

## EFFECTOS DE LA DESNUTRICIÓN PROTEICA EN LA ACTIVIDAD FÍSICA (y algunos parámetros bioquímicos en ratones wistar jóvenes)

Por: **Lisímaco Vallejo Cuéllar\***

### Resumen

El objetivo propuesto consiste en comparar los efectos nutritivos de las proteínas de la soya versus caseína con respecto del crecimiento y la actividad física de la natación, y algunos parámetros bioquímicos en ratones Wistar jóvenes. La muestra constó de 24 ratones, divididos en cuatro grupos (I, II, III y IV). El I recibió dieta con base en soya y el II caseína, los grupos III y IV sirvieron como control. Los grupos I y II realizaron actividad física de la natación, con una frecuencia de cinco días a la semana, fueron sacrificados al 28 día del experimento. Se realizaron test de laboratorio y análisis clínicos de algunos parámetros bioquímicos como sangre, úrea, proteínas totales, albúmina, globulina y la relación albúmina-globulina; de algunos parámetros hematológicos como el hematocrito, hemoglobina y hemacias. Peso del animal, peso del corazón y peso relativo del corazón.

**Palabras claves:** Ratones Wistar, Desnutrición Proteica, Soya-Caseína, Natación.

### 1. Introducción

El suceso de los atletas en las Olimpiadas de Innsbruck y Montreal fue visto como milagroso. El estudio realizado por Strauzenberg y col., 1979, verificó ser el resultado no sólo de un buen entrenamiento físico, sino también de una combinación científica en todas las pruebas, de condiciones de educación psicológica, intelectual e higiénica estrictamente orientadas, con prevención y supervisión médica, tanto como el establecimiento de normas nutricionales que dieron base para un buen desempeño físico. De aquí la importancia de la dieta, de los aspectos calóricos, la adecuación de componentes nutritivos, ingestión de líquidos, vitaminas y suplementos minerales y de la distribución de las comidas diarias de acuerdo con el plan de entrenamiento y de las necesidades individuales.

Según Negro, 1980 alerta sobre los daños físicos que pueden ser causados por el deporte altamente competitivo practicado en niños, como puede ser el crecimiento epifisiario obstruido en las extremidades inferiores debido a una alta intensidad del entrenamiento físico.

Tsuji y col., 1977, trabajando con ratones en condiciones de ejercicio físico pre-establecido, alimentados con diferentes contenidos de proteína en su dieta (caseína) verificaron que todos los grupos que habían realizado ejercicio físico tuvieron el total de ración ingerida. La ganancia en el peso fue menor que el grupo control sedentario, independiente del contenido de la proteína de la dieta. Verificaron también que los animales descansados, después del ejercicio, la ingestión de alimentos y la ganancia de peso fueron aumentados siendo que los valores se aproximaron a los obtenidos en los grupos control.

---

\* Ms. Sc. Universidad de Sao Paulo Brasil -1988.

Profesor - Investigador de Tiempo Completo del Dpto., de Educación Física de la U.P.N.

Bobeck y col., 1977, relacionaron el ejercicio físico y la frecuencia de alimentación con la lipogénesis hepática "in vivo" en ratones adultos. Constataron que los animales que recibieron la dieta libremente como también aquellos que recibieron apenas durante un período (infrecuente) la lipogénesis en el hígado aumentaba, mientras que en los ratones que realizaban ejercicio antes de la alimentación (intermitente), este estímulo fue bloqueado y el peso corporal menor. Cuando el ejercicio fue realizado de tres en tres horas y media después de la alimentación, el aumento de la actividad física no afectó la lipogénesis de los animales alimentados infrecuentemente y el peso corporal fue el mismo obtenido en el grupo control que eran alimentados libremente. El nivel total de colesterol sérico y orgánico fue menos afectado por el ejercicio, en cambio más alto en el suero y menor en el intestino delgado de todos los ratones alimentados infrecuentemente.

Askew y Hecker, 1976, observaron el tamaño de las células del tejido adiposo y la lipólisis en ratones sometidos a ejercicio físico de alta intensidad con restricción alimenticia. Verificaron un aumento adaptativo de la lipólisis en el tejido adiposo en los ratones ejercitados. El ejercicio promovió una disminución en el tamaño de las células adiposas y la restricción energética redujo el aumento de peso de la grasa del epidídimo, y no alteró el tamaño y el número de células adiposas significativamente.

