

Monograph

Leche ¿Una Nueva Bebida Deportiva? - Una Revisión

Centre for Muscle Metabolism and Biophysics, Faculty of Applied Health Sciences, Brock University, St. Catharines, Ontario, Canadá.

RESUMEN

Ha habido un interés creciente acerca del potencial uso de leche bovina como bebida deportiva, especialmente para ser consumida durante la recuperación luego de la realización de entrenamiento de fuerza y deportes de resistencia. Sobre la base de las escasas investigaciones disponibles, la leche sería una bebida efectiva para el período posterior a los ejercicios de fuerza y produciría alteraciones agudas favorables en el metabolismo de las proteínas. El consumo de leche incrementa marcadamente la síntesis de proteínas en el músculo, lo que produce un mejor balance neto de proteínas musculares. Además se han observado mayores aumentos en la hipertrofia muscular y en la masa magra cuando el consumo de leche luego del ejercicio se combina con entrenamiento de fuerza (12 semanas como mínimo). Si bien hay pocas investigaciones sobre la leche, hay evidencia que sugiere que la misma puede ser una bebida post-ejercicio eficaz en las actividades de resistencia. Se ha demostrado que la leche descremada (con bajo contenido de grasa), sería tan efectiva, o más efectiva, como bebida de rehidratación, que las bebidas deportivas comercialmente disponibles. La leche es una opción de bebida más rica en nutrientes para aquellos individuos que participan en actividades de fuerza y resistencia en comparación con las bebidas deportivas tradicionales. La leche de vaca descremada (con bajo contenido de grasa) fluida, es una bebida segura y eficiente para ser consumida después del ejercicio para la mayoría de los individuos, excepto para aquellos que padecen intolerancia a la lactosa. Es necesario realizar investigaciones adicionales para establecer adecuadamente las posibles aplicaciones y eficacia de la leche vacuna en el campo de la nutrición deportiva.

Palabras Clave: caseína, proteína de suero, fuerza, resistencia, recuperación, hidratación

ANTECEDENTES

La ingesta de nutrientes es importante para optimizar el rendimiento en el deporte y el ejercicio. Además la buena nutrición es importante para perfeccionar las adaptaciones al entrenamiento. Por ejemplo, los antiguos griegos creían que una elevada ingesta de proteínas era importante para los atletas y estos atletas consumían dietas que contenían cantidades excesivas de carne. Tales ideas todavía persisten en la actualidad, especialmente en los deportes que se basan en la fuerza como el fisiculturismo. Es común para los atletas de sobrecarga consumir dietas que contienen más del doble de los niveles de proteínas dietarias recomendados. Además, los atletas que realizan fisiculturismo y deportes similares son bombardeados con publicidades de numerosos suplementos, muchos de los cuales tienen un contenido proteico muy elevado. Las investigaciones han demostrado claramente que estos consumos excesivamente elevados de proteínas, no son necesarios para provocar las adaptaciones que se producen con el entrenamiento de la fuerza. Además las investigaciones han establecido que el momento en que se realiza la ingesta de nutrientes también es muy importante para optimizar las adaptaciones a este tipo de ejercicio, así como también para la recuperación tanto luego de los ejercicios de fuerza como de resistencia. Finalmente, también se ha demostrado que es importante la composición nutritiva de la ingesta nutricional post-ejercicio para la recuperación luego de los ejercicios de resistencia y para la recuperación y adaptación a los ejercicios de sobrecarga.

La leche vacuna y los productos a base de la misma, son una excelente fuente de proteínas, lípidos, aminoácidos, vitaminas y minerales. Los beneficios para la salud han sido bien establecidos y han sido abarcados extensamente en numerosos trabajos [1].

La leche descremada (con bajo contenido graso), tiene varias características que teóricamente la transforman en una bebida de recuperación potencialmente buena (Tabla 1). En primer lugar, contiene carbohidratos (lactosa) en cantidades similares a las de muchas bebidas deportivas comercialmente disponibles (glucosa, maltodextrina).

La leche contiene caseína y proteínas de suero en una proporción 3:1, lo que hace que la digestión y absorción de estas proteínas sea más lenta, provocando un incremento sostenido en la concentración de aminoácidos en sangre [2]. Otra ventaja es que las proteínas de suero también contienen una gran proporción de aminoácidos de cadena ramificada, que tienen un papel integral en el metabolismo y la síntesis de proteínas en el músculo.

