desplazamiento, consumo máximo de oxígeno (capacidad aerobia) y máxima capacidad anaerobia; indicadores útiles en elaboración de un programa de preparación física, a fin de dar seguimiento, la conducción del plan de entrenamiento y la obtención del máximo rendimiento.

Cuando se trata de un adulto mayor a quien se pretende someter a un programa de adecuación física, en el que intervienen la mayoría de las cualidades físicas arriba mencionadas, con frecuencia se olvida la importancia que reviste el estudio de su eficiencia físico-funcional previa y del seguimiento, mediante la aplicación de pruebas de capacidad funcional, similares a las empleadas en el deportista, a quienes se les exige el máximo de su rendimiento físico, ya sea en la pruebas de aptitud, el entrenamiento o la competición: pero que al tratar con personas de 60 años o más, debe reducirse al 60% - 70% de su capacidad máxima, a lo que se conoce como trabajo sub-máximo, el cual se determina a partir de parámetros fisiológicos, tanto en reposo como en esfuerzo máximo teórico, siempre tomando en cuenta la edad del sujeto y sus antecedentes de actividad física realizada. La determinación del nivel sub-máximo, permite establecer el nivel de intensidad con que se puede iniciar el programa, así como evaluar los avances logrados en mediciones subsecuentes, sobre todo, considerando el riesgo que representa someter a esfuerzos aún de mediana intensidad a personas con una baja capacidad funcional, a las portadoras de un padecimiento subclínico, o de las mal llamadas “enfermedades propias de la edad”. Los procedimientos a seguir para ubicar en que consiste un trabajo de tipo sub-máximo se detallarán en capítulos subsecuentes.

Es responsabilidad del médico y de las personas encargadas del cuidado de la salud de los adultos mayores, evaluar el nivel de su capacidad físico-funcional y su estado de salud, antes de iniciarlos en un programa de adecuación física; razón por la cual este trabajo se dirige a quienes tienen bajo su cuidado estos grupos, con el propósito de que cuenten con los conocimientos básicos de la fisiología del esfuerzo físico y las herramientas necesarias para promover y fomentar la salud en las personas de 60 años y más.

Es cierto que existen numerosas publicaciones, dirigidas a quienes conscientes de los beneficios que el ejercicio realizado en forma rutinaria representa para su salud deciden adoptar este estilo de vida, en donde se les orienta acerca de algunos ejercicios para ellos recomendables, los posibles factores de riesgo que limitan dicha actividad o los padecimientos que las contraindican, con la recomendación de acudir al médico para un examen más completo. Igualmente en la literatura se encuentran otras que por la profundidad y extensión de los conceptos en ellas vertidos caen más en el campo del fisiólogo del ejercicio o del especialista en medicina del deporte, razón por la cual rebasan las expectativas de quienes se

dedican a otras especialidades, del médico general y del personal de salud encargados de aplicar programas de adecuación física en adultos mayores.

Sin embargo, todo médico está obligado a considerar que la autosuficiencia en la vida diaria es una parte de la medición de la salud funcional y que la fatiga persistente sin una explicación obvia es uno de los indicadores más claros de dishabilidad funcional (término aceptado por la OMS) en la que el sujeto percibe cierta dificultad para realizar actividades que anteriormente desempeñaba sin mayor dificultad y que aún cuando tiene que hacer mayor esfuerzo para llevarlas a cabo, no interfieren con su independencia, lo cual puede ser un signo de deterioro funcional o de la presencia de una padecimiento asintomático.

Dado que la sociedad asume el sedentarismo y la poca actividad física por parte de los adultos mayores como condición normal de su edad, no otorga mayor importancia a la presencia de dicho deterioro y sólo cuando el sujeto empieza a convertirse en una persona dependiente, se mide el grado de dishabilidad presente para realizar las actividades de la vida diaria (AVD), situación que se relaciona directamente con conceptos de morbilidad y mortalidad, encaminados a determinar el tipo de cuidados que requiere la persona a partir de ese momento, ya sea en el seno de la familia, o alguna institución de salud.

Esto ha llevado a establecer otro tipo de mediciones con relación a la carga de enfermedades sufridas por los adultos mayores como la Dishabilidad Ajustada a los Años de Vida (Disability Adjusted Life Year: DALY), que expresa los años perdidos por muerte prematura y los años vividos con una dishabilidad de severidad y duración específica.

Por el contrario, debido el incremento en el número de adultos mayores y el costo elevado que para su atención médica y social se requiere, es necesario orientar las acciones hacia indicadores positivos de salud, como la Extensión de la Expectativa de Vida Activa (Extension of Active Life Expectance: ALE), que Katz (1983) la define como “el período de vida libre de dishabilidades en las actividades de la vida diaria”, y que considera como un indicador importante de la calidad de vida.

Para lograrlo es necesario efectuar evaluaciones frecuentes del estado de salud y de la capacidad físico-funcional del individuo que involucren los aspectos más importantes con relación a su edad y condiciones de vida. Sin embargo, lo anterior no resulta sencillo cuando se trata de una población tan diferente en cuanto a características individuales y de grupo como las que se encuentran en los adultos mayores.

En grupos de jóvenes, adultos jóvenes y aún de adultos, las diferencias de capacidad física entre ellos se encuentran en rangos aceptables, que puede variar dentro de ciertos límites para ubicarlos en subgrupos que pudieran ser 5 a 10 años para personas no deportistas.

Por el contrario, en los adultos mayores existen numerosos factores que dificultan su estandarización, entre los que se encuentran: la edad, ya que no es lo mismo evaluar la capacidad funcional en una persona de 60 años que en una de 70 años, que además han observado diferentes estilos de vida como malos hábitos alimentarios, sedentarismo, tabaquismo y alcoholismo. Igualmente la presencia de ciertas enfermedades, el grado de obesidad común en ésta etapa de la vida y la atrofia muscular o sarcopenia, por solo mencionar algunos, hace más difícil delimitar grupos precisos para definir rangos de normalidad. Es por ello que en estas personas, la estandarización de grupos debe hacerse con base en el nivel de eficiencia funcional, fundamentalmente la capacidad aerobia, y no en cuanto a grupos de edad.

Por lo anterior y considerando que la medicina del deporte tiene como objetivos principales atender a personas teóricamente sanas, identificar factores de riesgo, prevenir daños a la salud, evaluar la capacidad físico funcional de todo sujeto y elaborar programas de adecuación física tendientes a incrementar su capacidad de rendimiento, se pretende proporcionar al médico y personal encargado del cuidado de la salud de los adultos mayores las bases científicas de esta especialidad en beneficio de dichas personas con la finalidad de mejorar su calidad de vida y mantener su independencia por el mayor tiempo posible.

Beneficios de la Activación Física en el Adulto Mayor

El deterioro fisiológico normal y la presencia de enfermedades, disminuye progresivamente la capacidad funcional, para dar paso a la “dishabilidad funcional”. Al continuar el decaimiento propio del envejecimiento, la persona encuentra limitaciones para ejecutar las actividades de la vida diaria que requieren alguna instrumentación como: manejo del hogar, caminatas fuera de casa, uso del transporte público, preparación de alimentos, manejo del dinero o uso de aparatos electrónicos; para finalmente llegar a la incapacidad funcional, en la que ya no se es autosuficiente para comer, vestirse, bañarse, tomar decisiones propias etc., lo que le convierte en un ser dependiente. Investigaciones recientes demuestran el beneficio que produce la práctica de la actividad física regular en los adultos mayores, aún los considerados “demasiados viejos” o demasiado frágiles” que participan en programas de adecuación física debidamente estructurados. Estos estudios aseveran que la respuesta al ejercicio leve o moderado en adultos mayores es cualitativa y cuantitativamente similar al que ocurre en adultos jóvenes.

En éste sentido, la OMS considera que la mayoría de los adultos mayores son susceptibles de someterse a un programa de adecuación física, si se toma en consideración su estado de salud, para lo cual los divide en tres grupos:

- Grupo III. Personas físicamente activas, teóricamente sanas y capaces de realizar las actividades de la vida diaria. Pueden participar en una gran variedad de programas de actividad física, aún los que realizaron en su juventud.
- Grupo II. Individuos que no realizan actividad física regularmente, pero mantienen su independencia dentro de la comunidad. Son portadores de factores de riesgo para diversas enfermedades crónico degenerativas que amenazan su independencia. En ellos se puede implementar programas de regular intensidad individualizados de acuerdo a las limitaciones y dishabilidades presentes, con el propósito de mantener su independencia.
- Grupo I. Se trata de sujetos que han perdido su independencia funcional por razones físicas o psicológicas. En ellos un programa apropiado de actividad física puede mejorar su calidad de vida e incrementar su funcionalidad en algunas áreas. En ocasiones es necesario implementar ejercicios asistidos en la propia cama o en sillas de ruedas.

Un aspecto importante en el mantenimiento y recuperación de la capacidad funcional radica en mejorar la función cardio-respiratoria a fin de optimizar la captación, transporte y entrega de oxígeno a los tejidos, mediante una mayor eficiencia de la circulación central y periférica, aspecto determinante para mantener o incrementar el Consumo Máximo de Oxígeno, o Máxima Capacidad Aerobia, la cual es definida como “La eficiencia del organismo para emplear el oxígeno captado del medio ambiente, en la producción de energía necesaria para efectuar todas las funciones orgánicas”.

Disposición a la Práctica de la Actividad Físicas y Estado de Salud

—

La Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud en su proyecto MUEVETE, establecen la necesidad de efectuar una evaluación previa a quienes se pretende inducir a la práctica de la actividad física programada, sin incluir las actividades laborales que lleva a cabo, con el propósito de conocer el tipo y grado de actividad física que realizan y su disposición a modificar el estilo de vida sedentario o incrementar su nivel de ejecución. En el cuestionario respectivo refiere dos niveles de intensidad para el ejercicio:

- Vigoroso.* Trotar, correr, andar en bicicleta en forma rápida, ejercicios aeróbicos, natación, los cuales deben tener una duración mínima de 20 minutos.
- Moderado.* Caminata a paso rápido, jardinería, pedaleo lento en bicicleta y trabajo intenso en casa, con una duración de 30 minutos.

Aún cuando en términos generales la actividad física no debe causar ningún problema ni peligro, estas organizaciones diseñaron un cuestionario para identificar a aquellas personas para quienes, ésta pudiera ser riesgosa debido a alteraciones del estado de salud, y que por tal motivo, requieran de un examen médico minucioso, para orientarlos sobre el tipo de actividad más apropiada para ellos. (Cuadro 1)

Una vez cubierto estos requisitos y previo conocimiento de las bases de la fisiología del esfuerzo por parte del médico o del personal de salud responsable de la conducción de estos grupos, se podrán aplicar las pruebas de evaluación de la capacidad física del individuo.

CAPITULO II

Bases fisiológicas del esfuerzo físico

- *Aparato cardio-circulatorio.*

El óptimo funcionamiento del corazón se manifiesta, al actuar como bomba impelente, lo que determina el gasto cardíaco (cantidad de sangre enviada por el corazón al torrente circulatorio en un minuto), que representa el volumen de eyección sistólica en cada latido por minuto. En una persona sedentaria con un volumen de eyección sistólica de 70 c.c. y una frecuencia cardíaca de 80 x ' , el gasto cardíaco o volumen circulante será de $70 \times 80 = 5600$ ml de sangre.

Cuando una persona adulta joven o adulta madura se somete a un programa de ejercicio aeróbico (trotar, correr, etc.), sin haberse entrenado previamente, el corazón debe aumentar el gasto sistólico durante el esfuerzo a partir de un incremento de la frecuencia cardíaca, manteniendo el mismo volumen de eyección sistólica ($150 \times 70 = 10,500$ ml, de sangre) a fin de dar respuesta a las demandas de oxígeno de los grupos musculares involucrados en el esfuerzo, quienes deberán producir la energía necesaria para realizar el trabajo impuesto. Este aumento se puede lograr gracias a una redistribución sanguínea del flujo circulante, en la cual, los territorios del organismo que en ese momento no necesitan de una gran cantidad de sangre para su función y supervivencia: como el aparato digestivo, bazo, riñones y piel, ceden al territorio muscular una gran parte de la sangre que normalmente utilizan para sus funciones, exceptuándose de ello al cerebro, hígado y corazón.

Dicha respuesta es transitoria, al igual que la taquicardia, incremento de la tensión arterial, la sudoración, el aumento de la temperatura de la piel y su hiperemia, las cuales desaparecen una vez que cesa el esfuerzo, sin provocar ninguna modificación duradera en el organismo.

Por el contrario, si el entrenamiento es constante y programado, se instalan modificaciones anatomo-fisiológicas permanentes que mejoran la habilidad funcional del individuo para la realización de sus actividades diarias y la ejecución de esfuerzos físicos.

El mayor volumen circulante da lugar, en primera instancia, a una vaso-dilatación de los capilares y, en la medida que se continúe con el entrenamiento, a la formación de una circulación colateral de las arteriolas del territorio muscular. Lo anterior aumenta el flujo arterial local y el retorno venoso hacia las cavidades cardíacas, facilitado además por las contracciones de los músculos que intervienen en la ejecución física, que actúan como un corazón periférico, para impulsar la sangre al corazón.

Este por su parte, en la fase de llenado diastólico, el corazón se comporta como una bomba aspirante que incorpora a sus cavidades la sangre proveniente de la periferia, ayudado por la contracción de los músculos torácicos durante la fase inspiratoria de la respiración, como consecuencia de una serie de procesos adaptativos permanentes al esfuerzo físico programado.

Todo ello favorece un mayor llenado diastólico y aumento volumen de eyección sistólico; hechos responsables de la dilatación de las cavidades del corazón y de una elongación de sus fibras musculares, Así como de una relativa hipertrofia excéntrica de sus paredes musculares, lo cual de acuerdo a la Ley de Starling, le confiere una mayor fuerza de contracción, para elevar el gasto cardíaco por minuto. Radiológicamente o en el electrocardiograma esto se interpreta como la hipertrofia cardíaca del deportista, muy diferente a la apreciada en el cardiopata, ocasionada por una hipertrofia concéntrica de las paredes del corazón y disminución de las cavidades cardíacas.

Bajo estas premisas, un deportista entrenado, es capaz de elevar, en reposo, el volumen sistólico hasta 140 ml, por minuto, motivo por el cual únicamente necesita contraerse 40 veces por minuto para cubrir las demandas en reposo ($140 \times 40 = 5,600$ ml, de sangre) y durante el esfuerzo físico intenso, con una frecuencia de 200x' puede llegar a tener un gasto cardíaco de 28,000 litros por minuto, o más, si aumentan el volumen de eyección sistólico.

- *Tensión arterial.*

Analizados estos mecanismos, se explica como al ampliarse el lecho vascular arterial se disminuyen las resistencias periféricas, factor de control en la hipertensión arterial. En este sentido, cabe recordar que la presión arterial es el resultado de la fuerza con la que debe contraerse el corazón en cada latido a fin de vencer la resistencia de las paredes arteriales y permitir el flujo de sangre a todo el organismo: fase denominada tensión arterial sistólica, mientras que la presión que se registra en las arterias cuando el corazón está en reposo (llenado ventricular), se le conoce como tensión diastólica. Por lo tanto el término hipertensión arterial indica que la presión dentro de las arterias puede estar elevada en la fase de expulsión sistólica del corazón, en la fase de llenado o reposo ventricular, o bien en las dos, para originar hipertensión arterial en una de sus dos modalidades o una hipertensión arterial sistolo-diastólica.

Habitualmente la tensión arterial se incrementa con la edad, más la sistólica que la diastólica, así como la presión del pulso (diferencia entre ambas), en las personas mayores de 65 años, el 40% sufre de hipertensión arterial, y de ellos el 65% - 70% tienen riesgo de sufrir accidentes cardiovasculares, fatales o no.

Por otra parte, se ha demostrado que la hipertensión sistólica disminuye aproximadamente 20 mm Hg. en personas adultas mayores hipertensas, que se incorporan a un programa de adecuación física, comparados con grupos de sedentarios (Reaven, Barret-Conor & Edelstein, 1991).

Hasta aquí se han explicado los cambios a circulatorios provocados por el ejercicio cotidiano en el corazón y los músculos, más es necesario aclarar, aún cuando sea forma somera, los mecanismos de captación del oxígeno del medio ambiente, su transporte y entrega a los tejidos, para su mejor utilización.

- *Aparato respiratorio.*

La captación de oxígeno, depende en primera instancia de un intercambio gaseoso óptimo entre el organismo y el medio ambiente, efectuado en los pulmones, gracias a un mecanismo de perfusión determinado por una mayor presión parcial de oxígeno (PO₂), que en el territorio arterial de la circulación pulmonar es de 105 mm Hg, en contraposición con la presión parcial de CO₂ (PCO₂) de tan sólo 40 mm Hg. Esta diferencia de presiones facilita la expulsión del CO₂ al exterior y favorece la unión del O₂ a la hemoglobina.

Habitualmente, durante el reposo participan en este proceso un poco más de dos tercios de los alveolos pulmonares, pues por lo general las bases pulmonares se encuentran hipoventiladas.

En situación de reposo, en un adulto sano, la cantidad de aire que se inhala y exhala en un ciclo respiratorio es de 500 ml, y se le conoce como volumen circulante. Si la frecuencia respiratoria es de 18 por minuto, se tendrá un volumen pulmonar total de 9,000 ml por minuto ($500 \times 18 = 9,000$).

En el esfuerzo físico intenso, la cantidad de aire movilizado es mucho mayor, en parte por el aumento de la frecuencia respiratoria, hasta de 50 por minuto, y en segundo lugar por un aumento en la amplitud de los movimientos respiratorios debida a una acción más eficiente de los músculos respiratorios y el diafragma, lo cual eleva el volumen circulante a 3,000 ml, en cada ciclo, para alcanzar valores de 150,000 ml, por minuto o más ($50 \times 3,000 = 150,000$), en un deportista bien entrenado.

Esto obliga a los alveolos pulmonares basales inactivos, abrirse al intercambio gaseoso, lo cual facilita la saturación de la hemoglobina por el oxígeno.

En los adultos mayores sedentarios, se presentan condiciones inversas, debido a la disminución en la capacidad de contracción de los músculos respiratorios y del diafragma, razón por la cual los movimientos respiratorios están restringidos y el número de alveolos activos disminuye. Para compensar dicho fenómeno, la frecuencia respiratoria se eleva ligeramente (22 respiraciones en promedio), ante un volumen circulante disminuido (400 ml) a fin de mantener el volumen pulmonar total en rangos de normalidad ($22 \times 400 = 8,800$ ml, por min.)

Además, el intercambio gaseoso se ve afectado con mayor intensidad en los fumadores crónicos, pues como se sabe, el intercambio de gases, guarda una relación directa con el espesor de la membrana alveolo-capilar, que al ser de mayor espesor en quienes fuman dificulta su perfusión. En ellos la patología más común es el enfisema pulmonar, que técnicamente es una enfermedad del parénquima pulmonar secundario a una lesión de las vías aéreas pequeñas, en la que se identifica un aumento del espacio aéreo muerto, acompañado de destrucción de las paredes alveolares.

Dicha destrucción se atribuye a un desequilibrio entre unas sustancias conocidas como proteasas y antiproteasas, en la que las primeras destruyen la elastina, que es el componente de mayor importancia de las paredes alveolares. En los fumadores hay un incremento importante de células inflamatorias (neutrófilos y macrófagos) con un alto contenido de proteasas. Al disminuir la elastina se pierde la elasticidad pulmonar, las vías aéreas pequeñas tienen una menor tracción radial de los tejidos que rodean las paredes alveolares, lo que las hace fácilmente colapsables durante la espiración debido a que la presión intra-torácica es mayor, con lo cual aumenta el espacio muerto pulmonar, que queda excluido de la ventilación.

La forma de revertir este proceso, al menos parcialmente, radica en involucrar a los adultos mayores en programas de actividad física aerobia programada, para fortalecer los músculos respiratorios y propiciar la apertura alveolar al intercambio gaseoso.

En la sangre arterial el oxígeno se combina químicamente con los iones Fe^{++} de los eritrocitos, para formar la oxihemoglobina y así ser transportado hasta los capilares tisulares, en donde se invierte la diferencia de presiones entre el O_2 y el CO_2 , pues la del primero desciende hasta 40 mm Hg, a consecuencia de un incremento del metabolismo muscular que reduce la presión intramuscular de O_2 , mientras que la presión del CO_2 se eleva a 45 mm Hg,

a lo que se suma la mayor afinidad que este compuesto tiene por la hemoglobina; hechos que en conjunto facilitan la entrega de oxígeno a los tejidos y la extracción del CO₂, lo cual establece una diferencia entre la cantidad de oxígeno contenido en las arteriolas y las vénulas.

A este fenómeno se le conoce como Diferencia arteriovenosa de oxígeno (Dif a/vO₂) en los capilares musculares, que se ve afectado negativamente en los sedentarios y mejora en forma evidente en las personas físicamente activas, al grado de considerarse un aspecto de vital importancia en la máxima capacidad aerobia, que facilita la entrega de oxígeno a los tejidos, cuya eficiencia está determinada por tres factores:

1. Un mayor flujo sanguíneo a la musculatura activa.
2. Incremento en la irrigación arterial en este territorio por apertura y neoformación de capilares.
3. Mayor extracción del oxígeno por los músculos actuantes.

Con el paso de los años, el organismo pierde su habilidad para redistribuir el flujo sanguíneo desde las vísceras a los músculos en acción (Niimaa & Shephard 1978), de tal forma que la Dif a/v O₂ medida en el músculo y la del flujo de retorno venoso al corazón durante el esfuerzo físico, es menor en las personas adultas mayores y sedentarias, con lo cual disminuye la reserva funcional.

Estudios de laboratorio han demostrado que cuando se efectúa un trabajo físico que eleve el gasto cardíaco a 8 litros por minuto, la Dif.a/v aumenta en a 170 ml, de O₂ por cada litro de sangre en personas entrenadas y, a 140 ml O₂/litro en los sedentarios, lo cual demuestra como el entrenamiento programado a un 70% del esfuerzo máximo (Ekelund y Holgren) permite recuperar la habilidad para la redistribución sanguínea y mejorar la extracción de oxígeno por los tejidos (Larson y Bruce 1987) aspectos que tienen mayor importancia que el mismo incremento en el gasto cardíaco (Reindell y Col.).

- *Capacidad aeróbica.*

De acuerdo con esto, si el organismo cuenta con una adecuada captación, transporte y entrega de oxígeno al músculo y este con el número suficiente de mitocondrias en las fibras musculares, la capacidad de producir energía en forma de Adenosin Tri Fosfato (ATP), por vía aeróbica, o sea en presencia de oxígeno, lo cual facilita la ejecución de ejercicios de breve a mediana duración y de intensidad ligera a moderada, en proporción directa con el Consumo máximo de Oxígeno (VO₂Mx) o Máxima capacidad aeróbica.

Fisiológicamente esta capacidad adquiere su óptimo rendimiento a los 20 años y a partir de esa edad se inicia un descenso funcional (Fig. 1), que en promedio corresponde del 15% al 20% entre los 25 y 70 años, mismo que puede ser frenado o revertido si se mantiene una adecuación física permanente.

Dicha capacidad se evalúa mediante la medición del VO₂Mx, empleando pruebas de esfuerzo de tipo sub-máximo cuando se trata de personas mayores, método considerado de gran utilidad, que permite valorar el estado funcional de todos los órganos involucrados en la producción energética y en el movimiento, pues determina la cantidad de oxígeno que se utiliza en la producción de energía necesaria para la realización de un determinado trabajo físico, para lo cual es indispensable contar con un eficiente sistema cardio-respiratorio, procesos bioquímicos adecuados, una masa muscular aceptable y un buen funcionamiento osteo-articular, de tal forma, que como afirma Mellorowicz, “medir la capacidad aerobia, equivale a conocer la edad biológica del individuo”.

Por su parte Shephard, desde 1987 sostiene que se requiere de un mínimo de un consumo de oxígeno de $13 \text{ mlO}_2 / \text{Kg.} / \text{min.}$ para mantener una vida independiente, al garantizar una adecuada entrega de oxígeno a los tejidos y su utilización por los diferentes sistemas.

- *Capacidad anaeróbica.*

La máxima capacidad anaerobica, constituye el mecanismo productor de energía que por definición se produce en ausencia de oxígeno, pero que requiere de ATP almacenado en los músculos para su síntesis, por lo que en forma indirecta participa el oxígeno en su elaboración. Este tipo de energía se emplea para llevar a cabo esfuerzos físicos de tipo explosivo y breve duración (correr para alcanzar un camión que nos deja o efectuar un salto para encestar una pelota en un aro de baquetball), por lo que no serán objeto de estudio al tratar el tema de los adultos mayores.

- *Aparato músculo tendinoso.*

El fortalecimiento del aparato músculo-tendinoso reporta un doble beneficio: primero, coadyuva a restaurar la masa muscular perdida a lo largo de la existencia del individuo y que en el adulto mayor alcanza niveles de un 30%-40% con relación a la que obtuvo en la etapa de plena madurez, hecho benéfico para mantener la postura erguida por el mayor tiempo posible, una mayor facilidad para la realización de la marcha y conservación del balance o equilibrio, evitando con ello la frecuencia de las caídas. Por otra parte, en el interior de las fibras musculares se encuentran unas estructuras celulares denominadas mitocondrias, lugar en donde se efectúan los procesos bioquímicos responsables de la producción de energía, que paralelamente al aumento de la masa muscular incrementan su número y tamaño y por consiguiente la facilidad para efectuar los procesos bioquímicos productores de energía, principalmente aerobica.

- *Aparato osteo-articular.*

El calcio de la dieta diaria (500 mg.) se absorbe de la circulación general en las porciones altas del intestino, para ser llevado al tejido óseo, cuya circulación se incrementa con la práctica cotidiana del ejercicio. Por otra parte, como consecuencia del, fortalecimiento muscular, la fuerza de tracción y compresión de las terminaciones músculo-tendinosas actúan sobre los huesos, desencadenado proceso denominado actividad piezoeléctrica, el cual favorece la unión de Ca_2+ y PO_4^{3-} mediante reacciones químicas para finalmente formar la hidroxiapatita la cual se incorpora a la matriz ósea constituida de colágeno y así dar lugar a la integración de los osteoblastos, sitio en donde se encuentran la unidades encargadas del remodelado óseo, a las cuales se integran las sales minerales. En el adulto mayor éstas unidades están disminuidas, encontrándose por el contrario un predominio de los osteoclastos, responsables de la resorción del hueso y por consiguiente de la destrucción de la matriz ósea y la desmineralización del hueso.

La mineralización ósea se mantiene o mejora mediante la práctica cotidiana del ejercicio físico, ya que durante la actividad física la carga de trabajo se transmite siguiendo las fuerzas de gravedad a los sitios de inserción muscular en los huesos, minimizando el riesgo de padecer osteoporosis y en consecuencia disminuyendo la frecuencia de fracturas en el adulto mayor.

El sobrepeso tiene una enorme repercusión negativa sobre las articulaciones de las extremidades inferiores al aumentar las fuerzas de compresión sobre el cartílago hialino que recubre las articulaciones, el cual es avascular y su nutrición la recibe por parte del líquido

sinovial, que es un exudado del plasma sanguíneo producido por la capa interna de la cápsula articular, caracterizada por tener una amplia red vascular.

