

ANOREXIA BASADA EN ACTIVIDAD COMO UN FENÓMENO DE TERMORREGULACIÓN

ACTIVITY-BASED ANOREXIA AS A THERMOREGULATION PHENOMENON

Luis Fernando Zárate Molina y Carlos Javier Flores Aguirre

Universidad de Guadalajara, México

RESUMEN

Palabras clave:

anorexia basada en actividad, fenómeno de termorregulación, ratas.

La Anorexia Basada en Actividad (ABA) es un fenómeno que resulta de exponer a ratas a un programa de alimentación de entre 1 y 1.5 h al día, concediéndole libre acceso a una rueda de actividad el resto del tiempo. Los efectos reportados son niveles altos de actividad sin una aparente compensación en la ingesta de comida y, en consecuencia, bajo peso corporal. Existen varias interpretaciones sobre las causas de este fenómeno, sin embargo, se reconocen dos principales teorías. Una de ellas afirma que la ABA es producto de un fallo adaptativo al nuevo régimen de alimentación y que la actividad en la rueda interfiere con esta adaptación. La segunda postura teórica afirma que la actividad adquiere propiedades reforzantes debido a la restricción de los alimentos, y que ella genera pérdida de peso y a su vez mayor actividad. Hasta el momento, ambas teorías han sido interpretadas contradictoriamente, no obstante, una serie de estudios ha revelado que la temperatura ambiental, y en consecuencia la temperatura corporal de los sujetos, juega un papel esencial en los hallazgos en el área, lo cual da sentido a ambas teorías y pone en evidencia su complementariedad. El objetivo de este documento es revisar la evidencia empírica que apoya la hipótesis de la ABA como un fenómeno de termorregulación.

Recibido: noviembre 7 de 2012

Aceptado: diciembre 10 de 2012

ABSTRACT

Key words: *Activity Based Anorexia, thermoregulation phenomenon, rats.*

Activity Based Anorexia (ABA) is a phenomenon that results from exposing rats to a feeding program of about 1 to 1.5 h per day, giving them free access to an activity wheel the rest of the time. The reported effects are high levels of activity without a visible compensation in food intake, and in consequence a low body weight. There is a variety of interpretations about the causes of this phenomenon. However, there are two main theories: one of them says that ABA is a product of adaptive failure to the new feeding regime and that the activity in the wheel interferes with such adaptation. The second theoretical position says that the activity acquires reinforcing properties due to feeding restrictions which causes body weight loss and, in turn, more activity. At present, both theories have been interpreted as contradictory. Nevertheless, a series of studies have revealed that the temperature of the environment and in consequence the subjects' body temperature play an essential role in the findings of the field, giving sense to both theories and evidencing their complementariness. The aim of this paper is to review the empirical evidence that supports the hypothesis of ABA as a thermoregulation phenomenon.

El acceso libre a una rueda de actividad, en combinación con la restricción del acceso a los alimentos 1h ó 1.5 h al día, provoca en ratas niveles altos de actividad, escasa ingesta de comida y, en consecuencia, pérdida de peso corporal (Hall & Hanford, 1954; Routtenberg & Kuznesof, 1967). A este fenómeno de laboratorio se le ha llamado Anorexia Basada en Actividad (ABA; Epling, Pierce & Stefan, 1983). Una revisión más exhaustiva del fenómeno se puede encontrar en Gutiérrez y Pellón (2002a) y Gutiérrez y Pellón (2002b); en ambos escritos se hace una conceptualización de la ABA en la cual se describe ampliamente el fenómeno y se realiza una comparación entre el trastorno de anorexia nerviosa en humanos y la anorexia basada en actividad en ratas, ya que parecen ser funcionalmente similares.

