

Técnicas de *biofeedback* en el control del estrés

por Luis Crispino, Guillermo Pérez y Pablo García

El término *estrés*, que proviene de la física y se refiere a la tensión a la cual se somete un material, fue utilizado por Walter Cannon en 1914 y luego en 1935 en relación con el mantenimiento de la homeostasis, nominación que él mismo acuñó para describir el proceso estudiado en los mamíferos enfrentados a situaciones de apremio. Estos estudios se

basaron en los trabajos de Claude Bernard que describen la constancia del "medio interno" y los mecanismos por los cuales se obtiene. En las situaciones de apremio se ponen en marcha procesos que preparan al individuo al enfrentamiento o la huida, con gran demanda de energía e importante activación del sistema nervioso autónomo, particularmente el simpático. Constituye así una respuesta normal, fisiológica.

No obstante, la palabra *estrés* se utiliza también para describir una situación patológica en la cual la mencionada respuesta se vuelve autoagresiva.

Los autores

Luis Crispino, Guillermo Pérez.

Facultad de Psicología, Universidad Católica del Uruguay.

Pablo García.
Facultad de Ingeniería, Universidad Católica del Uruguay.

Fisiología y fisiopatología del estrés

El investigador canadiense Hans Selye elaboró la noción de estrés como elemento patológico, a partir de la observación de una respuesta unívoca y no específica en animales sometidos a agresiones agudas, que llamó *síndrome general de adaptación*.

En dicha respuesta se ponen en marcha una serie de mecanismos neuroendócrinos que preparan al sujeto para una respuesta adecuada, que va desde un simple ajuste adaptativo hasta la supervivencia. Si bien la respuesta es automática, es susceptible de modificaciones por aprendizaje.

En el ser humano, particularmente en la cultura occidental y más aún en las grandes ciudades, los elementos de "agresión" son incontables. Prácticamente y casi sin percibirlo el hombre recibe cientos de dichas agresiones al cabo del día, por lo cual, en el mejor de los casos, su sistema de alarma se va adaptando y responde cada vez con más umbral por lo que reserva para situaciones realmente comprometedoras.

No obstante, no todos los individuos se comportan del mismo modo; algunos siguen siendo susceptibles a estímulos que no sugieren gran peligro, o mantienen y autoperpetúan las reacciones de alarma más allá de lo necesario, provocando un desgaste de su organismo.

Por esta razón, como veremos con más detalle, es importante la evaluación de la situación por el sujeto en cuestión, para medir el alcance de sus respuestas y su posible papel patógeno. Como en esto tiene un papel relevante el sistema nervioso central, veremos brevemente su funcionamiento en estas situaciones.

La corteza cerebral interviene durante los procesos intelectuales y afectivos puestos en marcha para apreciar la situación estresante, a través de varios mensajes recibidos por los sistemas sensoriales. De esta apreciación depende en gran parte la respuesta fisiológica o fisiopatológica del organismo. Por otra parte, las áreas asociativas interpretan y valoran estos mensajes. De este modo, las reacciones no dependen solo del estado actual de un sujeto dado, sino de sus antecedentes, sus aprendizajes adquiridos en situaciones similares, y su memoria.

Dos sustancias liberadas en el sistema nervioso tienen particular importancia en la reacción al estrés, porque su sobreacción produce efectos deletéreos en el organismo facilitando la aparición de otras enfermedades. Ellas son las monoaminas adrenalina y noradrenalina y los glucocorticoides. El hipocampo, parte de la corteza cerebral más antigua filogenéticamente, posee receptores para los glucocorticoides. Uno de ellos, el tipo I, es sensible a las modificaciones moderadas del ritmo circadiano de cortisona, y el otro, el tipo II, es sensible a

las grandes concentraciones de glucocorticoides, como las liberadas en situaciones de estrés. De esto se puede inferir que una situación de agresión o estrés agudo favorecerá la activación de los receptores tipo II, pero un estrés crónico llevará a la hiposensibilidad de los tipo I, con la consiguiente falta de adaptación.

