

Problemes causats per l'augment de pes en l'esportista

Problemas causados por el aumento de peso en el deportista

Dra Yolanda Puentes Zamora*; Prof. A.F. Creff** (†); Prof. A. Ruano*

* Escola de Medicina de l'Educació Física i l'esport. Universitat de Barcelona.

** Director del Departament de Dietètica de l'Esport de l'Hospital Saint-Michel. Universitat de París.

RESUM

Els anys 60 foren els anys d'estar prim; els anys 80 són els anys d'estar musculós. Segons xifres de la federació francesa, hi havia el 1960, 9.478 culturistes i halteròfils llicenciats. El 1987 n'hi havia 18.225.

Aquesta "folia del múscul" comporta que nombrosos esportistes facin moltes aberracions: presa de medicaments perillosos (anabolitzants, diürètics), règims "hiper-hiperprotídics"... que podrien fer riure si no fossin nocius per la salut.

És per això que ens interessem per l'augment de pes de l'esportista, considerant la massa magra i no la massa grassa.

Contràriament al que passa en el domini dels lípids i glúcids, que poden estar emmagatzemats en forma de triglicèrids adipocitaris i glucogen hepatocel·l·lar, l'organisme no disposa de reserves de proteïnes vertaderes (excepte sota la forma de la seroalbúmina i d'hemoglobina que són reserves relatives, poc importants i gastades ràpidament). L'organisme no pot augmentar la seva massa muscular sinó és a partir de proteïnes exògenes alimentàries.

Recordarem, en una primera part, el paper de les proteïnes en dietètica de l'esport i en l'activitat muscular.

En una segona part veurem més específicament els problemes causats per l'augment de pes i els règims hiperprotídics.

Paraules clau

Augment de pes, massa magra, règims hiperprotídics.

RESUMEN

Los años 60, fueron aquellos de la delgadez, los años 80 son los del músculo. De cifras tomadas de la federación francesa, había en 1960, 9.478 culturistas y halterófilos licenciados. En 1987 eran 18.225.

Esta "locura de músculo" conduce a numerosos deportistas a aberraciones múltiples: toma de medicamentos peligrosos (anabolizantes, diuréticos), regímenes "hiper-hiperprotídicos"... que podrían tomarse a risa si no fueran nocivos para la salud.

Es por esto que nos interesamos en la ganancia de peso del deportista, considerando la masa magra y no la masa grasa.

Contrariamente a lo que ocurre en el dominio de los lípidos y glúcidos, que pueden estar almacenados en forma de triglicéridos adipocitarios y glucógeno hepatocelular, el organismo no dispone de reservas de proteínas verdaderas (salvo bajo la forma de seroalbúmina y de hemoglobina que son reservas relativas, poco importantes y gastadas rápidamente). El organismo no puede aumentar su masa muscular que a partir de proteínas exógenas alimentarias.

Recordaremos, en una primera parte, el papel de las proteínas en dietética del deporte y en la actividad muscular.

En una segunda parte, veremos más específicamente los problemas causados por la ganancia de peso y en los regímenes hiperprotídicos.

Palabras clave

Ganancia de peso, masa magra, regímenes hiperprotídicos.

Exemple de journée à 4 819 calories	Cal.	Prot.	Gluc.	Lip.
7 h à Jeûn :				
1 ampoule d'Arginine Glutamique	26	2,5	4	
3 ampoules de Pargine (facultatif)	60	15		
1 g de vitamine C, 2 comprimés de Nicyl B6				
8 h petit déjeuner :				
1 capsule de Pharmaton, 1 capsule d'Indusil T, 2 cuillerées à soupe de Bicarnésine				
2 blancs d'œufs	36	8,5	0,5	
1 œuf avec le jaune	106	8,5	0,3	8
50 g de poudre de protéines 80 %	185	40	4	1
3/4 litre lait de soja, café	321	27	18	15
10 h : 1 capsule de Carencyl, 50 g de poudre de protéines 80 %	185	40	4	1
75 g de poudre de lait écrémé	288	25,5	41,5	
Midi : Vitamines, minéraux, enzymes comme à 8 h				
1 ampoule de Dynamogénol, 1 ampoule de Méthionine-Inositol-Choline, 2 comprimés de Nati K	4	1		
200 g de blanc de poulet	238	46		6
200 g de carottes, tomates, salade	40	2	8	
15 g d'huile pépins raison	135			15
200 g de lentilles	660	46	112	3
500 g de fromage blanc maigre	240	40	20	
1 orange (200 g)	90	2	20	0,4
Café au lait écrémé (25 g)	90	8,5	14	
15 h : Comme à 10 h	453	65,5	45,5	1
17 h 30 : Avant entraînement, 4 ampoules de Surfortan, 2 ampoules de Lysivit B12, 2 comprimés de Quotivit O.E.	26	5	1,5	
20 h : Médicaments comme à midi				
400 g de cabillaud	290	68		2
100 g de riz	350	7,5	78	1
5 g de sel et 15 g de beurre	110			12
500 g de fromage blanc maigre	240	40	20	
1 citron (150 g), 1 pomme (200 g)	165	1,5	36	1,5
22 h : Comme à 10 h	453	65,5	45,5	1
Minuit : 3 ampoules de Pargine, 3 ampoules d'Actitonic, 4 dragées de Plurifactor, 2 comprimés de Nicyl B6. Eau en abondance toute la journée.	60	15		
TOTAUX	4819	581	473	67

LE MONDE DU MUSCLE 47

Esquema I

I. Paper dels pròtids en dietètica esportiva i en l'activitat muscular

Les proteïnes són els aliments de base de no importa quina cèl·lula vivent. Són constituïdes no solament de carboni, hidrogen i oxigen sinó que

I. Papel de los prototipos en dietética deportiva y en la actividad muscular

Las proteínas, son los alimentos de base de no importa qué célula viviente. Están constituidas no solamente de carbono, de hidrógeno y de oxígeno, sino también de nitrógeno y a veces de azufre.

Las proteínas están presentes en las funciones más diversas, que van desde la formación de la materia contráctil del músculo, a la constitución de ciertas hormonas, de enzimas y anticuerpos, pasando por la transformación de la energía química en trabajo y por el transporte del oxígeno y del nitrógeno.

METABOLISMO DE LAS PROTEÍNAS

A) DEPÓSITO TEMPORAL EN LOS TEJIDOS

El hecho de que un animal sometido a un régimen no proteico pierda así mismo el nitrógeno, hace pensar que existen los depósitos de proteínas, bajo la forma de seroalbumina y de hemoglobina, en el hígado, el músculo, el tejido subcutáneo y en la sangre.

B) LA SÍNTESIS DE PROTEÍNAS

A partir de aminoácidos, los diversos tejidos van a sintetizar las proteínas. El organismo puede sintetizar los aminoácidos no esenciales.

C) DESAMINACIÓN-TRANSAMINACIÓN

La desaminación (parte del radical NH_2 - Urea) se forma esencialmente por oxidación como lo muestra el ciclo de Krebs. Después de la partida del NH_2 , queda un ácido graso que constituye aproximadamente el 90% de la masa y de la energía del aminoácido.

La Transaminación permite el paso de NH_2 de un aminoácido a otro cuerpo.

D) PRODUCTOS TERMINALES DEL CATABOLISMO

Los productos nitrogenados terminales del catabolismo proteico aparecen rápidamente en la orina. Son:

- La urea (20 a 30 g por día por un régimen mixto).
- El amoníaco (0.4 a 1 g por día).
- El ácido úrico (0.25 a 0.5 g por día).
- El ácido hipúrico (0.7 a 1 g por día).
- La creatinina (1 a 1.5 g por día).

Substitución posible de los alimentos proteicos

100 g de carne (peso neto) pueden ser reemplazados por:

també de nitrogen i a vegades de sofre.

Les proteïnes són presents en les funcions més diverses, que van des de la formació de la matèria contràctil i del múscul, a la constitució de certes hormones, d'enzims i anticossos, passant per la transformació de l'energia química en treball i pel transport de l'oxigen i del nitrogen.

METABOLISME DE LES PROTEÏNES

A) DIPÒSIT TEMPORAL EN ELS TEIXITS

El fet que un animal sotmès a un règim no proteic perdi el nitrogen fa pensar que existeixen els dipòsits de proteïnes, sota la forma de seroalbúmina i d'hemoglobina, en el fetge, el múscul, el teixit subcutani i a la sang.

B) LA SÍNTESI DE LES PROTEÏNES

A partir d'aminoàcids, els diversos teixits sintetitzaran les proteïnes. L'organisme pot sintetitzar els aminoàcids no essencials.

C) DESAMINACIÓ-TRANSAMINACIÓ

La desaminació (part del radical NH_2 --Urea) es forma essencialment per oxidació, tal com mostra el cicle de Krebs. Després de la partida del NH_2 queda un àcid gras que constitueix aproximadament el 90% de la massa i de l'energia de l'aminoàcid.

La transaminació permet el pas de NH_2 d'un aminoàcid a un altre cos.