Leshkevich y Yakolev, 1971, estudiaron los efectos del contenido de grasa y la composición de la dieta en los cambios bioquímicos en el hígado y suero de ratones adultos durante la actividad muscular prolongada (natación durante cinco horas consecutivas) y sacrificados en diferentes horarios, después de 0, 1, 12 y 48 horas de ejercicio. Fueron determinados en el hígado los niveles de glucógeno, lípidos totales, concentración y composición fraccional de fosfolípidos, la habilidad para metabolizar los agrupamientos fosfatídicos, cuerpos cetónicos y niveles de ácidos grasos libres. Verificaron que la dieta más adecuada para la actividad muscular prolongada fue aquella con 30 por ciento o menos de grasa y con una cantidad suficiente de metionina y ácidos grasos.

Las otras dietas testadas, que no satisficieron las necesidades, disminuyeron el metabolismo lipídico durante la actividad muscular y atrasaron el proceso de recuperación después del ejercicio. El tipo de dieta no tuvo efecto significativo en la movilización de carbohidratos y lípidos durante el ejercicio.

Al contrario del punto de vista que permaneció durante muchos años, de que los carbohidratos constituían la mayor fuente usada durante el ejercicio muscular a aeróbico. Carlson, 1967, sugiere que se le debe dar importancia a los lípidos, pues demostró que ellos son oxidados por el tejido muscular durante el ejercicio. Las dos vías mayores de suministro de ácidos grasos para la oxidación fueron consideradas: transporte por vía plasmática sanguínea y un "pool" local. El efecto del ejercicio en los tres componentes del sistema de transporte plasmático de lípidos: kilomicros, lipoproteínas y ácidos grasos libres, fue considerado y parece reducir el contenido de ácidos grasos libres y de triglicéridos del tejido muscular como también el contenido de triglicéridos en el plasma y en el hígado.

Relacionando el efecto del ejercicio (natación y corrida) sobre el glucógeno del músculo esquelético de ratones, Ness y col., 1980, encontraron el nivel de glucógeno aumentado y una disminución del peso corporal, mientras que el peso de los músculos gastronemio y biceps del lado derecho no presentaron diferencias significativas.

Algunos componentes bioquímicos fueron estudiados después del ejercicio muscular intenso en atletas y no atletas por Zucas y col., 1979. Observaron los siguientes resultados: aumento acentuado de la glicemia después del ejercicio y hasta la exhaustión (corrida en la pista) siendo el aumento mayor en el grupo de atletas que en el de no atletas (sedentarios); aumento en los niveles de creatina sanguínea para ambos grupos; el nivel de urea sanguínea no varió pero el urinario aumentó para ambos grupos, los niveles de colesterol y de triglicéridos se presentaron constantes en el grupo de no atletas, mas en el grupo de atletas fue observado un decrecimiento acentuado dos horas después del ejercicio en este último parámetro; los niveles de ácidos grasos libres presentaron un aumento acentuado en el grupo de no atletas inmediatamente después del ejercicio, en cuanto que en el grupo de atletas el aumento ocurrió dos horas después de la prueba.

A pesar de haber muchos trabajos con seres humanos y animales, con el propósito de relacionar actividad física con dieta, no se encuentran en la literatura estudios que verifiquen los efectos de la calidad de la proteína sobre la actividad física.

En función de grupos poblacionales que ingieren principalmente fuentes proteicas de bajo valor biológico al lado de dietas abajo de las normales, es de gran importancia los efectos de esas fuentes, paralelamente al estudio cuantitativo asociado a la actividad física. Se escogió como fuente proteica de bajo valor biológico la soya, cuya deficiencia de metionina es ampliamente conocida y cuyo uso es muy preconizado en los últimos años (Belda, 1981).

El objetivo fue comparar los efectos nutritivos de las proteínas de la soya versus caseína con respecto de su crecimiento y la actividad física de la natación, en ratones wistar jóvenes.

Comparar los efectos nutritivos de las proteínas de la soya versus caseína con respecto de algunos parámetros bioquímicos en ratones Wistar jóvenes, sometidos a actividad física de la natación.

## **2. MATERIALES Y METODOS**

El experimento fue realizado con 24 ratones Wistar, los cuales fueron divididos en cuatro grupos de a seis (I, II, III, y IV) con diferentes dietas ad libitum. Los grupos I y II (grupo experimental) recibieron actividad física de natación, diariamente, hasta la exhaustión. El grupo I recibió dieta alimenticia con base en soya. El grupo II ingirió dieta con base en caseína. El grupo III y IV (control) no realizaron actividad física. El grupo III ingirió soya y el grupo IV caseína.

La actividad física de la natación fue realizada a las 17:00 horas, esto porque los ratones son más activos durante el periodo nocturno, con una frecuencia de cinco días semanales de lunes a viernes durante cuatro semanas, los ratones nadaron hasta la exhaustión. Los sábados y domingos los ratones descansaron para realizar la compensación.

Después de dos semanas de ejercicios fue colocada una sobrecarga de 4 gramos para evitar que los ratones flotaran. Los ratones fueron pesados semanalmente, los lunes. La cantidad de ración ofrecida fue pesada diariamente. Los ratones fueron sacrificados el día 28 del experimento.