Finalmente, la leche además tiene concentraciones naturalmente altas de electrolitos que se pierden naturalmente a través del sudor durante el ejercicio.

Las elevadas concentraciones de estos electrólitos favorecerían la recuperación de líquidos luego de los ejercicios. En base a estas características de la leche, surgió un creciente interés en el ámbito de la nutrición deportiva para realizar investigaciones sobre la leche y su posible papel como bebida deportiva para el entrenamiento y los deportes de sobrecarga y resistencia.

	Leche entera (3,25%)	Leche parcialmente descremada (2%)	Leche parcialmente descremada (1%)	Leche descremada (0,1%)	Leche chocolatada parcialmente descremada* (2%)	Gatorade para calmar la sed®	Gatorade formula para resistencia®	Accelerade®
Kcal	159	128	108	90	189	52	53	85
kJ	663	536	453	380	793	218	221	354
Proteínas (g)	9	9	9	9	8	0	0	4
Grasas (g)	9	5	3	trazas	5	0	0	0
Carbohidratos (g)	12	12	12	13	27	15	15	16
Sodio (mq)	126	129	129	133	159	115	211	127
Potasio (mq)	391	398	402	431	446	31	95	16

Tabla 1. Información nutricional de la leche y de las diferentes bebidas deportivas. La presente información está establecida en función de una porción de 250 mL en cada una de las bebidas analizadas. Los datos fueron extraídos de las siguientes páginas <http://www.dairynutrition.ca>, <http://www.gatorade.com> y <http://www.accelerade.com>. *La leche chocolatada contiene sacarosa y cacao agregados y su composición de macronutrientes varía según el fabricante.

LA LECHE Y ENTRENAMIENTO DE SOBRECARGA

Los ejercicios y los deportes de sobrecarga se caracterizan por contracciones repetidas de alta intensidad de diferentes grupos musculares que producen adaptaciones bien caracterizadas en los músculos [3]. La adaptación más obvia es la hipertrofia del músculo esquelético. Para que se produzca la hipertrofia muscular debe haber un incremento crónico en el balance neto de las proteínas en el músculo. El balance de proteínas en el músculo depende de la síntesis y degradación de proteínas en el mismo. Por lo tanto, para que se produzca un aumento en el balance neto, es necesario que dentro del músculo se produzca un incremento en la síntesis de proteínas, una disminución en la degradación de proteínas o simultáneamente un aumento en la síntesis y disminución en la degradación de proteínas. Durante la última década se han realizado diferentes investigaciones sobre la influencia de varios factores que influyen en la respuesta del metabolismo de las proteínas frente a los ejercicios de sobrecarga.

Los ejercicios de sobrecarga solos provocan tanto un aumento en la síntesis como en la degradación de proteínas, pero el aumento en la síntesis es mayor que el aumento en la degradación, lo que produce un balance neto menos negativo [4].

Notablemente, los resultados de Phillips et al. muestran un balance de proteínas menos negativo aunque todavía negativo, debido a que los participantes estaban en condiciones ayuno [4]. Estas observaciones acentuaron la importancia que tiene el aporte de macronutrientes para influenciar el metabolismo de las proteínas luego del ejercicio.

Numerosos estudios han documentado el aporte de macronutrientes inmediatamente después de los ejercicios de sobrecarga con el objetivo de optimizar la respuesta metabólica de las proteínas. La ingesta de aminoácidos [5], proteínas [6], carbohidratos [7-9] o compuestos que contienen mezclas de macronutrientes [9-11] provoca un aumento en el metabolismo de las proteínas, luego de la realización de ejercicios de sobrecarga. Este trabajo ha revelado que la respuesta metabólica relacionada a las proteínas luego de los ejercicios de sobrecarga, puede ser influenciada través de la ingesta nutricional de los principales macronutrientes presentes en la leche descremada; proteínas y carbohidratos. Estudios de seguimiento han valorado de manera directa el impacto del consumo de leche sobre la respuesta aguda del metabolismo de las proteínas luego de los ejercicios de sobrecarga.

