

RENDIMIENTO DEPORTIVO: COMPOSICIÓN CORPORAL, PESO, ENERGÍA-MACRONUTRIENTES Y DIGESTIÓN (II)

ATHLETIC PERFORMANCE: BODY COMPOSITION, WEIGHT, ENERGY-MACRONUTRIENTS AND DIGESTION (II)

De grasa

Tener un consumo adecuado de grasa resulta imprescindible en el atleta ya que ésta es necesaria, además de porque existen ácidos grasos esenciales de consumo obligado, para mantener el balance energético y recuperar los depósitos intramusculares de triglicéridos perdidos durante el ejercicio⁶⁰. Muchas veces puede resultar beneficioso aumentar su ingesta según los objetivos perseguidos por el atleta, ya que se ha comprobado que las dietas altas en grasas son más efectivas a la hora de mantener niveles más óptimos de testosterona que las dietas bajas en grasas⁶¹⁻⁶³. En relación a la testosterona, también se ha comprobado que el sobreentrenamiento reduce drásticamente sus niveles⁶⁴. Esto hay que tenerlo muy en cuenta, pues como sabemos la testosterona es fundamental en el desarrollo muscular, en el mantenimiento del balance nitrogenado positivo, en la actitud competitiva y en la producción de glóbulos rojos, factores de crucial importancia en el deportista.

Generalmente se recomienda que la cantidad que deben de consumir los deportistas oscile en torno al 30% del consumo calórico diario, pudiendo incrementarse al 50% cuando los deportistas realizan ciclos de alto volumen de entrenamiento⁶⁰. Resulta tan importante la ingestión de grasa que incluso en deportistas que se fijan como objetivo la pérdida de peso, se recomienda consumir al

menos de 0,5-1g/kg de peso y día¹². Además de la cantidad total de grasa, es muy importante mencionar que no toda la grasa es igual, de tal forma que unas son muy beneficiosas, como el ácido oleico del aceite de oliva y el omega 3 del pescado, mientras que otras resultan muy perjudiciales, como las grasas hidrogenadas artificialmente o grasas trans^{65, 66}.

En cuanto al tipo de grasa administrada, se aconseja que el consumo energético total diario recomendado que es de en torno al 30% se distribuya de forma isocalórica entre los ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados, de tal forma que cada uno de ellos represente el 10% a la contribución energética total^{67,68}. Como principal fuente de grasas saturadas tenemos las grasas de origen animal, de monoinsaturadas el aceite de oliva y de poliinsaturadas los aceites de pescado (omega 3) y aceites vegetales como el de lino (omega 3), girasol (omega 6), etc. Mención especial merecen los ácidos grasos omega-3 debido a sus propiedades antiinflamatorias, que los hacen una posible ayuda terapéutica natural a la hora de prevenir y favorecer la curación de procesos inflamatorios derivados de la práctica deportiva⁶⁹.

Desgraciadamente existen estudios que demuestran que la alimentación de los atletas puede llegar a ser muy desequilibrada debido a una excesiva contribución de las grasas (38-36%) y a

Joaquín
Pérez
Guisado

Dpto. de Medicina
Facultad
de Medicina
de Córdoba

CORRESPONDENCIA:

Joaquín Pérez-Guisado
Avenida de América, 33, bloque B, 3.º 3, 14008 Córdoba.
E-mail: pv1peguj@uco.es

Aceptado: 05.11.2007 / Revisión nº 218

un desequilibrio en la relación de ácidos grasos saturados/poliinsaturados/monoinsaturados⁷⁰.

FACTORES DIGESTIVOS QUE DEBEN TENERSE EN CUENTA EN LA NUTRICIÓN-HIDRATACIÓN DEL DEPORTISTA

Existen factores que influyen positivamente en la ingestión voluntaria de bebidas por parte del deportista como son la temperatura que éstas tengan, la percepción que desencadenen en el deportista sobre su grado de dulzura, el tipo e intensidad del sabor y la sensación que provocan dentro de la boca^{71,72}. El hecho de que la bebida tenga un sabor agradable puede ser un determinante clave del volumen ingerido, pudiendo favorecer una mayor ingesta⁷¹⁻⁷³, por lo que no se debería de obviar, ya que de esta forma podríamos asegurar una mayor y mejor hidratación del deportista.

Factores digestivos que influyen en el vaciado gástrico

A la hora de recomendar al deportista una buena hidratación y suplementación antes y durante el ejercicio, es importante tener en cuenta su tolerancia al volumen administrado sin que éste repercuta negativamente en el rendimiento físico. Las características del vaciado gástrico de una bebida también deben considerarse, ya que un enlentecimiento en el vaciado gástrico reduciría la tasa a la cual su contenido puede pasar al duodeno y por tanto estar disponible para su absorción intestinal⁷⁴.

