

**GUIA CONTEMPORANEA
DE
EJERCICIO
Y
SALUD**

Erik Díaz Bustos, Carlos Saavedra Villarroel

Jorge Meza Jara

Santiago, Mayo 2007

Índice de Contenidos

Contenido	Páginas
Introducción	3-7
Guías de actividad física chilenas y extranjeras	7-10
Función muscular y metabolismo oxidativo	10-17
Situación de la capacidad funcional de adultos	17-18
Evaluación de la capacidad funcional	18-20
Planteamiento del modelo para nuevas guías	20-40
Guías nuevas v/s guías actuales	41
Sugerencia para nuevas guías	41
Resumen ejecutivo	42
Referencias	44-46

Introducción.

La situación epidemiológica de las enfermedades crónicas no-transmisibles en la población chilena sigue las mismas tendencias crecientes de otros países. La diferencia es que en nuestro caso ese incremento ha sido de evolución más rápida. El exceso de peso y el sedentarismo se mencionan en todos los casos como los causantes directos de este cambio epidemiológico pero las intervenciones dirigidas a su control no parecen tener éxito. La prevalencia del problema es tan alta que obliga al sistema de salud a focalizar muchas de sus acciones hacia los enfermos y le da menos atención a los aún sanos que afortunadamente siguen siendo la mayoría de la población. En su mayor parte, el objetivo de las acciones en salud para el control de la obesidad, han estado dirigidas a rebajar el peso corporal mediante la combinación de dieta y el incremento de la actividad física con el fin de prevenir las enfermedades crónicas asociadas.

Como quedará claro en el presente documento, centrar las acciones de abordaje del sobrepeso y la obesidad en la baja de peso es un enfoque ciertamente inadecuado si se considera la evidencia que hace más de tres décadas demostró que los efectos deletéreos de la obesidad desaparecen cuando se modifica el metabolismo muscular a través del mejoramiento de la capacidad física, aún cuando el paciente no baje de peso ¹. Esa es una de las contradicciones con el enfoque actual predominantemente basado en el "recuento de calorías" gastadas por la actividad física realizada. Esta afirmación cobra cuerpo si se considera las actuales recomendaciones de organismos especializados donde se establece la cantidad de energía (calorías) a gastar por semana con el fin de lograr la mantención o la recuperación de la salud sin considerar el mejoramiento de la capacidad funcional muscular². Nuestros aliados naturales en esta tarea serían los profesionales vinculados al ejercicio tales como educadores físicos y kinesiólogos. No obstante, ellos necesitan una mirada renovada que deje atrás la aplicación de la fisiología del ejercicio basada en deportistas y entender que estas bases no son válidas en personas cuyo nivel de inactividad física, sobrepeso o ambos, han alterado la fisiología muscular y de otros tejidos por las razones que discutiremos a continuación.

En la década de los 60 las limitantes de la capacidad física del trabajo, es decir la capacidad de producir energía por intermedio de la metabolización de grasas y azúcares, se veían limitadas fundamentalmente por factores centrales, es decir

por un desarrollo limitado del sistema cardiovascular y respiratorio pulmonar.

Sin embargo, en la actualidad las características de inactividad de nuestra civilización han ocasionado que un tejido que corresponde a más del 40% de nuestro cuerpo este extremadamente inactivo. Nos referimos al tejido muscular, por lo que las limitantes de la capacidad de producir energía a través de la metabolización de grasas y azúcares ya no depende fundamentalmente de los sistemas de transporte e intercambio gaseoso del nivel central (cardiorrespiratorio), sino que más bien que sus limitantes se encuentran a nivel periférico (muscular).

Es así como, el sistema cardio respiratorio entrega elementos para la producción de energía pero la maquinaria encargada de la utilización de esta energía está "enferma" y no es capaz de realizar adecuadamente las funciones de transporte, conversión y/o combustión de los sustratos provenientes de la dieta o tejidos de reserva hacia el músculo. Esta condición es generada por el compromiso en la síntesis de nuevas proteínas y en pérdida de masa muscular que experimenta el sujeto en la condición de inactividad o sedentarismo³.

Son muchos los estudios donde se han realizado intervenciones para mejorar la capacidad funcional y mostrar los cambios en variables de interés. Otros en cambio han evaluado las variaciones a través del tiempo, sin mediar intervención alguna. Es el caso del estudio detallado a continuación.

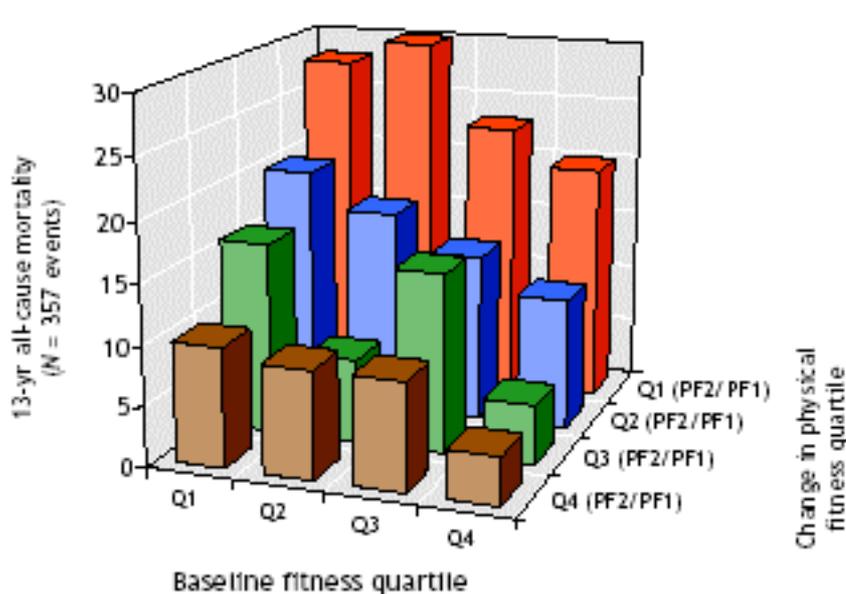


Fig. 2: Relation between changes in physical fitness and changes in mortality over time. Participants were evaluated at baseline (PF₁) and again 13 years later (PF₂). The ratio of PF₂/PF₁ × 100 was calculated to evaluate changes in physical fitness over the study period compared with fitness level at baseline. For this figure, participants were grouped according to fitness quartiles (Q₁ = least fit, Q₄ = most fit) for the baseline evaluation and to quartiles for change in fitness from baseline to 13-year follow-up (Q₁ PF₂/PF₁ = least change, Q₄ PF₂/PF₁ = most change). Adapted, with permission, from Erikssen et al²⁵ (*Lancet* 1998;352:759-62).

La importancia de la capacidad funcional como un elemento de sobrevivencia se demuestra con los resultados de un estudio longitudinal donde la mortalidad observada al cabo de 13 años de seguimiento estuvo directamente relacionada con la condición física (CF) inicial de los sujetos (Q₄ = mejor CF). Pero no solamente la condición inicial logró impactar en la sobrevivencia de las personas sino que aquellos que mejoraron en cualquiera de las categorías de CF, redujeron sustancialmente el riesgo de mortalidad. Esto refleja claramente el efecto regular del ejercicio, que al mejorar la CF mejora las expectativas de vida de las personas. Es necesario destacar que los efectos observados dicen relación con el mejoramiento de la capacidad funcional que no es lo mismo que incrementar el nivel de actividad física

de las personas. Para lograr un mejoramiento de la capacidad física se necesita un programa de entrenamiento. Luego detallaremos las formas en que se puede objetivar la capacidad funcional de las personas mediante el laboratorio o mediante indicadores sencillos y métodos para mejorar la capacidad funcional muscular.

Como se mencionó anteriormente la inactividad física nos lleva lenta pero progresivamente a la falta de estimulación de la maquinaria responsable del gasto energético y del empleo oxidativo de grasas y glucosa que seguido por un hábito de ingesta energética superior al gasto energético nos lleva irremediablemente a la obesidad y las enfermedades crónicas modernas. Al respecto, no podemos olvidar que la posibilidad de obtener reservas energéticas por millones de años fue lo que nos permitió salvar a nuestra especie durante los periodos de hambruna y las emigraciones a las cuales estaba sometida la población en la Era Paleolítica.

