PubliCE, (PubliCE) 1993

Monograph

En la Búsqueda de las Necesidades de Carbohidratos y Fluídos en el Fútbol

Roy J Shephard[1]

[1]*School of Physical & Health Education and Department of Preventive Medicine and Biostatistics. Faculty of Medicine,, University of Toronto; Toronto, Ontario.*

RESUMEN

Si un partido de fútbol es jugado en condiciones climáticas calurosas, habrá exigentes demandas de reposición de carbohidratos (CH) y fluidos, con una potencial influencia de ambas variables en el rendimiento competitivo. La presente revisión examina evidencia científica concerniente al grado de deplección glucogénica durante un partido de fútbol, su potencial impacto sobre el juego, y la elección óptima del tipo de solución líquida a ingerir, para minimizar las alteraciones fisiológicas. Los jugadores deberían ser preparados para la competición, mediante la ingestión de una buena dieta mixta, en su composición; ello debería asegurar una ingestión diaria, de al menos 8 gr. de carbohidratos/ kilo de peso corporal, durante el período de 24 horas. Aunque existe argumentación teórica en favor del uso de bebidas compuestas por glucosa y polímeros de la glucosa, en la práctica, éstas no ofrecen una gran ventaja relativa, comparadas al uso de agua o soluciones con glucosa diluida. Alrededor de 500 ml. de agua o de una solución con concentraciones bajas de glucosa, pueden útilmente ser ingeridas durante los 30' previos al partido, más otros 500 ml. del mismo fluido, a tomar en el período de descanso entre primer y segundo tiempo. Durante el período de recuperación que sigue a un partido de fútbol, es muy importante aumentar la dosis de sal en los alimentos, y nuevamente proveer una buena dieta mixta, con énfasis de su composición predominante en carbohidratos.

Palabras Clave: tacticas alimentarias post-partido, hidratación deportiva, suplementación nutricional, hidratos de c

INTRODUCCION

El dilema fisiológico

Si un partido de fútbol intenso es jugado bajo condiciones ambientales calurosas, los competidores tienen gran demanda de sus reservas de carbohidratos y fluidos corporales. Varios autores han establecido una distancia a cubrir durante un partido, de alrededor de 10 Km., dependiendo del nivel de competición y de la posición de juego. Los mediocampistas cubren usualmente más distancia que los delanteros y los defensores (tabla 1).

La mayor parte del trabajo comienza con arranques de velocidad de 4 - 5 segundos de duración de actividad anaeróbica intensiva (tabla 2). Se cubren distancias de 13 a 16 metros con períodos de reposo de 28-30 segundos entre los movimientos individual es, a través del campo de juego. Los jugadores comienzan desde posiciones estacionarias 48 a 70 veces durante el partido, acelerando de 40 a 62 veces (67).

Dado el modelo de actividad de alta intensidad intermitente, una gran parte de los requerimientos energéticos deberán ser extraídos desde la glucosa sanguínea y de la reserva glucogénica tisular (59). Dependiendo otra vez del nivel de competición y de la cantidad de las reservas iniciales, diferentes autores han informado una deplección

Distancia cubierta durante un partido de fútbol	
17 Km.	Vannai (1973) (68)
11,5 Km.	Withers et al. (1982)(71)
10,2 Km.	Agnevik (1970)(1)
7,1 Km.	Smaros (1980)(66)
7,1 - 10,9 Km.	Reilly & Tomas (1976, 1979)(52, 53)
9,1 – 11 Km.	Ekblom (1986)(15)

Tabla 1. *Distancia cubierta durante un partido de fútbol*

Modelos de ejercicio típico en una competición de fútbol				
	Reilly & Thomas (1976) (52)	**Withers et al. (1982) (71)**	**Ekblom (1986) (15)**	**Mayhew & Wenger (1985) (43)**
Sprint (Velocidad)	11,1 %	10,6 %	8,0 %	12,0 %
Carrera / acelerac.	20,8 %	13,1 %		
Trote	36,7 %	44,7 %		
Caminata	24,7 %	26,3 %		
No específico	6,7 %	5,3 %		
Aeróbico		92,0 %		88,0 %

Tabla 2. *Modelos de ejercicio típico en una competición de fútbol*

Deplección del almacenamiento del glucógeno intramuscular en un juego de fútbol	
90 %	Karlsson (1969)(33)
40 %	Jacobs et al. (1982a, b) (31, 32)
49 %	Smaros (1980)(66)
21 %	Currie et al. (1981)(14)
50 %	Lealt (1986)(39)

Tabla 3. *Deplección del almacenamiento del glucógeno intramuscular en un juego de fútbol*

Los investigadores no han encontrado una deplección total de reservas, pero hay evidencia de que la caída de la tasa máxima de glucogenólisis decrece, a partir del comienzo de la deplección de los depósitos de glucógeno muscular disponible (25) (figura 1).