De esta forma el líquido sinovial garantiza la nutrición del cartílago, al mismo tiempo que actúa como amortiguador entre las superficies articulares, además de contener células fagocíticas cuya función es la de eliminar elementos patógenos y productos de desecho del trabajo articular. La falta de actividad física, común en los adultos mayores, disminuye la vascularización de la capa interna de la cápsula articular al existir una pobre demanda de oxígeno y nutrientes por parte del cartílago. Esto hace que el líquido aumente su viscosidad por falta de agua, lo cual favorece la fricción entre las superficies articulares.

El cartílago articular está formado por condrocitos se encuentran enquistados en una cápsula fibrosa integrada por fibras circulares y entrecruzadas de tejido colágeno denso que le proporciona una gran capacidad para resistir las fuerzas de compresión y torsión, pero con poca resistencia al rozamiento y deslizamiento, causa importante en la producción de algunas artropatías degenerativas, principalmente en rodillas.

El ejercicio programada, al disminuir el peso de la persona, evita el factor de compresión y por otra parte, incrementa la producción del líquido sinovial y con ello favorece la lubricación de las articulaciones y mejora su movilidad.

- *Obesidad y metabolismo.*

Indiscutiblemente, una de las principales motivaciones para que la persona se someta a un programa de ejercicio lo constituye el exceso de peso o la obesidad, manifestación del desequilibrio entre la cantidad de calorías ingeridas en los alimentos y las que se consumen por la actividad física realizada. Ya se mencionó la forma en que se deteriora la masa muscular con el paso de los años. Si a esto se suma la vida sedentaria y los malos hábitos alimentarios, el resultado será un incremento en el peso total, principalmente a expensas de la masa grasa.

Es posible que el exceso de peso en apariencia no represente un problema mayor, pero si lo son las consecuencias que ello conlleva al interferir con la capacidad metabólica del individuo, que Deprès y Cols. lo definen en 1991 como “el estado funcional de los sistemas metabólicos y la presencia de factores de riesgo predecibles para la diabetes y enfermedad cardiovascular, como la obesidad en si misma y la distribución de la grasa corporal, pues como ha sido ampliamente demostrado, la tendencia a sufrir diabetes y enfermedad cardiovascular, es más elevada en quienes acumulan una mayor cantidad de grasa en la porción central del cuerpo (abdomen en pera), que en quienes el predominio es de tipo periférico.

La diabetes actualmente constituye una de las primeras causas de muerte en todo el mundo, cuyo origen radica en un aumento de la resistencia a la insulina, factor capaz de limitar el correcto metabolismo de los hidratos de carbonos de la dieta diaria, o en la insuficiencia de las células beta del páncreas para producir insulina.

La glucosa y otras hexosas ingeridas en la dieta sufren un proceso de fosforilización para ingresar al hígado y transformarse en glucosa 6 fosfato. Bajo esta forma, la glucosa sigue diversos caminos metabólicos para producir energía. El más común es de la glucólisis anaeróbica, en la que en ausencia de oxígeno, la glucosa es sometida a diferentes reacciones bioquímicas hasta transformarse en ácido pirúvico que gracias a la acción de la acetil coenzima A, ingresa al ciclo de Krebs o glucólisis aeróbica, que es el principal productor de ATP (Adenosin Tri Fosfato), y dador de energía. Si por el contrario persiste la ausencia de oxígeno, en lugar de formar ácido pirúvico se produce ácido láctico que tiene otras funciones metabólicas.

Igualmente la glucosa 6 fosfato puede defosforilarse a glucosa 1 fosfato y de esta forma regresar al hígado y los músculos para formar glucógeno hepático y muscular, el primero de los cuales se convierte en el principal reservorio de glucosa para la producción de energía durante el esfuerzo físico intenso mecanismo que puede verse bloqueado por el fenómeno conocido como resistencia a la insulina, que bloquea la entrada de la glucosa a las células en donde se lleva a cabo su metabolismo. La falta de insulina debida a una pobre producción de por mal funcionamiento del páncreas puede ser también causa de diabetes.

Del total de los carbohidratos ingeridos, una pequeña parte de la glucosa se desfosforiliza totalmente, para quedar como glucosa libre circulante, que en caso de alcanzar concentraciones elevadas de azúcares libres, estos sufren una unión polivalente no enzimática con la hemoglobina, para formar la hemoglobina glicosilada (HbA1), que en los pacientes diabéticos se encuentra de dos a tres veces más elevada que en la población normal.

Otro camino metabólico a seguir por la glucosa 6 fosfato cuando la demanda energética es baja y/o el aporte de carbohidratos es elevado, consiste en ingresar al ciclo de las pentosas, por el que también es posible que se produzca ATP por medio de procesos aeróbicos, aún cuando otra de sus funciones es convertir la glucosa 6 fosfato en gliceraldehído, triglicéridos y ácidos grasos libres, para así fomentar los depósitos de grasa en el organismo, los cuales son capaces de almacenar de 50,000 a 100,000 Kilocalorías, por lo que constituyen el mayor reservorio energético del organismo, ya que cada gramo de grasa produce 9 Kilocalorías, mientras que los hidratos de carbono y las proteínas solo generan 4 Kilocalorías por gramo.

Los triglicéridos, por acción de la epinefrina, el glucágon y la hormona del crecimiento se desdoblan en glicerina y ácidos grasos, los cuales sufren una beta oxidación por la acetil coenzima A, proveniente del ácido pirúvico, para incorporarse al ciclo de Krebs en donde se formarán hasta 36 moléculas de ATP.

Por lo que se refiere a las proteínas, estas están constituidas por aminoácidos que participan activamente en la formación de tejidos y producción de hormonas y sólo en condiciones extremas de esfuerzo físico participan en la producción de energía. Para hacerlo, las proteínas deben desdoblarse en aminoácidos. Algunos de estos pierden su grupo amino para convertirse en ácido pirúvico y posteriormente en acetil coenzima A, para poder entrar al ciclo de Krebs y de esta manera participar en la producción de energía.

En el hígado y en la mucosa intestinal se producen las lipoproteínas encargadas de transportar el colesterol y los triglicéridos por la sangre. Se reconocen tres tipos de lipoproteínas. Las de muy baja densidad (VLDL), ligadas a los triglicéridos y las de baja densidad (LDL) saturadas principalmente de colesterol (3/4 del total del colesterol), que será utilizado en la síntesis de membrana, funciones celulares, síntesis de hormonas esteroideas, ácidos biliares y colesterol libre.

Sin embargo, estas últimas tienen la característica de permitir el depósito del colesterol en las paredes arteriales, debido a su unión con una proteína denominada Apoproteína B, fuertemente asociada con la enfermedad obstructiva de las arterias coronarias, y en general con la instalación de la arteriosclerosis.

El tercer tipo corresponde a las proteínas de alta densidad (HDL), que gracias a la presencia de la Apoproteína A-I capaz de activar las enzimas anti-aterogénicas (Lecitin colesterol acil transferasa) con lo cual se evita la acumulación excesiva de colesterol en la sangre, evitando su adherencia a las arterias, por lo cual se les considera como factor protector de la hipertensión y oclusiones arteriales.

Estudios efectuados en todo el mundo, demuestran que una persona con una alimentación equilibrada, suficiente en calorías de acuerdo a su edad y bajo un programa de adecuación física tienden a frenar la resistencia a la insulina y contra-restan la formación de triglicéridos a partir de los carbohidratos al orientar su metabolismo hacia la producción de glucógeno muscular y hepático, como fuentes productoras de energía. Del mismo modo favorecen la producción de las proteínas de alta densidad (HDL), y con ello aminoran los factores de riesgo para diabetes y enfermedades cardiovasculares.

- *Flexibilidad y elasticidad.*

La flexibilidad y la elasticidad tal vez sea una de las primeras cualidades en ser afectadas negativamente con el curso de los años. Esto se debe a que en los ligamentos se aumentan los depósitos de colágeno, se incrementa el número de fibras transversales entre sus haces y disminuyen su viscosidad. Sin embargo ejercicios encaminados a minimizar dichos efectos mejoran la movilidad articular y el rango de movimientos.

- *Velocidad de reacción.*

Por lo que se refiere a la velocidad, esta puede ser considerada de dos tipos: Velocidad de desplazamiento y velocidad de reacción.

La velocidad de desplazamiento puede definirse como:

- Distancia que se recorre en la unidad de tiempo.
- Capacidad de desplazamiento en el menor tiempo posible.

En cuanto a la velocidad de reacción, aún cuando implica en cierta medida acciones de desplazamiento de un segmento corporal o de todo el organismo, se refiere más específicamente a respuestas de tipo motor a estímulos visuales o auditivos.

Con el paso de los años se observa en todas las personas, aunque con diferente intensidad, que la velocidad con la cual inicia, ejecuta y completa sus movimientos disminuyen. Dicho fenómeno es responsable de una mayor lentitud en la velocidad de respuesta para la realización de las actividades laborales y de la vida diaria, como cruzar una calle, manejo de automóviles o transportarse en una escalera eléctrica; situaciones que le exponen a sufrir accidentes, o bien, efectuar su arreglo personal y las tareas habituales de la casa, debido a la lentitud e incoordinación de sus movimientos, hasta el grado en que dicha situación les hace perder su independencia personal.

Por lo anterior se considera de mayor importancia conocer en el adulto mayor la velocidad de reacción visomotora y audiomotora, pues su conservación depende, tanto de buen funcionamiento de estos sentidos, como de la integración motora, lo que le permitirá la realización de sus actividades diarias, razón por la cual es conveniente complementar el programa de adecuación física con ejercicios que les ayuden a mantener y mejorar este tipo de respuestas, previa corrección de posibles alteraciones que estén afectando estos órganos.

- *Estado emocional.*

:

En las personas mayores de 60 años, es frecuente que se instale un decremento en el flujo arterial cerebral y con ello una disminución del aporte de oxígeno y glucosa a este territorio, los cuales son considerados como factores energéticos por excelencia para mantener un óptimo funcionamiento cerebral. La falta de estos afecta la eficiencia de las funciones cognitivas, de razonamiento, juicio y memoria. En muchas ocasiones este deterioro funcional se ve acrecentado por la influencia de los cambios sociales a los que el sujeto se ve

expuesto; como el retiro laboral, la pérdida de amigos y familiares y la falta de un papel activo dentro de la familia y la comunidad.

La suma de estas condiciones puede generar una falla en el control emocional, al despertar en ellos una sensación de soledad y aislamiento que les conduce a situaciones de estrés y estados depresivos, algunas veces confundidos con estados demenciales.

Por otra parte la insuficiencia de oxígeno y glucosa cerebrales dificulta la síntesis de algunos neurotransmisores, como la dopamina, liberada en la sustancia nigra ubicada en los núcleos basales. De ahí salen los axones hacia la corteza cerebral centros que controlan las respuestas emocionales, mientras que otros se dirigen al cuerpo estriado, lugar en el que la dopamina participa en la generación de movimientos incontrolados de los músculos esqueléticos, característicos del mal de Parkinson.

La epinefrina, y norepinefrina (catecolaminas), son liberadas por las glándulas suprarrenales y por las terminaciones de los nervios adrenérgicos del tallo cerebral cerca del cuarto ventrículo, cuyas prolongaciones llegan al hipotálamo, cerebelo y corteza cerebral, sitios en donde las catecolaminas regulan los estados de sueño y vigilia, además de controlar los estados de ánimo.

La falta de oxigenación cerebral y de glucosa ocasiona un aumento en la síntesis de acetil transferasa, enzima que inhibe la síntesis de la acetil colina que actúa como excitador para la formación de varios neurotransmisores, entre los que se encuentra un neurotransmisor serotoninérgico, y un aumento del ácido gama hidroxibutírico (GABA), el cual es un inhibidor por excelencia de los impulsos transmisores. A esto se suma a un mayor depósito de proteína beta amiloide llamados plaque en la amígdala del hipocampo y en la neocorteza cerebral, sustancia que destruye las neuronas correspondientes y es la responsable, junto con alteraciones de los cromosomas 14, 21 y 19, de la Enfermedad de Alzheimer.

Se sabe que el ejercicio aeróbico, si bien no es en modo alguno el tratamiento para las enfermedades del Sistema Nervioso Central o las alteraciones de tipo emocional comunes en el adulto mayor, si es capaz de retardar su instalación o frenar su evolución al inducir una mejor vascularización, del cerebro y mayor aporte de glucosa al cerebro, lo cual facilita la recuperación funcional de algunas de sus neuronas mediante un incremento en la producción de catecolaminas, ya sea en las cápsulas suprarrenales o en el cerebro, así como el de las enzimas que facilitan la acción de los neurotransmisores.

De la misma forma, el ejercicio físico favorece la producción de apomorfina (endorfinas), sustancias estimulantes que inducen una sensación de bienestar y una mejor percepción del estado de salud, lo cual estimula el aspecto afectivo de la persona al darse cuenta que aún pueden realizar muchas actividades que creían no poder volver a realizar, además de mejorar su estado de ánimo, lo cual le facilita su integración a grupos afines con quienes comparten sus inquietudes y anhelos; procesos que en conjunto permiten al individuo mejorar su autoestima y tener una mejor calidad de vida.

- *Factores de riesgo en el envejecimiento.*

El hablar de salud implica tomar en consideración las situaciones que pueden incidir negativamente en ella, a las que se conceptúa como riesgo, término que epidemiológicamente se define como “La probabilidad de que un hecho o circunstancia ocurra”, misma que se verá aumentada cuando dos o más riesgos coincidan en una misma persona o comunidad.

Cuando dicha probabilidad es conocida y los riesgos pueden ser evitados o reducidos si se emprenden acciones anticipatorias al daño, se habla de la estrategia de “Enfoque de riesgo”

con fines preventivos. A la luz de este concepto, el término de salud pierde su característica puramente biologicista, para incorporar otros aspectos importantes en la vida del individuo como son: el estado de salud actual, la capacidad físico-funcional y la auto-percepción de bienestar del propio sujeto.

La salud no solo se refiere a la presencia o ausencia de enfermedad, sino que implica contar con una serie de satisfactores como: empleo, educación, vivienda, nutrición adecuada, servicios básicos, medio ambiente salubre y recreación. Por ello es indispensable cuando se habla de salud, analizar los posibles factores de riesgo que la amenazan, aun sin manifestaciones de enfermedad “per se”, los cuales, tal como se representa en el esquema de Blum, (Fig. 2) pueden ser de dos tipos: Modificables y no modificables.

<i>No modificables</i>	<i>Modificables</i>
Género	De comportamiento.
Raza	Sociológicos.
Edad	Psicológicos.
Genéticos	Ambientales.
	Relacionados con la atención médica.
	Culturales y educativos.
	Políticos y económicos.

Los factores de riesgo modificables, que más dañan la salud del individuo, son los de comportamiento, susceptibles de cambiar, adoptando estilos de vida saludables. Sin embargo, su arraigo en la población radica en la cantidad de recursos económicos que las grandes empresas invierten para atraer más adeptos. El tabaquismo, el alcoholismo y el tipo de alimentación son constantemente publicitados y resulta difícil, sobre todo para los jóvenes, sustraerse a su impacto. Por otra parte, el ritmo de vida moderno de las grandes urbes, restringe en forma importante el tiempo libre para la práctica del ejercicio programado.

Solo mediante el concurso de las instituciones públicas y privadas será posible combatir los factores susceptibles de modificar, pues todos ellos interactúan entre sí, de tal forma que no se puede hablar de salud en un entorno sociocultural adverso, donde no existe decisión política para combatirlos, los recursos económicos son insuficientes, la atención médica precaria y existe un entorno psicológico negativo. Pero como se ha mencionado el deterioro funcional fisiológico, con todo y ser inevitable, puede ser frenado parcialmente si el sujeto elimina los factores de riesgo que amenazan su salud.

En la literatura mundial existen numerosas evidencias acerca de cómo la práctica de la actividad física programada al minimizar estos factores, representa un efectivo coadyuvante en la prevención y manejo de la mayoría de las enfermedades crónicas no transmisibles, el cual tiene un costo mínimo y es accesible a prácticamente todas las personas, independiente de su edad y sexo, incluyendo a las denominadas frágiles, salvo para quienes son portadoras de contraindicaciones absolutas para la realización de esfuerzos físicos, que serán enumeradas más adelante.

En este sentido, la American Heart Association (AHA) y el American College of Sports Medicine (ACSM), recomiendan identificar los factores de riesgo más frecuentes para enfermedad cardio-vascular, antes de iniciar cualquier programa de actividad física. Para ello diseñaron un cuestionario que deberá aplicarse a cualquier persona que desee iniciarse en un programa de acondicionamiento físico. (Cuadro 2)

CAPÍTULO III

Evaluación Funcional

- *Evaluación de la marcha.*

La ejecución de la marcha en el ser humano es una actividad extremadamente compleja, que se aprende en los primeros meses de la vida cuando tiene lugar la mielinización de las neuronas y fibras neurotransmisoras del efecto motor, la instalación de los reflejos propioceptivos, indispensables para obtener información acerca de la orientación espacial del cuerpo en su totalidad y de los segmentos corporales.

Para que la orientación espacial pueda efectuarse de manera correcta, es necesaria la intervención de diversos sistemas encargados de su control. El sistema visual proporciona información sobre la posición de la cabeza y los cambios de movimiento relacionados con los objetos externos. El aparato vestibular, localizado en el oído interno, orienta acerca de la posición de la cabeza y del movimiento de cuerpo o sus segmentos, con respecto a la atracción de la gravedad de la tierra. El sistema sensomotor o propioceptivo está relacionado con la posición y movimiento de las articulaciones y, por último los mecano-receptores localizados en la piel, sobre todo en la planta de los pies, permiten regular la presión de las extremidades sobre el piso, para estabilizar el balanceo normal durante la posición erecta.

Una vez integrado el Sistema Nervioso Central, se establece la coordinación neuromuscular, la cual permite realizar en forma adecuada y con el mínimo de gasto energético posible los movimientos de translación. Para ello es indispensable que exista una adecuada alineación biomecánica de las extremidades inferiores y superiores con el tronco, al mismo tiempo que se requiere de la suficiente fuerza muscular para llevar a cabo el desplazamiento del centro de gravedad corporal, el cual resulta del punto de aplicación de la fuerza gravitatoria (vectorial) de los diferentes segmentos corporales que actúan sobre el cuerpo humano y coincide espacialmente con el centro de masa de todo el cuerpo, mismo que representa la suma de los centros de masa de todos los segmentos y que en el hombre adulto se ubica aproximadamente a 55 % de la estatura del sujeto, a partir del piso y un poco más bajo en la mujer, pero en ambos casos ligeramente por delante de la segunda vértebra sacra.

No es propósito de este trabajo hacer un análisis detallado de los mecanismos responsables de la marcha y sus alteraciones, baste decir que la marcha consiste en el desplazamiento del cuerpo de un lugar a otro, gracias las translaciones del centro de gravedad de la masa total del cuerpo, impuesta por los miembros inferiores, considerando que dicho desplazamiento debe realizarse con la mayor economía energética posible, a partir de parámetros específicos de la especie humana: componentes esqueléticos y acciones musculares.

En condiciones normales intervienen siete factores biomecánicos, que no sólo garantizan la estabilidad de la unidad locomotora, sino que permiten el sincronismo movilidad/estabilidad.

- Rotación de la pelvis alrededor el eje vertical.
- Basculación de la pelvis hacia el lado sin carga.
- Flexión de rodilla durante el apoyo.
- Movimientos del pie y del tobillo. (flexión dorsal y plantar y despegue del piso)
- Combinación de los movimientos de rodilla y tobillo.
- Desplazamiento lateral de la pelvis. (balanceo)
- Movimientos de los miembros superiores.

El movimiento de los miembros superiores está modulado por el sistema nervioso en función de la edad y de la rapidez del sujeto. Al inicio de la marcha, los brazos están inmóviles y cuelga a lo largo del tronco. Empiezan a desplazarse al inicio del segundo ciclo de la marcha, que corresponde al lado en que el talón toma punto de apoyo al iniciar el paso, con un movimiento ligero de flexión del brazo y el antebrazo, discretamente mayor para éste último. Igualmente se presenta un desplazamiento de abducción y adducción del miembro superior, así como de rotación interna y externa que acompañan a las diferentes fases de apoyo del pie. Acciones que en conjunto ayudan a los desplazamientos del centro de gravedad durante la marcha y a mantener el equilibrio.

Con el paso de los años, alguno o varios de estos componentes sufren un deterioro de mayor o menor magnitud, pero que inciden en el buen funcionamiento de la marcha, causa frecuente de caídas, en muchas ocasiones responsables de la presencia de fracturas que deterioran la calidad de vida.

En el aspecto muscular, se ha demostrado que normalmente hay una disminución de la masa muscular (sarcopenia) con relación a la adquirida en la edad de adulto joven y adulto de aproximadamente 30% entre los 70 y los 90 años, en los hombres y, de 40% a 45% en la mujer, manifestado en la tomografía computarizada por un descenso en la densidad muscular y un incremento en la grasa intramuscular, lo cual traduce una pérdida de fibras musculares más importante en las mujeres.

La pérdida de la masa muscular, conlleva un decremento en la fuerza de la misma, que como en el caso del cuádriceps, se relaciona con la velocidad al caminar y la fuerza para poder levantar el pie del suelo al desplazarlo. A lo anterior debe sumarse la debilidad de los músculos abdominales que facilitan la protusión hacia el frente de las vísceras intra-abdominales, lo que separa más el centro de masa de la segunda vértebra lumbar, o bien, la cifosis dorsal frecuente en los ancianos; todo lo cual provoca alteraciones del equilibrio y en consecuencia de la marcha.

Desde luego que al afectarse la estabilidad postural, se debe pensar en alteraciones tanto del sistema motor, como del sistema propioceptivo o aún de alteraciones del Sistema Nervioso Central. La disminución de la estabilidad por estos factores se hace evidente después de los 60 años o antes, si existe algún trastorno neurológico subyacente.

Aún cuando se ha tratado de diseñar numerosos instrumentos para la medición de la cinemática de la marcha, a la fecha, por diferencia de costo y facilidad de aplicación, se prefiere a las pruebas de campo, como la escala de Tinetti para valorar tanto la marcha (Cuadro 3 y fig 3) como el equilibrio (Cuadro 4), escalas que proporcionan información suficiente para evaluar éste aspecto funcional del adulto mayor.

Para realizar la evaluación de la marcha, se traza una línea recta sobre el piso o simplemente se pega una tira de tela adhesiva y se pide al sujeto que camine a lo largo de ella, observando tanto de frente, como de perfil, la forma en que realiza los movimientos y calificándolo de acuerdo con la puntuación propuesta por el autor.

De igual forma, Tinetti desarrollo una escala para valorar el equilibrio de las personas adultas mayores, que se considera de utilidad para valorar esta cualidad, salvo en la prueba de empujar ligeramente a la persona cuando está de pie con los ojos cerrados, (equivalente al signo de Romberg) y al de hacer girar a la persona 360°, estando de pie. Estas pruebas deberán realizarse con sumo cuidado cuando se trate de sujetos con de edad avanzada o en quienes se sospeche la existencia de trastornos neurológicos, pudiendo inclusive evitar realizarlas.

- *Evaluación de la flexibilidad y elasticidad.*

Flexibilidad y elasticidad son dos conceptos íntimamente ligados, tanto por su función, como por las estructuras anatómicas que en su ejecución intervienen y cuyo resultado determinan el grado o amplitud de movimiento de una articulación específica.

Resulta difícil establecer una definición de estos términos que satisfaga a todos los criterios, más con el fin de facilitar la comprensión de lo aquí expuesto se aceptarán las siguientes:

Flexibilidad. Capacidad de las articulaciones para recorrer un arco de movimiento de determinado valor angular.

Elasticidad. Capacidad del músculo, ligamentos, tendones y cápsula articular para aumentar su longitud o extenderse y de acortarse o contraerse.

Durante la infancia, dicho rango de movimiento es bastante amplio y progresivamente se va limitando hasta establecer los grados de movilidad angular considerados como normales para cada articulación en el adulto, los cuales al conjuntarse en el organismo, le confieren la capacidad desplazamiento segmentario o total, que conjuntamente con la fuerza muscular, la resistencia, la velocidad y la coordinación, representan su potencia corporal.

Para que estos movimientos puedan efectuarse con el máximo de eficiencia debe existir una adecuada congruencia interarticular, así como un correcto equilibrio de las fuerzas y tensiones musculares.

La movilidad angular puede estar restringida por diferentes motivos, como: edad, género, tipo de tejido conectivo, presencia de enfermedades degenerativas del sistema osteo-articular, trastornos neurológicos o deformaciones congénitas o adquiridas. De igual forma, existen condiciones del tejido conectivo que confieren a los tejidos blandos (piel, tendones, ligamentos y cápsulas articulares) una hiperelasticidad causante de un mayor rango de movilidad articular, en ocasiones considerado como un verdadero estado patológico.

La flexibilidad y movilidad no son idénticas en todas las articulaciones, disminuye después de concluir el desarrollo y suele ser mejor en las mujeres que en los hombres.

Como se sabe, con el paso de los años se instalan cambios en la composición del tejido colágeno, constituyente principal de los ligamentos, tendones, cápsula articular y músculos; el cual sufre un proceso degenerativo en sus componentes, pierde el grado de viscosidad que normalmente facilita el deslizamiento entre las fibras durante la contracción y se establecen puentes de colágeno dentro de los haces musculares y tendinosos, todo lo cual limita el grado de contracción y distensión del músculo. Igualmente se instala una cristalización de las fibras

de colágeno y un aumento en su diámetro, responsables de una reducción en su extensibilidad, al mismo tiempo que en el interior de la articulación disminuye el líquido sinovial, lo cual propicia la instalación de los procesos degenerativos de las superficies articulares, por mayor fricción entre ellas.

Por otra parte, se debe mencionar que los ligamentos son fuertes y poco elásticos, con el fin de proporcionar estabilidad a las articulaciones y gobernar sus movimientos y que la falta de ejercicio los debilita, además disminuir su longitud, alterar su elasticidad y ocasionar una inadecuada tensión en las articulaciones. Sin embargo, diversos estudios han demostrado el efecto benéfico que un programa de actividad física regular programado para los adultos mayores. El rehabilitar la movilidad articular y la fuerza muscular (de la que se hablará más adelante), confiere a las personas mayores una mayor estabilidad postural, mejora sus habilidades motoras para la de-ambulaci3n; incrementa su sensibilidad propioceptiva lo cual favorece el equilibrio, con la consiguiente disminuci3n del riesgo de caídas.

Evaluar el grado de flexibilidad y elasticidad de cada una de las articulaciones, si bien no es en modo alguno complicado o difícil, pues basta con contar con un goniómetro manual y conocer los rangos de movilidad angular para cada articulaci3n, si puede ser laborioso y hasta cierto punto tardado.

Por tal raz3n, en 3ste trabajo se presenta una prueba estandarizada y de fácil aplicaci3n, que nos permite medir el grado de flexibilidad y elasticidad en hombros, columna dorso-lumbar cadera y pies al mismo tiempo, y que proporciona una idea general del grado de elasticidad corporal, con la cual se podr3 hacer un seguimiento del programa que se haya aplicado. (Cuadro 5 Figura 4)

- *Evaluaci3n de la velocidad de reacci3n.*

La velocidad de reacci3n representa el tiempo transcurrido entre la aplicaci3n de un estímulo, que puede ser auditivo, visual o táctil, su transmisi3n a los centros cerebrales superiores, donde se integra la informaci3n y, de ah3 enviar la respuesta aferente a las neuronas motoras.