Fueron realizados test de laboratorio y análisis clínicos de algunos parámetros bioquímicos de úrea (buffer 1,25 cc, suero 0,01cc, reactivo de color 1,25cc, hervir 10 min, enfriar, lectura filtro 520, DOM/DOP  $x 70 = x/2,14$ ); proteínas totales (desconocido 1,5 s.s, suero 0,025, mezclar 0,5 color, reposo 10 mm, lectura filtro 550 gramos por ciento; blank 1,5 s.s. 0,5 r. color., albúmina 'desconocido 1.5., suero 0.01 mezclar 0,25 r. color, reposo 2 min, lectura filtro 640 gr por ciento., blank 1.5 agua, r. color 0,25), globulina y relación albúmina/globulina. Algunos parámetros hematológicos, hematocrito (técnica de Wintrobe, volumen de glóbulos, micro hematocrito con 0.01 ml de sangre, centrifugado durante 5 min, lectura en %), hemoglobina según el método de Sheard y Sanford, 1929 (pipeta de 20 ul de sangre, 4 cm de bicarbonato de sodio al 1x1000, dejar en reposo durante 5 min, en el colorímetro, técnica de la carboxihemoglobina, leer en filtro 550; y eritrocitos (cámara de Neubauer), cantidad de glóbulos rojos por milímetro cúbico. El hemograma fue realizado dos veces, antes del inicio del trabajo de sobrecarga y al final del experimento. La colecta de sangre fue realizada a través de la cauda del animal siendo la sangre recogida en un tubo capilar heparinizado. Fue realizada la toma del paso total y relativa del corazón.

### 3. DISCUSIÓN

Tabla 1. Algunos parámetros hematológicos: hematocrito, hemoglobulina y hemacías en ratones wistar. En los resultados de los valores medios y desviación standard de la tabla 1. se observó que el grupo de soya en general presentó el valor mayor para las variables hematológicas con relación a hemacías y hemoglobina siendo que en la comparación entre los grupos ejercitados vemos una discreta preponderancia para el grupo caseína. Se observó también una concentración hemática en las dosajes del pre y post ejercicio en relación con el hematocrito lo cual fue correlacionado con la pérdida de líquido durante el ejercicio físico de la natación.

**Tabla1**

Grupos	Parámetros	Caseína		Soya			
		ejercitado sobrecarga		control	ejercitado sobrecarga		control
		sin	con		sin	con	
	Hematocrito X:	48.50	49.33	47.66	46.33	47.33	52.83
	(% VG) S:	2.07	1.21	3.26	1.21	1.36	3.97
	Hemoglobina X:	14.97	15.01	14.98	15.33	15.58	15.75
	(g/dl) S:	1.03	1.00	1.04	0.42	0.31	1.50
	Eritrocitos X:	4.88	4.98	5.33	5.16	5.23	5.85
	(millones/ul) S:	0.21	0.18	0.52	0.5	0.13	0.43
	<b>r.x: valores medios</b>	<b>s:desviación standard.</b>					

Tabla 2

Parámetros	Grupos	Caseína		Soya			
		ejercitado		control	ejercitado		control
		sobrecarga			sobrecarga		
sin	con	sin	con	sin	con		
Urea (mg%)	X s	26.68 3.04	33.20 9.52	30.13 8.63	21.68 2.24	27.65 3.54	24.10 2.16
Proteínas totales (g%)	X s	5.43 0.10	5.58 0.23	5.48 0.31	4.81 0.46	5.30 0.42	4.66 0.44
Albúmina (g%)	X s	2.28 0.11	2.38 0.20	2.38 0.07	2.18 0.09	1.96 0.16	1.67 0.17
Globulina (g%)	X s	3.15 0.21	3.20 0.26	3.10 0.32	2.63 0.45	3.33 0.47	3.00 0.39
Relación* A/G	X s	0.73 0.08	0.75 0.11	0.77 0.08	0.85 0.15	0.60 0.10	0.56 0.09

\*:Relación Albúmina/Globulina

x: Valores medios s: desviación standard g: gramos

Tabla 2. Algunos parámetros bioquímicos de la sangre: úrea, proteínas totales, albúmina, globulina y la relación albúmina/ globulina en ratones wistar.

La dieta proteica es diferida y absorbida en forma de aminoácidos que irán a constituir el acumulo de aminoácidos circulantes que a través del anabolismo irán a formar las proteínas del cuerpo y que por medio de su catabolismo iremos a tener como excreta la úrea.

Los resultados de los valores medios y desviaciones standard de la tabla 2. Se observó que los animales alimentados con caseína, presentaron sistemáticamente un resultado superior, con excepción de la relación A/G, en el grupo ejercitado en el período sin sobrecarga.

