



Revista Internacional de Acupuntura

www.elsevier.es/acu



Comentarios de los últimos artículos publicados

Efectos de la acupuntura sobre la fatiga inducida por ejercicios físicos exhaustivos: una investigación metabolómica

Cristina Verástegui Escolano

Departamento de Anatomía y Embriología Humanas, Facultad de Medicina, Universidad de Cádiz, Cádiz, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 20 de octubre de 2015

Aceptado el 26 de octubre de 2015

On-line el 23 de noviembre de 2015

Palabras clave:

Fatiga

Ejercicios físicos

Jóvenes atletas

R E S U M E N

En este estudio se investigan, a nivel metabólico, los efectos antifatiga que produce la acupuntura en jóvenes atletas masculinos después de realizar una serie de ejercicios físicos exhaustivos. Tras un breve descanso posterior al ejercicio, los atletas se trataron con acupuntura utilizando puntos específicos (grupo TA). Otro grupo no recibió acupuntura, sino que disfrutó de un descanso de mayor duración (grupo TR). Se recogieron muestras de orina de los atletas en tres tiempos: antes de los ejercicios, tras el ejercicio y descanso posterior y después del tratamiento con acupuntura o después del descanso prolongado, según el grupo. Se realizó el análisis químico de las muestras de orina para obtener los perfiles metabólicos mediante RM (resonancia magnética). Los resultados del análisis estadístico indicaron que la recuperación de los metabolitos alterados en los atletas tratados con acupuntura fue significativamente más rápida que la de los atletas que solo realizaron un descanso mayor. Los metabolitos estudiados fueron: 2-hidroxibutirato, 3-hidroxiisovalerato, lactato, piruvato, citrato, dimetilglicina, colina, glicina, hipurato e hipoxantina. Estos resultados indican que el tratamiento con acupuntura mejora la fatiga producida tras un ejercicio físico exhaustivo, regulando el metabolismo energético alterado, el metabolismo de la colina y atenúa el estrés inducido por ROS (especies reactivas de oxígeno) a una velocidad acelerada, lo que demuestra que la acupuntura podría servir como tratamiento alternativo para aliviar la fatiga.

© 2015 Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

The intervention effects of acupuncture on fatigue induced by exhaustive physical exercises: A metabolomics investigation

A B S T R A C T

In this study, the antifatigue effects of acupuncture had been investigated at the metabolic level on the young male athletes with exhaustive physical exercises. After a series of exhaustive physical exercises and a short-term rest, the athletes either were treated with needling acupuncture on selected acupoints (TA group) or enjoyed an extended rest

Keywords:

Fatigue

Physical exercises

Young athletes

Correo electrónico: cristina.verastegui@uca.es

<http://dx.doi.org/10.1016/j.acu.2015.10.002>

1887-8369/© 2015 Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

(TR group). NMR-based metabolomics analysis was then applied to depict the metabolic profiles of urine samples, which were collected from the athletes at three time points including the time before exercises, the time before and after the treatment of acupuncture, or taking the extended rest. The results from multivariate statistical analysis indicated that the recoveries of disturbed metabolites in the athletes treated with acupuncture were significantly faster than in those only taking rest. After the treatment with acupuncture, the levels of distinguished metabolites, 2-hydroxybutyrate, 3-hydroxyisovalerate, lactate, pyruvate, citrate, dimethylglycine, choline, glycine, hippurate, and hypoxanthine were recovered at an accelerated speed in the TA group in comparison with the TR group. The above-mentioned results indicated that the acupuncture treatment ameliorated fatigue by backregulating the perturbed energy metabolism, choline metabolism, and attenuating the ROS-induced stress at an accelerated speed, which demonstrated that acupuncture could serve as an alternative fatigue-relieving approach.

© 2015 Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Comentario

La fatiga es el cansancio que se experimenta después de un intenso y continuado esfuerzo físico o mental, pero también es un síntoma asociado a cualquier enfermedad crónica debilitante.

