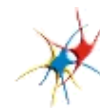


## NTP 355: Fisiología del estrés



Physiologie du stress  
Physiological responses to stress

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

### Redactora:

Silvia Nogareda Cuixart  
Licenciada en Medicina y Cirugía  
Esp. Medicina de Empresa

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

### Objetivo

El objetivo de esta NTP es dar una visión sobre los procesos fisiológicos que se producen en el organismo ante una situación o un estímulo estresante. El conocimiento de dicho proceso facilitará la labor preventiva al poder detectar indicadores precoces de deterioro de la salud.

### Introducción

El organismo siempre se encuentra en un estado de estrés mínimo que, ante determinadas situaciones, se incrementa pudiendo producir un efecto beneficioso o negativo, dependiendo de si la reacción del organismo es suficiente para cubrir una determinada demanda o ésta "supera" a la persona. Este nivel de equilibrio dependerá de los factores individuales (disposición biológica y psicológica) de las distintas situaciones y experiencias.

Un determinado grado de estrés estimula el organismo y permite que éste alcance su objetivo, volviendo a la "normalidad" cuando el estímulo ha cesado. Por ejemplo, cuando un atleta intenta conseguir un buen resultado en una competición, está sometido a un estrés que implica un aumento de la actividad muscular (más irrigación, el corazón late más rápido, etc.) lo que le ayudará a alcanzar el éxito y conseguir su objetivo. Una vez finalizadas las pruebas atléticas, se produce un descenso de las constantes y el organismo vuelve a su estado basal.

Cuando se mantiene la presión y se entra en el estado de resistencia, las personas empiezan a tener una sensación de disconfort (tensión muscular, palpitaciones, etc.). Si continúa el estresor, se llega al estado de agotamiento, con posibles alteraciones funcionales y/u orgánicas: son las llamadas "enfermedades de adaptación". Estos síntomas son percibidos como negativos por las personas y producen preocupación, lo que a su vez agrava los síntomas y así puede llegar a crearse un círculo vicioso.

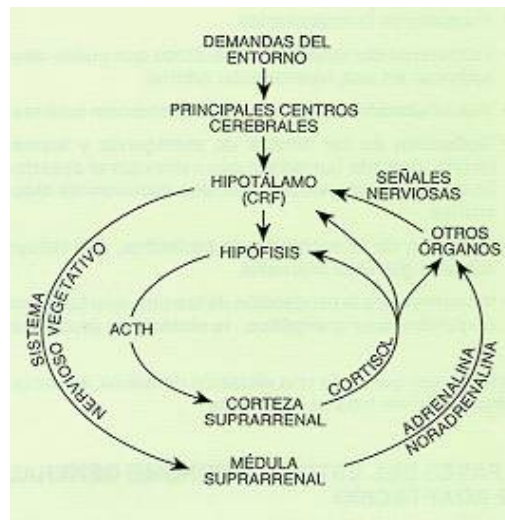
### Respuesta fisiológica del estrés

La respuesta fisiológica es la reacción que se produce en el organismo ante los estímulos estresores. Ante una situación de estrés, el organismo tiene una serie de reacciones fisiológicas que suponen la activación del eje hipofisopararrenal y del sistema nervioso vegetativo.

El eje hipofisopararrenal (HSP) está compuesto por el hipotálamo, que es una estructura nerviosa situada en la base del cerebro que actúa de enlace entre el sistema endocrino y el sistema nervioso, la hipófisis, una glándula situada asimismo en la base del cerebro, y las glándulas suprarrenales, que se encuentran sobre el polo superior de cada uno de los riñones y que están compuestas por la corteza y la médula.

El sistema nervioso vegetativo (SNV) es el conjunto de estructuras nerviosas que se encarga de regular el funcionamiento de los órganos internos y controla algunas de sus funciones de manera involuntaria e inconsciente.

Ambos sistemas producen la liberación de hormonas, sustancias elaboradas en las glándulas que, transportadas a través de la sangre, excitan, inhiben o regulan la actividad de los órganos (figura 1).



