

AVANCES PEDIÁTRICOS

APORTE ENERGÉTICO. APUNTE HISTÓRICO SOBRE LA EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE ENERGÍA

R. Trujillo, S. Roper

Departamento de Pediatría del Hospital Universitario Nuestra Sra. de Candelaria. Tenerife

RESUMEN

En el presente trabajo se aborda la evolución conceptual del término energía desde el mundo clásico hasta nuestros días. El marco conceptual científico no se inicia hasta el siglo XVIII, con los avances en el campo de la química, de la física y posteriormente de la biología. En el siglo XIX se descubren los principios inmediatos y las enzimas, centrandose en la célula todo el proceso energético de los seres vivos, acuñándose el término metabolismo.

Es analizado el papel central de las mitocondrias y de la molécula del ATP, los componentes que dan soporte a la energía en la célula y su interrelación con el papel del ADN, que configuran tres rutas en las células: ruta de transferencia de nutrientes o rutas metabólicas, rutas de transferencia de energía y rutas de transferencia de información.

Todo este proceso, tiene como estructura básica la concepción de los seres vivos y, dentro de ellos las células, como sistemas termodinámicos abiertos que intercambian materia y energía con el medio, analizando el papel central que juega la entropía como motor de la vida.

Los seres vivos se comportan como agentes autónomos, que intercambian materia, energía e información con el medio. La resultante es un proceso dinámico de autorregulación del ser vivo con su entorno. La energía juega un papel central en ello.

Relata como la alimentación, al participar los nutrientes conjuntamente con todos los seres vivos en la coevolución de la biosfera, constituye un claro argumento sobre la actual visión holística o cosmocéntrica de la condición humana y de su salud y enfermedad. Incide en el papel del Pediatra como inductor en la Infancia, de un «estilo de vida», que de soporte a esta concepción de la salud y enfermedad.

Correspondencia:

Raúl Trujillo Armas
Departamento Pediatría
Hospital Universitario Ntra. Sra. de Candelaria
Carretera del Rosario, s/n.
38010 Santa Cruz de Tenerife

Es abordado el concepto de aporte energético y los procesos que sustenta, así como, el de homeostasis energética y su regulación. El trabajo aporta una selecta bibliografía sobre el tema.

Palabras clave: Energía, aporte energético, homeostasis energética. Autopoyesis.

Aportación de los autores al V Congreso de la SEINAP (Sociedad Española de Investigación en Nutrición y Alimentación en Pediatría) Madrid, 2005.

ENERGY DITAKE. AN HISTORICAL NOTE ABOUT THE CONCEPTUAL TERM OF ENERGY

SUMMARY

In this study we approached the evolution of the conceptual term of energy from the classic world to present time. Its scientific concept did not begin until the 18th century, with the progress in the chemistry, physics and, later on, biology field.

In the 19th century the immediate principles and enzymes are discovered, centering all the energy process of living beings in the cell and founding the term metabolism.

The main roll of mitochondrias and the molecule of PTA are analyzed, the components that supply energy in the cell and its interrelation with the DNA's roll, forming three routes in the cells: routes that transfer nutrients or metabolic route, routes that transfer energy and routes that transfer information.

All this process, has its basic structure in the concept of living beings and, within them the cells, like open thermo-dynamic systems that exchange matter and energy with the environment, analyzing the main roll entropy plays in life.

Living beings behave autonomously, exchanging matter, energy and information with the environment. The result is a dynamic process of self-regulation between living beings and its environment.

It reports how nourishment, as nutrients participate in the coevolution of the biosphere, constitutes a clear argumentation

to the holistic or cosmocentric view of the human condition and its health and illness.

The concept of energy contribution and the processes it sustains, as well as, the concept of energy homeostasis and its regulation are considered. This piece of work provides select bibliography on the subject.

Key words: Energy, energy intake, energy homeostasis. Autopoiesis.

Contribution of the authors to the V Congress of the SEINAP (Spanish Society of Investigation in Nutrition and Feeding in Pediatrics) Madrid, 2005.

BCCP Can Ped 2006; 30 (1): 21-24

El conocimiento científico del término «energía», no inicia su marco conceptual hasta el siglo XVIII con los avances en el campo de la química y física, que posteriormente son integrados en la biología y en concreto, en la fisiopatología humana. Un relato histórico sobre el concepto de energía, que nos sirve de referencia, lo encontramos en el trabajo de Guy Brown: «la energía de la vida»¹.

La primera vez que aparece el término «energía» (en- ergon) es con Aristóteles, que lo emplea como sinónimo de cambio, actividad.

Prácticamente su utilización llena las páginas de la filosofía y mística clásicas, expresados en los términos del Prana hindú, Chi oriental, Pneuma griego, expresiones que nos hablan de una energía cósmica de la que el mundo vivo forma parte y con la que mantiene una íntima interrelación.

La materia venía reflejada en los cuatro elementos de Empédocles (tierra, fuego, aire, agua) y el concepto intuitivo del átomo de Demócrito, que estuvieron vigentes ¡desde el siglo V a.C. hasta la Ilustración!

