

## INVESTIGACIÓN

### NUTRICIÓN Y APTITUD FÍSICA

**Por: Mario Barac, con la colaboración de G.B. Spurr**

Es un tema que nos ha venido preocupando en el laboratorio de ejercicio del Hospital Universitario de la Universidad del Valle por varios años. Nos preguntamos cuál es el impacto que tienen los diversos problemas nutricionales a que se ve sometida nuestra población, sobre la aptitud física de ella. Como corolario nos preguntamos también si dada una cierta condición nutricional en nuestra población cuáles tipos de actividades físicas son adecuadas para ella y cuáles no.

Voy a presentar este tema en tres partes: la primera tendrá que ver con cuánto y cómo la nutrición, tal como existe en nuestro medio, afecta la aptitud física de las personas. En segundo lugar, como la rehabilitación nutricional se refleja sobre algunos aspectos de la aptitud física y en tercer lugar como la aptitud física está relacionada con la productividad en un sector de nuestra población laboral: los corteros de caña. Con este enfoque podemos ver como el acervo de conocimientos logrados a través de la Medicina del Deporte no solamente es aplicable a los deportistas sino a todo aquel quien desarrolle actividades que requieran de esfuerzos físicos.

También podemos ver que algunas observaciones hechas en el estudio de ciertos trabajos físicos laborales pueden tener aplicación en la Medicina Deportiva.

Entre las características de aptitud física, la más reconocida y ampliamente aceptada como la mejor medida de la aptitud física general es el consumo de oxígeno máximo, que refleja la velocidad máxima de generación de energía por procesos aeróbicos en el organismo.

El consumo de oxígeno máximo puede variar de persona a persona. Si esas personas tienen que realizar toda una misma labor que requiere de un cierto gasto energético, es decir de un cierto consumo de oxígeno, sea éste un esfuerzo deportivo o laboral, estas personas verán tasadas sus capacidades de generar energía aeróbica en diferentes proporciones de acuerdo a los niveles de sus consumos de oxígeno máximo. De manera que el mismo trabajo representará diferentes esfuerzos de estas personas. En un caso representaría por ejemplo un esfuerzo del 50%, en este caso, por ser menor el consumo de oxígeno máximo en esa persona, el porcentaje de esfuerzo subirá al 60% y aún en otro caso podría ser 75%. Existe la posibilidad de que los problemas nutricionales, y específicamente la desnutrición, afecten la aptitud física bajando el nivel del consumo de oxígeno máximo. Por tanto, un esfuerzo que para una persona normal sería moderado, podría representar el 100%, es decir coparía la capacidad física de la persona desnutrida. Si el compromiso es aún mayor entonces este esfuerzo sería imposible de realizar para esa persona.

Es bien conocido que esfuerzos del orden del 35-40% del consumo de oxígeno máximo son los más altos que pueden sostenerse por períodos de ocho horas, que son los de más interés desde el punto de vista laboral, sin que al día siguiente la persona por fatiga no pueda volver a su trabajo. Una persona bien nutrida con un consumo de oxígeno normal, al realizar un esfuerzo del 40% de su capacidad aeróbica, puede sostenerlo por ocho horas. Si realiza esfuerzos menores durante las ocho horas, esto se va a reflejar en un rendimiento menor si el trabajador es por ejemplo un cortero de caña, o si se trata de un ciclista corriendo en la vuelta a Colombia, querría decir un trayecto menor recorrido en las ocho horas. Para una persona que tenga disminución marcada del VO<sub>2</sub> máximo, cortar la misma cantidad de caña representaría un esfuerzo que sería

imposible de realizar en las ocho horas. Durante éste período solamente podría someter un trabajo más pequeño, cuya intensidad naturalmente depende del grado de compromiso en consumo de oxígeno máximo que pudiera tener la persona. Entonces una primera posibilidad es que los problemas nutricionales afecten la capacidad máxima de consumo de oxígeno que tenga el organismo y por ende su rendimiento físico.

Entre más intenso sea un esfuerzo, es decir entre más se acerque a copar la capacidad de la persona, por menor tiempo se podrá sostener, de manera que esfuerzos cercanos al 100% de la capacidad aeróbica solamente se pueden sostener por tres a cinco minutos en tanto que esfuerzos del orden del 35 al 40% se pueden llegar a sostener por ocho horas. Es bien conocido sin embargo que personas entrenadas pueden trabajar al 50% de su capacidad máxima, por ocho horas, mientras que una no entrenada resistiría solamente un tiempo menor (4-6 horas).