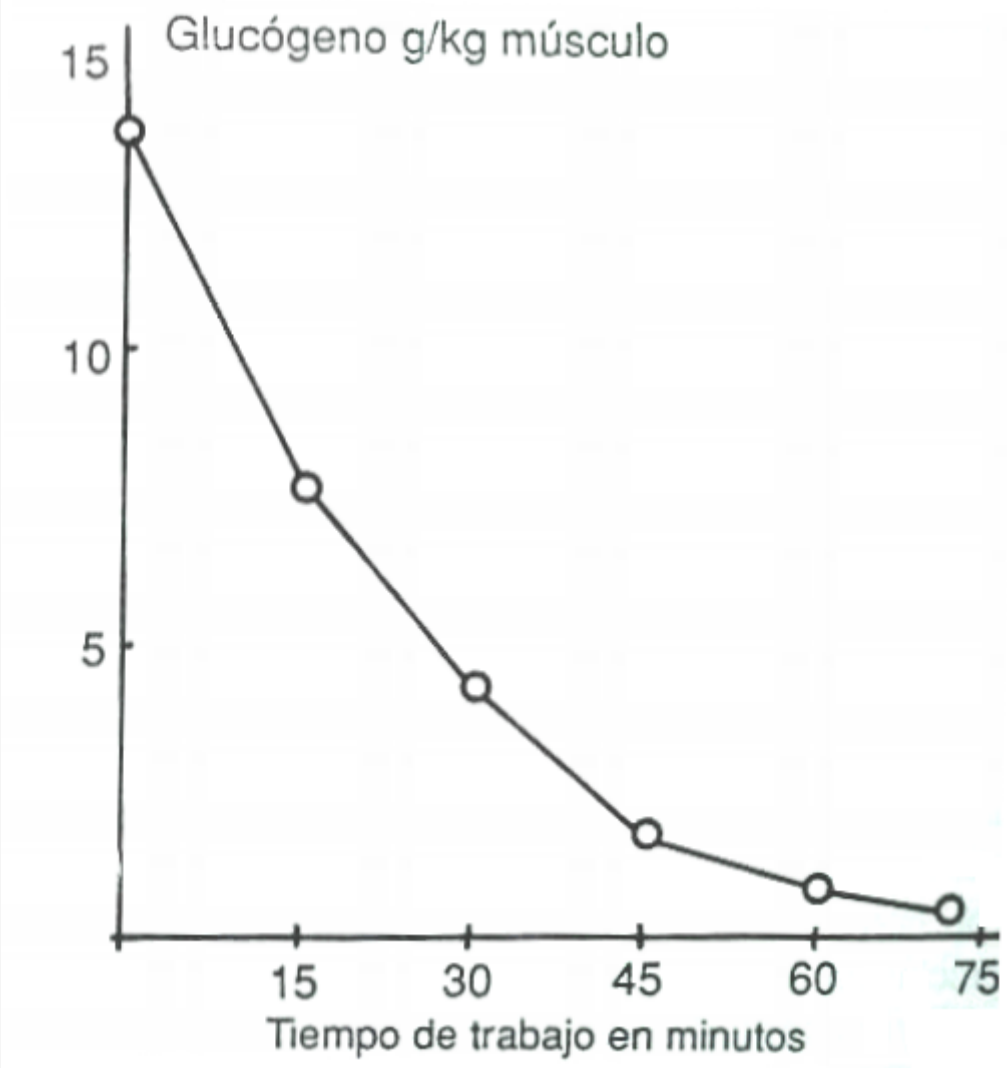


Figura 1. *Contenido de glucógeno en el músculo cuadriceps durante el trabajo en Steady-State en el cicloergómetro a una potencia de 160 W. Basados en experiencias de Hutman (1971).*

Jacobs y Col. (29, 31) sugirieron que el nivel crítico para el deterioro de la glucólisis anaeróbica, era una concentración del glucógeno muscular de 175 mmol/kg de peso seco. Si las fibras musculares de contracción lenta son depletadas, la fuerza muscular no es afectada, pero sí la resistencia muscular, con una mayor posibilidad de fatiga. Si las fibras de contracción rápida (las predominantes en los jugadores de fútbol (32, 39)) fueran depletadas, la fuerza también disminuye. Sherman y Col. (63) sugirieron que la capacidad de trabajo de los músculos de las piernas era sólo del 47% del normal, a posteriori de una carrera de maratón.

Esto es menos constante si la deplección de CH en jugadores de fútbol es suficiente para causar síntomas de hipoglucemia. Leatt (39) encontró valores de 4,7 mmol/L al final del juego, pero Ekblom (15) informó un promedio más bajo de 3,8 mmol/L, con tres miembros del equipo mostrando seria hipoglucemia (valor individual de 3,0-3,2 mmol/L).

Los jugadores de fútbol pueden secretar sudor a una tasa de 2 L/hora o más, dependiendo de la temperatura ambiental (tabla 4).

Pérdida de fluídos en un partido de fútbol.	
2 kg.	Smaros (1980)(66)
2 kg.	Leatt (1986)(39)
1,0 – 2,5 kg.	Ekblom (1986)(15)
4 – 5 kg.	Mustafa & Mahmoud (1979)(47)

Tabla 4. *Pérdida de fluidos en un partido de fútbol.*

Debido a que el agua asociada al glucógeno muscular (3 ml/g) es liberada en el curso de la glucólisis, una deshidratación seria no es desarrollada hasta que la masa corporal ha disminuido 1-2 kg.; no obstante, el mantenimiento del volumen sanguíneo podrí a ayudar a sostener el volumen sistólico durante el transcurso del juego, particularmente si las condiciones climáticas son calurosas (57).

Esto podría pensarse como una razón simple para proveerlos carbohidratos y fluidos necesarios mediante el suministro de grandes cantidades de carbohidratos y agua a los jugadores en la mitad de tiempo. Sin embargo, en la práctica, el volumen de agua que puede ser absorbido por un sujeto ejercitando es bastante limitado, y este volumen es además reducido si la presión osmótica de una bebida es aumentada por la inclusión de minerales o carbohidratos; en esencia, hay un conflicto entre satisfacerlos carbohidratos y los fluidos necesarios de los jugadores y el tipo y composición de soluciones.

TACTICAS POTENCIALES

Las tácticas potenciales expuestas para un equipo de fútbol son:

1. Maximizar las reservas de carbohidratos durante la preparación previa a un juego importante.
2. Maximizar la ingesta de carbohidratos y fluidos durante la competición.
3. Acelerar la recuperación de las reservas de carbohidratos después de un partido. Dado que representa solamente, proveer alimentos, minerales y agua, esto parece materia de preparación de una dieta de sentido común, más que una manipulación deliberada de la performance humana, actitud que podría ser condenada como doping.

RESERVAS INICIALES

Los métodos para maximizar las reservas de carbohidratos (a veces descriptas como "supercompensación"), fueron originalmente sugeridas por Bergstrom y colaboradores (6); se aconsejó a los atletas realizar un turno de ejercicio exhaustivo, seguido por tres días de una ingesta baja de carbohidratos y luego tres días de una dieta alta en carbohidratos (figura 2). La adherencia a este régimen incrementó las reservas de glucógeno muscular desde un promedio de 435 a 960 mmol/kg. de peso seco. Más recientemente, Sherman y colaboradores (62) sugirieron que la fase de baja en carbohidratos puede ser omitida sin pérdida de supercompensación. Esta modificación reduce el riesgo de dolor de cabeza, irritabilidad y fatiga, síntomas que pueden acompañar a numerosos días de baja ingesta de CH. El refuerzo de glucógeno es útil en algunos deportes de endurance donde la resistencia metabólica es de importancia. Sin embargo, no es tan claro que los intentos de supercompensación puedan ser útiles al jugador de fútbol

