



**Hacia AMP y AMPK**

**ESTO ESTA ESCRITO EL AÑO 2000!!!!!!!**

***SALUD, EJERCICIO FISICO Y  
NUTRICION***

Carlos Saavedra (Chile)

Master en Ciencias de la Universidad Laval, Canadá

## **Introducción**

*No resulta fácil poder transmitir la impotencia que se siente al observar desde una tribuna como los seres humanos van disminuyendo sus potenciales y lo más difícil es no poder hacerles comprender que sus potenciales están viviendo 15 meses por año, es decir que cada diez años de vida estos cumplen 2 años más y que son en realidad los que Ud. va a vivir. Matemáticamente hablando, esto quiere decir que si Ud. esta programado para vivir 80 años, bueno éstos los va a cumplir a los 64.*

*Todos estamos sujetos a las leyes del envejecimiento pero se modifican cuando sedentarismo y sobrepeso se adhieren desde temprana edad.*

*Para mí en el año 2000, empieza el dilema psicosocial de las tres S:*

*Sedentarismo, Sobrepeso y Sobrevida.*

*De ninguna manera esto quiere decir que yo no estoy envejeciendo y por eso veo a los demás hacerlo, solo que la posibilidad que he tenido de adquirir una serie de conocimientos, me permiten visualizar la discordancia que existe entre las edades de las personas y su nivel de capacidad funcional que poseen, su pérdida de autonomía, su dependencia de fármacos, su mala calidad de vida siendo que la naturaleza los ha dotado de cualidades y potenciales que tan solo por malos hábitos de vida y ambiente se han deteriorado perdiéndose así la relación entre edad cronológica y biológica, siendo esta ultima mucho mayor.*

*Uno envejece y poco se puede hacer contra eso pero uno puede no ser viejo y sedentario, tampoco puede ser viejo y gordo y mucho menos, si uno quiere, puede ser viejo, sedentario y gordo. Si esto ocurre, uno es el responsable de haber decidido no hacer nada por combatir dichas características. Necesitamos educación y profesionales relacionados que nos eduquen en esta área ya que envejecer nos hace sentir pocas ganas de movernos, no movernos nos engorda y no moverse y aumentar la cantidad de tejido adiposo le hace mal a las células que conforman órganos y estos a su vez conforman sistemas y cada sistema pierde capacidad funcional.*

*Pensémoslo y unámonos a la cruzada de la alimentación adecuada y de la actividad física, señalados por la medicina moderna como los pilares de la prevención y del tratamiento de diversas alteraciones cardiovasculares, metabólicas y osteomusculares.*

*Carlos Saavedra, M.Sc.*

## **Sumario**

Panorama actual de los factores de riesgo en salud y el rol de la nutrición y el ejercicio físico

Caracterización del nivel de actividad física actual para ambos sexos y diversas edades.

Medios de comunicación y actitud de los líderes de opinión, padres, médicos y educadores.

Repercusiones en la capacidad física y funcional y el deterioro de órganos y sistemas.

Actividad vs inactividad y su rol en las alteraciones cardiovasculares, metabólicas y osteomusculares.

Conclusión

## **Principios básicos de la nutrición y la fisiología del ejercicio orientados a la prevención y calidad de vida**

Mecanismos de producción de energía.

Fenómeno de integración fisiológica.

Mecanismos de regulación endocrina.

Procesos de adaptación celular.

Entrenabilidad y desentrenabilidad.

Conclusión

## **Métodos de evaluación y diagnóstico del estado nutricional y de la condición física en diversos grupos humanos**

Los antecedentes clínicos, médicos y físico-deportivos del paciente.

La facilitación biomecánica del paciente.

La composición corporal y su antropometría.

La capacidad física de trabajo y el nivel de tolerancia al esfuerzo.

La capacidad funcional del sistema muscular y sus asimetrías.

### **Métodos aplicados de nutrición y entrenamiento destinados a la corrección de alteraciones, cardiovasculares, metabólicas y osteomusculares**

De la sarcopenia a la osteopenia.

Ejercicio físico y alteraciones cardiovasculares.

Ejercicio físico y alteraciones metabólicas.

Ejercicio físico y alteraciones osteomusculares.

Evaluación y reorientación del plan de entrenamiento.

Conclusión.

## **PANORAMA ACTUAL DE LOS FACTORES DE RIESGO**

### **EN SALUD Y EL ROL DEL EJERCICIO FISICO**

Caracterización del nivel de actividad física habitual y actual para ambos sexos y diversas edades

A pesar que los estudios indican que existen sociedades que hoy están ingiriendo menos cantidad de alimentos que hace tres décadas, los índices de

sobrepeso y obesidad siguen aumentando. Esto indica claramente que los niveles de gasto calórico o de requerimiento energético son cada día menores. Entonces se puede concluir que las personas se están moviendo menos y que dicho gasto no iguala ni supera a la ingesta diaria.

Las mujeres embarazadas son tratadas como enfermas, no caminan, no hacen colas ni cargan pesos leves al igual que los viejos. Como si esto fuera poco la mala condición física con que llegan al embarazo, hace que esta empeore más aún y así su calidad de vida durante el embarazo no es adecuada y solo el estímulo hormonal propio del embarazo más la cantidad de endorfinas circulantes propias de embarazo, permiten que el fenómeno del parto llegue a feliz termino. Los niños son cada día más transportados, al primer llanto de cansancio, por orientación sicología, son tomados en brazo, la actitud proteccionista y el alto costo de los accidentes son inhibidores del desarrollo de sus habilidades básicas como corresponde. Por otro lado las grandes ciudades tienen pocos espacios donde correr, no están libres de asaltos o violaciones o raptos y la cesantía permite tener empleadas que se preocupan de sus quehaceres y miles de choferes existen para transportarlos al colegio. Los colegios con el fin de rentabilizar el estúpido lucro que significa el negocio educar, poseen patios minúsculos y el aumento de la jornada escolar se ocupan en computación u otras actividades técnico-intelectuales. Ven televisión, comen y duermen, a veces comparten una mesa con los padres, sentados por supuesto. El colegio les vende y las mamás les mandan unas bombas calóricas de grasas saturadas y los supermercados tienen todos los colores y gustos de estas bombas a nivel del piso a fin de que no se escape ninguna de la vista de un niño. El trabajo intelectual y recreacional es identificar al producto que han visto en la televisión y de ahí el trabajo físico del llanto para que se le compre.

Los padres cansados, de tanto micro, metro o auto, gente y atochamientos, solo quieren descansar y ansiosos se preocupan de la hora en que le toca ingerir la píldora para la digestión, la relajación, para la circulación, la hipertensión, inducir el sueño o bajar el colesterol. Muchos poseen un lumbago crónico, o simplemente se les hinchan los pies por el sobrepeso.

Como podemos ver el panorama es difícil. Se come fácilmente y abundantemente. En pequeños paquetes muchas calorías, se sube de peso, se envejece, se limita la movilidad y todo esto estimulado por el marketing y la tecnología en que es sinónimo de status ser transportado y servido lo más posible.

Por tales razones estamos con exceso de peso, con una serie de factores de riesgos, cómodos o flojos y por lo tanto sedentarios, con mala capacidad física, nos cuesta arrastrar nuestro propio peso, producto de la pérdida de musculatura y de la capacidad del sistema cardiovascular de irrigar dicha musculatura y así este círculo vicioso, agregado al envejecimiento hace que nuestra calidad de vida, nuestra capacidad funcional y nuestra edad biológica nada tenga que ver con la cronológica. Observaciones científicas han calculado que nuestra sociedad a los 45 años está con una edad biológica de más menos 12 años (!).

### **Medios de comunicación y actitud de los líderes de opinión, padres, médicos y educadores**

No cabe duda que las alteraciones en nuestra salud esta comandada por una serie de elementos informativos y educativos irresponsables. El ejercicio y la alimentación esta considerada por nuestra sociedad como un asunto cosmético con fines estéticos y es explotado por los medios y los seudoprofesionales al máximo. La escasa o poca formación intelectual de la población permite un grado de vulnerabilidad propicio para creer y adecuarse a cualquier magia, secreto o brujería con tal de verse bien y la sociedad lo acepta o rechaza dependiendo de como se vea. Los medios lo saben y sus ventas están aseguradas cuando se les indica una dieta o un ejercicio mágico al igual que el horóscopo. Los padres se congratulan con amigos e hijos invitando a comer "cosas ricas" y la mayor parte del tiempo libre es llevada a cabo a costa de una buena cena la que siempre es con alto contenido de colesterol, grasas y calóricas. Los clubes son caros, por lo que es imposible hacer deporte y las condiciones de vida para muchos son

incompatibles con otra actividad que no sea la de trabajar, comer y dormir.

La medicina tradicional y que hoy aún se aplica, a la menor molestia, indica yeso o reposo, indica prohibición de levantar algún peso y por nada subir la frecuencia cardíaca. Si existe dolor, se inmoviliza y se medicamenta y a lo máximo se recomienda caminar como si esto fuera algo nuevo para la especie. Los deportistas son denominados población especial o nada tienen que ver con la normalidad y variables fisiológicas de deportistas muchas veces son sinónimo de exhaustivos exámenes e incluso de hospitalización. Los educadores tienen como misión crear al joven utilitario, eficiente y que sepa resolver problemas ajenos con máquinas sofisticadas y ojalá la neurona sea con un axón grueso que comunique la orden recibida por la empresa hacia la mano que opera una tecla. Sobre salud nadie educa, solo cuando alguien se enferma recibe una lección por parte del médico, pero en el colegio enseñar a alimentarse correctamente o a mantener su corazón, arterias, músculos o huesos en forma no es considerada educación. Esta fuera del currículum y el colegio pone estadística o computación o inglés instrumental para que el ciudadano se desenvuelva en la sociedad aunque no pueda subir una escalera o se sofoque al medio día por su estado de salud. El educador físico debe en 90 minutos semanales controlar 40 a 60 niños, si se accidenta alguno es despedido y debe preocuparse de los genéticamente dotados para que el colegio obtenga algún título de campeón en algo convirtiéndose así el profesor, en un eficiente agente de marketing del colegio. Este educador físico es formado para recrear y competir. Educar en pro de la salud solo será posible si el se preocupa, así algo podrá comprender y extender su labor educativa y profesional a la salud de su educando.