Podría suceder que la desnutrición tuviera un efecto inverso al del entrenamiento, es decir que una persona desnutrida pudiera aguantar una carga del 50% solamente por media hora, es decir por un tiempo muy inferior al de un individuo normal. De modo que otra manera como la desnutrición podría teóricamente afectar el rendimiento físico de las personas es reduciendo su aguante a una carga relativa fija, digamos del 40%. Entonces además de la reducción en la intensidad permisible de los trabajos debida a la disminución del consumo de oxígeno máximo habría un defecto adicional ya que ese esfuerzo solo lo podrá sostener por poco tiempo. Entonces el primer enfoque experimental, fue tratar de conseguir un grupo de personas de variado estado nutricional, determinando simultáneamente su estado nutricional y su aptitud física y correlacionando las variables nutricionales con las variables de aptitud física.

Estudiamos un grupo de pacientes, unos severamente desnutridos con niveles de albúmina sérica inferiores a dos gramos por ciento (2%), otros con grados moderados de afección nutricional y niveles de albúmina sérica entre dos (2) y 3 1/2 gramos% y otros con leve compromiso nutricional o normales y niveles de albúmina por encima de 4%. Medimos en todos estos pacientes la capacidad aeróbica. Existe una correlación bastante buena entre niveles de albúmina sérica y capacidad aeróbica ( $r=0.66$ ) es decir, entre una expresión del estado nutricional y la capacidad aeróbica de las personas.

La talla promedio de ésta población fue bastante homogénea; eran todos sujetos mestizos con una estatura promedio de 1.58 cm y una desviación estándar relativamente pequeña (de 7%).

Las grandes variaciones observadas en la relación peso/talla de estos sujetos se debió a que individuos con tallas muy similares tenían pesos muy disímiles. La relación peso/ talla tuvo también una correlación bastante estrecha (con un coeficiente de .76) con el consumo de oxígeno máximo. Otro indicio que entre mayor el compromiso nutricional, mayor también el compromiso de la aptitud física en estas personas.

Sigue una descripción de lo que fue la composición corporal en los tres grupos de sujetos, algunos con desnutrición de grado intermedio y otros con desnutrición leve o nula, composición derivada de medidas de los comportamientos líquidos corporales. Esencialmente se midió el comportamiento líquido extracelular por medio de la determinación del volumen de distribución del tiocianato y se midió el agua total por el volumen de distribución del agua tritiada. Se calculó el volumen intracelular y con base en éste se pudo calcular la masa celular del organismo. La masa de células musculares se determinó en estos sujetos midiendo la excreción diaria por medio de creatinina mientras los sujetos se mantenían en una dieta constante de contenido de creatinina exógena conocido y fijo.

La severidad del compromiso nutricional se refleja esencialmente en un progresivo compromiso de la masa celular del organismo. A mayor compromiso nutricional la masa celular del organismo decrece y vemos que son las células musculares las que son afectadas principalmente. De manera que mientras el valor absoluto del agua extracelular de los sólidos extracelulares y aún de la masa total, no difieren demasiado en sujetos con compromiso nutricional creciente, lo que si difiere fundamentalmente en ellos y explica las diferencias de

peso que veíamos anteriormente, es la masa de células y entre la masa de células, la masa de células musculares. Si hacemos una correlación entre el consumo del oxígeno máximo y el porcentaje del líquido extracelular en el cuerpo vemos una correlación inversa porque a medida que disminuye la masa de células disminuye el peso y como el volumen extracelular permanece constante su porcentaje dentro del cuerpo aumenta a medida que hay mayor compromiso nutricional. Es para todos conocido que el individuo que está desnutrido es un individuo hinchado. Entre más hinchado esté, menor su aptitud física.

La relación entre la excreción diaria de creatinina, que es un índice de la masa de células musculares, y el consumo de oxígeno máximo muestra una altísima correlación ( $r = 79$ ).