Tratar de explicar los hallazgos reportados en la ABA ha conducido a la generación de diversas interpretaciones sobre las causas de este fenómeno, sin embargo, se reconocen dos principales teorías. Una de ellas afirma que los sujetos fallan al adaptarse al nuevo régimen de alimentación de 1 h al día y que la actividad interfiere con dicha adaptación. Para probar esta hipótesis, en un primer trabajo Kanarek

y Collier (1979) emplearon programas de razón fija en una rueda de actividad, los cuales iban marcando el número de revoluciones que tenía que cumplir el animal para poder tener acceso a los alimentos. Los resultados indicaron que los sujetos incrementaban su ingesta a medida que aumentaban los requerimientos de razón, sin embargo, cuando dichos requerimientos fueron muy grandes (i.e. 2560 revoluciones) la ingesta de comida disminuyó, lo que impidió el mantenimiento del peso corporal de los sujetos. Con base en estas observaciones, los autores sugirieron que los niveles altos de actividad podrían estar asociados con mecanismos de saciedad. En su segundo estudio, Kanarek y Collier (1983) encontraron que la ABA solamente ocurría cuando las ratas disponían de un solo periodo de acceso a la comida de 60 min al día, pero no con 4 periodos de acceso de 15 min o 2 de 30 min. Ello les llevó a proponer que la ABA no era inducida únicamente por la actividad, sino que era resultado de un fallo general de adaptación al nuevo programa de comida (1 h al día).

La otra postura teórica afirma que la actividad es inducida por la restricción de alimento, y que en esta situación experimental el ejercicio adquiere

un valor reforzante. En un primer experimento, Pierce, Epling y Boer (1986) intentaron comprobar el valor reforzante del ejercicio comparando la ejecución de sujetos al 100 y 75% de su peso. Los sujetos fueron entrenados a presionar una palanca en un programa de razón progresiva para tener oportunidad de correr en una rueda de actividad. En un inicio, se requerían de cinco presiones a la palanca para tener acceso por 60 segundos a la rueda, luego la razón incrementó a 10, luego a 15 y así sucesivamente. Los resultados mostraron que los sujetos que estaban al 75% de su peso *ad libitum* presionaron más veces la palanca para tener acceso a la rueda de actividad sin importar el incremento en el programa de razón fija, lo cual demuestra una relación inversa entre peso corporal y actividad en la rata.

En un segundo experimento, Pierce et al. (1986) investigaron el efecto del ejercicio sobre la efectividad de la comida como reforzador. En esta ocasión, las ratas fueron entrenadas a presionar una palanca para conseguir comida; cuando se obtuvo una tasa estable de presiones de palanca, se comprobó el efecto de exponer a los sujetos a una sesión previa de 19 h de acceso a la rueda de actividad. Los resultados mostraron que la efectividad del reforzador comida disminuyó al haber menor ingesta cuando los sujetos tenían la oportunidad de ejercitarse antes de la presentación de la comida. Contrario a esto, los sujetos que no disponían de la sesión previa de actividad, presionaban más veces la palanca para obtener comida. Los autores llegaron a la conclusión de que el ejercicio devalúa el valor de la comida como reforzador.

Con base en los resultados de estos 2 experimentos, Epling y Pierce (1992) plantearon la hipótesis de que la restricción de comida, en los estudios de ABA, produce mayor actividad en los sujetos y que conforme aumenta dicha actividad, se reduce el valor motivacional de la comida, ya que los animales suprimen su ingesta. Así mismo, esta disminución en la ingesta resulta en un decremento en el peso corporal, que conlleva a que el valor motivacional de la actividad se incremente, perpetuándose este ciclo hasta que el animal perece.

Bajo esta segunda postura teórica existen teorías subsidiarias que proponen mecanismos específicos para explicar la relación entre actividad e ingesta. Una de ellas afirma que la actividad produce una respuesta neuroquímica que persiste después de la actividad y actúa produciendo una sensación de saciedad cuando la comida está presente (Aravich, 1996). Otros autores enfatizan en el papel que juega la restricción de comida en la temperatura corporal y, como consecuencia, en el grado en que el sujeto realiza actividad (Lambert, 1993).