De forma general se puede afirmar que el vaciado gástrico⁷⁵⁻⁷⁷ y el intestinal^{76,78} no se ven afectados por ejercicios que se realizan a una intensidad de hasta el 80% y que si el volumen de ingestión se mantiene más o menos constante mediante tomas realizadas con frecuencia, el vaciado gástrico también se mantendrá relativamente constante⁷⁹⁻⁸¹. Por ello es mejor distribuir la misma cantidad de bebida en repetidas tomas que en pocas, es decir a pequeños y frecuentes sorbos en vez de pocos sorbos pero de alto volumen.

Importancia del contenido en hidratos de carbono

El vaciado gástrico se puede ver retrasado cuando se incrementa la ingestión de hidratos de carbono en la solución administrada^{75-77,82-90}. Por ello resulta crucial determinar cuál es la cantidad máxima de hidratos de carbono en la solución empleada para que ésta no afecte negativamente al rendimiento deportivo. Si tenemos en cuenta que se ha comprobado que las bebidas con hidratos de carbono-electrolitos que contienen hasta el 6% de hidratos de carbono se vacían del estómago a tasas similares a las del agua durante el reposo y el ejercicio^{91,92} y que las bebidas que contienen un 8% de hidratos de carbono muestran tasas más lentas de vaciado que el agua⁹³, podríamos afirmar que el umbral máximo de hidratos de carbono para garantizar un correcto vaciado gástrico que no repercutiera negativamente en el rendimiento deportivo debido a una reducción en el vaciado gástrico estaría en torno al 6-7%.

Importancia de la osmolaridad en la solución empleada

Parece ser que la osmolaridad de la solución empleada posee poca influencia en el vaciado gástrico si se compara con la cantidad de hidratos de carbono presentes en la solución, de tal forma que soluciones con diferente osmolaridad, pero igual contenido en hidratos de carbono, tienen un vaciado gástrico similar, mientras que si la osmolaridad es la misma pero la cantidad de hidratos de carbono no, el vaciado gástrico entonces varía^{94,95}. Por lo tanto, en soluciones electrolíticas con hidratos de carbono lo que determinará un correcto ritmo de vaciado gástrico serán los hidratos de carbono y no los iones presentes en la solución.

Otros factores

Otros factores que influyen negativamente en el vaciado gástrico son: una intensidad de ejercicio que supere el 65-80% del VO_{2max} ^{75,96}; el tipo de ejercicio realizado, ya que a igualdad de intensidad de ejercicio la carrera favorece una mayor ve-

locidad de vaciado gástrico si se compara con el ciclismo²⁵; la mayor acidez presente en la comida o bebida⁹⁷ o la especial predisposición individual a presentar hiperacidez frente a determinados alimentos como pudieran ser la cebolla, el ajo, el pimiento, los cítricos, el tomate, determinadas especias o condimentos, las bebidas alcohólicas o con cafeína, el chocolate, los alimentos fritos o muy grasos, etc.; temperaturas de la ingesta o muy calientes (unos 50 °C) o muy frías (unos 4 °C) cuando se comparan con ingestas que rondan los 37 °C⁹⁸; la deshidratación junto con una alta temperatura interna^{99,100} que, además, aumentan el malestar gastrointestinal que siente el sujeto¹⁰¹; el estrés térmico de tal forma que entrenar en ambientes con altas temperaturas (superiores a 30 °C) se opondría al vaciado gástrico^{92, 102}.

Factores que influyen en la absorción intestinal

Aunque hay autores que afirman que a la hora de comparar soluciones con diferente osmolaridad existe una relación inversamente proporcional entre la velocidad de absorción y la densidad de la solución¹⁰³⁻¹⁰⁶, hay otros que creen que son las isotónicas las que tienen una velocidad de absorción más rápida^{107,108} o que todas (hipotónicas, isotónicas e hipertónicas) tienen una velocidad de absorción similar^{109,110}. Parece ser que lo que realmente influye en esta velocidad de absorción vuelve a ser el contenido en hidratos de carbono y que existe una relación inversamente proporcional entre éste y la velocidad de absorción^{106,111,112}, siendo el umbral de concentración de nuevo del 6-7%, de tal forma que cuando la cantidad en hidratos de carbono es del 6% no se ve afectada la velocidad de absorción, mientras que cuando ésta alcanza el 8% la velocidad se retrasa¹¹³. Lo que sí está claro es que existe una asociación entre la hipotonicidad de la pared intestinal y la mayor permeabilidad de ésta, de tal forma que mientras más relajada esté mayor será el proceso de absorción intestinal¹¹⁴.