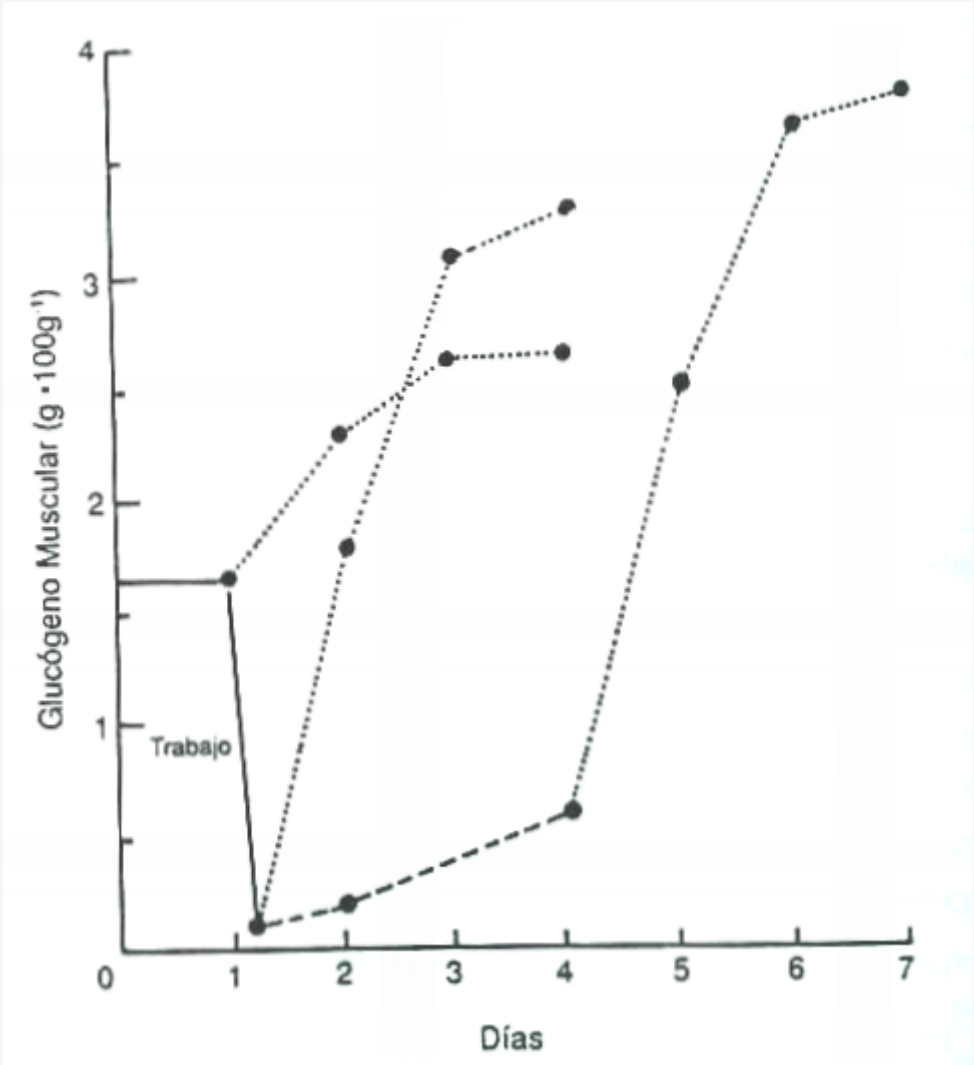


Figura 2. *Influencia de ejercicio exhaustivo en relación a varios regimenes dietéticos sobre el contenido de glucógeno muscular. (Basado en los datos de Saltin y Hermanssen, 1967). Todos los valores son en gramos de glucógeno, por kilogramo de músculo húmedo.*

Las sesiones de entrenamiento normales podrían ser interrumpidas por 3-6 días, con un potencial efecto deletéreo sobre la función del equipo. No obstante, en algunos juegos, los niveles de glucógeno no caen del umbral de 175 mmol/L asociado con un impedimento de la performance muscular; Jacobs y col. (30, 31) no encontraron aumento en la capacidad glucolítica anaeróbica del músculo después de una supercompensación. El único escenario donde la supercompensación podría ser útil, sería ante un número sustancial de partidos a jugarse en rápida sucesión, sin la oportunidad de "rellenado" (volver a llenar) del depósito glucogénico inicial.

Es posible incrementar las reservas de fluidos tomando una cantidad moderada (500 ml) de agua o un líquido ligeramente endulzado en los treinta minutos previos a la competición (34), aunque una ingesta excesiva, en un día frío puede causar una distensión molesta de la vejiga. Una ingesta excesiva de glucosa, inmediatamente antes de un juego, puede también provocar una secreción aumentada de insulina, llevando a una hipoglucemia y provocando una disminución de la performance durante el partido (9, 10. 23).

El debate continua sobre los beneficios de empaparse la ropa con agua antes de jugar. La mayor parte de la perdida de líquidos durante un juego es atribuible a la sudoración, y el enfriamiento corporal puede ser obtenido igualmente, bien mediante la evaporación del sudor o del agua aplicada externamente a shorts y camisetas. Aquellos que se oponen a la aplicación externa de agua, argumentan que el enfriamiento superficial y la vasoconstricción así inducida, reduce la conductancia de calor desde el centro del cuerpo a la piel. Sin embargo, la transferencia de calor depende no únicamente del flujo local, sino también del gradiente de temperatura asociado, y aunque el flujo sanguíneo de la piel puede ser reducido inicialmente como una táctica, la transferencia de calor puede permanecer sin disminución. Desde un punto de

vista personal, he encontrado que la aplicación externa de agua es una táctica útil en climas muy calurosos y áridos, donde el jugador de NAM puede evitar la pérdida de 200-300 ml de sudor con agua aplicada externamente, antes y en la mitad del juego, pudiendo hacer una contribución útil en el mantenimiento del volumen sanguíneo.

CARBOHIDRATOS Y FLUIDOS DURANTE LA COMPETICION

Las reglas del fútbol normalmente permiten beber fluidos únicamente en el entretiempo, pero en un clima muy caluroso podría ser posible proponer una mayor frecuencia de oportunidades para reemplazo o ingesta de líquidos.

Insignificantes cantidades de carbohidratos son absorbidas en el estómago Así, la absorción de energía depende del vaciamiento gástrico. Durante el ejercicio físico, la tasa normal de vaciamiento gástrico está en el rango de 600-1000 ml/h y si la ingesta de fluidos excede este rango, éstos simplemente se acumulan en el estómago, produciendo una sensación de distensión gástrica. La sed es un mal parámetro para medir requerimientos de fluidos, cuando una persona esta entrenando intensamente con altas temperaturas. La dosis recomendada a ingerir en estas condiciones es de 150 ml de fluido cada 15 minutos (59).