Tabla 3. Peso total y relativo del corazón de los ratones que recibieron proteína aislada de la soya y leche en polvo desnatada en la ración.

El peso del animal para el grupo de caseína fue superior que el grupo de soya. Esto afirma los estudios de Leshkevich y Yakolev, 1971, donde la dieta más precisa para ratones era con una cantidad de metionina adecuada, en este estudio la soya tiene un contenido de metionina bastante limitada; en los trabajos de Tsuji y col., 1977 con ratones en condiciones de ejercicio físico pre - establecido y a diferentes dietas (caseína) los ratones ingirieron el total de la dieta consumida y el peso fue menor que el grupo control sedentario, el cual difiere de este estudio donde la dieta fue ad libitum, como también difiere de los estudios de Ness y col., 1980 donde el peso disminuyó con el ejercicio; también se observó que el peso fue mayor en los grupos con ejercicio (caseína y soya) que los grupos control. En lo que se refiere al peso del corazón del grupo caseína con y sin ejercicio, fue mayor que el peso del corazón del grupo soya con y sin ejercicio.

Tabla 3

Variabes Grupo	Ejercicio		Peso Animal(g)	Peso Corazón(g)	Peso relativo del corazón
Caseína	con	X:	117.75	0.63	0.53
		S:		0.03	0.02
	sin	X:	115.08	0.52	0.45
		S:		0.02	0.01
Soya	con	X:	72.33	0.32	0.45
		S:		0.02	0.01
	sin	X:	65.83	0.34	0.51
		S:		0.03	0.01

**X:valoresmedios    s: desviación standard    g: gramos**

No se constató diferencias que el ejercicio físico exhaustivo en estas condiciones experimentales interfirieran en el peso medio relativo del corazón. Tal vez si el período de entrenamiento fuese prolongado hasta la fase adulta, tuviéramos alguna diferencia significativa.

Se observó que dependiendo de la calidad del valor proteico ingerido va a haber un desarrollo de los ratones (el tamaño de los ratones del grupo caseína fue mayor que el de los grupos de soya) y el corazón va a crecer de acuerdo con este desarrollo.

#### Referencias Bibliográficas

ASKEW, E.W & HECKER, A.L. - Adipose tissue cell size and lipolysis in the rat: response to exercise intensity and food restriction, *J. Nutr.*, 106:1351-60, 1976.

BELDA, M.C.R.- *Alguns parâmetros da qualidade de proteína ingerida e da restrição alimentar no desenvolvimento de ratos submetidos ou não ao exercício físico*. Sao Paulo, 1981. (Tese de Mestrado - Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidad de São Paulo).

BOBECK, P. et alii.- Effect of infrequent feeding and increased motor activity on lipogenesis "in vivo" in rats. *Nutr. Abstr. Rev.*, 48:753, 1978.

CARLSON, L.A. - Lipid metabolism and muscular work. *Fed. proc.*, 26:1755-59, 1967.

LESHKEVICH, L.G. & YAKOLEV, N.N. - Effect of fat content and composition of diet on biochemical changes in the liver and blood of rats during protracted muscular activity. *Voprosy Pitaniya*, 3:3-6, 1976.

NEGRÃO, C.E. Os mini campeões. *Cad Pesq.* , 34:29-33, Ago., 1980.

NESS. G.W. et alii. - *Os efeitos dos regimes de natação e corrida sobre o glicogênio no músculo esquelético do rato*. Sao Paulo, 1980 (Trabalho apresentado em seminário da disciplina de Nutrição e Metabolismo na Prática Esportiva do curso de Pos-Graduação da Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo).

STRAUZENBERG, S.E. et alii.- The problem of dieting in training and athletic performance. *Bib. Nutr. Diet.*, 27:133-42, 1979.

TSUJI, K. et alii. - Effects of dietary protein level on the energy metabolism of rats during exercise. *J. Nutr. Sci. Vitaninol.*, 21:437-49, 1975.

ZUCAS, S.M. - *Noções básicas de metabolismo e nutrição para o atleta*. Sao Paulo, 1979. 46p. (Apostila da Escola de Educação Física da Universidad de São Paulo).

ZUCAS, S.M et alii.- *Determinação de alguns componentes bioquímicos em atletas e não atletas após exercício muscular intenso*. (No prelo).

ZUCAS, S.M. et alii.- Gaiola metabólica para ratos, testapador médio de zinco (65 ZN), *Rev. Fac. Farm. Bioquim. Univ. São Paulo*, 7: 353-59, 1969.

SHEARD y SANFORD. J. *Lab. and Clin. Med.* 14:558, 1929. In: *Manual of Clinical Methods for the Coleman Junior Spectrophotometer*, 1968.