Hay también una correlación muy interesante entre la masa total de hemoglobina en el cuerpo y el consumo de oxígeno máximo. Esta fue la más alta de las correlaciones que obtuvimos entre las variables nutricionales y las de aptitud física ( $r = 0.83$ ). A medida que va decreciendo la masa de hemoglobina total en el cuerpo también va decreciendo la capacidad máxima de consumo de oxígeno. Esto sugiere que el factor muscular, es decir, la masa de células musculares y el factor entrega de oxígeno, o sea la masa de hemoglobina, están muy relacionados con la capacidad aeróbica de estos sujetos. Una vez estudiadas, de esta manera, las razones por las cuales el consumo de oxígeno máximo era afectado por el compromiso nutricional creciente, nos interesó estudiar como fue el “aguante” afectado por el compromiso nutricional.

Veamos la relación entre los niveles de albúmina sérica (que variaron desde uno y medio hasta más de cuatro gr. %) y el tiempo máximo de aguante a un esfuerzo del 80% del máximo. Vemos que no hay ninguna correlación. Lo mismo sucede si relacionamos el aguante con cualesquiera de las otras variables composicionales que determinamos. Concluimos que el compromiso nutricional afecta la aptitud física esencialmente disminuyendo el consumo de oxígeno máximo sin alterar el aguante a un esfuerzo aeróbico o carga relativa determinada.

Los sujetos con grados severos de compromisos nutricionales fueron tratados. Veamos las consecuencias de la repleción nutricional en estos sujetos. Durante el periodo inicial de estudio en la unidad metabólica, variables como el peso se mantuvieron más o menos estables mientras se completaban toda la serie de estudios. Luego se inició el período de repleción que se prolongó por unos tres meses. Se observó un aumento progresivo de peso. En los sujetos más severamente afectados, el peso pasó de 43 kilos a 53 kilos, es decir hubo un incremento de 10 kilos con el tratamiento. La albúmina sérica pasó de niveles del orden de 1.9 a niveles por encima de 3.3 gr%. La hemoglobina total creció lentamente al comienzo de la repleción, pero luego, aumentó hasta niveles superiores a los 600 gramos, todavía sin embargo no enteramente normales.

Los estudios hematológicos de estos pacientes en recuperación mostraron como el hematocrito solamente cambió hacia el final de la repleción. Así mismo la concentración sanguínea de hemoglobina. En tanto que la hemoglobina total del cuerpo fue subiendo más o menos progresivamente desde que se inició la repleción nutricional. El volumen plasmático tuvo una tendencia a decrecer desde el punto de vista porcentual si se expresaba por kilo de peso.

Es decir que a medida que el sujeto aumentaba de peso, el volumen del plasma no aumentaba en la misma proporción, mientras que el volumen sanguíneo no mostró variaciones significativas durante la repleción cuando se expresó porcentualmente, es decir que creció en proporción al peso del individuo.

Veamos ahora como varía la composición corporal durante el período de repleción nutricional. Hubo un incremento del contenido total de agua en el organismo que de aproximadamente 20 litros pasó a 35 litros. El agua extracelular no varió mayor cosa, con una ligerísima tendencia a disminuir con la repleción. En promedio cambió de 17 a 16 1/2 litros. El cambio en agua total ocurrió casi exclusivamente por un incremento del agua intracelular. Ese incremento de agua intracelular es un reflejo de la masa de células corporales, que creció con el proceso de repleción nutricional. Naturalmente al crecer la masa de células corporales también

crece el llamado “peso libre de grasa” (constituido por la suma de masa de células corporales, esqueleto y el líquido extracelular). Como quiera que los sólidos y los líquidos extracelulares fueron constantes, las modificaciones del peso libre de grasa siguieron la misma tendencia que la masa celular corporal durante el proceso de repleción.

