

Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica

Volumen
Volume 25

Número
Number 1

Marzo
March 2004

Artículo:

Medición integral del estrés crónico

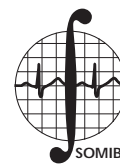
Derechos reservados, Copyright © 2004:
Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica, AC

Otras secciones de
este sitio:

- 👉 Índice de este número
- 👉 Más revistas
- 👉 Búsqueda

*Others sections in
this web site:*

- 👉 *Contents of this number*
- 👉 *More journals*
- 👉 *Search*



Medición integral del estrés crónico

De Luca P. A.,* Sánchez
A.M.E.,** Pérez Olan G.,* Leija
Salas L.***

- * Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Sección de Computación. Dpto. de Ingeniería Eléctrica.
- ** Universidad Autónoma Metropolitana. Dpto. de Sociología.
- *** Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Sección de Bioelectrónica. Dpto. de Ingeniería Eléctrica.

Correspondencia:
Dr. Lorenzo Leija Salas
Sección de Bioelectrónica.
Av. IPN 2508, C.P. 07300,
México, D.F.
lleija@mail.cinvestav.mx

RESUMEN

El estrés es la respuesta no bien especificada del organismo a cualquier demanda perturbadora del exterior, es decir, a condiciones externas que perturban el equilibrio emocional y físico de la persona y que en condiciones de exposición prolongada puede ocasionar enfermedades graves. Es importante diagnosticarlo a tiempo, con lo cual se puede ayudar a evitar que diversos tipos de alteraciones se desarrollen en mayor grado. Este trabajo consiste principalmente en el desarrollo de un instrumento que valore algunas variables fisiológicas y psicológicas relacionadas con el estrés y el software necesario para su diagnóstico. Se utilizan como variables fisiológicas primarias la respiración (torácico y abdominal), la composición química del sudor (GSR) y la tensión de la piel (EMG), además se aplica una escala MSP al paciente y se le observa la actitud corporal. El elemento principal procesador de la información en hardware es un microcontrolador de la familia de los PIC y un conjunto de sensores no invasivos, mientras que en software, el elemento principal son las funciones de captura y análisis de datos.

El objetivo del trabajo, al contar con más de una variable fisiológica y psicológica es precisamente estimar con mayor exactitud el grado de estrés presente en el paciente, además de contar con una herramienta computacional que permita este tipo de análisis.

Palabras clave:

Enfermedades, estrés, GSR, EMG, respiración, diagnóstico, fisiológicas, psicológicas, microcontrolador, integral, organismo, paciente, conversión A/D, muestreo.

ABSTRACT

Stress is the nonspecific answer of the organism to any demand of the outside, that is to say, to external conditions that disturb the emotional and physical balance of the person and that in conditions of prolonged exhibition can cause serious diseases. The importance is mainly in diagnosing them on time with which it is possible to be helped to avoid that diverse types of alterations are developed in greater degree. This work consists mainly of the development of an instrument that values some physiological and psychological variables related to stress and necessary software for its analysis. The breathing (thorax and abdominal), the chemical composition of the sweat (GSR) and the tension of skin (EMG) are used like primary physiological variables, in addition a scale MSP is applied to the patient and the corporal attitude is observed to him.

The main element processor of the information in hardware is a microcontroller of the family of the PIC and a set of noninvasive sensors, whereas in software, the main element is the functions of cap-

ture and analysis of data. The objective of the work, when counting with more than a physiological and psychological variable is indeed to consider with greater exactitude the degree of present stress in the patient, besides to tell on a computational tool that it allows east type of analysis.

Key Words:

Diseases, Stress, Physiological, Psychological GSR, EMG, Breathing, Diagnosis, Microcontroller, Multidimensional, Organism, Patient, Conversion A/D, Sampling.

INTRODUCCIÓN

El esquema de funcionamiento de nuestra sociedad se basa en asumir responsabilidades y cumplir exigencias. Ante las exigencias o situaciones amenazantes, objetivas o percibidas como tales, el organismo responde con una activación general, denominada por Selye como "Síndrome General de Adaptación", que busca movilizar recursos necesarios para enfrentar la situación. Esta condición del organismo es lo que se denomina estrés (Silpak, 1991).