Elliot et al. investigaron los efectos del consumo de diferentes bebidas lácteas sobre la respuesta en el metabolismo de las proteínas luego de una sesión aguda de ejercicios de sobrecarga [12]. Ellos compararon los efectos de la leche descremada (237 g), leche entera (237 g) y de una cantidad de leche descremada con la misma cantidad de energía (kJ) que la de la condición con leche entera (393 g), luego de una sesión de ejercicios de fuerza de piernas. Los autores valoraron el balance neto de aminoácidos en el ejercicio de piernas durante las 5 horas posteriores al ejercicio de fuerza. Todas las bebidas lácteas produjeron un aumento significativo en el balance neto de los aminoácidos determinados. Este estudio no determinó cual fue la causa del cambio en el balance neto (cambio en la síntesis, cambio en la degradación, o ambos), sin embargo, la evidencia demostró que el metabolismo de las proteínas aumentó con la ingesta de un único bolo de leche después del ejercicio de sobrecarga.

Un trabajo reciente demostró que uno de los mecanismos por el cual la leche descremada incrementa el balance neto de proteínas es a través del aumento en la tasa de síntesis de proteínas en el músculo luego de los ejercicios de sobrecarga [13].

El aumento en el balance neto de proteínas y en la síntesis de proteínas musculares fue más pronunciado luego del consumo de 500 mL de leche descremada en comparación con una bebida isoenergética de soja, con similar contenido de nitrógeno y de macronutrientes (745 KJ, 18,2 g de proteínas, 1,5 g de grasa y 23 g de carbohidratos). Los autores explicaron que sus observaciones podrían ser atribuidas a las diferencias en la digestión de las proteínas de soja en comparación con la digestión de las proteínas de la leche. La bebida a base de soja fue digerida y absorbida mucho más rápido, produciendo un rápido y marcado incremento en las concentraciones de aminoácidos en sangre derivándolos a la síntesis de proteínas plasmáticas y de urea [2], mientras que con la leche descremada, el aumento en los aminoácidos en la sangre fue más lento y permaneció elevado durante un período más prolongado, provocando un aporte más sostenido de aminoácidos para la síntesis de proteínas del músculo esquelético.

Por consiguiente, es razonable suponer que las bebidas lácteas, cuando se consumen apenas terminado el ejercicio de fuerza, pueden producir mayores aumentos en el metabolismo de las proteínas luego del ejercicio de sobrecarga. Estos aumentos agudos en el balance neto y síntesis de proteínas podrían posiblemente reforzar las mayores adaptaciones crónicas que ocurren con el entrenamiento de fuerza. Sobre la base de los cambios agudos que se producen en el metabolismo de las proteínas con el consumo de leche luego de los ejercicios de fuerza, se plantean varios interrogantes.

En primer lugar, ¿cual sería la aplicación de esta información a largo plazo? y en segundo lugar, ¿cómo se puede aplicar esto a atletas que entrenan de manera regular?. Investigaciones recientes han estudiado la influencia a largo plazo del consumo de leche después del entrenamiento de sobrecarga.

El primer estudio que analizó la interacción entre el entrenamiento de fuerza y el consumo de leche a lo largo de un período de mayor duración, comparó los efectos del entrenamiento de fuerza progresivo de 3 días por semana (durante 10 semanas) donde se consumía leche chocolatada descremada (5 kcal/kg de peso corporal) o de una bebida comercial de carbohidratos y electrolitos (5 kcal/kg de peso corporal) luego de 5 min de realizar cada entrenamiento [14] (la composición se describe en la Tabla 1). Las bebidas post-ejercicio contenían la misma cantidad de energía, pero tenían diferentes composiciones de macronutrientes (Tabla 2). Los entrenamientos produjeron mejoras en la fuerza y en la composición corporal, sin embargo todos estos cambios fueron similares en los dos grupos.