La diferencia contemporánea con dicha descripción es que el hombre paleolítico periódicamente utilizaba dichas reservas ya sea para la búsqueda del alimento, para escapar del peligro, o para cambiar de territorio. Para sobrevivir a tal situación descrita anteriormente, hombre y animal, contaban y desarrollaron aún más un organelo celular denominado mitocondria que en definitiva regula el metabolismo energético⁴. Este organelo, tiene la gran cualidad dentro del tejido muscular de experimentar fenómenos de biogénesis, es decir a mayor necesidad de producción de energía, mayor producción de mitocondrias⁵.

El ejercicio físico es el mayor y más eficiente estímulo para la biogénesis mitocondrial y sobre todo porque es en el tejido muscular donde se metaboliza más del 75% de los azúcares y las grasas.

Es mucha la evidencia producida por la investigación celular y molecular de la última década, toda ella plantea la necesidad de una modificación de objetivos en nuestros planes de ejercicio, sin focalizar nuestros esfuerzos solamente en mejorar la capacidad aeróbica ya que la evidencia científica está demostrando que el ejercicio de sobrecarga (pesas) también puede mejorar el metabolismo de grasas y glucosa, en igual o mayor magnitud, sin que ello implique un mejoramiento del consumo de oxígeno (VO_2 máxima)⁶. Esto puede resultar confuso ya que es difícil imaginar como un ejercicio que es netamente anaeróbico (que emplea solamente glucosa como combustible) pueda impactar en el metabolismo oxidativo, no

obstante, tal como se describe en las secciones siguientes, dicha mejora se explica a través de incrementos en la cantidad y actividad de enzimas, transportadores, volumen y tamaño de mitocondrias, entre otros⁷. Todo esto modificará la respuesta oxidativa durante y después del ejercicio, siendo esto último muy importante dado que corresponde al metabolismo de reposo o inactividad donde se aprecia muy baja participación de las grasas.

Respecto de lo anterior, muchas personas hacen ejercicio o acuden a gimnasios con la esperanza de reducir el peso y la grasa corporal mediante ejercicio. Esa meta personal rara vez se cumple porque las dosis de ejercicio no son suficientes para promover biogénesis muscular. Otro aspecto importante es que los profesionales del ejercicio, a menudo aplican sus conocimientos de fisiología basada en deportistas que indican una mayor oxidación proporcional de grasas a bajas intensidades de ejercicio sin que las personas logren el efecto deseado. Los resultados de nuestra investigación en población adulta sana (20-60 años), no deportista, muestran que aún a intensidades bajas de ejercicio (<50% de la capacidad aeróbica) los sujetos consumen fundamentalmente glucosa (cuocientes respiratorios ≥ 0.90). Eso demuestra la mala capacidad funcional de muchas personas que como resultado de la comodidad de la vida moderna y la inactividad resultante, comprometen su funcionalidad muscular⁸.

Guías de AF chilenas y extranjeras

Desde el año 2001 se comenzaron a desarrollar las "Guías para un vida activa" que finalmente se publicaron con el principal objetivo de promover la actividad física, la recreación, la pausa activa laboral y el ejercicio regular. Todo esto con el fin de disminuir la alta prevalencia de sedentarismo; definido como la ausencia de ejercicio de intensidad-moderada a alta 30 min/día al menos 3 veces a la semana. Con este criterio, cerca del 90% de la población resultó ser sedentario, sin mayores diferencias por género o estrato social. Una primera crítica de estas guías es que todas aparecen como elementos separados cuyo objetivo parece ser el mejoramiento de la condición física. Lo crítico es que no se entrega pauta alguna de cómo evaluar esa capacidad.

Analizaremos a continuación cada una de las guías con el fin de discutir sus aspectos más relevantes.

En la primera guía, se recomienda la caminata por 30 min/día pero no se especifica la intensidad a que ésta debería realizarse. Lo anterior no toma en cuenta que solamente la caminata a intensidad moderada a alta va a producir los efectos deseados. Esto fue demostrado en un estudio donde se comparó el riesgo relativo de enfermar o morir en personas que no caminaban, otras que caminaban 3 veces/día pero lentamente (<3.5 km/h) y otras que caminaban con la misma frecuencia semanal pero a mayor velocidad⁹. Los resultados mostraron que las personas que caminaron a paso lento enfermaron y murieron en igual forma que las que no caminaron.

Diversos estudios muestran que alrededor del 30-50% de todos los casos de obesidad, diabetes tipo 2, hipertensión, enfermedades cardíacas entre otros, pueden prevenirse con 30 minutos de ejercicio moderado - intenso diariamente en adultos de edad media (Ej.: caminar a más de 4.8 Km. /hora) comparado con cohortes con niveles más bajos de actividad física^{10, 11, 12}. Esto demuestra la importancia de adaptar la intensidad del ejercicio a la capacidad individual ya que si la conclusión es que solo la caminata de intensidad elevada produce los efectos deseados, entonces cabe preguntarse como se adecuará el ejercicio para lograr esa intensidad en cada caso. En este reporte se plantean dos pruebas de caminata (6 min y 2 km) que permitirán realizar esos ajustes.

Las guías B y D se refieren a aspectos de flexibilidad o elongación tendientes a evitar lesiones posturales en el trabajo o el hogar o a evitar el stress provocado por la vida moderna. La guía C también pretende rebajar la tensión diaria a través de la recreación y estimular la práctica deportiva. En esta última, no se especifica la intensidad a la que ésta debiera realizarse si es que el objetivo deseado es modificar el riesgo en salud derivado de la mala capacidad funcional del sujeto. Por el contrario, lo único que se establece es que las personas deberán elegir un deporte de acuerdo a su temperamento, personalidad e intereses personales.

La guía E estimula el ejercicio regular, estableciéndose el tiempo (30 min/día) y la frecuencia (3 v/sem) pero nuevamente no da a conocer la intensidad a la que deben ejecutarse estos ejercicios si es que el objetivo final es mejorar la condición física. Esta guía obviamente debiera haber sido relacionada con la guía F que lo único que recomienda es adecuar la intensidad al ritmo personal. Esta guía debiera haber enseñado a los sujetos a adecuar la intensidad a su capacidad física personal, requiriéndose para ello elaborar pautas para evaluar la capacidad física y la

intensidad de trabajo mediante indicadores sencillos. Cabe recordar que una adecuada prescripción de ejercicio es aquella que toma en consideración 4 aspectos adecuados a nivel individual que son; definir el tipo de ejercicio, la duración y modalidad del mismo (continuo o intermitente), la frecuencia y la intensidad a que deberá ejecutarse. De otro modo, no se alcanzarán los objetivos de salud deseados.



En síntesis, las guías actuales mezclan variados objetivos. Si se deseara promover el ejercicio para mejorar la capacidad física, esto podría lograrse con un mejor manejo de las guías A, E y F. Los objetivos tendientes a mejorar la salud mental, laboral o la flexibilidad corporales ciertamente contribuyen al logro de otros aspectos importantes de la salud, pero no disminuirán el riesgo de enfermarse o morir, ni mucho menos ayudarán a reducir los riesgos implícitos de la obesidad y el sedentarismo.

Dentro de las guías provenientes de otros países se encuentran las de Australia, EEUU y Canadá. En estas guías destaca que todas ellas recomiendan actividades de intensidad moderada a alta. Las de Australia recomiendan “sumar al menos 30 min de actividad moderada a intensa la mayoría de los días de la semana, preferiblemente a diario”. Esta guía se suma a otra que establece: “si puede

agregue otra actividad extra de alta intensidad para un beneficio extra en su salud y condición física". Las de EEUU recomiendan igualmente "realice media hora de AF moderada a intensa 5 o más días de la semana" pero agrega que en adultos mayores se debería agregar a las actividades aeróbicas, ejercicios de fuerza, balance y flexibilidad. Recomienda las actividades aeróbicas; sin especificar intensidad, con una frecuencia ≥ 5 veces, las de fuerza con frecuencia de 2-3 veces/semana y las de flexibilidad con frecuencia diaria. Las guías de Canadá establecen 3 categorías de actividades con sus respectivas frecuencias; aeróbicas 4-7 d/sem, actividades de flexibilidad (elongaciones) con frecuencia también 4-7 d/sem y de fuerza 2-4 d/sem (pesos livianos, 10-15 repeticiones para cada ejercicio). Solamente para las actividades aeróbicas se establece el tiempo de ejecución; 60 min por sesión para las actividades livianas, 30-60 min para las moderadas y 20-30 min para las de esfuerzo máximo.