Sistema simpático y médula suprarrenal

En situaciones de estrés, la activación del sistema simpático y medular suprarrenal está en la primera fase de la reacción de emergencia y tiene como consecuencia la liberación de monoaminas, específicamente las catecolaminas adrenalina y noradrenalina. Esta respuesta dura algunos minutos y en el hombre ha sido estudiada en sus aspectos fisiológicos en la competencia deportiva. Estas catecolaminas preparan al organismo para el esfuerzo que deberá realizar, ya que aumentan rápidamente la frecuencia y la intensidad de la contracción cardíaca y la tensión arterial, con redistribución de la sangre en beneficio de los músculos pero en desmedro de las vísceras. El miedo se comporta de igual manera, al igual que cualquier situación amenazante.

El sistema hipotálamo-hipófisis-corticosuprarrenal

La estimulación aguda del sistema hipotálamo-hipofisario-corticosuprarrenal durante una situación de estrés provoca una liberación importante de hormonas glucocorticoides por la glándula suprarrenal.

El hipotálamo, por intermedio de los núcleos paraventriculares, es el primero en intervenir, segregando un factor liberador, la corticoliberina, que se fija en receptores específicos de las células de la hipófisis encargadas de segregar las hormonas corticotropas (adenocorticotrofina ACTH), desencadenando su liberación. Estas hormonas actúan en la suprarrenal, provocando la liberación de glucocorticoides, entre otras sustancias. El propio nivel plasmático de estas hormonas constituye un indicador en el proceso de retrocontrol que equilibra el sistema favoreciendo o limitando la secreción hormonal final de corticoides.

Las reacciones descritas duran un tiempo variable en cada sujeto, pero en promedio no sobrepasan las dos horas. La prolongación del estímulo (real o supuesta por el sujeto) o el mantenimiento de la reacción invierte su efectividad, llevando a variaciones descontroladas de la liberación de las sustancias mencionadas que provocan el desgaste de los distintos sistemas.

Los corticoides, por ejemplo, evitan la reactividad de los otros mecanismos que participan de la reacción de estrés, como la liberación de insulina, de vasopresina y las reacciones inflamatorias e inmunitarias.

Otras sustancias también alteran su secreción, como la melatropina y los péptidos opiáceos como la beta-endorfina, que juega un papel importante en el umbral del dolor. La hormona de crecimiento disminuye su liberación en el estrés crónico y se ha postulado su relación con la baja talla en niños estresados.

Las hormonas gonadotrópicas también sufren distorsiones en su secreción, como lo demuestran las amenorreas y ciclos anovulatorios, lo que podría incidir en la infertilidad.

Estos mecanismos mencionados muestran que la reacción al estrés, si bien es beneficiosa, no es un mero reflejo sino una conducta que depende del estado previo biopsicológico del sujeto y de su competencia para manejar las situaciones de estrés, y sobre todo ponen de manifiesto su carácter plástico, es decir, la capacidad que mediante aprendizaje se puede adquirir para modificarla en beneficio del individuo.

Consideraciones sobre la valoración del estrés

Los *cambios* provocan *crisis*. Las *crisis*, desde un punto de vista existencial, son consideradas un medio necesario para crecer. Producen una desacomodación general en la persona y el entorno, obligándola a recomponer el orden perdido, acción de la cual resultan nuevas situaciones y una forma de ser distinta.

Las personas de mayor edad relatan que las *crisis* de su época eran diferentes a las de ahora: "Antes las cosas iban más despacio", expresan.

Hoy presenciamos cambios tan acelerados que aparentan anular la capacidad de dar respuesta a las necesidades que generan. En vez de ser desencadenantes de desarrollo, se asemejan a sembradores de enigmas que paralizan.

El estrés parece ser un concepto concebido para dar captura al fenómeno descrito. A grandes rasgos, hace referencia a *cambios que se dan en todas las dimensiones de la persona y denomina variaciones que pueden tener una cualidad positiva o negativa indistintamente*.