Esencialmente, no se observaron diferencias en alguna de las variables medidas cuando se efectuaron las comparaciones entre el grupo que, luego del ejercicio consumió leche y el grupo que consumió la bebida deportiva comercial. Sin embargo se observó una tendencia interesante, para el grupo que consumió leche, en el cual se observó un mayor aumento en la masa de los tejidos blandos magros (FFST). El grupo que consumió leche ganó $1,6 \pm 0,4$ kg de masa de FFST, mientras que el grupo que consumió la bebida de carbohidratos- electrolitos sólo ganó $0,8 \pm 0,5$ kg de masa de FFST. Estas observaciones no fueron significativamente diferentes, pero hubiera sido interesante observar lo que hubiera ocurrido si la duración del protocolo hubiera sido prolongada para ver si estas diferencias hubieran sido más pronunciadas. No obstante, éste fue el

primer estudio en observar la interacción a largo plazo del consumo de leche y entrenamiento de sobrecarga

	Grupo que consumió carbohidratos	Grupo que consumió leche
Energía (Kcal/kg)	5	5
Carbohidratos (g/kg)	1,25	0,92
Proteínas (g/kg)	0	0,21
Grasas (g/kg)	0	0,06

Tabla 2. Descripción de la composición de macronutrientes de los suplementos utilizados por Rankin et al.2004. Adaptado de Rankin et al. 2004.

Más recientemente, Hartman et al. compararon los efectos del consumo de tres bebidas diferentes luego de realizar ejercicios de fuerza en un período prolongado de entrenamiento de sobrecarga de alta intensidad en levantadores de pesas principiantes [15]. Las tres condiciones de las diferentes bebidas fueron; 1) la leche descremada (500 mL), 2) bebida a base de soja (500 mL) que era isoenergética y tenía la misma proporción de nitrógeno y macronutrientes que la leche descremada y 3) una bebida control (500 mL) que consistió en una bebida de carbohidratos saborizada que contenía maltodextrina [15]. Los participantes fueron asignados al azar a alguno de los tres grupos diferentes y realizaron 5 días de entrenamiento por semana durante 12 semanas y consumieron la bebida apropiada inmediatamente después y luego de una hora de la realización de cada sesión de entrenamiento. Notablemente, el consumo de leche descremada produjo los mayores aumentos en la hipertrofia de los músculos, tal como se observara por el mayor aumento en el área de los dos tipos de fibras musculares; tipo I y II [15]. Los autores también observaron que el grupo que consumió leche también presentó un incremento en la masa magra corporal a lo largo del estudio [15]. En el grupo que consumió leche se observó la mayor disminución de masa grasa [15]. Los autores atribuyeron el mayor aumento en la hipertrofia de las fibras musculares y en la masa magra a las influencias agudas, observadas previamente, del consumo de leche sobre el metabolismo de las proteínas [13]. Se sugirió que la mayor disminución en la masa grasa observada en el grupo que ingirió leche estaba relacionada con la mayor ingesta de calcio asociada al consumo de leche [15], debido a que hay una cantidad importante de evidencia que sugiere que los productos lácteos desempeñan un rol importante en la modificación del metabolismo de los adipocitos de manera tal, que se atenúa el aumento de lípidos [16]. Este estudio muy bien controlado demostró claramente los múltiples beneficios de utilizar leche descremada como bebida de consumo luego de la realización de ejercicios de fuerza.

Hay cada vez mas evidencia, puntual y a largo plazo, que apoya el consumo de leche descremada como bebida para el período posterior a los ejercicios de fuerza. El consumo de leche descremada parecería crear un ambiente anabólico luego de los ejercicios de sobrecarga y a largo plazo, con el entrenamiento, sería posible obtener mayores aumentos en la masa magra y en la hipertrofia muscular [15]. Además, la leche también puede provocar pérdidas mayores de grasa corporal cuando se consume luego de realizar los ejercicios de sobrecarga [15].

LECHE Y ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA

Generalmente se considera que los deportes y actividades de resistencia son actividades sub-máximas que pueden ser realizadas durante períodos de tiempo más prolongados. Estas actividades también se caracterizan por ejercicio/actividad continua que es altamente dependiente del metabolismo oxidativo como fuente de energía y generalmente involucra a grupos musculares grandes. Esta dependencia del metabolismo oxidativo y del hecho de que involucra una gran masa muscular conduce a mayores tasas de movilización/transformación total de sustratos y en ciertas condiciones, al agotamiento del glucógeno muscular en los músculos activos. Sin embargo hay diferencias considerables, en las respuestas observadas dependiendo de la intensidad del ejercicio realizado.