El estudio científico del estrés, inició en 1925 con el fisiólogo austriaco Hans Selye, estos estudios iniciaron con la observación de reacciones en cadena, dadas por el organismo ante situaciones que requerían de una súbita adaptación¹⁵.

A estas manifestaciones generales Selye las denominó síndrome general de adaptación, y más tarde reacción de estrés, significando con esto una reacción del organismo frente a un "estresor"; una reacción de ataque y fuga con la que el cuerpo, en forma global responde con una reacción general y amplia, con el objetivo de superar o neutralizar al "estresor", involucrando todos los sistemas de vida: el neurovegetativo, el endocrino, el inmunológico y los sistemas metabólicos.

Hans Selye definió el estrés ante la OMS (Organización Mundial de la Salud) como la respuesta no específica del organismo a cualquier demanda del exterior, es decir, la respuesta global a condiciones externas que perturban el equilibrio emocional y fisiológico de la persona.

Según Selye, el Síndrome General de Adaptación comprende tres fases:

a) Fase de alarma (ocurren modificaciones biológicas frente a una primera exposición al factor de estrés)

b) Fase de resistencia (el organismo lucha contra el factor de estrés utilizando al máximo sus mecanismos de defensa)

c) Fase de agotamiento (el organismo agota sus recursos energéticos después de un periodo prolongado de exposición al factor de estrés)

Los periodos cortos de exposición al factor de estrés crean una reacción de alarma y de respuesta global de todo el organismo limitada en el tiempo; mientras que la exposición prolongada y repetitiva del organismo al factor de estrés acumula tensión constante, que puede ir más allá de las situaciones externas reales, y que permanece como una alarma en el tiempo sometiendo al organismo a un estado de respuesta continua con el consecuente desgaste de energía alterando el equilibrio de sus funciones^{1,4,15}.

En este proyecto se incluyen tres variables fisiológicas consideradas primarias y que se relacionan con el estrés, tal como la prueba fisiológica de respiración, GSR (Galvanic Skin Response) y EMG (Electromyogram), además se aplica una escala psicológica MSP y una prueba de actitud corporal.

CAUSAS DEL ESTRÉS

Cualquier suceso que genere una respuesta emocional, puede causar estrés. Esto incluye tanto situaciones emocionalmente positivas como situaciones emocionalmente negativas. El estrés también surge por malestares menores, como esperar demasiado en una cola o en el tráfico. Sin embargo, no existe un estímulo al cual todas las personas reaccionen de la misma forma y sean influenciadas con la misma intensidad, es decir, no existe un estímulo "estresor" estándar que afecte con la misma intensidad a todas las personas,

es por ello que, situaciones que provocan estrés en una persona pueden ser insignificantes o placenteras para otra^{5,6}.

REACCIÓN DEL CUERPO ANTE EL ESTRÉS

En una situación de estrés, sin importar el tipo (objetivo o subjetivo), el cerebro envía señales químicas que activan la secreción de hormonas (catecolamina y entre ellas la adrenalina) en la glándula suprarrenal. Las hormonas inician una reacción en cadena en el organismo. El cerebro responde activando el sistema nervioso simpático. El ritmo cardiaco y la respiración se aceleran, la presión arterial sube; la sangre abandona los estratos superficiales de la piel dirigiéndose hacia los músculos proveyéndoles una mayor cantidad de oxígeno; el nivel de insulina aumenta para permitir que el cuerpo metabolice más energía.

Todo esto capacita al organismo para responder a la emergencia bien sea luchando o huyendo de ella. Las evidencias de exposición prolongada a estímulos "estresores provocan una alteración de las funciones inmunológicas, facilitando en ocasiones el desarrollo de cáncer. La condición de estrés conduce al organismo a concentrar todas sus energías para responder al "estresor" y suspende el flujo energético a otras funciones corporales menos necesarias en ese momento para la supervivencia.