Al respecto, Brobeck (1948) señala que la comida y la actividad representan importantes fuentes de calor para el organismo, además sostiene que la ingesta de alimentos debe tener una relación inversa con la temperatura del ambiente, esto es, en temperaturas altas en donde la pérdida de calor es más difícil, la ingesta debe ser menor. Complementariamente, en temperaturas bajas, la ingesta de comida debe ser alta debido a que el cuerpo puede requerir calor extra para defenderse de una posible hipotermia. Así mismo, Brobeck (1960) reportó que la temperatura corporal de los sujetos disminuye en los momentos previos a la alimentación y aumenta una vez que empiezan a comer, ante lo cual concluye que las ratas se alimentan para mantener constante su temperatura y dejan de hacerlo para prevenir una hipertermia.

Por otra parte, y como lo mencionó Brobeck (1948), la actividad es también una estrategia por la cual los organismos pueden mantener constante su temperatura corporal, debido a la producción de calor que resulta del ejercicio. En un estudio, Stevenson y Rixon (1957) evaluaron el efecto de manipular la temperatura ambiental sobre la actividad, cuando los sujetos tienen acceso libre a los alimentos o están privados. Los autores reportaron mayor actividad durante los periodos de privación y en temperaturas bajas, que cuando los sujetos tenían libre acceso a la comida y en temperaturas más cálidas.

A manera de resumen, se podría decir que la regulación de la temperatura corporal en los organismos es un proceso homeostático en el cual la conducta juega un papel importante. Esto se explica porque cualquier cambio que altere este

nivel óptimo de temperatura (i.e., privación de alimentos, baja o alta temperatura ambiental), provocará que los sujetos lleven a cabo diversas estrategias conductuales para revertir dichos efectos, tales como incrementar la actividad en momentos de privación de comida o cuando son expuestos a temperaturas frías.

ABA como fenómeno de termorregulación

Los primeros experimentos que relacionan la temperatura con los hallazgos reportados en el área de ABA, son el de Paré (1977) y el de Lambert y Hanrahan (1990), no obstante, el interés de estos autores estaba más centrado en el estudio de las úlceras que resultaban de exponer a los sujetos a dicha situación experimental. Paré (1977) reportó que los sujetos que son expuestos a la situación de ABA muestran una disminución en su temperatura corporal y un incremento en la actividad, lo cual sugiere que los niveles altos de ejercicio son un intento de regular la temperatura corporal de dichos sujetos. A su vez, Lambert y Hanrahan (1990) reportaron que todos los animales expuestos al procedimiento de ABA bajo una temperatura ambiental de 20° C morían en cuestión de pocos días; mientras que únicamente el 27% de los sujetos en una temperatura ambiental de 26.5°C murieron en el mismo periodo de tiempo. Esto se debió, al menos en parte, a que los animales que fueron expuestos a temperaturas frías corrieron más en las ruedas de actividad, que aquellos mantenidos en temperaturas más cálidas.

Aunque Paré (1977) ya había reportado un descenso en la temperatura de los sujetos expuestos a la situación de ABA, fue Lambert (1993) quien especificó que la temperatura corporal disminuye en ratas que son privadas de comida, por lo que no pueden mantener su temperatura corporal y, como única alternativa, recurren a correr en la rueda de actividad para prevenir la hipotermia. Además, señaló que el incremento de la actividad en la rueda giratoria provoca un aumento en los niveles de dopamina, la cual provee un reforzamiento a nivel cerebral y mantiene la conducta de correr.

Recientemente, Gutiérrez, Vázquez y Boakes (2002) señalaron el importante papel que juega la temperatura ambiental para el entendimiento y comprensión de los hallazgos en el área de ABA. Además exhortan a que se preste mayor atención a este factor, que ha sido olvidado y que puede poner en riesgo la validez de las conclusiones de anteriores estudios. Para respaldar esta idea, los autores hacen una revisión teórica de varios experimentos en los que se da a conocer los efectos moduladores de la temperatura ambiental sobre los índices de sobrevivencia en sujetos expuestos al procedimiento de ABA. Concluyeron que a mayor temperatura ambiental, menores son los niveles de actividad y, en consecuencia, los índices de mortalidad. Así mismo, indican la importancia de controlar este factor (temperatura ambiental), ya que se ha reportado tiene influencia en la medición de otras variables tales como la actividad y la ingesta de comida (Brobeck, 1948, 1960).