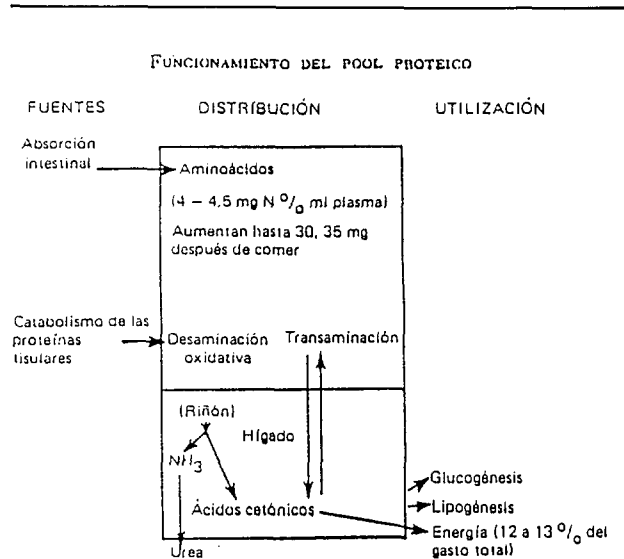
D) PRODUCTES TERMINALS DEL CATABOLISME

Els productes nitrogenats terminals del catabolisme proteic apareixen ràpidament en l'orina. Són:

- La urea (20 a 30 g per dia per un règim mixt).
- L'amoniac (0.4 a 1 g per dia).
- L'àcid úric (0.25 a 0.5 g per dia).
- L'àcid hipúric (0.7 a 1 g per dia).
- La creatinina (1 a 1.5 g per dia).

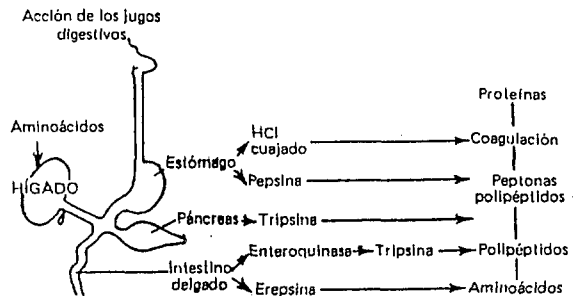
Substitució possible dels aliments proteics

100 g de carn (pes net) poden ser reemplaçats per:



Esquema II

DIGESTIÓN DE LAS PROTEÍNAS



Esquema III

- 100 g de despojos.
 - 100 g de pescado (peso neto).
 - Dos huevos.
 - Medio litro de leche o su equivalente en derivados lácteos.
- No hay que suprimir nunca un producto lácteo sin substituirlo por otro producto lácteo mejor tolerado, utilizando las equivalencias.

Substitución posible de productos lácteos

Un cuarto de litro de leche ordinaria puede ser reemplazada por:

- 120 g de leche concentrada no azucarada.
- 80 g de leche condensada azucarada.
- 30 g de leche en polvo.
- 2 vasitos de yogurt.

- 100 g de menuts.
- 100 g d peix (pes net).
- dos ous.
- mig litre de llet o el seu equivalent en derivats lactis. No s'ha de suprimir mai un producte lacti sense substituir-lo per un altre producte lacti més ben tolerat, utilitzant les equivalències.

Substitució possible dels productes lactis

Un quart de litre de llet ordinària pot ser reemplaçada per:

- 120 g de llet concentrada no ensucrada.
- 80 g de llet condensada ensucrada.
- 30 g de llet en pols.
- 2 gotets de iogurt.
- 4 petits suïssos (porcions).
- 50 g de formatge tendre.
- 30 g de formatge sec o semi-sec o de formatge amb florit intern.
- 2 porcions petites de crema de gruyère.

Les altres fonts de proteïnes

Recordem que una gran part dels aliments tenen un percentatge de proteïnes:

- Pa 7%.
- Farina i cereals 10%.
- Galetes 6%.
- Pastes alimentoses 12%, abans de la cocció.
- Biscottes 10%.
- Patates 2%.
- Llegums secs 23%, abans de la cocció.
- Pèsols 6%.

FISIOLOGIA NUTRICIONAL DELS PRÒTIDS

La llei del mínim

És sobretot entre les proteïnes d'origen animal i d'origen vegetal que hi ha una gran diferència. La gran quantitat de deixalles és reglada per la llei del mínim. Això vol dir que el percentatge de diversos fragments d'una proteïna utilitzats per reconstruir-ne una altra, depèn de la quantitat d'aquells que són els menys abundantment representats. Resulta que la reconstrucció proteica deixa inutilitzades un cert nombre de molècules animades les quals, sense valor com aliment nitrogenat, no poden servir d'altra cosa que de combustible (factor limitant).

RELACIÓ ENTRE PROTEÏNES ANIMALS/ PROTEÏNES VEGETALS

Les proteïnes animals són anomenades d'"alt valor biològic". En aquest sentit s'admet com indispensable, en dietètica de l'esport, la relació:

$$\frac{\text{Proteïnes animals}}{\text{Proteïnes vegetals}} = 1$$

- 4 petits suïssos (porcions).
- 50 g de queso de pasta blanda.
- 30 g de queso de pasta dura o semidura o de queso de moho interno.
- 2 porciones pequeñas de crema de gruyère.

Las otras fuentes de proteínas

Recordemos que una gran parte de los alimentos tienen un porcentaje de proteínas:

- Pan 7%.
- Harina y cereales 10%.
- Galletas 6%.
- Pastas alimenticias 12%, antes de la cocción.
- Biscottes 10%.
- Patatas 2%.
- Legumbres secas 23% antes de la cocción.
- Guisantes frescos 6%.

FISIOLOGÍA NUTRICIONAL DE LOS PRÓTIDOS

La ley del mínimo

Es sobre todo entre las proteínas de origen animal y de origen vegetal que existe una gran diferencia. La gran cantidad de desechos es reglada por la ley del mínimo. Lo que quiere decir que el porcentaje de diversos fragmentos de una proteína utilizados para reconstruir otra, depende de la cantidad de ellos que es el menos abundantemente representado. Resulta que la reconstrucción proteica deja inutilizadas un cierto número de moléculas animadas, las cuales, sin valor como alimento nitrogenado, no puede más que servir de combustible (factor limitante).

RELACION ENTRE PROTEINAS ANIMALES/ PROTEINAS VEGETALES

Las Proteínas animales son llamadas "de alto valor biológico", se admite como indispensable, en dietética del deporte, la relación:

$$\frac{\text{Proteinas animales}}{\text{Proteinas vegetales}} = 1$$

PAPEL DE LOS PRÓTIDOS EN EL TRABAJO MUSCULAR

a) Participación de los Prótidos en el trabajo muscular

Los pròtidsos son requeridos como factor energético muscular por su intermediario más frecuente: la neoglucogénesis.

Wishart, aplica a un ciclista durante 4 semanas, cuatro regimenes diferentes variando su contenido de Pròtidsos. Para una carrera de 8 horas, el rendi-

PAPER DELS PRÒTIDS EN EL TREBALL MUSCULAR

a) Participació dels pròtids en el treball muscular

Els pròtids són requerits com a factor energètic muscular pel seu intermediari més freqüent: la neoglucogènesi.

Wishart aplica a un ciclista, durant 4 setmanes, quatre règims diferents variant el seu contingut de pròtids. Per a una cursa de 8 hores el rendiment òptim coincideix amb l'aportació més elevada (228 g per dia).

Aquesta experiència, entre altres, ha permès demostrar la necessitat d'una aportació proteica suficient més elevada que el mínim experimental.

Esports d'esforç breu i esports de fons

Aquest tema és objecte de controvèrsies, les quals es basen en l'oposició entre els esports d'esforç breu, els quals es beneficiarien d'una alimentació vegetariana.

L'experiència prova que la contracció muscular és més forta, però s'esgota abans en el subjecte carnívor, i és més forta però susceptible de durar més temps en l'individu vegetarià. Els glúcids aportats pel règim vegetarià permeten una reposició glucogènica important per a les propietats de fons, mentre que el règim càrnic, que aporta creatinina –precursora de l'ATP–, afavoreix al màxim les propietats de l'esforç ràpid. El caràcter alcalinitzant dels règims vegetarians pot produir també una neutralització dels productes àcids provocats per la fatiga (la qual cosa és interessant en l'alimentació postcompeticional).

No hem d'oblidar la necessitat d'una aportació proteica suficient i equilibrada d'aminoàcids per assegurar el to neurovegetatiu de base (equilibri que es realitza millor en els règims vegetarians amb l'ajuda de les proteïnes animals de la llet, els formatges i els ous).

L'alimentació en període d'entrenament ha de ser idèntica per a tots, ni massa càrnic per als uns ni massa glucídica per als altres.

L'ANÈMIA I L'ESPORT

L'anèmia és molt més important i el restabliment és més llarg en els individus que segueixen un règim pobre en proteïnes, mentre que els individus que segueixen un règim ric en proteïnes no tenen aquest problema.

La taxa d'anèmia va estretament unida a la presa de proteïnes en la dieta.

Aquesta anèmia constitueix un dels processos d'adaptació dels individus per al'entrenament físic intens, més que una exageració dels processos fisiològics de construcció eritrocitària.¹

miento òptimo coincide con el aporte más elevado (228 g por día).

Esta experiencia, entre otras, ha permitido demostrar la necesidad de un aporte proteico suficiente más elevado que el mínimo experimental.

b) Deportes de esfuerzo breve y deportes de fondo

Este tema es objeto de controversias, las cuales se basan en la oposición entre los deportes de esfuerzo breve, los cuales se beneficiarían de una alimentación vegetariana.

La experiencia prueba que la contracción muscular es más frecuente, pero se agota antes en el sujeto carnívoro, y que es menos fuerte pero susceptible de durar más tiempo, en el sujeto vegetariano. Los glúcidos aportados por el régimen vegetariano permiten una reposición glucogénica importante para las propiedades de fondo, mientras que el régimen cárnico, aportando creatinina, precursora del ATP favorece al máximo las propiedades del esfuerzo rápido. El carácter alcalinizante de los regímenes vegetarianos puede también producir una neutralización de los productos ácidos provocados por la fatiga (lo cual es interesante en la alimentación postcompeticional).