Las investigaciones de la literatura mundial, reportan gran variedad de pruebas capaces de emitir estímulos simples o combinados para medir la velocidad de reacci3n en las cuales es posible obtener respuestas básicas o complejas. Para ello generalmente se requiere de equipos sofisticados, de costo elevado que de alg3n modo limitan su accesibilidad y el número de personas a quienes es posible aplicar dichas pruebas.

En nuestro medio, por la frecuente carencia de recursos y el gran número de poblaci3n ha estudiar se ha buscado una prueba que sea de fácil aplicaci3n, práctica y entendible para los sujetos en estudio, y que en este caso nos permite medir la velocidad de reacci3n visomotora, ya que el estímulo visual, salvo casos de deterioro importante de este 3rgano sensorial, es de los más sencillos de explorar y con ello obtener el resultado esperado.

A esta prueba se le conoce como “Prueba de la regla”, misma que ha sido empleada por diversos investigadores. (Cuadro 6 y Figura 5) Desafortunadamente su aplicaci3n en adultos mayores, al igual que como sucede con todas las pruebas de “campo” en este grupo etáreo ha sido un tanto restringida, raz3n por la cual los valores de referencia se consideran aproximados y deber3n ajustarse a cada grupo poblacional o individuo, de preferencia mediante análisis estadístico.

- *Evaluación de la fuerza y resistencia muscular.*

La fuerza muscular se define como la aptitud para vencer una resistencia determinada y de ella se deriva la potencia, que es la cantidad de trabajo realizado en un tiempo dado. Ambas cualidades son indispensables para efectuar las actividades de la vida diaria, ya sean las instrumentales o las básicas. Esta capacidad debe permitir llevar a cabo actividades físicas con intensidad moderada o vigorosa, sin que aparezca fatiga y de ser posible mantenerla durante el mayor tiempo posible de la vida.

Lo anterior depende de la eficiencia del trabajo muscular, que puede realizarse mediante dos tipos de contracción muscular: contracciones isotónicas, que son aquellas en las que el segmento o grupo muscular son sometidos a un desplazamiento (levantar un objeto); en oposición al trabajo isométrico, en el cual el músculo es sometido a una tensión, pero sin tener un movimiento activo (tratar de levantar, empujar o atraer un objeto inamovible). Por lo tanto la potencia de un músculo está determinada por la cantidad de fuerza que éste puede producir, ya sea por contracción isotónica o isométrica.

De acuerdo con esto, la musculatura esquelética constituye el órgano principal de la potencia o fuerza corporal, aún cuando también intervienen en ella la flexibilidad y elasticidad, la coordinación sensomotora, la composición corporal y la alineación de los segmentos corporales.

Todo músculo esquelético está constituido por dos tipos de fibras, atendiendo a sus propiedades mecánicas y contenido enzimático para la producción de energía.

Las denominadas fibras rojas, de tipo I o de contracción lenta, se caracterizan, como su nombre lo indica, por tener una velocidad de contracción lenta, toleran mejor la fatiga, su contenido de hemoglobina es mayor lo que les confiere una coloración rojiza, además de que la producción de energía la realizan a partir de procesos metabólicos oxidativos, descritos en el apartado de obesidad y metabolismo motivo por el cual el número de mitocondrias es mayor en ellas. Las mitocondrias (Fig. 6) se caracterizan por mostrar una preferencia por la oxidación de los ácidos grasos para la producción de energía, en lugar de consumir la glucosa de los hidratos de carbono, durante el entrenamiento de baja intensidad. Estas fibras posibilitan la realización de trabajo físico de mediana a fuerte intensidad y duración media a prolongada.

Las fibras musculares de tipo II, presentes en los llamados músculos blancos, tienen características opuestas a las descritas para las de tipo I: su velocidad de contracción es mayor, se agotan más fácilmente y su metabolismo energético se lleva a cabo principalmente en ausencia de oxígeno, utilizando para ello los depósitos de ATP disponibles en ellas. Además se subdividen en fibras de tipo II-a, que ocupan un lugar intermedio en cuanto a la velocidad de contracción y propiedades metabólicas por tener un alto potencial tanto glucolítico como oxidativo, razón por la cual su metabolismo es de tipo aerobio y anaerobio combinado, hecho que les confiere poca resistencia a la fatiga.

Por el contrario las de tipo II-b se contraen con extrema rapidez pero se agotan más fácilmente, pues su metabolismo depende de los depósitos de adenosin tri fosfato (ATP), presente en los músculos en pequeñas cantidades, el cual por acción de una enzima (miosina ATP-asa) libera una molécula de fósforo y grandes cantidades de energía. ($\text{ATP} \xrightarrow{\text{enzima}} \text{ADP} + \text{P} + \text{Energía}$.) Sin embargo, estos depósitos son escasos y se agotan con suma facilidad. Para restituir el ATP, el organismo recurre a otro compuesto, la fosfocreatina, que por acción de la cretinincinasa, libera el fósforo de la creatina para que se una al ADP y así re-sintetizar el ATP. Únicamente cuando el mecanismo glucolítico es insuficiente para formar ATP, este puede

degradarse a ADP y posteriormente a AMP (adenosin mono fosfato), que finalmente es eliminado en forma de inosina y amoníaco.

Como puede verse, durante toda la vida del ser humano, necesita por lo menos de niveles moderados de fuerza y potencia muscular, como recursos importantes para mantener la independencia de su vida, así como de la energía suficiente para su ejecución.

El desarrollo de la masa muscular, y en consecuencia de la fuerza y la potencia debe fomentarse a partir de los 16 ó 17 años, cuando los factores hormonales favorecen el crecimiento de dicho componente corporal, y no antes, por el riesgo de afectar el desarrollo del cartílago de crecimiento en niños en período de crecimiento. A partir de estas edades, el trabajo de resistencia muscular tendrá como objetivo incrementar la masa muscular del individuo hasta un 45% - 48% de su peso corporal, siempre un poco menor en las mujeres.

Con la edad, la mayor pérdida de la masa muscular, se ubica en las fibras de Tipo I, y en general el decremento muscular se aprecia con mayor evidencia en los músculos extensores con relación a los flexores, lo cual se traduce en una dificultad para mantener la postura erguida y una disminución de la capacidad funcional para la marcha.

Es así como se ha comprobado que existe una fuerte relación entre debilidad del cuádriceps femoral (extensor de la pierna sobre el muslo) con la dificultad para despegar el pie del piso durante la marcha, y de los músculos extensores de la cadera y la columna, que al facilitar la acción de los flexores, propician el “encorvamiento” de la columna, desplazando el centro de gravedad más adelante de su posición habitual, lo cual hace que la persona tienda a irse hacia el frente y a perder el equilibrio fácilmente cuando camina, y para compensarlo debe, en las etapas iniciales, tensar los músculos dorsales para equilibrar dicha inestabilidad al mismo tiempo que amplía la base de sustentación corporal mediante una ligera separación de los pies cuando se está parado, lo cual le provoca fatiga muscular prematura y dolores de espalda al caminar mucho o está demasiado tiempo de pie. En casos extremos se ve precisado a utilizar ayuda externa como un bastón como un nuevo punto de apoyo que equilibre el centro de gravedad.

Estudios científicos han demostrado que la medición de la potencia muscular de las extremidades inferiores (prueba de la silla) es bastante útil para predecir la función de este sistema y que su fortalecimiento representa una medida profiláctica con relación a la frecuencia de las caídas en los adultos mayores y su institucionalización temprana, por lo que al diseñar un programa de fortalecimiento muscular, es deseable incluir en él a la mayor parte de los grupos musculares posibles. (Cuadro 7 y Figura 7)

- *Evaluación del estado nutricional.*

La salud y el estado nutricional son aspectos que interactúan permanente en todos los sujetos, pero que se hace más evidente al hablar de los adultos mayores. El estado nutricional puede ser evaluado a partir de una simple encuesta de sus hábitos dietéticos y de ésta forma conocer el aporte calórico diario al mismo tiempo que se correlaciona con el gasto energético diario para decidir si existe un balance energético positivo o negativo.

Para ello se pueden seguir diferentes modelos de cuestionario publicados por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM), avalados por la Asociación Dietética Americana en 1996. De estos el más común consiste en el registro de la alimentación en las últimas 24 hs, sobre todo cuando se sospecha desde la primera sesión la existencia de malos hábitos alimentarios.

En ocasiones es mejor aplicar una encuesta que abarque tres días de la semana, en la que se incluya un día de fin de semana. Una historia dietética que abarque un período más prolongado posibilita conocer más a fondo el tipo de alimentación usual de la persona, para lo cual puede aplicarse el formato anexo sobre la forma y frecuencia de la alimentación. (Cuadro 8)

Este tipo de encuestas, invariablemente se deben complementar con un examen físico minucioso, y de ser posible de exámenes de laboratorio que mínimo investiguen albúmina, creatinina, hemoglobina, glucosa. Colesterol y triglicéridos. A lo anterior debe agregarse estudios de la composición corporal, con el propósito de establecer el tipo de alteración nutricional que presenta la persona.

En esta evaluación debe considerarse que en adulto mayor el metabolismo basal se encuentra disminuido, por lo que sus requerimientos calóricos corresponden aproximadamente a 2,000 Kilocalorías en el hombre a los 60 años y de 1,800 de los 70 en adelante, para el hombre y 1,600 a 1,400 para la mujer, en las mismas edades: aun cuando se han llegado a establecer regímenes de 1,200 Kilocalorías, sin que sea necesario prescribir un aporte extra de vitaminas u minerales. Una ingesta alimentaria superior o inferior a estas cantidades será la responsable de alteraciones del estado nutricional, que en términos generales pueden ser considerados como estados de malnutrición. En este sentido la malnutrición abarca dos grandes territorios, la malnutrición energético-calórica, debida a un aumento en el aporte de carbohidratos y grasas acompañado de estilos de vida sedentarios, la cual se manifiesta por obesidad exógena. La desnutrición energético calórica puede ser ocasionada por pobre ingesta de carbohidratos y grasa, actividad física exagerada y mala absorción intestinal.

El déficit en la ingestión de proteínas da lugar a la instalación de la malnutrición energético proteica, en la que intervienen diversos factores como: baja ingesta de nutrientes proteicos, proteínas de mala calidad, absorción intestinal deficiente utilización de las proteínas en la producción de energía; en tanto que el aporte exagerado de proteínas conjuntamente con el ejercicio de resistencia muscular da lugar a la hipertrofia muscular, misma que no puede ser catalogada como un estado de malnutrición propiamente dicho.

Los estados de malnutrición por déficit, ya sea calórico o proteico, tienen múltiples causas, que van desde las de tipo orgánico, como alteraciones dentales, atrofia de la mucosa gástrica. Padecimientos que alteren la absorción de nutrientes en el intestino, (pérdida de la flora bacteriana normal, algunos tipos de cáncer, etc.) El factor económico junto con una mala educación nutricional son causa frecuentes de estados de malnutrición, que pueden dar lugar estados de obesidad, asociados con una malnutrición proteica, al basar su alimentación en productos ricos en hidratos de carbono y grasas con el consiguiente detrimento de la ingestión de proteínas, ya sea de origen animal o vegetal.

La soledad y el abandono, a los que frecuentemente se ve sometido el adulto mayor, igualmente son factores influyentes en su estado de nutrición. Si la persona vive sola y no es capaz de realizar las actividades instrumentales de la vida diaria o inclusive las actividades básicas de la vida diaria, se verá imposibilitada para salir de casa a adquirir sus alimentos y muy probablemente a preparárselos ella misma. Por otro lado es frecuente, que al sentirse solas y abandonadas, estas personas a pesar de tener los recursos a la mano para alimentarse adecuadamente, sufran estados depresivos, que les hace perder el interés por alimentarse, llevándolos en algunas ocasiones a verdaderos estados caquéticos.

Cada uno de los estados de malnutrición señalados tiene manifestaciones propias, que interpretados adecuadamente facilitan su prevención oportuna o su corrección adecuada.

Manifestaciones de la malnutrición por exceso.- Sobrepeso, instalación de fatiga fácil, desgaste articular por sobrepeso.

Manifestaciones de la malnutrición energético calórica por déficit.- Baja de peso, alteraciones de la producción de hormonas, principalmente en la mujer; mayor sensibilidad a las bajas temperaturas y utilización de las proteínas en la producción de energía.

Manifestaciones de la malnutrición energético proteica por déficit.- Disminución de la masa muscular, deficiencia inspiratoria por hipotrofia del diafragma y músculos de la respiración, retardo en la cicatrización por una menor cantidad de tejido colágeno, así como mayor susceptibilidad a las infecciones debida a un sistema inmunológico deficiente y una menor producción hormonal.

- *Evaluación de la composición corporal.*

La composición corporal puede definirse como “La relación absoluta y relativa de los diferentes constituyentes del cuerpo” tales como músculo, grasa, hueso, agua, y sustancias minerales.

Se sabe que el agua es el principal constituyente del organismo y que su falta o exceso puede conducir fácilmente a situaciones extremas para la vida, como la deshidratación o el edema; condiciones que en un momento dado, en los niños y los ancianos, representan una amenaza para su existencia.

Las alteraciones en la concentración de vitaminas y sales minerales en el organismo, igualmente son capaces de conducir a estados patológicos de diversa magnitud, dependiendo de la intensidad en la deficiencia o exceso que se trate, o del tipo de vitamina o mineral a que se refiera.

Para el propósito de este trabajo, se dará mayor importancia a la determinación de las cantidades absolutas y relativas de tres componentes: hueso, grasa y músculo.

La relevancia de su estudio radica en que a lo largo de la existencia del individuo, estos componentes sufren constantes variaciones, que cuando se encuentren dentro de la normalidad, de acuerdo al género, edad y actividad física realizada, contribuyen a mantener un buen estado de salud, pero cuando dichas variaciones son extremas, traducen o informan sobre la existencia de un factor de riesgo para un daño a la salud.

En el análisis de la composición corporal, la masa total se divide en dos grandes compartimientos, el primero denominado: peso magro o masa libre de grasa, que comprende hueso, músculo, visceras y sustancias intra y extracelulares y, el segundo llamado masa grasa total.

Masa ósea. El componente óseo a cualquier edad puede ser determinado por medio de la densitometría ósea, que es un método de la imagenología, el cual identifica el grado de mineralización del hueso. En jóvenes, adultos jóvenes y adultos, este puede ser sustituido por técnicas antropométricas, utilizando mediciones de diámetros óseos y fórmulas matemáticas con lo cual es posible conocer el peso óseo y su porcentaje en el organismo. Sin embargo, estudios efectuados en personas sometidos a estados de ingravidez (astronautas) o quienes han estado inmovilizados de una extremidad o en cama por un tiempo prolongado, revelan una desmineralización fisiológica, similar a la que presentan los

sujetos sedentarios, misma que no puede ser detectada por la antropometría.

Masa muscular. La depuración de creatinina en orina, es un indicador del metabolismo de las proteínas y cuando ésta se encuentra elevada, indica la pérdida de proteínas y por consiguiente de la masa muscular, la cual se traduce en una malnutrición energético-proteica por déficit. Por el contrario, si las proteínas y la creatinina en sangre se encuentran elevadas, se habla de una retención azoada, que puede deberse a una falla renal, o bien, a una ingesta excesiva de proteínas. En el adulto mayor la ingesta de proteínas es de 0.8 gramos por kilo de peso. Igualmente el uso de radio-isótopos y el empleo de la bioimpedancia eléctrica, constituyen métodos para estimar la cantidad de grasa y masa libre de grasa presente en el organismo. Cuando se utiliza el método antropométrico, para determinar el peso muscular y su porcentaje, se necesita contar previamente con los datos de peso graso, peso visceral y peso óseo, pero ante la dificultad de determinar adecuadamente este último en los adultos mayores, existe la posibilidad de medir el área del brazo, el área muscular y área grasa de brazo, mediante el método descrito por Frisancho, el cual es un buen indicador del estado nutricional calórico y proteico de la persona.

Masa grasa. Por su parte el componente graso se le denomina masa grasa total, que a su vez se subdivide en tejido adiposo subcutáneo y tejido adiposo interno, localizado en las vísceras y entre las fibras musculares. La medición de grasa corporal en el organismo se basa en la determinación de la densidad corporal, la cual es un método fincado en el principio de Arquímedes que demuestra como un cuerpo sumergido en el agua, es capaz de desplazar un volumen de agua en proporción directa a su masa. Esta se relaciona directamente con la densidad específica de la masa libre de grasa o peso magro (peso total menos el peso de la grasa) y con la densidad de la grasa. Con éste método se ha demostrado que la densidad de la masa libre de grasa (peso magro) es de $1.10 \times 10^3 \text{ Kgr/cm}^3$ y la densidad de la masa grasa es de $0.90 \times 10^3 \text{ gr/cm}^3$, datos que han servido de base para elaborar ecuaciones matemáticas de regresión lineal y cuadráticas que permiten calcular el porcentaje de grasa corporal. Sin embargo, la dificultad que implica contar con un tanque de agua para realizar la medición y la incomodidad y el riesgo que representa, sobre todo para los adultos mayores, el sumergirlos en él, hace de este método y recurso difícil de emplear para estas determinaciones. Existen técnicas alternativas para esta medición, como los Rayos X, el uso de radio-isótopos, pero de costo elevado y de difícil aplicación a grandes grupos poblacionales.

Es por ello que científicos de diversas latitudes han buscado técnicas de bajo costo que proporcionen información validada científicamente con relación a los métodos señalados y puedan ser utilizados en forma masiva. En este sentido, las mediciones antropométricas relacionadas con la densidad corporal y de la grasa, constituyen herramientas útiles para tales objetivos.

Las más sencillas de utilizar y ampliamente aceptadas en la literatura mundial son: el peso, la talla, los pliegues cutáneos y algunas circunferencias corporales.

La antropometría en el análisis de la composición corporal

- *Índice de masa corporal.*

El peso y la talla como mediciones antropométricas básicas se han conjuntado mediante un modelo matemático para establecer lo que se conoce como: Índice de Masa Corporal (IMC), que a la fecha se considera un indicador general para predecir el estado nutricional del sujeto en estudio, además de correlacionarse con el grado de riesgo presenta para padecer enfermedades crónico-degenerativas. Para ello se utiliza el peso (masa en Kg) y la talla (en metros al cuadrado), aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{IMC} = \frac{\text{Peso}}{\text{Estatura}^2}$$

El resultado se califica de acuerdo con los cuadros adjuntos (Cuadros 9 y 10)

Este método de evaluación, internacionalmente se considera de utilidad para establecer el grado de nutrición de la persona, sin embargo no permite hacer un análisis de la composición corporal, lo cual en determinadas personas puede conducir a diversos errores, pues al tratarse de una persona que realiza actividad física intensa y tiene una gran masa muscular, con escaso tejido adiposo, es posible que el resultado que se obtenga sea indicativo de obesidad grado I ó II, cuando en realidad el “sobrepeso” esté dado por el tejido muscular, en cuyo caso resulta impropio prescribir una dieta de reducción. Lo mismo puede suceder con personas que sufren de retención de líquidos no excesivamente manifiesta.

Por otra parte, este método no considera a las personas de 60 años o más, quienes por razones de la edad sufren de disminución del espesor de los discos intervertebrales o cifosis pronunciadas de la columna dorsal, hechos que se traducen en disminución de la talla corporal, lo cual igualmente conduce a errores de evaluación.

A pesar de los inconvenientes mencionados, el IMC, es ampliamente utilizado y reconocido en los Estados Unidos de Norte América, gracias a las investigaciones realizadas por el Centro Nacional de Estadística de Salud (NAHNES I y II), cuyos resultados han sido aceptados en todo el mundo como un indicador de factor de riesgo para la mortalidad, por enfermedad cardiovascular o diabetes, íntimamente ligado al grado de obesidad presente.

- *Índice cintura-cadera.*

Otro método de fácil aplicación como prueba de campo y que no requiere de mayor adiestramiento, es la medición de las circunferencias de la cintura y la cadera, ya que permite conocer no únicamente si la persona es obesa, sino además los sitios de mayor acumulación de grasa, dato que constituye un factor predictivo; pues quienes tienen un índice de cadera/cintura elevado se encuentran en mayor riesgo de padecer hipertensión, enfermedad coronaria, infarto al miocardio, intolerancia a la glucosa y elevados niveles de lípidos.

La medición se hace con una cinta métrica, preferiblemente de acero, colocándola a la altura de la cicatriz umbilical para la circunferencia de cintura, y en la porción más prominente de la región glútea para la medición de la cadera. (Figura 8)

A continuación se divide la circunferencia de la cintura (en cm) entre la circunferencia de la cadera (en cms.); el resultado nos indicará el grado de riesgo presente en la persona, pues a mayor acumulo de grasa en el abdomen, con relación al de la grasa glútea, se incrementa la posibilidad de padecer diabetes y enfermedad cardiovascular.

$$\text{Índice cintura / cadera} = \frac{\text{Circunferencia cintura (cm)}}{\text{Circunferencia cadera (cm)}}$$

Cuando el índice es mayor de 0.95 en hombres y 0.85 en mujeres, se considera que existe factor de riesgo para los padecimientos mencionados.

Para este método el inconveniente que se ha encontrado, se presenta cuando se trata de personas con padecimientos gastrointestinales, como la colitis, que provocan distensión abdominal, lo cual aumentara la circunferencia de la cintura y por consiguiente puede dar un resultado erróneo.

- *Determinación de la grasa corporal mediante pliegues cutáneos.*

Aún cuando este método requiere de mayor instrumentación y una capacitación más específica para el personal que lo va a aplicar, se considera como un método de campo, ya que puede aplicarse en cualquier sitio, no es invasivo, se basa en técnicas antropométricas y sus resultados están ampliamente validados a nivel internacional.

Masa grasa corporal. Total - Los depósitos de grasa en el organismo están constituidos principalmente por triglicéridos, fuente principal de energía para la realización de actividades físicas. Estos depósitos se pueden subdividir en grasa subcutánea y depósitos internos de grasa. La distribución de la grasa subcutánea no es uniforme y dicha distribución varía aún de acuerdo al género, pues el hombre acumula más en el tronco y la mujer en las extremidades. Además es importante distinguir entre la cantidad de grasa corporal en kilogramos como medida absoluta y la proporción de ella como su porcentaje en la evaluación de la composición corporal.

La determinación antropométrica de la grasa subcutánea y su relación porcentual se realiza mediante la medición de pliegues cutáneos principalmente y en algunas ocasiones, empleando algunas circunferencias corporales. Estas mediciones tienen una relación indirecta con la cantidad absoluta y porcentual de grasa, por lo cual deben ser relacionadas con la densidad de la grasa corporal ya mencionada.

Instrumentación: Plicómetro y cinta métrica metálica.

Requerimientos para el sujeto que va a ser estudiado.- Deberá presentarse vistiendo pantalón corto (short), playera o traje de baño.

Especificaciones para el registro de mediciones:

Estatura. Se coloca al sujeto en plano de Frankfort, de acuerdo a las siguientes instrucciones: (Figura 9 a, b y c).

- El sujeto descalzo y mirando al frente.
- Hacer coincidir el ángulo externo de la apertura palpebral con la escotadura superior del trago del oído correspondiente.

- c) Hacer tracción vertical hacia arriba, tomando con la mano izquierda el mentón y con la derecha la base del occipital, con objeto de descomprimir en los posibles espacios intervertebrales.
 - d) La tracción debe ser firme, pero delicada.
La estatura se registra en metros y centímetros.
- Peso. El individuo de pie en el centro de la báscula, sin zapatos. Se registra en Kilogramos con aproximación hasta 100 gramos.
- Pliegues cutáneos. De ser posible todos se harán en el lado izquierdo. La toma del pliegue cutáneo se efectúa con el dedo pulgar e índice de la mano izquierda, sosteniendo el pliegue cutáneo con firmeza, pero cuidando que ésta no sea tan brusca o profunda que llegue a abarcar la masa muscular subyacente. El plicómetro se toma con la mano derecha, aplicando sus ramas al pliegue cutáneo en medición, el cual se sostiene con los dedos de la mano izquierda hasta que se haya realizado la lectura.
- Tricipital. Cara posterior del brazo, con el codo flexionado. La mitad de la distancia entre la punta del acromion y la extremo del codo, el pliegue se toma en forma vertical. Fig. 10-a
- Bicipital. A la misma altura del pliegue tricipital, pero en la cara anterior del brazo. Pliegue vertical. Fig. 10-b
- Sub-escapular. Inmediatamente por debajo del ángulo de la escápula. Pliegue oblicuo. Fig. 10 c
- Pliegue supra-iliaco. Inmediatamente arriba de la cresta iliaca, Pliegue oblicuo Fig. 10 d

Con estas medidas se está en posibilidades de determinar la cantidad de masa muscular subcutánea, tanto en porcentaje como en kilogramos, así como conocer el patrón de distribución de grasa.

Para el primer objetivo diversos autores (Lohman, Pollock, Durnin, Kuczmarski, Frisancho), por solo mencionar algunos se ha preocupado por diseñar ecuaciones para determinar el porcentaje de grasa en personas de ambos sexos y diferentes grupos de edad. Sin embargo todos coinciden en que cualquier modelo matemático debiera ser específico para un determinado grupo poblacional en particular. Igualmente están de acuerdo en la posibilidad de emplear en dicho cálculo de uno a siete pliegues, pero de las que fueron revisadas, se escogió la empleada por Durnin y Womersley, en el que evaluaron la grasa corporal y la densidad total a partir de cuatro pliegues cutáneos en una población de 481 hombres y mujeres de 16 a 72 años.

De esta publicación se seleccionó la fórmula por ellos empleada para personas de 50 años y más utilizando la suma de cuatro pliegues (Bicipital, Tricipital, subescapular y supra-iliaco), con la cual se obtiene la densidad del tejido adiposo de cada persona.

De acuerdo a la fórmula de Durnin y Womersley, para hombres y mujeres de 50 años y más.

$$\text{Densidad corporal} = c - (m \times \text{Log. de la suma de pliegues})$$

En donde: c = Coeficiente de regresión lineal entre la densidad corporal y la suma de pliegues (1.1715)
 m = Inclinación de la línea de regresión (0.0779)

Para hombres: En el caso de que la suma de pliegues haya sido igual a 70 mm.
 Dens. Corp. = $1.1715 - 0.0779 \times \text{Log de } 70$
 Dens. Corp. = $1.1715 - 0.0779 \times 1.8451$
 Dens. Corp. = 1.0278

Para mujeres: $c = 1.1339$
 $m = 0.0645$

En el caso de que la suma de pliegues haya sido igual a 64 mm.
 Dens. Corp. = $1.1339 - 0.0645 \times \text{Log. de } 64$
 Dens. Corp. = $1.1339 - 0.0645 \times 1.8062$
 Dens. Corp. = 1.0174

(se anexa tabla de logaritmos)

Con estos resultados es posible calcular el porcentaje de grasa individual, aplicando la fórmula de Siri, en donde maneja dos constantes por él propuestas: $K1 = 4.95$ y $K2 = 4.5$

Hombre:

$$\% \text{ de grasa} = \left(\frac{K1}{\text{Dens. Corp.}} - K2 \right) \times 100$$

$$\% \text{ de grasa} = \left\{ \frac{4.95}{\text{Dens. Corp.}} - 4.5 \right\} \times 100$$

$$\% \text{ de grasa} = \left\{ \frac{4.95}{1.0278} - 4.5 \right\} \times 100$$

$$\% \text{ de grasa} = \left\{ 4.816 - 4.5 \right\} \times 100$$

$$\% \text{ de grasa} = 0.3160 \times 100$$

$$\% \text{ de grasa} = 31.60\%$$

Mujer:

$$\% \text{ de grasa} = \left(\frac{K1}{\text{Dens. Corp.}} - K2 \right) \times 100$$

$$\% \text{ de grasa} = \left\{ \frac{4.95}{\text{Dens. Corp.}} - 4.5 \right\} \times 100$$

$$\% \text{ de grasa} = \left\{ \frac{4.95}{1.0819} - 4.5 \right\} \times 100$$

$$\% \text{ de grasa} = \left\{ 4.865 - 4.5 \right\} \times 100$$

$$\% \text{ de grasa} = 0.365 \times 100$$

$$\% \text{ de grasa} = 36.5\%$$

Como ya se mencionó, la composición corporal sufre constantes modificaciones a lo largo de la existencia del ser humano, dependiendo entre otros factores de la edad, el genero, el tipo de alimentación y la actividad física que lleve a cabo.