En cuanto al tipo de hidrato de carbono a emplear, hay estudios que afirman que los oligo-

sacáridos de la glucosa con hasta 6 moléculas de ésta se absorben con mayor facilidad que los monosacáridos o disacáridos^{115,116} debido a que la suspensión en la que están presentes tiene una menor osmolaridad que la que proporcionaría una solución con igual número de moléculas de glucosa. No obstante, hay autores que afirman que no influye el tipo de hidrato de carbono presente en la solución, cuando la concentración de hidratos de carbono es de hasta el 6%¹¹³, que, como ya se ha mencionado antes, era la concentración óptima que debe emplearse.

En cuanto a si es mejor usar hidratos de carbono puros o mezclas de éstos parece ser que lo mejor es utilizar combinaciones de los mismos que tengan diferentes tipos de transportadores en la pared intestinal, de tal forma que soluciones con igual osmolaridad que poseen dos tipos de hidratos de carbono transportados por diferentes mecanismos de transporte tienen una mayor velocidad de absorción del agua que las que sólo tienen uno¹¹⁷. Teniendo en cuenta que existe un mecanismo de transporte del tipo sodio dependiente para la glucosa¹¹⁸, mediante la proteína específica GLUT5 de transporte para la fructosa^{119,120}, o incluso mediante un sistema de transporte del tipo disacaridasa para la sacarosa¹²¹, podríamos afirmar que una opción fácil, casera y económica sería el empleo de una solución base de un 6% de azúcar de mesa (sacarosa), ya que ésta aportaría a la pared intestinal tanto glucosa como fructosa debido al proceso de digestión del disacárido y sacarosa procedente de aquellas moléculas que no hayan sido totalmente digeridas.

RESUMEN

El texto se podría resumir en los siguientes puntos:

- La presencia de grasa corporal en el atleta es necesaria, ya que un bajo porcentaje de grasa corporal se asocia a un deterioro en la salud y el rendimiento deportivo.
- Ganar peso demasiado rápido tiene el inconveniente de que el 60-70% de la ganancia es grasa.

- Tener un óptimo aporte energético beneficiará al atleta no sólo en su rendimiento deportivo, sino también en su perfil metabólico, salud, composición corporal y estética final.
- Los niveles óptimos de hidratos de carbono y proteínas en el deportista dependen de la intensidad-frecuencia del ejercicio y oscilan entre 5 y 10 g/kg de peso y día para los primeros y 1-2 g/kg de peso y día para los segundos, siendo una de las mejores opciones proteicas la combinación suero de leche-caseína. En relación a la grasa, se recomienda consumir al menos 0,5-1 g/kg de peso y día, haciéndolo de forma isocalórica y evitando las grasas trans.
- En la ingesta de soluciones enriquecidas con electrolitos y carbohidratos, el nivel óptimo de hidratos de carbono es del 5-7%, siendo poco influyente el nivel de electrolitos presente y una buena opción el empleo de la sacarosa o azúcar de mesa.
- The nutritional strategy to promote fat-free muscle gain in a short time is not the most suitable since 60-70% of the weight gained is fat.
- To intake enough calories will help the athletes in their performance, metabolic basal rate, health, body composition and final aesthetic body.
- In terms of carbohydrate and protein needs, athletes need to consume 5-10 g/kg of carbohydrates and 1-2 g/kg of proteins per day (the combination of whey and casein protein is one of the best options), in order to guarantee the recovery. These quantities will depend on the volume and frequency training protocol. In relation to fat intake, it has been recommended to consume at least 0.5-1g/kg per day and under isocaloric proportions distributed among saturated, monounsaturated, and polyunsaturated fat (avoiding trans fats).

Palabras clave: Absorción intestinal. Aporte energético. Composición corporal. Ganancia de peso. Hidratos de carbono. Masa muscular. Proteínas. Vaciado gástrico.

SUMMARY

The following points summarize the text:

- Too little body fat results in deterioration of health and performance and can be associated with eating disorders.

- For the gastric emptying and the intestinal absorption, the most important characteristic of a fluid replacement beverage during a sport session, is the carbohydrates and not the electrolytes concentration. A solution containing 5-7% carbohydrate might be considered optimal and the sucrose (saccharose or table sugar) would be a good option.

Key words: Athletic performance. Body composition. Carbohydrates. Energy intake. Gastric emptying. Intestinal absorption. Muscle mass. Proteins. Weight gain.