No hay que olvidar la necesidad de un aporte proteico suficiente y equilibrado de aminoácidos para asegurar el tono neurovegetativo de base (equilibrio que se realiza mejor en los regímenes vegetarianos con la ayuda de las proteínas animales de la leche, los quesos y los huevos).

La alimentación en periodos de entrenamiento debe de ser idéntica para todos, ni demasiado cárnica para unos, ni demasiado glucídica para los otros.

LA ANEMIA Y EL DEPORTE

La anemia es mucho más importante y el restablecimiento es más largo en los sujetos que siguen un régimen pobre en proteínas.

Mientras que los sujetos que siguen un régimen rico en proteínas no poseen este problema.

La tasa de anemia está estrechamente ligada a la toma de proteínas en la dieta.

Esta anemia constituye uno de los procesos de adaptación de los individuos para el entrenamiento físico intenso más que una exageración de los procesos fisiológicos de destrucción eritrocitaria.¹

EL METABOLISMO DE LOS PRÓTIDOS DURANTE EL TRABAJO

Si bien necesita varias horas para ser realizada, la digestión de los Pròtids empieza realmente algunos minutos después de la ingestión. Por otra

EL METABOLISME DELS PRÒTIDS DURANT EL TREBALL

Tot i que necessita diverses hores per ser realitzada, la digestió dels pròtids comença realment alguns minuts després de la ingestió. D'altra banda, la impermeabilitat dels endotelis capil·lars és solament parcial i certes molècules proteïques poden emigrar cap als espais extravasculars.

Aquesta circulació és contemporània de l'emigració de l'aigua i els electrolits cap als espais intracel·lulars i els músculs. La difusió proteica, tanmateix, és restringida ja que els endotelis procedeixen d'un sedàs diferencial en funció del pes molecular. Aquesta noció, que implica una utilització ràpida de les proteïnes per part del múscul que treballa, és cabdal, ja que estableix categòricament com prenen part en l'alliberació de l'energia. No obstant això, hem de fer una distinció entre els esforços de durada variable.

a) En un esforç breu (2 hores)

L'estudi realitzat cada mitja hora, per electroforesi, de les corbes de variacions proteïques de 12 individus en dejú, sotmesos a un esforç de 120 W/min cada dues hores, han demostrat que:

- La proteïnèmia total augmenta al cap d'una mitja hora (més 10% aproximadament), baixa entre el minut 60 i 90 (10 a 15%) i torna a la normalitat en el minut 120. La taxa no varia, o potser augmenta lleugerament una hora després de finalitzar el treball.
- La relació albúmina/globulina augmenta en la primera mitja hora i després baixa de mica en mica. Després d'una hora de recuperació és normal.
- Les α_1 i α_2 globulines de pes molecular elevat pràcticament no s'alteren. Les β globulines (pes molecular lleuger) disminueixen des de l'inici del treball i es remunten al cap d'una hora; després de la segona hora arriben xifres superiors de la taxa inicial i hi romanen després d'una hora de recuperació.
- Les globulines (pes molecular mitjà) disminueixen lleugerament abans de remuntar i assolir la taxa inicial després d'una hora de recuperació.

Com a mesura prudencial es recomana assegurar una aportació proteica, fins i tot a l'inici d'esforços relativament breus, per limitar el catabolisme nitrogenat i compensar les variacions brusques de les constants biològiques.

b) En un esforç de llarga durada

Chailley-Bert, Plas, Pallardy i Bugard han estudiat, durant tres dies, tres subjectes que efectuaven uns exercicis de pedaleig que representaven una

parte, la impermeabilidad de los endotelios capilares es sólo parcial, ciertas moléculas proteicas pueden emigrar hacia los espacios extravasculares.

Esta circulación es contemporánea de la emigración del agua y los electrolitos hacia los espacios intracelulares y los músculos. La difusión proteica, sin embargo, está restringida, ya que los endotelios que proceden de una criba diferencial en función del peso molecular. Esta noción, que implica una utilización rápida de las proteínas por el músculo trabajado, es capital, ya que establece categóricamente cómo toman parte en la liberación de la energía. Debemos, sin embargo, hacer una distinción entre los esfuerzos de duración variable.

a) En un esfuerzo breve (2 horas)

El estudio cada media hora realizado por electroforesis, de las curvas de variaciones proteicas de 12 sujetos en ayunas, sometidos a un esfuerzo de 120 W/min cada dos horas, ha demostrado que:

- La proteinemia total, aumenta al cabo de una media hora (más 10% aproximadamente), baja entre el minuto 60 y 90 (-10 a 15%), y vuelve a la normalidad en el minuto 120. La tasa no varia, o quizás aumenta ligeramente una hora después de finalizado el trabajo.
- La relación albúmina/globulina aumenta en la primera media hora, después baja poco a poco. Tras una hora de recuperación es normal.
- Las α_1 y α_2 globulinas de peso molecular elevado prácticamente no se alteran. Las β globulinas (peso molecular ligero) disminuyen desde el comienzo del trabajo para remontar al cabo de una hora, después de la segunda hora alcanzan cifras superiores a la tasa inicial y permanecen así después de una hora de recuperación.
- Las globulinas (peso molecular medio) disminuyen ligeramente antes de remontar y alcanzar la tasa inicial después de una hora de recuperación.

Se recomienda como medida prudencial, el asegurar un aporte proteico, incluso al principio de esfuerzos relativamente breves, para limitar el catabolismo nitrogenado y compensar las variaciones bruscas de las constantes biológicas.

b) En un esfuerzo de larga duración

Chailley-Bert, Plas, Pallardy y Bugard han estudiado, durante tres días, a tres sujetos que efectuaban unos ejercicios de pedaleo que representaban un gasto energético aproximado de 3.800 calorías. Comprobaron una elevación progresiva de la tasa de los pròtids sanguineos y un aumento, a veces considerable, de la urea y del ácido urico. La vuelta

despesa energètica aproximada de 3.800 calories. Van comprovar una elevació progressiva de la taxa dels pròtids sanguinis i un augment, a vegades considerable, de la urea i de l'àcid úric. El retorn a la normalitat no es realitza fins el segon dia de repòs. Després d'un cert augment, la mateixa quantitat d'urea roman en l'orina i després disminueix, mentre que el nitrogen total no proteic (no està identificat en un fracció) s'eleva constantment des del primer dia de repòs.

En el curs dels esforços prolongats hi ha una utilització proteica, i el balanç nitrogenat, que és negatiu durant el treball muscular tot i que hagi una aportació alimentosa notable, no torna a ser positiu fins que l'individu reposa.²

II. Problemes causats per l'augment de pes en els règims hiperprotídics

En el món de l'esport supervisem l'alimentació per no engreixar-nos. El que passa és que, alguns esportistes (culturistes, adeptes a esports de combat, etc.) miren d'afegir alguns kilos per tal de millorar el seu rendiment o perquè la seva disciplina esportiva els imposa la subjecció categòrica de pes.

D'aquesta manera, quan la demana està justificada, no solament és lícit sinó sensat ajudar l'individu a augmentar de pes, amb el benentès que l'augment de pes serà de massa magra i no de massa grassa cosa que constituirà un hàndicap suplementari.^{3,4}

L'organisme no pot aleshores augmentar la seva massa muscular sinó és a partir de proteïnes exògenes alimentàries.

Per resoldre aquest problema d'augment de massa magra, cal comprendre-ho d'una manera histològica, fisiològica i, és clar, de manera dietètica i alimentosa (sistològica).

Paper histològic

A. L'augment de la massa muscular sobre la influència de l'exercici procedeix de la *HIPERTROFIA* de les fibres musculars. Aquesta hipertrofia és el resultat de múltiples factors:

I. La multiplicació dels sarcòmers, és a dir dels filaments d'actina i miosina.

II. La multiplicació dels mitocondris, comprensible ja que els processos d'oxidació són millorats en un múscul hipertrofiat.

III. La multiplicació de la massa nuclear. Efectivament, l'augment de la taxa d'ADN muscular està constatada en el múscul hipertrofiat.

IV. L'augment del nombre de cèl·lules no mus-

a la normalitat no se realitza fins el segon dia de repòs. En la orina, després de un cert augment, la urea permanece igual i després disminueix, mentre que el nitrogen total no proteic (no està identificat en una fracció) se eleva constantment desde el primer dia de repòs.

En el curso de los esfuerzos prolongados, existe una utilización proteica, y el balance nitrogenado, que es negativo durante el trabajo muscular, aunque exista un aporte alimenticio notable, no vuelve a ser positivo hasta el reposo. (2)

II. Problemas causador por el aumento de peso en los regímenes hiperprotídicos

En el mundo del deporte, supervisamos la alimentación para no engordar. Ocurre que, ciertos deportistas, (culturistas, adeptos a deportes de combate, etc.) buscan añadir algunos kilogramos con el fin de mejorar su rendimiento o porque su disciplina deportiva les impone la sujeción categórica de su peso.

De este modo, no solamente es lícito sino juicioso, cuando la demanda está justificada, el ayudar al sujeto a aumentar su peso, quedando claro que el aumento de peso será, de masa magra y no de masa grasa, lo que constituirá un handicap suplementario.^{3,4}

El organismo no puede entonces aumentar su masa muscular si no es a partir de proteínas exógenas alimentarias.