**Fig. 1: Producción de hormonas por el sistema nervioso vegetativo y el eje hipofisario-suprarrenal**

## Eje hipofisario-suprarrenal

Se activa tanto con las agresiones físicas como con las psíquicas y, al activarse, el hipotálamo segrega la hormona CRF (factor liberador de corticotropina), que actúa sobre la hipófisis y provoca la secreción de la hormona adenocorticotropa (ACTH). Esta secreción incide sobre la corteza de las glándulas suprarrenales, dando lugar a la producción de corticoides que pasan al torrente circulatorio y producen múltiple incidencia orgánica, como se verá más adelante. Los corticoides que se liberan debido a la ACTH son:

- Los **glucocorticoides**: El más importante es el cortisol que facilita la excreción de agua y el mantenimiento de la presión arterial; afecta a los procesos infecciosos y produce una degradación de las proteínas intracelulares. Tiene, asimismo, una acción hiperglucemiante (aumenta la concentración de glucosa en sangre) y se produce un aumento de calcio y de fosfatos liberados por los riñones, y de lípidos.
- Los **andrógenos**: Son las hormonas que estimulan el desarrollo de las características secundarias masculinas y estimulan el aumento tanto de la fuerza como de la masa muscular.

## Sistema nervioso vegetativo

Este sistema mantiene la homeostasis del organismo. La activación simpática supone la secreción de catecolaminas, que son:

- La adrenalina segregada por parte de la médula suprarrenal, especialmente en casos de estrés psíquico y de ansiedad.
- La noradrenalina segregada por las terminaciones nerviosas simpáticas, aumentando su concentración principalmente en el estrés de tipo físico, en situaciones de alto riesgo o de agresividad.

Estas hormonas son las encargadas de poner el cuerpo en estado de alerta preparándolo para luchar o huir. Son las que permiten enlazar el fenómeno del estrés con los fenómenos psicofisiológicos de la emoción. Ambas intervienen en los siguientes procesos:

- Dilatación de las pupilas.
- Dilatación bronquial.
- Movilización de los ácidos grasos, pudiendo dar lugar a un incremento de lípidos en sangre (posible arterioesclerosis).
- Aumento de la coagulación.
- Incremento del rendimiento cardíaco que puede desembocar en una hipertensión arterial.
- Vasodilatación muscular y vasoconstricción cutánea.
- Reducción de los niveles de estrógenos y testosterona, que son hormonas que estimulan el desarrollo de las características sexuales secundarias masculinas.
- Inhibición de la secreción de prolactina, que influye sobre la glándula mamaria.
- Incremento de la producción de tiroxina, que favorece el metabolismo energético, la síntesis de proteínas, etc.

Vemos pues que, ante una situación de estrés, existe un compromiso de todo el organismo.

## Fases del estrés: síndrome general de adaptación

El origen histórico del concepto de estrés parte de las investigaciones que realizó Hans Selye en el año 1936 y que dieron lugar al llamado síndrome general de adaptación.

Ante una situación de amenaza para su equilibrio, el organismo emite una respuesta con el fin de intentar adaptarse. Selye define este fenómeno como el conjunto de reacciones fisiológicas desencadenadas por cualquier exigencia ejercida sobre el organismo, por la incidencia de cualquier agente nocivo llamado estresor. Se puede definir, pues, como la respuesta física y específica del organismo ante cualquier demanda o agresión, ante agresores que pueden ser tanto físicos como psicológicos (figura 2).



**Fig. 2: Síndrome general de adaptación (Hans Selye, 1936)**

En este proceso de adaptación por parte del organismo se distinguen las fases de alarma, de adaptación y de agotamiento.

### Fase de alarma

Ante la aparición de un peligro o estresor se produce una reacción de alarma durante la que baja la resistencia por debajo de lo normal. Es muy importante resaltar que todos los procesos que se producen son reacciones encaminadas a preparar el organismo para la acción de afrontar una tarea o esfuerzo (coping).

Esta primera fase supone la activación del eje hipofisopararrenal; existe una reacción instantánea y automática que se compone de una serie de síntomas siempre iguales, aunque de mayor a menor intensidad:

- Se produce una movilización de las defensas del organismo.
- Aumenta la frecuencia cardíaca.
- Se contrae el bazo, liberándose gran cantidad de glóbulos rojos.
- Se produce una redistribución de la sangre, que abandona los puntos menos importantes, como es la piel (aparición de palidez) y las vísceras intestinales, para acudir a músculos, cerebro y corazón, que son las zonas de acción.
- Aumenta la capacidad respiratoria.
- Se produce una dilatación de las pupilas.
- Aumenta la coagulación de la sangre.
- Aumenta el número de linfocitos (células de defensa).