Todos los sistemas se preparan para actuar, y se ve involucrado sobre todo el sistema neurovegetativo, que es el sistema que regula las funciones vitales fundamentales que son en gran parte independientes de la conciencia, y relativamente autónomas, es decir, las funciones vegetativas.

Mientras el sistema simpático está sometido a un bombardeo continuo provocando repetidamente la reacción del estrés, el sistema neurovegetativo se encuentra en desequilibrio a causa de ello mismo. El equilibrio justo entre ambos sistemas es vital para nuestra salud y nuestro bienestar^{5,17}.

TIPOS DE ESTRÉS

Existen dos tipos: El estrés agudo (eustrés) y el estrés crónico (distrés).

Si el estímulo es real pero dura poco, se le denomina estrés agudo, ésta es la forma de estrés más común, su duración está limitada en el tiempo y es compuesto de un mínimo, de un máximo y de regreso a un mínimo (los periodos breves de

estrés trastornan el funcionamiento del organismo; sin embargo los síntomas desaparecen cuando el episodio termina). El estrés agudo puede ser considerado positivo, como una reacción constructiva. Una condición en la cual el organismo completo, responde con prontitud, eficacia y espontaneidad a situaciones externas de emergencia, que genera preocupación y alarma. Su función es la de preservar la vida, de responder con todas las energías contra cualquier agresión y normalmente es considerado como benéfico.

Los mecanismos que intervienen para pasar a un estado de estrés crónico, son muy complejos e intervienen factores de tipo cognitivo y emocional, que corresponden a la estructura biológica y la personalidad del sujeto, así como al contexto dado por la realidad externa. Si el estímulo es real o imaginario pero perdura en el tiempo con más o menos intensidad, se denomina estrés crónico, dicho estrés es causado por situaciones diarias continuas y repetitivas en donde la persona no es capaz de reaccionar en alguna forma, es decir, cuando el organismo se encuentra bajo presión continua o en situación de emergencia constante y se agotan los recursos fisiológicos y psicológicos de defensa del individuo y el estrés provoca patología¹⁷.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR EL ESTRÉS CRÓNICO

El estrés crónico puede ser la causa de enfermedades cardiovasculares, artritis reumatoide, migrañas, calvicie, asma, tics nerviosos, dermatitis, impotencia, irregularidades en la menstruación, colitis, diabetes, dolores de espalda, insomnio, agresividad, neurosis de ansiedad, trombosis, etc.

En el estrés crónico (ocasionado ya sea por estímulos reales o imaginarios) es posible atenuar algunos efectos sin llegar a eliminarlos a menos que se realice una intervención especializada, sin embargo es posible prevenir estos efectos mediante terapias psicológicas, donde la correcta respiración juega un papel muy importante¹².

MEDICIÓN DEL ESTRÉS CRÓNICO

Se estima que los estímulos estresantes deben considerarse de acuerdo a los siguientes tres factores:

- Tiempo. Esto es la duración del estímulo; mientras mayor sea la duración mayores serán las probabilidades de agotar las energías de reser-

va y por lo tanto mayor será el efecto ocasionado en el organismo.

- **Intensidad.** De alguna forma es la fuerza con la cual un estímulo estresante ataca al organismo; si esta intensidad se produce durante mucho tiempo, la persona puede salir afectada. Nótese que la intensidad depende de los recursos de cada persona ya que como se mencionó antes, no existe un estímulo que impacte a todos los seres humanos con la misma intensidad.
- **Naturaleza.** Los estímulos pueden ser reales o imaginarios. Los de naturaleza real se relacionan con los sucesos diarios reales que el organismo experimenta. Los de naturaleza imaginaria tienen que ver con la psicología de cada persona y son determinados por las experiencias en la historia de cada sujeto.

Muchas son las variables fisiológicas relacionadas con el estrés y que se pueden utilizar para medirlo, sin embargo existe un conjunto de variables que se consideran primarias ya que no dependen de otros factores, dentro de las cuales tenemos: la respiración (torácico y abdominal), la tensión de la piel y la composición química del sudor, entre otras.

El presente proyecto consiste en el diseño de un sistema que maneja los valores de GSR (Galvanic Skin Response), EMG (Electromyographic) y respiración con la finalidad de medir a partir de éstos el grado de estrés en una persona.