Para resolver este problema de aumento de masa magra, hace falta comprenderlo de una manera histológica, fisiológica y, claro está de manera dietética y alimenticia (sitológica).

Papel histológico

A. El aumento de la masa muscular, sobre la influencia del ejercicio procede de la *HIPERTROFIA* de las fibras musculares. Esta hipertrofia resulta de múltiples factores:

I. La multiplicación de los sarcómeros, es decir, de los filamentos de actina y miosina.

II. La multiplicación de las mitocondrias, comprensible puesto que, los procesos de oxidación son mejorados en un músculo hipertrofiado.

III. La multiplicación de la masa nuclear. En efecto, el aumento de la tasa ADN muscular, está constatada en el músculo hipertrofiado.

IV. El aumento del número de células no musculares, (fibroblastos, leucocitos, células satélites), lo cual determina el aumento de la masa nuclear (cuya finalidad no puede explicarse sino de esta manera, si admitimos que no existen mitosis en la fibra muscular).

culars (fibroblasts, leucòcits, cèl·lules satèl·lits), la qual cosa determina l'augment de la massa nuclear (la finalitat de la qual no ens la podem explicar sinó és d'aquesta manera, si admetem que no hi ha mitosis a la fibra muscular).

V. L'augment del nombre de neocapil·lars per assegurar els intercanvis en una massa muscular més important.

VI. L'augment de la càrrega nutricional (aigua, electrolits, lípids, triglicèrids, lecitina, colesterol, glucogen, ATP, fosfagen, proteïnes lliures), per respondre a un increment de demanda energètica.

Les proteïnes dels teixits són sintetitzades i degradades contínuament i, com a conseqüència, són constantment renovades.

Les experiències són realitzades sobre la hipertrofia dels músculs solis i plantar de rates utilitzant la tenotomia sinèrgica del gastronecmi. Seccionant els tendons gastronecemics, el soli i el plantar són forçats a suportar el pes del cos i, conseqüentment, es converteixen en un 20 a 50% més pesants que els músculs del membre contralateral.⁵

La hipertrofia muscular va acompanyada d'un augment del nivell d'ARN, ADN i de proteïnes dins el múscul.

Aquest augment és observat a la vegada per les proteïnes contràctils i les proteïnes sarcoplàsmiques solubles, i s'ha demostrat que la degradació proteica disminueix en el múscul hipertrofiat.

La hipertrofia apareix com a resposta al creixement sense diferència de l'estat metabòlic en l'animal.

La hipertrofia es troba en el múscul de les rates hipofisectomitzades, així com en les rates que es deixen morir de fam. Segons això, en la hipertrofia l'estímul sembla que està inclòs en el múscul en ell mateix i pot entrenar l'elasticitat, el desenvolupament de la força o els dos a la vegada.

Un altre exemple que explica la hipertrofia muscular és el creixement del gran dorsal, en el cas d'afegir un pes a les ales dels pollastres. Com en el cas de la tenotomia, la hipertrofia del gran dorsal va paral·lela al creixement general dels nivells de DNA, RNA i de les proteïnes del múscul.

De totes maneres en contrast amb la tenotomia, la degradació de les proteïnes del múscul gran dorsal hipertrofiat està en alça. El creixement del múscul és el resultat d'una síntesi de proteïnes menys la degradació d'aquestes.

El múscul on la hipertrofia creix com a resposta a un exercici intens, el creixement de la massa muscular ha d'entrenar un acúmul de proteïnes del múscul.

El resultat de l'augment de la síntesi de proteïnes és el guany net de proteïnes. Els canvis en la degradació de les proteïnes, durant la hipertrofia muscular, no són els mateixos en tots els músculs. La hipertrofia va acompanyada d'una disminució

V. El aumento del número de neocapil·lars para asegurar los intercambios en una masa muscular más importante.

VI. El aumento de la carga nutricional (agua, electrolitos, lípidos, triglicéridos, lecitina, colesterol, glucógeno, ATP, fosfágeno, proteínas libres), para responder a un incremento de demanda energética.

Las proteínas de los tejidos son sintetizadas y degradadas continuamente y en consecuencia, son constantemente renovadas.

Las experiencias realizadas sobre la hipertrofia de los músculos sóleo y plantar de las ratas utilizando la tenotomia sinérgica de gastronecmio. Seccionando los tendones gastronecémicos, el sóleo y plantar son forzados a soportar el peso del cuerpo, y en consecuencia se convierten en un 20 a 50% más pesados que los músculos del miembro contralateral.⁵

La hipertrofia muscular, se acompaña de un aumento del nivel de ARN, ADN, y de proteínas dentro del músculo.

Este aumento es observado a la vez, por las proteínas contráctiles y las proteínas sarcoplásmicas solubles, y se ha demostrado que la degradación proteica disminuye en el músculo hipertrofiado.

La hipertrofia aparece como respuesta al crecimiento sin diferencia del estado metabólico en el animal.

La hipertrofia está presente, en el músculo de las ratas hipofisectomizadas, así como en las ratas dejadas morir de hambre. Según esto, en la hipertrofia, el estímulo parece estar incluido en el músculo en sí mismo y puede entrenar la elasticidad, el desarrollo de la fuerza, o los dos a la vez.

Otro ejemplo explicando la hipertrofia muscular, es el crecimiento del gran dorsal, en el caso de añadir un peso a las alas de los pollos. Como en el caso de la tenotomia, la hipertrofia del gran dorsal va paralela al crecimiento general de los niveles de DNA, RNA, y de las proteínas del músculo.

De todas formas, en contraste con la tenotomia, la degradación de las proteínas del músculo gran dorsal hipertrofiado, está en alza. El crecimiento del músculo es el resultado de una síntesis de proteínas menos la degradación de las mismas.

El músculo donde la hipertrofia crece como respuesta a un ejercicio intenso, el crecimiento de la masa muscular debe entrenar un acúmulo de proteínas del músculo.

El resultado del aumento de la síntesis de proteínas es, la ganancia neta de proteínas. Los cambios, en la degradación de las proteínas, durante la hipertrofia muscular, no son los mismos en todos los músculos. La hipertrofia, se acompaña de una disminución de la degradación de proteínas para los músculos de contracción lenta (como el sóleo)

de la degradació de proteïnes per als músculs de contracció lenta (com el soli) i no per als de contracció ràpida.

B. Però, al costat de la hipertrofia de la fibra muscular no s'exclou, sobretot en l'infant i l'adolescent, i en funció de la programació genètica, que existeixi una *HIPERPLÀSIA* de les miofibril·les, és a dir una multiplicació del seu nombre.

Efectivament, se sap després de molt de temps que hi ha tres grups de teixits:

I. Teixits de *RENOVACIÓ* (epiteli cutani, mucosa intestinal, elements sanguinis, epiteli seminifer i cartílag de conjugació) que comporten una zona germinativa no diferenciada i en divisió, i una zona indiferenciada no proliferant.

II. Teixits d'*EXPANSIÓ* (pulmó, fetge, ronyó, glàndules endocrines i exocrines) on totes les cèl·lules guarden el seu poder de mitosi ja que no hi ha incompatibilitat entre divisió i diferenciació.

III. Teixits *ESTABILITZATS* (essencialment neurones) on el potencial de mitosi desapareix després del desenvolupament embrió-fetal.

S'admet que el miocit pertany a aquesta tercera categoria i que no hi ha, després del naixement, la possibilitat d'hiperplàsia, de multiplicació de miofibril·les.

Segons això, tota una sèrie de treballs recents tendeixen a afirmar aquesta noció, basats sobre el fenomen de la fissuració longitudinal de la miofibrilla (segons la qual una fibra podria dividir-se en dues), i sobre la teoria de la formació d'una neofibrilla per fusió de cèl·lules mononuclears que han conservat un potencial miogènic. Aquests treballs han estat realitzats només en animals, tot i que en l'home algunes constatacions són així mateix perturbadores.

En els nedadors, la punció-biòpsia muscular ha pogut mostrar les miofibril·les, el diàmetre de les quals és inferior a aquell d'una població termini, cosa que demostra obligatòriament, a part d'una hipertrofia de la massa muscular, una hiperplàsia. Així mateix, en els culturistes, malgrat un augment molt important de músculs, el diàmetre de les miofibril·les seria normal, encara que sembli que el trobem molt augmentat. Això determinaria, aquí també, un augment del nombre de fibres.

PAPER FISIOLÒGIC

Segui quin sigui el mecanisme implicat, hipertrofia de miofibril·les o hiperplàsia, o les dues, i sense entrar en consideracions fisiològiques, se sap que els exercicis físics repetits impliquen un augment de la massa magra sota influència principal d'una hipersecreció de l'hormona del creixement, cosa que permet una integració dels aminoàcids

y no para los de contracción rápida.

B. Pero, al lado de la hipertrofia de la fibra muscular, no se excluye, sobretodo en el niño y el adolescente, y en función de la programación genética, que exista una *HIPERPLASIA*, de las miofibrillas, es decir, una multiplicación de su número.

En efecto, se sabe tras largo tiempo, que existen 3 grupos de tejido:

I. Tejidos de *RENOVACIÓN*. (epitelio cutáneo, mucosa intestinal, elementos sanguíneos, epiteli seminifero y cartilago de conjugación) comportando una zona germinativa no diferenciada y en división, y una zona indiferenciada no proliferante.

II. Tejidos en *EXPANSIÓN* (pulmón, hígado, riñón, glándulas endo y exocrinas) donde todas las células guardan su poder de mitosis puesto que no hay incompatibilidad entre división y diferenciación.