Todas estas guías adolecen de un criterio para realizar un diagnóstico de la capacidad física o fuerza/resistencia para cada uno de los grupos musculares involucrados. Se nota el énfasis en juntar "calorías" gastadas por la práctica de una actividad específica, no hay un concepto que tienda hacia el "**entrenamiento**" de los sujetos que los lleve a mejorar la capacidad física encontrada. No hay un criterio objetivo para establecer la intensidad del esfuerzo más allá de la falta de aliento, dolor al pecho o dolor muscular. Ninguna de ellas considera la práctica de ejercicios de alta intensidad y muy corta duración (<1 min) que pueden realizarse de manera repetida con intervalos de igual tiempo de descanso. Esto, a pesar de que tienen implícito el objetivo del mejoramiento en la capacidad física.

Función muscular y metabolismo oxidativo

Las evidencias científicas poco a poco han hecho responsables a las alteraciones metabólicas del músculo esquelético de las enfermedades que en su conjunto se denominan enfermedades crónicas no transmisibles o modernas derivadas de una vida sedentaria y el consumo exagerado de energía.

La investigación en biología celular y molecular ha permitido identificar proteínas directamente responsables de dichas alteraciones¹³. Una de las principales alteraciones en la fisiología muscular se traduce en la aparición de resistencia a la acción de insulina donde se compromete la cascada de señales post receptor de la

célula que terminan en la disminuida traslocación de los transportadores de glucosa que a nivel muscular se denominan GLUT 4, lo que produce elevaciones en la glicemia y en la secreción de insulina. Este fenómeno, lleva a conformar un cuadro que se ha denominado glicotoxicidad. Esto determina deficiencias no solamente en el metabolismo glucídico sino también la utilización de los lípidos donde éstos tienden a almacenarse en tejidos no-adiposos tales como el hígado y el músculo.

Por otro lado el descubrimiento de una proteína clave en la regulación del metabolismo energético, la AMPK (proteína-kinasa activada por adenosín mono fosfato), esta enzima requiere de una periódica y sistemática estimulación con el fin de favorecer y regular tanto la utilización de glucosa como de los lípidos. Esta falta de estimulación de AMPK en condiciones de reposo favorece que la célula en su interior acumule grasas en forma de triglicéridos, digliceroles y ceramidas que en definitiva provocan una intoxicación intracelular que da paso a una situación de lipotoxicidad conducente a la insulino-resistencia^{14,15} .

Considerando que el tejido muscular oxida mas de $\frac{3}{4}$ partes de los azucares y grasas, la medicina moderna debería preocuparse del tejido muscular como un órgano fundamental en la prevención y terapia de este tipo de alteraciones.

Por lo tanto invitamos al lector a comprender los fenómenos de lipoglicotoxicidad intramiocelular pero especialmente del tejido muscular, pese a que este fenómeno también está presente en el tejido hepático, adiposo, pancreático y renal.

CUAL SERIA LA FORMA MAS ADECUADA DE COMBATIR DICHO FENOMENO?

La respuesta a esta pregunta tiene varias formas de ser abordada. Como dijimos en un principio hay variables **centrales** dependientes del sistema cardiovascular y respiratorio y variables **periféricas** que son las células de otros órganos y tejidos, entre ellos el muscular, que son alimentadas por los sistemas centrales.

Si aceptamos que las limitantes en la capacidad metabólica y oxidativa del ser humano contemporáneo están limitadas por una disfunción de la maquinaria intracelular del tejido muscular tendríamos que darle menos importancia a las capacidades funcionales del corazón y del pulmón. El sistema cardiopulmonar en condiciones de reposo o inactividad, se encuentra siempre trabajando a un nivel

significativamente más elevado que el del tejido muscular, es decir no cae nunca en una condición de inactividad lo que implica menores reducciones funcionales. Esto lo podemos corroborar en forma práctica al observar que los electrocardiogramas de esfuerzo (ECG) en la actualidad se detienen más rápidamente que hace tres décadas atrás. Es así como que anteriormente un ECG de esfuerzo se detenía cuando el paciente llegaba a frecuencias cardíacas máximas acompañadas de alzas de presión arterial. En la actualidad el paciente no alcanza a llegar a frecuencias cardíacas elevadas debido a que la prueba debe suspenderse debido a la fatiga muscular de las extremidades inferiores.

Por otro lado, otras evidencias permiten observar que la diferencia arteriovenosa de oxígeno o de lípidos no es significativa, es decir que todo lo que el sistema circulatorio o respiratorio suministra al tejido muscular no es aprovechado de manera eficiente devolviendo por la vena volúmenes de sustratos semejantes a los que entran por la arteria¹⁶.

CUALES SERIAN LAS ADAPTACIONES QUE DEBERIA EXPERIMENTAR EL TEJIDO MUSCULAR PARA REVERTIR ESTA SITUACION?

Indudablemente que uno de los factores importantes en que el ejercicio contribuye a dicha situación es el aumento de la capilarización del tejido muscular lo que permite que tanto hormonas como receptores y transportadores vinculados con el metabolismo de glucosa y grasas puedan tener acceso al torrente sanguíneo que le suministre los sustratos energéticos a las células correspondientes.

Por otro lado la cascada de señales que van desde el receptor en la membrana celular hasta la molécula responsable de producir un determinado fenómeno fisiológico, debe estar suficientemente activado para cumplir con su cometido de manera eficiente. Es así que al interior de la célula la actividad enzimática glicolítica para el metabolismo anaeróbico debe estar lo suficientemente activada para la degradación de los azúcares como asimismo la cadena responsable de transportadores y enzimas requeridas para que las mitocondrias desarrollen su función. La eficiencia de este proceso depende del logro de 2 aspectos básicos: 1) del aumento en la actividad y/o cantidad de enzimas mitocondriales y 2) del aumento de la densidad mitocondrial.

PUEDA EL SER HUMANO, EN CONSECUENCIA, AUMENTAR LA ACTIVIDAD Y EL NUMERO DE MITOCONDRIAS?

Efectivamente el ser humano puede con una dosis de ejercicio apropiada que produzca variaciones importantes en el glicógeno muscular, estimular la actividad mitocondrial y aumentar el número de mitocondrias por medio de una mayor síntesis proteica o biogénesis mitocondrial. Este efecto se conoce hace mas de 75 años pero sus mecanismos moleculares fueron descritos hasta muy recientemente¹⁷.

Las evidencias científicas contemporáneas permiten establecer con un alto grado de seguridad que los tratamientos ya sean farmacológicos, médicos, de dieta o de ejercicio son efectivos en la medida en que estos puedan "gatillar" factores de transcripción génica que aumenten la actividad y/o la síntesis de enzimas y al mismo tiempo incrementen el número y tamaño de las mitocondrias al interior de la célula¹⁸.

Se ha demostrado que con el ejercicio en la dosis adecuada permite aumentar el numero de transportadores de glucosa musculares - GLUT 4, a la vez estimular el factor clave en la regulación del metabolismo energético - AMPK, los factores de transcripción proteica tales como el activador de PPAR gama (PGC-1) y finalmente aumentar la densidad mitocondrial¹⁹. Considerando estos elementos, no cabe duda de que los problemas contemporáneos en relación a enfermedades pueden prevenirse y revertirse de manera eficiente.

CUAL ES LA SECUENCIA DE EVENTOS EN RESPUESTA AL EJERCICIO?

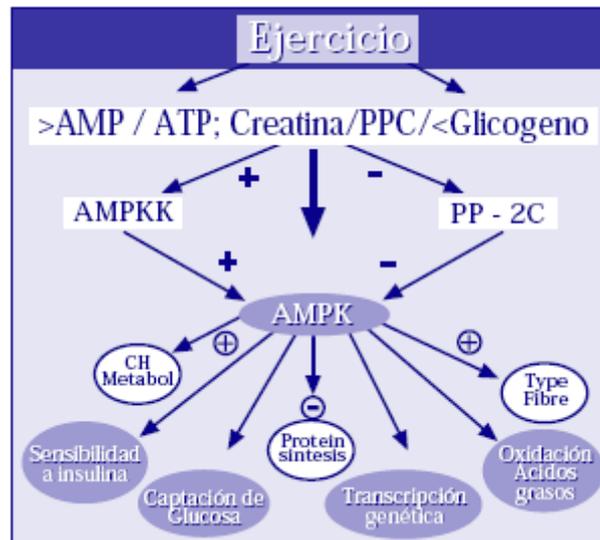
- 1) Al provocar el estímulo de la contracción muscular se requiere de la conversión de energía proveniente de depósitos intramiocelulares, específicamente de los depósitos de ATP, ADP, y fosfocreatina (PC).
- 2) El tejido muscular mediante el desequilibrio que provoca la contracción muscular en la relación entre ATP-ADP-PC logra inducir la degradación de la glucosa y ácidos grasos depositados en el miocito.