Los efectores de estrés no pueden ser universalizables. Ocurren acontecimientos que ponen en riesgo la vida de las personas, como las grandes catástrofes. Pero estas situaciones no afectan de igual manera a todos quienes las experimentan. Al considerar experiencias no tan extremas, los distintos tipos de respuesta son aún más disímiles.

Es común observar que, frente a determinado suceso, algunas personas reaccionan de forma desadaptada a las necesidades que plantea la nueva si-

tuación. Por otra parte, frente a experiencias semejantes hay quienes reaccionan con neutralidad, sin resultar afectadas. ¿De qué depende que frente a una situación estresante el resultado de la respuesta elicitada [?] sea adaptativa o desadaptativa?

Una propuesta para resolver tal cuestión refiere a cómo valoramos la situación y cuál es nuestra capacidad de manejarla.

Se postula que dicha valoración se realiza en dos etapas. Primero *interpretamos* el potencial de amenaza o de pasividad de un suceso y luego, en caso de considerarlo de riesgo, *evaluamos* la acción necesaria para contrarrestarlo (Sarason y Sarason, 1996).

Interpretación y evaluación son dos procesos cognitivos puestos en juego que llevan a considerar que el éxito de la respuesta (adaptativa) es directamente proporcional a la capacidad de resolución de problemas del sujeto que experimenta la situación estresante.

De ser así, estaríamos frente a un elemento claramente diferencial entre el ser humano y otras especies. En el hombre lo instintivo se pondría al servicio de un mecanismo de complejidad superior, coordinado por la actividad cortical del sistema nervioso central (ver figura 1).

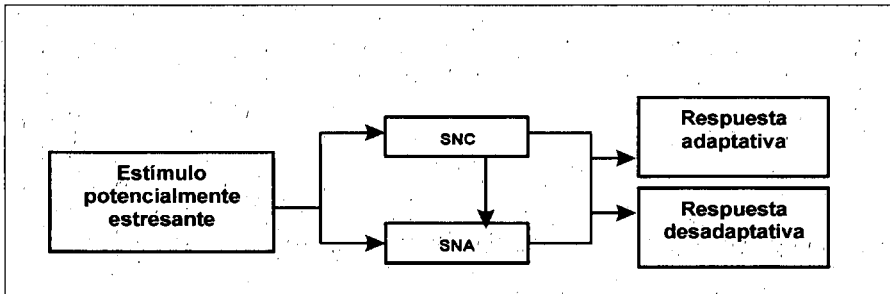


Fig. 1. Sistemas implicados en el procesamiento de estímulos.

Esta apreciación nos introduce en los fundamentos de la técnica de *biofeedback* (retroalimentación, *vide infra*), que se propone en este trabajo como instrumento invaluable a la hora de capacitar a las personas para reaccionar de forma adaptativa al ambiente poliestresante en el que están inmersas.

El esquema de la figura 1 enseña que, frente a un estímulo potencialmente estresante, que afecta simultáneamente al sistema nervioso central (SNC) y al sistema nervioso autónomo (SNA) —sin dejar de considerar que altera a la persona en su totalidad—, el primero cumple una función de *interface* [¿*interfase* o *interfaz*?] *cognitiva*, que “interpreta” y “evalúa”. El resultado de tal procesa-

miento afecta al SNA y de tal interacción resulta una respuesta adaptativa o desadaptativa.

La sobreestimulación a la que hoy día están expuestos ambos sistemas provocaría en el SNC errores de procesamiento, y en el SNA respuestas simpáticas y parasimpáticas que no alcanzarían sus fines naturales.

Biofeedback

Usamos el término *biofeedback* del inglés, dada su difusión, para referirnos a las técnicas cognitivas que implican aprendizaje instrumental utilizando una variable biológica debidamente registrada y objetivada por diferentes métodos (visuales, auditivos), a fin de que pueda ser manipulada por el propio sujeto. Se trata de poner en evidencia variables que habitualmente no consideramos y no podemos medir en la vida cotidiana, como la frecuencia de los latidos cardíacos, la tensión muscular, etc. Luego de un período de aprendizaje, es posible modificar respuestas y mantenerlas en los niveles deseados.