Desde un punto de vista nutricional, hay tres momentos principales en los cuales se considera la nutrición en las actividades basadas en la resistencia; antes, durante y después del ejercicio. Cada período de importancia nutricional tiene diferentes objetivos.

Antes de realizar los ejercicios, los objetivos nutricionales consisten en asegurar que los atletas hayan almacenado combustible apropiadamente y que la ingesta nutricional no interferirá con las respuestas fisiológicas normales a la

actividad. El objetivo de la ingesta nutricional durante el ejercicio es proporcionar los sustratos exógenos con el fin de retardar el agotamiento de los sustratos endógenos y aportar los fluidos para compensar las pérdidas de líquido producidas por el sudor. Finalmente, los objetivos nutricionales de la nutrición post-ejercicio consisten en promover las adaptaciones y la recuperación del músculo, la resíntesis de combustible muscular y la recuperación de líquidos.

Específicamente con respecto al rol de la leche como una opción nutritiva para las actividades de resistencia, hay pocas investigaciones sobre los posibles beneficios de misma y también es difícil transformar los resultados en alguna recomendación consistente, debido a las diferencias en los diseños y metodología. Sin embargo, diferentes estudios recientemente publicados sugieren que existe un potencial significativo para aumentar las investigaciones que se realizan en esta área, especialmente acerca de la recuperación luego de los ejercicios de resistencia.

Lo que es evidente es que cuando se compara la leche con las bebidas deportivas, se observan respuestas similares en muchas variables fisiológicas durante el ejercicio. En base al contenido de proteínas de la leche se han reportado algunas diferencias menores, tales como una mayor concentración de aminoácidos esenciales [17]. Notablemente, cuando se consume leche durante el ejercicio prolongado, luego de finalizar el ejercicio se observa una reducción en la degradación de proteínas y en la síntesis de proteínas en todo el cuerpo, con un aumento simultáneo en la oxidación de las mismas [18]. Los autores especularon que la disminución en la síntesis de proteínas de todo el cuerpo podría haberse debido a la oxidación preferencial de las proteínas ingeridas durante el ejercicio, dejando menos aminoácidos disponibles para la síntesis, luego del ejercicio [18].

Otra diferencia que se informó es que los participantes reportaron una mayor sensación de plenitud estomacal cuando bebieron leche en comparación a cuando consumieron agua o bebidas a base de carbohidratos [19]. El aumento en la plenitud estomacal posiblemente sugiere que la tasa de ingesta de fluidos habría sido mayor que el vaciamiento gástrico [19]; lo que no era inesperado, ya que la tasa de vaciamiento gástrico disminuye a medida que aumenta la densidad energética del fluido consumido [20]. Además de estas variaciones reportadas en las respuestas fisiológicas y plenitud estomacal, no se reportaron diferencias en las mediciones reales de rendimiento. Por ejemplo, cuando los participantes realizaron ejercicios de ciclismo con una intensidad fija hasta el agotamiento, la leche y las bebidas a base de carbohidratos produjeron tiempos hasta el agotamiento similares, lo que sugiere que la leche es tan beneficiosa como las bebidas deportivas comercialmente disponibles para retardar la aparición de fatiga en estas condiciones [19]. Está claro que se necesitan investigaciones adicionales para establecer con detalle la eficacia de la leche como bebida de suplemento para los ejercicios de resistencia. Las futuras investigaciones deben incluir determinaciones del rendimiento a partir de pruebas contrarreloj, debido a que las mismas representan de un modo más realista el rendimiento deportivo de resistencia.

Además, las futuras investigaciones también deben esforzarse por desarrollar una mayor comprensión acerca de la influencia metabólica del consumo de leche durante el ejercicio prolongado, debido a que existen muy pocas investigaciones en esta área.