- 3) Paralelamente la célula muscular cuando se contrae cambia las concentraciones de calcio, pH, temperatura y de hipoxia acompañada de un aumento de la producción de óxido nítrico (potente vasodilatador) lo que gatilla una inmediata apertura de los capilares que la rodean mejorando la irrigación del tejido muscular.
- 4) Estos mecanismos incrementan el CO₂ intra y extra celular produciendo un aumento en las catecolaminas circulantes que van a permitir una adecuada regulación de la presión arterial concomitante con un aumento de la frecuencia cardíaca y respiratoria. Además, en relación directa con la cantidad de catecolaminas producida, se incrementa la actividad lipolítica, liberando grasas desde el tejido adiposo
- 5) A nivel intracelular dicho desequilibrio o pérdida de las constantes rígidas intracelulares permite la fosforilación de la proteína AMPK anteriormente mencionada en prácticamente todas sus subunidades.
- 6) AMPK además de ser un potente regulador de la utilización de glucosa y de lípidos por la célula muscular, es también un generador de factores de transcripción que permiten incrementar proteínas funcionales y estructurales del compartimiento mitocondrial. Todo esto ocurre varias horas después e incluso días post ejercicio. Esto viene a cambiar la perspectiva de muchos fisiólogos del ejercicio cuyo interés se centra en lo que ocurre durante el ejercicio, perdiendo de vista estos efectos potentes en el metabolismo en el período siguiente al ejercicio.

Finalmente este “desorden histoquímico intramiocelular” permite poner en marcha un mecanismo de defensa con el objeto de restaurar y preservar los depósitos de ATP, Creatina-P y Glicógeno muscular.

Esto hace posible que la célula muscular comience a privilegiar la producción de energía a partir de las grasas que se encuentran depositadas en el organismo en una cantidad mucho más importante que la de glucosa en el organismo. Para tales efectos la única maquinaria que permite este fenómeno de adaptación es la

relacionada con la actividad mitocondrial. La figura siguiente resume esta secuencia de eventos.



Ante esta evidencia queda claro que el gran “fármaco” que permite el aumento de la actividad y cantidad de mitocondrias es el ejercicio físico debidamente indicado.

Podríamos inferir que la ingesta hipercalórica que caracteriza a nuestra sociedad no tendría tantas repercusiones nocivas para nuestra salud si esta fuera acompañada por una estimulación periódica de las moléculas anteriormente nombradas ya que estas, incluso en reposo, favorecerían el aumento del metabolismo basal y la oxidación de lípidos en mayor proporción que de glucosa, liberando así a la célula de las grasas alojadas en el citoplasma celular que entorpecen las señales celulares y al mismo tiempo las funciones en los transportadores de glucosa y la actividad mitocondrial.

La obesidad acompañada de inactividad física y de sarcopenia, esta caracterizada no solamente por una acumulación de grasa en el tejido adiposo sino también en el miocito y el hepatocito, resultando así en alteraciones metabólicas en dichos órganos. Además de la alteración en la disposición de las grasas en el organismo (depósito ectópico), se encuentra además otro defecto en lipasa hormona sensible (LHS) que es una lipasa responsable de la hidrólisis de las grasas intramiocelulares para que sean consumidas por el organelo mitocondrial²⁰.

Finalmente todo esto apunta a una disminución de la actividad mitocondrial cuyos

orígenes se encuentran en la acumulación anormal de lípidos intramiocelulares derivados tanto del exceso de ingesta como de la falla en su metabolización²¹.

No podemos dejar de citar la paradoja que existe al comparar la situación antes descrita con la de deportistas de elite en quienes se observan altos niveles de triglicéridos intramiocelulares y sin embargo no desarrollan insulino-resistencia. Lo que deja en evidencia una vez más que la acumulación de grasa intramiocelular no es nociva en la medida en que hay una alta actividad mitocondrial.



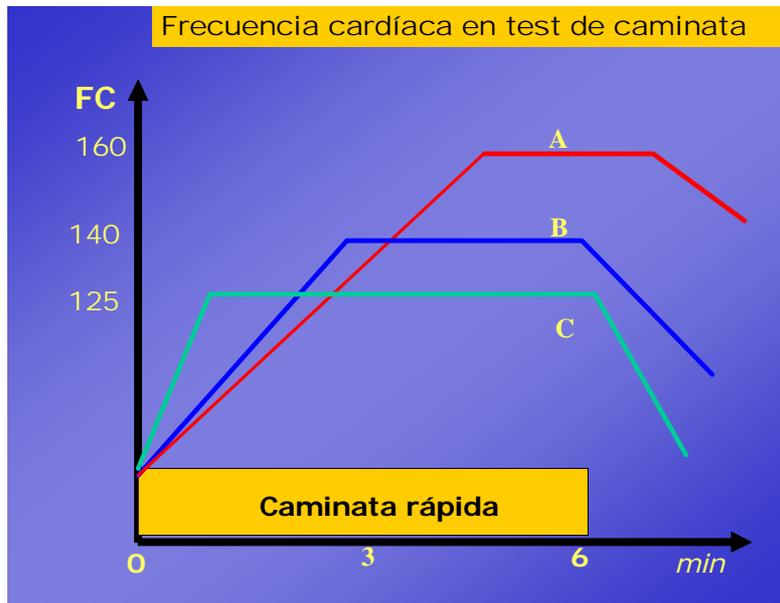
La Figura anterior pretende mostrar que el síndrome metabólico (SM) es solamente la punta del iceberg de un proceso ocasionado por la presencia de insulino-resistencia (IR) que puede afectar la manera en que el organismo maneja los depósitos de grasa (triglicéridos) y de glicógeno dependiendo de los efectos del ejercicio físico.

El estímulo ocasionado por la actividad muscular permitirá mejorar la síntesis de transportadores y de proteínas, generando un aumento en la biogénesis tanto de enzimas como del número de mitocondrias.

Situación de la capacidad funcional de adultos

Con financiamiento del IND se realizó recientemente un estudio en población sedentaria sana, no obesa, de 20-60 años, de ambos sexos (**ver anexo**). Los resultados mostraron que la capacidad física de una población "sana" es deficiente tanto en hombres como en mujeres, quedando en claro que no solamente está comprometido el funcionamiento aeróbico muscular (evaluado mediante test máximo de consumo de O₂ en bicicleta ergómetra y 2 pruebas de caminata) sino también la fuerza/resistencia de piernas (evaluada mediante una prueba de extensión de piernas con 20% del peso corporal hasta llegara a la fatiga del cuádriceps). Los participantes en el estudio desarrollaron las pruebas de caminata rápida a un nivel de intensidad elevada a juzgar por la frecuencia cardíaca (FC) alcanzada que en promedio alcanzó el 80% de la FC máxima observada durante la prueba máxima de consumo de oxígeno en bicicleta. Esto implica que dadas las condiciones actuales de compromiso en la capacidad física de las personas, la caminata rápida resulta ser un ejercicio intenso.

Lo anteriormente descrito ciertamente implica que la mayoría de los obesos y personas afectadas de alguna enfermedad crónica (hipertensión, hiperlipemias, diabetes), pueden estar en igual o peor condición a la anteriormente descrita. Amerita realizar estudios de capacidad física en la población, particularmente ahora que como producto de esa investigación se cuenta con los puntos de corte necesarios para estimar la capacidad física funcional de los sujetos. Cabe destacar que de acuerdo a los resultados obtenidos, la prueba de caminata rápida de 2 km resulta ser mejor que la de 6 min porque en primer lugar es una prueba de resistencia que en promedio tardó entre 17-18 min en la mayoría de los casos, permitiendo que la frecuencia cardíaca llegara a una estabilización. Tal proceso no se logró en la prueba de caminata rápida de 6 min porque la FC continuó aumentando después de ese tiempo, sin lograrse un estado estable hasta después de 7-9 min de duración de la caminata. En personas de condición física adecuada, cabría esperar que la FC se estabilice en <3 min de duración de la caminata. Lo anterior se ejemplifica en la Figura siguiente donde asumiendo sujetos de igual peso, el sujeto A de mala capacidad física reacciona con mayor FC a la caminata, tarda más en lograr la estabilización de la FC y la vez la reducción en la FC una vez terminado el estímulo del ejercicio, tarda más tiempo en disminuir y permanece en niveles más elevados que la basal. El caso B representa la situación intermedia



Evaluación de la capacidad funcional

En la actualidad la prescripción de ejercicio físico ha ido adquiriendo características de un fármaco al igual que en cualquier acción en salud deberán darse los siguientes elementos:

- 1) medir y determinar la magnitud inicial de las variables fisiológicas que queremos modificar; grasa corporal, glicemia, lípidos séricos, presión arterial, condición física, u otras.
- 2) establecer un diagnóstico funcional y biomecánico del sujeto a ser sometido a un plan de ejercicio; capacidad aeróbica, resistencia o fuerza muscular.
- 3) prescribir dosis de ejercicio que estén adecuadas a la condición y capacidad física y funcional del sujeto y que lógicamente apunten al mejoramiento de las variables que deseamos prevenir o curar.