El *biofeedback* colaboraría con el SNC al brindarle información inmediata sobre el éxito o fracaso en el procesamiento de información y en las respuestas del SNA.

El primer tipo de información sería inferido; el segundo es brindado directamente a través de los múltiples registros que se pueden realizar (frecuencia cardíaca, tensión muscular, temperatura, presión arterial, etc.).

El sistema es muy sencillo (figura 2). El estímulo estresante actúa en primer término. Luego de registrar las respuestas de la persona, se brindan las instrucciones necesarias para regularizarlas. Las respuestas que ocurren frente a dicho estímulo estresante son monitorizadas y recibidas por el paciente, pudiendo la persona "entrenarse" hasta lograr una respuesta adaptada.

Una primera etapa de entrenamiento ocurre en una situación experimental. Luego se extrapolará tal experiencia a la vida cotidiana, donde la persona pondrá en funcionamiento las estrategias aprendidas.

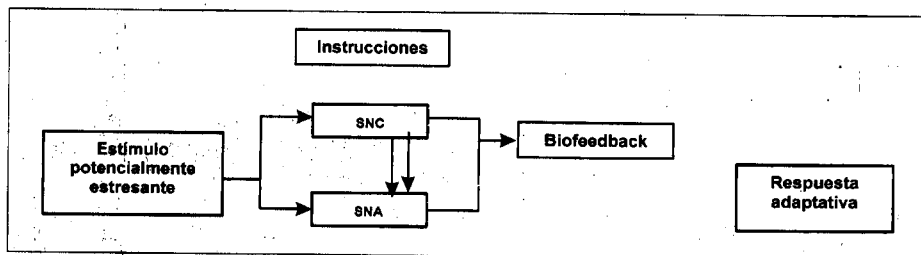


Fig. 2. Sistemas implicados en el procesamiento de estímulos. Entrenamiento y biofeedback.

Procedimiento

Hemos desarrollado en el laboratorio un sistema de registro de la frecuencia cardíaca basado en la actividad pletismográfica que está directamente relacionada con el latido cardíaco. Dicha actividad es ingresada a un PC, donde un *software* especialmente diseñado detecta y cuenta la frecuencia y la devuelve en pantalla en forma gráfica para que el sujeto la evalúe fácilmente. Llamamos a este procedimiento *biofeedback* (BFB).

En condiciones basales se entrena al sujeto, en unas 6 a 10 sesiones, para modificar la frecuencia cardíaca, apoyado con el BFB y estrategias de control como la relajación muscular y la respiración.

Luego de dicho entrenamiento se procede a someter al individuo a estímulos estresantes. Para ello se ha diseñado una serie de secuencias de sonidos que varían en intensidad, frecuencia o comprensibilidad. Estos estímulos pueden ser una alternancia de sonidos armónicos de bajo volumen que bruscamente aumentan de volumen y se tornan disonantes, o conversaciones con la señal de audio distorsionada en las cuales la comprensión de palabras se hace difícil y, al pedirle al sujeto que las interprete, dichas dificultades elevan el nivel de estrés. Simultáneamente se le presenta el BFB de su actividad cardíaca y se lo entrena nuevamente, con estrategias similares, para controlar dicho efecto.

Resultados

En primer término observamos los registros basales de la frecuencia cardíaca (FC) sin someter al sujeto a BFB (figura 3). Como puede apreciarse, esta actividad fluctúa en torno a un nivel promedio en el sujeto en reposo, atendiendo a modificaciones normales provocadas por el ritmo respiratorio. En cada sesión se permitió alcanzar el estado basal antes de utilizar el resto del procedimiento.