Continuando con esta línea de trabajo en la que se evalúa el efecto de la temperatura ambiental sobre la emergencia del fenómeno de ABA, Morrow et al. (1997) reportaron que si se aumenta la temperatura ambiental en la cámara experimental después de que el peso de las ratas expuestas al procedimiento ha descendido lo suficiente (i.e. 75% de su peso libre), los sujetos sobreviven por más tiempo. Incluso la cantidad de días que sobreviven es mayor que la de los sujetos a quienes una vez que entran en un estado moribundo, se les prohíbe el acceso a la rueda de actividad, pero conservan la restricción de alimento. Los hallazgos en este estudio ponen en evidencia el papel que juega la temperatura en la supervivencia de los sujetos expuestos a dicho procedimiento. No obstante, Paré (1976) ya había propuesto negar el acceso a la rueda de actividad y proveer de alimento ilimitado como estrategia para detener o retrasar los efectos de la ABA una vez que el peso de los sujetos hubiese descendido lo suficiente.

Por su parte, Gutiérrez, Cerrato, Carrera y Vázquez (2008) también evaluaron el efecto de aumentar la temperatura ambiental en sujetos expuestos a la situación de ABA, una vez que su

peso descendiera hasta el 80% respecto al inicio del estudio, para observar si este incremento en la temperatura podía frenar el desarrollo de la ABA. En este estudio compararon 4 grupos de ratas macho, dos con acceso a la rueda de actividad (activos) y otros dos sin posibilidades de hacer ejercicio (inactivos). En la primera fase se corrió el procedimiento de ABA. Para todos los grupos, la comida estuvo disponible 90 min al día, bajo una temperatura ambiental de 21°C; únicamente para los grupos activos estuvo accesible una rueda de actividad el resto del tiempo, mientras que los otros dos grupos inactivos permanecieron en su cámara experimental.

Una vez que los sujetos con acceso a la rueda de actividad perdieron peso hasta el 80%, se le aumentó la temperatura ambiental (activo 32°C) a un grupo, mientras que al otro se le mantuvo la misma temperatura (activo 21°C; Fase 2). Al mismo tiempo, los dos grupos inactivos recibieron el mismo tratamiento, aunque su peso no hubiera descendido hasta el 80%, ya que no tenían acceso a la rueda de actividad. A uno grupo se le aumentó la temperatura de la cámara experimental (inactivo 32°C), mientras que al otro grupo se le mantuvo bajo la misma temperatura (inactivo 21°C), como en la primera fase. Los resultados de la primera fase mostraron, como era esperable, una disminución más pronunciada del peso para los grupos con acceso a la rueda de actividad, así como una menor ingesta de alimento y una actividad creciente conforme transcurrían los días. Sin embargo, una vez que se aumentó la temperatura ambiental (Fase 2), la disminución del peso corporal se frenó e incluso aumentó para el grupo activo 32°C, mientras que para el otro grupo (activo 21°C) el peso siguió disminuyendo. Para los dos grupos inactivos las diferencias no fueron significativas antes y después del aumento en la temperatura, ya que su peso se estabilizó desde la primera fase. El aumento en la temperatura también moduló la actividad para el grupo activo 32°C, al disminuir considerablemente su marcha, mientras que para el grupo activo 21°C la actividad siguió incrementándose. Finalmente, la ingesta de alimento en la Fase 2 resultó en un aumento para ambos grupos activos, aunque ligeramente más para el

grupo con temperatura de 32°C. Con respecto a la ingesta de comida para los grupos sin acceso a la rueda de actividad, el mayor consumo se presentó en el grupo inactivo 21°C, mientras que el otro grupo inactivo 32°C, disminuyó su ingesta. Estos resultados indican que el desarrollo de la ABA puede ser inhibido por efecto del aumento de la temperatura ambiental, incluso cuando los sujetos ya han perdido el 20% de su peso, con respecto al inicio del estudio.