Sin embargo debe recordarse que es preferible aplicar cálculos estadísticos para evaluar los resultados correspondientes a una población determinada, y a partir de ella establecer las propias conclusiones.

Este porcentaje representa una medida relativa del tejido a adiposo subcutáneo presente en el individuo. Sin embargo para fines prácticos es conveniente conocer la proporción absoluta, en kilogramos de peso graso, como punto de partida para establecer un régimen dietético. Para ello se aplica la siguiente fórmula, tanto para hombre como para mujeres:

Genero: masculino.
Edad: 63 años
Peso: 85 Kg.
Estatura: 1.68
% de grasa: 31.60

$$\text{Kg de tejido adiposo} = \left\{ \frac{\text{Peso total} \times \% \text{ de grasa}}{100} \right\}$$

$$\text{Kg de tejido adiposo} = \left\{ \frac{85 \times 31.60}{100} \right\}$$

$$\text{Kg de tejido adiposo} = 26.860$$

Con estos datos sólo falta conocer, la cantidad de sobrepeso o deficiencia que tiene la persona en estudio, o sea el peso ideal para ella. Para ello se debe determinar el parámetro conocido como “peso magro”, lo cual se hace restando al peso de la persona, el peso de grasa en Kg

$$\text{Peso magro} = \text{Peso total} - \text{Kg de grasa}$$

$$\text{Peso magro} = 85 - 26.860$$

$$\text{Peso magro} = 58.140$$

Por último, se determina el peso ideal de la persona, para lo cual el porcentaje de grasa establecido en la (Cuadro 11) de acuerdo a su edad, se divide entre 100, para convertirlo a centésimas.

En el caso del ejemplo que se está siguiendo

$$23.70 / 100 = 0.237$$

A continuación, esta cantidad se resta de la unidad (1)

$$1 - 0.237 = 0.763$$

El peso magro se divide entre este último resultado y así se conoce el peso ideal.

$$\text{Peso ideal} = \left\{ \frac{\text{Peso magro}}{0.763} \right\}$$

$$\text{Peso ideal} = \left\{ \frac{58.140}{0.763} \right\}$$

$$\text{Peso ideal} = 76.199 \text{ Kg.}$$

La diferencia de peso es igual al peso actual menos el peso ideal:

$$\text{Dif. de peso} = \text{Peso actual} - \text{peso ideal.}$$

$$\text{Dif. de peso} = 85.000 - 76.199$$

$$\text{Dif. de peso} = 8.801 \text{ Kg.}$$

Diversos estudios epidemiológicos, incluyendo los realizados por el National Care Center for Health Satatistic (NCHS), como el NHANS I y II (National Health and Nutrition Examination Surve) demuestran ampliamente la relación existente entre la composición corporal y la distribución de la grasa en el cuerpo, como factores de riesgo para el padecimiento de varias enfermedades crónico-degenerativos.

Empleando éste método, el París Prospective Study encontró que el componente de obesidad y el componente de distribución de grasa, demuestran que el grado de adiposidad del tronco, comparado con el grado de adiposidad de la cadera, fue más grande en sujetos que desarrollaron enfermedad coronaria. En un estudio de México-Norteamericanos el índice de

cadera / cintura y el de pliegues sub-escapular / tricipital son indicadores de la distribución grasa en el tronco y en la periferia, datos que se asocian con el riesgo de padecer o con la presencia de diabetes, colesterol HDL elevado, aumento de triglicéridos y enfermedades cardiovasculares.

Los resultados del Hononolulu Health Program revelan que el riesgo de desarrollar enfermedad coronaria fue más grande en quienes tenían un elevado valor de pliegue sub-escapular, independientemente del IMC, lo que sugiere que la distribución en el tronco o central de la grasa puede ser un indicador más importante como dato predictivo de factor de riesgo que el mismo IMC.

- *Area Muscular de Brazo: (AMB)*

De igual forma, las mediciones antropométricas son de gran valor para la evaluación del estado nutricional en adultos y adultos mayores. En 1973 J. M. Gurney y A. Jeliliffe diseñaron una fórmula para determinar el área muscular de brazo como un indicador del estado nutricional proteico, misma que actualizo Frisancho, A.R. y cols., en 1981, estudiando un total de 10,404 personas de 25 a 74 años de ambos sexos, a partir de los datos recolectados en el NHANES I y II.

Para conocer el área total de brazo en centímetros (AB), Frisancho desarrolló la siguiente fórmula, empleando los datos que se señala a continuación:

$$\pi = 3.1416$$

$$C = \text{Circunferencia de brazo en cms.}$$

$$d = C / \pi$$

$$AB = \left\{ \frac{3.1416}{4} \right\} \times d^2$$

$$AB = \left\{ \frac{3.1416}{4} \right\} \times \left\{ \frac{31.9}{3.1416} \right\}^2$$

$$AB = 0.78 \times \left\{ 10.154 \right\}^2$$

$$AB = 0.78 \times 103.104$$

$$AB = 80.42 \text{ cms}^2$$

El área muscular de brazo equivale a la superficie de corte transversal del músculo en ésta región y constituye un indicador de la masa muscular presente en el resto del organismo, por lo cual su medición brinda información acerca del estado nutricional y funcional del individuo, al identificar estados de malnutrición energético-proteica, o bien de una hipertrofia muscular.

El AMB se determina a partir de la medición del pliegue tricipital y la circunferencia del brazo relajado al lado del cuerpo, tomada al mismo nivel del pliegue, aplicando la fórmula del autor mencionado.

En su trabajo Frisancho propone un factor de corrección de acuerdo a la edad para hombres, que es igual a 10 y otro para mujeres igual a 6.5, obtenida mediante un análisis de regresión, lo cual fue posible hacer por el número de casos estudiados.

- La circunferencia de brazo se mide en cms.
- El pliegue tricípital se mide en mm, y para convertirlo a cms, se divide entre 10.
- Pi es igual 3.1416
- Factor de corrección. Para hombres = 10. Para mujeres = 6.5

$$\text{AMB en cm}^2 = \left\{ \frac{(\text{Circ. de brazo en cm}) - (\text{Pi} \times \text{P. Tricip. en cm.})^2}{\text{Pi} \times 4} \right\} - 10$$

$$\text{AMB en cm}^2 = \left\{ \frac{(31.9) - (3.1416 \times (12/10))^2}{3.1416 \times 4} \right\} - 10$$

$$\text{AMB en cm}^2 = \left\{ \frac{(31.9) - (3.1416 \times 1.2)^2}{12.5664} \right\} - 10$$

$$\text{AMB en cm}^2 = \left\{ \frac{(31.9) - (3.76992)^2}{12.5664} \right\} - 10$$

$$\text{AMB en cm}^2 = \left\{ \frac{791.30}{2.5664} \right\} - 10$$

$$\text{AMB en cm}^2 = 62.96 - 10$$

$$\text{AMB en cm}^2 = 52.96$$

Para el caso de mujeres se sigue el mismo procedimiento, aplicando el factor de corrección de 6.5.

El área grasa de brazo (AGB) tiene importancia cuando se pretende conocer el estado nutricional energético-calórico, ya sea por obesidad o desnutrición. Para obtenerla, se resta al AB el AMB:

$$\text{AGB en cm}^2 = \text{AB} - \text{AMB}$$

$$\text{AGB en cm}^2 = 80.42 - 52.96$$

$$\text{AGB en cm}^2 = 27.46$$

De acuerdo a los datos encontrados en la literatura, los resultados aquí presentados corresponden a valores promedio para personas de 60 años o más en las poblaciones estudiadas. En este caso, se trata de una persona con un buen estado nutricional, tanto energético-proteico, como energético-calórico.

Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, todos los resultados deben ser considerados a la luz de la población que se estudia, lo cual hace difícil comparar los resultados con poblaciones de otras latitudes.

En el caso de México, al no conocerse estudios previos en éste sentido, sobre todo en adultos mayores, se sugiere tomar como punto de partida los valores que se obtengan en un

determinado grupo y como mínimo determinar el promedio y desviación estándar, para el control y seguimiento de los mismos y en su debido momento, una vez que se tenga un número suficiente de casos, efectuar el análisis estadístico a fin de establecer los valores percentilares y rangos de normalidad.

Evaluación de la frecuencia cardíaca durante el esfuerzo físico

La frecuencia cardíaca es un parámetro indicativo de la eficiencia con la que el corazón trabaja.

Ya desde la vida intrauterina, es de utilidad valorar las condiciones fisiológicas del feto y, así en esa etapa de la vida se considera como una frecuencia de seguridad cuando se registran 140 latidos por minuto; pero en la medida que aumenta, a 200 o más se habla de sufrimiento fetal.

En los recién nacidos y aún en los primeros años de la vida se acepta hasta 80-90 latidos por minuto como una frecuencia normal en reposo, para en años posteriores tomar como promedio normal 70-80 pulsaciones por minuto.

Sin embargo, en personas que llevan a cabo actividades físicas de resistencia (marathonistas, ciclistas, nadadores o que practican esquí de montaña), su frecuencia cardíaca en reposo puede reducirse hasta 40 o 38 latidos por minuto.

Cuando se registran dichos valores, en ausencia de patología cardíaca, se habla de que el corazón está siendo capaz de suplir las demandas circulatorias y energéticas del organismo con un mínimo de trabajo.

Como ya se dijo, el gasto cardíaco depende del gasto sistólico y la frecuencia cardíaca. En esfuerzos de tipo máximo se busca alcanzar la frecuencia cardíaca máxima para cada sujeto, sin pasar los límites que representen riesgo de provocar una falla o insuficiencia cardíaca durante la ejecución de un esfuerzo físico intenso. Para determinarla existen varios modelos matemáticos, pero el más común consiste en tomar la cifra de 220 y restarle la edad del sujeto. Como ejemplo se toman dos personas, una de 20 años y una de 60 años. De acuerdo a lo explicado la frecuencia cardíaca máxima para cada uno de ellos sería $220 - 20 = 200$ y $220 - 60 = 160$ respectivamente.

Tratar de continuar con el esfuerzo después de haber llegado a estas cifras implica un grave riesgo para la persona que lo ejecuta. Por tal razón, se recomienda invariablemente que las cargas de trabajo impuestas sean de tipo sub-máximo para que sólo la aumenten la frecuencia cardíaca a un 70%-80% de su máximo, en las personas jóvenes y adultos jóvenes y, a 60-70% en las adultas mayores. (frecuencias sub-máximas)

En el primer caso sería $200 \times .70 = 140$ y $200 \times .80 = 176$, lo que da un rango de 140-180 latidos x min. En el segundo sería igual a $160 \times .60 = 96$ y $160 \times .70 = 112$ (96-112), mismos que se denominan rangos de frecuencia de entrenamiento, los cuales se obtienen incrementando progresivamente la intensidad del esfuerzo realizado hasta llegar a la respuesta deseada, pues se sabe que existe una relación lineal entre la carga de trabajo en watts y el aumento de la frecuencia cardíaca, de acuerdo al grado de sedentarismo o entrenamiento, lo cual se demuestra en la figura No. 11, en la que se puede apreciar el incremento de la frecuencia cardíaca en personas de 30 años en promedio (sedentarios y entrenados), con una frecuencia en reposo de 70 x'. Al aumentar la carga de trabajo, la

frecuencia cardíaca se eleva en forma más rápida en los sedentarios y alcanza el 80% de su frecuencia cardíaca máxima con una menor intensidad de la carga, en comparación con los sujetos entrenados, situación que revela una mayor reserva de eficiencia funcional cardíaca para estos últimos.

Cuando en una prueba de esfuerzo, se llega a una frecuencia cardíaca sub-máxima y se prolonga la duración de la misma por un mínimo de tres minutos, sin incrementar la carga de trabajo, el número de pulsaciones por minuto se mantiene prácticamente en ese nivel. Esto se debe a que los sistemas orgánicos y las demandas energéticas se encuentran en equilibrio, fenómeno al que se conoce como estado estable. (steady state)

El registro de la frecuencia cardíaca, ya sea en reposo o durante el ejercicio, es posible hacerlos en forma exacta y sencilla si se tiene con un monitor electrónico de los que actualmente existen en el comercio, que cuenta con electrodos fijos a una banda, la cual se sujeta al tórax de la persona y un monitor de pulsera que registra las pulsaciones.

A falta de dicho instrumento es preferible adiestrar a las personas para que se tomen el pulso. Se le indica a la persona que coloque su mano derecha con la palma hacia arriba y siguiendo el borde superior del dedo grueso, deslice los dedos índice, medio y anular de la mano izquierda hacia el antebrazo hasta colocarlos en el espacio ubicado entre los dos huesos (cubito y radio) de la muñeca. En dicho punto, sin hacer demasiada presión le será posible palpar las pulsaciones de la arteria radial. A continuación contará el número de latidos que percibe en 15 segundos y lo multiplicará por cuatro para conocer las pulsaciones en un minuto.

Otro punto de fácil acceso, sobre todo cuando se está corriendo, se localiza en ambos lados del cuello, a la mitad de este sitio transcurre la arteria carótida. Se colocan los dedos índice y medio de la mano en dicho sitio, sobre un lado del cuello, sin hacer demasiada presión, pues a este nivel en ambos lados se localiza el seno carotídeo, que cuando se comprime con fuerza despierta un reflejo que disminuye la circulación cerebral y ocasiona pérdida del conocimiento. Por la misma razón nunca se registrarán las pulsaciones en ambos lados del cuello simultáneamente.

Para los casos en los que a la persona le resulta difícil contar su frecuencia cardíaca, Borg en 1998 diseñó una escala, (Cuadro 12) a la que denominó Rango de Percepción del Esfuerzo (RPE), que debe ser contestada por la persona en estudio después de haber caminado durante 10 minutos a una velocidad que él considere “rápida”, pero que le permita mantener una conversación con un compañero. Esta escala, puede ser equiparada con el porcentaje de la frecuencia cardíaca a la que se está trabajando y así determinar la intensidad del esfuerzo.

Determinación del Consumo Máximo de Oxígeno (VO_2Mx) o Máxima Capacidad Aesóbica

En la actualidad se acepta universalmente a las pruebas de esfuerzo como método ideal para conocer el consumo máximo de oxígeno y con ello la eficiencia funcional de la persona en estudio.

Desde principios del siglo pasado surgió la idea de aplicar este tipo de pruebas, seguidas de un registro electrocardiográfico con el propósito de detectar aquellas personas con riesgo de padecer crisis anginosas o ataques cardíacos, manifestados por alteraciones en el trazo del electrocardiograma como: desnivel negativo del segmento ST o depresión del punto J, que reflejan el desequilibrio entre la demanda de oxígeno y su aporte al miocardio. En un principio

se utilizaban ejercicios de tipo ligero y no fue sino hasta 1942 en que se estandarizó la prueba de Master de dos bancos. Posteriormente se diseñaron protocolos de pruebas de tipo máximo y sub-máximo, tanto en banda de esfuerzo como en ciclo-ergómetros (Bruce, Balke, Astrand, Naughton), sin descartar las pruebas de banco (steps test), empleadas por Mellerowickz, Kaltenbach Margaria y Astrand entre otros, quienes han demostrado ampliamente la confiabilidad de dichos métodos, en comparación con las pruebas en banda sinfin y ciclo-ergómetro, además de no requerir ningún tipo de calibración del equipo empleado.

Con el incremento del interés y la participación de la población en las actividades físicas, la evaluación de la capacidad física mediante pruebas de esfuerzo se ha convertido en un aspecto importante de la medicina preventiva y la rehabilitación, ya que el concepto de capacidad física abarca varios componentes como: eficiencia cardio-respiratoria, composición corporal, fuerza muscular, rendimiento y flexibilidad; aspectos estrechamente relacionados con la prescripción de programas de adecuación física.

Estas pruebas son de dos tipos; pruebas de esfuerzo máximo y pruebas de esfuerzo sub-máximo. Las primeras se llevan a cabo en banda sinfin (caminadora) o bicicleta ergométrica. Con ellas su objetivo es imponer una carga de trabajo de tal intensidad que haga aumentar la frecuencia cardíaca al máximo permitido para la edad del sujeto, ya sea incrementando la velocidad e inclinación (banda sinfin) o la carga de trabajo en watts (ciclo-ergómetro).

Este tipo de pruebas son las más exactas en los resultados que proporcionan, sobre todo si el análisis de gases se hace en forma directa; aun cuando igualmente puede determinarse el consumo máximo de oxígeno en forma indirecta mediante su calculo por medio de modelos matemáticos. Un inconveniente de este tipo de pruebas, es que el equipo debe ser calibrado periódicamente para asegurar su buen funcionamiento. En cualquiera de los dos casos se requiere de equipo costoso, personal debidamente entrenado, además de que por las características de la prueba no es posible aplicarla a grandes grupos poblacionales.

Desde luego estas pruebas no son recomendables para personas sedentarias, adultas mayores o en quien se sospecha el riesgo de una enfermedad coronaria. En ellas es preferible utilizar las de tipo sub-máximo, ya sea en banda sinfin, cicloergómetro o un banco.

La diferencia para las dos primeras radica en que es posible iniciar en la banda con una velocidad baja (1 y 2 millas / hora) y sin inclinación de la banda y a partir de la tercera etapa aumentar progresivamente la inclinación. (Naughton) Por su parte, Bruce modifica su protocolo habitual utilizado en deportistas, para en personas mayores o con enfermedad cardíaca iniciar con una velocidad constante de 2.5 millas / hora y aumentos de inclinación cada 3 minutos. Ellestrand propone colocar la con 10° de inclinación, aumentado la velocidad cada en 1.7, 3.0, 4.0 y 5.0 millas por hora cada 3 minutos.

En la bicicleta ergo-métrica, cada 2 minutos se incrementa la carga en 25 watts (Balke, Astrand)), siempre hasta llegar al rango de frecuencia cardíaca predeterminado.

De los métodos sub-máximos en banco (steps test), el ideado por P.O. Astrand ha sido el más aceptado, el cual consiste en hacer que una persona suba y baje un banco de 30 ó 40 cms, de acuerdo a su peso por seis minutos, registrando la frecuencia cardíaca cada minuto y con el ultimo valor obtenido, utilizando el nomograma por él elaborado se determina el consumo de oxígeno.

En la experiencia personal, se encontró que para los adultos mayores en ocasiones subir un banco de 30 cm, representa una carga excesiva para ellos, lo cual eleva la frecuencia cardíaca a valores superiores a los esperados, además de no existir en el nomograma de

Astrand, en la columna correspondiente al peso de las personas, valores inferiores a 40 Kg, y en la de altura del banco, elevaciones menores a 30 cm. Por ello, siguiendo los fundamentos del autor mencionado, se desarrollo un modelo matemático que permite utilizar bancos 15 a 40 cm y relacionarlo con el peso del sujeto, aún cuando éste sea menor de 40 Kg; para ello se establece la carga de trabajo en watts que se va a aplicar y posteriormente determinar el consumo máximo de oxígeno y elaborar un trabajo de acondicionamiento aerobio.

A pesar de que las pruebas de esfuerzo sub-máximo, como su nombre lo indica, no representan en teoría, en esfuerzo intenso para las personas sometidas a ella, siempre debe recordarse que existen contraindicaciones, ya sea para realizar una prueba de esfuerzo de cualquier tipo, así como involucrarlo en un programa de ejercicio físico. Estas contraindicaciones son de dos tipos:

Relativas :

- Tensión arterial en reposo máxima de 185/100.
- Infarto del miocardio reciente.
- Insuficiencia cardíaca congestiva compensada.
- Arritmia cardíaca.
- Alteraciones del trazo electrocardiográfico (Aumento de Q/QS, segmento S-T alargado
- Hipertrofia ventricular izquierda, bloqueo A/V de primer grado
- Implantación de marcapaso de frecuencia fija.
- Diabetes mellitus no controlada.
- Enfermedades osteo-articulares o neuro-musculares que dificulten la realización del ejercicio
- Enfermedad infecciosa aguda.
- Tratamiento médico (betabloqueadores, guanetidina, digitálicos, diuréticos, antidepresivos, etc.)

Absolutas:

- Tensión arterial en reposo igual o mayor a 190/105.
- Infarto agudo del miocardio de menos de 10 días de evolución.
- Insuficiencia cardíaca congestiva descompensada
- Bloque A/V de segundo y tercer grado.
- Bloque Incompleto de la Rama Izquierda del Haz de His.
- Arritmias cardíacas no controlada.
- Taquicardia ventricular.
- Valvulopatías severas.
- Hipertensión pulmonar.
- Trombosis venosa.
- Enfermedad aguda sistémica.

La prueba de esfuerzo, aún la de tipo sub-máximo, debe suspenderse si la persona refiere dolor torácico, dificultad para respirar, mareo, sudoración excesiva o presenta signos objetivos de fatiga.

Prueba de esfuerzo sub-máximo en banco

(Protocolo de Astrand, modificado por Chávez-Samperio Jorge)

Para que una prueba de esfuerzo se pueda considerar de tipo submáximo, la Carga de trabajo aplicada debe ser de una intensidad capaz de elevar, durante ejecución, la frecuencia de un adulto sedentario al 60%-70% de la frecuencia de la frecuencia máxima esperada para su edad.

Ejemplo: para establecer dicho rango, primero se determina la frecuencia cardíaca máxima de una persona de 63 años de edad, que se resta de 220.

El resultado se multiplica primero por 0.60 y luego por 0.70.

$$\begin{aligned}220 - 63 &= 157 \\157 \times 0.60 &= 95 \\157 \times 0.70 &= 110\end{aligned}$$

Durante la prueba de esfuerzo la frecuencia cardíaca deberá encontrarse entre 95 y 110 latidos por minuto y se suspenderá si llega a la cifra máxima o se presenta dolor en el pecho, dificultad respiratoria intensa, dolor localizado a las extremidades inferiores o fatiga extrema.

El registro de la frecuencia cardíaca debe hacerse cada dos minutos, preferentemente con un monitor electrónico o directamente con el estetoscopio, el cual puede fijarse al tórax del paciente con una banda elástica o una venda. En este caso se cuentan las pulsaciones en 15 segundos y se multiplica por 4.

- *Equipo.*

- Banco de madera de 30x40x40 cms. en personas con estatura de 1.50, o más, físicamente activas y sin impedimentos para realizar la prueba.
- Banco de madera de 20x40x40 cms para personas que tengan una estatura menor de 1.50 o más. Pocos o nulos antecedentes de actividad física o con limitaciones en la movilidad articular de rodillas caderas o pies, pero que le permitan ejecutar los movimientos requeridos.
- Metrónomo. Aparato utilizado en música para marcar el ritmo de la melodía.

- *Datos.*

- Género: femenino.
- Edad: 63 años.
- Peso: 59,000 kilos,
- Estatura: 1.48 metros.
- Antecedentes de actividad física programada: Negativos.
- Estado de salud: Sin contraindicación relativa o absoluta para realizar la prueba.
- Banco: 20 cms de alto.
- Frecuencia cardíaca máxima: 157 x'.
- Frecuencia cardíaca sub-máxima: 60% (95x') y 70% (110x'), de la frecuencia cardíaca máxima.

- *Procedimiento.*

1. Se determina el “factor de eficiencia funcional” de la persona, multiplicando el peso, por la altura del banco en centímetros por la constante 0.232, que representa el trabajo negativo que se efectúa cada vez que se baja del banco.

$$\text{Efic. Funcional} = \text{Peso} \times \text{altura del banco} \times 0.232$$

$$\text{Efic. Funcional} = 59 \text{ K} \times .20 \text{ cm.} \times 0.232$$

$$\text{Efic. Funcional} = 2.73$$

2. En el Cuadro 13, se selecciona la carga teórica de trabajo, en watts, que se va a aplicar a la persona de acuerdo a la edad y el género. En este caso 30 watts.
3. Conociendo la carga de trabajo teórica en watts, se divide esta entre el factor de eficiencia funcional, para determinar la frecuencia con la que debe subir al banco.

$$\text{Frecuencia de subida al banco} = 30 / 2.73$$

$$\text{Frecuencia de subida al banco} = 11$$

4. Dado que cada ciclo de subir y bajar el banco consta de cuatro movimientos, el resultado anterior se multiplica por cuatro, para conocer el ritmo de subida.

$$\text{Ritmo para subir y bajar del banco} = 11 \times 4$$

$$\text{Ritmo para subir y bajar del banco} = 44$$

5. Para establecer el ritmo se coloca el cursor de la escala del metrónomo en el número 44, lo que dará una frecuencia de subida al banco de 11 veces por minuto. (figura 12)

- *Control de la prueba.*

1. Se registra la frecuencia cardíaca cada dos minutos. Si al segundo minuto, dicha frecuencia se encuentra cercana al límite máximo del rango establecido se repite el cálculo anterior, pero con 25 watts, con lo que se disminuye la frecuencia de subida. Esto se hace porque aún no se ha mantenido la carga por el mínimo de tres minutos para llegar al estado estable (steady state) y por consiguiente la frecuencia continuará aumentando y probablemente, en el caso de continuar con la carga inicial, ésta represente para el sujeto una carga de tipo máximo.
2. Por el contrario, si a los dos minutos la frecuencia está por debajo de límite inferior establecida, quiere decir que la carga de trabajo es insuficiente para incrementar la frecuencia cardíaca hasta el rango que se determinó, por lo cual será necesario aumentarla a 35 w.
3. En este punto debe mencionarse que la intensidad de la carga de trabajo puede variarse, ya sea aumentando o disminuyendo la frecuencia de subida, o bien, cambiando la altura del banco. En ambos casos debe repetirse el proceso matemático descrito en el párrafo de procedimiento.

Cálculo para obtener el resultado del Consumo Máximo de Oxígeno (VO₂Mx) en Litros de oxígeno por minuto, como medida relativa.

1. Para determinar el consumo máximo de oxígeno, se registra la frecuencia alcanzada en el 6° minuto (que en este caso fue de 105x') y se aplica la siguiente fórmula, en donde:

30 = Carga en watts que se aplico.

2.86 = mililitros de oxígeno que se consumen por watt de trabajo realizado por minuto

6 = Minutos de duración de la prueba.

Frecuencia cardíaca de ejercicio = Frecuencia alcanzada en el último minuto.