### Fase de resistencia o adaptación

En ella el organismo intenta superar, adaptarse o afrontar la presencia de los factores que percibe como una amenaza o del agente nocivo y se producen las siguientes reacciones:

- Los niveles de corticoesteroides se normalizan.
- Tiene lugar una desaparición de la sintomatología.

### Fase de agotamiento

Ocurre cuando la agresión se repite con frecuencia o es de larga duración, y cuando los recursos de la persona para conseguir un nivel de adaptación no son suficientes; se entra en la fase de agotamiento que conlleva lo siguiente:

- Se produce una alteración tisular.
- Aparece la patología llamada psicósomática.

## Respuestas del organismo: consecuencias biológicas del estrés

La respuesta del organismo es diferente según se esté en una fase de tensión inicial -en la que hay una activación general del organismo y en la que las alteraciones que se producen son fácilmente remitibles, si se suprime o mejora la causa- o en una fase de tensión crónica o estrés prolongado, en la que los síntomas se convierten en permanentes y se desencadena la enfermedad. En el cuadro 1 se exponen varios ejemplos de las alteraciones que se producen en algunos parámetros.

### Cuadro 1: Consecuencias biológicas del estrés

AFECCIÓN	TENSIÓN (FASE INICIAL)	ESTRÉS
Cerebro	Ideación clara y rápida	Dolor de cabeza, tics nerviosos, temblor, insomnio, pesadillas
Humor	Concentración mental	Ansiedad, pérdida del sentido del humor
Saliva	Muy reducida	Boca seca, nudo en la garganta
Músculos	Mayor capacidad	Tensión y dolor muscular, tics
Pulmones	Mayor capacidad	Hiperventilación, tos, asma, taquipnea
Estómago	Secreción ácida aumentada	Ardores, indigestión, dispepsia, vómitos
Intestino	Aumenta la actividad motora	Diarrea, cólico, dolor, colitis ulcerosa
Vejiga	Flujo disminuido	Poliuria
Sexualidad	Irregularidades menstruales	Impotencia, amenorrea, frigidez, dismenorrea
Piel	Menor humedad	Sequedad, prurito, dermatitis, erupciones
Energía	Aumento del gasto energético, aumento del consumo de oxígeno	Fatiga fácil
Corazón	Aumento del trabajo cardíaco	Hipertensión, dolor precordial

## Modelo biopsicosocial

Este modelo relaciona una situación determinada y la vivencia de esta situación, con las consecuencias fisiológicas expuestas hasta ahora y nos proporciona una estrategia para localizar factores ambientales estresantes y analizar sus consecuencias en el aspecto individual.

Hemos visto que cualquier situación que reconocemos (proceso cognitivo) da señales de la corteza cerebral al hipotálamo y, vía el sistema nervioso vegetativo (automático), a la médula de las glándulas suprarrenales, que responden liberando adrenalina y noradrenalina, que son las llamadas hormonas del estrés; estas hormonas movilizan nuestro cuerpo y nos hacen luchar o abandonar (fight or flight).

Cuando la situación produce sentimientos de distrés o desamparo, el cerebro envía también mensajes al córtex de los suprarrenales, que segrega otra hormona del estrés: el cortisol, que juega un papel importante en el sistema inmunológico. Esto es más complejo e incluye la liberación de ACTH de la glándula pituitaria.

Según la percepción que se tenga de las demandas de trabajo, la respuesta del organismo será diferente; ya Selye distinguía entre reacciones agradables o eutres y desagradables o distress.

Las reacciones fisiológicas dependerán de la percepción que se tenga de las demandas de trabajo, la respuesta del organismo será diferente en cada caso; por ejemplo, las tareas exigentes pero controlables inducirían esfuerzo pero sin distrés. A nivel fisiológico se traduce en un aumento de las catecolaminas y la supresión activa de la secreción de cortisol.