Como podemos ver poco favorece a nuestro desarrollo y bien estar la interacción con interlocutores supuestamente válidos ya que ellos también se encuentran sometidos a esta cadena o tren que favorece y conduce al sobrepeso, al sedentario y a la mala condición y capacidad física.

**Repercusiones de la inactividad en la capacidad funcional y en el deterioro de órganos y sistemas**

"Genetic is not democratic" expreso un destacado fisiólogo sueco, país con la mejor condición física poblacional. Cada niño por el solo hecho de crecer esta sometido a un estímulo ideal de maduración y desarrollo lo que permite la expresión de su patrón genético por sí solo. Pero esto sucede bien hasta los 6 años. Desde ahí dicha expresión requiere de estimulación externa y sistemática mediante adecuada alimentación y adecuado ejercicio porque o sino su genética comienza a perder potencialidad y su expresión estará limitada a solo un porcentaje de su máximo. La coordinación psicomotora requiere de estimulación o su sistema nervioso simplemente se desarrollara en aspectos de equilibrio y marcha. Su musculatura requiere de sobrecarga o sino su conformación, diferenciación y poder de reclutamiento ante un esfuerzo estará limitada. Su capacidad física estará deteriorada debido a que su músculo cardiaco podrá solamente abastecer estados de reposo, sin fortificarse o aumentar su función y así estará limitado el transporte de oxígeno por intermedio de arterias, vasos y capilares que se abrirán de acuerdo a los niveles de exigencia requeridos y también estará limitado el consumo de oxígeno por parte de sus músculos ya que su maquinaria bioquímica, incluyendo enzimas y mitocondrias, estarán adaptadas a niveles de requerimientos muy bajos de producción de energía. Los bajos niveles de actividad física y la fácil incorporación o ingesta de calorías, provocan un desbalance energético positivo en que la ingesta supera al gasto y por lo tanto crece el o los depósitos y estos son de grasa. Esto simplemente conduce a un deterioro de la composición corporal, es decir, los porcentajes de tejido muscular, óseo y adiposo pierden la armonía o proporción entre sí y que se requiere para una buena función y desde esta situación se da inicio a que diversos factores de riesgos a los que uno esta expuesto, se manifiesten de manera rápida, temprana y significativa.

Este cuadro da la bienvenida a un nuevo diagnostico aparecido en nuestra sociedad joven denominado sarcopenia, que es la pérdida de sarcómeros y que conduce hasta la osteopenia, es decir a la perdida de hueso, aspecto al que nos referiremos en extenso más adelante. En resumen, a mi modo de ver, la perdida de tejido muscular disminuye la posibilidad de producir



mayores montos de energía, ya sea por unidad de tiempo o en el tiempo. Esto implica una menor posibilidad de consumir substratos energéticos derivados de hidratos de carbono y de grasas, una menor posibilidad de estimulación de los sistemas cardiorespiratorio, de secreción hormonal y de ajustes eficientes de los mecanismos de termorregulación, es decir, la pérdida de tejido muscular es sinónimo de una pérdida de la capacidad física y de trabajo y esta a su vez disminuye la posibilidad de aumentar la capacidad funcional de órganos y sistemas por falta de una adecuada estimulación fisiológica.

La inactividad física produce una disminución en las funciones y en la dinámica de nuestra biología y de esta manera se entorpecen los mecanismos de circulación sanguínea incluyendo presión y acumulación de grasas. Afecta a los mecanismos de regulación de los niveles de azúcar en sangre y todo lo que tenga que ver con regulación fina del sistema neuroendocrino implicando al equilibrio hidrosalino y de termogénesis y termolisis.

### **Actividad vs inactividad: alteraciones cardiovasculares, metabólicas y osteomusculares**

En esta sección nos parece útil el hecho de poder citar evidencias objetivas acerca de la comparación que se puede hacer entre un organismo físicamente entrenado y uno carente de actividad física regular.

Está claro que los sujetos racionalmente y regularmente entrenados, es decir, descartando a los deportistas de elite, sufren menos alteraciones en su salud, visitan menos a los médicos internistas, (quizás aumentan sus consultas al traumatólogo), consumen menos cantidad de fármacos, (pero quizás más de suplementos), enferman menos, ( al menos del cuerpo) y viven más años que los que no hacen ejercicio físico, pero puede que no lo pasen tan bien, según el concepto vulgar y moderno de "pasarlo bien".

Es claro que el perfil bioquímico, denominado "metabolic fitness" actualmente, es mejor en la población entrenada que en la no entrenada. Los

tests de tolerancia a la glucosa se acercan más a las curvas normales, los niveles de triglicéridos y colesterol están en el borde de lo normal, los HDL, colesterol bueno, es definitivamente superior a los sedentarios, los niveles de presión arterial son inferiores, la frecuencia cardiaca en reposo es significativamente inferior y los niveles de catecolaminas circulantes también son inferiores.

A nivel de sistemas podemos indicar que el volumen sanguíneo es mayor y las cifras de presión arterial, frecuencia cardiaca, respiratoria, de ventilación y consumo de oxígeno son también más óptimos en sujetos entrenados que en sedentarios para una misma edad y sexo. A nivel celular, especialmente del tejido muscular, que como describiéramos, al parecer es fundamental en la posibilidad de mantener adecuados niveles de salud: el número de capilares por fibra muscular es mayor, la densidad y volumen mitocondrial es también significativamente superior, la actividad enzimática glicolítica y oxidativa también es mayor, la mantención de fibras musculares en el tiempo del tipo IIa y IIb también es mayor y la sensibilidad de receptores hormonales también es mayor. Concomitante a esto los procesos de síntesis de proteínas también están más estimulados y mejor balanceados y la actividad catabólica del tejido muscular está debidamente estimulada. Los depósitos energéticos están aumentados y el nivel de hidratación también es mayor.

Todo esto permite que las funciones de órganos y sistemas puedan estar mayormente solicitados y por ende los mecanismos de adaptación estén más desarrollados modificando umbrales que permiten una mayor eficiencia y tolerancia ante el stress fisiológico producido por agentes externos. Del mismo modo el sistema inmunológico también está en mejores condiciones de defender a nuestro organismo de elementos patógenos, sin embargo, en los extremadamente entrenados este sistema está debilitado exponiendo al deportista a una mayor vulnerabilidad a dichos agentes.

En definitiva los sujetos entrenados racionalmente, poseen características y niveles de desarrollo de órganos y funciones que hacen que dichos sujetos puedan tener mejor calidad de vida y mayor longevidad y esta característica es

independiente de edad y sexo, es decir, la posibilidad de profitar de este fenómeno del ejercicio físico es beneficioso para ambos sexos y en todas las edades, pudiéndose hoy hacer la absurda comparación (desde el punto de vista de las variables fisiológicas), entre viejos entrenados con jóvenes sedentarios o mujeres entrenadas con hombres sedentarios.

## **Conclusión**

Las alteraciones cardiovasculares, metabólicas y osteomusculares están siendo cada día más comunes y no se presentan solo en población adulta sino también en niños de corta edad. Estas son prevenibles hoy en día, en un alto porcentaje a temprana edad mediante cambios radicales de hábitos especialmente de alimentación y de actividad física. Sin embargo el medio ambiente cultural que circunda al individuo contemporáneo hace difícil dicha tarea y se requiere de una toma de decisiones de alto nivel gubernamental en que se racionalice la publicidad nociva para la salud, en que se incorpore a la educación de todo nivel aspectos relacionados con salud y calidad de vida y que siendo este un aspecto de salud, las autoridades medicas deberán hacer más hincapié en la prescripción de los hábitos descritos.

Finalmente, los profesionales de la actividad física y la nutrición, deberán acceder a mayores y actualizados conocimientos en el área de la nutrición, del ejercicio y la salud preventiva y de ese modo, al menos en aspectos de atención primaria, poder desenvolverse de manera eficiente, contemporánea y adecuada a las necesidades de la sociedad actual.

## **PRINCIPIOS BASICOS DE LA FISIOLOGIA DEL EJERCICIO**

### **ORIENTADOS A LA PREVENCION Y CALIDAD DE VIDA**

Mecanismos de producción de energía

Intentando abordar este tema de manera integrada con aspectos

nutricionales, es conveniente recordar que la energía proviene de los alimentos ingeridos, que su digestión es muy particular dependiendo si están compuestos por proteínas, grasas o hidratos de carbonos, que la forma en que se almacenan depende de variables multifactoriales y que su utilización va a depender de las necesidades que le imponamos a nuestro organismo o en su defecto se depositan o se excretan.

Las demandas energéticas van a estar acondicionadas a la intensidad y a la duración de los esfuerzos. Así mismo el tipo de substrato que se utilizara también va a depender de la intensidad y volumen del esfuerzo y lo que es más importante cada tipo de esfuerzo va a estimular, órganos, sistemas y organelos de manera diferenciada.