Frecuencia cardíaca máxima = la calculada de acuerdo a su edad.

$$VO_2Mx = \left\{ \frac{(30 \times 2.86 \times 6)}{FC \text{ de Ejercicio}} \right\} \times FC \text{ Máxima}$$

$$VO_2Mx = \left\{ \frac{(30 \times 2.86 \times 6)}{105} \right\} \times 157$$

$$VO_2Mx = \left\{ \frac{514.8}{105} \right\} \times 157$$

$VO_2Mx = 0.769$ Litros de oxígeno por minuto, ó 769 mililitros de O_2 /min.

Como este resultado representa una medida relativa, es necesario relacionarla con el peso para obtener una medición absoluta en ml./Kg./min. que traduzca la capacidad de rendimiento físico de la persona, de acuerdo a sus características morfo-funcionales. Para ello se divide el resultado anterior entre el peso del sujeto, para conocer el VO_2Mx en mililitros de O_2 /k/min.

$$VO_2Mx \text{ ml / K / min.} = \frac{769}{\text{Peso}}$$

$$VO_2Mx \text{ ml / K / min.} = \frac{769}{59 \text{ Kg.}}$$

$$VO_2Mx \text{ ml. / K / min.} = 13.03$$

Como se recordara el valor mínimo necesario para mantener una vida independiente es de 13 ml O_2 /Kg. /min. En este caso el valor obtenido se encuentra en el límite mínimo esperado, lo cual hace indispensable establecer a la brevedad un programa de adecuación física aerobia, para que la persona en estudio pueda mantener su independencia.

- *Resultados.*

El resultado se compara con los datos de la Cuadros 14 y 15), y se otorga la calificación de acuerdo a ellas.

Como se puede observar no hay valores reportados para personas de 70 años y más. En sujetos de éste grupo, para su valoración, se toma el resultado obtenido como punto de partida para su seguimiento, y si se trata de un grupo de la misma edad, se obtiene el promedio de los resultados y los valores que se encuentren por debajo de éste se consideran inferiores para la edad en cuestión y los que estén por arriba, como superiores para éste grupo.

Evaluación ortopédica en el adulto mayor

Ya se habló de las implicaciones que representa una correcta evaluación de la alineación biomecánica de todo sujeto para la correcta ejecución de la actividad física y el ejercicio. En el adulto mayor este aspecto reviste una importancia todavía mayor, pues es sabido que con el curso de los años se hacen aparentes una serie de alteraciones en este territorio, ya sea porque existen desde la infancia, o se han instalado en los últimos años de la vida por debilidades músculo-ligamentarias, y que se hace aparentes como pie valgo o varo, arco longitudinal y anterior vencidos. El valgo o varo de rodillas y el acortamiento de alguna de las extremidades, son otras de las alteraciones ortopédicas que de no ser detectadas y menos corregidas en su debido momento, a se convierte en un factor de riesgo para algunas de las artropatías degenerativas, que frecuentemente se consideran como “padecimientos propios de la edad”, motivo por el cual se les concede poca o ninguna importancia y se condena al adulto mayor a vivir con ellas, sin dar mayores opciones de solución a su problema.

A ello debe agregarse el sobrepeso frecuente en estas personas y los vicios posturales adquiridos a lo largo de su existencia, todo lo cual en ultima instancia afecta las superficies articulares y condiciona desviaciones mecánicas de sus extremidades y columna vertebral.

Inducirle a personas mayores con este tipo de padecimientos a hacer ejercicio físico, de antemano está condenado al fracaso, ya que de hecho el dolor osteo-articular presente les obligará a abandonar cualquier intento de ejercitarse.

La evaluación en este sentido debe hacerse de la misma forma que se realiza en un deportista; es decir con el mínimo de ropa posible (pantalón corto y playera), aplicando los métodos tradicionales de la exploración clínica: observación de pies a cabeza, palpación, movilización de las articulaciones y localización de puntos o zonas dolorosos.

La persona debe colocarse frente al observador en posición anatómica y sin zapatos. La observación se hará de frente, posterior y lateral.

Debido a la extensión de este trabajo solo se hará referencia a los aspectos más relevantes de la exploración física y las maniobras comunes para el diagnóstico de las alteraciones ortopédicas más frecuentes en el adulto mayor.

La observación se inicia por los pies, mediante el empleo de un podoscopio, o bien, colocando a la persona sobre un banco de madera de 20 a 30 cms de altura para facilitarla. Se debe detectar si existen dedos en gatillo, garra o martillo del segundo al cuarto dedos de los pies, así como la existencia de hiperqueratosis (callosidad) dorsal de la primera articulación interfalángica y la existencia de hallux valgus de la primera articulación metatarsofalángica y hallux varus de la quinta articulación.

Por lo general estos datos se acompañan de una depresión del arco anterior del pie, ocasionada por debilidad de los músculos lumbricales, apreciable de la segunda a la cuarta articulación metatarsofalángica, lo que obliga a realizar el apoyo de la parte anterior del pie sobre la cabeza de los metatarsianos y que por lo regular se acompaña de hiperqueratosis al mismo nivel en la región plantar, la cual llega a ser dolorosa al caminar. Estos signos son representativos de un arco anterior del pie vencido o “caído”, el cual se puede corregir prescribiendo corrección ortésica (plantillas) consistente en un botón pre-capital o barra retrometatarsal, según la magnitud de del caso.

La hiperqueratosis plantar con también puede estar ocasionada por un pie cavo (arco longitudinal mayor de 20 mm) y en las mujeres, por es uso de tacones demasiados elevados que obligan al apoyo del pie sobre esta zona.

A continuación se explorará el arco longitudinal del pie, el cual en el adulto joven puede alcanzar una altura máxima de 20 mm, pero que en el adulto mayor en ocasiones se encuentra disminuido hasta 8-10 mm, lo cual puede ser por una condición existente desde la infancia, en cuyo caso no es raro ubicar una protuberancia ósea en la cara interna del pie, en el sitio correspondiente al vértice del arco longitudinal, el cual se debe a una sub-luxación del escafoides motivada por un pie plano valgo importante del pie presente desde sufrida los primeros años de vida y que pasó desapercibida en exploraciones físicas anteriores.

La medición de la altura del arco longitudinal puede hacerse por medio de una radiografía de pie con apoyo plantar en posición lateral. En el consultorio con el paciente de pie sobre el podómetro banco de madera, se emplea un abate-lenguas para presionar hacia arriba el arco longitudinal del pie por su parte interna, para deprimir el colchón adiposo en el sitio correspondiente al escafoides. La medición de la altura del arco se efectúa con un calibrador tipo Vernier de plástico. (Fig. 13)

De no contarse con estos elementos, si la disminución del arco es evidente, bastara con la simple observación directa, y en caso de duda se colocan los dedos medio y anular del explorador entre el arco del pie y la superficie de apoyo. Si logro colocar la falange distal de los dedos del explorador en el espacio mencionado, puede considerarse que la altura del arco tiene una altura entre 16 y 18 mm, lo cual es suficiente para los fines biomecánicos que se persiguen.

Por último, otro método para diagnosticar pie cavo o pie plano, consiste en trazar una línea que va de la parte media del maléolo interno a la cabeza del primer metatarsiano; si el escafoides se ubica por debajo de dicha línea, se trata de un pie plano, y si está por arriba el problema es de un pie cavo.[Fig.14]

En ocasiones no basta la exploración estática (sin movimiento del pie), lo que obliga a realizar una exploración dinámica. Para ello se pide al paciente que suba y baje de un escalón y se observa el comportamiento de cada pie cuando soporta el peso corporal en el momento del impacto con el piso. Cuando existe una debilidad de los ligamentos que soportan las estructuras del pie, se aprecia como el tobillo adquiere una posición en valgo y el arco longitudinal se aplanan, hasta que el pie opuesto se apoya en el piso y las cargas se distribuyen uniformemente entre ambos, recuperándose la posición normal del tobillo y del arco.

El “aplanamiento” transitorio del arco longitudinal obliga a un estiramiento de la fascia plantar, cuyo punto de inserción se encuentra en el calcáneo. Dicha tracción repetitiva sobre el periostio que recubre al este hueso en el punto de inserción ocasiona inicialmente una periostitis y posteriormente a la formación de una espícula ósea conocida como “espolón calcáneo”, habitualmente tratada mediante la aplicación de una talonera en forma de herradura, con el propósito de evitar la presión de dicha espícula sobre las partes blandas del talón y el piso, y en caso de continuar el paciente con el dolor al caminar, se le infiltra una combinación de xilocaína y un derivado de los corticoides, con lo cual logra evitarse el dolor, por lo menos por algún tiempo.

Sin embargo, atendiendo al mecanismo de producción de este fenómeno, lo indicado es evitar el descenso del arco longitudinal y con ello evitar la tracción de la fascia plantar. Esto se logra casi de aplicando un vendaje como el que se señala en las figuras correspondientes (Fig. 15 a ,b ,c y d) y posteriormente indicando la ortésis con arco longitudinal de 16 a 18 mm de altura.

El siguiente paso consiste en evaluar si existe un valgo o varo de talón, mismo que será corregido aplicando una elevación externa o interna de aproximadamente 5 mm en la ortésis.

En este punto se debe recordar que prácticamente cualquier alteración en el apoyo pédico repercute en el resto de la estructura ósea. Así un valgo o varo de talón, ocasiona una rotación externa o interna de tibia y peroné, al mismo tiempo que origina un valgo o varo tibial. (Fig 16 a, b, c y d)

La rotación externa o interna da lugar a una lateralización de la rótula y provoca un síndrome de hiper-presión rotuliana sobre los cóndilos femorales, o signo patelo-femoral, manifiesto clínicamente por chasquido (tronido de las rodillas), dolor al subir o bajar escaleras y signo del cepillo positivo.

Este síndrome, también puede producirse por una tracción excesiva de la banda ileo-tibial y una debilidad de los músculos adductores como consecuencia de la edad, lo cual ocasiona una mayor tracción de la rótula hacia la parte externa del fémur y por consiguiente fricción constante sobre la faceta lateral de la rotula contra el cóndilo femoral correspondiente, ocasionando este síndrome, también conocido como condromalacia; situación que de no ser prevenida o corregida oportunamente mediante una ortésis adecuada, requiere de tratamiento quirúrgico.

En el caso del valgo o varo de las rodillas, el aumento de carga sobre alguno de los platillos tibiales comprime con mayor fuerza el menisco correspondiente para con el tiempo disminuir su espesor y con ello favorecer la compresión sobre el cartilago articular, así como la fricción entre la superficie tibial y los cóndilos femorales, situación dañina para el cartilago, pues se debe recordar que éste está diseñado para soportar la compresión pero no la fricción o el deslizamiento. La sobrecarga en los platillos tibiales puede ser aliviada con la aplicación de las elevaciones externa o interna en talones, con la prescripción de las ortésis ya mencionadas para, por lo menos, frenar el proceso evolutivo de esta enfermedad y en el mejor de los casos retardar o evitar la intervención quirúrgica.

En la observación del plano posterior de la persona, la columna vertebral se presenta como una línea recta desde el occipucio hasta la unión glútea. Cuando existe una desviación lateral a cualquier nivel se habla de la presencia de una escoliosis o formación de una curvatura en sentido lateral. Dichas alteraciones pueden tener diversas causas, entre las que se encuentran: los vicios posturales adquiridos en edades tempranas responsables de modificaciones en las estructuras ligamentarias intervertebrales, las cuales pierden su elasticidad en el lado cóncavo de la curvatura y no permiten la rectificación de ésta, salvo que se indiquen ejercicios correctivos para tal situación.

En los deportistas o trabajadores manuales, que por su actividad se ven obligados a ejercitar con mayor fuerza y frecuencia una de las extremidades superiores y la musculatura torácica posterior, (generalmente la derecha), como los lanzadores de bala o jabalina, presentan una hipertrofia muscular del lado correspondiente, que por ejercer mayor tracción hacia ese lado, provocan una desviación lateral de la columna, la cual, al igual que en el caso anterior se corrige fortaleciendo los músculos contra-laterales.

Desde luego, existen las malformaciones congénitas responsables de algunos tipos de escoliosis, pero que por no ser tema de este trabajo, únicamente se mencionan quedando a la elección del lector, profundizar en su conocimiento consultando la literatura al respecto.

Una situación común en la practica diaria, es la detección del acortamiento de alguna de las extremidades inferiores. Tan es así, que en algunos textos se acepta como tolerable

hasta un centímetro de diferencia, aún cuando dicha diferencia se traduzca en una escoliosis, contraria al sitio del acortamiento. En deportistas jóvenes se ha observado que esta escoliosis, al igual que las hiperlordosis son capaces de provocar síndromes dolorosos en distintos niveles de la columna vertebral similares a los que refieren los adultos mayores, cuyos signos, tal vez, se hace evidentes en forma temprana por los traumatismos repetitivos a los que se ven sometidos, y que tienen su origen en las alteraciones ortopédicas vertebrales ya mencionadas.

El mejor método para determinar si realmente existe tal acortamiento, consiste en ordenar una radiografía para medición de miembros pélvicos. Sin embargo ante el costo del estudio, es posible detectarlo clínicamente. Para ello, con la persona de pie, sin zapatos y observando el plano posterior, se compara el nivel de los pliegues del hueco poplíteo, el de los pliegues glúteos, la altura comparativa de las crestas ilíacas y la de ambos hombros.

En el caso de coincidir un desnivel en todos estos puntos, se está en posibilidad de asegurar que existe un acortamiento del miembro correspondiente al lado de los desniveles detectados. Otro método clínico para diagnosticar el problema de referencia, consiste en colocar al sujeto en decúbito dorsal (boca arriba) y medir con una cinta métrica la distancia entre la cicatriz umbilical y la parte media de cada uno de los maléolos internos. Si la diferencia es mayor de 5 milímetros, esta debe ser corregida, pues en la práctica se ha visto que soportar un desnivel mayor por toda la vida, provoca alteraciones dolorosas de músculos y ligamentos vertebrales, sobre todo en personas que realizan ejercicio físico, por lo que si se aprecia un acortamiento de 8 a 10 milímetros, se recomienda indicar una talonera de 5 a 6 milímetros, la cual puede ser utilizada, sin problemas dentro del calzado.

Si la diferencia fuera mayor, es posible indicar la talonera mencionada y una tapa en el tacón del zapato, que pudiera ser de 3 a 4 milímetros según el caso, de tal forma que en ningún caso la diferencia sea mayor de 4 milímetros. En la vista lateral del paciente, se identificará la presencia de lordosis o cifosis aumentada en alguno de los segmentos de la columna lumbar. Las alteraciones de esta naturaleza, en principio aumentan la exigencia de grupos musculares y ligamentos para-vertebrales, provocando dolor en la espalda o en la región lumbar, cuando se está demasiado tiempo de pie o sentado.

El diagnóstico preciso de cualquiera de estas se hace por medio de una radiografía lateral, en la que se aprecia la cifosis dorsal, o una hiperlordosis lumbar con ángulo de Ferguson aumentado en el caso de la hiperlordosis lumbar. Lo más común es detectar la coexistencia de ambas situaciones, pues debe recordarse que desde el punto de vista biomecánico, el aumento o disminución de una de las curvaturas de la columna lumbar de un segmento, provoca una rectificación en otro segmento, pero de sentido contrario, con el propósito de compensar las fuerzas de carga y evitar el desplazamiento del centro de gravedad. En los casos de hiperlordosis lumbar acentuada, cuando la persona por razones laborales se ha visto obligada a levantar objetos pesados y con una técnica inadecuada, es posible que se presente un desplazamiento anterior (anterolistesis) de una vértebra superior sobre la inferior, lo cual en casos avanzados puede ser causa de una compresión radicular (ciática) o una hernia de disco.

Ya se dijo que la cifosis dorsal, puede ser causada por una hiperlordosis lumbar. En los niños que aún no han finalizado su etapa de maduración ósea vertebral, la adopción frecuente de posturas en flexión, puede ocasionar un aplastamiento de la parte anterior de los cuerpos vertebrales de la columna dorsal, para dar lugar a la osteocondritis dorsal o “enfermedad de Scheewerman”[.

En los adultos mayores, la osteoporosis, también produce un aplastamiento similar en las vértebras dorsales, adquiriendo una forma de cuña, con vértice anterior, con lo cual se forma la cifosis.

CAPITULO IV

Adecuación Física en el Adulto Mayor

La disminución de la capacidad funcional de cualquier persona al paso de los años es inevitable, pero como ya se mencionó puede ser frenada y en ocasiones revertida si se le somete a un programa de adecuación física tendiente a mejorar su eficiencia funcional.

La mejoría en sus capacidades físico-funcionales, no sólo depende de la correcta ejecución del programa, ya que ello está supeditado a diversos factores, entre los que destacan: el antecedente genético, que es específico para cada persona, y todo sujeto tiene un patrón hereditario determinante del nivel de capacidad funcional en general y de cada uno de los aspectos que ella comprende (capacidad aerobia, fuerza y resistencia muscular, velocidad de reacción, flexibilidad y elasticidad), pues como se menciona en un aforismo relacionado con los deportistas “el atleta nace, no se hace”.

Ello no quiere decir que alguien con un pobre patrón hereditario en cuanto a capacidad físico-funcional se refiere no le sea posible mejorar capacidad física si se le somete a un programa de adecuación, independientemente de su edad. Desde luego que el incremento en sus potencialidades, de ninguna forma será de la misma magnitud de al que se logre en otro sujeto con antecedentes deportivos importantes en su familia, que por lo menos durante su juventud haya practicado algún deporte en forma organizada y por un tiempo relativamente prolongado, pues este tendrá una mejor aptitud física para el deporte, genéticamente hablando, por lo que los resultados se lograrán en un tiempo menor y serán más evidentes a corto plazo.

El concepto de aptitud física el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) lo define como “la habilidad para realizar una actividad física de intensidad moderada a vigorosa, sin presentar fatiga, y la habilidad para mantener ésta capacidad a lo largo de la vida”. En este sentido, el término aptitud física se relaciona más directamente con el estado de salud que con la capacidad física propiamente dicha, y en consecuencia la cantidad y calidad del ejercicio serán diferentes para cada caso, por lo cual, para lograr beneficios en cuanto a salud es preferible recomendar en los adultos mayores, actividades físicas de baja intensidad, hecho que ha demostrado ampliamente su efectividad para reducir la incidencia de enfermedades crónicas no transmisibles y mejorar la aptitud metabólica, (Deprés) aun cuando no se logre un incremento importante en el VO_2Mx .

Esta aptitud, además del aspecto hereditario depende de la edad del sujeto, las condiciones nutricionales, estado de salud actual, tiempo de no realizar ejercicio físico programado y nivel de eficiencia funcional al inicio del programa.

Por lo que se refiere al género, diversos estudios han demostrado que si bien la mujer presenta diferencias anatómicas y funcionales con respecto al varón, entre las que destacan: un menor volumen sanguíneo y en consecuencia una baja de eritrocitos y cantidad de hemoglobina circulante, lo cual representa una desventaja para mejorar la diferencia arterio-venosa: (Dif. a/v) factores responsables de que el Consumo Oxígeno sea menor en las mujeres.

De igual forma cantidad de masa muscular y la densidad mineral ósea, es menor en ellas, en contraposición con una mayor cantidad de masa grasa.

A pesar de las diferencias señaladas, al someter a la mujer a programas de ejercicio, se ha comprobado que los beneficios obtenidos resultan proporcionalmente similares a los que se obtienen en los hombres.

Estos programas de adecuación física equivalen al término de entrenamiento que se emplea cuando se trata con deportistas, el cual se define como “la acción de provocar en el individuo una pérdida del equilibrio homeostático y una recuperación subsiguiente del mismo, en forma alternada, mediante la aplicación de cargas progresivas de trabajo, hasta alcanzar su máximo de eficiencia funcional, de acuerdo a sus características genéticas y morfo-funcionales”.

El Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) publica en 1998 recomendaciones específicas para desarrollar y mantener la aptitud cardio-respiratoria (medida a través del Consumo Máximo de Oxígeno), composición corporal, fuerza muscular, resistencia y flexibilidad, sin descartar la velocidad de reacción.

- *Frecuencia del entrenamiento.*- Debe realizarse de 3 a 5 días a la semana.
- *Intensidad del entrenamiento.*- Se iniciará al 55%-65% de la frecuencia cardíaca máxima, incrementando progresivamente la intensidad del trabajo, para de ser posible en algunos casos llegar al 90%. También puede tomarse como referencia el VO₂Mx, para iniciar con el 40%-50% de éste y en la medida que se observe un mejor rendimiento aumentar la intensidad del esfuerzo hasta el 85% del VO₂Mx.
- *Duración del entrenamiento.*- En lo que se refiere a la actividad aerobia, la duración podrá ser de 20 a 60 minutos, ya sea en forma continua, o fraccionada en sesiones de 10 minutos, hasta acumular el tiempo programado
- *La duración siempre estará relacionada a la intensidad del trabajo.*- Así los ejercicios de baja intensidad deben mantenerse por periodos prolongados (30 minutos o más) y los de alta intensidad se mantendrán por 20 minutos o más. En general, para los adultos mayores o personas frágiles, al principio del programa se recomienda efectuar sesiones de intensidad moderada, prolongando la duración, así como iniciar con 2-3 sesiones por semana.
- *Modo o tipo de actividad.*- Se refiere a cualquier actividad física o ejercicio que involucre en su realización a grandes grupos musculares y que pueda mantenerse en forma continua (caminata, trote, carrera, ciclismo, danza aerobia, bailes, natación, etc.)
- *Progresión del entrenamiento.*- Después de 4 a 6 semanas de entrenamiento se hará una nueva evaluación de las aptitudes físicas del sujeto en todos los campos estudiados, y de encontrarse que el efecto del programa ha sido positivo, se incrementaran las cargas de trabajo aproximadamente en un 10%; repitiéndose la evaluación con intervalos similares, hasta obtener resultados cercanos al 80% o 90% del máximo esperado.

Estas premisas se ajustan en forma general a mejorar todas las aptitudes del adulto mayor, pero en forma más específica a mantener la capacidad cardiorrespiratoria y a equilibrar la composición corporal. En lo referente a fuerza muscular y resistencia, flexibilidad, velocidad de reacción y estado nutricional, existen ciertas modalidades, que respetando lo enunciado, establecen particularidades para la adecuación física en cada uno de los territorios que se desea estimular.

Ejercicios de calentamiento

Consisten en efectuar movimientos suaves de grandes grupos musculares y articulaciones, sin que esto represente un esfuerzo excesivo para la persona. Se puede iniciar con caminata ligera, movimientos laterales del cuello, circulares de las articulaciones de las extremidades superiores e inferiores. Flexiones y movimientos laterales leves de columna.

Ejercicios respiratorios

Ejercicios de flexibilidad y elasticidad (Stretching)

La pérdida de la flexibilidad en los adultos mayores se manifiesta por un descenso en la movilidad articular y una menor elasticidad de los tendones. La causa de estos fenómenos radica en la presencia de una mayor rigidez en la unión músculo-tendinosa y alteraciones mecánicas osteo-articulares. Para disminuir estos efectos, se recomienda efectuar ejercicios de estiramiento que estimulan a los propioceptores en la unión músculo-tendinosa, con lo cual se inhibe la contracción de los músculos agonistas y se induce una relajación de los antagonistas, además de mejorar las propiedades viscoelásticas de los tendones al relajar el complejo actina-miosina y los puentes de colágeno.

Los ejercicios de estiramiento (stretching) de los grupos musculares se les considera el mejor tipo de activación para mejorar la elasticidad y flexibilidad músculo-articular. De estos ejercicios existen tres modalidades: ejercicios estáticos, facilitación neuro-muscular propioceptiva y ejercicios balísticos.

Los ejercicios de facilitación neuro-muscular consisten en alternar una contracción isométrica del grupo muscular, seguida de un estiramiento pasivo. El estiramiento balístico se basa en movimientos fuertes repetidos, en donde el tendón es estirado en forma rápida e inmediatamente se relaja. En los ejercicios estáticos, el tendón se estira lentamente manteniéndolo en esta posición por 10 a 20 segundos y enseguida regresarlo lentamente a su posición original.

En ésta última modalidad, cuando existe una lesión del sistema músculo-ligamentario se recomienda ubicar la barrera patológica del movimiento, que es el punto en el que aparece la sensación de dolor al flexionar o estirar una articulación. Previamente se le indica al paciente que nos avise cuando aparece la sensación o molestia dolorosa (sin llegar al dolor intenso), en este punto se sostiene el movimiento por espacio de 10-15 segundos hasta que dicha molestia desaparece espontáneamente. Una vez que esto ha sucedido, se continúa el movimiento hasta hacer aparecer nuevamente la sensación dolorosa, manteniendo la posición por otros 10-15 segundos más y a continuación se vuelve en forma lenta a la posición inicial de la maniobra, evitando siempre hacer maniobras bruscas. En cualquiera de estas modalidades, se sugiere iniciar con series de 5 a 10 repeticiones, dependiendo de las condiciones del sujeto y en la medida que se note mayor tolerancia a los mismos y un rango de movilidad más amplio aumentar el número de repeticiones.

Estos ejercicios los pueden hacer las personas solas y en los casos de las personas frágiles podrán ser asistidos por un ayudante, efectuando dos sesiones de 4 a 10 repeticiones, dos veces al día, diariamente o en días alternos.

Los ejercicios se realizan con movimientos libres de las extremidades, ejercitando todas las articulaciones posibles, por dos o tres minutos. A continuación se hacen ejercicios de estiramiento (Streaching) y conforme se mejore la movilidad articular se implementarán otros con bastones, toallas, etc. (Ejercicios I al V)

Ejercicios de coordinación

La coordinación de los movimientos puede recuperarse progresivamente si se reinicia el aprendizaje a partir los fundamentos aprendidos en la niñez. Para ello se iniciará con movimientos simples, realizándolos en forma lenta y progresivamente buscando incrementar la velocidad de respuesta, ya sea visual o auditiva.

Para ello se presentan algunos tipos de ejercicios, que de ninguna forma son limitativos, dejándose a la inventiva del conductor del grupo la libertad para idear nuevas formas.

- *Educación de la actitud* (reconocer las partes del cuerpo). Tocar el propio cuerpo en las partes que se le indique. Parado enfrente de un compañero, con las rodillas semiflexionadas seguir los movimientos que este realice con las manos, (sin hablar) tocarse la nariz, frente o boca o la parte que se le indique. En la medida en que se aprecie mayor velocidad de reacción, quien dirige los movimientos los efectuará más rápido.
- *Conciencia segmentaria corporal*. Con las extremidades superiores en posición horizontal, hacer círculos con las dos en el mismo sentido y posteriormente en sentido opuesto. Lo mismo con codos y muñecas.
- *Conciencia del equilibrio dinámico*. Caminar sobre una línea marcada en el piso, hacia delante, lateralmente y hacia atrás.
- *Estructura y orientación del espacio*. Caminar rápido o correr hacia un lugar y a una señal dirigirse a otro punto.
- *Orientación en función del sonido*. De pie en el centro de un círculo formado por los compañeros y con los ojos cerrados, identificar quien aplaude o silva. Cambiar de posición con el compañero que produjo el sonido.
- *Conciencia del ritmo*. Caminar, cambiando de velocidad al ritmo marcado por un silbato o un tambor.
- *Adquisición de destreza manual*. Pasar una pelota de una mano a otra por delante del cuerpo. Pasar la pelota de una mano a otra alrededor de diferentes partes del cuerpo (muslo, pierna, cintura o cuello.)
- *Lanzar pelotas*. Al suelo o la pared, cambiando de dirección, y recuperarlas con las manos. Lanzar pelotas a blancos fijos o en movimiento, compañeros, etc.
- *Recibir pelotas*. De compañeros directamente, con bote previo en el piso o la pared, cambiando de dirección.