En otro estudio, Cerrato, Carrera, Vázquez, Echeverría y Gutiérrez (2012, Experimento 1) replicaron el estudio de Gutiérrez et al. (2008), utilizando ahora como sujetos a ratas hembras, para saber si los efectos de la ABA podían ser revertidos en el otro sexo. Los resultados fueron muy similares. Las ratas hembras activas (restricción de alimentos y acceso a una rueda de actividad) perdieron más peso que los sujetos inactivos (únicamente restricción de alimentos), además tuvieron una menor ingesta de alimentos y una actividad creciente conforme transcurrían los días. Así mismo, cuando a cierto grupo de ratas activas se les aumentó la temperatura ambiental de sus cámaras experimentales (32°C) una vez que alcanzaron el 80% de su peso, la actividad disminuyó significativamente y la pérdida de peso se frenó o se incrementó, además de que la ingesta se incrementó en forma sostenida. La actividad excesiva de los sujetos activos que no fueron expuestos al aumento en la temperatura (21°C), continuó y, en consecuencia, también la pérdida de peso y la poca ingesta de comida. Por último, los sujetos inactivos expuestos a 32°C o a 21°C no presentaron diferencias significativas en lo que respecta a la pérdida de peso y la ingesta de comida. Estos hallazgos apoyan la hipótesis de que el aumento de la temperatura ambiental revierte los efectos de la pérdida de peso, la excesiva actividad y la poca ingesta de comida, en sujetos expuestos al procedimiento de ABA.

Otra estrategia que sirvió de evidencia para inhibir el desarrollo de ABA fue propuesta por Hillebrand, De Rijke, Brakkee, Kas y Adan (2005), quienes evaluaron el efecto de colocar dentro de la situación experimental de ABA, una placa de aluminio que abarcaba el 20% de la cámara

y mantenerla caliente a 37°C todo el tiempo. La caja fue dividida en tres zonas: la rueda de actividad, la placa de aluminio y el resto de la cámara. De esta manera fue posible observar, mediante análisis de video, la preferencia del sujeto sobre uno u otro lugar. Se obtuvo una línea base 2 días antes del inicio de la fase experimental de la temperatura corporal, la ingesta de comida y el peso de los animales. En el estudio se compara a un grupo con libre acceso a los alimentos y a la rueda de actividad (Grupo ad libitum) y a otro expuesto a la situación prototípica de ABA (Grupo ABA). Ambos estaban expuestos a la placa de aluminio. Los autores también reportan los datos de un grupo control que no contaba con la placa térmica (Grupo ABA sin placa). En el grupo ABA hubo una preferencia mayor para permanecer más tiempo en la placa caliente que en ningún otro lugar, incluyendo la rueda de actividad. El grupo ad libitum también gastó tiempo en la placa de aluminio caliente, sin embargo, la mayor parte del tiempo no estuvo allí ni en la rueda de actividad.

Los resultados en la temperatura muestran que en ambos grupos de ABA, con y sin placa térmica, hay un patrón bien definido; la temperatura corporal desciende en el día y aumenta durante el ciclo de oscuridad, lo cual no es sorprendente, dado que las ratas son más activas durante la noche, mientras que duermen y descansan durante el día. La diferencia radica en que la temperatura del grupo que no tiene disponible la placa caliente desciende más a medida que pasan las sesiones y también durante el día (fase inactiva); mientras que el grupo con acceso a la placa mantiene su temperatura corporal casi como al inicio del estudio (línea base). Por otra parte, también son reportados los datos de ingesta y peso corporal de los grupos ABA con y sin placa térmica. Para este último grupo la disminución del peso fue mayor y se presentó un ligero aumento en el consumo de comida. Adicionalmente, los autores reportaron mayor actividad en la ruedas giratorias en el grupo ABA sin acceso a la placa caliente.