En cuanto a la evaluación de la capacidad funcional se debe tener en cuenta que debemos establecerla en relación al esquema de entrenamiento que vayamos a emplear.

Descripción de los esquemas más relevantes o usualmente empleados en la evaluación y entrenamiento físico en salud.

Alternativas	Aeróbico	Fuerza	Resistencia
<i>Descripción</i>	<p><i>Laboratorio:</i> Consumo de <i>oxígeno máximo</i> con protocolos crecientes en bicicleta o faja rodante.</p> <p><i>Terreno:</i> Estimación a través de pruebas de caminata</p>	<p>Repetición máxima (RM) donde se determina el <i>máximo peso</i> que un individuo puede levantar en una sola oportunidad. Luego se usan % de ese máximo para la prescripción de ejercicio diario</p>	<p>Determinación del peso al cual el sujeto logra llegar a la <i>fatiga</i> de un grupo muscular determinado en el tiempo de 1 minuto.</p>
<i>Ventajas</i>	<p>Se puede adecuar la intensidad del esfuerzo en actividades aeróbicas en % del máximo alcanzado. Puede usarse un esquema de entrenamiento continuo o intermitente</p>	<p>Usualmente se emplea como modalidad de entrenamiento 8-10 repeticiones con pesos de \pm 80% de lo determinado como 1 RM</p>	<p>El peso es menor para lograr 30-40 repeticiones en 1 min. Este método es a la vez diagnóstico y dosis de entrenamiento. Busca rebajar los depósitos de glicógeno como estímulo de biogénesis muscular</p>
<i>Desventajas</i>	<p>Usualmente es necesario relacionar con frecuencia cardíaca para establecer un elemento objetivo de monitoreo de la intensidad. Tiene gran efecto sistémico</p>	<p>El peso empleado es alto pero el tiempo de ejecución es <30 seg, empleando fundamentalmente fosfágenos (ATP, Creatina-P) y leve modificación del glicógeno muscular</p>	<p>Como debe lograr la fatiga muscular, la colaboración del sujeto es importante para lograr ese objetivo. Mínimo efecto sistémico por usar grupos musculares aislados</p>

Planteamiento del modelo para nuevas guías

Población objetivo: Adulto y adulto mayor

La población objetivo de esta guía son los adultos y adultos mayores; con o sin patologías asociadas. Los menores de 6 años y escolares deberán ser objeto de otra intervención a desarrollarse en la escuela y en el jardín infantil. Ejemplos exitosos de estas intervenciones empleando ejercicio se están desarrollando en nuestro país^{22,23}. No obstante lo anterior, el modelo descrito podrá ser utilizado en la terapia de escolares con patologías asociadas a la obesidad.

Consideraciones:

Debido al bajo impacto que las guías de AF vigentes han tenido sobre el sedentarismo de los adultos (definido como la práctica regular de ejercicio ≥ 30 min. al menos 3 veces / semana), se ha requerido desarrollar una nuevo planteamiento en consideración a los siguientes aspectos: a) La practica regular de ejercicio requiere de una indicación individualizada que considere la capacidad física del sujeto, los actuales modelos no consideran un esquema de evaluación de tal capacidad y por lo tanto se desarrollan indicaciones de ejercicio generales que no permiten ajustar la intensidad a las capacidades individuales, sin lograr el efecto deseado, b) La capacidad funcional muscular de la población adulta no se conoce. A juzgar por los resultados obtenidos en una muestra de adultos⁸, se puede suponer que esta capacidad en la población general estará igualmente o mas comprometida dado que la muestra antes mencionada (descrita en anexo) estuvo constituida por sujetos sanos de peso normal.

Objetivo del modelo:

Restaurar la funcionalidad muscular; en términos de capacidad funcional y de trabajo perdidas por efecto de la inactividad física, previniendo o rehabilitando los factores de riesgo que condicionan las ECNT.

Planteamiento del modelo

El método propuesto debe ser llevado a cabo con las siguientes etapas:

1. Evaluación de la funcionalidad muscular mediante prueba de fuerza para los ejercicios de fortalecimiento muscular y
2. Evaluación de la capacidad cardiorrespiratoria y muscular mediante la prueba de caminata de 2 km para adecuar los ejercicios aeróbicos.

1- Ejercicios para el restablecimiento de la fuerza muscular

Los ejercicios de pesas o sobrecarga, descritos a continuación no son los habituales sino que corresponden al trabajo de grupos musculares aislados y en posiciones corporales de ejecución, con el objetivo de no producir stress del sistema cardio-vascular.

Estos ejercicios son derivados de los tradicionales con el fin de obtener altas intensidades y llegar a la fatiga muscular con el fin de producir disminución de los depósitos de glicógeno e incidir en la síntesis de proteínas y en la biogénesis mitocondrial. El tiempo de duración es **de un minuto** de ejecución coincidiendo con la **fatiga** del grupo muscular en ejercicio, seguido de **2 min** de descanso y repetida esta acción en **3 ocasiones**. Es así que al método se le ha denominado **1x2x3** (uno por dos por tres). La duración de 1 minuto de duración y el logro de la fatiga obedece a que de acuerdo a la secuencia temporal de uso de los sustratos energéticos durante el trabajo muscular anaeróbico, este tiempo es suficiente como para impactar los depósitos de glicógeno específicos de los músculos que participan en la contracción muscular y también los depósitos de triglicéridos intramiocelulares.

Previo a la aplicación de los ejercicios descritos a continuación es evaluar la carga (peso) que cada grupo muscular es capaz de soportar para que le permita llegar a la fatiga en el período de 1 min. Esto requiere una evaluación minuciosa inicial por un profesional especializado en ejercicio (kinesiólogo, educador físico, postgraduados en ejercicio-salud).

Principales grupos musculares seleccionados (*)

Bíceps	3 series x dos brazos	6 min
Triceps	3 series x dos brazos	6 min
Abdominales	3 series + 3 pausas	6 min
Pectoral	3 series x dos brazos	6 min
Hombros	3 series x dos brazos	6 min
Muslos	3 series x dos MI.	6 min
Gastrocnemios	3 series x dos MI.	6 min
Tiempo efectivo de trabajo		42 min

**Estos grupos también se denominan por la acción flexora o extensor. Ej: flexores de antebrazos, extensores de piernas*

La frecuencia será de 3 sesiones / semana, con un día de descanso entre sesiones con el fin de promover la mayor tasa de re-síntesis proteica que permitirá el mejoramiento de las funciones metabólicas del músculo²⁴.

Mientras más deficiente sea la capacidad funcional muscular del sujeto, más rápido será el mejoramiento en la fuerza muscular o capacidad de trabajo. Por ello es necesario evaluar progresivamente la carga a levantar por cada grupo muscular. Se recomienda evaluar cada dos semanas, obviamente debiera cambiar en cualquier momento en que los sujetos puedan realizar los ejercicios en el tiempo de 1 minuto pero sin mostrar signos importantes de fatiga muscular.



Cuadro esquemático de los aspectos a considerar en la planificación de programas de ejercicio.

La importancia del ejercicio de resistencia, hace que sea recomendado para todos los adultos, las investigaciones señalan que el entrenamiento de resistencia, mantiene la masa muscular previniendo la aparición de sarcopenia (perdida de la masa muscular y función, la cual ocurre con la edad, además de resultar eficaz en el tratamiento de la obesidad, hipertensión, control glicémico e insulino resistencia y prevenir la osteopenia²⁵



Los ejercicios descritos a continuación fueron elaborados en el Dpto. de Exploraciones Funcionales del Hospital de Clermont Ferrand en Francia y posteriormente probados en el Instituto UKK de Finlandia.