Al parecer simplemente con el hecho de estar en reposo y con una dieta adecuada en calorías pero no en proteínas, las células pierden el exceso de agua que tienen durante la desnutrición y a eso se debe que haya disminución inicial del volumen del compartimiento intracelular. En el período inicial de desnutrición-severa, además de haber una disminución de la masa celular, las células que existen están hinchadas con agua, ese exceso se perdió en parte con el reposo y con una dieta adecuada en calorías (para las condiciones sedentarias del hospital) y luego continua perdiéndose con la repleción proteica. Entre las células que se están creando o que están creciendo durante el período de repleción, las células musculares representan y siguen bastante bien el patrón principal de aumento de la masa celular total, mientras que las células viscerales, aunque también crecen, lo hacen en menor proporción que las células musculares. De manera que el cambio celular principal que está ocurriendo con el proceso de repleción proteica es un aumento de la masa de células musculares. Posiblemente no se trate de un aumento del número de células sino simplemente de un aumento de la masa de las células ya existentes,

Veamos las variables de aptitud física en este período de repleción nutricional. Durante el período en que los sujetos recibieron una dieta adecuada en calorías pero limitada aún en proteínas, la capacidad máxima del consumo de oxígeno no se alteró. Pero cuando se inició la repleción proteica ocurrió un incremento progresivo del consumo máximo de oxígeno, así como de la capacidad aeróbica de manera que el  $VO_2$  max. no aumenta simplemente en proporción al aumento de peso del individuo sino que aumenta mucho más que el peso del individuo.

Al tiempo se aprecia que el tiempo de aguante a una carga del 80% disminuye a medida que la repleción ocurre.

Es bien conocido que el aguante a una carga relativa de trabajo tiene bastante que ver con los depósitos de carbohidratos (específicamente del glicógeno) en los músculos y que manipulando la dieta en términos de su contenido de carbohidratos se puede alterar la durabilidad de un sujeto que realiza un cierto esfuerzo. Quizá la disminución del aguante con la repleción ocurre por una disminución de los depósitos de glicógeno muscular, debida a la disminución del contenido de carbohidratos en la dieta al aumentar su contenido proteico. Desafortunadamente no hicimos biopsias musculares para probar este punto.

Aquí vemos las correlaciones que existían entre la excreción de creatinina y el consumo de  $O_2$  máximo. Vemos una correlación excelente del orden de 0.72 durante los períodos basal y de repleción.

Con base en las medidas de hemoglobina total y de masa de células musculares podemos predecir el  $VO_2$  máximo que tendría una persona, es decir su capacidad física. Por ejemplo las calculadas con base en los datos que teníamos de los pacientes y las medidas en realidad mostraron una correlación bastante buena ( $r = 0.79$ ) de manera que para estudios en poblaciones se podría utilizar estas medidas para poder predecir el nivel de aptitud física.

Derivamos con base a las medidas antropométricas que teníamos de los pacientes y de otras medidas bioquímicas sencillas algún estimativo composicional del consumo de oxígeno máximo de la población que estábamos estudiando. Encontramos que con la relación peso/talla, el nivel de albúmina sérica y la concentración sanguínea de hemoglobina, variables fácilmente determinables, podemos predecir el  $VO_2$  máximo de estos sujetos con un error (en el 95% de los casos) no mayor del 17%. De manera que con medidas sencillas de este tipo se puede predecir para poblaciones el  $VO_2$  máximo que tienen.

Estos estudios nos muestran el impacto que tiene la desnutrición, tal como se encuentran en nuestro medio, con deficiencias proteicas, deficiencias minerales y deficiencias vitamínicas, sobre la aptitud física. La afecta esencialmente disminuyendo la masa de células musculares y la masa transportadora de oxígeno hacia esas células.

En seguida vamos a ver algunos estudios sobre cómo repercuten los cambios de la aptitud física de las personas sobre su rendimiento físico. En este caso se trata de productividad laboral, pero podría tratarse de rendimiento deportivo. Escogimos el corte de caña para determinar esta relación. Al mismo tiempo que los sujetos cortaban la caña nosotros medimos el consumo de oxígeno durante el período de corte. Este podemos expresarlo en litros de oxígeno por minuto, o con base en el equivalente calórico del oxígeno en kilocalorías por minuto. Observamos que no había diferencias significativas entre el gasto de oxígeno de los varios grupos de trabajadores estudiados y que tampoco habían diferencias significativas entre el gasto de O<sub>2</sub> de un sujeto medido por las mañanas y por las tardes. En los 3 grupos estudiados se gastaba alrededor de 7 kilocalorías por minuto cortando caña, como también pensábamos la cantidad de caña que cortaban podíamos calcular la eficiencia del trabajo de los corteros.