Con A. Lavoisier, en plena Revolución francesa, se inician los descubrimientos en el campo de la química. Son aislados los elementos químicos y se configura la estructura del átomo por Rutherford, al tiempo que se descubre el proceso íntimo de la **combustión**: la unión de la materia con el oxígeno y su conversión en calor (energía) y CO₂, sustrato del avance, que a partir de entonces, va a tener el concepto de energía. Atrás quedaron las viejas teorías animistas del flogisto y calórico de Sthal y Paracelso,

que interpretaban la combustión como la emisión por el cuerpo de una sustancia calorífica almacenada llamada flogisto, calórico.

La revolución industrial nos trae con Watt y Carnot el concepto de **termodinámica**: la energía en forma de calor genera trabajo. Los principios de la combustión y de la termodinámica van a marcar el progreso en nuestros conocimientos sobre la energía.

Von Liebig (1803-1873) descubre los principios inmediatos. T. Schwann en el mismo siglo (1810-1882), descubre las enzimas y centra en la célula todos los cambios bioquímicos de los seres vivos, acuñando el término de metabolismo. Su teoría celular fue publicada en 1839.

Todo el proceso energético de los seres vivos se centra, a partir de entonces, en la célula.

Se descubre el papel decisivo de las mitocondrias, primeramente aisladas por Warburg, organelas que representan, según L. Margulis, un vestigio bacteriano en las células², auténticas «centrales eléctricas de las células», que tienen su propio ADN, mas de mil mitocondrias por célula. En ellas, los tres principios inmediatos son degradados a través de la oxidación por la cadena de transporte de electrones en el ciclo de Krebs, cadena descubierta por Warburg (1883-1970) y Wieland (1877-1957). Dentro de las mitocondrias se extraen los átomos de hidrógeno de los nutrientes por la enzima deshidrogenasa, y luego la enzima citocromo oxidasa transfiere dichos electrones al oxígeno, transportando los electrones a lo largo de la cadena, generando electricidad. Al final de la cadena respiratoria intramitocondrial, las bombas de protones bombean hacia el citoplasma protones -energía de protones- energía no eléctrica, sino térmica, que propicia el incremento de entropía en el citoplasma celular, (P. Mitchel³). Se crea un campo eléctrico entorno a la membrana mitocondrial, generado por la concentración de protones en el citoplasma y de electrones en el interior de las mitocondrias.

En el seno de las mitocondrias se sintetiza la molécula clave de la energía: el ATP, que utiliza la energía del flujo de protones para ello. El ATP va a estar presente en todos los procesos energéticos, facilita la acción de las bombas de sodio y los mecanismos de transporte de moléculas.

Tenemos pues, la energía expresada en electricidad intramitocondrial (cadena de electrones), ATP, bombas de protones, electricidad del anión fosfato (-) del ATP y del catión sodio (+).

El ADN y RNA propicia la síntesis proteica, a través de la transcripción y posterior traducción ribosomal. Las proteínas sintetizadas, estructurales o enzimáticas, activan o desactivan determinados genes, según las rutas metabólicas propias de los diversos tejidos, de los 230 tipos celulares distintos del cuerpo humano, lo que incide de una forma dinámica en toda la red del genoma. Hoy se cuestiona el determinismo genético, la expresión de un gen, depende del entorno epigenético.

Tenemos en la célula, como agente autónomo que es, tres formas de rutas según Guy Brown⁴.

- Rutas de transferencia de nutrientes o rutas metabólicas
- Rutas de transferencia de energía
- Rutas de transferencia de señales que transfieren información: ADN, RNA, Receptores, canales, 2º mensajeros.

Todo este proceso tiene como estructura que le da soporte, **la concepción de los seres vivos y, dentro de ellos las células, como un sistema termodinámico abierto, que intercambia materia y energía con el medio.** Los sistemas termodinámicos sustentan los procesos básicos del universo y de toda la biosfera. El incremento de materia y energía en un sistema aumenta la entropía (término acuñado por Boltzman a finales del XIX), que favorece los intercambios, interacciones, retroalimentaciones de los constituyentes del sistema; que precede a la emergencia de un estado de organización y orden posterior, a través de disipar la energía sobrante (la llamada neguentropía por E. Schrodinger).

Este reiterativo ciclo: caos-orden, es el motor de todos los procesos vitales, entre ellos el metabolismo celular (Trabajos de Prigogine en el campo de las ciencias físicas⁵ y de F. Capra⁶, Lynn Margulis⁷, S. Kauffman⁸, H. Maturana⁹, K. Wilber¹⁰, E. Laszlo¹¹, J. Guitton¹², entre otros, en biología y estudio de la naturaleza humana, recogido también por E. Morin¹³, A. Guiddens¹⁴ y J. Hbermas¹⁵ en las ciencias sociales). La neguentropía es el motor de la vida.

La energía, como principio único del cosmos, tiene la capacidad de permanecer indestructible (1º principio de la termodinámica), poderse degradar en diversas formas de energía por el aumento de la entropía (2º principio de la termodinámica) y ser transformable en materia según la formula de Einstein.