La disminución de la fuerza, la cual va asociada con la edad y con la falta de estimulación, que experimenta el músculo, posee una significativa correlación con el síndrome metabólico (SM) y más especialmente en aquellos sujetos que poseen además una baja capacidad oxidativa^{26, 27} .. Se ha señalado, una correlación significativa entre la fuerza muscular y la incidencia de aparición de dicho síndrome. Es por ello que la mantención de la fuerza y de la masa muscular es el tratamiento primario para prevenir la aparición de SM. Sin dudas que esto advierte sobre la importancia de acentuar los trabajos o ejercicio con sobrecarga ya que gatilla mecanismos de adaptación múltiples de índole histoquímica.

Antes de comenzar

Si bien el ejercicio produce una gran cantidad de beneficios, es necesario que se sigan ciertos pasos relacionados con la anamnesis del paciente o cliente, por lo que es importante la medición inicial de algunos parámetros indicadores de factores de riesgo.

Recomendación tradicional:

45 minutos de ejercicio de resistencia muscular de moderada a alta intensidad, con una frecuencia de 2 a 3 veces semanales.

Recomendación contemporánea:

2 a 3 veces por semana, 20 a 30 minutos 4 a 6 grupos musculares.

Método: **1x2x3**

Recomendaciones generales.

- *Frecuencia máxima : día por medio.*
- *Frecuencia aceptable: cada 72 horas*

OTRAS POSIBILIDADES:

- *1 ejercicio a diversas horas del día*
- *Nunca un mismo ejercicio en días seguidos*

Como evaluar la capacidad física?

La forma de evaluarla es a través de los mismos ejercicios que se desarrollan en el plan de entrenamiento, es muy importante no caer en sobre exigencia y que se respete las indicaciones previas

Indicaciones para el evaluador

1. Comience con un ejercicio para realizar la medición de la máxima capacidad de trabajo de un grupo muscular o de un movimiento específico con sobrecarga.
2. En esta medición se debe estandarizar muy bien el método y la biomecánica empleada para poder medir la máxima capacidad de trabajo de algún grupo muscular del sujeto.
3. En ejercicios que usan como sobrecarga el propio peso corporal, se podrá complementar con un peso adicional tal que permita ejecuciones que lleguen a la fatiga en 60 segundos
4. Recordar que la carga efectiva es aquella con la cual el paciente no pueda efectuar ni una repetición más ni una menos al completar los 60 segundos programados.

El indicador de intensidad se basa en 3 preguntas que las personas deberán responder después de cada ejercicio.

1. Puede completar 1 a 3 series de 1 minuto en buena forma?

No: reducir la cantidad de peso, hasta encontrar uno con el que pueda completar el tiempo en buena forma.

Si : avance a la siguiente pregunta

2. Puede hacer mas repeticiones después de haber completado los 60 segundos?

Si: La carga no es suficientemente alta por lo que debe incrementar el peso.

No: avance a la preguntas 3 para determinar como puede incrementar la intensidad de tu trabajo.

3. No llega a los 60 segundos de repeticiones en la primera serie?

Si: entonces debe quitar peso. Si no llega a un minuto en las otras series debe insistir en ese peso hasta completar las tres series al corto plazo.

Hoja de Control de la progresión de la condición física.

Ficha de control del entrenamiento

FECHA	Grupo muscular	peso o carga	numero de repeticiones	Trabajo Total peso x repeticiones

Batería de ejercicios

Los ejercicios descritos a continuación son derivados de los que comúnmente se usan, la variante está en el volumen muscular y posición del cuerpo a fin de no sobrecargar el sistema cardio-vascular.

Ejercicio 1: flexores del antebrazo

Músculos implicados:

bíceps – braquial anterior – deltoides anterior y supinador largo

Ejecución:

sentado, una mancuerna, comenzar con el brazo derecho, inspirar y flexionar los antebrazos sobre los brazos, este ejercicio permite el control del movimiento en amplitud y velocidad.



Ejercicio 2: extensores del antebrazo

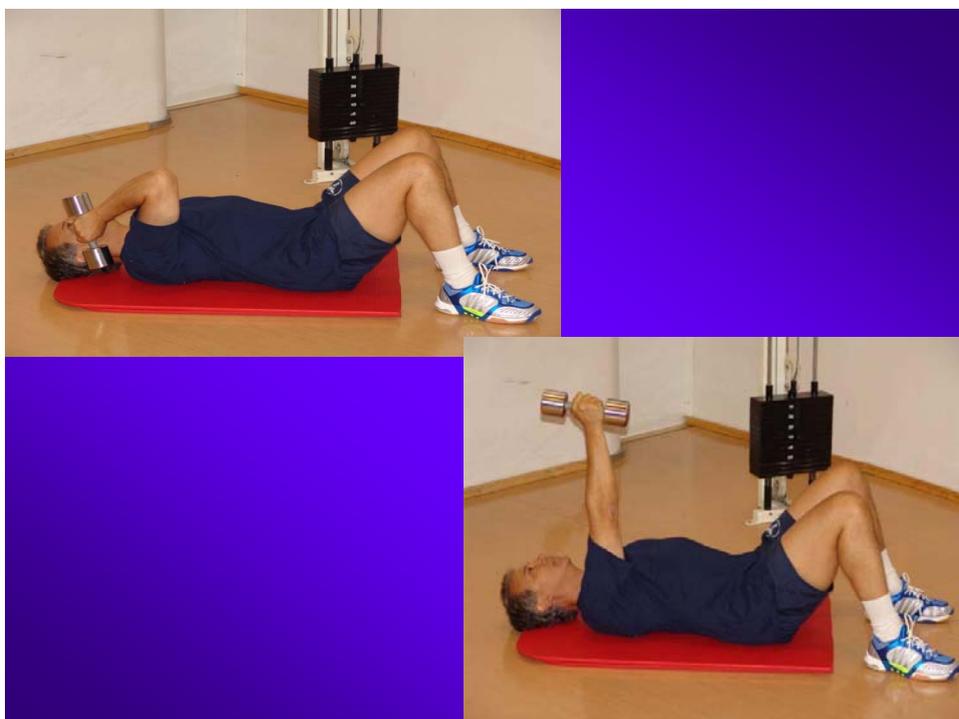
Músculos implicados:

tríceps - ancóneo

Ejecución:

acostado en el piso sobre un plano horizontal, una mancuerna, comenzar con el brazo derecho, los codos flexionados:

- inspirar y efectuar una extensión de los antebrazos este ejercicio permite trabajar de igual manera las tres porciones del tríceps.



Ejercicio 3: Flexores Del Tronco Abdominales

Músculos implicados:

recto mayor del abdomen - oblicuo mayor

Ejecución:

acostado boca arriba, manos sobre los muslos, pies apoyados en el piso, rodillas flexionadas, inspirar y separar los hombros mediante una flexión de columna, hasta que las manos sobrepasen la rodilla.

Este ejercicio solicita principalmente el recto mayor del abdomen.



Ejercicio 4:Pectoral

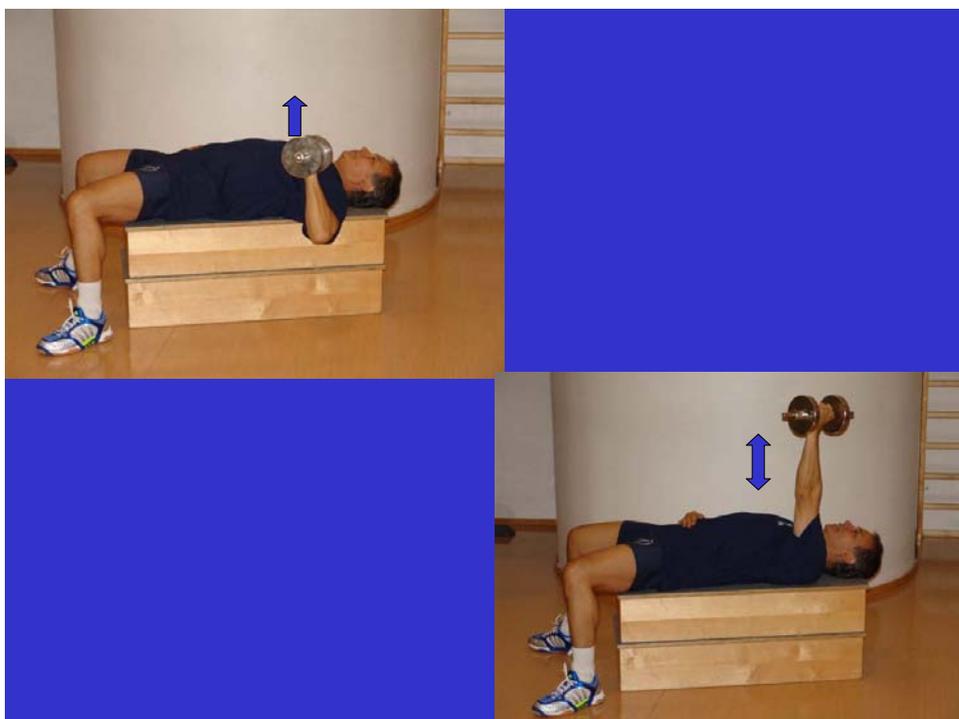
Músculos implicados:

Pectoral - Tríceps - Deltoides anterior

Ejecución:

acostado sobre un plano horizontal, glúteos en contacto con el banco o piso, pies en el suelo separados para asegurar la estabilidad.