Entre los 3 grupos no había diferencias significativas en el costo energético de oxígeno por cada kilogramo de caña cortada, aunque existían grandes variaciones individuales en todos los grupos. Sin embargo sistemáticamente el costo energético por unidad de peso de caña fue mayor por las tardes que por las mañanas; es decir los corteros fueron más eficientes por las tardes que por las mañanas. No tenemos una explicación clara para este efecto que observamos en todos los grupos pero quizá tenga que ver con la mayor temperatura ambiental reinante en las tardes, ya que la temperatura activa ciertos procesos metabólicos, y se ha visto que se trabaja mejor en ambientes cálidos que en ambientes fríos.

Fuera de estos estudios de campo, hicimos determinaciones del consumo de oxígeno de estos corteros. El grupo de alta productividad tiene en promedio un consumo de oxígeno máximo alto, un poco superior a tres litros por minuto, mientras que el grupo de baja productividad tiene en promedio un consumo de oxígeno máximo de aproximadamente 2.4 litros por minuto. La correlación entre consumo de oxígeno máximo y productividad es decir con la cantidad de caña cortada en promedio por día, fue de 55.

Aún expresando el consumo de oxígeno máximo por kilo de peso se conserva una correlación con productividad del orden de .3, aún significativamente distinta de cero, de manera que vemos hay claramente una relación entre el rendimiento laboral del trabajo y su aptitud física aeróbica. Sin embargo con esto solamente explicamos una parte de la variabilidad en productividad de los grupos. Tenemos que examinar que otros factores están contribuyendo a explicar por qué unos corteros cortan dos toneladas de caña por día y otros cortan 5 1/2 toneladas por día.

Como medimos el costo energético del corte de caña y como conocíamos el consumo de oxígeno máximo de cada cortero podíamos calcular qué porcentaje de su consumo de oxígeno máximo estaban utilizando los sujetos cuando estaban cortando caña, es decir qué esfuerzo promedio estaban haciendo. Resultó que estaban utilizando el 55% de su capacidad aeróbica. Esto se nos hizo bastante alto, ya que los datos de la literatura indicaban que no puede sostenerse por 8 horas esfuerzos de más del 40% del VO<sub>2</sub> máximo. Notamos entonces que los sujetos, cuando nosotros los estábamos midiendo se esforzaban exageradamente; era un efecto que les estábamos produciendo por nuestra presencia con la medida que les estábamos haciendo.

Calculamos entonces cuál sería el esfuerzo que hacían estos corteros cuando estaban trabajando normalmente, es decir, cuando no estábamos nosotros midiéndoles. ¿Cómo hicimos este cálculo?. Sabíamos la eficiencia del cortero, es decir cuánto oxígeno gastaba por cada kilo de caña cortada, también sabíamos el promedio de productividad para cada cortero en un día típico del año.

Entonces podíamos calcular qué consumo de oxígeno promedio en un día normal de trabajo (8 horas) debía sostener ese cortero para poder alcanzar la productividad que tenía. Si relacionábamos ese costo energético con la capacidad aeróbica del sujeto entonces podríamos calcular el esfuerzo promedio real que el sujeto tenía que mantener día a día en su trabajo. Este esfuerzo promedio resultó ser de orden del 35%. De esta manera se obvió el efecto psicológico que tiene la presencia del investigador sobre el desempeño real de la persona. Se mide la eficiencia, se mide el rendimiento por separado y después se relacionan los dos con la capacidad aeróbica de la persona y se calcula el esfuerzo. Ya analizamos los datos de esta manera resultó que para poder sostener su producción diaria promedio tenían en promedio que hacer el esfuerzo de alrededor del 35% de su capacidad aeróbica durante las ocho horas de trabajo diario.