Hubbard y colaboradores (24) argumentaron que la ingesta puede ser aumentada enfriando el fluido y agregando sustancias que le brinden mejorías en sabor; pero concentraciones mayores son indeseables, porque producen enlentecimiento del vaciamiento gástrico, además, en cualquier evento, las concentraciones plasmáticas de minerales ya están aumentadas por la transpiración (ya que el sudor es hipotónico y pierde, a valor relativo, más líquido que electrolitos (35)).

Algunas veces se ha agregado cafeína a estas bebidas como un intento para movilizar los Ácidos Grasos Libres (AGL), intentando el ahorro de glucógeno muscular; sin embargo, ocurre solo una pequeña movilización de AGL si la bebida contiene además, una alta concentración de CH, probablemente debido a que la secreción de insulina es aumentada (70).

La tasa de vaciamiento gástrico es reducida si el fluido que es suministrado tiene una elevada presión osmótica Costill y Saltin (12) originalmente describieron un enlentecimiento del vaciamiento con una concentración más alta del 5%, y más recientemente Barnes y colaboradores (4) encontraron reducción de la velocidad de vaciamiento gástrico con concentración de glucosa mayor a 2,5%, aunque otros autores encontraron, sorpresivamente, pequeña diferencia de termorregulación entre los sujetos, dando agua y aquellos que recibían 10% de glucosa o polímeros de glucosa (50). Algunos autores han intentado proveer de carbohidratos sin incrementar la presión osmótica, dando bebidas que contengan sacarosa, xilosa o polímeros de glucosa. Otros investigadores han sostenido que la tasa de vaciamiento gástrico esta más influenciada por la energía contenida en la bebida, que por la presión osmótica (17, 27). Los fluidos con una alta presión osmótica pueden arrastrar agua desde el torrente sanguíneo al intestino. Sin embargo, Murray (46) ha acumulado evidencia que las bebidas que contienen baja concentración de glucosa facilitan la captación de sodio y líquido a través del intestino.

La fructosa ha sido ocasionalmente recomendada como una fuente de carbohidratos. Esta pasa a través del estómago más rápidamente que una concentración equivalente de glucosa (16); una baja concentración de fructosa (2-3%) puede acelerar el vaciamiento gástrico de las soluciones de glucosa (48). Es improbable que la fructosa provoque una secreción excesiva de insulina (37), pero no ha demostrado ventajas sobre la glucosa en términos del peso molecular. La captación intestinal se produce por difusión facilitada, y la tasa de captación intestinal es únicamente del 43% de la de la glucosa (60). La fructuosa estimula la absorción de agua en un grado menor que la glucosa (64). Después de la absorción, la fructosa es captada casi totalmente por el hígado, donde es metabolizada a glucosa, de modo que los niveles de fructosa sanguínea permanecen bajos. Bjorkman y colaboradores (7) encontraron que la ingestión do 52,5 g. de fructosa/hora (más que lo óptimo en términos de factores osmóticos) aumentó los niveles de fructosa sanguínea a únicamente 0,53 mmol/L; sin embargo, la utilización del glucógeno muscular era mayor que el observado con una ingestión de una dosis equivalente de glucosa. Finalmente, a veces se provoca un malestar intestinal con altas concentraciones de fructosa (20, 21).

La sacarosa está formada de una molécula de glucosa y una molécula de fructosa; ésto es aproximadamente el doble del contenido de carbohidratos, para una presión osmótica dada. Sin embargo, debido a que parte de la fructosa molecular es metabolizada en el hígado, la sacarosa ofrece pequeña ventaja en relación a la glucosa.

La xilosa es un azúcar de 5 carbonos. Otra vez, ésta es improbable que provoque un exceso de la secreción de insulina, pero tiene un peso molecular ligeramente más bajo que la glucosa, y su tasa de captación en el intestino es únicamente del 15% de la captación de la glucosa (60).

Los polímeros de glucosa son preparados por hidrólisis de una enzima-ácido de fécula de maíz; ellos tienen un peso molecular promedio de alrededor de 1000 daltons, comparada con los 180 daltons para la glucosa. Algunos investigadores han logrado tasas de vaciamiento gástrico tan altas como 1000 ml/h usando una solución de polímeros de glucosa a 15%, un modelo muy similar a la tasa máxima de absorción de agua (18, 65, 50). Coyle y colaboradores (13) no observó ningún ahorro de glucógeno como resultado de la administración de polímeros de glucosa y Leatt y Jacobs (40) observó que después de la administración de 2 bebidas de 500 ml. a17% de Polycose (MR) (antes del partido y en el entretiempo), los niveles de glucosa no aumentaban significativamente en relación a los sujetos controles que habían tomado agua. En el estudio de Leatt y Jacobs (40) hubo un sustancial ahorro de glucógeno muscular y un pequeño impacto negativo sobre la hidratación (Tabla 5).

Soluciones	experimental	control
Glucosa sanguínea		
Pre-competición	4.32 mmol/L	4.96 mmol/L
Glucosa sanguínea		
A mitad de partido	5.92 mmol/L	5.67 mmol/L
Glucosa sanguínea		
Post-competición	5.10 mmol/L	4.74 mmol/L
Deplección de		
Glucógeno muscular	27 %	50 %
Pérdida de peso	2.0 kg.	1.9 kg.

Tabla 5. *Una comparación entre jugadores de fútbol que recibieron 500 ml. De una bebida al 7 % Polycose (MR) (antes del partido y durante el entretiempo) y un grupo control (quienes tomaron cantidades similares de agua saborizada o placebo).*

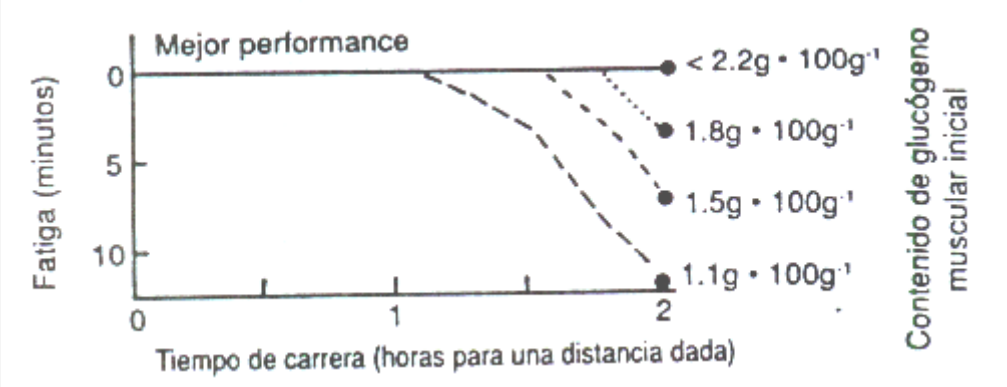


Figura 3. *Incapacidad de mantenimiento de la velocidad de carrera, en una distancia de 30 kilómetros en relación al contenido de glucógeno inicial en los músculos de los sujetos. (Basado en experimentos de B. Saltin, citado por Astrand y Rodahl, 1977).*