Tomar la mancuerna con el codo pegado al piso. Al subir la barra, espire hasta el final del movimiento, luego comience a inspirar descendiendo la mancuerna hasta el nivel del pecho flexionando los codos.



Ejercicio 5: Hombros

Músculos implicados:

Trapezio (porción inferior, media y superior) – Deltoides (porción anterior, media y posterior)

Ejecución:

sentado, piernas ligeramente separadas, espalda bien recta tomar la barra y apoyarla sobre el muslo.

Inspirar y tirar la barra hasta el mentón elevando los codos lo mas alto posible, controlar el descenso de la barra evitando las sacudidas, espirar al final del esfuerzo.



Ejercicio 6: extensores de las piernas

Músculos implicados:

cuadriceps (vasto externo, vasto interno, recto anterior, crural) – glúteo medio y mayor

Ejecución:

Sobre un plano inclinado, con una mano apoyada en la pared, busque la altura del escalón que le permita hacer un minuto de subidas y bajadas con su propio peso corporal. En la medida que le resulte fácil, avance en la plataforma, realizando el ejercicio a una altura superior y así lograr un mayor esfuerzo.



Ejercicio 7 : Elevación de talones

Músculos implicados:

gemelos (externo , interno) - sóleos

Ejecución:

de pie espalda bien recta comienza con el pie derecho y apoya una mano en la pared:

Efectuar una extensión de los pies siempre manteniendo la articulación de las rodillas en extensión.

Si el peso no es el adecuado para lograr la fatiga muscular, es decir, que fácilmente puede completar el minuto, hágalo en un solo pie. Si hay riesgo de caídas hágalo elevando los pies desde el piso, sin la tarima.



2. Evaluación de la capacidad cardiorrespiratoria mediante la prueba de caminata de 2 km

1. El test se inicia sin haber realizado calentamiento previo
2. El sujeto debe descansar por 10 min, sentado cerca de la posición de partida. Durante este tiempo se debe realizar el registro de los datos, chequear posibles contraindicaciones al test, medir el pulso, cerciorarse del uso de ropa y zapatos adecuados
3. Pedir al sujeto que se dirija al punto de partida, poner el cronómetro en cero y dar las instrucciones para realizar la prueba
4. Instrucciones: caminar a la máxima velocidad posible sin llegar a correr o trotar, sin detenerse sino hasta haber completado el recorrido de 2 km. Podrá aumentar o disminuir el ritmo de caminata según lo necesite considerando siempre que el fin es realizar la prueba en el menor tiempo posible.
5. Se deberá consultar sobre el uso de plantillas, ampollas, varices, artritis/artrosis de rodillas u otro impedimento para realizar la prueba en las mejores condiciones.
6. Comience la prueba, no camine con el sujeto, no se distraiga durante el curso de la prueba, vigile siempre al sujeto.
7. Informe al sujeto el tiempo restante minuto a minuto, estimúlelo diciendo que lo está haciendo bien, sin apurarlo ni estimularlo.
8. Anote cada vuelta del circuito haciendo una marca en el casillero correspondiente. Consigne cualquier observación acerca de la prueba que pueda interferir en la comparación con las pruebas sucesivas.
9. Al finalizar, consignar la presencia de molestias durante la prueba tales como fricción de piel, dolor rodillas, cintura o columna, incontinencia urinaria, dolor tibial o dolor muscular en otra zona del cuerpo.
10. Consultar respecto a la percepción del esfuerzo mostrando la escala de Borg y solicitar al sujeto que localice el número y descripción que más se ajusta a su percepción al finalizar la prueba.

Aún cuando la experiencia con este test ha encontrado muy ocasionalmente, problemas como los que a continuación se señalan, el examinador debe estar atento a suspender la prueba en caso el paciente presente alguno de los siguientes síntomas: dolor en el pecho, disnea intensa, calambres en las piernas, mareos/caminar tambaleante, marcada palidez facial.

Recursos materiales

- Una cancha o terreno plano de al menos 100 m de perímetro, debidamente cuantificado para saber exactamente el número de vueltas requerido para completar los 2 km.
- Marcar el punto de partida y el de término.
- Un reloj con cronómetro
- Planillas de registro de los datos
- Tiza, cal u otro tipo de marcador y una cinta métrica de 5-10 m de longitud

Planilla de registro de datos para la prueba de caminata de 2 km

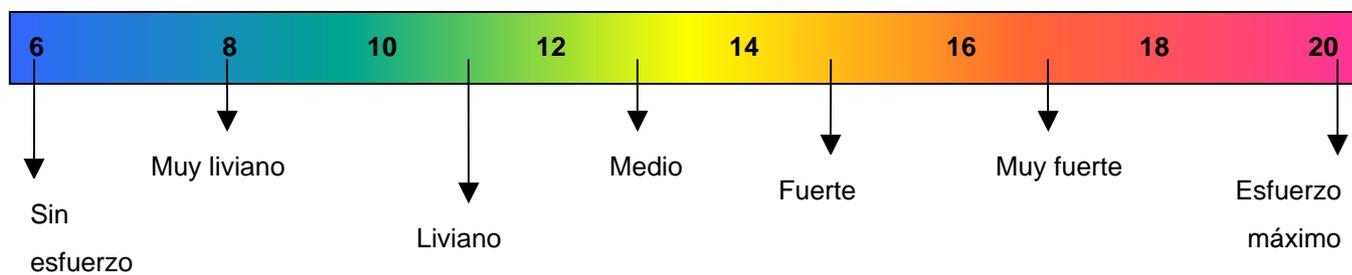
Nombre: **Fecha:**

Peso: **Talla:** (datos referidos por sujeto o ficha)

Vuelta	Tiempo (min:seg)	Vuelta	Tiempo (min:seg)
1		11	
2		12	
3		13	
4		14	
5		15	
6		16	
7		17	
8		18	
9		19	
10			etc

Percepción en la escala de Borg:
Puntaje en la escala de Borg:

Escala de percepción del esfuerzo derivado del ejercicio usando escala de Borg



Clasificación de los resultados de la caminata de 2 km

Luego de terminada la prueba clasifique la condición encontrada usando la clasificación siguiente de acuerdo a los resultados de la prueba de caminata de 2 km, en minutos y fracción.

Mujeres	Clasificación	Hombres
< 17.5	Bueno	< 16.0
17.5 – 18.5	Regular	16.0 – 17.0
> 18.5	Malo	> 17.0

Prescripción de ejercicios

De acuerdo a la clasificación anterior, la prescripción de ejercicios para el grupo en la categoría de mala condición física requeriría mejorar la funcionalidad muscular mediante los ejercicios descritos para mejorar la fuerza muscular según el punto 1 de esta guía.

Los sujetos clasificados en la categoría regular podrán desarrollar ejercicio intermitente de alta intensidad pero de muy corta duración. Para ello se recomienda por ejemplo alguna de las siguientes modalidades:

- carrera,
- ejercicios en bicicleta (ergómetra o la bicicleta común),
- trotadora

El ejercicio intermitente de corta duración se define como sigue:

- Alta intensidad
- 30 ± 15 segundos de duración
- Descanso igual o al doble del tiempo de ejercicio
- Repetir esta misma actividad por 15-20 veces
- Frecuencia 3 veces/semana, intercalados con ejercicio de fuerza en días alternos

Las personas calificadas en la categoría de condición física buena se les recomienda realizar ejercicios continuos de 30 o más minutos, a una intensidad moderada a alta, 2-5 veces por semana con el fin de mantener o mejorar la condición física actual.

También se estimula la combinación de ejercicios de fuerza en días alternos según preferencia individual.