Teniendo esto en claro, podemos deducir que es absurdo prescribir o indicar solo "ejercicio físico" sino esta bien determinada la dosis al igual que un medicamento. Si bien este ultimo es especifico a cada enfermedad y según peso y edad, el ejercicio es menos especifico por el enorme efecto fisiológico que contiene, pero también debe indicarse de acuerdo a los niveles de capacidad física tanto aeróbico como anaeróbico y de esta forma la dosis debe estar en relación a dicha capacidad detectada en términos de intensidad, duración y frecuencia. Desde el punto de vista de como un mismo ejercicio, similar en intensidad y duración, puede tener efecto fisiológico totalmente distinto para uno u otro sujeto ya que caminar a una intensidad de 5 kilómetros por hora mediante 30 minutos en forma continua, para uno puede tener un efecto fisiológico en términos cardiovasculares excelente y que implica un gasto energético proveniente de la combustión de grasas en un alto porcentaje, para otro puede ser un stress cardiovascular anormal, con alta combustión de azucares solamente y con producción de ácido láctico. Ese sujeto, aparte de que no hará más ejercicio, no lograra completar los 30 minutos y su disnea se prolongara por varias horas. Sin embargo si este sujeto hace dicho esfuerzo de manera no continua sino mas bien intermitente, podrá hacerlo a dicha velocidad y durante 30 minutos y los efectos, dependiendo de los objetivos, pueden ser cumplidos, como por ejemplo en términos de modificaciones de la composición corporal.

Lo que sí está claro es que un plan de entrenamiento para la prevención de una osteoporosis, nada tiene que ver con un plan destinado a la corrección de niveles de lípidos en sangre, ya que la forma de estimular el metabolismo del tejido óseo es diferente a la de elevar los niveles de actividad de la lipoproteinlipasa que al parecer permite la disminución de triglicérido y el aumento de HDL en sangre.

En resumen conociendo los elementos básicos que permiten la producción de energía, es posible dosificar la intensidad y duración de un determinado esfuerzo muscular y de ese modo orientar dicha dosis a un objetivo claro, permitiendo así la optimización del ejercicio, aspecto que se encuentra en pleno proceso de investigación.

### **Fenómeno de integración fisiológica**

No son muchas las situaciones que permiten un compromiso casi total del organismo como lo es la del ejercicio físico. Solo el embarazo puede semejar algo parecido pero con la gran diferencia que esta integración es lenta (9 meses) comparada con el ejercicio que solo en segundos puede involucrar prácticamente toda la biología del ser humano. Tratar el fenómeno de integración fisiológica que ocurre durante el ejercicio, es poder darse cuenta que la estimulación de los mecanismos de producción de energía es un fenómeno complejo. Parte desde la estimulación nerviosa, con su respectiva secreción de neurotransmisores que despolariza la membrana del músculo y se desencadena en su interior una serie de modificaciones moleculares que se inician con la liberación del calcio por parte del retículo sarcoplasmático, la degradación de adenosin tri-fosfato, la conexión de actina y miosina, la recaptura del calcio, la presencia de metabolitos y resultando el consiguiente desequilibrio entre ATP y ADP, que da inicio a otra serie de múltiples mecanismos. Esto que ocurre en fracciones de segundos, moviliza gases en sangre que en coordinación con grupos articulares, estimula centros respiratorios, crece la ventilación y paralelamente el corazón incrementa su frecuencia cardíaca y su fuerza de contracción impulsando una mayor cantidad de sangre por cada sístole y por minuto. Fenómenos de

redistribución sanguínea y de cambios en la presión arterial, se suceden y una vaso dilatación periférica ocurre para aumentar los flujos sanguíneos en las partes comprometidas con el esfuerzo incluyendo a la piel que permitirá la termólisis generada por la combustión muscular.

La inhibición de ciertas glándulas endocrinas y la estimulación de otras permitirán que estos cambios se ajusten y se coordinen de manera adecuada para mantener el equilibrio homeostático. La aldosterona se eleva para retener el sodio a nivel renal que se pueda perder mediante la transpiración y también la hormona antidiurética permitirá una reducción en la producción de orina evitando así una deshidratación rápida. El páncreas frenará su excreción de insulina la que se mantendrá en niveles estables, impidiendo la liberación de ácidos grasos pero en contra partida el glucagón liberará glucosa hepática la cual será incorporada al tejido muscular mediante acción de la adrenalina, la cual también permitirá la lipólisis y aportar así ácidos grasos al torrente sanguíneo y a la mitocondria donde serán convertidos mediante la actividad enzimática mitocondrial en ATP. Toda esta acción producirá ácido láctico y óxido nítrico que aseguran una vasodilatación adecuada al músculo lo que le permitirá incorporar más oxígeno y eliminar el anhídrido carbónico. Esto es lo que ocurre durante el ejercicio y la magnitud y la perfección de estas adaptaciones agudas van a ser cada vez más perfeccionadas y óptimas en la medida en que sistemáticamente se someta a estas estructuras al stress fisiológico del ejercicio físico. Pero lo más interesante ocurre post-ejercicio en los procesos de recuperación de los depósitos de energía, en la restauración de los tejidos, membranas y organelos destruidos con el ejercicio mediante los fenómenos de síntesis de proteínas tanto funcionales como estructurales. Durante este proceso, de adaptación crónica, las hormonas juegan un rol y acción fundamental mediada por factores de crecimiento del tipo 1 y 2, (IGF).

Este es una síntesis del panorama que ocurre durante la ejecución de un esfuerzo de determinada magnitud. Cada célula comprometida con el ejercicio, tiene por otro lado otra aventura fisiológica y bioquímica interna mucho más compleja que la recién descrita.

Por lo tanto no resulta fácil, conociendo estos procesos, dejar a alguien sin ejecutar ejercicios en forma periódica ya que ningún medicamento o tipo de vida puede generar, estimular y renovar sus estructuras como se puede lograr mediante el estímulo del ejercicio físico. Por otro lado ignorar este fenómeno de integración por parte de los profesionales de la salud y del ejercicio es simplemente negar una real y efectiva posibilidad al ser humano de mejorar su estilo de vida intra e inter personal.

### **Mecanismos de regulación endocrina**

Con relación a lo expuesto anteriormente sobre la integración del sistema neuroendocrino al esfuerzo físico, debemos agregar que el entrenamiento produce adaptaciones específicas de este sistema y una de las evidencias más claras está en la forma que la respuesta hormonal, mediante la medición de sus respectivos niveles en sangre, se modifica, disminuyendo o aumentando frente a una carga de trabajo dada. Esto refleja la modificación de la señal que recibe y con la que responde el sistema autonómico neuro endocrino. Por otro lado también el entrenamiento en otro tipo de hormonas o de glándulas puede provocar cambios en la actividad secretora de una glándula endocrina. Es conocido el hecho de que en atletas entrenados está aumentada la capacidad secretora de la medula adrenal ante esfuerzos intensos lo que se verifica en la exagerada respuesta que esta hormona tiene ante diversos estímulos como hipoglicemia, hipoxia, hipercapnia o ante la presencia de glucagon, cafeína y otros ante un ejercicio máximo y los fisiólogos llaman o caracterizan a "la medula adrenal del deportista" como una característica típica de adaptación de este sistema al entrenamiento.

También es interesante destacar el fenómeno de adaptación en términos de eficiencia de este sistema debido básicamente a la modificación de la sensibilidad de los receptores hormonales. Esta modificación permite cumplir con los roles determinados de una hormona con menores niveles de secreción o circulante. Por ejemplo ante una infusión de glucosa un sujeto entrenado responde con menores niveles de insulina que uno no entrenado, obteniéndose el mismo resultado, es decir, el rol de la insulina se hace más

eficiente ya que con niveles significativamente inferiores se pueden corregir los niveles de glucosa sanguínea. Lo complejo del estudio en esta área está en el hecho de que determinar el nivel circulante de una hormona y deducir de ahí que esta haya sido mayor o menormente secretada es difícil. También está el hecho de que dicha hormona pueda ser más rápidamente metabolizada por el hígado. Pero en definitiva el hecho de tener menores niveles de insulina circulante y también adecuados niveles de glucosa en sangre, ya es un efecto protector ya que también un nivel bajo de insulina en sangre, contribuye a la prevención de la hipertensión y de la arteriosclerosis, fenómenos comúnmente asociados a las hiperinsulinemias.

No podemos dejar de mencionar por ejemplo que un exhaustivo entrenamiento en la mujer puede conducir a un hipogonadismo hipogonadotrófico lo que reduce la fertilidad e incrementa el riesgo de fractura.

Desde nuestro punto de vista del estudio de esta área integrada de nutrición y ejercicio, es interesante indicar que la respuesta hormonal al ejercicio posee efectos muy variados y promueve la movilización de glucógeno y triglicérido desde compartimentos extramusculares a los intramusculares. La cantidad a movilizar de estos componentes de diferentes depósitos no solo depende de las respuestas hormonales y de la actividad contractil del tejido muscular, sino también del tamaño y llenado de los depósitos, del estado de los receptores hormonales y de la capacidad de las enzimas involucrados en estos procesos. Por otro lado la diferencia entre los depósitos de energía intra y extra muscular pueden en cierta manera decidir la preferencia de la hormona a donde cumplir su rol. Los mecanismos de seguridad son bien conformados y no necesariamente una escasa movilización de depósitos extramusculares promueve el consumo de los depósitos intramusculares. Al parecer todo va a depender de la actividad enzimática que cada compartimento posea para hacer prevalecer su metabolización respectiva. Durante el ejercicio las hormonas van a ser estimuladas dependiendo en cierto modo de la sensibilidad de los receptores de los depósitos en coordinación con el tipo de fibras reclutadas para un específico movimiento y



así ver la afinidad de estas para metabolizar uno u otro tipo de substrato energético. De este modo también existiría un feedback que le permitiría saber al sistema que tipo de substrato debería movilizar para ser transportado y entregado al músculo.