No extrañaba como decía anteriormente que solo aproximadamente el 40% de la variabilidad en productividad pudiera ser explicada por las características físicas (antropométricas) y por las características de capacidad física aeróbica de los sujetos. ¿Qué otros factores podían estar involucrados?. Nos extrañó encontrar que había ciertos sujetos que hacían unos esfuerzos violentos, es decir sujetos que trabajaban sosteniendo en promedio el 48% de su capacidad aeróbica las 8 horas del día. Estos sujetos hacían estos esfuerzos pero su productividad era apenas promedio y a pesar de esforzarse tanto realmente no lograban producir mucho. Este grupo se caracteriza también por su baja eficiencia, es decir que estos corteros por alguna razón, no sabemos exactamente cuál, estaban cortando ineficientemente

Al cortar ineficientemente tenían que esforzarse más para lograr apenas un nivel de productividad que les permita ganarse la vida trabajando como corteros de caña. Si producen menos ya no ganarían suficiente y no podrían seguir subsistiendo con este trabajo, ya que los niveles salariales a que nos referimos son apenas de subsistencia. El salario de un cortero de caña no es muy alto de manera que si el trabajador produce menos de cierto tonelaje semanal ya no puede ganar lo suficiente para subsistir.

Vemos dos factores adicionales muy importantes que influyen sobre la productividad:

En primer lugar el esfuerzo que hace la persona. En el grupo que tenía eficiencia alta la correlación entre esfuerzo y productividad es bastante buena. En el grupo que hacía grandes esfuerzos (por encima del 40%) y que no resultaban en productividades al promedio, había unos con alta y otros con muy baja productividad a pesar de que en ambos casos se estaban haciendo esfuerzos muy grandes.

En ellos el factor eficiencia jugaba un gran papel. La ineficiencia era compensada en parte por un esfuerzo muy grande. En otros casos el gran esfuerzo compensaba una capacidad aeróbica limitada.

Estos datos nos permiten concluir que en cualquier tipo de actividad física hay al menos tres factores que debemos tener en cuenta. En primer lugar la capacidad física de la persona (aeróbica y anaeróbica) que nos dice cuanto podría llegar a hacer. En segundo lugar el esfuerzo que realmente hace la persona en su labor que depende mucho de factores motivacionales y en tercer lugar la eficiencia que resume todas las destrezas, las técnicas, las habilidades que pueda adquirir una persona para realizar una labor. Esto creo yo que es tan válido para la medicina laboral como para la medicina deportiva. De manera que obrando sobre estos tres factores podemos mejorar el rendimiento individual ó de grupos.

Nos llamó especialmente la atención la relación entre la estatura y la productividad. La estatura se gana poco a poco a medida en que se desarrolla la persona, no es algo que se alcance de un momento a otro. Naturalmente hay factores genéticos involucrados en determinar la estatura de un sujeto, pero se sabe también que factores ambientales entre ellos el nutricional, han determinado cambios radicales en la estatura promedio de ciertos pueblos (Vg. Japón).

Considerada a largo plazo la estatura depende también de factores ambientales. Esto nos hizo pensar en lo que estaba pasando con el desarrollo de la aptitud física de los niños en nuestro medio y aprovechamos que en

Cali se estaba realizando un programa que pretendía establecer las relaciones entre nutrición y desarrollo psicológico del niño. Tomamos submuestras de los varios grupos de niños en dicho estudio para determinar cuál era la relación entre el estado nutricional del niño y su aptitud física.

Estudiamos cuatro grupos de niños, con 10 niños en cada grupo. Todos los niños excepto los del grupo control vivían en el barrio Unión de Vivienda Popular un barrio bajo de Cali. Todos los niños a los 3 años de edad estaban afectados de desnutrición severa (grado III).

Los niños del primer grupo entraron en un programa de repleción nutricional que duró de los tres a los seis años; les daban alimentación en la escuela, les daban educación en un jardín infantil con las técnicas más avanzadas existentes en jardines infantiles y al cabo de los tres años de tratamiento, es decir cuando tenían seis años, los llevamos al laboratorio de ejercicio y les evaluamos su capacidad aeróbica. Los niños del grupo 2 apenas ingresaron al programa del jardín infantil cuando tenían seis años; anteriormente habían estado bajo consejo y supervisión médica pero aún no habían recibido intervención nutricional o educativa directa, la cual solo se inició a los 6 años. Los niños del tercer grupo recibieron intervención directa de los tres a los seis años, pero ésta consistió únicamente en intervención nutricional sin la intervención educativa, es decir el programa daba la comida entera para toda la familia del niño durante los tres años que duró el estudio. El último grupo, el grupo control, los niños eran hijos de profesionales y personas de altos ingresos pertenecientes al más alto nivel socioeconómico de la ciudad, servían como grupo testigo. Estos niños solo fueron observados en su desarrollo pero no recibieron ninguna intervención, nutricional o de otro tipo, ya que se juzgó que era innecesaria. Estos niños iban a jardines infantiles privados ó permanecían en sus casas.