Finalmente, una serie de experimentos que evidencian el efecto de la temperatura ambiental sobre la actividad y el peso corporal en sujetos

expuestos al procedimiento de ABA, fueron reportados por Gutiérrez, Baysari, Carrera, Whitford y Boakes (2006). En un primer experimento se probó si la pérdida de peso era menor en sujetos expuestos a una temperatura ambiental alta. Para ello, compararon dos grupos ABA a 21°C y 30°C de temperatura ambiental. Los resultados mostraron que los sujetos expuestos a una temperatura mayor pierden menos peso y consumen más alimento con respecto al grupo cuya temperatura fue neutral (21°C). La actividad en la rueda fue mayor durante la primera mitad del estudio en los sujetos con temperatura ambiental de 30°C, pero disminuyó hacia el final del experimento. El grupo a 21°C corre gradualmente más hasta lograr superar al grupo de 30°C.

En un segundo experimento se evaluó si el aumento en la temperatura ambiental puede frenar la caída de peso en los animales. Para ello compararon dos grupos ABA a diferente temperatura, 21°C y 27°C; una vez que ambos grupos habían llegado al 80% de su peso corporal invirtieron la temperatura ambiental y observaron los efectos. Para el grupo que inició a 27°C, el peso descendió más lentamente, sin embargo, al invertir la temperatura a 21°C el peso disminuyó considerablemente. El efecto contrario fue encontrado en el grupo que inició a 21°C, puesto que su peso corporal cayó rápidamente y al invertir la temperatura a 27°C, se frenó un poco la disminución. El reporte de la ingesta de comida también indicó que el grupo que inició a 27°C consumió menos alimento, pero al invertir la temperatura a 21°C el consumo se elevó significativamente. La ingesta del grupo que inició a 21°C fue mayor al inicio y descendió cuando se invirtió la temperatura a 27°C. La reversión del calor también fue notable en los datos de actividad, ya que el grupo que iniciaba a temperatura alta corría menos y luego aumentaba su actividad al invertir la temperatura ambiental a 21°C. Complementariamente, la actividad del grupo que inició a 21°C fue mayor y luego disminuyó cuando la temperatura fue aumentada a 27°C.

En un tercer estudio, se evaluó si un aumento en la temperatura ambiental ayudaba

en la recuperación de los sujetos post-ABA. Se compararon dos grupos ABA que estuvieron a 21°C durante el estudio. Cuando alcanzaron el 75% de su peso, se les negó el acceso a la rueda de actividad, pero permanecieron con la restricción de comida (1.5 h); adicionalmente un grupo se mantuvo a una temperatura ambiental de 29.5°C mientras el otro grupo continuó a 21°C. Los resultados mostraron que posteriormente a la cancelación de la rueda, los sujetos siguieron perdiendo peso. Sin embargo, el grupo cuya temperatura ambiental fue elevada logró mantener el peso y la mitad de los animales lo recuperó.

Por último, en un cuarto experimento se quiso probar si los animales calientes corren menos, comen más y pierden menos peso. Para ello se compararon dos grupos que fueron privados de comida por 19.5 h y expuestos a diferente temperatura: 21°C y 30°C. En un segundo momento se les dio acceso a una rueda de actividad durante 3h y fueron expuestos a 21°C, previamente a la alimentación de 1.5h también a 21°C. Los resultados mostraron menor pérdida de peso, menor consumo de alimento y poca actividad en el grupo a 30°C. Complementariamente, el grupo a 21°C perdió más peso, tuvo mayor actividad en la rueda giratoria y consumió más alimento.

Estos cuatro experimentos parecen ser consistentes con lo reportado por Paré (1977) y Lambert (1993), ya que el incremento en la actividad puede ser un mecanismo para evitar el descenso de la temperatura corporal, que ocurre debido a la restricción de alimento. Así mismo, la actividad en la rueda podría servir de análogo a la conducta instrumental de una rata de presionar una palanca para obtener calor en un ambiente frío (Carlton & Marx, 1957).

Como se puede apreciar, el papel que juega la temperatura ambiental en los hallazgos reportados en el área de ABA, parece ser esencial para el entendimiento de los mismos. Se encontró que los sujetos realizan más o menos actividad, que es la que finalmente provoca la anorexia en las ratas, según las variaciones en su temperatura corporal, la cual depende en gran medida de la temperatura ambiental y de otros factores como la ingesta de alimentos y la actividad física.