En definitiva esta área, la del control neuroendocrino durante el ejercicio y post ejercicio, debe ser debidamente considerada en el diseño de planes específicos de entrenamiento indistintamente si estos están destinados a un aumento del rendimiento o al tratamiento o prevención de alguna alteración metabólica.

### **Procesos de adaptación celular**

El hecho de modificar órganos y sistemas en términos estructurales y funcionales con el entrenamiento físico, implica primariamente modificaciones celulares y de cada una de las células que conforman dicho órgano y a su vez un sistema. Cada célula va a renovar desde su membrana hasta cada organelo y contenidos que posea para su función. No estamos en condiciones de hacer un escrito sobre el tema, por su complejidad y escasa investigación desarrollada en el tema, pero claramente cuando el ejercicio físico cumple con umbrales adecuados de intensidad y duración, se producen micro lesiones o microfracturas o destrucción de elementos proteicos de cada célula en cuestión que esta comprometida con el esfuerzo físico diseñado o a la que ha sido sometida.

En los estudios que he llevado a cabo básicamente en el Laboratorio de Biología del Ejercicio de la Universidad de Tartu por los investigadores A.Viru y T. Seene, se ha podido observar claramente mediante estudios moleculares y microscópicos, los cambios producidos tanto en los gránulos de depósitos energéticos como también los cambios en la habilidad de la célula para utilizar dichos depósitos. También estos investigadores han podido analizar diversos metabolitos indicadores en la orina de destrucción de ciertos compartimentos celulares y observar y correlacionar al mismo tiempo los cambios que han experimentado dichos organelos o compartimentos. Los fenómenos van desde la proliferación de algunas terminaciones nerviosas

que favorecen los procesos pre y postsinápticos, el aumento de la permeabilidad selectiva de las membranas hasta modificaciones del aparato de Golgi, bandas Z, filamentos de actina, enzimas, etc., etc... Este hecho o estos fenómenos de adaptación intracelular comandan en definitiva la capacidad funcional de la célula, del órgano y del sistema propiamente tal.

Debemos, además, estar conscientes de que el fenómeno de adaptación de la célula muscular, es una parte de las adaptaciones ya que otras células, no musculares sufren cambios y especial atención requieren las del músculo cardíaco y todo su sistema cardiovascular, en que receptores alfa y beta adrenérgicos comandan los volúmenes de sangre impulsados y dichos receptores sufren modificaciones de magnitudes también impredecibles cuando se analizan adaptaciones individuales en el ser humano. Los propios mecanismos metabólicos de autoabastecimiento energético de la célula cardíaca, la permeabilidad de sus membranas, sus mitocondrias y sus enzimas oxidativas, también están sujetas a modificaciones importantes y vitales para la ejecución de esfuerzos físicos.

Es en este campo, el de los mecanismos de adaptación celular, donde la investigación, en relación a los cambios reales y objetivos de las capacidades deben ser evaluados, para poder aislar así al fenómeno del rendimiento de la enorme cantidad de contaminantes no fisiológicos ni bioquímicos que tienen que ver con la expresión funcional de alguna variable biológica del movimiento.

### **Entrenabilidad y desentrenabilidad**

Este es otro de los grandes motivos de estudio en el área de la fisiología del ejercicio. Básicamente trata de estudiar en primer lugar como un cuerpo humano experimenta cambios en su capacidad o rendimiento, luego de que depende la magnitud de dichos cambios y también la velocidad con que se producen dichos cambios. Lo complejo en esta área de investigación es que el cambio que cada ser humano experimenta con el entrenamiento en su condición física es un fenómeno bioquímico, anatómico y fisiológico de dependencia multifactorial y es así que cuando evaluamos la capacidad de

consumo de oxígeno de un deportista o de su máxima capacidad aeróbica, simultáneamente estamos evaluando la capacidad funcional de más de 50 variables fisiológicas y que a su vez cada una de ellas también depende de decenas de fenómenos intra y extracelulares.

Por ejemplo es bien sabido que el consumo de oxígeno depende, entre otros factores, de la capacidad del corazón de enviar en cada sístole un volumen sanguíneo, es decir, mientras mayor es el volumen sistólico, mayor es la capacidad de consumir oxígeno. Pero para esto es bien sabido que simultáneamente debe existir un aumento de capilares, un aumento de la actividad enzimática mitocondrial y también un aumento del tamaño o de la densidad mitocondrial principalmente de las fibras rojas del músculo.

***¿Es verídico que estas variables aumentan sincrónicamente o simultáneamente y porcentualmente en forma similar? ¿Puede existir la posibilidad de que incluso una de estas variables no se modifique?***

Las diferencias interindividuales en la forma de adaptarse al entrenamiento son enormes y en muchas variables superan el 100%, es decir, sujetos sometidos al mismo tipo de entrenamiento, unos pueden aumentar la capacidad funcional de un organelo o fenómeno un 20% y otros en un 50%, es decir más del 100% con relación al otro. También existe la posibilidad de que en este grupo de sujetos del ejemplo anterior, sometidos a un mismo entrenamiento, algunos ni siquiera experimenten un cambio mientras que otros sí. Lo más dramático de todo esto es que hay otros sujetos en que todas, fíjese bien todas, sus variables de las cuales depende una capacidad física determinada experimentan enormes progresos o cambios. Estos individuos son los que pueden partir de niveles iniciales muy inferiores a la media y sin embargo progresan mucho más que aquellos que parten de niveles superiores.

Acá estamos cayendo en el otro problema de la entrenabilidad, que es la velocidad con que algunos experimentan cambios. Cada variable bioquímica o fisiológica tiene un ritmo o velocidad para cambiar su nivel de capacidad funcional. Es así como al controlar cuidadosamente el rendimiento de los

sujetos entrenados de forma similar, nos vamos a encontrar con algunos que a las pocas semanas experimentan cambios significativos y otros no y esto ocurre también a nivel de estructuras, órganos y sistemas por separados lo que al parecer dependen de las características genéticas de cada individuo.

Si entendemos, a grosso modo, que para modificar un patrón fisiológico determinado se requiere de una dotación determinada, casi previa al nacimiento, de las estructuras que lo conforman, posteriormente este patrón anatomo-fisiológico va a depender de la estimulación y secreción hormonal a la que está sujeto, de la calidad de sus receptores y del poder de síntesis de proteínas estructurales y funcionales que pueda experimentar. De esta forma podemos encontrar diferentes tipos de entrenabilidad o de respuesta al entrenamiento y que pueden ser clasificados de la siguiente manera:

*Sujetos con gran o alta respuesta al entrenamiento; sujetos con baja respuesta al entrenamiento, sujetos que responden rápidamente u otros que responden de manera tardía. De esta forma también pueden ser clasificados como sujetos de alta y rápida respuesta; de alta pero tardía respuesta o en su defecto, de respuesta baja pero rápida o de respuesta baja y además lenta.*

En resumen, los efectos del entrenamiento físico si bien a niveles iniciales pueden comportarse más o menos de manera homogénea en la población, cuando se desea exigir mayores niveles, las respuestas son tremendamente variadas y diversas entre un sujeto y otro, aunque sean de iguales características y sometidas a similares tipos de trabajo.

a desentrenabilidad también tiene características similares. Las variables de las que depende un determinado rendimiento o función, se desentrenan o pierden sus potenciales logrados de manera muy diversa, así es como por ejemplo, la actividad enzimática se pierde de manera muy rápida en relación al volumen cardíaco, por lo que es necesario conocer muy bien cuales son las variables modificadas en el entrenado para poder predecir en cuanto tiempo va a perder su condición y en cuanto la va a recuperar.

## **Conclusión**

De todo esto se puede deducir una serie de conceptos que guardan relación con la prudencia que se debe tener al elegir los famosos seudotalentos, la prudencia que se debe tener con la eliminación de uno u otro candidato al entrenamiento y por sobretodo la prudencia que se debe tener con el hobby de efectuar pronósticos sobre el futuro y la fecha con que uno u otro deportista o paciente va a progresar. Los fenómenos biológicos involucrados en el actividad física si bien son coherentes e integrados, intrínsecamente poseen una independencia o individualidad, caracterizados por un ritmo de adaptación, por una velocidad y una magnitud en relación al cambio a experimentar bastante particular y específica. Si bien pueden afrontar el efecto agudo del estrés fisiológico del ejercicio, no significa que se adapten y mejoren su capacidad funcional de manera sistemática o se rigen por una ecuación general.

## **METODOS DE EVALUACION Y DIAGNOSTICO Y DE LA CONDICION FISICA EN DIVERSOS GRUPOS HUMANOS**

Antecedentes clínicos, médicos y físico-deportivos del paciente

Cada día cobra mayor importancia el hecho de que la recopilación de antecedentes antes de adecuar un programa de ejercicios sea parte fundamental en el proceso de incorporar a una persona a un plan de actividad física. Esto esta basado en dos hechos muy significativos siendo el primero de que nuestra población esta cada día más expuesta a factores de riesgo y que muchas veces la actitud sedentaria no deja que ciertas anomalías se expresen de manera evidente. Por otro lado es cierto que cada día se están acercando más y más personas de sobre 50 años a la practica de una actividad física y esto se debe porque la población adulta se ha incrementado enormemente junto con las expectativas de vida y también por el hecho de que las evidencias científicas indican que uno de los sectores más beneficiados con el ejercicio es el de los adultos.

Por esta razón prevenir riesgos de accidentes de toda índole es un deber de todo profesional y la manera de hacerlo es verificando su historia y constatando su estado o nivel de riesgo el cual debe orientar la planificación y adecuación del plan de ejercicios para que dichos riesgos puedan estar básicamente disminuidos. Esta información de manera más acabada se puede encontrar en el artículo de Evans en el numero de enero de 1999 del Journal of Medicine and Science in Sport and Exercise.