Más sorpresivamente, los niveles de glicerol fueron más altos en el grupo experimental que en el grupo control (39). Esto varía con las investigaciones previas y puede ser un hallazgo casual, ya que los ácidos grasos plasmáticos no difirieron entre los dos grupos de jugadores; alternativamente, es posible que los niveles de glucógeno muscular más elevados permitieron a estos deportistas que recibieron Polycose (MR) al 7% jugar más intenso, movilizando así más grasas. Como puede influenciar en la habilidad del jugador de fútbol esta diferencia nutricional? Las pérdidas de la fuerza muscular y de la resistencia con la deplección de glucógeno es instintivamente un handicap, y las observaciones en un triatlón simulado han mostrado un menor tiempo promedio de carrera hasta el agotamiento (44), mientras Saltin notó también un deterioro de la performance en esquiadores, después de la hora, en sujetos con un pobre almacenamiento de glucógeno inicial (Figura 3).

Karlsson (33) hizo observaciones directas en jugadores de fútbol. El notó que los jugadores con reservas de glucógeno

mínimas en la mitad del juego tuvieron una velocidad promedio disminuida y cubrieron menos distancia que los miembros del otro equipo, durante el segundo tiempo del partido. Es incierto si sus hallazgos pueden ser generalizados a otras competiciones de fútbol, ya que el mismo encontró niveles de glucógeno mucho más bajos, que los que han sido informados por otras investigadores. Sin embargo, Kirkendall y colaboradores (36) también notó que los jugadores de fútbol a los que le suministraban una bebida con glucosa, cubrían una distancia un 25% superior, con respecto al grupo control (bebida placebo).

Los altos niveles de glucemia tienen aparentemente una influencia positiva tanto en la performance física como mental. En términos de performance física, la administración de glucosa o de polímeros de glucosa retarda el agotamiento durante trabajos continuos o intermitentes y también aumenta la potencia en las etapas finales del ejercicio (tabla 6); contrariamente, una hipoglucemia inducida por una alta dosis de glucosa (aumentando la secreción de insulina, lo que produce una entrada masiva de glucosa al músculo), acelera la aparición del agotamiento (18).

20 % de aumento del tiempo de endurance	Bjorkman et al. (1984) (7)
45 % de aumento del tiempo de endurance	Hargreaves et al. (1984) (23)
Aumento de tolerancia al ejercicio intervalado	Reynolds & Ekblom (1985a, b) (54, 55)
11 % de aumento de potencia	Ivy et al. (1979) (28)
Disminución de resistencia con hipoglucemia	Foster (1979) (18)

Tabla 6. *Influencia de la ingestión de carbohidratos durante la performance física*

Foster y colaboradores (19), encontraron que la administración de 300 ml. de una solución de un polímero de glucosa al 25% en el intervalo de una hora, entre 2 partidos de fútbol de salón, aumentaba la distancia recorrida y el esfuerzo desarrollado por los jugadores (tabla 7)

VARIABLE DE PERFORMANCE	Experimental	Control
Distancia total	4.33 km.	3.67 km.
Distancia en carrera y sprints	1.19 km.	1.00 km.
Distancia en caminata y trote	3.14 km.	2.67 km.

Tabla 7. *Influencia en una solución de polímero de glucosa al 25 % sobre la performance en el fútbol de salón (Datos de Foster y cols., 1986) (19)*

Sin embargo, es menos claro, cuánto de estos efectos se deben a un ahorro de glucógeno muscular, o cuánto a una captación de glucosa por las fibras musculares (69), y en cuánto estos efectos representan una influencia de los niveles de glucosa sanguínea en la fatiga cerebral y nerviosa.