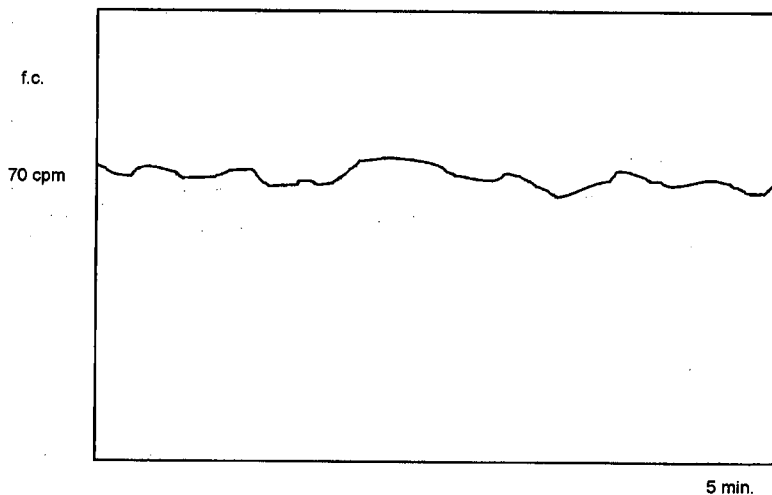


Fig. 3. Registro de la frecuencia cardíaca basal (f.c.) Tiempo de análisis 5 minutos.

Se presenta el BFB indicando al sujeto estrategias de modificación, como el cambio de la frecuencia y amplitud respiratorias y la relajación muscular activa. De esta forma se observa un decremento significativo de la frecuencia cardíaca, mantenible por tiempos variables para cada sujeto, dependiendo de la capacidad para sostener la concentración en el sistema (figura 4).

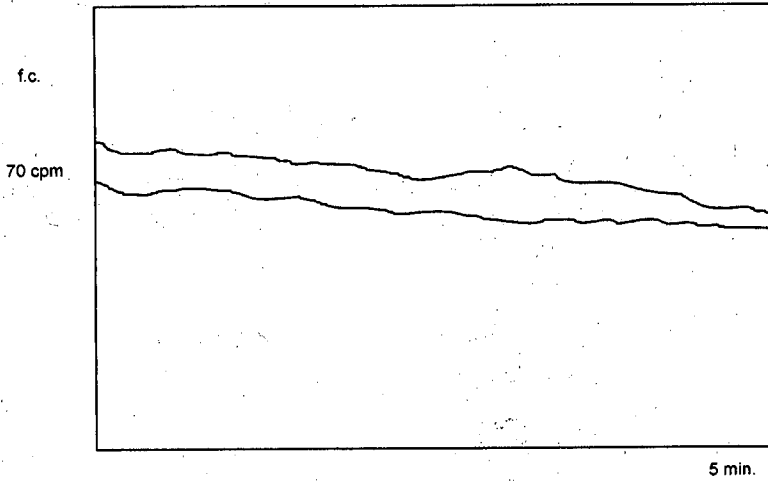


Fig. 4. BFB de frecuencia cardíaca. Nótese el decremento de frecuencia y la disminución de la variabilidad en dos registros consecutivos de 5 minutos cada uno.

Una vez realizada esta primera fase del entrenamiento, se instruye al sujeto para modificar la FC ante estímulos estresantes que demostraron ser capaces de elevarla como mecanismo natural como respuesta refleja autonómica (figuras 5 y 6).

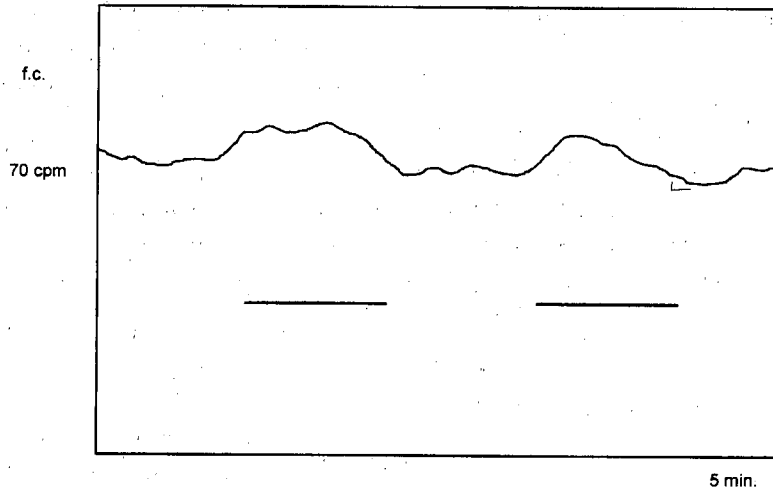


Fig. 5. Aumento de frecuencia cardíaca frente a estímulos estresantes sin BFB. Los estímulos fueron auditivos y se representan por barras.