III. Tejidos *ESTABILIZADOS* (esencialmente neuronas) donde el potencial de mitosis desaparece tras el desarrollo embrio-fetal.

Se admite, que el miocito pertenece a esta tercera categoría, y que no existe, tras el nacimiento, la posibilidad de hiperplasia, de multiplicación de miofibrillas.

Según esto, toda una serie de trabajos recientes tienden a afirmar esta noción. Basados sobre el fenómeno de la fisuración longitudinal de la miofibrilla (según la cual, una fibra podría dividirse en dos) y sobre la teoría de la formación de una neofibrilla por fusión de células mononucleares, habiendo conservado un potencial miogénico. Si bien, estos trabajos han sido realizados sólo en animales, en el hombre algunas constataciones son asimismo perturbadoras.

En los nadadores, la punción-biopsia muscular, ha podido mostrar las miofibrillas, cuyo diámetro es inferior a aquél de una población término, lo que demuestra obligatoriamente, aparte de una hipertrofia de la masa muscular, una hiperplasia. Así mismo, en los culturistas, a pesar de un aumento muy importante de músculos, el diámetro de las miofibrillas sería normal, aunque parece que lo encontremos muy aumentado, lo que determinaría, aquí también, un aumento del número de fibras.

PAPPEL FISIOLÓGICO

Cualquiera que sea el mecanismo implicado, hipertrofia de miofibrillas o hiperplasia, o ambos, y sin entrar en consideraciones fisiológicas, se sabe que los ejercicios físicos repetidos implican un aumento de la masa magra bajo la principal influencia de una hipersecreción de la hormona del crecimiento, lo que permite una integración de los aminoácidos exógenos del miocito. Pero el desarrollo de la masa muscular, no puede realizarse más que a

Table 1 Summary of Experiments Investigating the Sufficiency of the RDA Intake of Protein During Various Physical Activities

PHYSICAL ACTIVITY	PROTEIN INTAKE (gm/kg)	ENERGY EXPENDITURE (kcal/kg)	INDICATOR OF PROTEIN SUFFICIENCY	REFERENCE
Manual Labor	1.0	56	Positive nitrogen balance	Iyengar and Nageswara Rao ¹⁶
Weight lifting (400 kcal/session)	0.8	68	Positive nitrogen balance	Marable et al. ²⁰
75 minutes of isometric exercises/day	1.0	50	Maintained body potassium (lean body mass)	Torun et al. ²⁶
Combination of several exercises	1.4	48	Positive nitrogen balance	Consolazio et al. ³
Bicycle ergometer (start of training)	1.0	55	Negative nitrogen balance	Gontzea et al. ¹⁵
Bicycle ergometer (after 20 days of training)	1.0	55	Zero nitrogen balance	Gontzea et al. ¹⁵

Esquema IV

exògens del miòcit. Però el desenvolupament de la massa muscular no es pot realitzar sinó és a partir de sèries repetides de moviment (8 a 10 sèries de 8 a 15 moviments a intervals precisos permetent una recuperació satisfactòria), oferint la possibilitat de desenvolupar forces iguals al 70% de la forma màxima. D'aquesta manera, testant a intervals regulars, l'individu adapta el seu pla d'entrenament augmentant progressivament la càrrega de treball fins un moment en què existirà l'evidència que ha arribat al seu punt i al seu pes culminants.

PAPER DIETÈTIC

Hi havia el costum de dir que és a partir del múscul de bou que es fa el múscul d'home.

És cert que cap augment de massa muscular no és possible sense una aportació proteica alimentosa suficient. No cal raonar que quan una ració no comporta una quantitat suficient de proteïnes va seguida d'una disminució de la massa de nitrogen, sobretot en el fetge, el tub digestiu, el plasma i el múscul. D'això en resulta, sobre el pla funcional, una disminució de l'eficàcia física i psíquica. I sobre el pla fisiopatològic una baixa de les secrecions digestives que impliquen, per carències, perturbacions hepàtiques, renals i endocrines les quals,

partir de series repetidas de movimiento (8 a 10 series de 8 a 15 movimientos a intervalos precisos permitiendo una recuperación satisfactoria) dando la posibilidad de desarrollar fuerzas iguales al 70% de la fuerza máxima. De tal modo, testando a intervalos regulares (cada 15 días como medida) sus posibilidades maximales, el sujeto adapta su plan de entrenamiento aumentando progresivamente la carga de trabajo, hasta un momento, donde existirá la evidencia de que ha llegado a su punto y a su peso culminante.

PAPEL DIETÉTICO

Habia costumbre de decir, que es a partir del músculo de buey que se hace el músculo de hombre.

Es cierto, que ningún aumento de masa muscular es posible, sin un aporte proteico alimenticio suficiente. No es necesario razonar que cuando una ración no comporta una cantidad suficiente de proteínas, se continua de una disminución de la masa de nitrogeno, sobre todo a nivel del hígado, del tubo digestivo, del plasma y del músculo. Resulta, sobre el plan funcional, una disminución de la energía física y psíquica. Y sobre el plan fisiopato-

sense atendre greus desordres de les grans carències protídiques, no són menys temibles per a l'equilibri atlètic. Conseqüentment, ja que l'augment de massa magra procedeix, en gran part, de l'augment de la càrrega del múscul en miosina i actina, cal donar-li la possibilitat d'elaborar les quantitats més elevades, és a dir de proveir-lo d'aminoàcids alimentaris que són la font i els elements constituents.

Així doncs, cal augmentar la ració proteica fins un 20% de la ració total, en lloc del 15%, valor actualment admès per a un subjecte normal, en bon equilibri alimentari.

Exemple: un règim de 4.000 cal. El 20% seran 800 cal = 200 g de proteïnes. La norma és 1,5-2 g de proteïnes per Kg de pes. En els halteròfils polonesos de l'equip olímpic s'ha trobat el mateix resultat.⁵

És inútil, i probablement ple d'inconvenients, sobrepassar el 20%.

Efectivament, en un adult sa, que rep habitualment una ració normal, tot aquell excés de proteïnes més gran de 18 a 20% serà integralment destruït i posat en reserva. L'organisme crema abans l'aliment protídic que els altres, ajustant la seva despesa de nitrogen al nivell dels seus ingressos.

Aquesta llei de l'equilibri de nitrogen té una gran importància fisiològica. En condicions normals, no pot existir "benefici" de proteïnes, els aminoàcids excessius que no són utilitzats com a tals pateixen una desaminació oxidativa, sobretot en el fetge. El grup amino (NH₂) és alliberat sota la forma d'amoniac (NH₃), que, en gran part, és excretat en forma d'urea, i particularment sota la forma de ions amoni (pot ser també utilitzat per a la síntesi d'altres aminoàcids). Els residus no amoniacs entren en el cicle del cítric, on són o catabolitzats completament o convertits en glucosa, en lípids, en cossos cetònics o en altres aminoàcids.

Això no obstant, en circumstàncies ben precises, caracteritzades entre altres per un augment de l'hormona somatotròpica, com el creixement, l'al·lactament, l'embaràs i l'entrenament esportiu, els pròtidos no són destruïts abans que els altres aliments, i només és cremada la fracció proteica que l'organisme no ha utilitzat per a l'edificació de nous teixits.

L'acumulació de proteïnes en els exercicis de força és posada en evidència per un major nivell en el balanç de nitrogen positiu, cosa que suggereix un augment de les necessitats proteiques.

S'ha determinat que la taxa de potassi corporal és un índex de la mesura de massa magra corporal. Un règim enriquit amb 0,5 g de proteïnes per Kg de pes és suficient per mantenir la massa magra en els individus sedentaris, però insuficient en els que desenvolupen exercicis isomètrics durant 4 o 5 setmanes.

lògic, una baixa de las secrecciones digestivas que implican por carencias, perturbaciones hepáticas, renales y endocrinas, las cuales, sin atender a graves desórdenes de las grandes carencias protídicas, no son menos temibles para el equilibrio atlético. En consecuencia, ya que el aumento de masa magra procede, en gran parte, del aumento de la carga del músculo en miosina y actina, hay que darle la posibilidad de elaborar las mayores cantidades, es decir, de proveerle de aminoácidos alimentarios que son la fuente y los elementos constitutivos.

Así pues, hay que aumentar la ración proteica hasta un 20% de la ración total, en lugar de 15% valor actualmente admitido para un sujeto normal, en buen equilibrio alimentario.

Ejemplo: un régimen de 4.000 cal. El 20% serán 800 cal. = 200 g de proteínas. La norma es 1,5 = 2 g de peso. En los halterófilos polacos del equipo olímpico se han encontrado el mismo resultado.⁵

Es inútil, y probablemente lleno de inconvenientes, sobrepassar el 20%.

En efecto, en un adulto sano, que recibe habitualmente una ración normal, todo aquel exceso de proteínas, mayor de 18 a 20% será integralmente destruido y será puesto en reserva. El organismo, quema antes el alimento protídico que los otros, ajustando su gasto de nitrógeno al nivel de sus ingresos.

Esta ley del equilibrio de nitrógeno tiene una gran importancia fisiológica. En condiciones normales, no puede existir "beneficio" de proteínas, los aminoácidos en exceso que no son utilizados como tales, sufren una desaminación oxidativa, sobretodo en el hígado. El grupo amino (NH₂) es liberado bajo la forma de amoniaco (NH₃), que es excretado en gran parte, en forma de urea, y particularmente bajo la forma de iones amonio. (Puede también ser utilizado para la síntesis de otros aminoácidos). Los residuos no amoniales entran en el ciclo del cítrico, donde son o catabolizados completamente, o convertidos en glucosa, en lípidos, en cuerpos cetónicos o en otros aminoácidos.