El consumo de leche como bebida de recuperación después de la realización de ejercicios de resistencia también ha sido investigado de manera limitada. La meta principal de cualquier intervención nutricional post-ejercicio normalmente consiste en promover la resíntesis del glucógeno muscular y la recuperación de líquidos. Con respecto a la resíntesis de glucógeno, hay muy pocas investigaciones directas acerca de la eficacia del consumo de leche para recuperar los niveles de glucógeno muscular. Hay sin embargo, algunos datos basados en el rendimiento que sugieren que la leche chocolatada es tan eficaz como las bebidas deportivas comercialmente disponibles para facilitar la recuperación [21] (Para ver la composición de las bebidas ver Tabla 3). Se estudió un grupo de atletas entrenados en resistencia para comparar la efectividad de diferentes bebidas, entre las que se encontraba la leche chocolatada, para favorecer la recuperación luego de la realización de ejercicios de resistencia, luego de una serie de intervalos para inducir agotamiento del glucógeno [21]. La leche chocolatada y la bebida de recuperación con carbohidratos fueron controladas en cuanto al contenido de carbohidratos y energía.

Después de cuatro horas de recuperación y de haber consumido las diferentes bebidas, los participantes realizaron ejercicios de ciclismo hasta el agotamiento. El tiempo hasta el agotamiento y el trabajo total realizado durante la prueba de rendimiento fue el mismo cuando los participantes consumieron leche chocolatada o una bebida deportiva común comercialmente disponible [21].

Sobre la base de estos resultados uno podría especular que la leche chocolatada puede ser tan eficaz para promover la resíntesis de glucógeno como las bebidas deportivas más frecuentemente utilizadas.

Sin embargo, hasta la fecha no se han realizado estudios bien controlados que hayan medido directamente la eficacia de la leche para promover la recuperación del glucógeno muscular luego de los ejercicios de resistencia prolongados. Por consiguiente, las futuras investigaciones deberían cuantificar directamente las tasas de resíntesis de glucógeno muscular luego de la realización de ejercicios de resistencia prolongados y deberían comparar la eficacia de la leche y de otras

bebidas de recuperación normalmente utilizadas.

	Leche chocolatada	Bebida de recuperación con carbohidratos
Kcal	187,5	187,5
kJ	787,1	787,1
Proteínas (g)	9,4	9,1
Grasas (g)	2,6	0,7
Carbohidratos (g)	34,4	34,4
Sodio (mg)	197,9	152,8
Potasio (mg)	443,8	83,3

Tabla 3. Composición de la leche chocolatada utilizada por Karp et al. 2006. Adaptada de Karp et al. 2006. Los valores en todas las bebidas corresponden a una medida de 250 mL.

El otro objetivo, previamente establecido que tiene una bebida que se consume luego de los ejercicios de resistencia es promover la rehidratación, debido a la pérdida de fluidos excesiva que se produce a causa de la transpiración. Hasta la fecha solo se registra un estudio correctamente controlado que investigó la efectividad de la leche descremada como bebida de rehidratación [22]. En este estudio los autores compararon la efectividad de la leche descremada sola, leche descremada con adición de cloruro de sodio, bebida deportiva y agua para reestablecer el balance de líquidos después de la realización de ejercicios en un ambiente caluroso (1,8% de pérdida de masa corporal). El volumen consumido de cada bebida fue 150% del volumen de fluido perdido durante el ejercicio. La ingesta de 150% de fluido perdido es una recomendación habitual para la rehidratación luego del ejercicio. Las diferentes bebidas de recuperación fueron divididas en cuatro cantidades iguales y fueron suministradas a los participantes cada 15 minutos durante el período de recuperación. Durante 4 horas de recuperación se determinó la producción de orina y el balance neto de fluidos. La producción de orina aumentó durante las primeras dos horas de recuperación en todos los grupos, pero el aumento fue más atenuado en los dos grupos que consumieron leche [22]. Además, al final de las 4 horas de recuperación los dos grupos que consumieron leche tenían un balance neto de fluidos positivo, mientras que los grupos que consumieron bebida deportiva y agua tenían un balance neto de fluidos negativo [22]. Los autores concluyeron que la leche descremada era una bebida eficaz para favorecer la rehidratación luego de la deshidratación inducida por el ejercicio y que la leche descremada era mejor que las bebidas deportivas que se encuentran disponibles comercialmente, para promover la rehidratación, debido a que disminuye la producción total de orina durante la recuperación.