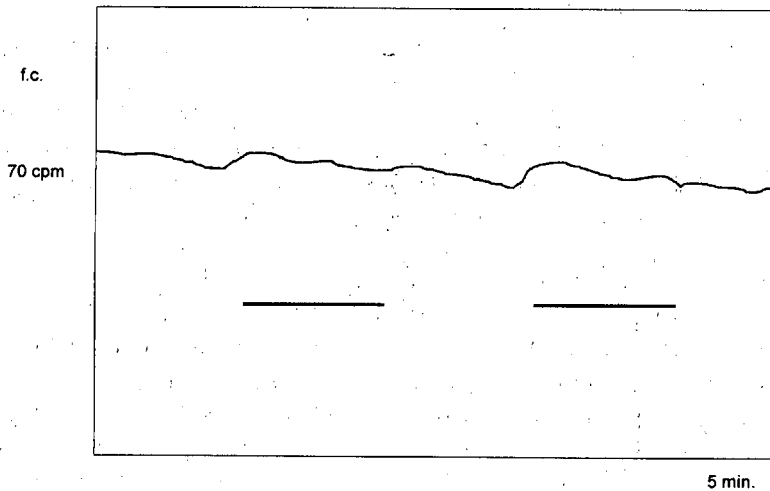


Fig. 6. Efecto del BFB sobre la frecuencia cardíaca ante estímulos estresantes auditivo. Nótese que al comienzo de los mismos aparece un leve aumento de origen reflejo (trastóxico) que luego es atenuado.

Los resultados ponen en evidencia la capacidad del sistema nervioso de modificar una respuesta, cuando dispone de las señales adecuadas, en virtud de su plasticidad y las posibilidades adaptativas.

Discusión

Si bien en este caso la magnitud de la modificación es pequeña, la importancia radica en que la carga sobre el aparato cardiovascular puede atenuarse durante el estrés. Con el entrenamiento en esta técnica pueden esperarse en el largo plazo disminuciones de los efectos de patologías como la hipertensión, la enfermedad coronaria, etc. Estas patologías tienen varios factores etiológicos y predisponentes que merecen especial atención y tratamiento. No obstante, en algunos casos es beneficioso disminuir la actividad cardíaca, contribuyendo así a los tratamientos específicos.

Por otra parte, es necesario considerar en efecto general del *biofeedback* y sus repercusiones en el sujeto como un todo, y el fenómeno del estrés como un efecto sistémico y como alterador de la homeostasis. En este sentido debemos reconocer que no todas las personas responderán de la misma forma ante estímulos estresantes semejantes. Es preciso reconocer que hay sujetos que muestran mayor predisposición que otros a una respuesta exagerada o inadaptada.

El cambio de cualidad y magnitud de las respuestas de un paciente estará en función de elementos más globales que se postulan como *factores de riesgo*.

Se dice que, a mayor *vulnerabilidad*, mayor es la probabilidad de ocurrencia de una respuesta desadaptada frente a una situación estresante. La vulnerabilidad a estímulos estresantes estaría influida por los aspectos de conducta de una persona (sobre todo sentimientos y emociones) que presentan un grado significativo de consistencia a través del tiempo de una situación cotidiana a otra, lo que se denomina *temperamento*.

También influye la forma que nos caracteriza al manejar las dificultades, que condiciona cómo identificamos y tratamos de resolver los problemas. Se ha llamado a esto *capacidades de afrontamiento*.