Sin embargo, en circunstancias bien precisas, caracterizadas entre otras, por un aumento de la hormona somatotropa, como el crecimiento, la lactancia, el embarazo y el entrenamiento deportivo, los pròtidos no son destruidos antes que los otros alimentos, y sólo es quemada la fracción proteica que el organismo no ha utilizado para la edificación de nuevos tejidos.

La acumulación de proteínas en los ejercicios de fuerza, es puesta en evidencia, por un mayor nivel en el balance de nitrógeno positivo, lo que sugiere un aumento de las necesidades proteicas.

Se ha determinado que la tasa de potasio corporal es un índice de la medida de masa magra corporal. Un régimen enriquecido con 0,5 g de protei-

La ingesta de proteïnes amb la finalitat de prevenir un balanç negatiu de nitrogen és, probablement, augmentada pels exercicis de resistència o de força. Aquesta presa de proteïnes és a vegades difícil d'establir en el cas d'atletes, perquè depèn de la balança energètica (ingesta menys despesa).

Quan, pel mètode de l'EQUILIBRI DEL NITROGEN (que consisteix a comparar l'eliminació del nitrogen urinari en relació amb l'absorció alimentària), estudiem un individu que acaba de recomençar l'entrenament, constatem un gran nivell de nitrogen quotidià de 2 a 3 g durant un període que va, segons la morfologia del subjecte, d'un a dos mesos, cosa que representa una mitjana de 100 g de nitrogen, prop de 700 g de protíds o 3.500 g de múscul. Però, al final del període d'entrenament, la balança de nitrogen s'equilibra, i faci el que faci el subjecte no pot augmentar més la seva massa muscular.

És ja sabut que durant un exercici extrem d'halterofília hi ha un augment de l'excreció d'urea.

Les necessitats de proteïnes són molt diferents per als exercicis de potència o de força i de resistència, perquè l'exercici de potència produeix una hipertrofia muscular, cosa que no passa amb els exercicis de resistència.

Per afavorir l'anabolisme proteínic que permet la construcció de les proteïnes musculars (actina i miosina) i per evitar l'exhauriment de les reserves proteiques (seroalbúmina i hemoglobina), poc importants i la finalitat de les quals no és la de fer múscul, aleshores és útil augmentar la ració protídica fins a 1.5 a 2 g per Kg de pes, però solament en període d'entrenament i sense que es desequilibri la ració total. En cap cas no s'autoritzarà a sobrepassar aquesta taxa, tal com s'ha vist fer en alguns halteròfils.

El règim permès i recomanat (RDA = recommended dietary allowance pels americans) d'Ig de proteïnes per Kg de pes, era adaptat pels atletes en certes condicions i en funció de les despeses energètiques.

L'esquema 5 resumeix aquestes troballes.⁵

El règim RDA és adaptat pels atletes en tant que l'aportació energètica és suficient per mantenir el pes corporal.

La RDA és recomanada per a tots els exercicis excepte durant la fase inicial. No obstant això, després de l'adaptació a l'exercici, el balanç de nitrogen quedarà restablert després de la ingestió d'Ig de proteïnes per Kg.

La presa regular dietètica de proteïnes és adequada per als atletes; la presa suplementària no s'imposa en tant que l'energia ingerida és suficient per al manteniment del pes corporal. La majoria de règims americans prevenen aproximadament el 15% de l'energia en proteïnes.

Un atleta amb una despesa energètica de 55

nas por Kg de peso es suficiente a los sujetos sedentarios para mantener la masa magra, pero insuficiente, para los sujetos que desarrollan ejercicios isométricos durante 4 a 5 semanas.

La ingesta de proteínas con el fin de prevenir un balance negativo de nitrógeno, es probablemente aumentada por los ejercicios de resistencia o de fuerza. Esta toma de proteínas, es a veces difícil de establecer en el caso de atletas, depende de la balanza energética (ingesta menos gasto).

Cuando, por el método del EQUILIBRIO DEL NITRÓGENO (que consiste en comparar la eliminación de nitrógeno urinario en relación con la absorción alimentaria), estudiamos un sujeto que viene de recomenzar el entrenamiento, constatamos un gran nivel de nitrógeno cotidiano de 2 a 3 g durante un período que va, según la morfología del sujeto, de 1 a 2 meses, lo que representa una media de 100 g. de nitrógeno, cerca de 700 g de protíidos o 3.500 g. de músculo. Pero, al final del período de entrenamiento, la balanza de nitrógeno se equilibra, y haga lo que haga, el sujeto no puede aumentar más su masa muscular.

Es conocido, que durante un ejercicio extremo de halterofília, hay un aumento de la excreción de urea.

Las necesidades de proteínas son muy diferentes para los ejercicios de potencia o de fuerza y de resistencia, porque el ejercicio de potencia produce una hipertrofia muscular, lo que no ocurre con los ejercicios de resistencia.

Para favorecer el anabolismo proteínico que permite la construcción de las proteínas musculares (actina y miosina) y para evitar el agotamiento de las reservas proteicas (seroalbúmina y hemoglobina) poco importantes y cuya finalidad no es la de hacer músculo, entonces es útil aumentar la ración protídica hasta 1,5 a 2 g por kg de peso, pero solamente en período de entrenamiento, y sin por ello desequilibrar la ración total. En ningún caso se autorizará a sobrepassar esta tasa, como se ha visto hacer en algunos halterófilos.

El régimen permitido y recomendado (RDA = recommended dietary allowance) por los americanos, de 1 g de proteínas por Kg de peso, era adaptado por los atletas y en ciertas condiciones y en función de los gastos energéticos.

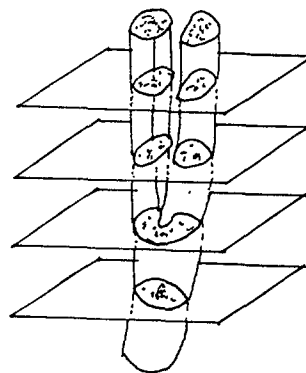
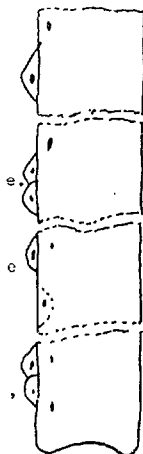
El esquema 5 resume estos hallazgos.⁵

El régimen RDA, es adaptado por los atletas en tanto que el aporte energético es suficiente para mantener el peso corporal.

La RDA es recomendada para todos los ejercicios salvo durante la fase inicial. No obstante, tras la adaptación al ejercicio, el balance de nitrógeno quedará restablecido tras la ingestión de 1 g de proteínas por Kg.

La toma regular dietética de proteínas es adecuada para los atletas y la toma suplementaria, no

- a) activació d'una cèl.lula satèl·lite.
- a) *activación de una célula satélite.*
- b) Mitosi de la cèl.lula satèl·lit.
- b) *Mitosis de la célula satélite.*
- c) fusió de la cèl.lula satèl·lit amb la fibra muscular adyacente.
- c) *fusión de la célula satélite con la fibra muscular adyacente.*
- d) Nueva mitosis, etc.
- d) *Nova mitosis, etc.*



Recollit pel Dr. Monod.
 Recogido por el Dr. Monod.

Creixement del nombre de nuclis que acompanyen la hipertrofia muscular.

Crecimiento del número de núcleos acompañando a la hipertrofia muscular.

Posada en evidència d'una fissuració longitudinal per la tècnica de talls seriats.

Puesta en evidencia de una fisuración longitudinal por la técnica de cortes seriados.

Kcal. per Kg haurà d'ingerir 2 g de proteïnes per Kg, cosa que representa el doble del que proposa la RDA.

Per tenir un rendiment superior, passat el període d'entrenament, és inútil modificar l'alimentació: la facultat de fer múscul, de protoplasmes actius, depèn no solament de l'oferta alimentària feta als teixits, sinó de la qualitat dels elements cel·lulars als quals se'ls ofereix.

Els estudis més recents descriuen una economia aparent de nitrogen efectuant cap als atletes que han pres hidrats de carboni durant un exercici de resistència. La urea plasmàtica i l'excreció de la urea han estat baixes en els individus en càrrega, així com en descàrrega d'hidrats de carboni durant una cursa intensa.

L'administració de glucosa implica una depressió del creixement normal de l'excreció de la urea i de l'oxidació de leucina. L'exercici fa augmentar l'excreció de la urea, però l'augment és més gran quan l'àpat és pres abans de l'exercici.

L'economia del nitrogen pels hidrats de carboni sembla que pot incloure un creixement de l'excreció de la insulina com a resposta a la glucosa. La insulina estimula la síntesi de proteïnes i inhibeix la seva degradació. D'aquesta manera, la resposta glucosa-insulina pot reduir la pèrdua neta de proteïnes que és observada normalment durant l'exercici de resistència.

És l'entrenament, molt més que l'aportació important de pròtids, el que permet "fer múscul".

Tot i que els suplementes de proteïnes no siguin necessaris per al manteniment de la balança positi-

se impone en tanto que la energia ingerida es suficiente para el mantenimiento del peso corporal. La mayoría de regimenes americanos previenen aproximadamente el 15% de la energía en proteínas.

Un atleta con un gasto energético de 55 Kcal. tendrá que ingerir 2g por Kg de proteínas, lo que representa el doble de lo propuesto por la RDA.