Conclusiones

La ABA resulta de una disminución de la temperatura corporal, que se deriva de un decremento en el peso de los sujetos como consecuencia de la restricción de alimentos, y se presenta después de realizar actividad física. El sujeto al disponer de una rueda de actividad en condiciones de restricción de comida, empieza a hacer ejercicio con la finalidad de restaurar su temperatura a niveles normales. Sin embargo, esta actividad produce una disminución gradual del peso, que a su vez, resulta en mayor disminución de la temperatura corporal, por lo que el sujeto incrementa nuevamente su actividad para elevar su temperatura. Se convierte así en un ciclo de retroalimentación negativa.

Por otra parte, la cantidad de comida ingerida durante el procedimiento de ABA no es mínima, como se ha descrito en estos estudios, sino que simplemente el sujeto consume la cantidad de comida que ingeriría normalmente en un periodo de 1h, ya que –como menciona Brobeck (1948) – el tracto gastrointestinal de los animales es limitado en cuanto a la cantidad de comida que se puede ingerir en un periodo de tiempo corto.

Así mismo, parece ser que las dos teorías explicativas de la ABA: la que propone que los sujetos fallan en adaptarse al nuevo régimen de comida y la del valor reforzante de la actividad en la rueda, no son mutuamente excluyentes, como se ha descrito en la literatura. Los sujetos realmente no están adaptados a comer 1h al día, por lo que su peso corporal desciende y, en consecuencia, también lo hace su temperatura corporal. Esto conlleva a que la actividad en la rueda adquiera valor reforzante, ya que es una fuente de calor para el sujeto, y a que se activen los efectos de ésta (i.e. liberación de opiáceos endógenos, mecanismos de saciación, etc.).

Se puede decir que en este tipo de situaciones los sujetos están llevando a cabo ciertas estrategias para mantener un equilibrio interno de las funciones del cuerpo (Richter, 1927, 1941), aunque eso le conlleve entrar en un ciclo vicioso que le conduce a la muerte. Sin embargo, como han descrito Hillebrand et al. (2005), si en la situación experimental de

ABA los sujetos disponen de otras estrategias que les genere menos reducción del peso y de la temperatura (i.e. placa térmica), ellos harán uso de éstas en vez de aquéllas acciones que les produzcan calor, pero al mismo tiempo les ocasionen mayor pérdida de peso y disminución de la temperatura corporal (i.e. actividad en la rueda). Lo mismo sucede en los estudios en donde se aumenta la temperatura de la cámara experimental (e.g., Gutiérrez et al. 2006). Dicha modificación permite que los sujetos mantengan estable su temperatura corporal, sin la necesidad de realizar actividad física extenuante, que es la que provoca la pérdida de peso y la reducción del consumo de los alimentos, lo que da a lugar al desarrollo de la ABA.

Es verdad que los sujetos del grupo control (los que no tienen acceso a una rueda de actividad, pero cuentan con la restricción de alimentos) logran adaptarse a comer 1h al día, aunque inicialmente su peso y su temperatura corporal descienden. No obstante, al no disponer de aparatos o materiales para generar calor (i.e. rueda de actividad, tiras de papel, placa térmica, etc.), su organismo sólo tiene que esperar a adaptarse a las nuevas condiciones de restricción de comida.