CONSIDERACIONES DEL PROYECTO

Básicamente consiste en desarrollar un sistema de recolección de datos de un conjunto de señales fisiológicas y psicológicas relacionadas con el estrés. El elemento principal en hardware es un microcontrolador de la familia de los PIC, se trata del PIC16C745 el cual cuenta con cinco canales A/D con una resolución de 8 bits, un puerto paralelo de 8 bits, dos líneas para comunicación RS232, líneas de comunicación para USB, entre otras características^{7-9,20}.

Los sensores utilizados son los siguientes:

1. Potenciómetro lineal para respiración abdominal¹
2. Potenciómetro lineal para respiración torácica
3. Un módulo GSR para medir la composición química del sudor²²
4. Un módulo EMG para censar la tensión de la piel.²¹

El módulo GSR produce una señal de voltaje directo que oscila entre 0 y 5 volts lo cual permite conectarlo sin mayor problema a uno de los canales de conversión A/D del micro; el módulo EMG utilizado en este proyecto produce una señal tipo senoidal alrededor de los 100 mV pico a pico, sin embargo se ha diseñado un amplificador de voltaje para alcanzar mayor amplitud en la señal y poder muestrearla sin mayor problema.

Los sensores de respiración están formados con potenciómetros lineales polarizados con 5 voltios, con un mecanismo en forma de leva que sube o baja según sea la respiración del paciente produciendo el respectivo nivel de voltaje que se introduce como entrada al microcontrolador mediante un canal de conversión A/D.

El módulo sensor GSR²¹ va colocado en cualquier dedo de la mano que el paciente más utiliza, produciendo una señal de voltaje directa entre 0 y 5 volts.

El módulo EMG²¹ son tres electrodos colocados a la altura de la frente del paciente; produce una señal tipo senoidal que debe ser integrada ya sea por hardware o software. En la integración por software, como en este caso, sólo se toma la parte positiva de la señal amplificada, que se conecta directamente a un canal de conversión A/D del microcontrolador, el cual muestrea dicha señal y la envía a la computadora digital. Una vez capturados los datos, el software detecta los picos altos de la señal muestreada y se aplica luego un algoritmo para el cálculo del voltaje rms.

Los sensores de respiración se colocan uno a la altura del tórax y el otro a la altura del abdomen, procurando que el paciente al respirar modifique la inclinación de la leva respecto a la horizontal.

Los datos muestreados a partir de los sensores son transmitidos desde el microcontrolador hacia una computadora digital mediante comunicación USB versión 1.1.

Antes de iniciar la medición, el paciente debe estar acostado boca arriba y se le deben colocar debidamente los sensores para poder iniciar posteriormente las lecturas.

El software para esta aplicación fue desarrollado en el lenguaje de programación Visual C++ 6.0²; al inicio se solicitan datos personales del paciente para registrarlos en una base de datos, luego de

¹ Estos sensores fueron ideados y construidos por los desarrolladores y actualmente se encuentran en proceso de patente.

registrado el paciente, el software permite hacer tres tipos de pruebas: cuestionario MSP, prueba de comportamiento corporal y prueba fisiológica donde se involucra GSR, EMG y respiración.

La medición fisiológica requiere de 15 minutos para su conclusión, durante los cuales se capturan los datos. Los primeros dos minutos se deben tomar para que el paciente se tranquilice (tiempo base) y se ajusten por software los sensores de respiración, ya que este tipo de análisis requiere que el paciente se encuentre lo más relajado posible; los tres minutos siguientes se requieren para amplificar por software la señal detectada (generalmente de respiración) en caso de que sea necesario según la percepción del especialista; los últimos diez minutos restantes son el tiempo efectivo de medición a partir del cual se debe hacer el análisis de los datos en el caso de la medición fisiológica, ya que las otras dos pruebas (MSP y Postura) se realizan en el momento de su aplicación.

Una vez finalizadas las pruebas, el software permite al usuario seleccionar entre visualizar en pantalla o mandar a una impresora los resultados obtenidos, además de que se almacenan automáticamente en la base de datos para su comparación o consulta posterior.