Para tener un rendimiento superior, pasado el periodo de entrenamiento es inútil modificar la alimentación: la facultad de hacer músculo, de protoplasmas activos, depende no sólo de la oferta alimentaria hecha a los tejidos, sino de la cualidad de los elementos celulares a los que se les ofrece.

Los estudios recientes, describen una economía aparente de nitrógeno efectuado, hacia los atletas que han tomado hidratos de carbono durante un ejercicio de resistencia. La urea plasmática y la excreción de la urea han sido encontradas en baja en los sujetos en carga, así como en descarga de hidratos de carbono durante una carrera intensa.

La administración de glucosa implica una depresión del crecimiento normal de la excreción de la urea y de la oxidación de leucina.

El ejercicio hace aumentar la excreción de la urea, pero el aumento es mayor cuando la comida es tomada antes del ejercicio. La economía del nitrógeno por los hidratos de carbono, parece poder incluir un crecimiento de la excreción de la insulina como respuesta a la glucosa. La insulina, estimula la síntesis de proteínas e inhibe su degradación, de este modo, la respuesta glucosa-insulina puede reducir la pérdida neta de proteínas

va de nitrogen, queda per saber si les proteïnes de l'alimentació acceleraran la hipertrofia muscular i si suscitaran millores atlètiques en els halteròfils i culturistes.

MARABLE ET AL. prescriuen per als halteròfils 0.8 g de proteïnes per Kg o 2.4 g Kg, però els dos grups adquireixen pes i retenen el nitrogen en el mateix orde.^{5,6}

CONSOLAZIO ET AL. han buscat l'efecte de l'alimentació d'1.4 i 2.8 g de proteïnes per Kg i per dia, i han observat que els homes que han pres moltes proteïnes han augmentat la massa muscular en gran proporcions, però aquestes proteïnes addicionals no han pogut augmentar el rendiment del treball fisiològic.^{4,7}

RASH ET AL. han estudiat l'efecte d'una preparació comercial de proteïnes (en tauleta) sobre el múscul hipertrofiat, la força muscular i el rendiment físic, però no han trobat l'efecte benèfic d'aquesta dieta; tot i que sigui notori que els halteròfils i culturistes consumeixen sovint grans quantitats de proteïnes, això no justifica aquesta pràctica des d'un punt de vista científic.^{4,8}

En tot cas, quan desitgem augmentar la ració de proteïnes en un subjecte, cal tenir present un cert nombre de nocions i prendre unes certes precaucions:

I. D'entrada, aquest augment ha de ser PROGRESSIU. Efectivament, quan és un augment brutal, assistim a una fatiga ràpida unida a una elevació sanguínia important dels metabòlits proteïcs (urea, amoniac, àcid úric, polipeptids).⁹

II. Seguidament, l'enriquiment protídic d'una ració ha d'anar sempre acompanyat d'una aportació HÍDRICA augmentada. Es coneixen els accessos hipertèrmics secundaris a la ingestió important de proteïnes quan no està cobert per una aportació suficient d'aigua. S'ha demostrat que les rates que són alimentades per lípids i glúcids sobreviuen 4 a 5 dies a la supressió de tota aportació hídrica, mentre que les rates alimentades exclusivament de protídics no sobreviuen més d'un dia. Aquests fenòmens expliquen el fet que la urea sanguínia, en excés, de la ració hipoproteica, no és excretada en condicions satisfactòries i va seguida d'un procés de deshidratació ràpida.

En condicions normals un organisme ha de tenir a la seva disposició 7 cc d'aigua per caloría de protídics aportats per la ració. EXEMPLE: per a un règim de 4.819 calories amb 581 g de proteïnes són 2.324 calories. Per a un pes de 90 Kg caldria beure 16 LITRES D'AIGUA per dia.

III. D'altra banda, els AMINOÀCIDS, que provenen bé del catabolisme tissular, bé de l'alimentació, comporten, en el fetge i en els ronyons, la pèrdua del radical amino. (i així, entre altres, l'augment de l'excreció urinària de la creatina és més gran con més intens sigui el treball muscular).

que es observada normalmente durante el ejercicio de resistencia.

Es el entrenamiento, mucho más que el aporte importante de protídicos, el que permite "hacer músculo".

Aunque los suplementos de proteínas no sean necesarios para el mantenimiento de la balanza positiva de nitrógeno, queda saber si las proteínas de la alimentación acelerarán la hipertrofia muscular y si suscitarán mejoras atléticas en los halterófilos y culturistas.

MARABLE ET AL. prescriben para los halterófilos 0,8 g de proteínas por Kg o 2,4 g por Kg pero los dos grupos adquieren peso y retienen el nitrógeno en el mismo orden.^{5,6}

CONSOLAZIO ET AL. han buscado el efecto de la alimentación de 1,4 y 2,8 g de proteínas por Kg y por día y han observado que los hombres que han tomado muchas proteínas, han aumentado la masa muscular en grandes proporciones, pero estas proteínas adicionales no han podido aumentar el rendimiento del trabajo fisiológico.^{4,7}

RASH ET AL. han estudiado el efecto de una preparación comercial de proteínas (en tableta) sobre el músculo hipertrofiado, la fuerza muscular y el rendimiento físico, pero no han encontrado el efecto benéfico de esta dieta, aunque sea notorio que los halterófilos y culturistas consumen frecuentemente grandes cantidades de proteínas, esto no justifica esta práctica desde un punto de vista científico.^{4,8}

En todo caso, cuando deseemos aumentar la ración de proteínas en un sujeto, hay que tener presente un cierto número de nociones y tomar ciertas precauciones:

I. de entrada, este aumento ha de ser PROGRESIVO. En efecto, cuando es un aumento brutal, asistimos a una fatiga rápida unida a una elevación sanguínea importante de los metabolitos proteicos (urea, amoníaco, ácido úrico, polipeptidos).⁹

II. Seguidamente, el enriquecimiento protídico de una ración debe siempre acompañarse de un aporte HÍDRICO aumentado. Se conocen los accesos hipertérmicos secundarios a la ingestión importante de proteínas, cuando no está cubierto por un aporte de agua suficiente. Se ha demostrado que las ratas que son alimentadas por lípidos y glúcidos sobreviven 4 a 5 días a la supresión de todo aporte hídrico, mientras que las ratas alimentadas, exclusivamente de protídicos, no sobreviven más que un día. Estos fenómenos explican el hecho de que la urea sanguínea, en exceso, de la ración hiperproteica, no es excretada en condiciones satisfactorias, y se continúa de un proceso de deshidratación rápida.

En condiciones normales un organismo debe tener a su disposición 7 cc de agua por caloría de protídicos aportados por la ración.

Aquesta funció de desaminació es trobarà conseqüentment sol·licitada si existeix una aportació protídica excedent. Com que els metabolismes de fatiga produïts per un treball muscular són també neutralitzats al mateix nivell hepàtic i renal, creiem que el creixement de treball serà impositat al fetge i als ronyons si l'alimentació aporta massa proteïnes.

IV. Una ració HIPERPROTÍDICA implica:

a) Un augment relatiu de la neoglucogènesi, seguit d'una demanda creixent dels factors de desaminació oxidativa i de la transaminació i, conseqüentment, un risc d'insuficiència en Vitamina B₆ que caldrà paliar, per exemple, amb productes de carnisseria que en tenen aproximadament 20 a 30 mg per dia.

b) Una millora de les necessitats de potassi (NB) (factor important d'assimilació proteica) que pot ser cobert per un augment de la ració de fruita i en llegums fresques.

PAPER SITOLÒGIC

Un paper protídic augmentat és, doncs, necessari per a l'elaboració de la massa muscular, però aquesta aportació, des d'un punt de vista dietètic, no s'ha de fer sense discernir i conèixer bé les característiques dels aliments als quals ens dirigim per assegurar un suplement protídic.

Sense voler exposar els problemes dels règims càrnics i vegetarians, i els seus inconvenients, estem obligats a admetre que les proteïnes animals tenen un valor biològic superior al de les proteïnes vegetals. Si no ho tenim present, correm el risc de no proveir l'organisme d'uns certs aminoàcids essencials.

Una llei bioquímica regeix la utilització d'aquests aminoàcids: cal que siguin aportats per l'alimentació; a la vegada, ho han de ser en quantitat ben definida i seguint una aportació concreta: el dèficit d'un d'ells fa, pràcticament, inutilitzables als altres. Admetem que, perquè siguin reconstituïdes les proteïnes específiques de l'organisme, sobre un nucli proteic ric en àcids nucleics, els aminoàcids se situen seguint un ordre definit per formar una cadena que tindrà sempre el mateix ordre. Quan una cadena es trenca, la síntesi és impossible i els aminoàcids, sense ocupació, són cremats com a simples materials.

Conseqüentment, com que són les proteïnes d'origen animal les que tenen el millor coeficient d'utilització bruta –perquè, essencialment, aporten els aminoàcids indispensables–, caldrà arribar a una aportació proteica que sigui, sobretot, d'origen animal (productes de carnisseria i peixateria, productes lactius, ous), en la relació:

$$\frac{\text{Proteïnes animals}}{\text{Proteïnes vegetals}} = 1$$

Ejemplo: para un régimen de 4.819 calorías con 581 g. de proteínas son 2.324 calorías. Para un peso de 90 Kg habría que beber "16 LITROS DE AGUA" por día.