El interrogatorio al cual debe ser sometido un "paciente ambulatorio" que se quiere incorporar a un plan de ejercicios es un camino que se va construyendo a medida de que se extiende la conversación, es como un gran tronco en que cada rama va obteniendo una magnitud de acuerdo a la historia. Sin embargo este tronco, del cual salen las ramas, es posible de resumir en cierto grupo de preguntas.

Edad, este no es un dato estadístico más. La edad se relaciona con una serie de aspectos a considerar tanto en el hombre como en la mujer, por ejemplo en la mujer perimenopáusica, la edad juega un rol importante ya que define el tipo de medición y de diagnóstico a establecer, en la planificación y orientación hacia objetivos precisos relacionados con los efectos de los estrógenos que comienzan a disminuir y predisponen a la mujer a un mayor riesgo cardiovascular y a una pérdida de la densidad mineral ósea. En el hombre con dos o más factores de riesgo entre los cuales la edad puede convertirse en uno de ellos, también merece consideración y atención especial

Medicamentos, desgraciadamente gran parte de la población esta sujeta a uno u otro medicamento que puede asociarse o no a los efectos del ejercicio de manera adversa o bien potenciarse con el ejercicio. Por otro lado el tipo de medicamento entrega una pista de los antecedentes médicos que este paciente posee. Por otro lado ciertos medicamentos pueden enmascarar los resultados de un determinado test, como es el caso de ciertos beta bloqueadores que inhiben la frecuencia cardiaca en ejercicio.

Antecedentes familiares. Las probabilidades de heredar algunas de las

alteraciones más comunes de índole metabólico, cardiovascular u osteomuscular son importantes y un familiar directo con alguna de estas es considerado como un factor de riesgo. No en vano un padre fallecido por un infarto cardiaco antes de los 45 años o una madre osteoporótica o con historial de fractura, es un llamado de alerta para el hijo o hija y el asumir ciertas conducta o hábitos destinados a controlar o prevenir en esta dirección es extremadamente útil.

Hábitos y características que van desde la forma de dormir o conciliar el sueño, la digestión, el cigarro, la ingesta de café, alcohol, la periodicidad de los ciclos menstruales, son todos aspectos que inducen a malestares que a veces son contrarrestados con medicamentos o con hábitos inusuales y que carecen de toda lógica. También sus hábitos de vida habitual, o de trabajo, permiten extrapolar algunas formas de visualización del plan a desarrollar. Es un aspecto que permite la abertura de puertas para iniciar una educación del paciente.

Historia clínica involucra aspectos relacionados con el numero o tipo de enfermedades que el paciente ha tenido y verificar si estas han dejado alguna secuela, como así mismo si ha sido intervenido quirúrgicamente, si los hijos han sido producto de una cesaría o un parto normal etc... También el cuestionario debe apuntar a si ha tenido fracturas o lesiones importantes que hayan requerido de reposos prolongados. Finalmente la presencia de dolores crónicos también favorece a la orientación que el programa de ejercicios vaya a tomar.

Antecedentes de actividad deportiva son importantes ya que según el grado o nivel de experiencia, permite deducir teóricamente varios aspectos que involucran el grado de coordinación psicomotora, la eficiencia mecánica, la experiencia de los síntomas de un entrenamiento, etc... Esto permite ajustar una metodología de ejercicios más variada, sin tanto cuidado Por ejemplo, aventurándonos, un ex nadador que ha perdido su fuerza de extensores de rodillas, la forma de empezar será con extensiones de piernas sentado, mientras que un ex voleibolista, sin malformaciones o dolor de espalda podrá

hacerlo de pie, con flexiones e incluso rebotando. Para que hablar si el paciente ha sido un pesista. La labor de fortificación se favorece diametralmente más.

### **La facilitación biomecánica del paciente**

Si entendemos que todo movimiento es la resultante de una complicada interacción de fenómenos biológicos, debemos iniciar esta comprensión con el hecho que todo parte desde un comando nervioso. Cuando un sujeto ha estado sujeto a padrones de movimientos de rutina, las conexiones sufren un deterioro importante y muchas veces en la evaluación medimos un aspecto que tiene que ver más con habilidades que con capacidades y basta con que el paciente recuerde ciertos padrones de movimiento para que este funcione o en su defecto simplemente puede crear o reconectar circuitos motores que estaban "dormidos". Posteriormente viene una fase de que al grupo muscular que le corresponde la responsabilidad de dicho movimiento debe capacitarse, es decir incorporar más capilares sanguíneos a su estructura, mejorar su actividad bioquímica y establecer padrones de velocidad de adaptación, de tolerancia y de recuperación superiores a los que poseía. Eso es por un lado.

Seguidamente viene otro aspecto a considerar que ya no implica la facilitación que podríamos llamar intrínseca sino una más bien extrínseca e integrada. Para resumir este aspecto vale hacerse la siguiente pregunta por ejemplo: un paciente que para mejorar sus niveles de triglicéridos circulantes debe al menos caminar o trotar o en definitiva gastar un monto x de calorías diarias, pero sin embargo si no considero que su columna esta con una cintura abdominal deficiente, que sus rodillas están desprotegidas por sus extensores de rodilla y que su condición vascular-periférica es deficiente. Lisa y llanamente lo estoy exponiendo a un riesgo innecesario, el cumplimiento ciego del objetivo esta pasando a llevar otros aspectos integrados a la biología del movimiento y que cambiarían una patología por otra.



La facilitación biomecánica del paciente, consiste esencialmente en "arreglar las ruedas del auto para proseguir o iniciar el viaje". En este ejemplo o caso, quizás deberemos esperar que baje de peso para iniciar su entrenamiento, o adecuarlo en un principio a la bicicleta o simplemente fortificarlo lo suficiente para posteriormente dedicarnos al objetivo plateado. Tenemos el auto, debemos mejorar el funcionamiento de sus cilindros, para lo cual debemos rodar 2000 kilómetros y no tenemos las ruedas ni neumáticos en condiciones!

Otro ejemplo que me ha llamado mucho la atención es el relacionado con la rehabilitación de paciente cardiaco. Las bases de la kinesiología dedicada a esto esta en aumentar su respuesta cardiaca al esfuerzo o aumentar su capacidad aeróbica. Naturalmente esto implica aspectos cardiovasculares importantes. Pero la regla de oro de los programas de rehabilitación se basan en cuidar que la frecuencia cardiaca no sobrepase más allá del 65% de la frecuencia máxima teórica que es deducida en algunos por la formula de 200 menos la edad o con un margen mayor de protección de 180 menos la edad. Es decir un paciente de 55 años no debe hacer una actividad que sobrepase los 180 - 55, o sea que no pase los 125 latidos cardiacas por minuto.

Entonces el programa es caminar rápido. En un paciente desacondicionado por varios años, alcanza esta frecuencia en los dos primeros minutos de caminata por ajustes hemodinámicos y por la estimulación de catecolaminas. Dicha caminata no es más allá de 4.5 kilómetros por hora, dosis totalmente insuficiente para rehabilitar a cualquier ser humano! Pero el reglamento dice máximo 125 latidos. Mi cuestionamiento, y que espero algún día probar, es que porque a este paciente no se le facilita biomecánicamente primero, es decir, sin involucrar tanta masa muscular de un viaje, partir por la capacitación parcializada de cada músculo responsable de la marcha.

De esta forma, se cumplen ciertos procesos de adaptación que no elevan la presión y tampoco la frecuencia cardiaca y además se facilita o se capacita al grupo muscular de aspectos metabólicos necesarios para que aumente su consumo de oxígeno. El problema es que la kinesiología tradicional por si sola

soluciona aspectos mecánicos y no considera aspectos metabólicos.

### **La composición corporal y su antropometría**

Así como el perfil bioquímico está integrado por diversos componentes y cada uno de estos debe tener un nivel determinado, el cuerpo humano también está integrado por estructuras y "materiales" que deben tener niveles adecuados. Básicamente la masa magra y la masa grasa son las que están en un constante equilibrio en el sujeto físicamente sano. La masa ósea, la masa muscular y la masa adiposa es la que debe ser regulada durante toda la vida, quedando fuera de esta discusión la masa correspondiente a los órganos.

La medición del peso en el agua y su relación con el volumen desplazado es una manera de diferenciar estas dos masas, la grasa y la magra. La determinación de los pliegues cutáneos es aún utilizada pero cada día menos considerada en el ámbito científico. La impedanciometría es más utilizada y su tecnología está siendo cada vez más simple y precisa en la determinación. Pero indudablemente que la densitometría por DEXA es la más aceptada y permite cuantificar la cantidad de tejido muscular, de tejido adiposo y de tejido óseo.

La composición corporal, es decir, en términos domésticos, la cantidad de tejido adiposo que la persona pueda tener o acumular, es un índice predictor de una serie de enfermedades que guardan relación con la diabetes, la hipertensión, la hiperinsulinemia, la hipertrigliceridemia etc... y todas aquellas asociadas al sobrepeso.

Un párrafo aparte merece el hecho de que existen hoy en día, una serie de personas que han estado muy preocupadas de su peso ideal y lo conservan sin tomar en cuenta su composición corporal y estas personas poseen altos índices de tejido adiposo y una masa muscular disminuida lo que actualmente se denomina sarcopenia y que es tan grave o posee tantas complicaciones como el exceso de tejido adiposo.

Indudablemente que la causa principal de este desequilibrio es o son los dos

aspectos más gravitantes: exceso en la ingesta calórica en relación a lo que se gasta y actividad física disminuida, resultado, aumentan los depósitos de energía y disminuye la masa muscular!