B I B L I O G R A F Í A

1. Dueck CA, Manore MM, Matt KS. Role of energy balance in athletic menstrual dysfunction. *Int J Sport Nutr* 1996;6:165-90.
2. Houtkooper LB, Going SB. Body composition: how should it be measured? Does it affect sport performance? *Sports Sci Exchange* 1994;7:1-8.
3. Lohman TG. *Basic Concepts in body composition assessment*. Advances in Body Composition Assessment. Champaign, Ill: Human Kinetics Publisher, 1992;109-18.
4. Dueck CA, Matt KS, Manore MM, Skinner JS. Treatment of athletic amenorrhea with a diet and

- training intervention program. *Int J Sport Nutr* 1996;6:24-40.
5. **Kopp-Woodroffe SA, Manore MM, Dueck CA, Skinner JS, Matt KS.** Energy and nutrient status of amenorrheic athletes participating in a diet and exercise training intervention program. *Int J Sport Nutr* 1999;9:70-88.
 6. **Beals KA, Manore MM.** Nutritional status of female athletes with subclinical eating disorders. *J Am Diet Assoc* 1998;98:419-25.
 7. **Beals KA, Manore MM.** Subclinical eating disorders in physically active women. *Topics Clin Nutr* 1999;14:14-29.
 8. **Manore MM.** Chronic dieting in active women: What are the health consequences? *Women's Health Issues* 1996;6:332-41.
 9. **Forbes GB.** Exercise and body composition. *J Appl Physiol* 1991;70:994-7.
 10. **Forbes GB, Brown MR, Welle SL, et al.** Deliberate overfeeding in women and men: energy cost and composition of weight gain. *Br J Nutr* 1986;56:1-9.
 11. **Welle S, Matthews DE, Campbell RG, et al.** Stimulation of protein turnover by carbohydrate overfeeding in men. *Am J Physiol* 1989;257:E413-7.
 12. **Leutholtz B, Kreider RB.** *Exercise and Sport Nutrition.* En: Wilson T, Temple N, eds. Nutritional Health. Totowa, NJ: Humana Press, Inc., 2001;207-39.
 13. **Sherman WM, Jacobs KA, Leenders N.** *Carbohydrate metabolism during endurance exercise.* En: Kreider RB, Fry AC, O'Toole ML, eds. Overtraining in Sport. Champaign: Human Kinetics Publishers, 1998;289-308.
 14. **Berning JR.** *Energy intake, diet, and muscle wasting.* En: Kreider RB, Fry AC, O'Toole ML, eds. Overtraining in Sport. Champaign: Human Kinetics, 1998;275-88.
 15. **Kreider RB, Fry AC, O'Toole ML.** *Overtraining in Sport.* Champaign: Human Kinetics Publishers, 1998.
 16. **Gleeson M, Bishop NC.** Special feature for the Olympics: effects of exercise on the immune system: modification of immune responses to exercise by carbohydrate, glutamine and anti-oxidant supplements. *Immunol Cell Biol* 2000;78:554-61.
 17. **Burke LM.** Energy needs of athletes. *Can J Appl Physiol* 2001;26(Suppl):S202-219.
 18. **Gleeson M, Bishop NC.** Special feature for the Olympics: effects of exercise on the immune system: modification of immune responses to exercise by carbohydrate, glutamine and anti-oxidant supplements. *Immunol Cell Biol* 2000;78:554-61.
 19. **Stubbs RJ, Sepp A, Hughes DA, et al.** The effect of graded levels of exercise on energy intake and balance in free-living men, consuming their normal diet. *Eur J Clin Nutr* 2002;56:129-40.
 20. **Kreider RB.** Physiological considerations of ultraendurance performance. *Int J Sport Nutr* 1991;1:3-27.
 21. **Brouns F, Saris WH, Beckers E, et al.** Metabolic changes induced by sustained exhaustive cycling and diet manipulation. *Int J Sports Med* 1989;10:S49-62.
 22. **Brouns F, Saris WH, Stroecken J, et al.** Eating, drinking, and cycling. A controlled Tour de France simulation study, Part II. Effect of diet manipulation. *Int J Sports Med* 1989;101:S41.
 23. **Katch FI, Mcardle WD.** *Introduction to Nutrition, Exercise, and Health.* 4th ed. Philadelphia, Pa: Lea & Febiger, 1993.
 24. **Grandjean AC.** Diets of elite athletes: Has the discipline of sports nutrition made an impact? *J Nutr* 1997;127:874S-7S.
 25. **Jonnalagadda SS, Benardot D, Nelson M.** Energy and nutrient intakes of the United States national women's artistic gymnastics team. *Int J Sport Nutr* 1998;8:331-44.
 26. **Butterfield GE.** Ergogenic Aids: Evaluating sport nutrition products. *Int J Sport Nutr* 1996;6:191-7.
 27. **Kleiner SM, Calabrese LH, Fielder KM, Naito HK, Skibinski CI.** Dietary influences on cardiovascular disease risk in anabolic steroid-using and nonusing bodybuilders. *J Am Coll Nutr* 1989;8:109-19.
 28. **Manore MM, Thompson J, Russo M.** Diet and exercise strategies of a world-class bodybuilder. *Int J Sport Nutr* 1993;3:76-86.
 29. **Shirreffs SM, Taylor AJ, Leiper JB, Maughan RJ.** Post-exercise rehydration in man: Effects of volume consumed and drink sodium content. *Med Sci Sports Exer* 1996;28:1260-71.