III. Por otra parte los AMINOÁCIDOS, que proviene ya sea del catabolismo tisular, o la alimentación, conllevan, a nivel del hígado y a nivel de los riñones, a la pérdida del radical amino (de este modo, entre otros, al aumento de la excreción urinaria de la creatinina, es mayor cuanto más intenso sea el trabajo muscular). Esta función de desaminación se encontrará consecuentemente sollicitada si existe un aporte protídico excedente. Como los metabolitos de fatiga producidos por un trabajo muscular son también neutralizados al mismo nivel hepático y renal, creemos que el crecimiento de trabajo será impuesto al hígado y a los riñones, si la alimentación aporta demasiadas proteínas.

IV. Una RACIÓN HIPERPROTÍDICA implica:

a. Un aumento relativo de la neoglucogénesis. Seguido de una demanda creciente de los factores de desaminación y, en consecuencia, un riesgo de insuficiencia en vitamina B₆ que habrá de paliar, por ejemplo, con productos de carnicería que tienen aproximadamente 20 a 30 mg por día.

b. Una mejora de las necesidades de potasio. (NB) (factor importante de la asimilación proteica) que puede ser cubierto por un aumento de la ración en frutas y en legumbres verdes.

PAPEL SITOLÓGICO

Un papel protídico aumentado es pues, necesario para la elaboración de la masa muscular, pero este aporte, desde un punto de vista dietético, no debe hacerse sin discernir y conocer bien las características de los alimentos a los que nos vamos a dirigir para asegurar un suplemento protídico.

Sin querer exponer los problemas de los regímenes cárnics y vegetarianos, y sus inconvenientes, estamos obligados a admitir que las proteínas animales tienen un valor biológico superior a aquél de las proteínas vegetales. Si no lo tenemos en cuenta corremos el riesgo de carenciar al organismo de ciertos aminoácidos esenciales.

Una ley bioquímica rige la utilización de estos aminoácidos: es necesario que sean aportados por la alimentación, a la vez, en cantidad bien definida y siguiendo un aporte dado: el dèficit de uno de ellos hace, pràcticament, inutilizables los otros. Admitimos, que para que sean reconstituïdas las proteínas específicas del organismo, sobre un núcleo proteico rico en ácidos nucleicos, los aminoácidos, se sitúan siguiendo un orden definido para formar una cadena que tendrá siempre el mismo orden. Cuando una cadena se rompe, la síntesis es imposible, y los aminoácidos, sin ocupación, son quemados como simples materiales.

Però caldrà concloure també que el consum d'aquests aliments no donin ocasió a afavorir una aportació suplementària de matèries greixoses. En efecte, els aliments protídics d'origen animal comporten greixos protoplasmàtics i és convenient evitar els greixos amagats. Caldrà, aleshores i sobretot, recomenar el consum de les més magres (per exemple el cavall per a les carns de carnisseria, els peixos, les aus, els lactius descremats y semidescremats).

En fi, no oblidarem tampoc que un augment de la ració proteica pot entrenar una millora de les bases púriques implicades, en primer lloc, en els mecanismes de la uricogènesi tan importants en l'esportista.⁴ Evitarem fins on ens sigui possible aquest escull, eludint les carns joves, les vísceres, la caça i alguns peixos (anxoves, sardines, arenades...).

CONCLUSIÓ

Quan la demanda és requerida, i després d'un balanç biològic suficient i precís per afirmar la integritat del sistema hèpato-renal, podem ajudar el subjecte a augmentar el pes. Però cal saber que aquest augment de pes no convé si no és noble, és a dir si l'augment és exclusivament sobre la massa magra.

D'altra banda, cal recordar sempre que la prescripció d'una aportació proteica suplementària suposa un cert nombre de precaucions elementals. Si falten, aquest tipus de manipulacions dietètiques serà l'origen d'un cert nombre de problemes que, a termini, serien nocius per l'equilibri atlètic.

Cal saber també que aquest augment de pes no ha de sobrepassar com a màxim 3.5-4 Kg. Que no succeeix més que en un lapse limitat de temps—de 6 a 8 setmanes—, que no és mai sensat prolongar aquesta dieta hiperprotídica més enllà d'aquest termini, i que és molt important arribar a una alimentació equilibrada que comporti un 15% de pròtids (proporció suficient per conservar el que s'ha adquirit de massa magra).

Finalment, i sobretot, no hem d'oblidar tampoc que si es necessiten les proteïnes per entrenar, cal entrenar per fer les proteïnes. Seria completament il·lusori pensar que solament l'augment de la ració protídica permet "fer múscul". És cert que els pròtids són l'adob dels músculs però, amb tot, cal cultivar el terreny.

En consecuencia, como son las proteínas de origen animal, las que tienen el mejor coeficiente de utilización bruta, porque esencialmente, aportan los aminoácidos indispensables, habrá que llegar a un aporte proteico que sea sobretodo de origen animal (productos de carnicería y pescadería, productos lácteos, huevos), en la relación:

$$\frac{\text{Proteínas animales}}{\text{Proteínas vegetales}} = 1$$

Pero habrá que llegar también a que el consumo de estos alimentos no sean la ocasión para favorecer un aporte suplementario de cuerpos grasos. En efecto, los alimentos protídicos de origen animal comportan grasas protoplasmáticas, es conveniente evitar las grasas escondidas. Habrá, entonces y sobretodo, que recomendar el consumo de las más magras (por ejemplo, el caballo para las carnes de carnicería, los pescados, las aves, los lácteos descremados y semidescremados).

En fin, no olvidaremos tampoco que un aumento de la ración proteica puede entrenar una mejora de las bases puricas implicadas, en primer lugar, en los mecanismos de la uricogénesis tan importantes en el deportista.⁴ Se evitará en gran parte este escollo, evitando las carnes jóvenes, las vísceras, la caza y algunos pescados (anchoas, sardinas, arenques...)

CONCLUSIÓN

Cuando la demanda es requerida, y tras un balance biológico lo suficiente preciso para afirmar la integridad del sistema hepato-renal, podemos ayudar al sujeto a coger peso.

Pero hay que saber, que este aumento de peso no es interesante si no es noble, es decir, si el aumento es exclusivamente sobre la masa magra.

Por otra parte, hay que recordar siempre, que la prescripción de un aporte proteico suplementario supone, un cierto número de precauciones elementales, que si faltan, este tipo de manipulaciones dietéticas será el origen de cierto número de problemas, que a término, serían dañinas para el equilibrio atlético.

Hay que saber también, que este aumento de peso, no debe sobrepassar apenas 3,5 - 4 Kg. Que no sucede más que en un lapsus limitado de tiempo, de 6 a 8 semanas, que no es jamás juicioso prolongar esta dieta hiperprotídica más allá de este plazo, y que es muy importante, el llegar a una alimentación equilibrada comportando 15% de pròtids (proporció suficient per conservar lo adquirit de massa magra).

Finalmente y sobretodo, no hay que olvidar tampoco, que si se necesitan las proteínas para entrenar, hay que entrenar para hacer las proteínas.

Será completamente ilusorio el pensar que sólo el aumento de la ración protídica permite "hacer músculo"; es cierto que los prótidos son el abono de los músculos, pero aún así, hay que cultivar el terreno.

Bibliografía

1. SHIRAKI, K.; YAMADA, T.; YOSHIMURA, H.: 1977. Relation of protein nutrition to the reduction of red blood cells induced by physical training. *Jpn-J-Physiol.* 27, 413-421.
2. CHAILLET, BERT (P.); PLAS (F.) i PALLARDY (F.): Le métabolisme protéidique au cours de l'effort prolongé. *Presse Medicales*, 1962 nº 5.
3. 1966. the strange case of the fat wrestlers. *S-Afr-Med-J.* 40, 1039-40.
4. NISHIDA, Y.; AKAOKA, I.; HAYASHI, E.; MIYAMOTO, T.: 1983. Elevated erythrocyte phosphorylpyrophosphate and ATP concentrations in japanese sumo wrestlers. *Br-J-Nutr.* 49, 3-7.
5. DOHN, G.L.: 1984. Protein Nutrition for the athlete. *Clin-Sports-Med.* 3, 595-604.
6. MARABLE, N.L.; HICKSON, J.F. JR; KORSLUND, K.; ET AL.: 1979. Urinary nitrogen excretion as influenced by a muscle-building exercise program and protein intake variation. *Nutr-Rep-Int.* 19, 795-805.
7. CONSOLAZIO, C.F.; JOHNSON H.L.; NELSON, R.A.; ET AL.: 1975. Protein metabolism during intensive physical training in the young adult. *Am-J-Clin-Nutr.* 28, 29-35.
8. RASH, P.J. i PIERSON, W.R.: 1962. Effects of the protein dietary supplement on muscular strenght and hypertrophy. *Am-J-Clin-Nutr.* II, 530-532.
9. HEELY, D.M.; SHARMAN I.N.; COOPER, D.F.: 1975. Variations in the composition of blood and urine following the ingestion of a highprotein diet. *Proc-Nutr-Soc.* 34, 69 A.

Llibres consultats:

AF Creff. L. Bérard. *Dietétique sportive*. 4a edició.
AF Creff. *Manual de dietétique*. 2a edició.

Articles consultats

AF 1985. À la recherche d'une protéosynthèse accrue ou le gain de poids chez le handicap ésportif. *Cinesiologie. Médecine du sport* 101, 173-177.
1988. Doping obligatoire? *Le monde du muscle*. Nº 69, 46-47 A. *Lacuisse*. 1985. Les médicaments influençant le poids. *Cinesiologie. Médecine du sport*. 101, 178-180.