El consumo de oxígeno máximo promedio fue menor en el grupo que apenas ingresaba a recibir intervención nutricional y educativa a los 6 años de edad.

En los grupos que recibieron intervención nutricional, el consumo de O<sub>2</sub> máximo promedio fue mayor pero cuando corregíamos por el peso de esos niños vemos que entre los tres grupos provenientes del barrio Unión de Vivienda Popular hubieran o no recibido intervención nutricional y/o educativa no habían diferencias en la aptitud física general evaluada por la capacidad aeróbica que fue en promedio 30 mililitros de oxígeno por kilogramo de peso corporal y por minuto. Todos estos tres grupos mostraron promedios de capacidad aeróbica significativamente más bajos que los hallados en el grupo control (39 mililitros por kilogramo y por minuto). De manera que una intervención durante 3 años no fue capaz de recuperar a lo normal la potencia aeróbica de estos niños sometidos a deprivaciones ambientales severas en sus primeros años de vida. Se pregunta uno, en qué momento podría recuperarse si es recuperable este déficit que se ha sufrido tempranamente? Quizás valdría la pena estudiar si en la pubertad se puede rehacer lo que se dejó de hacer temprano en la vida.

¿Qué tipo de actividad física es el adecuado para un niño que tiene esta diferencia con los niños normales? ¿Podemos someterlos a las mismas clases de gimnasia, a los mismos entrenamientos deportivos, etc.? ¿Qué tipo de ejercicio es el que debemos aplicar para ellos que los beneficie realmente en su desarrollo orgánico? Este es solo un estudio piloto. Es nuestra intención continuar en más detalles y poder aportar más conocimientos sobre cuándo y cómo debe intervenir, cómo deben corregirse deficiencias que ya existen y en lo posible ayudar a evitar que ellas sucedan.

El último punto que quiero mencionar es que la capacidad aeróbica de nuestros niños testigos no fue normal como se esperaba.

Los niños de 6 años en Suecia, Canadá o Estados Unidos tienen valores promedio de capacidad aeróbica del orden de 55ml/kg. min. comparado con 39 ml/kg. min. que hemos medido en promedio en los niños de nuestro grupo testigo. Es decir es menor la diferencia entre los muchachitos desnutridos y los normales nuestros que entre los normales nuestros y los foráneos.

Hay algo muy grave con la aptitud aeróbica en los niños dichos “normales” en nuestro medio. Algunos al parecer tienen sobrepeso, reflejado en una relación peso/talla elevada para su edad (exceso de más del 10%). Ello quizás también refleja que son niños consentidos que no están expuestos a niveles de actividad física como los tradicionales en Europa o en Norte América. De manera que nuestros niños “sanos” no son tan sanos. Les faltan todos los hábitos de actividad física que sí existen en otros países.

Se dice usualmente que al niño no hay que entrenarlo aeróbicamente porque ya tiene una capacidad aeróbica elevada. Nuestros datos indican que eso puede ser verdad cuando la cultura del país ha hecho que las actividades normales del niño hagan eso posible; pero cuando la cultura es tal que el niño permanece en casa encerrado entre cuatro paredes y con poca actividad física y en la escuela tratan de mantenerlo quieto la mayor parte del tiempo, creo que debemos interesarnos por el entrenamiento aeróbico de nuestros niños “sanos”.

XX: Quisiera primero hacer un comentario el entrenamiento de un atleta o de una persona adulta no se puede comparar con el de un niño.

## PREGUNTAS

¿Qué cuidados o problemas especiales tiene la dieta durante el entrenamiento de una persona?

2 El entrenamiento de una persona con déficit nutricional o con déficit de nutrientes en un momento dado no llegaría a provocar un déficit aún más marcado?

Dr. Barac

Respecto a la primera pregunta, en realidad no puedo decirlo con seguridad porque no soy experto en manejar atletas, pero por lógica uno pensaría que la dieta en un atleta tiene que ser balanceada de tal manera que le provea las calorías adecuadas para su gasto energético promedio y por otro lado le permita graduar su peso total de la manera más adecuada para el tipo de actividad deportiva que ejecute.