Este tipo de entrenamiento debe realizarse por 15 a 20 minutos, dos o tres veces a la semana. (Ejercicios I y II).

Ejercicios de fuerza y resistencia muscular

El fortalecimiento de la fuerza y resistencia muscular se logra, al igual que todo tipo de entrenamiento bajo el principio de aplicar cargas de trabajo (peso), en forma progresiva, a fin de crear un desequilibrio homeostático transitorio, hasta alcanzar una adaptación a esa

intensidad de esfuerzo, para incrementar nuevamente la carga y ocasionar un nuevo desequilibrio, lo cual permitirá obtener ganancias cada vez mayores en la masa y fuerza muscular.

Paralelamente a dicho beneficio, se mejora parcialmente al Consumo Máximo de Oxígeno y se disminuye la masa grasa. De la misma forma, este tipo de entrenamiento actúa favorablemente sobre la marcha, el equilibrio y la mineralización ósea.

Dependiendo si se trata de una persona adulta joven a adulta y de su objetivo en cuanto a desarrollo de la masa muscular, se aplicará una metodología de entrenamiento, la cual por lo general difiere del propósito que se persigue al entrenar a adultos mayores o personas frágiles.

En el primer caso, es posible que la persona desee obtener un gran volumen muscular en relativo corto tiempo. En ellos se aplicaran cargas de trabajo intensas, cercanas al máximo que les es posible efectuar, para hacer levantamientos o esfuerzos con el 80%-90% del peso máximo que les es posible, siguiendo el concepto de “mucho peso, con pocas repeticiones”.(aproximadamente de 6 a 8 repeticiones)

En el caso e los adultos mayores, en quienes la finalidad radica en aumentar la masa muscular, sin grandes volúmenes, al mismo tiempo que se mejora la flexibilidad, es recomendable que los esfuerzos sean con pesos relativamente bajos con más repeticiones. (5 a 10 repeticiones, haciendo 3 series)

Cuando se trata de personas habitualmente sedentarias o frágiles, con frecuencia será suficiente que inicien el trabajo de resistencia, realizando levantamientos de su propio peso en contra de la gravedad (Ejercicios I, II y III), mismos que se pueden emplear para evaluar la potencia de grupos musculares por separado. Para ello se solicita a la persona que realiza determinado ejercicio durante un minuto (o 30 segundos si no le es posible completar el minuto, tomándose la cantidad de repeticiones que le es posible realizar como punto de partida para su evaluación. En la medida en que se incremente la fuerza muscular se podrá trabajar con ligas, de preferencia iniciando con las de baja resistencia, que pueden adquirirse en los centros comerciales. Con ellas el número de repeticiones a realizar también dependerá de su condición física previa, mismas que se aumentarán de acuerdo a sus posibilidades, siguiendo el precepto de “dosis-respuesta”. (Ejercicios I y II)

En nuestro medio resulta difícil pensar en que un adulto mayor quiera o pueda asistir a un gimnasio para su entrenamiento. Para obviar esta dificultad, se le puede sugerir que haga sus ejercicios empleando objetos de peso conocido, como puede ser una bolsa que contenga el peso escogido de algún producto existente en el mercado (arroz, frijol, etc.), o bien, que con bolsas de lona llenas de arena elabore sus propias pesas o de ser posible adquirir pesas de plástico de medio aun kilogramo. (Ejercicio a al f)

En todo caso debe recordarse que el entrenamiento es específico para el área que se está trabajando, por lo que se recomienda ejercitar grandes grupos musculares en forma alterna (circuitos de brazos, piernas, tronco, abdomen, cadera, brazos, hombros, etc.) efectuando 5 a 10 repeticiones como mínimo para cada región, con un descanso de 30 60 segundos entre cada serie. Esto equivale a sesiones de 15-20 minutos por día, las que deben repetirse por lo menos uno a tres días a la semana, dependiendo de la región que se trate. Así, algunos autores sostienen se pueden obtener beneficios útiles con una a dos sesiones a la semana para el fortalecimiento de los músculos de la columna vertebral (espinales), 3 sesiones semanales para el trabajo de las extremidades, con un promedio de dos a tres series para cada región.

El tiempo promedio para apreciar resultados con este tipo de entrenamiento se calcula en 14 semanas.

Siempre se evitará imponer cargas excesivas de trabajo en adultos mayores y en personas frágiles, ya que se sabe que ejercicios de resistencia de gran intensidad tienen un efecto negativo sobre la presión sistólica y diastólica, lo cual puede causar serios problemas cardio-cerebro-vasculares.

Ejercicios aeróbicos

El incremento en el Consumo Máximo de Oxígeno se relaciona directamente con la frecuencia, duración e intensidad del entrenamiento, en las modalidades mencionadas para el trabajo aerobio. De acuerdo al ACSM, el incremento en el $\text{VO}_2 \text{ Mx}$ varía entre el 10% y 30%, dependiendo de la calidad y cantidad del entrenamiento.

La intensidad y duración del entrenamiento se complementan para integrar el volumen total del entrenamiento realizado, al que se considera factor determinante para mejorar la aptitud física del sujeto. Como ya se indicó, en los adultos mayores es aconsejable implementar programas de adecuación física aeróbica de moderada intensidad y de mediana duración, debido a que la mayoría son sedentarios y portadores de algún factor de riesgo para las enfermedades cardio-vasculares, lo cual pudiera ser riesgoso para su estado de salud en caso de ser sometidos a esfuerzos intensos que requieran el máximo de su capacidad, además de que dicho esquema favorece la adherencia al programa, ya que no impone esfuerzos extenuantes a los participantes.

Existen diferentes métodos para cuantificar la intensidad del ejercicio. El más frecuentemente utilizado es el que se basa en calcular un porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima del sujeto, de acuerdo a su edad. Igualmente se emplea como referencia, el $\text{VO}_2 \text{ Mx}$, para determinar el porcentaje al que se debe iniciar el trabajo. En estudios recientes se recomienda utilizar el $\text{VO}_2 \text{ R}$ (Consumo de oxígeno máximo de reserva) y la FCR (frecuencia cardíaca de reserva), como puntos de partida para determinar el nivel de intensidad del entrenamiento.

Independientemente del parámetro que se emplee, existen estudios que han demostrado que cualquiera puede ser equiparado al de la Percepción del Esfuerzo Físico, propuesto por Borg. Así se puede ver que un ejercicio de intensidad moderada, en el que se tome como referencia la frecuencia cardíaca máxima, esta debe encontrarse entre el 59% y el 74%, que se corresponde en la escala de Borg, con un rango de percepción de 3 a 4.

- *Consumo calórico durante el ejercicio físico.*

Cuando ha sido posible determinar el Consumo máximo de Oxígeno, tal como se expuso en el capítulo referente a las pruebas de esfuerzo, el resultado obtenido se emplea para determinar la carga de trabajo con la cual se va a iniciar el programa de adecuación física aerobia, preferentemente aplicando una prueba de tipo sub-máximo como la que se describió y que servirá para elaborar un programa de acondicionamiento físico de caminata, trote o carrera. Para ello es necesario hacer las siguientes consideraciones.

Se sabe que por cada litro de oxígeno el organismo genera 5 Kilocalorías, por lo que al multiplicar el consumo de oxígeno en litros por minuto por 5, se podrá conocer el número de Kilocalorías que es capaz de generar la persona en un minuto. Con base en esta premisa, igualmente se establece que una Kilocaloría equivale a 200 mililitros de oxígeno, lo cual se

comprueba al dividir 1000 mililitros de oxígeno entre las 5 Kilocalorías referidas ($1000/5 = 200$)

Con base en estos conceptos, es posible calcular el total de Kilocalorías que el individuo es capaz de generar a partir de su VO_2Mx en Litros / minuto.

Para el caso del ejemplo presentado en la exposición de la prueba de esfuerzo sub-máximo, en donde el VO_2Mx fue de 0.769 Litros O_2 /min., se realiza el siguiente procedimiento para saber las kilocalorías que esta persona es capaz de generar, si se le somete a un ejercicio al 100% de su capacidad calculada.

$$\text{Total de calorías producidas/min.} = VO_2Mx \text{ mililitros / min.} \times 5$$

$$\text{Total de calorías producidas/min.} = 0.769 \times 5$$

$$\text{Total de calorías producidas/min.} = 3.84$$

o bien:

$$\text{Total de calorías producidas/min.} = \frac{0.769}{0.200}$$

$$\text{Total de calorías producidas / min.} = 3.84$$

Como se mencionó anteriormente, un programa de adecuación física debe iniciarse al 60% - 70% de la capacidad máxima de la persona. Para establecer la intensidad del ejercicio a la que se va a iniciar, el resultado del consumo de oxígeno en Litros O_2 /min., se multiplica por 0.7, cuando se va a comenzar el programa con una intensidad del 70% de su capacidad máxima, que será el consumo de oxígeno de entrenamiento.

$$\text{Carga de trabajo inicial en Litros de } O_2/\text{min} = VO_2 Mx \times 0.7$$

$$\text{Carga de trabajo inicial en Litros de } O_2 = 0.769 \times 0.7$$

$$\text{Carga de trabajo inicial en Litros de oxígeno al 70\% del } VO_2Mx = 0.538$$

A continuación se divide este resultado entre 0.200 para conocer la cantidad de kilo cal. a consumir con esta carga de trabajo oxígeno en $mlO_2 / K / \text{min}$

$$\text{Total de Kilo calorías generadas / min., al 70\% del } VO_2Mx \quad 0.538 = \frac{2.690}{0.200}$$

o bien:

$$\text{Total de Kilocalorías generada / min. al 70\% del } VO_2Mx = 0.538 \times 5 = 2.69$$

Hasta este momento no se ha tomado en consideración el peso del sujeto, por lo que para individualizar el consumo calórico a esta carga de trabajo se multiplica el resultado obtenido por el peso de la persona.

$$\text{Consumo calórico individualizado} = \text{Caloría producidas / min.} \times \text{peso}$$

$$\text{Consumo calórico individualizado} = 2.69 \times 59 \text{ Kg.}$$

$$\text{Consumo calórico individualizado} = 158.7 \text{ Kcals. /Kg. /min.}$$

Con el fin de conocer el tiempo que debe durar la sesión de entrenamiento aeróbico, (caminata / trote), y dado que el consumo calórico individualizado ya está calculado; para conocer el VO_2Mx de entrenamiento en Litros de O_2 /min (valor relativo), se elimina el punto decimal, para convertirlo en mililitros de oxígeno y el resultado se divide entre el peso de la persona a fin de conocer el valor absoluto del VO_2Mx de entrenamiento en valor en $mlO_2/Kg / \text{min.}$

$$\text{Valor absoluto del VO}_2\text{Mx de entrenamiento} = \frac{\text{VO}_2\text{Mx Lts/min}}{\text{Peso corporal}}$$

$$\text{Valor absoluto del VO}_2\text{Mx de entrenamiento} = \frac{538 \text{ mlO}_2 / \text{min.}}{59 \text{ K}}$$

$$\text{Valor absoluto del VO}_2\text{Mx de entrenamiento} = 9.12 \text{ mlO}_2/\text{Kg./min}$$

Lo mencionado se aplica a entrenamiento de tipo aeróbico, fundamentalmente caminata y trote. Como se sabe que por cada mililitro de oxígeno se consumen 5 kilocalorías, para conocer la distancia que recorrerá el sujeto en un minuto, se multiplica el VO₂ de la persona por 5.

$$\text{Distancia a recorrer en un minuto} = 9.12 \times 5$$

$$\text{Distancia a recorrer en un minuto} = 45.6 \text{ mt. / min.}$$

Para establecer el tiempo que debe durar la sesión de entrenamiento, con una carga al 70% del VO₂Mx, se divide el Consumo calórico individualizado entre el Máximo de Oxígeno en mlO₂ /k / min., en:

$$\text{Duración de la sesión} = \frac{\text{Consumo calórico individualizado}}{70\% \text{ del VO}_2\text{Mx ml / Kg / min.}}$$

$$\text{Duración de la sesión} = \frac{158.7}{9.12}$$

$$\text{Duración de la sesión} = 17 \text{ minutos}$$

En este caso, la persona podrá caminar o trotar durante 17 minutos, a una velocidad de 45.6 mts/min, lo que equivale a un total de 775 metros y representa una carga del 70% de su VO₂Mx. Si la persona ha sido sedentaria por mucho tiempo y esto le representa un esfuerzo excesivo, puede disminuirse la intensidad del entrenamiento (distancia recorrida), hasta lograr un fortalecimiento general que les permita cumplir con el objetivo propuesto.

No necesariamente la sesión de entrenamiento debe ser continúa, pues como ya se mencionó, beneficio similar se obtiene dividiéndola en dos o tres periodos al día. Además, para alcanzar la reducción de calorías deseable, el entrenamiento aeróbico debe ser complementado con la ejecución de ejercicios programados en las otras áreas del entrenamiento (elasticidad, coordinación, y resistencia muscular), pudiéndose implementar esquemas variados que intercalen todas estas modalidades, como el que se propone a continuación:

Elasticidad 5 minutos

Trote / caminata 6 minutos

Ejercicios de resistencia 5 minutos

Ejercicios de coordinación 5 minutos

Trote / caminata 6 minutos

Ejercicios de elasticidad 5 minutos

Trote / carrera 5 minutos

Ejercicios de relajación 5 minutos

Con un programa de este tipo se busca lograr variaciones en los ejercicios para no hacerlo tedioso y evitar sesiones prolongadas de un mismo ejercicios que pueda producir fatiga al ejecutante.

El Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM), recomienda que para lograr resultados objetivos en la reducción del peso corporal total y de la masa magra el entrenamiento debe ser de tal intensidad y duración que puedan consumir de 250 a 300 Kilocalorías diariamente. Sin embargo, al tratar con adultos mayores o personas frágiles, tal vez sea recomendable disminuir la intensidad del entrenamiento, para consumir sólo 200 a 250 Kilocalorías, pues como ya se mencionó, los requerimientos calóricos en el adulto mayor son menores. Con el esquema de entrenamiento propuesto u otro similar, es posible lograr este objetivo y en la medida en que se incremente la capacidad individual y de acuerdo con el precepto de progresión del entrenamiento, aumentar la intensidad y duración del programa. A este programa se agrega una restricción calórica de 200-250 kilo cal. en 24 hr., lo cual sumado a las que se consumen durante el ejercicio da una reducción de 450 kilo cal. en 24 hr.

El ejercicio en personas con enfermedades crónico-degenerativas

Aún cuando el adulto mayor se le considere teóricamente sano, en la gran mayoría de los casos son portadores de por lo menos una enfermedad crónico-degenerativa que posiblemente se encuentre en fase asintomática, siendo éste el momento ideal para iniciar un programa de adecuación física. Sin embargo, cuando este tipo de enfermedades se encuentran en estado más avanzado y representa ya una limitación para la realización de las actividades diarias, el programa debe adaptarse a las condiciones clínicas del paciente. Para ello el Colegio Americano de Cirujanos hace algunas recomendaciones para la prescripción de ejercicios en determinadas condiciones patológicas.

- *Enfermedad articular degenerativa.*- Ciclismo estacionario, sin resistencia. Caminata en alberca o natación ligera. Ejercicios de la silla. Ejercicios de estiramiento. Entrenamiento de resistencia con el propio peso y pocas repeticiones.
- *Enfermedad arterial coronaria.*- Se harán bajo supervisión médica directa. Se recomienda ejercicios de tipo aeróbico. (Caminata y trote, ciclismo estacionario sin resistencia) A juicio del médico se pueden prescribir ejercicios de resistencia con el propio peso.
- *Diabetes Mellitus.*- Ejercicio aeróbico de moderada intensidad 50-60 del VO_2Mx , ó 60%-70% de la frecuencia cardíaca máxima), en sesiones de 10,15, o 20 minutos. Ejercicios de resistencia con el propio peso ó pesos mínimos. Flexibilidad, y trabajo de coordinación. En estos casos es necesario tener un control estricto de las cifras de glicemia y nunca se aplicará en personas que reporten cifras mayores de 240 dl/ml. En ellos únicamente se prescribirá caminata ligera.
- *Disquinecias y ataxia.*- Los ejercicio se hará con la persona sentada, para evitar caídas. Se trabajará flexibilidad, estiramiento y resistencia con el propio peso.
- *Síndrome doloroso lumbo-sacro.*- Inicialmente sólo ejercicios de elasticidad y flexibilidad para columna lumbar, los cuales deben ejecutarse hasta el punto en que aparezca molestia dolorosa, pero sin provocar dolor franco. En la medida que disminuya el dolor se agrega se agrega ejercicios de resistencia con porco peso, cuidando invariablemente mantener una posición neutral de la lordosis lumbar, sin producir hiperlordosis.

El fortalecimiento muscular no debe reducirse a los músculos lumbo-sacros, sino que se extenderá a los músculos dorsales. De la misma forma progresivamente se

ejercita a los músculos abdominales. Una vez que el dolor ha sido controlado se agrega caminata y trote como ejercicio aeróbico.

- *Osteoporosis.*- Se busca progresivamente incrementar la resistencia muscular para estimular las inserciones tendinosas en el hueso. Ejercicios de resistencia con cargas ligeras o propio peso en 3-4 sesiones durante el día, con pocas repeticiones. Ejercicios de estiramiento y flexibilidad. Si la osteoporosis es intensa, se preferirán los ejercicios sentado en una silla.
- *Enfermedad pulmonar obstructiva crónica.*- Se debe iniciar con ejercicios respiratorios. Ejercicios de elasticidad y estiramiento, sobre todo para músculos del tronco. Trabajo de resistencia muscular general con el propio peso o pesos ligeros. Caminata ligera
- *Hipotensión ortostática.*- En todo momento evitar los cambios bruscos de la posición acostada o sentada a la de pie. Caminata o ciclismo estacionaria de corta duración e intensidad ligera.
- *Hipertensión arterial.*- Trabajo aeróbico que involucre a grandes grupos musculares (caminata, trote, carrera, ciclismo, natación), siempre que las cifras no sean superiores a 160/210 mm de Hg. Trabajo de resistencia de intensidad baja y pocas repeticiones. Elasticidad y estiramiento.
- *Personas frágiles.*- El hecho de que una persona presente un deterioro funcional importante no implica que quede excluido totalmente de un programa de adecuación física. En ellos el primer paso radica en mantener la ventilación pulmonar mediante ejercicios respiratorios y la movilidad articular, lo cual en principio se hace con ejercicios asistidos por el personal médico, paramédico o algún familiar, buscando ampliar el rango de movilidad articular, hasta lograr que el paciente ejecute los movimientos por sí mismo. Una vez logrado esto se programarán ejercicios de resistencia con su propio peso. Posteriormente y en forma gradual, el asistente opondrá cierto grado de resistencia para incrementar el fortalecimiento muscular. En esta fase si es enfermo está en decúbito, se fortalecerán los con el mismo esquema, hasta lograr que adopte la posición sedente.

De lograrse esto, el programa se continuará sentado en una silla, poniendo especial énfasis en el fortalecimiento del cuádriceps para que pueda ponerse de pie (con ayuda) e iniciar caminata ligera y progresiva con andadera.

Recomendaciones dietéticas en el adulto mayor

El hacer una adecuada evaluación del estado nutricional del adulto mayor representa una serie de beneficios que van desde aspectos administrativos a la toma de decisiones que permitan dar orientaciones correctas al sujeto para modificar sus hábitos alimentarios, entre los que destacan.

- Un diagnóstico nutricional fundamentado.
- Planear acciones específicas.
- Establecer tendencia del problema.
- Determinar el tipo y grado de malnutrición.
- Estimar la disponibilidad de recursos.
- Detectar situaciones sociales, familiares y afectivas causantes del problema.

Por otra parte, para planear un régimen dietético en una persona adulta mayor debe tomarse en cuenta que la edad cronológica no siempre está de acuerdo con la edad funcional. Además, por lo general el adulto mayor es portador de uno o varios padecimientos

crónico-degenerativos, cada uno de los cuales con frecuencia requiere especial atención nutricional. Por último, las variaciones en el estado nutricional y en los requerimientos dietéticos son más amplias en este grupo etáreo que en las personas de menor edad.

Al margen de éstas consideraciones, el régimen dietético de ellos siempre se ajustará a la pirámide de los alimentos ampliamente publicada, en donde la base de ella se sustenta en la ingestión adecuada de verduras y frutas, de acuerdo a su edad; seguida del grupo correspondiente a granos, tubérculos y leguminosas. El tercer grupo lo integrarán los alimentos de origen animal y vegetal ricos en proteínas, y por último las grasas y azúcares en la menor cantidad posible.

La razón por la cual la reducción en la ingesta de calorías en cuanto a carbohidratos se refiere, radica en el hecho de que la ingestión de carbohidratos es capaz de producir meteorismo intenso, constipación intestinal, aumento de la insulina circulante y un incremento del peso corporal, por su fácil transformación en triglicéridos.

Una vez cumplidas estas premisas se cuidará que los alimentos conserven sus características, tener una presentación agradable, sin apartarse de las normas alimentarias y costumbres familiares. Uno de los errores más frecuentes es continuar en el adulto mayor los horarios de alimentación observados a lo largo de su vida y de acuerdo las costumbres tradicionales, pues en ellos existe una menor capacidad gástrica, con un período más largo de vaciamiento, por lo que es preferible fraccionar la ingesta de alimentos a 4 ó 5 toma al día.

Cuando se trata de un sujeto con sobrepeso, y cuando se ha determinado el excedente de peso en grasa, desde el punto de vista fisiológico la reducción será de un kilogramo por semana, lo cual equivale a disminuir la ingesta en 3,500 Kilocalorías semanales, que distribuidas entre 7 días, representa una disminución de 500 Kilocalorías diarias. Si el régimen dietético se combina con un programa de ejercicio en el que se estén consumiendo de 200 a 250 Kilocalorías, únicamente se restringirán de la dieta el déficit para completar las 500 que se han programado.

En un régimen dietético, es de vital importancia la técnica de cocción de los alimentos y los beneficios que ello reporta, según el objetivo que se haya propuesto para corregir el estado de malnutrición, ya sea energético-calórica o energético-proteica, los cuales se describen a continuación:

Técnica.	Beneficio.
Ebullición:	Aumenta el contenido de ag (carnes y verduras).
Cocina en olla a presión.	Conserva el volumen y características de los alimento.
Asado a la parrilla.	Disminuye las grasa y conserva los jugos naturales de las carnes.
Cocinado al horno.	Alimentos con poca grasa, pero con en mismo volumen y fácil digestión.
Freido de los alimentos.	Proporciona una dieta de poco volumen y alta en calorías.

Como puede apreciarse, la participación profesional especializado en la prescripción idónea de programa de ejercicio y elaboración de un régimen dietético adecuado, juegan un papel importante en la guía del paciente hacia la conservación y/o recuperación del estado de salud físico funcional, proporcionándole el soporte adecuado, informándoles sobre la

importancia de modificar positivamente su estilo de vida en lo referente al sedentarismo y la adopción de hábitos alimentarios saludables.

Cuadro 1. *Cuestionario de disposición la actividad física*

Por favor, lea con cuidado la preguntas que están a continuación y marque SI o NO en las respuestas que aparecen al lado de las preguntas respuestas aplicables en su caso.

SI	NO	1. ¿ Le ha dicho su médico alguna vez que tiene una afección Cardíaca y le ha recomendado solamente realizar actividad Física bajo supervisión médica?
SI	NO	2. ¿Le causa dolor en el pecho la actividad física?
SI	NO	3. ¿Ha tenido dolor en el pecho en el último mes?
SI	NO	4. ¿Suele perder el conocimiento o caerse por causa del mareo.
SI	NO	5. ¿Tiene algún problema de los huesos o las articulaciones, que podría agravarse con la actividad física propuesta.
SI	NO	6. ¿Le ha recomendado su medico algún medicamento para tratar la hipertensión arterial o una afección cardíaca.
SI	NO	7. ¿Sabe usted por experiencia propia o consejo del médico si hay cualquier otra razón física por la cual no deba hacer ejercicio sin supervisión médica?

Nota: Si usted tiene Alguna enfermedad pasajera, como un resfriado o no se siente bien en ese momento actividad.

Figura 1. *Disminución del consumo máximo de oxígeno de acuerdo a la edad en sedentarios sanos.*

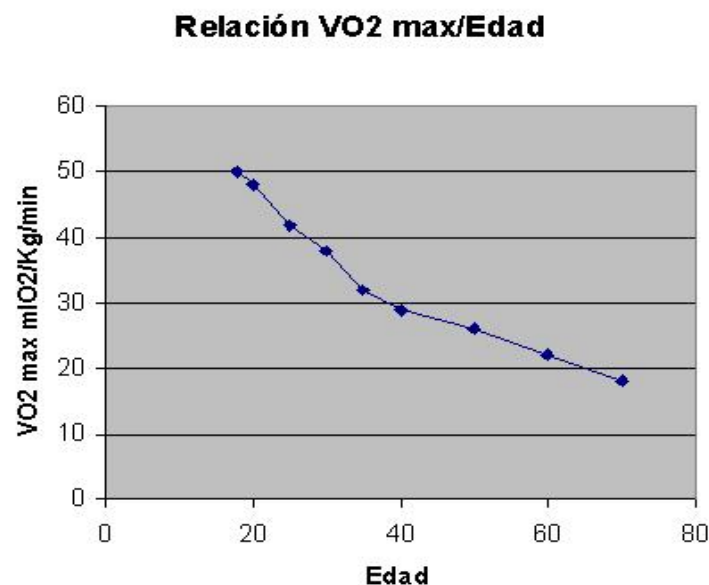
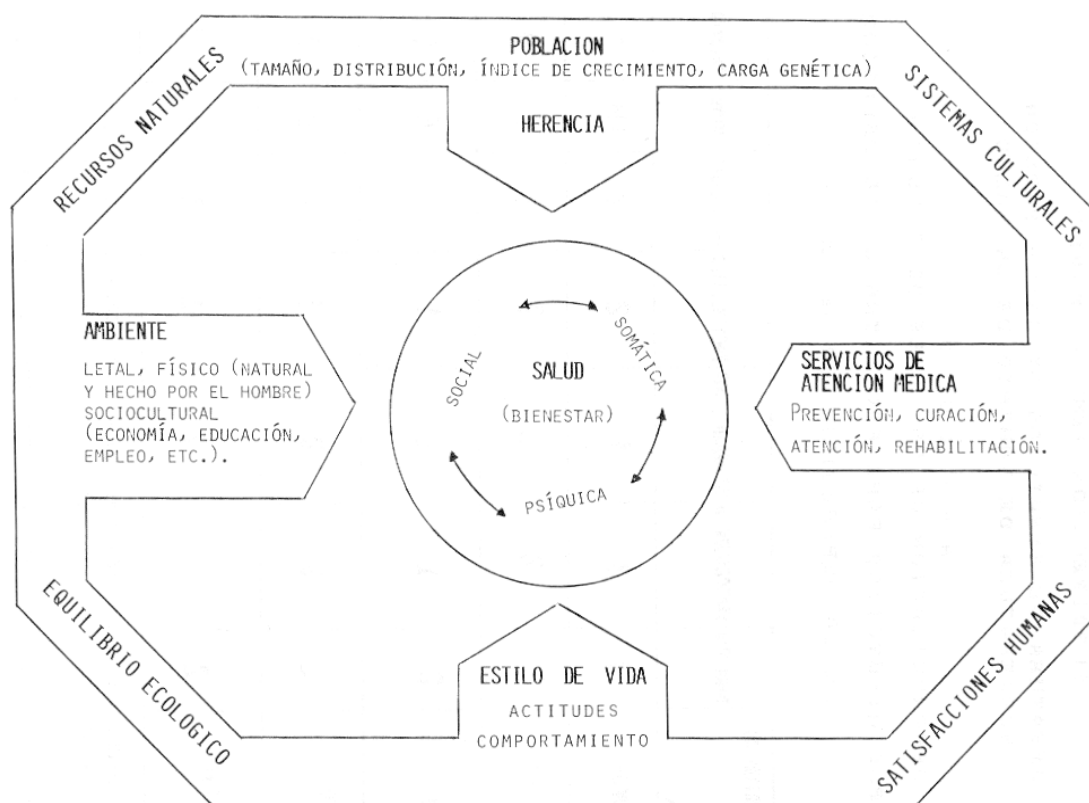


Figura 2. Factores que influyen sobre la salud.