La gran cantidad de estudios en esta área del metabolismo y como este se altera con la edad, con la ingesta, con la actividad física y las diversas alteraciones que estos fenómenos provocan en mecanismos de regulación neuroendocrina, permiten orientar políticas de prevención que si bien son simples de implementar resultan difíciles de lograr debido a que pretenden cambiar hábitos de vida. A pesar de que poseen un costo mínimo, básicamente el paciente logra sus objetivos si su dedicación y perseverancia son los adecuados.

Se ha podido observar que los regímenes restrictivos del monto de calorías a ingerir son una medida eficiente para la obtención de la baja de peso, sin embargo no para la composición corporal ya que una gran parte de la pérdida de peso corresponde a una disminución del tejido muscular. Por tal motivo, independientemente de la dieta, un programa paralelo de ejercicios, contribuye al balance energético negativo y además mantiene o incluso mejora la masa muscular. Este hecho permite que el sujeto sometido a tratamiento de dieta y ejercicio modifique la intensidad de su actividad física habitual y así también adquirirá hábitos que aparte de educarlo en la parte alimentaria, también lo hace ser físicamente más activo en su vida diaria con el consiguiente gasto calórico extra.

Las formas de determinar la composición corporal junto al sobre peso o el grado de obesidad tomando en cuenta el factor de riesgo que esto implica son variadas y de un cierto grado de objetividad. Entre las más importantes esta la del perímetro de la cintura, la relación peso-talla, la relación perímetro de cintura y cadera. Todas estas determinaciones permiten obtener índices que indican el grado, tipo de obesidad y el riesgo correspondiente.

Me parece interesante mencionar el hecho acerca de la forma en que se modifica la composición corporal y la ganancia y pérdida de la grasa

sectorizada, para lo cual recomiendo a los autores Bouchard, Trambly y Depres. La ganancia y donde se ubica la grasa va indudablemente en relación al balance calórico y al parecer una fuerte tendencia genética es la responsable de la cantidad que se acumula y también donde se acumula. Por otro lado la pérdida de tejido adiposo tampoco es claro como responde en términos de que lugar esta grasa se utiliza ni en que orden. La pregunta es si al efectuar ejercicio físico, de donde es más sensible que la grasa disminuya, intraabdominal o subcutáneamente? y si es subcutánea proviene primero de piernas, tronco o brazos?. Como podemos ver en cada uno de los aspectos mencionado en este artículo existe la necesidad de investigar.

### **La capacidad física de trabajo y el nivel de tolerancia al esfuerzo**

Los términos, aptitud, condición y capacidad física o funcional se manejan de manera indiscriminada y para poder entrar en la discusión correspondiente debemos ponernos de acuerdo para saber de qué hablamos o a qué nos referimos.

Condición física es la resultante de una serie de variables que conforman un grado de rendimiento determinado por la suma o integración de dichas variables fisiológicas. La condición física normalmente se puede expresar en términos de puntajes que es la suma de los puntos que le corresponde a la magnitud de cada variable.

Aptitud física es el valor numérico alcanzado por la exigencia sub máxima o máxima de una sola variable fisiológica y es expresada en términos de kilos o newton de fuerza o de consumo de oxígeno o de cms de flexibilidad, etc....

Capacidad física está determinada y cuantificada por la cantidad de trabajo que una variable fisiológica puede alcanzar en una determinada unidad de tiempo. Esto también es expresado en unidades de trabajo ya sea en mets, watts o joules.

Capacidad funcional es la forma en que se comporta cada variable intrínsecamente y por lo general, según la variable, se puede caracterizar determinando la velocidad de adaptación, el nivel de tolerancia y el nivel de

recuperación del sistema solicitado.

Teniendo un orden o acuerdo en estas definiciones, según mi criterio por cierto, podemos conversar acerca de este aspecto, que si bien esta bastante desarrollado en la literatura y muy abordado por los metodólogos, es de interés, ya que así como cada día los ejercicios deben ser prescritos con dosis adecuadas, los tests deben también ser el resultado de una combinación entre las condiciones que el paciente presente y los objetivos e intereses que se persigan.

Los test destinados a la medición de la capacidad de trabajo, deben involucrar los aspectos relacionados con el metabolismo energético de origen aeróbico y anaeróbico y a su vez ojalá involucren aspectos periféricos y/o cardiovasculares.

Es así por ejemplo que un test debe ser lo suficientemente prolongado para poder medir, ya sea la máxima capacidad de trabajo el cual puede ser de índole piramidal, es decir, elevando la velocidad o la pendiente o la carga dependiendo del instrumento a utilizar, cada uno o dos minutos y simplemente observar y determinar con que carga llega a la máxima frecuencia cardiaca ( $200 - \text{edad}$ ) o interrumpe el esfuerzo. Tan simple como eso es la máxima capacidad de trabajo.

También existe la máxima capacidad de trabajo muscular, en que en un test de 30 o 90 segundos, se cuenta el numero total de contracciones que un músculo flexor o extensor puede ejecutar un movimiento contra una resistencia determinada. El multiplicar el numero de contracciones por el peso levantado dará una imagen de la capacidad de trabajo de ese músculo evaluado.

Por otro lado la tolerancia al esfuerzo es medir un ejercicio o esfuerzo determinado a un equivalente al 60 u 75% del máximo y observar como la frecuencia se estabiliza, cuanto tiempo puede estar estable y a que frecuencia del máximo teórico se estabiliza. Cosa semejante puede obtenerse del músculo, ejecutando un numero de repeticiones determinadas a un

porcentaje del máximo y observar en que segundo o número de repetición el músculo es incapaz de seguir ejecutando el movimiento, ya sea de extensión o de flexión.

Estos tests que son simples en la medida de que se conozcan principios bioquímicos, fisiológicos y anatómicos o biomecánicos de la contracción muscular, permiten dosificar adecuadas cargas de trabajo según las capacidades individuales y en relación al objetivo que se persiga.

### **La capacidad funcional del sistema muscular y sus asimetrías**

Si bien ya hablamos un poco sobre este tema, me parece prudente poder tocarlo más a fondo. A principios de los 80, aún no se mencionaba a la fortificación muscular como parte importante en el tratamiento o entrenamiento de pacientes ambulatorios. Solo se consideraba al entrenamiento aeróbico cardiovascular como el método apropiado para prevención en salud. Sin embargo ya se sospechaba sobre sus efectos y solo faltaban más investigaciones al respecto para poder publicar de manera responsable la recomendación sobre la práctica de ejercicios de resistencia con fines benéficos para la salud. Solo en 1990 el American College of Sport Medicine agregó a las recomendaciones o guía para ejercicios en promoción de la salud al entrenamiento de la fortificación muscular mediante resistencia.

Al evaluar a los pacientes desde el punto de vista de la capacidad funcional del tejido muscular, mediante dinamómetros digitales, se puede observar en su gran mayoría, significativas asimetrías entre los músculos agonistas y antagonistas de un mismo segmento como así mismo entre los músculos de uno comparado con su similar contralateral. Estas son fácilmente corregibles cuando no existen lesiones o causas otras fuera de la falta de estimulación por mal hábito de sobre uso de un segmento sobre otro.

Pero lo más dramático es que cada día se ve más gente joven con una imposibilidad de ejecutar movimientos con el propio peso del cuerpo, sufrir

de dolores articulares sin ninguna evidencia bioquímica de alteración del cartílago articular y lo que es más evidente que los valores de fuerza muscular han disminuido considerablemente en ambos sexos y en todas las edades en las últimas dos décadas y la diferencia entre sujetos entrenados desde el punto de vista de esta variable es mayor que la que existía anteriormente.

El volumen 50, de Noviembre de 1995 del *Journals of Gerontology*, editado por Hollozy estuvo íntegramente dedicado al fenómeno de sarcopenia definida como una patología consistente en una profunda alteración de la composición corporal con deterioro y disminución evidente del tejido muscular, fenómeno que ocurre con el envejecimiento.

Por otro lado si bien la masa muscular está disminuida, es evidente que la función también, ya que tanto proteínas estructurales como funcionales desaparecen y la capacidad de contracción disminuye. Al respecto dicha capacidad tiene dos componentes, sin considerar aquí la diferenciación del tipo de fibras, que es la de ejercer una máxima contracción y la de efectuar una serie de contracciones venciendo determinada carga o resistencia. El músculo puede ejercer una contracción venciendo mucho peso y también puede efectuar un trabajo consistente en levantar consecutivamente durante varios segundos o minutos un peso submáximo. Estas dos cualidades están deterioradas y es el punto de partida para un determinado número de alteraciones metabólicas y cardiovasculares, ya que sin estimulación adecuada del tejido muscular, los niveles de producción de energía disminuyen y el compromiso metabólico y cardiovascular por consiguiente también y la capacidad funcional de estos sistemas, por la falta de estimulación, también disminuye.

Durante el desarrollo y crecimiento se establecen patrones de máxima capacidad de trabajo y de contracción muscular, aumentando estas progresivamente y haciéndose diferentes entre ambos sexos y con un rango considerable de variaciones que hacen dichas diferencias levemente significativas entre hombre y mujer (Saavedra, C., *J. of American College of*

Sport Medicine, Septiembre 1991). Posteriormente es el entrenamiento y/o los hábitos de vida los que hacen que este sistema, el muscular, pueda mantenerse en buenas condiciones, desde el punto de vista morfológico, bioquímico y fisiológico. No en vano este tejido, según publicaciones científicas, permite efectuar comparaciones entre sujetos de 66 años entrenados con de 25 años sin entrenamiento y no evidenciar diferencias significativas desde el punto de vista histoquímico.

### **Conclusión**

Sin duda la composición corporal y el sistema muscular merecen una atención especial ya que son indicadores de la cantidad de grasa acumulada lo que implica un factor de riesgo importante y de la masa muscular que es la que permite o gatilla la estimulación de gran cantidad de órganos y sistemas. Al mismo tiempo permite el gasto de energía diario por lo que contribuye de manera importante al establecimiento del balance calórico apropiado.