30. **Lemon PWR.** Effect of exercise on protein requirements. *Journal of Sports Science* 1991;9: 53-70.
31. **Pedersen BK, Helge JW, Richter EA, Rohde T, Kiens B.** Training and natural immunity: effects of diets rich in fat or carbohydrate. *European Journal of Applied Physiology* 2000;82:98-102.
32. **Durán LJ, Jiménez PJ, Ruiz LM, Jiménez F, Camacho MJ.** Trastornos de la alimentación y deporte. *Archivos de Medicina del Deporte* 2006;112:117-26.
33. **Camacho MJ, Fernández E, Rodríguez M.** Imagen Corporal y práctica de actividad física en las chicas adolescentes: Incidencia de la modalidad deportiva. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte* 2006;2:1-19.
34. **Moreno JA, Martínez C, Alonso N.** Actitudes hacia la práctica físico-deportiva según el sexo del practicante. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte* 2006;2:20-43.
35. **Maughan RJ, Piehl Aulin K.** Energy needs for physical activity. *World Review of Nutrition* 1997;82:18-32.
36. **Melby C, Scholl C, Edwards G, et al.** Effect of acute resistance exercise on postexercise energy expenditure and resting metabolic rate. *J Appl Physiol* 1993;75:1847-53.
37. **Dolezal BA, Potteiger JA, Jacobsen DJ, et al.** Muscle damage and resting metabolic rate after acute resistance exercise with an eccentric overload. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:1202-7.
38. **Del Aguila LE, Krishnan RK, Ulbrecht JS, et al.** Muscle damage impairs insulin stimulation of IRS-1, PI 3-kinase, and Aktkinase in human skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2000;279:E206-12.
39. **Kimber NE, Heigenhauser GJ, Spriet LL, Dyck DJ.** Skeletal muscle fat and carbohydrate metabolism during recovery from glycogen-depleting exercise in humans. *J Physiol* 2003;548:919-27.
40. **Frayn KN, Little RA, Stoner HB, et al.** Metabolic control in non-septic patients with musculoskeletal injuries. *Injury* 1984;16:73-9.
41. **Long CL, Schaffel N, Geiger JW, et al.** Metabolic response to injury and illness: estimation of energy and protein needs from indirect calorimetry and nitrogen balance. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1979;3:452-6.
42. **Waldegger S, Lang F.** Cell volume and gene expression. *Journal of Membrane Biology* 1997;162:95-100.
43. **Lang F, Busch GL, Volkl K.** The diversity of volume regulatory mechanisms. *Cell Physiology and Biochemistry* 1998;8:1-45.
44. **Low SY, Rennie MJ, Taylor PM.** Modulation of glycogen synthesis in rat skeletal muscle by changes in cell volume. *Journal of Physiology* 1997;495:299-303.
45. **Low SY, Rennie MJ, Taylor PM.** Signalling elements involved in amino acid transport responses to altered muscle cell volume. *FASEB Journal* 1997;11:1111-7.
46. **Rennie MJ, Low SY, Taylor PM, Khogali SE, Yao PC, Ahmed A.** Amino acid transport during muscle contraction and its relevance to exercise. *Advances in Experimental Medicine and Biology* 1998;441:299-305.
47. **Bescós GR.** Evaluación de la ingesta de proteínas en deportes de resistencia. *Archivos de Medicina del Deporte* 2005;107:205-11.
48. **Lemon PW, Tarnopolsky MA, MacDougall JD, Atkinson SA.** Protein requirements and muscle mass/strength changes during intensive training in novice bodybuilders. *J Appl Physiol* 1992;73:767-75.
49. **Tarnopolsky MA, MacDougall JD, Atkinson SA.** Influence of protein intake and training status on nitrogen balance and lean body mass. *J Appl Physiol* 1988;64:187-93.
50. **Tarnopolsky MA, Atkinson SA, MacDougall JD, Chesley A, Phillips S, Schwarcz HP.** Evaluation of protein requirements for trained strength athletes. *J Appl Physiol* 1992;73:1986-95.
51. **Tarnopolsky MA.** Protein and physical performance. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 1999;2:533-7.
52. **Arnaud MR, Mataix J, Galván C, Mañas M, Martínez de Vitoria E.** Consumo de alimentos y ayudas ergogénicas en culturistas. *Archivos de Medicina del Deporte* 2002;88:93-100.
53. **Bucci L, Unlu L.** *Proteins and amino acid supplements in exercise and sport.* En: Driskell J, Wolinsky I, eds. *Energy-Yielding Macronutrients and Energy Metabolism in Sports Nutrition.* Boca Raton, FL: CRC Press, 2000;191-212.
54. **Boirie Y, Dangin M, Gachon P, Vasson MP, Maubois JL, Beaufre B.** Slow and fast dietary proteins