Guías nuevas v/s guías actuales

Las guías sugeridas a continuación y el modelo anteriormente descrito se enmarcan en una intervención dirigida a mejorar la sarcopenia funcional. Las acciones se desarrollan bajo responsabilidad de un profesional de salud o del ejercicio, específicamente asignado y capacitado para realizar estas actividades. Las actuales guías de actividad física podrán seguirse empleando considerando que estas representan indicaciones que no se contraponen con el modelo actual al promover el movimiento, la flexibilidad o el esparcimiento. Específicamente, la guía A que se refiere a la recomendación de caminata por 30 min diarios, requiere especificar la intensidad del esfuerzo. Para ello recomendamos evaluar la capacidad física mediante la prueba de caminata antes descrita, clasificar al sujeto y luego indicarle el ritmo de caminata que implique un esfuerzo moderado. En lo que se refiere a la práctica regular de ejercicios 3 veces a la semana (guía E) se hace imprescindible definir la intensidad usando el mismo protocolo anterior. Cabe destacar que una vez logrados los objetivos planteados en el presente documento, la alternativa lógica para la mantención de la capacidad física y metabólica alcanzada será la práctica regular de ejercicios aeróbicos de intensidad moderada a elevada.

Sugerencia de nuevas guías

(dirigidas a adultos jóvenes y mayores; sanos o enfermos)

1. Fortaleciendo su musculatura fortalecerá su salud
2. Ejercite su musculatura 2-3 veces por semana
3. Hombres y mujeres pueden hacer ejercicios de pesas
4. Si su actividad física es baja, su masa muscular necesita fortalecerse
5. Antes de empezar a trotar, fortalezca su masa muscular
6. "Resucite" su musculatura de brazos, piernas, abdomen y espalda
7. Evalúe su condición física, si es "buena", entonces puede realizar ejercicios continuos de intensidad media a elevada

Resumen Ejecutivo

El presente documento representa un cambio en el paradigma de promoción de la actividad física utilizado hasta la fecha. En las actuales guías se privilegia la actividad física con el fin de lograr un cambio de actitud frente al sedentarismo y la vida confortable. Su destino final parece ser la búsqueda del mejoramiento de la capacidad aeróbica, lo cual no siempre se lograría porque se privilegia la actividad física sin considerar la funcionalidad muscular individual; se asume que todos los sujetos responderán de igual manera ante el mismo estímulo.

Nuestro planteamiento en cambio, es intervencionista y asume que la funcionalidad muscular, particularmente de la utilización de glucosa y grasa, está deteriorada y que al mejorarla, se actúa directamente sobre los factores desencadenantes de las enfermedades crónicas no transmisibles de alta prevalencia.

Otra diferencia es que las guías nacionales y extranjeras se centran en la actividad física mientras que el presente modelo promueve la práctica de ejercicio regular, desechando el supuesto imperante de que no todas las personas pueden realizar ejercicio intenso. En nuestro caso establecemos; basados en la mejor evidencia científica, que toda persona puede hacerlo siempre que se respeten dos condiciones básicas; que la intensidad sea adecuada a la capacidad de cada sujeto y que sea de corta duración. Los ejercicios de fuerza recomendados en el modelo propuesto en estas guías son seguros para toda la población adulta porque al realizarse por segmentos corporales aislados, el esfuerzo es localizado y por ello no representa un compromiso sistémico.

En síntesis, esta guía privilegia el ejercicio anaeróbico por sobre el aeróbico con el fin de restaurar la fuerza y la funcionalidad metabólica muscular. Ciertamente este constituye un planteamiento distinto cuyo fin es promover los cambios histoquímicos del músculo y "resucitar" la funcionalidad perdida como resultado del sedentarismo y la falta de ejercicio físico regular.

Anexos

Informe del Estudio IND

Referencias

- ¹ Church TS et al Effects of different doses of physical activity on cardiorespiratory fitness among sedentary, overweight or obese postmenopausal women with elevated blood pressure: a randomized controlled trial. *JAMA* 2007; 297(19):2081-2097.
- ² World Health Organization (WHO). Prevention of chronic diseases: WHO global strategy on diet, physical activity and health. *Food Nutr Bull* 2003; 24(3):281-284
- ³ Dela F, Kjaer M. Resistance training, insulin sensitivity and muscle function in the elderly *Essays Biochem* 2006; 42: 75-88
- ⁴ Booth FW, et al. Exercise and gene expression: physiological regulation of the human genome through physical activity. (review) *J Physiol* 2002; 543:399-411
- ⁵ Reznik RM, Shulman G. The role of AMP-activated protein kinase in mitochondrial biogenesis. (review) *J Physiol* 2006; 574.1:33-39
- ⁶ Cauza E, et al, The relative benefits of endurance and strength training on metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86:1527-1533
- ⁷ Menshikova E. et al Effects of weight loss and physical activity on skeletal muscle mitochondrial function in obesity. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2005; E818-E825
- ⁸ Diaz E, Saavedra C. Desarrollo y validación de una técnica para la evaluación de la condición física. Informe final proyecto IND N° 0515120142. Santiago, 2006
- ⁹ Manson JE. et al Walking compared with vigorous exercise for the prevention of cardiovascular events in women. *New Engl J Med* 2002; 347:716-25
- ¹⁰ Lee CD, et al. Cardiorespiratory fitness, body composition, and all-cause and cardiovascular disease mortality in men. *Am J Clin Nutr* 1999; 69:373-80

-
- ¹¹ Kelley GA et al. Walking, lipids and lipoproteins: a meta-analysis of randomized control trials. *Prev Med* 2004; 38:651-661
- ¹² Kraus WE, et al. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *N Engl J Med* 2002; 347:1483-1492
- ¹³ Kelley D. Skeletal muscle fat oxidation: timing and flexibility are everything. (review) *J Clin Invest* 2005; 115:1699-1702
- ¹⁴ Corcoran MP et al. Skeletal muscle lipid deposition and insulin resistance: effect of dietary fatty acids and exercise. (review) *Am J Clin Nutr* 2007; 85:662-677.
- ¹⁵ Hardie DG, et al. AMP-activated protein kinase--development of the energy sensor concept. (review) *J Physiol* 2006; 574:7-15
- ¹⁶ Kelley DE, et al. Skeletal muscle fatty acid metabolism in association with insulin resistance, obesity, and weight loss. *Am J Physiol* 1999; 277:E1130-41
- ¹⁷ Reznik RM, Shulman GI. The role of AMP-activated protein kinase in mitochondrial biogenesis. (review) *J Physiol* 2006; 574:33-9
- ¹⁸ Toledo FG, et al. Changes induced by physical activity and weight loss in the morphology of intermyofibrillar mitochondria in obese men and women. *J Clin Endocrinol Metab* 2006; 91:3224-7
- ¹⁹ Lee WJ, et al. AMPK activation increases fatty acid oxidation in skeletal muscle by activating PPARalpha and PGC-1. *Biochem Biophys Res Commun* 2006; 340:291-5
- ²⁰ Corcoran MP, et al. Skeletal muscle lipid deposition and insulin resistance: effect of dietary fatty acids and exercise. (review) *Am J Clin Nutr* 2007; 85:662-677
- ²¹ Noland et al. Artificial Selection for High Capacity Endurance Running is Protective Against High Fat Diet-Induced Insulin Resistance. *Am J Physiol Endocrinol Metab* Marzo 6 2007. [Epub ahead of print]

-
- ²² Kain J, Uauy R, Albala C, Vio F, Cerda R, Leyton B. School based obesity prevention in primary school children; methodology and evaluation of a controlled study. *Int J Obesity Relat Metab Disord* 2004; 28(4):483-493
- ²³ Vasquez F, Salazar G, Andrade M, Vasquez L, Diaz E. Energy balance and physical activity in obese children attending day care centres. *Eur J Clin Nutr* 2006; 60:1115-1121
- ²⁴ Sakamoto K, Goodyear LJ. Intracellular signaling in contracting skeletal muscle (review) *J Appl Physiol* 2002; 93:369-383
- ²⁵ Dreyer HC, et al, Resistance exercise increases AMPK activity and reduces 4E-BP1 phosphorylation and modify protein synthesis in human skeletal muscle. *J Physiol* 2006; 576:613-624
- ²⁶ Jurca R, Blair S, Association of muscular strength with incidence of metabolic syndrome in men *Med Sci Sport Exerc* 2005; 37:1849-1855
- ²⁷ Lamonte MJ et al. Physical activity and diabetes prevention *J Appl Physiol* 2005; 99:1205-1213