Por otro lado la capacidad de contracción muscular máxima esta asociada a la prevención de riesgos osteoarticulares que van desde la perdida de densidad mineral ósea, hasta la prevención en caídas, osteoporosis y fracturas. El dolor de espalda esta asociado en gran medida a una deficiencia en la función muscular de las regiones abdominal y dorso-lumbar y por el grado de cansancio o fatiga localizada con alteración estresante del comportamiento o conducta cardiovascular que esta provoca, también, la función muscular, esta asociada de manera estrecha a la calidad de vida.

## **METODOS APLICADOS DE NUTRICION Y ENTRENAMIENTO**

### **DESTINADOS A LA CORRECCION DE ALTERACIONES**

### **CARDIO-VASCULARES, METABOLICAS Y OSTEOMUSCULARES**

#### **De la sarcopenia a la osteopenia**

Si bien nuestra sociedad padece de una serie de síntomas y esta está dividida



en fumadores, adictos, bebedores, comedores, o en otros grupos como hipertensos, obesos, diabéticos etc... Cada uno de estos grupos lo conforman el 20 al 30% de la población. Sin embargo el sedentarismo, indicado como otro factor de riesgo importante para la salud, involucra a más del 70% de la población (!).

Esto significa que la población en general posee una característica y que guarda directa relación con este factor de riesgo: posee una mala capacidad funcional del tejido muscular producto de una sarcopenia, una pérdida importante del tejido muscular, o de la cantidad de sarcómeros, unidad contractil del tejido muscular. La tendencia actual, desgraciadamente, es pensar que este es un grave problema estético y por lo tanto el ejercicio es considerado por la sociedad, incluso la intelectual como un elemento cosmético.

No debemos dejar de tener presente que básicamente todas nuestras funciones y órganos están directa o indirectamente puesta al servicio de la producción de energía. Este fenómeno consiste básicamente en generar moléculas de ATP para que cada célula cumpla sus funciones y le dé movimiento a cada una de las partes y a todo el cuerpo.

Estas funciones van desde el almacenamiento de energía, a la distribución, y a la conversión de energía química en movimiento o mecánica. El mayor consumidor de energía es el tejido muscular por lo que el solo hecho de aumentar las demandas energéticas a los niveles que el tejido muscular es capaz de hacerlo, implica un estímulo o un stress fisiológico importante a los elementos endocrinos que movilizan y regulan la movilización de substratos, a los sistemas que los transportan, a los que los oxigenan, a los mecanismos que regulan los flujos sanguíneos, a los elementos que facilitan el transporte de membranas, a la maquinaria bioquímica o enzimática que degrada y cataliza las reacciones químicas y a los sistemas que degradan o eliminan temperatura y desechos metabólicos productos de la combustión muscular.

Con todo esta descripción o sea que una pérdida de tejido muscular es a su vez una pérdida de estímulo a todos los sistemas y esto contribuye al cuadro

vicioso de que a menos músculos menor movimiento y a menor movimiento menos músculo. Esto hace un balance calórico o energético positivo, en que se ingieren más calorías de lo que se gastan y esto a su vez sobreviene un exceso de peso lo cual también contribuye a una actitud sedentaria, la que finalmente deja al sistema cardiorespiratorio, circulatorio, osteomuscular y metabólico reducido a una mínima expresión y que solamente es capaz de abastecer las necesidades de un cuerpo en reposo constante. Todo esto se traduce en una incapacidad de consumir oxígeno por parte de la célula muscular, solo consume el que requiere el cuerpo en reposo, es decir unas 50 veces menos de lo que es capaz.

Este fenómeno, el de la disminución de la capacidad funcional del tejido muscular va a repercutir también en el tejido óseo, ya que este en gran parte es estimulado en su metabolismo, incluyendo la asimilación de minerales, debido a las tracciones importantes que experimenta con el movimiento intenso al igual que los impactos que este pueda recibir. De esta manera el hueso, por falta de movimiento pierde densidad mineral y calcio y da lugar a una fase o etapa preliminar a la osteoporosis llamada osteopenia.

### **Ejercicio y las alteraciones cardiovasculares y metabólicas**

Los primeros indicios de la efectividad del ejercicio físico sobre el ser humano se enfocaron hacia el aparato cardiocirculatorio y respiratorio. Desde las ventajas que este producía en el ritmo cardíaco tanto en reposo como en el esfuerzo submáximo pasando por los cambios en los volúmenes de eyección cardíaca hasta el aumento del árbol coronario o la irrigación del miocardio. Todos estos fueron señalados como elementos importantes en la prevención de accidentes cardíacos. No dejaron de impresionar los valores que alcanzan los litros de sangre que puede impulsar el corazón por minuto durante un esfuerzo máximo como tampoco los litros de aire que el sistema pulmonar puede ventilar por minuto durante el esfuerzo.

Por otro lado, concomitante a estas observaciones, el hecho de aumentar el

lecho capilar periférico y algunos efectos sobre mecanismos de regulación neuroendocrina y del sistema de prostaglandina, permitieron explicar el efecto protector o preventivo en la mantención de los niveles de presión arterial.

Los mecanismos por los cuales esto sucede son numerosos y entre otros están los de los cambios que ocurren en el sujeto entrenado con respecto a los niveles de catecolaminas circulantes, los cambios de sensibilidad de los receptores, los fenómenos de síntesis de proteínas tanto estructurales como funcionales del miocardio, el aumento de la elasticidad de arterias y vasos, los cambios en la secreción de renina y todo el complejo de angiotensinas y también el sistema de prostaglandinas que hace disminuir las sustancias presoras dejando actuar más a las vasodilatadoras en complicidad con los receptores responsable de la vasodilatación de los capilares. Efecto contrario al provocado por niveles elevados de insulina que insensibiliza dichos receptores favoreciendo el efecto hipertensivo o vasoconstrictor. La hipervolemia que caracteriza a los sujetos entrenados también va a favorecer procesos ligados a factores hemodinámicos propios de la presión arterial.

Sumado a estos fenómenos recién descritos, el ejercicio físico que favorece el metabolismo de ácidos grasos también contribuye a un efecto protector sobre las alteraciones cardiovasculares y metabólicas.

Los niveles de HDL, colesterol bueno, se elevan con el ejercicio, que arrastra partículas de LDL de los capilares, vasos y arterias para ser metabolizados por el hígado, evitando así la formación de ateromas que en un primer instante obstaculizan el paso de la sangre, elevando así la presión arterial y posteriormente simplemente obstruyéndola provocando así el infarto o isquemia en el correspondiente lugar donde se forma. De esta forma, el ejercicio, junto a regímenes alimenticios y algún fármaco destinado a la disminución de LDL, va a contribuir eficientemente en el efecto protector del riesgo cardiovascular. Los triglicéridos elevados disminuyen prácticamente en pocas horas después de finalizado el ejercicio y estos se mantienen en niveles normales en los sujetos entrenados.

Por otro lado la incorporación de glucosa al tejido muscular es un factor importante en el sujeto entrenado en términos de dinámica y dimensión. Los receptores de insulina aumentan su sensibilidad de manera considerable por lo que el rol de esta hormona es significativamente más eficiente que en los sujetos no entrenados. Tomado en cuenta que la glucosa durante el ejercicio atraviesa la membrana del tejido muscular sin la presencia o necesidad de insulina, es fácil poder entender el efecto protector que tiene el ejercicio en la prevención de la diabetes. La hiperinsulinemia, que arrastra una variedad importante de trastornos que van desde la retención de sodio, hasta la elevación de la presión arterial, disminuye sus niveles a las pocas sesiones de entrenamiento, estableciéndose valores cercanos a los normales sin mayores esfuerzos en cuanto a intensidades y tiempo de entrenamiento.

Como podemos observar el ejercicio físico posee fundamentos sólidos para ejercer un efecto positivo sobre este tipo de alteraciones los que sumados a los efectos de la alimentación con proporciones adecuadas de hidratos y grasas, dichas alteraciones pueden ser manejadas de manera eficiente y más aun cuando se trata de ejercer una acción preventiva, ya que el control de la ingesta de alimentos, el almacenamiento de estos, la movilización y el gasto por parte de la célula muscular ya sea a nivel citoplasmático por vía anaeróbica o a nivel mitocondrial por la vía oxidativa o aeróbica se encuentra con una capacidad funcional muy superior a la de los sujetos no entrenados.

Todo esto adquiere aun mayor preponderancia cuando los estudios longitudinales en morbilidad y mortalidad, demuestran que con el solo hecho de aumentar la capacidad aeróbica cardiovascular en términos de aumentar uno o dos minutos o 1 ó 2 kilómetros la capacidad de efectuar trabajo físico, los factores de riesgos disminuyen en un 2 a 3 %. Sugiero en esta materia de manera muy especial los trabajos publicados por S. Blair del Instituto Cooper.

### **Ejercicio físico y alteraciones osteomusculares**

Desgraciadamente una gran parte de los síndromes relacionados con articulaciones, músculos o huesos, están acompañados de procesos inflamatorios por lo consiguiente es una alteración dolorosa.

Me parece que esta es una cuestión netamente médica y farmacológica y que en las crisis agudas o cuadros agudos nada tiene que hacer el ejercicio físico, sino más bien el reposo y el tratamiento kinésico.

En los cuadros crónicos en que el paciente a aprendido a vivir con el dolor, el entrenamiento del aparato osteoarticular empieza a jugar algún rol y básicamente mediante la estimulación en el recambio de proteínas, de la secreción de endorfinas y del aumento de la micro circulación.