Por último, destaca el papel de la experiencia de quienes consideran que pertenecen a un sistema social. El grado de conciencia de pertenencia parece ser directamente proporcional a la seguridad y confianza que sienten en sí mismos a la hora de poner a prueba nuevas estrategias y reforzar sus capacidades para el afrontamiento. Hablamos aquí de *apoyo social* (Sarason y Sarason, 1997).

Experiencias de alta carga emocional, enfermedades, factores medioambientales, consumo de sustancias tóxicas, factores hormonales (pubertad, sín-

drome premenstrual, posparto, menopausia), factores inmunoalérgicos, etc., pueden ser considerados también factores de riesgo que favorecen la aparición de respuestas desadaptativas.

Los estímulos estresantes pueden tipificarse como *agudos* —conceptualización próxima a *cambio* o *acontecimiento*— o *crónicos* —que nos acerca al concepto de *tensión* o *sobrecarga*.

El último tipo descrito parece ser capaz de poner en riesgo la integridad del organismo, de manera actual o potencial, temporalidad que depende de la intensidad.

Así mismo, el carácter que se le asigna de problema o tensión que debe ser resuelta, de no acontecer tal desenlace, puede acabar provocando daño y deterioro.

Todas estas modulaciones interfieren con la identidad personal afectando la autoestima, responsable de otras consideraciones personales vitales para la subsistencia.

Se postula que el “estrés crónico” participa en la aparición y el mantenimiento de los siguientes síndromes y trastornos.

- Trastorno de estrés postraumático
- Trastorno por estrés extremo (DES)
- Síndrome de Burnout
- Síndrome de acoso moral o *mobbing*
- Síndrome de los cuidadores

Algunas de las respuestas desadaptativas que puede provocar se manifiestan en:

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">- La esfera psicológica | <ul style="list-style-type: none">- sentimientos de perturbación- incapacidad para concentrarse- humor irritable- disminución de confianza en sí mismo- preocupación- dificultad para tomar decisiones- pensamientos recurrentes- distractibilidad |
| <ul style="list-style-type: none">- La esfera orgánica | <ul style="list-style-type: none">- pulso acelerado- palpitaciones- aumento de la sudoración- tensión muscular- trastornos respiratorios- bruxación |

- La esfera conductual
 - deterioro de la efectividad del desempeño
 - consumo de sustancias
 - propensión a sufrir accidentes
 - tics
 - onicofagia
 - trastorno de la alimentación
 - trastorno del sueño

Por otra parte, al hablar de *estrés agudo* hacemos referencia a un trastorno transitorio y grave, que aparece en un individuo sin otro trastorno mental conocido, como respuesta a un estímulo físico o psicológico excepcional y que por lo general remite en horas o días (OMS, 1992).

Como factores de riesgo se postulan las situaciones de agotamiento físico o disminución de la capacidad orgánica. Los ancianos y los niños son más propensos a experimentar este tipo de estrés.

Cuadros premórbidos parecen ser facilitadores, como las tendencias disociativas, la distonía o hiperactividad neurovegetativa y los estados disfóricos.

El comienzo es generalmente brusco. La evolución puede configurarse como:

- Resolución más o menos completa en un lapso que varía entre algunas horas y varios días, no más de un mes.
- Puede evolucionar hacia un trastorno de estrés postraumático o hacia un síndrome de transformación de la personalidad tras experiencia traumática.

Por último, puede presentar una evolución hacia un síndrome amnésico, que se caracteriza por inaccesibilidad al recuerdo de las circunstancias traumáticas, con ocasional sintomatología conductual ansioso-depresiva.

Si consideramos que el estrés es uno de los factores de riesgo cardíaco, estamos realizando una tarea preventiva en personas sanas y en quienes ya tienen diagnosticada una condición cardíaca.

Dado que las estrategias utilizadas favorecen el mejor funcionamiento de otros sistemas, el beneficio se extiende a otras probables manifestaciones patológicas. En estados de relajación se obtiene una mayor secreción de péptidos opiáceos endógenos como las beta-endorfinas, que se sabe que producen analgesia endógena, además de mejorar otras condiciones metabólicas celulares a través de los llamados segundos mensajeros (GMP'c y AMP'c).