- differently modulate postprandial protein accretion. *Proc Natl Acad Sci USA* 1997;94:14930-5.
55. **Boirie Y, Gachon P, Cordat N, Ritz P, Beaufriere B.** Differential insulin sensitivities of glucose, amino acid, and albumin metabolism in elderly men and women. *J Clin Endocrinol Metab* 2001;86:638-44.
56. **Boirie Y, Gachon P, Corny S, Fauquant J, Maubois JL, Beaufriere B.** Acute postprandial changes in leucine metabolism as assessed with an intrinsically labeled milk protein. *Am J Physiol* 1996;271:E1083-91.
57. **Kreider RB, Kleiner SM.** Protein supplements for athletes: need vs. convenience. *Your Patient & Fitness* 2000;14:12-8.
58. **Tipton KD, Elliott TA, Cree MG, et al.** Ingestion of casein and whey proteins results in muscle anabolism after resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:2073-81.
59. **Kerksick CM, Rasmussen CJ, Lancaster SL, Magu B, Smith P, Melton C, Greenwood M, Almada AL, Earnest CP, Kreider RB.** The effects of protein and amino acid supplementation on performance and training adaptations during ten weeks of resistance training. *J Strength Cond Res* 2006;20:643-53.
60. **Venkatraman JT, Leddy J, Pendergast D.** Dietary fats and immune status in athletes: clinical implications. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:S389-95.
61. **Dorgan JF, Judd JT, Longcope C, et al.** Effects of dietary fat and fiber on plasma and urine androgens and estrogens in men: a controlled feeding study. *Am J Clin Nutr* 1996;64:850-5.
62. **Hamalainen EK, Adlercreutz H, Puska P, Pietinen P.** Decrease of serum total and free testosterone during a low-fat high-fibre diet. *J Steroid Biochem* 1983;18:369-70.
63. **Reed MJ, Cheng RW, Simmonds M, Richmond W, James VH.** Dietary lipids: an additional regulator of plasma levels of sex hormone binding globulin. *J Clin Endocrinol Metab* 1987;64:1083-5.
64. **Fry AC, Kraemer WJ, Ramsey LT.** Pituitary-adrenal-gonadal responses to high-intensity resistance exercise overtraining. *J Appl Physiol* 1998;85:2352-9.
65. **Hu FB, Manson JE, Willett WC.** Types of dietary fat and risk of coronary heart disease: a critical review. *J Am Coll Nutr* 2001;20:5-19.
66. **Vessby B.** Dietary fat, fatty acid composition in plasma and the metabolic syndrome. *Curr Opin Lipidol* 2003;14:15-9.
67. **Nutrition and Your Health.** Dietary Guidelines for Americans. 4th ed. US Depts of Agriculture and Health and Human Services, 1995. Home and Garden Bulletin No. 232.
68. **Health and Welfare Canada.** Nutrition Recommendations: The Report of the Scientific Review Committee. Ottawa, Canada: Can. Government Publishing Centre, 1990.
69. **Villegas García JJ, Martínez Rocamora MT, López Román FJ, Martínez González AB, Luque Rubia AJ.** Ácidos grasos omega-3 en las lesiones deportivas. Una posible ayuda terapéutica. *Archivos de Medicina del Deporte* 2005;105:39.
70. **Bernández MM, Carnero JG, Cid VT, Tesouro PG, Migueles JDM.** Composición corporal y evaluación de la dieta de jóvenes atletas de baloncesto masculino. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte* 2003;10.
71. **Bouzle D, Monstruc P, Cabanao M.** Water intake, pleasure and water temperature in humans. *Physiol Behav* 1983;30:97-102.
72. **Greenleaf JF.** Problem: thirst, drinking behavior, and involuntary dehydration. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24:645-56.
73. **Passe DH, Horn M, Murray R.** Impact of beverage acceptability on fluid intake during exercise. *Appetite* 2000;35:219-29.
74. **Maughan RJ.** Gastric emptying during exercise. *Sports Sci Exch* 1993;6:1-6.
75. **Costill DL, Saltin B.** Factors limiting gastric emptying during rest and exercise. *J Appl Physiol* 1974;37:679-83.
76. **Fordtran JS, Saltin B.** Gastric emptying and intestinal absorption during prolonged severe exercise. *J Appl Physiol* 1967;23:331-5.
77. **Rehrer NJ, Beckers E, Brouns F, et al.** Exercise and training effects on gastric emptying of carbohydrate beverages. *Med Sci Sports Exerc* 1989;21:540-9.
78. **Gisolfi CV, Spranger KJ, Summers RW, et al.** Cycle exercise and absorption of water and a carbohydrate-electrolyte solution in man. *J Appl Physiol* 1991;71:2518-27.