Los estudios actuales se centran en dos dimensiones que son, por un lado, el nivel de actividad o pasividad que implica la tarea, y por otro, la dimensión afectiva según el estado de humor sea positivo o negativo; en cada caso se producen una serie de reacciones cuyo resultado es el afrontamiento (coping) de la situación no deseada o el vencimiento ante la misma.

Los estudios experimentales basados en esta teoría han permitido identificar dos características específicas de los procesos de trabajo, en función de la percepción que se tenga del trabajo o de la actitud ante el mismo: positiva (eutrés) o negativa (distrés) y en relación al contenido de la tarea: actividad o pasividad.

La combinación de ambas variables conduce a la identificación de algunas de las características específicas de los procesos de trabajo que promueven determinadas actitudes y que se relacionan con las respuestas neuroendocrinas y son las siguientes (figura 3):



**Fig. 3: Relación entre procesos de trabajo y respuestas neuroendocrinas**

- **Esfuerzo y eutrés:** En este grupo se puede incluir a las personas que desarrollan un tipo de trabajo de gran control personal, creatividad, y muy dedicados a su trabajo. En estos casos se produce un aumento de la secreción de catecolaminas, y el cortisol se halla muy bajo o inexistente. Se encuentran en este grupo, por ejemplo, los empresarios, los artistas, los científicos, los artesanos, etc., pues en este tipo de profesiones se suelen realizar trabajos con un alto grado de autocontrol y autonomía. Parece ser que, el hecho de que el cortisol esté bajo hace decrecer el riesgo de sufrir un ataque cardíaco.
- **No esfuerzo y eutrés:** En este caso, la no actividad se acepta como algo positivo, dándose un descanso de cuerpo y mente. El nivel de las hormonas está bajo.
- **Esfuerzo y distrés:** Esta situación se da en aquellos trabajos que implican elevadas exigencias de producción, pero en los que la persona tiene un bajo control de la situación. Es común en los trabajos repetitivos, y en los trabajos en cadena. El esfuerzo va acompañado de un aumento de la secreción de las catecolaminas que, a su vez, provoca efectos negativos, lo que tiende a aumentar la secreción de ambas hormonas: catecolaminas y cortisol.
- **Poco esfuerzo y distrés:** Personas sin empleo y en trabajos muy coercitivos, en los que la persona tiene muy poca o ninguna autonomía. Se acompaña de una liberación de hormonas del estrés, en particular de cortisol.

Para resumir todo ello, podríamos decir que el aumento de catecolaminas es debido a la exigencia de tener que rendir y el descenso de cortisol significa poder afrontar la situación.

## Técnicas preventivas de carácter fisiológico

Así como la reacción del organismo frente al estrés tiene un componente fisiológico, también la fisiología puede ayudar a las personas a afrontar una situación de estrés, de manera que se reduzcan sus efectos negativos sobre la salud. Desde el punto de vista de las condiciones de trabajo, es evidente que la prevención debe ir encaminada a evitar que se den situaciones que puedan provocar estrés; pero, a veces, ocurre que estas circunstancias no pueden cambiarse o que una situación no estresante, desde el punto de vista objetivo, es vivida por alguna persona como una agresión. Cuando se dan esta clase de circunstancias está especialmente indicado el uso de este tipo de técnicas.

Mediante la realización de unos determinados ejercicios físicos, estas técnicas enseñan a controlar los efectos fisiológicos del estrés, a fin de disminuir la sintomatología que se percibe como negativa desagradable y que, en consecuencia, crea ansiedad. Algunas de ellas son de aprendizaje complejo y requieren, a veces, un especialista al menos durante la fase inicial. Las más conocidas y practicadas hoy en día son las que se citan a continuación:

- Técnicas de relajación (Jacobson, Schultz). Actualmente son las más utilizadas en el mundo occidental. Parten del principio de que es imposible estar relajado físicamente y tenso emocionalmente. Se basa en la relajación muscular que supone a su vez la relajación del sistema nervioso.
- Técnicas de respiración.
- Meditación y relajación mental.

Es importante reseñar que estas técnicas no sirven para evitar o anular el problema sino que enseñan a controlar los efectos fisiológicos del estrés, a contrarrestar la sintomatología orgánica desagradable que nos crea ansiedad; esto se logra mediante unos determinados ejercicios realizados de forma consciente, con la atención concentrada en las reacciones que nos producen.