El ser humano, al igual que cualquier ser vivo, se comporta como un agente autónomo, que intercambia materia, energía e información con el medio. La resultante es un proceso dinámico de autorregulación del ser vivo con su entorno, un proceso de auto eco organización o también llamado autopoiesis. Hay un «proceso cognitivo» de menor o mayor complejidad que rige la interdependencia de todos los seres constituyentes de la biosfera, su motor es la energía.

La alimentación, al aportar los distintos nutrientes que la coevolución de la biosfera nos depara, es expresada metafóricamente por él filósofo R. Panikar¹⁶, como una auténtica «comunidad con el universo entero», es participar en el «metabolismo cósmico», pensamiento este que sustenta, entre otros, la actual visión holística o cosmocéntrica de la condición humana y de su salud y enfermedad, a la que le ha dado soporte la física cuántica. El Pediatra tiene la responsabilidad de propiciar, desde la Infancia, el fomento de un «estilo de vida» que incida en esta forma de entender la salud.

El aporte energético, debe estar ajustado a la llamada «energía metabolizable» o «gasto energético», diferencia entre aporte y pérdidas, necesario para los siguientes procesos:

1. Crecimiento y mantenimiento de la homeostasis que configura el estado de salud o enfermedad. Logro de un índice de masa corporal normal.
2. Gasto energético en reposo o tasa metabólica basal, que está correlacionada con la masa magra.
3. Acción dinámica específica.
4. Termogénesis.
5. Actividad física.
6. Actividad mental.

7. Aporte en patologías crónicas que cursan con malnutrición.

Parámetros estos que varían según la edad, sexo, periodos de crecimiento, estado de salud-enfermedad, superficie corporal, panículo adiposo y de los mecanismos homeostáticos de la energía.

El valor energético de los nutrientes se expresa en Kilocalorías: «cantidad de calor necesaria para aumentar en 1° C, la temperatura de 1 Kg de agua, de 14,5° a 15,5°».

Como guía de aporte energético, de macro y micronutrientes, hasta la adolescencia, lo tenemos en los criterios de la Food and Nutrition Board de la National Academy of Sciences en EEUU(1989). Son los RDA (Recomended Dietary Allowances):

De uno a tres años: 1300 Kcal/ día (102 Kcal/Kg de peso/día).

De 4 a 6 años: 1800 Kcal día (90 Kcal/Kg de peso/día).

De 6 a 10 años: 2000 Kcal. día (70 Kcal/Kg de peso/día).

La homeostasis energética viene sustentada por el papel central del hipotálamo, y la expresión en el mismo de los péptidos orexígenos Y y AGRP y la molécula antiorexígena de la melanocortina. El grado de panículo adiposo expresa la leptina que inhibe los péptidos Y y AGRP, al tiempo que estimula la melanocortina, jugando la insulina un papel similar.

El aparato digestivo, a través de la Grelina liberada en el estomago y duodeno aumenta durante el ayuno y actúa a través de las neuronas productoras del neuropéptido Y, para estimular la toma de alimento. La colecistocinina liberada en el intestino juega un papel inductor de saciedad. Otros factores como el nivel de glucemia en la porta y la distensión gástrica intervienen en esta homeostasis energética, G. Williams¹⁷.

BIBLIOGRAFÍA

1. Brown G. La energía de la vida, Ed. Drakontos, Bna, 2002.
2. Margulis L. ¿Qué es la vida?. Ed. Tusquet, Bna, 2005; 71,97:104-7.
3. Mitchel P. citado por G. Brown en «La energía de la vida». Ed. Drakontos, Bna, 116.
4. Brown G. La energía de la vida. Ed. Drakontos. Bna, 2002; 105-6.
5. Prigogine I, Stenger I. Order out chaos, Bantam, NY, 1984.
6. Fritjof Capra. La trama de la vida. Ed. Anagrama, Bna, 1998.
7. Margulis L. ¿Qué es la vida?. Metatemas, Tusquet. Ed Bna. 2005; 8-23.
8. Kauffman S. Investigaciones, Metatemas, Tusquet, Ed Bna, 2003.
9. Maturana H. «Autopoyesis»: The organization of the living. Ed Univ Sant Chile, 1972.
10. Wilber K. Una teoría del todo y el paradigma holográfico. Ed Kairós. Bna, 2003.
11. Laszlo E. El cosmo creativo. Ed Kairós. Bna, 1997.
12. Guitton J. Dios y la ciencia. Ed Debate, Madrid, 1994.
13. Morín E. El Método: La naturaleza de la naturaleza. Ed Cátedra, Madrid, 2001. Bello, Bna, 2001.
14. Guiddens A. Sociología. 4ª Ed, Ed. Alianza, Bn. Aires, 2004.
15. Habermas J. La teoría y la ciencia como ideología. Madrid, Ed. Tecnos, 1986.
16. Panikkar R. La intuición cosmoteándrica. Ed Trotta, Madrid 1999.
17. Gareth W. Hambre y saciedad, una perspectiva desde el cerebro. Nestlé Nutrition Workshop, VI, 51, 2002.