En la Figura 1 se muestra una ventana donde se indica la forma de aplicar la escala MSP; consiste en contestar un total de 49 preguntas, mar-

cando con el mouse el grado de afirmación que describe la situación reciente del paciente. En este cuestionario se permite regresar a preguntas anteriores, avanzar a la siguiente pregunta mediante botones dispuestos para estas funciones o pasar a la pregunta deseada indicando el número en el recuadro y oprimiendo el botón dispuesto para ello.

En la Figura 2 se muestran las señales de respiración torácico y abdominal obtenidas.

La Figura 3 muestra los resultados obtenidos en una prueba de estrés, donde se incluyen variables psicológicas y fisiológicas tales como: una escala MSP, la tensión de la piel (EMG), la composición química del sudor (GSR), la respiración y la actitud corporal.

El resultado final o nivel de estrés se muestra como un valor porcentual y es representativo solamente para el paciente en estudio; éste no debe compararse con otros resultados, ya que no existe una escala representativa estandarizada de los niveles de estrés.

CONCLUSIONES

La medición integral del estrés proporciona un perfil en el que se puede visualizar la condición de estrés crónico, así como las alteraciones que está provocando en el sujeto, tanto a nivel fisiológico como a nivel psicológico. Esto permite iden-

Figura 1. Medición psicológica¹.

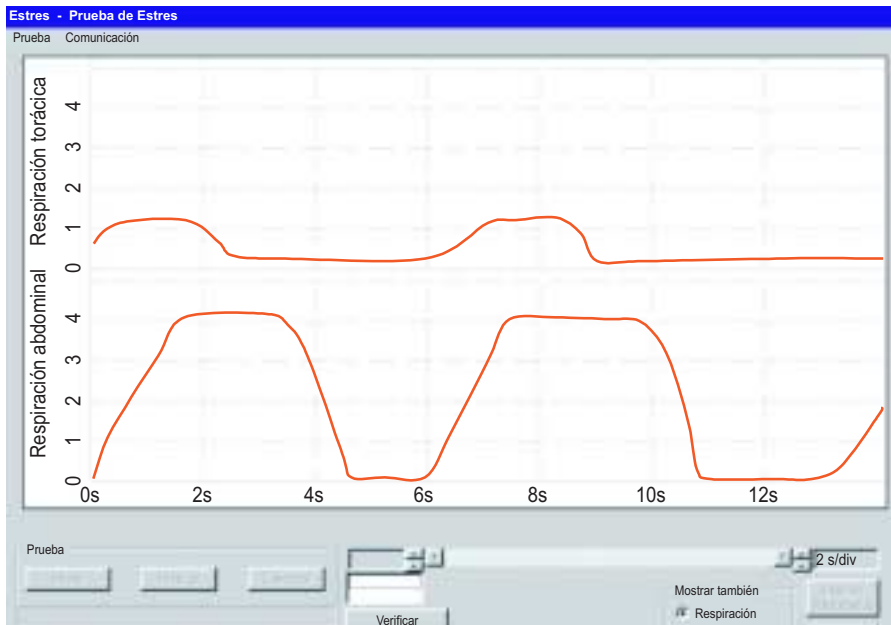


Figura 2. Señal de respiración¹.