## Valoración/prevención

Los recientes avances en los conocimientos acerca de cómo el cerebro regula las funciones endocrinas han desembocado en una reorientación en la investigación psicobiológica del estrés humano y del proceso de afrontamiento ante las situaciones estresantes. Hasta hace poco, el cerebro y el sistema endocrino se consideraban entidades separadas; se veía al cerebro como mediador entre el organismo y el entorno exterior. Por otro lado, se consideraba que el sistema endocrino estaba orientado hacia el entorno interno del cuerpo, la regulación del crecimiento, el metabolismo, y la reproducción.

Hoy en día, en cambio, sabemos que entre el cerebro y el sistema endocrino existe una interrelación constante, que puede seguirse de forma continua mediante el empleo de las modernas técnicas de monitorización ambulatoria, que permiten conocer de manera

instantánea que es lo que hace aumentar la presión sanguínea, latir el corazón más rápidamente, o contraer los músculos.

Estas técnicas permiten monitorizar las respuestas del cuerpo bajo unas condiciones reales, inclusive en el puesto de trabajo, sin que interfieran en la actividad normal de las personas. De esta manera se pueden identificar aspectos negativos o adversos del entorno psicosocial, así como los factores de protección, amortiguadores que protegen a las personas contra influencias potencialmente nocivas.

Uno de los métodos que se utiliza actualmente para el estudio de las respuestas fisiológicas del estrés es el análisis de las alteraciones hormonales que se producen en el organismo. Las hormonas del estrés pueden ser determinadas en sangre, orina y saliva; y las técnicas que se utilizan principalmente son la fluorimetría, la cromatografía líquida y el inmunoensayo. Al hacer una determinación analítica hay que tener en cuenta las variaciones que sufren estas sustancias a lo largo del ciclo circadiano; a grandes rasgos, puede decirse que alcanzan el punto máximo por la mañana y van decreciendo a lo largo del día.

Un objetivo que deberían conseguir las personas que se dedican a la investigación del estrés es identificar aquellos factores del ambiente laboral que provocan respuestas fisiológicas, y luego determinar cuándo estas respuestas pueden ser de adaptación y promueven la salud y cuándo provocan una desadaptación y son potencialmente dañinas para la salud.

## Bibliografía

(1) AKROT, M. et al.

**Facteurs de risque des céphalées psychogènes en milieu professionnel**

Arch. Mal. Prof., 1992, 53, n°4, 275-278

(2) BLUNDELL, J.

**Physiological Psychology**

London, Methuen & Co. Ltd., 1975

(3) HENNINGSEN, G.M. et al.

**Measurement of salivary immunoglobulin A as an immunologic biomarker of job stress**

Scand. J. Work Environ. Health. 1992, 18 Suppl. 2:133-6

(4) JOHNSON, J. et al.

**The psychosocial work environment; work, organization, democratization and health**

Amityville, New York, Baywood Publishing Co. Inc., 1991

(5) LEVI, L.

**Stress in industry: Causes, effects and prevention.**

Geneva, OIT, Occup. Safety and Health Series n° 51, 1984

(6) **Occupational Stress. Health and performance at work**

Littleton, Massachusetts, PSG Publishing Co., Inc., 1986

(7) **Psychosocial factors at work and their relation to health**

Geneva, World Health organization, 1987

(8) RUTENFRANZ, J. et al.

**Comparison of two analytical procedures for the determination of free urinary catecholamines under the demand of shiftwork experiments**

Int. Arch. Occup. Environ. Health, 1988, 61: 89-93

(9) SELYE, H.

**The stress concept: past, present and future, en COOPER, C.L., stress research: issues for the eighties**

Chichester, Ed. John Wiley & sons, 1986

(10) VALDÉS, M., FLORES, T.

**Psicobiología del estrés**

Ed. Martínez Roca S.A., 1990

(11) VIVOLI, G. et al.

**Biochemical and haemodynamic indicators of stress in truck drivers**

Ergonomics, 1993, vol. 36, n° 9, 1089-1097

(12) ZEIER, H.

**Workload and psychophysiological stress reactions in air traffic controllers**

Ergonomics, 1994, 37 (3), 525-539