En vista de estas consideraciones, el *biofeedback*, que en este trabajo se utilizó para modificar la frecuencia cardíaca, pero que acepta muchas posibilidades, es una herramienta útil en el tratamiento y prevención de varias patologías con expresión psicósomática.

Entre esas aplicaciones se encuentran el BFB EMG-muscular, en el tratamiento de disfunciones del músculo esquelético como la cefalea tensional,

disfunciones esfinterianas, rehabilitación neuromuscular, etcétera, o el BFB de tipo autonómico, como, por ejemplo, la respuesta galvánica de resistencia cutánea.

Resultaría de utilidad incluir estas técnicas en equipos multidisciplinarios de salud como parte del tratamiento de varias enfermedades, especialmente las relacionadas con el estrés crónico y sus manifestaciones.

Bibliografía

- BERSTEIN, D.; Th. BORKEVEC, Th.: *Entrenamiento en relajación progresiva*. Bibl. Psic. Desclée de Brouwer, 1986.
- BUDZYNSKI, T.; J. STOYVA, C. S. ADLER, y D. MULLANEY: *Psychosom Med* 35: 484-496, 1973.
- BUDZYNSKI, T.: *Biofeedback & Self regulation* 3: 409-434, 1978.
- CRISPINO, L.; J. HADJEZ L.MONTI, A.KAPLAN: *Electroenceph. and Clinical Neurophysiol.* 63:39P-40P, 1986.
- CHANGEUX, J. P.: *Selecciones de Scientific American*, Blume, pp 271-281, 1965.
- CHAPMAN, S. L.: *Pain* 27: 1-43, 1986.
- FLOR, H.; HAAG, H., y TURK, D. C.: *Pain*, 27:195-202, 1986.
- GARCÍA, P.: "Uso de un microcomputador como instrumento de medida", *Anales del Encuentro y Taller Latinoamericano "El microcomputador en la enseñanza de la ciencia"*, Univ. Católica de Valparaíso, 1989.
- GARCÍA, P.; CORREA, J.; DÉDALO: *Interface para uso en experimentos de física*. Pe-deciba, Montevideo, 1991.
- HOLMES, D.; BURISH, T.; *J. psychosom Res.* 27: 515-532, 1983.
- KERTESZ, R.: *El manejo del stress*, IPPEM, Buenos Aires, 1982.
- MILLER, N.: *Psychology Today* 2: 54-59, 1985.
- RICAGNI, F., y CRISPINO, L.: *Electroenceph. and Clinical Neurophysiol*, vol. 75:126, 1990.
- RUCH, T., y PATTON, H.: *Physiology and Biophysics*, Saunders, pp. 53-117, 1979.
- SCHULTZ, J. D., y LUTHE, W.: *Autogenic Therapy*, vol 1. Grune & Stratton, Nueva York, 1969.
- TOMPKINS, W. J., y WEBSTER, J. G.: *Design of Microcomputer-Based Medical Instrumentation*. Prentice Hall, Nueva Jersey, 1981.
- TURK, D. C.; MEICHENBAUM, D.; BERMAN, W.: *Psychol Bull*, 86: 1332-1338, 1979.
- TURNER, J. A., CHAPMAN, C. R.: *Pain*, 12 :1-22, 1982.

Resumen

El fenómeno concocido como estrés puede constituir una respuesta normal ante situaciones de apremio o bien un cuadro patológico en el que la respuesta se vuelve autoagresiva. Ciertas técnicas, sin embargo, permiten que el propio suje-

to modifique estas respuestas y las mantega en los niveles deseados: son las que engloba el término biofeedback. El artículo comienza por ofrecer una descripción fisiológica y fisiopatológica del estrés, para luego presentar y discutir algunos resultados experimentales del biofeedback en la modificación de la frecuencia cardíaca. No obstante, se trata de una herramienta que puede emplearse en el tratamiento y la prevención de varias patologías con expresión psicosomática.