Los mecanismos moleculares que subyacen en la fatiga son muy complicados, pero incluyen la disfunción sistemática de las rutas metabólicas productoras de energía, el estrés inducido por las especies reactivas del oxígeno (ROS, *reactive oxygen species*) y el agotamiento de hormonas y neurotransmisores. La fatiga, por lo general, no es muy perjudicial para la vida. Sin embargo, bajo ciertas circunstancias, la fatiga grave está estrechamente vinculada a lesiones del músculo y del corazón.

Hoy en día no hay muchos fármacos que tengan una acción antifatiga determinante, por lo que los tratamientos con acupuntura se presentan como una alternativa esperanzadora para este tipo de síntomas.

El tratamiento con acupuntura, como una de las modalidades terapéuticas complementarias en la medicina tradicional china, se ha utilizado con frecuencia para tratar diversas enfermedades humanas, incluyendo el dolor crónico, la hipertensión arterial, la enfermedad de Parkinson, la dispepsia funcional y la rinitis alérgica estacional.

Muchos de los resultados obtenidos en estas patologías se han demostrado por medio de ensayos clínicos controlados aleatorizados y, aunque los efectos terapéuticos de la acupuntura han sido probados por una enorme cantidad de casos clínicos, los mecanismos moleculares subyacentes que intervienen a nivel metabólico son aún poco conocidos.

El desarrollo en las últimas décadas de un gran número de proyectos de secuenciación masiva —entre los cuales cabe destacar el Proyecto Genoma Humano— ha motivado el perfeccionamiento y desarrollo de nuevas técnicas en el campo de la biología en las que se desarrolla una visión global de los procesos biológicos. Este concepto de globalización se ve reflejado en el desarrollo de lo que se ha denominado la era ómica. El sufijo “oma” significa “conjunto de”. La adición de este sufijo a diferentes ramas de la biología (genómica, proteómica, fisionómica o metabolómica) cubre las nuevas

aproximaciones masivas en las que se está enfocando la biología recientemente y presenta nuevas oportunidades para desvelar el mecanismo de acción de la acupuntura.

La metabolómica es la última y más emergente de las ciencias ómicas. Es la ciencia encargada del estudio sistemático del perfil metabolómico de un proceso biológico. La metabolómica estudia los perfiles metabólicos en muestras biológicas (fluidos, tejidos, cultivos celulares, etc.) con la finalidad de descubrir enfermedades y factores de riesgo y determinar biomarcadores.

Los autores de este trabajo realizaron un estudio metabolómico en atletas jóvenes del sexo masculino para determinar el efecto de la acupuntura en la recuperación de la fatiga tras realizar un ejercicio físico agotador.

Los atletas se dividieron aleatoriamente en 2 grupos: grupo TA (que recibió acupuntura) y grupo TC control (que no recibió acupuntura).

Para inducir la fatiga, los atletas realizaron ejercicios físicos extenuantes diseñados de un programa de entrenamiento de media distancia. Tras la finalización de la sesión de ejercicio que realizaron todos los participantes en conjunto, los atletas realizaron un descanso de 35 min. Luego, los miembros del grupo TA fueron tratados con acupuntura durante 30 min y los miembros del grupo TC disfrutaron de un descanso prolongado.

Los puntos de acupuntura utilizados fueron: Zusanli (E 36), Weizhong (V 40), Guanyuan (RM 4) y Shenshu (V 23).

Se recogieron muestras de orina de todos los atletas en 3 tiempos: antes de los ejercicios, tras el ejercicio y descanso posterior y después del tratamiento con acupuntura o después del descanso prolongado; según el grupo.

Las muestras de orina se analizaron con resonancia magnética (RM).