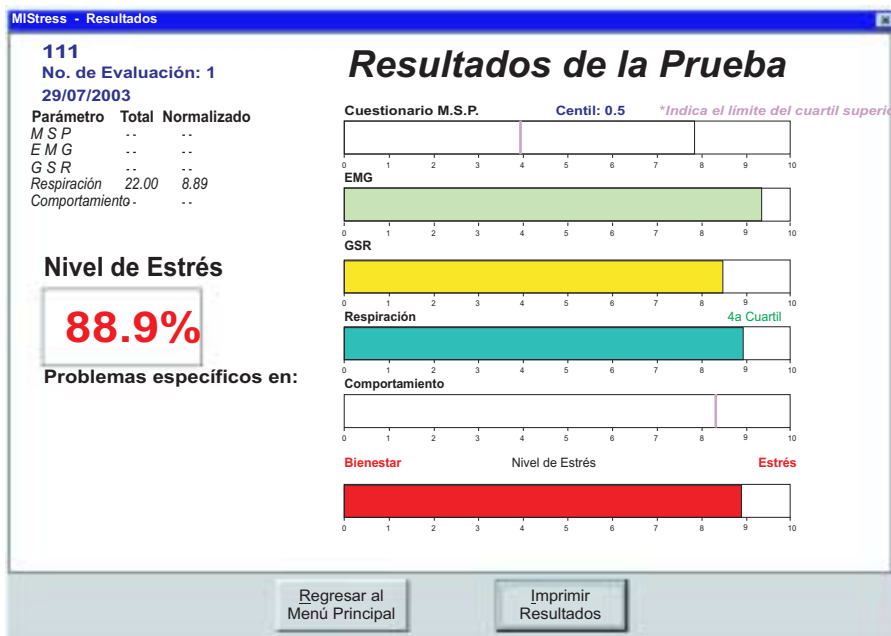


Figura 3. Ventana de resultados¹.

tificar los recursos de afrontamiento a los estresores, así como los posibles riesgos en la salud que esta condición de activación crónica de los mecanismos de alarma de todo el organismo pudiera producir.

La medición de algunos parámetros, en especial el módulo EMG, ha sido difícil por los valores tan bajos de la señal (alrededor de 30 a 200 microvolts). Para la medición del EMG la mejor solu-

ción resultó cuando implementamos un integrador digital por medio de software. La solución ideal para la respiración fue utilizar potenciómetros lineales de deslizamiento permitiendo una óptima relación entre la variación de la respiración y la señal producida.

Considerando que no existe un patrón de medición estándar debido a que no existen estresores iguales para todos, los resultados obtenidos

son representativos solamente para el paciente en estudio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Dr. Antonio Cano Vindel, publicación de la Sociedad Española para el Estudio de la Ansiedad y el Estrés. 2002
2. Editorial Prentice Hall. Aprendiendo Visual C++ 6.0. Nathan Gurewich y Ori Gurewich. Copyright 2002.
3. Educación Médica Continua Copyright 2003. Causas del Estrés. Editorial especializada en el desarrollo de proyectos médicos. Grupo Intersistemas.
4. Fundación Europea para la mejora de las condiciones de vida y de Trabajo (CEE.); El Estrés físico y psicológico en el trabajo; Ed. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (1987).
5. Labrado FJ. El Estrés. Nuevas Técnicas para su control; Ed. Temas de hoy (1992).
6. Meichenbaum D, Jarenko M. Prevención y reducción del estrés; Declee de Brouwer (1987).
7. Microchip Development Systems. MPLAB Software.
8. Microchip Development Programmer PICSTAR Pluss.
9. Microchip 8-Bit CMOS Microcontroller with USB. PIC16C745/765. 2000 Microchip Technology Inc. DS41124C: page 1-163.
10. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social; Automatización, organización y tensión en el trabajo; Informe O.I.T. (1987).
11. OrCAD Technologies OrCAD Capture® And OrCAD Layout Boar Design.
12. Peiro JM. Psicología de la organización; UNED (1991).
13. Pérez TM. 1998. *Estrés. Vida o Muerte*. Instituto Politécnico Nacional. México. 22-207.
14. Sapolski R. Amming stress. Scientific American, Sept. 2003
15. Selye H. El Estrés laboral y sus consecuencias, 1925.
16. Seward JP. 1990. *Estrés Profesional*. Medicina Laboral. Editorial Manual Moderno. México. 623-640.
17. Stora JB. 1991. *El Estrés*. Presses Universitaires de France. 3-106.
18. Valle RR, MA, NL. El estrés y sus efectos. Septiembre 2001.
19. www.contusalud.com Abril 2003. Manejo del estrés Copyright 2003.
20. www.microchip.com PIC16C745 Data Sheet.
21. www.bris.ac.uk/caress/technology_emg.html. Muscle sensor EMG.
22. www.qubitsystems.com/electro.html Galvanik Skin Response GSR.