FUENTE: BLUM HL: PLANNING FOR HEALTH, 2A. ED. HUMAN SCIENCES PRESS, 1980.

Cuadro 2. Factores de riesgo para enfermedad cardiovascular.

Señale con una "X", la o las condiciones que coincidan con sus condiciones personales.

() ¿Es usted varón mayor de 45 años?

() ¿Es usted mujer mayor de 55 años?

() ¿Le practicaron histerectomía?

() ¿ Ya pasó la menopausia?

() ¿Fuma usted?

() ¿Su presión arterial es superior a 140/90?

() ¿No conoce su presión arterial?

() ¿Toma medicinas para controlar su presión arterial?

() ¿Su colesterol en sangre es superior a 240 mg/dl.?

() ¿No le han hecho la prueba de colesterol?

() ¿Tiene familiares cercanos que hayan tenido un ataque cardíaco antes de los 55 años (padre o hermano), o mayor de 65 años (madre o hermana)

() ¿Es usted diabético (a), o toma medicamentos para controlar su azúcar en sangre?

() ¿Es usted físicamente inactivo. (por ejemplo: practica ejercicio programado menos 30 minutos al día y menos 3 días a la semana)?

() ¿Tiene usted exceso de peso de 10 Kg o más?

Sí usted marcó dos o más respuestas, es recomendable que consulte con su médico, antes de iniciarse en un programa de ejercicio.

Si ninguna de las preguntas anteriores, la contestó en forma positiva, podrá hincar su programa de acondicionamiento físico, sin ningún riesgo.

AHA/ACSM indicates American Herat Association/American College Sports Medicine.

Cuadro 3. Evaluación de la marcha. Escala de Tinetti.

Inicio de la marcha, después de dar la orden “adelante”	Cualquier tubeo o intentos múltiples para arrancar Sin titubeo.	= 0 = 1
Longitud del paso y altura.	a) Balanceo del pie derecho. No adelanta la posición del pie izquierdo Adelanta la posición del pie izquierdo El pie derecho no despega totalmente del piso. El pie derecho despega totalmente del piso. Balanceo del pie izquierdo No adelanta la posición del pie derecho. Adelanta la posición del pie derecho. El pie izquierdo no despega totalmente del piso	= 0 = 1 = 0 = 1 = 0 = 1 = 0 = 1
Simetría del paso.	La longitud del paso con el pie izquierdo y el derecho son desiguales. (aproximadamente) La longitud del paso con el pie izquierdo y el derecho son iguales. (aproximadamente)	= 0 = 1
Continuidad del paso.	Detenciones y discontinuidad del paso. El paso es aparentemente continuo.	= 0 = 1
Dirección de la marcha.	Desviación marcada de la marcha. Desviación moderada de la marcha, o emplea bastón o muleta para caminar. Sin desviación de la marcha y no usa bastón o muleta.	= 0 = 1 = 2
Posición del tronco.	Balanceo marcado del tronco o usa bastón o muleta. Sin balanceo pero con flexión de las rodillas, espalda o separa los brazos del tronco al caminar. Sin balanceo, sin flexiones y sin separar los brazos. No usa bastón o muletas.	= 0 = 1 = 2
Posición al caminar.	Separa los talones cuando camina. (amplía la base de sustentación) Los talones casi se tocan cuando camina.	= 0 = 1

Figura 3. *Evaluacion de la marcha. (Escala de Tinneti)*



Se traza una línea recta sobre el piso o se marca con tela adhesiva una línea recta.



Se observan las características del paso en una vista lateral.



Lo mismo se hace, observando la marcha del paciente en una vista de frente.
Se califica de acuerdo a la tabla.

Cuadro 4. *Evaluación del equilibrio.* Escala de Tinetti.

Balance sentado	Inclinarse o deslizarse en la silla. Sentado seguro.	= 0 = 1
Levantarse de la silla	Requiere de ayuda externa. Emplea los brazos para ayudarse. Se levanta sin ayuda de los brazos.	= 0 = 1 = 2
Intentos para ponerse de pie.	Requiere de ayuda externa. Para hacerlo requiere más de un intento. Se para al primer intento.	= 0 = 1 = 2
Equilibrio inmediatamente después de ponerse de pie (primeros 5 segundos)	Inestable, (se tambalea, mueve los pies o hay un balanceo evidente). Se mantiene estable, pero emplea bastón, muleta u otro tipo de apoyo. Se mantiene estable sin ayuda.	= 0 = 1 = 2
Equilibrio en posición de pie.	Inestable (se tambalea, mueve los pies o hay un balanceo evidente). Estable, pero con una distancia entre los talones mayor de 12 centímetros. Talones juntos, sin apoyo externo.	= 0 = 1 = 2
Empujón ligero: El examinador empuja ligeramente sobre el esternón con la palma de la mano al sujeto parado con los pies juntos y los ojos cerrados.	Inestable. Estable.	= 0 = 1
Giro de 360 grados con los ojos cerrados	Pasos discontinuos. Pasos continuos. Inestable (agarrarse, tambalearse) Estable.	= 0 = 1 = 0 = 1
Sentarse en la silla.	Inseguro (equivocar la distancia, caer en la silla). Usa los brazos para asegurarse, hay movimientos bruscos. Seguro, sin movimientos bruscos.	= 0 = 1 = 2

Se utiliza una silla sin descansa brazos.

Calificación máxima = 16.

Cuadro 5. *Prueba de flexibilidad.*

Es un indicador justo de la flexibilidad general del cuerpo.

- 1.- Se utiliza un banco de madera de aproximadamente 30 cm de altura con una regla fija de 50 cm en la superficie superior (ver esquema) haciendo coincidir el número 25 de la regla con la orilla del banco.
- 2.- Se coloca al sujeto sentado en el piso con los pies adosados a la superficie anterior del banco.
- 3.- Se le pide haga varios movimientos de flexión de cintura como calentamiento.
- 4.- Para la medición, se le solicita trate de alcanzar el banco, flexionando la cintura y, estirando los brazos y sin doblar las rodillas.
- 5.- Se mide el punto alcanzado con la punta de los dedos sobre la regla. Los valores antes del número 25 serán negativos y del 25 en adelante positivos.
- 6.- Se califica de acuerdo a la siguiente tabla.

<i>Flexibilidad</i>	<i>Mujeres</i>	<i>Hombres</i>
Excelente	15 ó >	10 ó >
Buena	1 a 14	5 a 9
Regular	0 a 13.9	24 a - 4.9
Mala	< -13.8	< - 23.9

Figura 4.



El explorado se sienta en el piso, con los pies apoyados sobre un banco de 30 cms de altura, en cuya cara superior se encuentra pegada una regla, tal como ya se indicó y se registra al mejor valor después de tres intentos.

Cuadro 6. *Velocidad de reacción. (Prueba de la Regla).*

Esta prueba valora la rapidez de la respuesta visomotora utilizando una regla graduada en centésimas de segundo, a través del siguiente procedimiento:

- 1.- Se le explica al sujeto en qué consiste la prueba.
- 2.- Se le solicita se siente en una silla con descansabrazos, recargando en él, el codo dominante
- 3.- El evaluador sujeta la regla del extremo proximal y le indica al evaluado que trate de asirla con sus dedos índice y pulgar, en cuanto él la suelte.
- 4.- Se harán tres intentos y se tomará el mejor.
- 5.- Se califica de acuerdo a la siguiente tabla:

Centésimas de segundo	Calificación
Menor de 0.14	Excelente
0.14 a 0.17	Muy buena
0.18 a 0.20	Buena
0.21a 0.24	Regular
0.25 o más	Mala

Figura 5.



a)

El examinador toma la regla por el extremo proximal y coloca el extremo distal entre el dedo pulgar e índice del examinado, indicándole que cuando el examinador suelte la regla, inmediatamente él o ella, tratará de sujetar la regla, para evitar que la regla caiga al piso.



b)

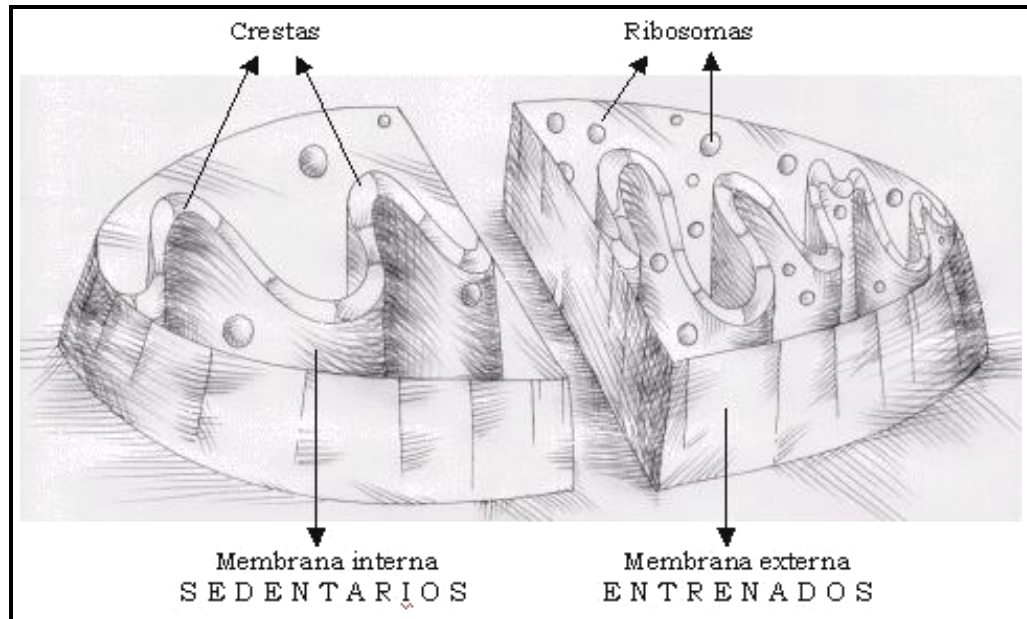
Al soltar la regla el examinador, el o la examinada detendrá la caída de la regla tan rápido como le sea posible con los dedos índice y pulgar. Se harán tres intentos y se registrará el mejor.



c)

El examinador registrará el punto de la escala en la que fue detenida, mismo que está marcada en centésimas de segundo.

Figura 6. Estructura de la mitocondria.



Cuadro 7. Valoración de la fuerza en miembros inferiores (Prueba de la Silla).

En virtud de que no existen parámetros para calificar esta cualidad física por grupos musculares en los adultos mayores, se propone valorar la fuerza de miembros pélvicos como punto de referencia a través de la prueba de la silla, siguiendo las siguientes instrucciones:

1. Se inicia con el sujeto sentado en una silla sin descansa-brazos y que permita que las articulaciones de cadera y rodilla tengan aproximadamente 90° de flexión.
2. La persona deberá pararse y sentarse, sin apoyo de las manos en ningún sitio tantas veces como le sea posible en un minuto.
3. Si se trata de un grupo de 10 personas o más, se tomará el promedio obtenido por el grupo y de ser posible la desviación estándar, para con estos datos estadísticos, hacer el seguimiento del grupo en cuanto a mejoría de la fuerza muscular, obtenido con el programa de adecuación aplicado.
4. Si el número de personas estudiadas es menor, se tomarán los valores individuales como punto de referencia, para en controles posteriores valorar el grado de incremento de la fuerza muscular.

Figura 7.



El explorado, sentado en una silla sin descansar brazos y las manos sobre las rodillas.



Se levantará de la silla, sin tomar punto de apoyo en ningún lado, incluyendo las rodillas.



Deberá ponerse de pie y sentarse, tanta veces como le sea posible en un minuto.

Cuadro 8. Registro de la ingesta de alimentos por semana.

Por favor, indique que alimentos acostumbra comer.

	<i>Menos de una vez a la semana.</i>	<i>No diario, pero por lo menos una vez a la semana.</i>	<i>Todos los días</i>
Leche, yogurt			
Queso			
Carne de res			
Carne de pollo			
Pescado			
Huevo			
Carne de cerdo			
Nueces o cacahuates			
Pan, cereal			
Papas, pastas, arroz			
Frutas, jugos			
Vegetales			
Frijoles, chícharos, ejotes, lentejas			
Mantequilla, Margarina			
Cocina con aceite			
Ensalada con aderezos			
Helados			
Galletas, pasteles			
Dulces			
Refrescos			
Café			
Te			
Alcohol			

Medical Nutrition Therapy Across the Continuum of Care 1996, The American Dietetic Association.

Cuadro 9. Clasificación del grado de obesidad.

Grado de obesidad	Índice de masa corporal
Grado III	40 ó >
Grado II	30 a 39.9
Grado I	25 a 29.9
Normal	19 a 24.9

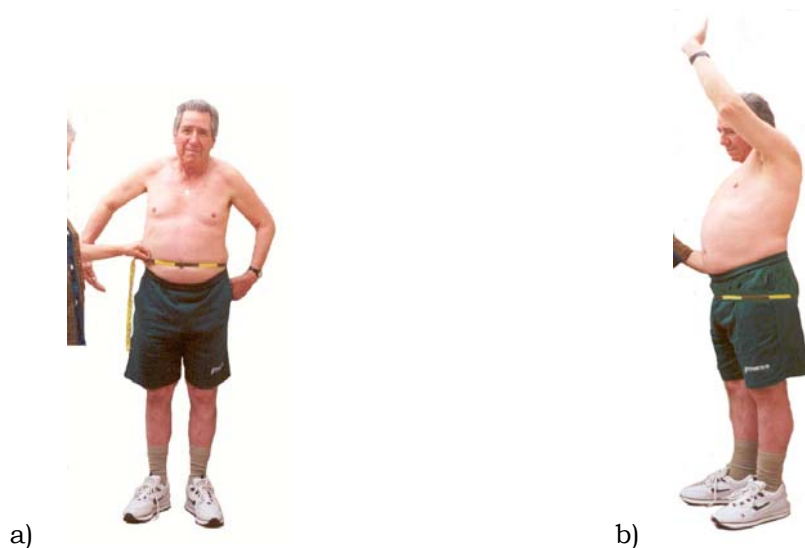
Garro JS. Treat obesity seriously. Edimburg Churchil Livingston, 1981, pp 3

Cuadro 10. Clasificación del grado de desnutrición.

Grado de Desnutrición	Índice de masa corporal
Normal	18.5 a 25
Riesgo de desnutrición	17 a 18.4
Desnutrición moderada	16 a 16.9
Desnutrición franca	< 16

Waterloo J. Clasificación and Definition of Protein-Energy Malnutrition. In Nutrition in P

Figura 8. Índice cadera cintura



a) La circunferencia de la cintura se toma al nivel de la cicatriz umbilical.

b) La circunferencia de los glúteos se toma en porción más prominente de los glúteos.

Figura 9. Técnica de Frankfort para la medición correcta de la estatura.



Se toma el mentón y la nuca y se hace tracción para tratar de descomprimir los discos intervertebrales.



Se orienta la cabeza, para hacer coincidir el ángulo de la abertura palpebral, con el trago del oído.



Se le pide al paciente que sostenga esta posición y así se registra la estatura.

Figura 10.



a)

P. Tricipital.-Mitad de la distancia entre la punta olecranon, en la cara posterior del brazo. Pliegue vertical.



b)

P. Bicipital.- A la misma altura del pliegue tricipital, pero en la cara anterior del brazo. Pliegue vertical.



c)

P. Supraíliaco.- Inmediatamente por arriba de la cresta iliaca. Pliegue oblicuo.



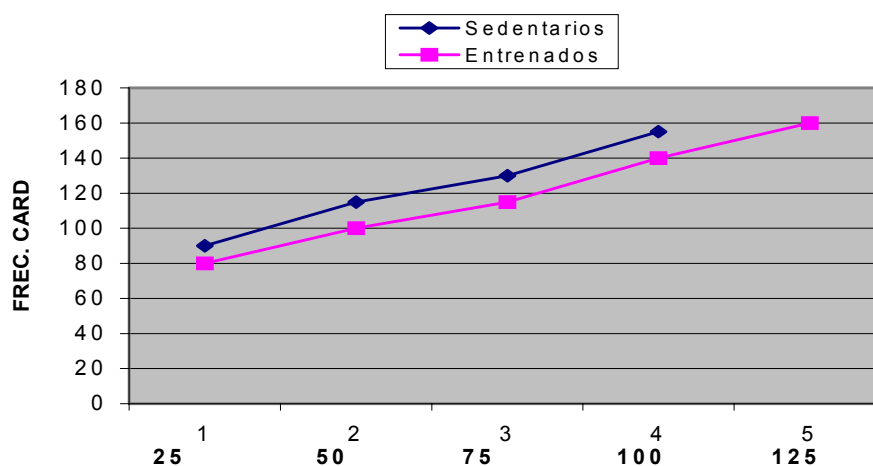
d)

P. Abdominal.- La mitad de la distancia entre el pliegue supraíliaco y la cicatriz umbilical. Pliegue tical

Cuadro 11. *Porcentaje de grasa por género y edad.*

<i>Edad</i>	<i>Hombres</i>	<i>Mujeres</i>
40 a 44	21.70	33.47
45 a 49	24.50	30.80
50 a 54	24.06	33.54
55 a 59	23.60	32.74
60 a 64	23.70	29.07
65 a 69	23.10	32.80
70 a 75	21.03	32.33

El Máximo Consumo de Oxígeno, Composición Corporal y Factores de Riesgo como indicadores Positivos de Salud, Positivos en Jubilados y Pensionados. Chávez-Samperio. Rev. Med. IMSS, May.Jun. 1995 (3; 33: 271-277

Figura 11. *Relacion entre frecuencia cardíaca y carga de trabajo en watts.*

Cuadro 12. *Rango de percepción al esfuerzo. Escala de Borg.*

<i>Rango de percepción Al esfuerzo físico</i>	<i>% de frecuencia cardíaca de reserva</i>
0 Sin esfuerzo	< de 30 %
1 Muy ligero	< de 30 %
2 Ligero	30% - 49%
3 - 4 Moderado	50 % - 74%
5 - 6 Fuerte	75% - 80%
7 - 8 Muy fuerte	81% - 90%
9 - 10 Extremadamente fuerte	> 90%

Cuadro 13. *Carga de trabajo en watts por genero y grupo de edad.*

<i>Grupo de Edad</i>	<i>Masculino (Watts)</i>	<i>Femenino (Watts)</i>
50-59	50	40
60-69	40	35
70 y más	35	30

Referencia: Chávez-Samperio, J. Máximo Consumo de Oxígeno (VO₂Máx), Composición Corporal y Factores de Riesgo como Indicadores Positivos de Salud en Jubilados y Pensionados. Rev.Med. IMSS, México, 1995; 33:271-277.

Figura 12. *Prueba de esfuerzo Chávez – Samperio.*



La persona deberá subir y bajar el banco al ritmo del metrónomo, durante seis minutos, al término de los cuales se determina la frecuencia cardíaca.

Cuadro 14. Consumo máximo de oxígeno (ml/kg.min-1) Mujeres.

<i>Edad en años</i>	<i>Bajo</i>	<i>Regular</i>	<i>Promedio</i>	<i>Bueno</i>	<i>Alto</i>
50 a 59	< 15	16 a 20	21 a 27	28 a 37	> 37
60 a 69	< 13	14 a 17	18 a 23	24 a 34	> 34
70 y más					

Cuadro 15. Consumo máximo de oxígeno (ml/kg.min-1) Hombres.

<i>Edad en años</i>	<i>Bajo</i>	<i>Regular</i>	<i>Promedio</i>	<i>Bueno</i>	<i>Alto</i>
50 a 59	< 18	19 a 24	25 a 33	34 a 42	> 43
60 a 69	< 16	17 a 22	23 a 30	31 a 40	> 41
70 y más					

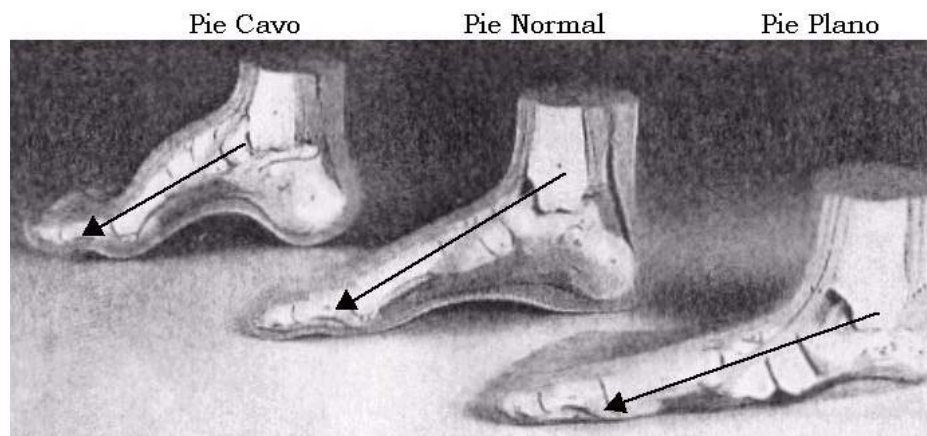
Medicine Preventive Center. Palo Alto, Cal. and from Survey of Published Sources.

Figura 13. Medición clínica del arco plantar longitudinal del pie.



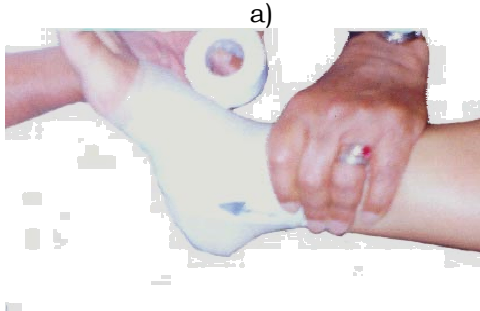
Medición de la altura del arco longitudinal del pie utilizando un abate-lenguas y un calibrador Vernier.

Figura 13. *Medición radiológica o clínica del arco longitudinal del pie.*

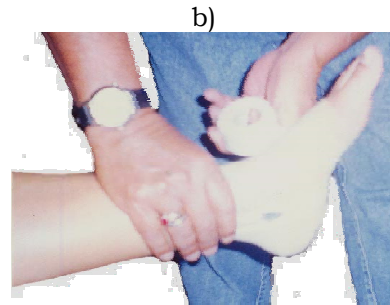


Se traza una línea que parte del centro del maleolo interno y termina en la articulación metacarpo-falángica del primer dedo. En el pie cavo, el escafoides se ubica por arriba de dicha línea. En el pie normal, dicha línea pasa sobre el escafoides y en el pie plano, el escafoides se ubica por debajo.

Figura 15. Vendaje correctivo para fascitis plantar (espolón calcáneo).



El dedo índice de la mano derecha se introduce en el centro del rollo de la tela adhesiva, para facilitar su deslizamiento. Se inicia el vendaje, sujetando con firmeza el extremo superior de la tela adhesiva, al nivel del borde posterior del maleol interno, para con suficiente tracción llevarla a través del arco longitudinal en forma diagonal, hasta la parte anterior del pie, sobre el 2/o metatarsiano.



Se repite el procedimiento en el lado, iniciando sobre el borde posterior del maleolo opuesto, fijando con firmeza el extremo superior de la tela adhesiva y se tracciona con firmeza, para llevarla en forma diagonal sobre el arco longitudinal del pie, para terminar en la parte superior del 4/o metatarsiano.



c)

El objetivo del vendaje es proporcionar soporte al arco longitudinal del pie, con el estiramiento de la fascia plantar en el momento de apoyo del pie y en consecuencia la irritación del periostio del calcáneo y la formación del espolón.



d)

Nunca se debe cerrar el vendaje en la parte anterior del pie, para evitar el bloqueo de la circulación.

Figura 16. Alteraciones ortopédicas más frecuentes en la columna, rodillas y pies del adulto mayor.



Puede existir un genu y tibia vara con rotación interna de las rotulas, pie plano valgo, arco anterior vencido y hallux valgus bilateral.



También es posible detectar un genu valgo de rodillas, con rotación externa las rótulas, el pie plano y el hallux de primer dedo de los pies.



En la observación de la parte posterior del cuerpo se puede apreciar descenso del hombro, vértice escapular, aumento del pliegue cutáneo costal y descenso del pliegue poplíteo derechos. También se detecta un varo o valgo de talón.

- Ejercicios de elasticidad y estiramiento (streaching).

Ejercicios I.

A) Estiramiento de músculos cervicales.



a)

Hacer 10 flexiones del cuello Al frente.



b)

Hacer 10 rotaciones laterales a cada lado.



c)

Hacer 10 flexiones laterales a cada lado.

B) Estiramiento de columna y hombros.



a)

Sentado en el piso, con las piernas separadas, alcanzar el piso con las manos, flexionando la columna lo máximo posible.



b)

Tomando con una mano la del lado opuesto y tratar de estirar toda la extremidad frente al tórax, lo más que se pueda.



c)

Enlazar ambas manos por la espalda y una vez juntas, subirlas por la cara posterior del tórax, hasta donde se pueda.



d)

Pasar una mano por la espalda y la otra sobre el hombro, tratando de alcanzar ambas manos por la espalda.

Nota.- Los ejercicios podrán provocar ligera molestia, pero no dolor. Se harán de 5 a 10 repeticiones, sosteniendo la posición por 10 segundos y descansando 10 segundos.

Ejercicios II.

A). *Estiramiento de músculos anteriores y posteriores de piernas.*



Caminar sobre la punta de los pies un tramo aproximado de 3 mts.



Regresar caminando sobre los talones. Hacer 10 repeticiones de cada uno.

B). *Estiramiento de músculos de cadera y muslo.*



De pie, con los pies separados y las manos en la cintura.



Flexionar las rodillas a 45 grados aproximadamente y hacer 10 repeticiones.

Ejercicios III.

A). Estiramiento y flexibilidad de tobillos.



a)

- 1) De pie frente a la pared a 15 cms de distancia apoyar las manos en la pared.
- 2) Con la pierna derecha y el tobillo flexionado tocar la pared tratando de empujarla con el pie.
- 3) Hacer el mismo ejercicios con la otra pierna.
- 4) Efectuar 10 repeticiones con cada pierna.



b)

- 1) Sentado y sosteniéndose de la silla con las manos.
- 2) Estirar las piernas y tocarse la punta de ambos pies.
- 3) Después de 5 a 10 segundos, girar los tobillos para tocarse ambos talones.
- 4) Repetir cada movimiento de 5 a 10 veces.