79. Rehrer NJ, Brouns F, Beckers EJ, et al. Gastric emptying with repeated drinking during running and bicycling. *Int J Sports Med* 1990;11:238-43.
80. Ryan AJ, Bleiler TL, Carter JE, et al. Gastric emptying during prolonged cycling exercise in the heat. *Med Sci Sports Exerc* 1989;21:51-8.
81. Lambert GP, Chang RT, Joensen DJ, et al. Simultaneous determination of gastric emptying and intestinal absorption during cycle exercise in humans. *Int J Sports Med* 1996;17:48-55.
82. Costill DL. *Gastric emptying of fluids during exercise*. En: Gisolfi CV, Lamb DR, eds. *Perspectives in exercise science and sports medicine: fluid homeostasis during exercise*. Indianapolis: Benchmark Press, 1990;3:97-127.
83. Murray R. The effects of consuming carbohydrate-electrolyte beverages on gastric emptying and fluid absorption during and following exercise. *Sports Med* 1987;4:322-51.
84. Brener W, Hendrix RR, McHugh PR. Regulation of gastric emptying of glucose. *Gastroenterology* 1983;85:76-82.
85. Coyle EF, Costill DL, Fink WJ, et al. Gastric emptying rates for selected athletic drinks. *Res Q* 1978;49:119-24.
86. Foster C, Costill DL, Fink WJ. Gastric emptying characteristics of glucose and glucose polymer solutions. *Res Q Exerc Sports* 1980;5:299-305.
87. Mitchell JB, Costill DL, Houmard JA, et al. Gastric emptying: influence of prolonged exercise and carbohydrate concentration. *Med Sci Sports Exerc* 1989;21:269-74.
88. Mitchell JB, Costill DL, Houmard JA, et al. Effects of carbohydrate ingestion on gastric emptying and exercise performance. *Med Sci Sports Exerc* 1988;20:110-5.
89. Neuffer PD, Costill DL, Fink WJ, et al. Effects of exercise and carbohydrate composition on gastric emptying. *Med Sci Sports Exerc* 1986;18:658-62.
90. Sole CC, Noakes TD. Faster gastric emptying for glucose-polymer and fructose solutions than for glucose in human. *Eur J Appl Physiol* 1989;58:605-12.
91. Murray R, Eddy DE, Bartoli WP, et al. Gastric emptying of water and isocaloric carbohydrate solutions consumed at rest. *Med Sci Sports Exerc* 1994;26:725-32.
92. Neuffer PD, Young AJ, Sawka MN. Gastric emptying during exercise: effects of heat stress and hypohydration. *Eur J Appl Physiol* 1989;58:433-9.
93. Bartoli WP, Horn MK, Murray R. Delayed gastric emptying during exercise with repeated ingestion of 8% carbohydrate solution. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:S13.
94. Brouns F, Senden J, Beckers EJ, et al. Osmolality does not affect the gastric emptying rate of oral rehydration solutions. *J Parent Enter Nutr* 1995;19:403-6.
95. Vist GE, Maughan RJ. The effect of glucose and fructose solutions with and without sodium on gastric emptying and blood glucose concentration in man. *J Physiol* 1994;481:52P.
96. Feldman M, Nixon JV. Effect of exercise on postprandial gastric secretion and emptying in humans. *J Appl Physiol* 1982;53:851-4.
97. Hunt JN, Pathak JO. The osmotic effect of some simple molecules and ions on gastric emptying. *J Physiol* 1960;154:254-69.
98. Sun WM, Houghton LA, Read NW, et al. Effect of meal temperature on gastric emptying of liquids in man. *Gut* 1988;29:302-5.
99. Kirkendall DT. Effects of nutrition on performance in soccer. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25:1370-4.
100. Rehrer NJ, Beckers EJ, Brouns F, Ten Hoor F, Saris WHM. Effects of dehydration on gastric emptying and gastrointestinal distress while running. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22:790-5.
101. Pyke FS, Hahn AG. Body temperature regulation in summer football. *Sports Coach* 1980;4:41-3.
102. Owen MD, Kregel KC, Wall PT, et al. Effects of ingesting carbohydrate beverages during exercise in the heat. *Med Sci Sports Exerc* 1986;18:568-75.
103. Cunha Ferreira RMC, Elliott EJ, Watson AJM, et al. Dominant role for osmolality in the efficacy of glucose and glycine-containing oral rehydration solutions: studies in a rat model of secretory diarrhoea. *Acta Paediatr* 1992;81:46-50.
104. Hunt JB, Carnaby S, Farthing MJG. Assessment of water and solute absorption from experimental hypotonic and established oral rehydration solutions in secreting rat intestine. *Aliment Pharmacol Ther* 1991;5:273-81.