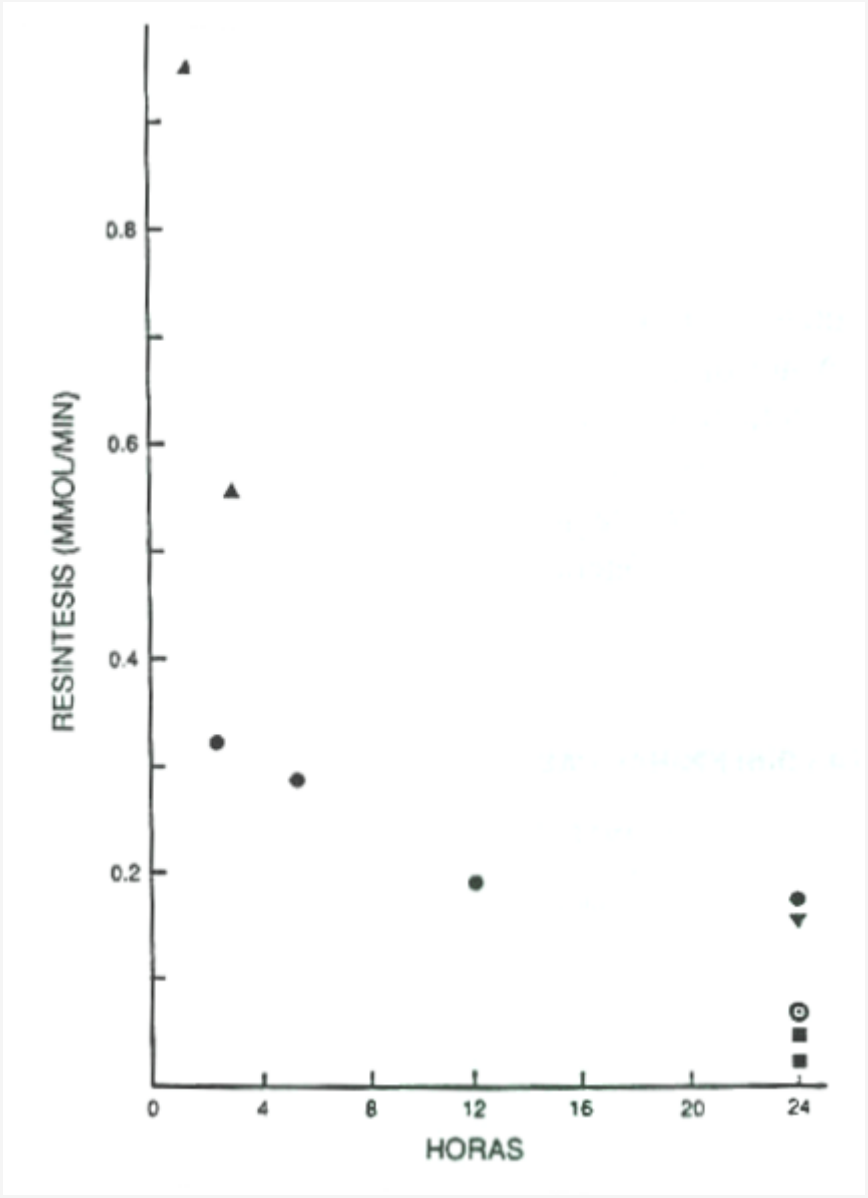


Figura 4. *La relación entre el tiempo de recuperación y la tasa de resíntesis de glucógeno. Los símbolos varios indican reportes de diferentes autores. Para referencias, ver Sherphard (1987) (61).*

En términos de performance mental, Reynolds y Ekblom (55) comentaron sobre una asociación con los niveles de glucosa sanguínea y la velocidad y exactitud de los procesos mentales, mientras que Niinima y col. (49) notaron una relación entre glucemia y la habilidad mental de los "timoneles de clase". Muckle (45) reportó que los jugadores de fútbol a los que se les suministraban bebidas glucosadas en el entretiempo, convertían más goles que el grupo control, concediendo menos chances a sus oponentes, pero los niveles de glucemia no se suministraron en este estudio. Leatt (39) no encontró diferencia en la sensación de agotamiento en respuesta a la ingestión de polímeros de glucosa; en su experimento los niveles de glucosa sanguínea final eran muy elevados, incluso en los sujetos del grupo control.

TACTICAS ALIMENTARIAS POST-PARTIDO

Cuando una serie de partidos de fútbol o partidos de entrenamiento deben ser jugados en una rápida sucesión, se puede desarrollar una deplección progresiva de las reservas de glucógeno (11, 31). Dependiendo de la importancia de la deplección de glucógeno durante el partido, el índice de resíntesis inmediato puede ser tan alto como de 1 mmol/min. pero este disminuye a 0.1 mmol/min. o menos, a las 24 horas. El tiempo total para la resíntesis completa del glucógeno puede

ser de 48 horas (51) (figura 4); así la pregunta sería: cómo la modificación de la dieta puede acelerar la replección de los depósitos de glucógeno durante el período de recuperación?.

Anteriormente, los investigadores indicaron que una dieta alta en carbohidratos podría asegurar una rápida replección (6, 22, 42); Jacobs y col. (32) sugirieron que una razón posible para explicar la baja reserva de glucógeno crónica vista en muchos jugadores, sería por elección de una dieta pobre en CH. Blom y colaboradores (8) aumentaron la tasa de resíntesis de glucógeno mediante la infusión de glucosa, pero otros autores que variaron la ingesta de carbohidratos de los jugadores entre 250 y 600 gr/d (que es un 20-50% de las necesidades energéticas), encontraron un efecto relativamente pequeño de estos cambios de dieta en la velocidad del proceso de replección (41, 39). Bajo las condiciones de campo, otros factores parecen mucho más importantes (grado de deplección de glucógeno post juego, transferencia de glucógeno desde músculos no exigidos (2) y desde el hígado (26), la actividad relativa de las enzimas que controlan la glucogénesis en músculo y en hígado (5) y la tasa de transporte de glucosa mediada por insulina en la célula muscular (56)).

En la búsqueda de la "supercompensación", los intentos de acelerar los procesos de recuperación con dietas especiales, también alteran la rutina normal de los jugadores, y por lo tanto no pueden ser recomendadas actualmente.

CONCLUSIONES

Las conclusiones prácticas son simples. Durante el período de preparación para la competición, los jugadores deberían tener una dieta mixta, con un énfasis en los carbohidratos; una ingesta de carbohidratos de hasta 8 gr/kg. de peso corporal, cada 24 hs. es recomendable; suministrar 500 ml. de agua o una solución con baja concentración de polímeros de glucosa puede ser útil 30' antes del juego, con una ulterior ingesta de 500 ml. en la mitad del partido.

Durante el período de recuperación, es útil aumentar el contenido de sales en los alimentos, para evitar incurrir en un déficit acumulativo de sales en un clima cálido. Nuevamente, una buena dieta mixta es necesaria, con un énfasis en los carbohidratos.

REFERENCIAS

1. AGNEVIK, G (1970). Footboll. Rapport Idrottsfysiologi. *TyggHansa. Stockholm*
2. AHLBORG, G (1985). Mechanism for glycogenolysis is nonexercising human muscle during and after axercise. *Am. J. Physiol. 248:E540-545*
3. ASTRAND, P.O. and RODAHL, K (1977). Textbook of Work Physiology, 2nd. ed. *New York: Mc Graw Hill*
4. BARNES, G., MORTON, A. and WILSON, A (1984). The effect of a new glucose electrolyte fluid on blood electrolyte levels, gastric emptying and work performance. *Aust.J.Sci.Med. Sport 16: 25-30*
5. BECKER, W.M (1983). Anaerobic Production of ATP. *In: G. Zubay (Ed.), Biochemestry, pp. 283-358. London: Addison Wesley*
6. BFRGSTROM,J., HERMANSEN,L., HULTMAN,E. and SATTIN, B (1967). Diet, muscle glycogen and physical performance. *Act. Physiol. Scand. 71: 140-150*
7. BJORKMAN, O, SAHLIN, K., HAGENFELDT, L. and WAHREN J (1984). Influence of glucose and fructose ingestion on the capacity for long-term exercise in well-trained men. *Ctm.Physiol. 4:483- 494*
8. BLOM, P.C.S., VOLLESTAD, N.K. and COSTILL, D.L (1986). Factors affecting changes in muscle glycogen concentration during and after prolonged exercise. *Acta Physiol.Scand. 128 (Supp1.556): 67-74*
9. BONEN, A., MALCOM, S.A., KILGOUR, R.D., MaclNTYRE, K.P. and BELCASTRO, A.N (1981). Glucose ingestion before and during intense exercise. *J. Appl. Physiol. 50: 766-771*
10. BROOK E, J.D (1981). Lowered blood glucose with human fasting, exercise and carbohydrate diet. *Nutr.Rep.lntem. 24: 1279-1283*
11. COSTILL, D.L., BOWERS, R., BRANAN, C. and SPARKS, K (1971). Muscle glycogen utilization during prolonged exercise on successive days. *J.Appl. Physiol. 31: 834-838*
12. COSTILL, D.L. and SALTIN, B (1974). Factors limiting gastric emptying during rest and exercise. *J.Appl.Physiol. 37: 679-683*
13. COYLE, E.F., COGGAN, A.R., HFMMERT, M.K. and IVY, J.L (1986). Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrates. *J.Appl.Physiol. 61: 165-172*
14. CURRIE, D., BONEN, A., BELCASTRO, AX, KIRBY, R.L., SOPPER, M. and RICHARDS, A.R (1981). Glycogen utilization and circulating substrate responses during match play soccer and soccer training sessions. *Int.J. Sports Med. 2:271 (Abstr.)*
15. EKBLOM, B (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Med. 3: 50-60*
16. ELIAS, E., GIBSON, G.J., GREENWOOD, L.F., HUNT, J.N. and TRIPP, H.J (1968). The slowing of gastric emptying by monosaccharides and disaccharides in testmeales. *J.A.Physiol. 194: 317-326*
17. FINK, W.J., COSTILL, D.L. and STEVENS, C.F (1983). Gastric emptying characteristics of complete nutritional liquids. *In: E. Fox*