B) Flexibilidad y estiramiento de cadera, pubis, glúteos y rodillas.



c)

- 1) En posición de pie, elevar el muslo tomando las rodillas con ambas manos y tratar de flexionar la cadera a 120 grados.
- 2) Repetir el ejercicio con la pierna contraria.
- 3) Hacer el ejercicio 5 a 10 veces con cada pierna.



d)

- 1) De pie, al lado de una barda o una mesa se coloca una mano en la mesa o la barda como punto de apoyo y la otra en la cadera.
- 2) La pierna distante a la mesa o barda se lleva hacia atrás lo máximo posible
- 3) Repetir el ejercicios 10 veces con cada pierna.

Ejercicios IV.

Estiramiento de músculos de cadera y posteriores de muslo y pierna.

A). *Estiramiento de pierna simple.*



1. Acostado boca arriba con las piernas flexionadas.
2. extender toda la pierna, sin flexionar la rodilla, lo máximo posible, hasta sentir la tensión en los músculos posteriores sin que esto provoque dolor.
3. Repetir el ejercicio con la pierna contraria. Hacer diez estiramientos con cada pierna.

B). *Estiramientos de pierna máximos.*



1. Acostado boca arriba con las piernas flexionadas. Extender una pierna tomando la pantorrilla con ambas manos.
2. Tratar de llevar la pierna hacia la cara hasta que se sienta tensión en los músculos de atrás de muslo y pierna, sin que provoque dolor. Repetir con la pierna contraria. Hacer diez estiramientos con cada pierna.
3. Hacer 10 repeticiones con cada pierna.

Ejercicios V.

A). Estiramiento de músculos posteriores dorsales de muslo y pantorrilla.



a)

1. La persona se coloca de pie frente a una pared, con los pies a 15-20 cms. de distancia de la pared.
2. Apoyar la manos en la pared con los brazos estirados.
3. Flexionar los codos hasta tocar la pared con el mentón, manteniendo recta la columna dorsal.
4. Volver a la posición de pie.
5. Hacer 10 repeticiones.

B). Flexibilidad de músculos de columna lumbar.



b)

1. En posición de pie. Flexionar la columna lumbar.
2. Tratar de tocar la punta de los dedos de los pies, sin flexionar las rodillas.
3. Volver a la posición erecta.
4. Hacer diez repeticiones.

- Ejercicios de coordinación con un compañero.

Ejercicios I.

A). Coordinación audiomotora.



1. Se forma un círculo con los compañeros de grupo.
2. Se coloca a la persona en estudio en el centro del círculo
3. La persona debe estar con los ojos tapados.
4. Al azahar, uno de los compañeros hará un sonido, ya sea aplaudiendo, con un silbato o alguna otra forma.
5. La persona en estudio debe señalar quien de los compañeros hizo el sonido.

B). Coordinación visomotora.



1. Se coloca el explorador frente a la persona en estudio.
2. Se le explica que sin hablar el explorador le señalará con un dedo la parte de su cara que se debe tocar. (el oído, frente, la nariz, etc.)
3. Al principio lo hará despacio, aumentado progresivamente la velocidad, para observar el grado de respuesta.

- Ejercicios de coordinación con pelota.

Ejercicios I.



a)

Pasar la pelota por detrás de la cabeza.



b)

Pasar la pelota por debajo del muslo.



c)

Pasar la pelota por detrás de la espalda.



Recibir la pelota sin botar hacia el lado derecho lanzada por un compañero, sin previo aviso.



Lo mismo que el ejercicio pero lanzada hacia el lado izquierdo por un compañero, sin previo aviso.



Recibir la pelota, previo bote, lanzada por un compañero en diferentes direcciones.

- Ejercicios de fuerza con el propio peso.

Ejercicio I.

A). Fortalecimiento de músculos posteriores de pierna y lumbares.



1. Acostado boca abajo apoyándose en las manos y los brazos, en con las piernas estirada.
2. Elevar la pierna derecha, sin flexionar la rodilla, tanto como sea posible hasta sentir la tensión en los músculos de la pierna y la cadera, sin que provoque dolor.
3. Repetir el ejercicio con la pierna contraria.
4. Hacer de 5 a 10 estiramientos con cada pierna.

B). Fortalecimiento de músculos aductores de la cadera y muslo.



1. Acostado de lado, descansando la cabeza sobre el brazo.
2. Elevar la pierna superior, sin doblarla, lo más que sea posible.
3. Hacer de 5 a 10 repeticiones.
4. Acostarse sobre el lado contrario y repetir el ejercicio con la otra pierna.

Ejercicios II.

A). Fortalecimiento de músculos dorsales y lumbares.



1. Acostado boca arriba con los brazos cruzados sobre el pecho
2. Flexionar el tronco, tratando de tocar el pecho con la barbilla.
3. Hacer 5 a 10 repeticiones.

B). Fortalecimiento de músculos dorsales y lumbares.



1. De rodillas con los brazos cruzados sobre el pecho.
2. Hacer una flexión del tronco, tratando de tocar el tórax con la barbilla.
3. Hacer 5 a 10 repeticiones.

Ejercicio III.

Fortalecimiento de músculos anteriores de muslo y pies.



1. Sentado en una silla (sin descansar brazos) colocar las manos sobre las rodillas.
2. Ponerse en posición de pie utilizando solo la fuerza de las extremidades inferiores sin apoyarse con las manos sobre las piernas u otro objeto.
3. Hacer de 5 a 10 repeticiones.

- Ejercicios de fuerza contra resistencia con ligas.

Ejercicios I.

Fortalecimiento de músculos de brazo.



1. Se sostiene un extremo de la liga con un pie.
2. El extremo opuesto se toma con ambas manos, con las palmas hacia abajo.
3. Se elevan los brazos al frente, estirando la liga lo más posible.
4. Se efectúan de 5 a 10 repeticiones.
5. Si se puede trabajar primero un lado y luego el otro.

Fortalecimiento de músculos del hombro y dorsales.



1. El ejercicio se puede hacer sentado o de pie.
2. Se sostiene la liga con los pies
3. El extremo opuesto se toma con ambas manos con las palmas hacia abajo.
4. Se estira la liga girando los codos hacia fuera, lo máximo posible
5. Se efectúa de 5 a 10 repeticiones

Ejercicio II.

Fortalecimiento del bíceps.



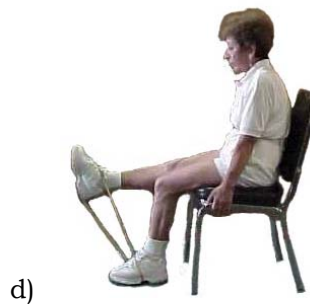
1. Se puede hacer sentado. Con un pie se sostiene la liga.
2. Tomar con la mano el extremo opuesto y flexionar el codo al máximo.
3. Hacer 5 a 10 repeticiones.

Fortalecimiento de músculos posteriores del brazo (tríceps) y hombro.



1. Con una mano se toma aproximadamente la liga a la mitad.
2. Con la otra se toma el extremo distante de la liga.
3. Se trata de estirar la liga al máximo posición.
4. Se realizan de 5 a 10 repeticiones.

Fortalecimiento de cuádriceps.



1. Se fija un extremo de la liga a la silla o al otro pie.
2. El extremo contrario de la liga si fija al dorso del pie contrario y se extiende la pierna.
3. Hacer 10 repeticiones.

- Ejercicios contra resistencia con peso.

Ejercicios I.



a)

De pie, con los brazos al lado del cuerpo, levantarlos hasta llevarlos por encima de la cabeza.



b)

Acostado boca arriba, abrir los brazos en cruz, levantar los lateralmente, hasta colocarlos frente a la cara.



c)

De pie hacer flexiones de los codos al frente de 45° al máximo.



d)

De pie, levantar las manos frente al cuerpo, flexionando lateralmente los codos a 90° y las manos frente a los hombros.



e)

Sentado, con el codo apoyado en el muslo, hacer flexiones y extensiones del antebrazo.



f)

De pie, llevar los brazos hacia atrás, lo máximo posible.

Anexos

Tabla de logaritmos para el calculo de porcentaje de grasa.
(Durning y Womersley)

<i>Suma de Pliegues</i>	<i>Logaritmo</i>	<i>Suma de pliegues</i>	<i>Logaritmo</i>
15	1.1761	150	2.1761
20	1.3010	120	2.0792
25	1.3979	125	2.0969
30	1.4771	130	2.1139
35	1.5441	135	2.1303
40	1.6021	140	2.1461
45	1.6532	145	2.1614
50	1.6990	150	2.1761
55	1.7404	155	2.1903
60	1.7782	160	2.2041
65	1.8129	165	2.2175
70	1.8451	170	2.2304
75	1.8751	175	2.2430
80	1.9031	180	2.2553
85	1.9294	185	2.2672
90	1.9542	190	2.2788
95	1.9777	195	2.2900
100	2.0000	200	2.3010
105	2.0212	205	2.3118
110	2.0414	210	2.3222

Por la extensión de la tabla que representaría presentar los logaritmos de unidad en unidad, se prefirió hacer de 5 en 5 unidades. Para el cálculo de porcentaje de grasa, cuando la suma de pliegues se encuentre entre dos unidades, se tomará la más cercana al resultado obtenido en la suma de los mismos.

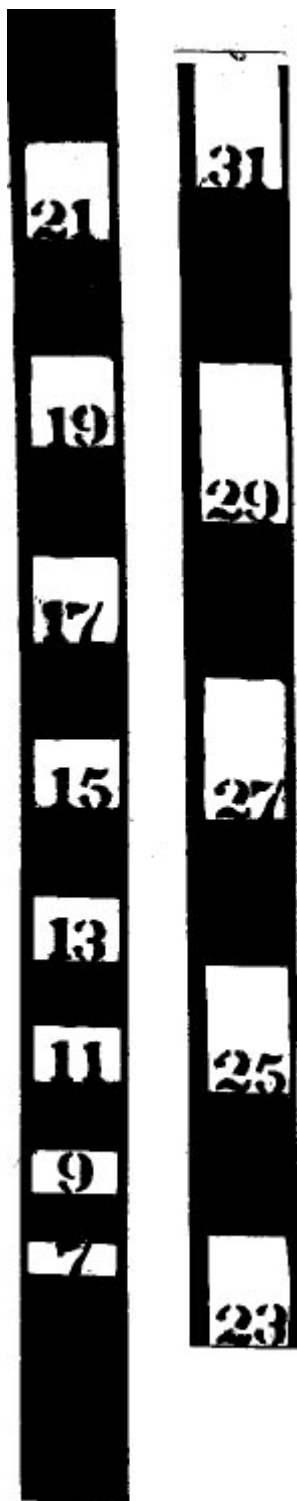
Bibliografía

- 1.- AlemanMateo,H., Esparza-Romero,J., Valencia, M.E.: Antropometría y Composición Corporal en Personas mayores de 60 años. Importancia de la Actividad Física.. Rev. Salud Pública de mex. Vol. 41 (4) Jul-Ag. 1999.
- 2.- Acoltzin,C.: Prueba de Esfuerzo Combinada para Diagnóstico de Cardiopatía Isquémica. Rev. Med. IMSS (Mex) 1995; 33:453-456..
- 3.- Anaya-Coeto,S., Fuentes,J., Sánchez-González, M.L., Mendoza-Zubieta,B., Chávez,J.M., Altamirano-Bustamante,E.: Osteoporosis. Rev. Med. IMSS (Mex) 1997; (6): 443-450.
- 4.- Bouchard, C.:Body Composition, Energy Balance, and Weight Control. Pags. 752-819 In Exercise Physiology McArdle W y Cols. Fifth Edit. Lipincott Williams & Wilkins 2001Baltimore Maryland, U.S.A..
- 5.- Blair, S.N.: Exercise Successufl Aging, and Disease Prevention. Pags 869-911. In Exercise Physiology McArdle W y Cols. Fifth Edit. Lipincott Williams & Wilkins 2001Baltimore Maryland, U.S.A.
- 6.- Campaigne,B.: Exercise and Diabetes Mellitus. in in ACSM's Resource Manuan for Guidelines for Exercise Testing and Prescriptions. Third Edition. pp. 267-274 Williams & Wilkins a Waverly Company, Baltimores Maryland. 1998.
- 7.- Chávez-Samperio, J.: El Máximo Consumo de Oxígeno (VO₂Mx), Composición Corpora y Factores de Riesgo como Indicadores Positivos de Salud. Rev. Med. IMSS (Mex) 1995;33:271-177.
- 8.- Chumlea,W.C.: Anthropometric Assesment of Nutritional Status in the Elderly. in Anthropometric Assesment of Nutritional Status. pp. 399-418. A John Wiley & Sons Inc. Publication. New York 1991.
- 9.- Cornejo-Navarro,M.R., Rivero-Cisneros,A.E., Fuentes,B.L., Agripino-García,F., Mendiola-Anda,C.: Asociación de la Edad con las Características Antropométricas y la Composición Corporal en los Ancianos Adultos. Rev. Med. IMSS (Mex) 1996:34 (3):215-220.
- 10.-Crúz-Abrego,O.J., Cajina-Bermúdez,A.H., Tomioka-Suzuki,C., Vázquez-García,J.D., Mansilla-Olivares, A.: Disminución de la Capacidad Física como Factor de Riesgo. Rev. Med. IMSS (Mex) 1994;32:439-442.
- 11.-Deyle, G.D., Henderson, N.E., Matkel,R.L. et. al.: Manual Physical Therapy and Exercise Helpful for Knee Osteoarthritis. Ann. Internal Me. 2000; 132 (3):173-181.
- 12.-Dvorak, R.V., Tchernof, A., Starling, R.D., et al.: Greater emphasis Needed on Aerobic Exercise in the Elderly. J. Clin. Endocrinol. Metab. 2000; 85 (3):957-963.
- 13.-Férez-Santander, S.M., Shapiro,M.: Adaptación a la Prueba de Esfuerzo. Salvat Mexicna de Editores, S.A. de C.V. Mex. 1981.
- 14.-Durning,J.V., Womersley,J.: Body Fat Assesment Fromm Total Body Density ans Its Estimation fron Skinfold Thikness measurements on 481 Men and Women aged 16 to 72 years. Br.J. Nutr. 1974 32: 77-97.
- 15.-Exercise for Older Adults. ACE'S Guide for Fitnness Professionals. American Council on Exercise. San Diego Calif. 1998.
- 16.-Fitness. Teoría y Práctica. Ed. Scriba, S.A. Barcelona, Esp. 1993.

- 17.-Gardner, A.W., Poehlman, E.T.. Predictors of the Age-related Increase in Blood Pressure in men and women. *J. Gerontolog. A. Biol. Sci. Med. Sci.* 1995 Jan; 50A (1): M1-6.
- 18.-Gill,M.T., DiPrieto L., Krumholz,H.M.: Role of Exercise Stress Testing and Safety Monitoring for Older Persons Starting an Exercise Program. *JAMA* Jul 19; Vol 284 (3): 342-349.
- 19.-Giovannucci,E., Ascheiro,A., Rimm,E.B., Coldits,G.A., Stampfer,M.J., Willet,W.C.: Physical Activity, Obesity, and Risk for Colon Cancer and Adenoma in Men. *Ann Intern. Med* 1995;122:327-334.
- 20.-Grabiner,M.D., Martin,P.E.: Biomechanics and Physiology of Posture and Gait. in *ACSM's Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescriptions*. Third Edition. pp111-115. Williams & Wilkins a Waverly Company, Baltimores Maryland. 1998.
- 21.-Gray,D.S.,bray.G.A.:Anthropometric Assesmente in an Adult Obesituy Clinic. in *Anthropometric Assesment of Nutritional Status*. pp. 383-391. A John Wiley & Sons Inc. Publication. New York 1991.
- 22.-Greiner,P.A., Snowdon,D.A., Greiner,L.H. The Relationship of Self-rated Function and Self-rated Health to Concurrent Functional Ability, Functional Decline, and Mortality: Findings from the Nun Study. *Journal of Gerontology: Social Sciences*. 1996 Vol. 51B No 5: 5234-5241.
- 23.-Going,S., Davis,R.: Body Composition. in *ACSM's Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescriptions*. Third Edition. pp: 378-386. Williams & Wilkins a Waverly Company, Baltimores Maryland. 1998.
- 24.-González-Solorio,C., Martínez-Díaz,S., Arredondo-Pérez,B., González-Villalpando,M.E., Rivera-Martínez,D., Stern,M.P.: Factores de Riesgo Cardiovascular en la Ciudad de México. Estudio en Población Abierta. *Rev. Med. IMSS (Mex)* 1996;34 (6): 461-446.
- 25.-Guerrero-Romero,J.F., Rodríguez-Morán,M.: Diabetes Mellitus: Un Análisis de Mortalidad por Causa Básica. *Rev. Med. IMSS (Mex)* 1996;34 (1):43-48.
- 26.-Hapenen,N., Miilunpalo,S., Vouri,I., Oja,P., Pasanen,M. Association of Leisure TimePhysical Activity with the Risk of Coronary Heart Disease, Hipertension and Diabetesn in Middle-aged Men and Women. *Int. J. Epidemiol.* 1997 Aug. 26 (4): 739-747.
- 27.-Heart,G.W.: Exercise Programming for Older Adult. in *ACSM's Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescriptions*. Third Edition. pp: 516-520. Williams & Wilkins a Waverly Company, Baltimores Maryland. 1998.
- 28.-Heath,G.W., Fentem,P.H.: Phisical Activity among persons with disabilities. A Public Health Perspective. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 1997; 24: 195-234.
- 29.-Hernández-Corvo, R.: *Morfología Funcional Deportiva*. Edit. Científico-Técnica. La Haba, Cuba. 1987.
- 30.-Israel,D.: Nutrition. in *ACSM's Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescriptions*. Third Edition. pp: 387-393. Williams & Wilkins a Waverly Company, Baltimores Maryland. 1998.
- 31.-Jackson,A.S., Pollock, M.L.: Generalized equations for predicting body density in men. *Br. Journal* 1978, 40: 497-504.
- 32.-Jackson, A.S., Pollock, M.L.: Generalized equations for predicting body density of women. *Med. Sci. Sports Excerc.* 1980, 12:175-182.
- 33.-Kuczmarski,R.J.: Need for Body Composition Information in Elderly Subjects. *Am.. J. Clin. Nutr.* 1989;50:1150-1157.
- 34.-Leyva-González, F.A., Mata-Velázco,G., Salas-Romero, M.F.: Deperesión en Jubilados no Activos. Estudio de 234 casos. *Rev. Med. IMSS (Mex)* 1995;33:51-558.

- 35.-Loham,T.G.: Anthropometric Assesment of Fat-Free Bpdy Mass. in Anthropometric Assesment of Nutritional Status. pp. 173-183. A John Wiley & Sons Inc. Publication. New York 1991.
- 36.-Lohman,T.G., Roche,E.F., Martorell,R.: Anthropometric Standarization Reference Manual. Human Kinetics Book,1988. A Division of Human Kinetics Publishers, Inc. Champaing,IL.
- 37.-Lohmn,T.G.: Skinfolde and Body Density and Their Relation to Body Fatness: A Review. Human Biology, Vol. 53 (2): 181-255.
- 38.-Mazzeo, R.S., Cavanagh, P., Evans, W.J., Fiatarone, M.,Hagberg, J., McAuley, E., Starzell, J.: Exercise and Phyaicl Activity for Older Adults. Med.Sci. Sports Excer., 1998 Vol. 30 No. 6: 992-1008.
- 39.-Miura,M., Khoda,S., Mino,Y., Aoyama,H.: Training intensities for aeróbic exercise determined on untrained Healty Men. Acta Med. Okayama. 1995 Apr; 49 (2): 107-112.
- 40.-Morris,J.N., Hardam,A.E.:Walking to Health. Sports Medicine 1997 May; 23 (59): 306-332.
- 41.-Murray,C.J.L., Lopez,A.D. The Global Burden of Disease. Pp 1-39 Harvar University Press. 1997
- 42.-Plas,F., Viel,E., Blanc,Y.: La Marcha Humana. Cinesiología, Dinámica, Biomecánica y Patomecánica. Edti. Masson. Barcelona Esp. 1984.
- 43.-Physical Dimensions of Aging. Waneen W Spirduso, Ed. The University or Texas. Human Kinetics. 1995.
- 44.-Pohelman,E.T., Gardner, A.W., Goran,M.I., Arciero, P.J. Toth,M.J., Ades.P.A., Calle-Escandon,J.: Sympathetic Nervous Sustem Activitiy. Body Fatness, and Body Fat Distribution in Younger and Older Males. J. Apply Physiol. 1995 Mar; 78 (3): 802-806.
- 45.-Poehlman, E.T., Toth, M.J., Bunyard, LB., Gardner, A.W., Donaldson,K.E., Colman,E.,Fonong,T., Ades,P.A.:Physiological Predictors of Increasing Total and Central Adiposity in Aging Men and Women. Arch. Intern. Med. 1995 Dec 11-25; 155(22): 2443-2448.
- 46.-Pollock,M.L., Jackson,A.S.: Research Progress in Validation of Clinical Methods of Assessing Body Composition. Med. and Sci. in Sports Medicine. 1984Vol 16 No.6 606-613.
- 47.-Pollock, M.L. Gaesser,G.A., Butcher, J.D., Després, J.P., Dishman,R.K. Franklin, B.A.. Garber,C.E.: The Recomendén Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness, and Flexibility in Healthy Adults. Med, Sci. in Sports and Execise. 1998 Vol. 30 No.6: 975-1991.
- 48.-Proyecto de Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-1994, para la Prevención, Tratamiento y Control de la Diabetes. Rev. Med. IMSS (Mex) 2000; 38 (6): 477-495.
- 49.-Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-030-SSSA2-1999, Para la Prevención, Tratamiento y Control de Hipertensión Arterial. SS. Rev. Med. IMSS (Mex) 2001; 39 (1): 67-87.
- 50.-Proyecto MUÉVETE. Manual del Personal de Salud. Evaluación y Orientación Médicas Referentes a la Actividad Física. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud.
- 51.-Rohm,D., Haskell,W.L, Taylor,C.B., Fortman,S.P.: Efecto of Community Health Education on Physical Activity Knowledge. American J. of Epidemiology 1996 14; 3: 264-274.
- 52.-Ross,S.J., Poehlma,E.T., Johnson,R.K., Ades,P.A.: Body Fat Distribution Predicts Cardiac Risk Factors in Older Female Coronary Patients. J. Cardiopulm. Rehabil. 1997 Nov-Dec; 17 (6): 419-427.

- 53.-Ross, R., Pedwell,H., Rissanen, J.: Effects of Energy Restriction and Exercise on Skeletal Muscle and Adipose Tissue in women as mesasured by magnetic resonnce imaging. *Am J. Clin. Nutr.* 1995 Jun; 61 (6): 1179-1185.
- 54.-Shaw,J.M., Witzke,K.A.: Exercise for Skeletal Health and Osteoporosis Prevention. in ACSM's Resource Manuan for Guidelines for Exercise Testing and Prescirptions. Third Edition. pp: 2288-293. Williams & Wilkins a Waverly Company, Baltimores Maryland. 1998.
- 55.-Shephard,R.J.: What is the Optimal Typoe of Physical Activity ton Enhance Health.. *Br. J. Sports Med.* 1997 Dec; 31 (4): 277-284.
- 56.-Shephar, R.J., Astrand, P.O.: *La Resistencia en el Deporte.* Edit. Paidotribo. Barcelona,Esp.
- 57.-Sisto,S.A., LaManca,J., Douglas,L., Cordero,B.A., Michel,TB., Steven,PE., Drastal, S., Bodoa,WL., Wlter,N.T., Natelson,B.H.: Metabolic and Cardiovascular Effects of a Progressive Exercise Test in Patients with Chronic Fatigue Syndrome. *Am. J. Med.* 1996;100:634-640.
- 58.-Snayder,K.A., Donelly, J.E., Jabobsen,D.J., Hertner,G., Jakicic, J.M.: The Effects of Long Term, Moderate Intensity, Intermitent Exercise on Aerobic Capacity, Body Composition, Blood Lipids, Insulin and Glucose in Overweight Females. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 1997 Dec; 21 (12): 1180-1189.
- 59.-Solorio,S.,Baudi,E.,Yáñez,M.A.,Contreras,A.,Velázquez,J.,Verduzco,R.: Distribución de la Grasa como Factor de Riesgo Coronario. *Rev. Med. IMSS (Mex)* 1996; 34 (6):445-448.
- 60.-Sowers,M. González-Villalpando,C., Stern, M.P., Fox,C., Mitchel,B., Relationships Between Physical Cativity, Insulin Levels and Lipids in Non-Diabetic Low Income Residentes of Mexico City: The Mexico City Diabetes Study. *Archives of Medical Research.* 1995 Vol. 26 (2): 133-140.
- 61.-Spiers,N., Jagger,C.,Clarke,M.: Physical Function and Percive health: Cohort Differences and Interrelationships in Older People. *Journal of Gerontology Social Sci.* 1996 Vol. 51B No 5: 5226-5233
- 62.-Stewart,K.J.: Exercise and Hipertension. in ACSM's Resource Manuan for Guidelines for Exercise Testing and Prescirptions. Third Edition. pp: 275-280. Williams & Wilkins a Waverly Company, Baltimores Maryland. 1998.
- 63.-Thomas,R., KaFontaine,T.: Exercise and Lipoproteins. in ACSM's Resource Manuan for Guidelines for Exercise Testing and Prescirptions. Third Edition. pp: 275-280. Williams & Wilkins a Waverly Company, Baltimores Maryland. 1998.
- 64.-Tuomi,K., Ilmarienen, J., Martikainen,R., Aalto, N., Klokars, M.: Aging Work, life-style ability among Finnish Municipal Workers in 1981-1992 *Scand. J. Work Enviromental Health.* 1997; 23 Supply 1: 58-65
- 65.-Valverde-Garduño, M.A., Acosta-Cazares,B., Albarran-Quintero, G.A.,Jimenes-Ortiz, M.J., Escobedo de la Peña, j.: Hipertensión Arteria, Obesidad y Herencian en la Ocurrencia de la Diabetes Mellitus no Dependiente de Insulina. *Rev. Med. IMSS (Mex)* 1995;33;263-269.
- 66.-Van-Pelt,R.E., Jones,P.P., Davy,K.P., Desouza,C.A., Tanaka,H., Davy,E.M.Seals,D.R. Regular Exercise and the Age-related Decline in Resting Metabolic Rate in Women. *J. Clin. Endocrinol. Metab..* 1997 Oct.; 82 (10): 3208-3212.
- 67.-Velazco-Orellana, R.: Enfermedad de Alzheimer, Como Modelo Predictivo de Demencia. *Rev. Med. IMSS (Mex)* 2000; 38 (5): 355-363.
- 68.-Zúñiga, S.: Tratamiento de la osteoporosis. *Rev.Medica del IMSS (Mex.)* 2001; (39) 3: 223-231



REGLA PARA EVALUAR VELOCIDAD
DE REACCIÓN VISO-MOTORA.

- 1.- Recorte las dos secciones de la regla.
- 2.- Recorte una tira de papel cascaron, con las mismas dimensiones de la regla.
- 3.- Pegue las dos secciones de la regla en la tira de papel cascaron, uniendo el No. 21 al número 23