"El control del dolor y de la inflamación, la pronta movilización y la especificidad de los ejercicios y su respectiva progresión de la intensidad parece ser la mejor oportunidad para el sistema osteomuscular para restaurar la normalidad de la función cardiovascular y músculo esquelética" (Med. Sci. Sport and Exercise.Vol 31[1]). El dolor de columna es la quinta patología en numero de consultas en los países desarrollados y la primera causa por la cual existe semi invalidez y ausentismo laboral y las publicaciones científicas señalan que el éxito del tratamiento esta compartido entre los fármacos, el reposo y el ejercicio físico por partes iguales.

Otra evidencia que ayuda a sostener la efectividad del entrenamiento físico en la prevención y tratamiento de diversos tipos de alteraciones osteomusculares, es que en las personas físicamente entrenadas el índice de afecciones de esta índole es significativamente menor.

Pero sin duda, los efectos sobre el hueso son bastante más importante por la gravedad que representa las alteraciones que este sufre que lo llevan hasta la fractura.

El sistema óseo posee huesos que se denominan cortical, ( por lo general los huesos largos) y el trabecular, que como su nombre lo dice esta compuesto por trabéculas y está ubicado en la cabeza del radio, el cuello del fémur y los cuerpos vertebrales. Estas trabéculas, con leves desmineralizaciones quedan expuestas a fracturas por compresión, o impacto. Acá es donde las adecuadas dosis de calcio durante toda la vida y la presencia sistemática de

impactos sobre el hueso como así mismo la tracción que ejercen los músculos sobre las palancas óseas, hacen posible que el hueso presente resistencia optima durante gran parte de la vida. Muy especial atención requiere este proceso en la mujer en su periodo post-menopausico, etapa en que la ausencia de estrógenos perturba los procesos normales de captacion de calcio y se estimulan los de eliminación o degradación de los minerales óseos produciéndose una perdida de la densidad mineral ósea. Esto básicamente se localiza en la perdida de equilibrio entre la actividad osteoblástica que regenera hueso y la osteoclástica, que degrada hueso, siendo esta ultima mayor.

Definitivamente el ejercicio físico con sobrecarga es el tipo de esfuerzo más adecuado para la mantención del tejido óseo trabecular ya que este aumenta la densidad del tejido y además contribuye a la conformación de una arquitectura de las trabéculas que hace más resistente al hueso a la fractura.

Si nos referimos a los procesos de adaptación funcional y estructural que ocurren con el ejercicio, podemos entender que estos no ocurren solamente a nivel del tejido muscular sino también a nivel del hueso, como lo vimos, a niveles de tendones, ligamentos y cartílagos. En la medida que estas estructuras sean solicitadas de manera continua y con adecuadas intensidades, se van a ir renovando y conservándose en mejor estado que si no tuvieran ese requerido recambio de proteínas tanto estructurales como funcionales que produce el ejercicio físico.

Por lo tanto este fenómeno, el de adaptación, ocurre en el músculo, el cual va a proteger la articulación y estimula al hueso, al ligamento, a tendones y al cartílago articular conservando así los diferentes, diversos y numerosos "sistemas" ostoarticulares con una capacidad funcional en buena condición.

Básicamente este es el proceso de prevención en primer lugar, el de terapia y corrección en segundo, que hace al ejercicio muscular un elemento fundamental para contrarrestar las alteraciones de estos tejidos que están comprometidos con características genéticas por parte del paciente pero también por las del medio ambiente y entre ellos, una vez más, la

alimentación y el ejercicio.

### **Evaluación y reorientación del plan de entrenamiento**

Sin duda que todo lo anteriormente escrito, es la base de esta parte ya que de nada sirve planificar sin entender porque. Nunca olvidare cuando en un congreso a un investigador se le catalogo de teórico y mi tutor, Dr. Héctor Croxatto, Premio Nacional de Ciencias, le replico "no puede haber una buena practica si no esta respaldada por una excelente teoría".

Como pudimos observar las variables biológicas que están involucradas en los procesos de adaptación al entrenamiento son múltiples y en la medida que tengamos acceso a ellas va a ser la medida en que podamos orientar nuestra metodología y definir así de manera más precisa nuestros objetivos.

El plan debe iniciarse y confeccionarse cuando la historia clínica y medica fue confeccionada, cuando se analizo el perfil bioquímico y se confecciono el "metabolic fitness" del paciente, se efectuó el diagnostico del "physical fitness" y se obtuvieron las necesidades que debía el plan de ejercicios cubrir.

Pues bien al cabo de un tiempo, no mayor de 45 días ni menor de 30, se debe evaluar y comparar los valores de algunas de las variables anteriores con los encontrados nuevamente después de haber tomado los mismos test y exámenes en similares condiciones a las anteriores. Estos tests indudablemente deben ser escogidos en primer lugar por el nivel o grado que se escapan de un padrón denominado de normalidad. Si la presión arterial del sujeto es mayor a los valores de 120/80, indudablemente que es un parámetro al que debemos supervisar y dedicar nuestro esfuerzo u objetivo. En segundo lugar contemplar los intereses del paciente desde un punto de vista funcional y acá también debemos tener cuidado y priorizar las cualidades físicas. ¿Que haría Ud. si un paciente con una deficiente respuesta cardiovascular al esfuerzo posee también un dolor de espalda o simplemente

su musculatura abdominal es deficiente?. ¿Por dónde empieza su plan de ejercicios?.

Unicamente considerando los cambios experimentados y los no experimentados, se pueden efectuar una serie de modificaciones en el plan de entrenamiento y básicamente en aspectos biomecánicos mas que en aspectos de intensidad y volumen de entrenamiento, cuando se tiene en cuenta y cierto grado de seguridad en el pre establecimiento de las cargas de trabajo.

Seguramente este aspecto se presta a confusión debido a la interacción entre la biomecánica y la carga de trabajo. Existen ciertas cargas para ciertos grupos musculares que modificando la acción biomecánica en la ejecución, sin cambiar la carga esta varia por la variación de los ángulos de partida del movimiento, de tomada de la carga y de llegada o finalización del movimiento.

El otro punto interesante es que si se efectúa un control cercano del plan o de cada sesión de entrenamiento, podremos ver claramente si la carga debe ser modificada al segundo o cuarto entrenamiento, ya que lo ideal es ir controlando en cada sesión ya sean los segundos o minutos trotados y caminados, la frecuencia cardiaca alcanzada o bien el número de repeticiones que va logrando hacer a medida que avanza el entrenamiento. Esto es todo posible cuando no se caiga en el tradicional método de dar el número de series y de repeticiones previa y rígidamente como también el número de minutos o velocidad que cada paciente debe hacer.

¡Debe imperar el sistema de autodosificación y autocontrol en el entrenamiento moderno destinado a la modificación de variables



bioquímicas y fisiológicas. De lo contrario se cae en el tradicional esquema que ha desprestigiado esta actividad y que es la de adaptar al paciente a un sistema de entrenamiento y no al entrenamiento a las características del paciente!

Para tener en cuenta

CONTROL DE VARIABLES METABOLICAS EN LOS NIVELES DE ENTRENAMIENTO Y CONDICION FISICA.

CUADRO BASICO. NECESIDADES DE MICRO Y MACRONUTRIENTES.

EL PERFIL BIOQUIMICO. RELACION CON VARIABLES FISIOLÓGICAS.

MECANISMOS DE ADAPTACION. ROL EN PREVENCIÓN EN SALUD.

CUADRO BASICO. REGULACION NEUROENDOCRINA.

UMBRAL OPTIMO DE EJERCICIO. MECANISMOS DE ADAPTACION.

CONTROL DEL ENTRENAMIENTO Y SU DOSIFICACION.

Objetivos

OBSERVAR y reflexionar en relación de las "distintas" necesidades nutricionales y especular acerca del rol o necesidad "diferente" en sujetos sometidos a diversos tipos de entrenamiento.

ENTENDER la necesidad de incorporar el concepto metabolic fitness y correlacionarlo con el de physical fitness.

COMPRENDER e interpretar al diagnostico que señala el tipo de entrenamiento y la prevención de diversas alteraciones en salud incluida la de composición corporal.

SABER que el entrenamiento físico altera los perfiles hormonales y según el rol de cada una de ellas va a ser el impacto específico que el entrenamiento puede tener.

CAPTAR que solo las características del estímulo en intensidad y duración adecuada, predisponen a la microfractura o lesión fisiológica, a la liberación de metabolitos y así da paso a la estimulación endocrina y consiguiente reparación.

DETERMINAR mediante la microscopía, la determinación de metabolitos, la RMN, el sistema inmunológico y ciertas hormonas y la percepción vía índice de Borg como mecanismos de diagnóstico pueden ser eficaces en la determinación de las características del entrenamiento.

COMPRENDER que la optimización de los diversos tipos de esfuerzo y la consiguiente estimulación de la síntesis de proteínas estructurales y funcionales permitirán dosificar adecuadamente el respectivo ciclo de entrenamiento.

## **Conclusión**

La metodología indirecta que comúnmente se utiliza para el diagnóstico de la capacidad funcional de órganos y sistemas está siendo gradualmente reemplazada y no necesariamente por métodos invasivos. El nivel, las adaptaciones o el efecto crónico del entrenamiento es importante pero su magnitud dependerá del efecto agudo que produzca en cada entrenamiento ya que esto permitirá adecuar dosis óptimas de entrenamiento y de reposo. La entrenabilidad de parámetros bioquímicos y fisiológicos que guardan relación con la salud y el rendimiento físico y deportivo, va a depender de las características genéticas del individuo y de cómo estas se orienten con un entrenamiento adaptado a dichas características y que considere el tipo de potencial, el umbral de estimulación y los fenómenos de recuperación y adaptación del sujeto.

***Ref: A. Viru., C. Bouchard, J. Simoneau, P. Depres, J. Pollock., A. Seen., C. Saavedra., I. Vuori***