(Ed.). Nutrient utilization During Exercise. Columbus, OH: Ross Laboratories, pp. 112-115
18. OSTER, C., COSTILL, D.L. and FINK, W.J (1979). Effects of pre-exercise feedings on endurance. *Med.Sosi.Sports 11: 1-5*
19. FOSTER, C.L., THOMPSON, N.N., DEAN, J. AND KIRKENDALL, D.T. (1986). Carbohydrate supplementation and performance in soccer players. *Med.Sci. Sports Exerc. 18: S12 (Abstr.)*
20. FRUTH, J.M. and GISOLFI, C.V (1983). Effects of carbohydrate consumption on endurance performance: Fructose versus glucose. *In: E. Fox (Ed.), Nutrient Utilization During Exercise. Columbus, OH: Ross Laboratories, pp. 68-77*
21. GILMAN, M., SLAVIN, J., SERFASS, R., CASHMERE, K., WHELLER, K. et al (1986). Comparison of fructose, glucose, xylitol against water as energy supplements in endurance cicling. *Med. Sci. Sports Exerc. 18: S6 (Abst.)*
22. GOLLNICK, P.D., PIEHL, K., SAUBERT, C.W., ARMSTRONG, R.B. and SALTIN, B (1972). Diet, exercise and glycogen changes in human muscle fibers. *J. Appl.Physiol. 33: 412-425*
23. HARGREAVES, M., COSTILL, D.L., KATZ, A. and FINK, W.J (1984). Effects of fructose ingestion on muscle glycogen usage during exercise. *Med. Sci.Sports Exerc. 17: 360-363*
24. HUBBARD, R.W., SANDICK, B.L., MATTHEW, W.T., FRANCESCONI, R.P., SAMPSON, J.B., et al (1984). Voluntary dehydration and alliesthesia for water. *J. Appl.Physiol. 57: 868-875*
25. HULTMAN, E (1971). Muscle glycogen stores and prolonged exercise. *In: R.J Shephard (Ed.), Frontiers of Fitness, pp. 37-60. Springfield, IL: C.C. Thomas*
26. HULTMAN, E (1978). Liver as a glucose supplying source during rest and exercise, with especial reference to diet. *In: J. Parizkova, V.A. Rogozkin (Eds.), Nutrition and Physical Fitness and Ilcalth. Baltimore: University Park Press, pp. 9-30*
27. HUNT, J.N., SMITH, J.L. and JIANG, C.L (1985). Effect of meal volume and energy density on the gastric emptying of carbohydrates. *Gastroenterology 89: 1326-1330*
28. IVY, J.L., COSTILL, D.L., FINK, W.J. and LOWER, R.W (1979). Influence of caffeine and carbohidrate feeding on endurance performance. *Med. Sci. Sports 11: 6-11*
29. JACOBS, I (1981). Lactate, muscle glycogen and exercise performance in man. *Acta Physiol. Scand. 495 (Suppl.): 1-35*
30. JACOBS, I., KAISER, P. and TESCH, P (1981). Muscle strength and fatigue after selective glycogen depletion in human skeletal muscle fibers. *Eur.J. Appl. Physiol. 46: 47-53*
31. JACOBS, I, KAISER, P. AND TESCH, P (1982). The effects of glycogen exhaustion on maximal short-time performance. *In: P. Komi (Ed.), Exercise and Sport Biology,pp. 103-108. Champaign, IL: Human Kinetics*
32. JACOBS, L, WESTLIN, N., KARLSSON, J., RASMUSSEN, M. and HOUGHTON, B (1982). Muscle glycogen and elite soccer players. *Eur.J.Appl.Physiol. 48: 297-302*
33. KARLSSON, H.G (1986). Kohlydratomsattning under en fotbollsmatch. *Rep. Dept. of Physiol. III, Stockholm. Cited by Ekblom*
34. KAVANAGH, T. and SHEPHARD, R.J (1975). Maintenance of hydration in post-coronary marathon runners. *BrTSports Med. 9: 130-135*
35. KAVANAGH, T. and SHEPHARD, R.J (1978). Fluid and mineral needs of post-coronary distance runners. *In: F. Iandry and W.A.R. Orban (Eds.), Sports Medicine, pp. 143-151. Miami, FL: Symposia Specialists*
36. KIRKENDALL, D.T., FOSTER, C., DEAN, J.A., GROGAN, J. and THOMPSON, N.N (1988). Effect of glucose polymer supplementation on performance of soccer players. *In: Reilly, T., Lees, A., Davids, K. and Murphy, W.J. (Eds.), Science and Football. London: I: & F. Spon, pp. 33-44*
37. KOIVISTO, V.A., KARVONEN, S.L. and NIKKILA, E.A (1981). Carbohydrate ingestion before exercise: Comparison of glucose fructose, and sweet placebo. *J. Appl. Physiol. 51: 783-787*
38. LAMB,DR. and BRODOWICZ, G.R (1986). Optimal use of fluids of varying form to minimize exercise-induced disturbances in homeostasis. *Sports Med. 3: 247-274*
39. LEAIT, P.B (1986). The effect of glucose polymer ingestion on skeletal muscle glycogen depletion during soccer match play and its resynthesis following a match. *University of Toronto Graduate Department of Community Health, M.Sc. Thesis*
40. LEATT, P.B. and JACOBS, I (1989). Effects og glucose polymer ingestion on glycogen depletion during a soccer match. *Can. J. Sport. Sci. 14: 112-116*
41. MACDOUGALL, J.D., WARD, G., SALE, D. and SUTTON, J (1977). Muscle glycogen depletion after high-intensity intermittent exercise. *J. Appl. Physiol. 42: 112-116*
42. MAEHLUM, S., FELIG, P. and WAHREN, J (1978). Splanchnic glucose and muscle glycogen feeding during post-exercise recovery. *Am. J. Physiol. 235: E255-E260*
43. MAYIIEW,S.R.andWENGER,H.A (1985). Time-motion analysis of professional soccer. *J. Hum. :Movement Studies 11: 49-52*
44. MILLARD, M., CURETON, K. and RAY, C (1986). Effect of a glucose polymer dietary supplement on physiological responses during a simulated triathlon. *Med. Sci. Sports Exerc. 18: S6 (Abstract.)*
45. MUCKLE, D.S (1973). Glucose syrup ingestion and team performance in soccer. *Br. J. Sports Med. 7: 340-343*
46. MURRAY, R (1987). The effects of consuming carbohydrateelectrolyte beverages on gastric emptying and fluid absorption during and following exercise. *Sports Med. 4: 322-351*
47. MUSTAFA, K.Y. and MAHMOUD, N.E.A (1979). Evaporative water loss in African soccer players. *J. Sports Med. Phys. Fitness 19: 181-183*
48. NEUFER, P.D., COSTILL, D.L., FINK, W.J., KIRWAN, J.P., FIELDING, R.A., et al (1986). Effects of exercise and carbohydrate Fomposition on gastric emptying. *Med. Sci. Sports Exerc. 18: 658662*
49. NIINIMA, V., WRIGHT, G.R., SHEPHARD, R.J. and CLARKE, J (1977). Characteristics of the succeessful dinghy sailor. *J. Sports Med. Phys. Fitness 17: 83-96*
50. OWEN, M.D., KREGEL, K.C., WALL, P.T. and GISOLFI, C.V (1986). Effects of ingesting carbohydrate bevareges during exercise in the heat. *Med. Sci.Sports Exerc. 18: 568-575*
51. PIEHL, K (1974). Time course for refilling of glycogen stores in human muscle fibers following exercise-induced glycogen depletion. *Acta Physiol. Scand. 90: 297-302*
52. REILLY, T. and THOMAS, V (1976). A motion analysis of workrate in different positional roles in professional football match play.