La RM es una técnica muy robusta y versátil que permite la medida de un gran número de metabolitos de forma fiable y repetitiva, partiendo de un proceso de acondicionamiento de muestra muy sencillo y con un nivel de automatización muy alto. El campo magnético de los equipos de RM utilizados en metabolómica es en general muy alto (> 10 T) y existen sondas que permiten la medida en flujos. La aparición de las crio sondas (como las utilizadas en este estudio) ha permitido llegar a grados de sensibilidad de miligramos por mililitro.

Como método de análisis se utilizaron datos multivariados que incluyeron el análisis de componentes principales (PCA, *principal component analysis*), análisis de discriminación de regresión de mínimos cuadrados parciales (PLS-DA, *partial least squares-discriminant analysis*) y análisis de discriminación de mínimos cuadrados parciales ortogonales (OPLS-DA, *orthogonal projection of latent-structure-discriminant analysis*).

Los diagramas de puntuaciones de un análisis PCA permiten observar cómo se agrupan las muestras en función de la similitud o diferencia de su espectro de RM y, por ende, de su metaboloma. La técnica de PCA es no supervisada, es decir, el modelo matemático se construye sin tener información previa acerca de las muestras. Si se dispone de información previa sobre ellas, es posible entrenar al modelo y que aprenda de ellas; de tal manera que puede generalizar la clasificación a partir de muestras desconocidas. El método PLS-DA se utiliza para esta finalidad. El OPLS-DA es un método que se convirtió en uno de los procedimientos quimiométricos más populares en metabolómica, principalmente por su desarrollo visual. Una de las herramientas que ofrece consiste en un seudo-espectro en escala de colores en el que los coeficientes de los OPLS se asocian con un color para determinar la correlación de las variables discriminantes.

En los espectros de RM de las muestras de orina aparecieron numerosas señales de aminoácidos (leucina, isoleucina, valina, alanina, glutamina, glicina, N-fenilacetilglicina y tirosina), ácidos carboxílicos (2-hidroxiisovalerato, 2-hidroxiisobutirato, isocaproato, 2-aminobutirato, isobutirato, 3-aminoisobutirato, 3-hidroxiisovalerato, piruvato, succinato, citrato, fumarato, formiato, y lactato), metabolitos de metilamina (2-dimetilamina, trimetilamina, trimetilamina-N-óxido, metilguanidina y dimetilglicina), moléculas que contienen nitrógeno heterocíclico (N-metilnicotinamida, trigonelina,

hipoxantina y creatinina), N-acetilglicoproteína, taurina e hipurato.

Para facilitar el análisis estadístico multivariado de los complicados perfiles metabólicos se utilizó el paquete de software SIMCA-P+ 12.0.

En las muestras de orina de los atletas —tras terminar el programa de ejercicios intensivos— aparecen alterados los valores de metabolitos clave en el ciclo de Krebs y la glucólisis (como el lactato, el succinato, el piruvato y el citrato). Además, la glucólisis producida desencadena el incremento de ROS y, por tanto, en la orina de los atletas aparece un incremento de 2-hidroxiisobutirato, hipoxantina y succinato. Evidentemente, todas estas perturbaciones metabólicas indican que los atletas estaban en situación de fatiga cuando se tomaron las muestras.

Tras el análisis de las muestras obtenidas en T0 para ambos grupos y la comparación entre los grupos TA y TR, hay que señalar que las recuperaciones de los metabolitos alterados (como lactato, succinato, citrato, hipoxantina, hipurato y formiato) en los atletas del grupo TA fueron significativamente más rápidas que las del grupo TR. El patrón metabólico de TA se acercó más hacia el grupo T0 que el grupo TR, lo que indica que —en comparación con el grupo que solo hizo descanso tras el excesivo esfuerzo— el tratamiento con acupuntura es eficaz en la recuperación de la alteración metabólica presente en la orina a un ritmo más acelerado; por lo que el uso de la acupuntura es muy útil en la recuperación de la fatiga en deportistas, pero puede ser también útil en el tratamiento de enfermedades que presenten fatiga como síntoma.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.