La capacidad de la leche para actuar eficazmente como bebida de rehidratación probablemente está relacionada a la composición de la misma. La leche contiene naturalmente concentraciones de electrolitos elevadas (133 mg de Na⁺ y 431 mg de K⁺ en una medida de 250 mL), lo que favorece la retención de líquidos cuando es consumida. Se cree que otro factor que contribuye con la capacidad de la leche de ser una bebida eficaz para la rehidratación post-ejercicio es la tasa de vaciamiento gástrico [22]. Los fluidos ricos en energía salen del estómago mucho más despacio, por lo que se absorben más lentamente en la circulación [23]. Esta absorción más lenta atenúa las grandes fluctuaciones en la osmolalidad del plasma que pueden producirse luego del consumo de grandes volúmenes de agua o de bebidas deportivas.

Como consecuencia, las grandes fluctuaciones en la osmolalidad (menor osmolalidad) produciría mayores tasas de *clearance* por parte de los riñones, similares a aquellas observadas por Shirreffs et al. [22], lo cual resulta en grandes incrementos en la producción de orina.

En síntesis, la leche representa una gran promesa como bebida alternativa de recuperación luego de los ejercicios de resistencia. La escasa bibliografía que existe, sugiere que la leche es tan eficaz como las bebidas deportivas que están comercialmente disponibles para facilitar la recuperación para un rendimiento adicional, lo que sugiere que puede ser una bebida eficiente para promover la recuperación del glucógeno. Además, la leche también es una bebida muy eficaz para promover la recuperación de líquidos luego de la realización de ejercicios en condiciones calurosas que provocan deshidratación. Es necesario realizar nuevas investigaciones para comprender mejor cómo la leche promueve la recuperación después del ejercicio y cuáles son los mecanismos fisiológicos a través de los cuales actúa.

CONCLUSION

Hay cada vez mas evidencia científica que apoya el consumo de leche descremada luego de la realización de ejercicios, por parte de aquellos individuos y atletas que habitualmente realizan entrenamientos de sobrecarga o resistencia. Hay datos que sugieren que la leche descremada es tan eficiente, y posiblemente más eficiente, que las bebidas deportivas comercialmente disponibles para promover la recuperación luego de los ejercicios de fuerza y resistencia. Es necesario realizar trabajos adicionales para entender correctamente los mecanismos fisiológicos a través de los cuales la leche ejerce su acción luego de los ejercicios y entrenamientos. La leche también posee el beneficio extra de proporcionar los nutrientes y vitaminas adicionales que no están presentes en las bebidas comerciales. En conclusión, la leche descremada es una bebida post-para el período ejercicio, segura y eficiente, y se ha demostrado que favorece la recuperación luego del ejercicio y debe ser considerada como una alternativa viable a las bebidas deportivas comerciales en aquellos individuos que toleran la lactosa.

Información

El autor fue invitado para dictar una conferencia relacionada a éste tema en el 10^{mo} Congreso Panamericano de Lácteos en San José Costa Rica, desde 8 al 10 de abril de 2008.

Agradecimientos

La investigación realizada por el autor fue financiada por NSERC (Canadá) y la Fundación Canadiense para la Innovación.