J.Hum.Movement Studies 2: 87-97
53. REILLY, T. and THOMAS, V (1979). Estimated daily energy expenditures of professional association footballcrs. *Ergonomics, 22: 541- 548*
54. REYNOLDS, G. and EKBLOM, B (1986). Glucose ingestion during prolonged intermittent high-intensity exercise. *Cited by Ekblom*
55. REYNOLDS, G. and EKBLOM, B (1986). Glucose ingestion and performance following exhaustion. *Cited by Ekblom*
56. RITCHER, E.A., GARETTO, L.P., GODMAN, M.N. and RUDERMAN, N.B (1984). Enhanced muscle glycogen metabolism after exercise modulation by local factors. *Am. J. Physiol. 246: E476E482*
57. SALTIN, B (1964). Aerobic workcapacity and circulation at exercise in man. With special reference to the effect on prolonged exercise and/or heat exposure. *Acta Physiol.Scand. 62: (Suppl. 230): 1-52*
58. SALTIN, B. and HERMANSSEN, L (1967). Glycogen stores and prolonged severe exercise. *In: G. Blix (Ed.). Nutrition and Physical Activity, p. 32. Uppsala: Almqvist & Wiksell*
59. SHEPHARD, R.J (1982). Physiology andBiochemistry of Exercise. *New York: Praeger Publishing*
60. SHEPHARD, R.J (1983). Biochemistry of Exercise. *Springfield, IL: C.C. Thomas*
61. SHEPHARD, R.J (1987). Carbohydrate and fluid needs of the soccer player. *Sports Medicine 4: 164-176*
62. SHERMAN, W.M., COSTILL, D.L., FINK, W.J. and MILLER, J.M (1981). Effects ofexercisedietmanipulation on muscle glycogen and its subsequent utilization during performance. *Int. J. Sports Med. 2: 1-15*
63. SHERMAN, W.M., ARMSTRONG, L.E., MURRAY, T.M., HAGERMAN, H., COSTILL, D.L., STARON, R.C. and IVY, J.L. (1984). Effect of a 42,2 km. footrace and subsequent rest or exercise on muscular strength and work capacity. *J. Appl. Physiol. 57: 1668-1673*
64. SLADEN, G.E (1972). A review of water and electrolyte transport. *In: W.L. Burland (Ed.), Transport Across the Intestine. Edinburgh: Churchill-Livingstone, pp. 14-34*
65. SEIPLE, R.S., VIVIAN, V.M., FOX, E.L. and BARTELS, R.L (1983). Gastric emptying characteristics of two glucose polymer electrolyte solutions. *Med. Sci. Sports Exerc. 15: 366-369*
66. SMAROS, G (1980). Energy usage during football match. *In: L. Vecchiet (Ed.). First International Congress on Sports Medicine Applied to Football, pp. 795-801. Rome: D. Guanella*
67. SMODLAKA, V.N (1978). Cardiovascular aspects of soccer. *Physician and Sporstsmed. 6 (7): 66-70*
68. VANNAI, G (1973). Football Mania. London. *Ocean Book*
69. WAHREN, J (1977). Glucose turnover during exercise in man. *Ann. N. Y. Acad. Sci. 301: 45-55*
70. WEIR, J., NOAKES, T.D., MYBURGH, K. and ADAMS, B (1987). A high carbohydrate diet negates the metabolic effect of caffeine during exercise. *Med. Sci. Sports Exerc. 19: 100-105*
71. WITHERS, R.T., MARICIC, Z., WSILEWSKI, S. and KELLY, L (1982). Match analysis of Australian professional soccer players. *J. Hum. Movement Studies 8: 159-176*

Cita Original

Roy J. Shephard. En la Búsqueda de las Necesidades de Carbohidratos y Fluídos en el Fútbol. Revista de Actualización y Ciencias del Deporte Vol. 1 Nº3. 1993.