En segundo lugar desde el punto de vista proteico, existe el problema de los requerimientos proteicos normales, del adulto y aún más complejo el de los atletas. En general hay límites mínimos recomendados por las Organizaciones Internacionales de Salud que en años anteriores decían que en promedio la dieta debe contener un gramo de proteína por kilo. Posteriormente ese límite se rebajó al orden .7 y hoy día hay estudios en los cuales se está revisando ese límite. No solamente es de interés la cantidad de proteínas sino también la calidad de la proteína que ingiere la persona. Naturalmente todos sabemos que el valor biológico más alto está en las proteínas de origen animal pero desafortunadamente son las que más escasean en todo el mundo, de manera que si vamos a pensar en términos de alimentación de toda una población no podemos pensar en una alimentación a base de bistec porque desafortunadamente es una manera muy ineficiente de aportar energía.

Existe hoy en día una tendencia a tratar de producir mejoramientos vegetales que hagan de las proteínas vegetales un mejor alimento humano y yo creo que mucho se ha progresado aunque persisten los problemas de hábitos culturales, de mercadeo y otros de orden social a superar pero creo que no estamos desesperados desde ese punto de vista. De manera que el atleta esencialmente debe tener una dieta balanceada, yo no creo que él deba tener una dieta especial sino una dieta balanceada para su actividad física.

Con respecto a la pregunta sobre el efecto del entrenamiento en niños. Hay un fenómeno de compensación natural en la persona desnutrida, en el niño desnutrido se ve muy claro. Todos hemos pasado por un barrio pobre de nuestra ciudad y hemos visto al niño acurrucado, letárgico en el porche de su casa, permanece allí quieto, reduciendo su actividad física al mínimo. Si le hacen falta calorías y no tiene de donde sacarlas pues

no gasta inútilmente las pocas que adquiere, de manera que este es uno de los espectáculos más tristes de los países explotados por el sub-desarrollo. Si hacen falta calorías el niño compensa haciendo nada. Si le aumentamos arbitrariamente la actividad física a ese niño pues lo vamos a desnutrir más.

En estudios que se están haciendo en Guatemala, por parte del Incap el Dr. Viteri, está estudiando como es el crecimiento del niño cuando se combina la repleción nutricional con la actividad física comparado con la recuperación nutricional sola. No tengo los datos a mano pero el Dr. Viteri me ha dicho que en verdad hay una aceleración del proceso de recuperación y del proceso de crecimiento con la actividad física aumentada.

Lo mismo se ha probado en jóvenes normales; en niños normales, sometidos a actividad física regular, el crecimiento es acelerado; sobre lo que hay duda es sobre si el niño crece más que lo normal ó no, al ser sometido al ejercicio. Este último punto no creo que esté comprobado hasta el momento. Siempre se habla de una brecha nutricional y de que el individuo que ha estado desnutrido nunca podrá llegar a ser normal; pero no sabemos si combinando buena comida con el ejercicio se podría ayudar a cerrar esa brecha.

Presidencia: El Dr. Agudelo tiene un comentario

Dr. Agudelo: En el crecimiento del niño no se constituyen células musculares, no se producen nuevas células musculares, el número de células musculares está fijo desde el nacimiento. Pero es indudable que la masa, el tamaño, el volumen de la célula muscular está influenciada por factores de reducción o abundancia de alimentos. Es evidente que la desnutrición produce una disminución tremendamente amplia de la masa muscular útil y que el efecto de la desnutrición afecta tanto las células musculares blancas como las rojas.

Es también indudable que con la desnutrición otro efecto prevalente es neurológico.

Otro concepto que se aplica directamente a la medicina del deporte, además de tener una aplicación de tipo general es el de que esta masa muscular se desarrolla especialmente y llega al máximo en el número de células durante el último trimestre del embarazo. Es durante este último trimestre en donde ocurre la adquisición del número total de células musculares y nerviosas.

Muchos factores pueden afectar el desarrollo en el último trimestre del embarazo y pueden dejar marcas definitivas a ese feto para el futuro.

**Nota de redacción:** esta conferencia fue dictada por el Dr. Mario Barac en el Simposio Internacional de Medicina Deportiva, verificado en Cali en 1977.