105. Wapnir RA, Litov RE, Zdanowicz MM, *et al.* Improved water and sodium absorption from oral rehydration solutions based on rice syrup in a rat model of osmotic diarrhea. *J Pediatr* 1991;118:S53-61.
106. Wapnir RA, Lifshitz F. Osmolality and solute concentration: their relationship with an oral hydration solution effectiveness: an experimental assessment. *Pediatr Res* 1985;19:894-8.
107. Leiper JB, Maughan RJ. Absorption of water and electrolytes from hypotonic, isotonic and hypertonic solutions. *J Physiol* 1986;373:90P.
108. Gisolfi CV, Summers RW, Schedl HP, *et al.* Human intestinal water absorption: direct vs indirect measurements. *Am J Physiol* 1990;258:G216-22.
109. Shi X, Summers RW, Schedl HP, *et al.* Effects of solution osmolality on absorption of select fluid replacement solutions in human duodenojejunum. *J Appl Physiol* 1994;77:1178-84.
110. Gisolfi CV, Summers RW, Lambert GP, *et al.* Effect of beverage osmolality on intestinal fluid absorption during exercise. *J Appl Physiol* 1998;85:1941-8.
111. Cunha Ferreira RMC, Elliott EJ, Brennan EA, *et al.* Oral rehydration therapy: a solution to the problem. *Ped Res* 1987;22:100.
112. Rolston DDK, Borodo MM, Kelly MJ, *et al.* Efficacy of oral rehydration solutions in a rat model of secretory diarrhea. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1987;6:624-30.
113. Gisolfi CV, Summers RW, Schedl HP, *et al.* Intestinal water absorption from select carbohydrate solutions in humans. *J Appl Physiol* 1992;73:2142-50.
114. Nylander O, Pihl L, Perry M. Hypotonicity-induced increases in duodenal mucosal permeability facilitates adjustment of luminal osmolality. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 2003;285:G360-70.
115. Cunha Ferreira RMC, Elliott EJ, Walker-Smith JA, *et al.* Glycine and glucose polymer in oral rehydration solution (ORS): efficacy in an animal model of secretory diarrhoea. *Gut* 1986;A1244-1245.
116. Saunders DR, Sillery JK. Absorption of carbohydrate-electrolyte solutions in rat duodenojejunum. Implications for the composition of oral electrolyte solutions in man. *Dig Dis Sci* 1985;30:154-60.
117. Shi X, Flanagan S, Summers RW, *et al.* Effects of carbohydrate type and concentration and solution osmolality on water absorption. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:1607-15.
118. Semenza G, Kessler M, Hosang M, *et al.* Biochemistry of the Na⁺, D-glucose co-transporter of the small intestinal brushborder membrane. *Biochem Biophys Acta* 1984;779:343-79.
119. Burant CF, Takeda J, Brot-Laroche E, *et al.* Fructose transporter in human spermatozoa and small intestine is GLUT5. *J Biol Chem* 1992;267:14523-6.
120. Davidson NO, Hausman AML, Ifkovits CA, *et al.* Human intestinal glucose transporter expression and localization of GLUT5. *Am J Physiol* 1992;262:C795-800.
121. Ugolev A, Zaripov B, Iezuitova N, *et al.* A revision of current data and views on membrane hydrolysis and transport in the mammalian small intestine based on a comparison of techniques of chronic and acute experiments: experimental re-investigation and critical review. *Comp Biochem Physiol* 1986;85A:593-612.
122. Pérez-Guisado J. Importancia del momento en que se realiza la ingestión de los nutrientes. *Rev Int Med Cienc Act Fís Deporte* 2009;9:14-24.
123. Pérez-Guisado J. Rendimiento deportivo: glucógeno muscular y consumo proteico. *Apunts Medicina de l'Esport* 2008;43:142-51.

Las Normas de Publicación para los autores,
se pueden obtener en la página web de FEMEDE: www.femedede.es