REFERENCIAS

1. Haug A., Hostmark A. T., Harstad O. M (2007). Bovine milk in human nutrition □ a review. *Lipids Health Dis* 6: 25
2. Bos C., Metges C. C., Gaudichon C., Petzke K. J., Pueyo M. E., Morens C., Everwand J., Benamouzig R., Tome D (2003). Postprandial kinetics of dietary amino acids are the main determinant of their metabolism after soy or milk protein ingestion in humans. *J Nutr* 133: 1308-1315
3. Kraemer W. J., Duncan N. D., Volek J. S (1998). Resistance training and elite athletes: adaptations and program considerations. *J Orthop Sports Phys Ther* 28: 110-119
4. Phillips S. M., Tipton K. D., Aarsland A., Wolf S. E., Wolfe R. R (1997). Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. *Am J Physiol* 273: E99-107
5. Tipton K. D., Ferrando A. A., Phillips S. M., Doyle D. J., Wolfe R. R (1999). Post exercise net protein synthesis in human muscle from orally administered amino acids. *Am J Physiol* 276: E628- E634
6. Tipton K. D., Elliott T. A., Cree M. G., Wolf S. E., Sanford A. P., Wolfe R. R (2004). Ingestion of casein and whey proteins result in muscle anabolism after resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 36: 2073- 2081
7. Borsheim E., Cree M. G., Tipton K. D., Elliott T. A., Aarsland A., Wolfe R. R (2004). Effect of carbohydrate intake on net muscle protein synthesis during recovery from resistance exercise. *J Appl Physiol*, 96: 674-678
8. Roy B. D., Tarnopolsky M. A., MacDougall J. D., Fowles J., Yarasheski K. E (1997). Effect of glucose supplement timing on protein metabolism after resistance training. *J Appl Physiol* 82: 1882- 1888
9. Roy B. D., Fowles J., Hill R., Tarnopolsky M. A (2000). Macronutrient intake and whole body protein metabolism following resistance exercise. *Sci Sports Exerc* 32 (8): 1412- 1418
10. Rasmussen B. B., Tipton K. D., Miller S. L., Wolf S. E., Wolfe R. R (2000). An oral essential amino acid-carbohydrate supplement enhances muscle protein anabolism after resistance exercise. *J Appl Physiol* 88: 386-392
11. Tipton K. D., Rasmussen B. B., Miller S. L., Wolf S. E., Owens-Stovall S. K., Petrini B. E., Wolfe R. R (2001). Timing of amino acid-carbohydrate ingestion alters anabolic response of muscle to resistance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 281: E197- 206
12. Elliot T. A., Cree M. G., Sanford A. P., Wolfe R. R., Tipton K. D (2006). Milk ingestion stimulates net muscle protein synthesis following resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 38: 667- 674
13. Wilkinson S. B., Tarnopolsky M. A., Macdonald M. J., Macdonald J. R., Armstrong D., Phillips S. M (2007). Consumption of fluid skim milk promotes greater muscle protein accretion after resistance exercise than does consumption of an isonitrogenous and isoenergetic soy-protein beverage. *Am J Clin Nutr* 85: 1031- 1040
14. Rankin J. W., Goldman L. P., Puglisi M. J., Nickols-Richardson S. M., Earthman C. P., Gwazdauskas F. C (2004). Effect of post-exercise supplement consumption on adaptations to resistance training. *J Am Coll Nutr* 23: 322- 330
15. Hartman J. W., Tang J. E., Wilkinson S. B., Tarnopolsky M. A., Lawrence R. L., Fullerton A. V., Phillips S. M (2007). Consumption of fat-free fluid milk after resistance exercise promotes greater lean mass accretion than does consumption of soy or carbohydrate in young, novice, male weightlifters. *Am J Clin Nutr* 86: 373- 381
16. Zemel M. B (2004). Role of calcium and dairy products in energy partitioning and weight management. *Am J Clin Nutr* 79: 907S-

17. Miller S. L., Maresh C. M., Armstrong L. E., Ebbeling C. B., Lennon S., Rodriguez N. R (2002). Metabolic response to provision of mixed protein-carbohydrate supplementation during endurance exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 12: 384- 397
18. Miller S. L., Gaine P. C., Maresh C. M., Armstrong L. E., Ebbeling C. B., Lamont L. S., Rodriguez N. R (2007). The effects of nutritional supplementation throughout an endurance run on leucine kinetics during recovery. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 17: 456- 467
19. Lee J. K., Maughan R. J., Shirreffs S. M., Watson P (2008). Effects of milk ingestion on prolonged exercise capacity in young, healthy men. *Nutrition* 24: 340- 347
20. McHugh P. R., Moran T. H (1979). Calories and gastric emptying: a regulatory capacity with implications for feeding. *Am J Physiol* 236: R254- 260
21. Karp J. R., Johnston J. D., Tecklenburg S., Mickleborough T. D., Fly A. D., Stager J. M (2006). Chocolate milk as a post-exercise recovery aid. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 16: 78- 91
22. Shirreffs S. M., Watson P., Maughan R. J (2007). Milk as an effective post-exercise rehydration drink. *Br J Nutr* 98: 173- 180
23. Maughan R. J., Leiper J. B., Vist G. E (2004). Gastric emptying and fluid availability after ingestion of glucose and soy protein hydrolysate solutions in man. *Exp Physiol* 89: 101- 108

Cita Original

Brian D. Roy. Milk: the New Sports Drink? A Review. *J. Int. Soc. Sports Nutr.*, 5: 15, 2008.