Referencias

- Aravich, P. F. (1996). Advers effects of exercise stress and restricted feeding in the rat: Theoretical and neurobiological considerations. En W. F. Epling, & W. D. Pierce (Eds.), *Activity Anorexia: Theory, Research, and Treatment* (pp. 81-97). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Brobeck, J. R. (1948). Food intake as a mechanism of temperature regulation. *Yale Journal of Biology and Medicine*, 20, 545-552.
- Brobeck, J. R. (1960). Food and temperature. *Recent Progress in Hormone Research*, 16, 439-466.
- Carlton, P. L. & Marx, R. A. (1957). Heat as a reinforcement for operant behavior. *United States Army Medical Research Laboratory Technical Report*. 229. Fort Knox.
- Cerrato, M., Carrera, O., Vazquez, R., Echeverría, E., & Gutiérrez, E. (2012). Heat makes a difference in activity-based anorexia: a translational approach to treatment development in anorexia nervosa. *International Journal of Eating Disorders*, 45, 26-35.
- Epling, W.F., & Pierce, W.D. (1992). *Solving the anorexia puzzle: A scientific approach*. Toronto, Canada: Hogrefe & Huber.
- Epling, W. F., Pierce, W. D., & Stefan, L. (1983). A theory of activity based anorexia. *International Journal of eating disorders*, 3, 27-46.
- Gutiérrez, E., Baysari, M., Carrera, O., Whitford, T. y Boakes, A. (2006). High ambient temperature reduces rate of body-weight loss produced by wheel running. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 1196-1211.
- Gutiérrez, E., Cerrato, M., Carrera, O., & Vazquez, R. (2008). Heat reversal of activity-based anorexia: implications for the treatment of anorexia nervosa. *International Journal of Eating Disorders*, 41, 594-601.
- Gutiérrez, M., & Pellón, R. (2002a). La anorexia por actividad desde el punto de vista del análisis experimental del comportamiento. *Acta Colombiana de Psicología*, 8, 107-123.
- Gutiérrez, M., & Pellón, R. (2002b). Anorexia por actividad: una revisión teórica y experimental. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, 2, 131-145.
- Gutiérrez, E., Vázquez, R., & Boakes, R. A. (2002). Activity based anorexia: Ambient temperature has been a neglected factor. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 239-249.
- Hall, J. F. & Hanford, P. V. (1954). Activity as a function of a restricted feeding schedule. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 47, 362-363.
- Hillebrand, J., De Rijke, C., Brakkee, J., Kas, M. & Adan, R. (2005). Voluntary Access to a warm plate hyperactivity in activity based anorexia. *Physiology and Behavior*, 85, 151-157.
- Kanarek, R. B., & Collier, G. H. (1979). Patterns of eating as a function of the cost of the meal. *Physiology and Behavior*, 23, 141-145.
- Kanarek, R. B., & Collier, G. H. (1983). Self-starvation: A problem of overriding the satiety signal? *Physiology and Behavior*, 30, 307-311.
- Lambert, K. G. (1993). The activity stress paradigm: Possible mechanisms and applications. *Journal of General Psychology*, 120, 21-32.
- Lambert, K. G. & Hanrahan, L. (1990). *The effect of ambient temperature on activity stress ulcer paradigm. Paper presented at the Southern Society for Philosophy and Psychology*. Louisville, KY: USA.
- Morrow, N. S., Schall, M., Grijalva, C. V., Geiselman, P. J., Garrick, T., Nuccion, S., & Novin, D. (1997). Body temperature and wheel running predict survival times in rats exposed to activity stress. *Physiology and Behavior*, 62, 815-825.
- Paré, W. P. (1976). Activity stress ulcer in the rat: frequency and chronicity. *Physiology and Behavior*, 16, 699-704.
- Paré, W. P. (1977). Body temperature and the activity stress ulcer in the rat. *Physiology and Behavior*, 18, 219-223.
- Pierce, W. D., Epling, W. F., & Boer, D. P. (1986). Deprivation and satiation: The interrelations between food and wheel running. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 46, 199-210.
- Richter, C. P. (1927). Animal behavior and internal drives. *The Quarterly Review of Biology*, 2(3), 307-343.
- Richter, C. P. (1941). Biology of drives. *Psychosomatic Medicine*, 3, 105-110.
- Routtenberg, A. & Kuznesof, A. W. (1967). Self-starvation of rats living in activity wheels on a restricted feeding schedule. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 64, 414-421.
- Stevenson, J. A. & Rixon, R. (1957). Environmental temperature and deprivation of food and water on the spontaneous activity of rats. *Yale Journal of Biological Medicine*, 29, 575-584.