

# Catecolaminas y reactividad psicofisiológica. Un estudio experimental

**Autores:** Almirall Pedro<sup>1</sup>, Ramírez Rosyrene<sup>2</sup>, Huerta Julia<sup>3</sup>, Guevara María E.<sup>4</sup>, Cabrera Caridad<sup>5</sup>, Barrios Alberto<sup>6</sup>.

Instituto de Medicina del Trabajo. La Habana. Cuba

## RESUMEN

A partir de la hipótesis de la existencia de una relación entre el patrón de excreción de catecolaminas y la reactividad psicofisiológica, fueron evaluadas 48 mujeres clínicamente sanas, a las cuales se les determinó el nivel de adrenalina y noradrenalina en orina. Después de la evaluación bioquímica, los participantes fueron sometidos a un examen psicofísico y psicofisiológico, que consta de las siguientes pruebas: Tiempo de Reacción Simple, Tiempo de Reacción Discriminativo, Umbral de Discriminación Táctil y Frecuencia Crítica de Fusión, por los métodos ascendente y descendente. Los resultados fueron procesados mediante el análisis factorial, determinándose tres factores capaces de explicar el 65,2 % de la varianza. **Factor 1:** mostró las relaciones entre la edad y los indicadores de activación general. **Factor 2:** expresa una asociación entre la excreción de catecolaminas y la fuerza y movilidad de los procesos nerviosos y el **Factor 3:** refleja la interacción entre las diferentes unidades funcionales capaces de considerar un nivel general de activación.

## Palabras Claves:

Catecolaminas, psicofisiología, evaluación funcional.

## ABSTRACT

After formulating a hypothetical relation between a pattern of catecholamine excretion and psychophysical reactivity, 48 clinically healthy women were evaluated to determine urine adrenaline and noradrenaline levels.

Following biochemical assessment, a variety of tests were used for psychophysical and psychophysiological evaluation. Results were processed using multi-factorial analysis that determined 3 explicative factors of the 65.2% variance. Factor 1 showed relationships of age to indicators of general activation; Factor 2 provided an association between catecholamine excretion and the strength and mobility of nervous reaction; and Factor 3 reflected interaction between different functional units.

Applications of these biochemical and psychophysiological assessments in specific working populations are suggested.

## Key words:

Catecholamine, psychophysiology, functional evaluation.

<sup>1</sup> Psicólogo. Investigador Titular. Jefe del Departamento de Psicología. IMT.  
<sup>2</sup> Bioquímica. Investigadora Agregada. Departamento de Riesgos Químicos. IMT.  
<sup>3</sup> Auxiliar de Investigación. Departamento de Psicología. IMT.  
<sup>4</sup> Técnica. Departamento de Riesgos Químicos. IMT.  
<sup>5</sup> Técnica. Departamento de Riesgos Químicos. IMT.  
<sup>6</sup> Matemático. Aspirante a Investigador. Dpto. de Metodología de la Investigación. IMT.

## INTRODUCCION

La naturaleza del trabajo moderno, impone al hombre exigencias particulares para el cumplimiento exitoso de sus metas. Como parte de su desarrollo histórico, la Medicina del Trabajo ha variado notablemente sus esfuerzos tanto en el diagnóstico de los efectos del trabajo como en sus estrategias de intervención.

De un enfoque centrado en la enfermedad y el control de los niveles de exposición ambiental, se ha pasado en las últimas décadas a una especialidad, que sin negar lo anterior, o sea su preocupación por los límites de exposición humana, centra sus acciones en armonizar las relaciones del binomio hombre-trabajo, y seleccionar la persona idónea para cada puesto (Kalimo, 1988).

Parece existir "consensus" entre numerosos investigadores e instituciones, sobre la importancia de encontrar métodos para el diagnóstico temprano de los efectos negativos del trabajo en general y del estrés en particular, a partir de la idoneidad para el desempeño de una tarea concreta, la evaluación de desviaciones psicofisiológicas en la capacidad de respuesta ante los estímulos externos referidos en los llamados estados funcionales del hombre, los cuales se anticipan al dato clínico y pueden describirse a partir de múltiples indicadores que generalmente se expresan en el llamado "nivel de activación o la capacidad reactiva del hombre. (Ivanov, 1988; Daleva, 1988).

El enfoque psicobiológico está sustentado por el concepto de activación, la cual puede mantenerse a un nivel óptimo a partir de los complejos mecanismos de la homeostasis donde las aminas biogénicas en general y las catecolaminas (adrenalina y noradrenalina) representan uno de los reguladores vitales del organismo. (Frankenhaeuser, 1981; Frankenhaeuser y Johansson, 1986).

El desarrollo de este enfoque ha contribuido al conocimiento de ciertas regularidades del funcionamiento endocrino y su relación con la conducta

en hombre y animales. Todo parece indicar que las catecolaminas están asociadas a las particularidades y tipo de actividad nerviosa superior, y aunque esta relación entre la fuerza, el equilibrio y la movilidad de los procesos nerviosos expresados en términos psicológicos, son las propiedades específicas del comportamiento (tipos psicológicos); están mediados por otros numerosos reguladores, no son lineales y pueden ser inferidas o al menos clasificadas a partir de los indicadores del funcionamiento endocrino. (Daleva, 1988; Galubieva, 1985).

El hallazgo de una cierta "tipología genética" fundamentada en que uno o varios genes están asociados al control del metabolismo de las catecolaminas, en particular en el BALB/C, (Kozak, 1985), lo que pudiera ser el causante de las variaciones observadas en estas aminas. Si esta hipótesis resulta cierta, pudiera ilustrar como la mutación de un importante sistema de regulación hormonal contribuye a establecer diferencias en las propiedades biológicas y psicológicas, permitiendo la relación de unas a partir de otras, tomando en cuenta el papel de numerosos mediadores.

Otro fundamento de la relación catecolaminas-capacidad de respuesta, que no es más que una forma de representación de otra de mayor generalidad, lo biológico y lo psíquico, esta dada por la bioquímica y la terapéutica de los trastornos afectivos. La noradrenalina disminuye los trastornos depresivos, administrada en forma lenta y correcta, y a bajas concentraciones se ha reportado un aumento de la vigilia y de la conducta exploratoria del animal. (Larragoiti, 1980).

En resumen, existen evidencias que aconsejan el estudio del comportamiento endocrino en general y de las catecolaminas en particular, con la intención de investigar sus relaciones con la capacidad reactiva de los seres humanos.

A partir del supuesto hipotético de que existen diferencias en la capacidad y dinámica de excreción de catecolaminas, adrenalina y noradrenalina y que en función de algunos mediadores de la

individualidad: el sexo y la edad, están influyendo en el establecimiento de la respuesta psicofisiológica (evaluada mediante el nivel de activación) se realiza el presente estudio experimental.

## MATERIALES Y METODOS

Fueron evaluadas 48 mujeres clínicamente sanas al momento del estudio, con una edad promedio de 29 años ( $\sigma \pm 7.5$ ).

En el Laboratorio de Psicofisiología del Instituto de Medicina del Trabajo (IMT), se evaluó la excreción de catecolaminas (adrenalina y noradrenalina) a primera hora de la mañana. El medio biológico utilizado fue la orina de la primera micción, procesada mediante el método espectrofluorimétrico de Carlsson y Waldeck (1958), donde fueron determinados adicionalmente los gramos de creatinina, (Tausaky, 1962); para compensar las diluciones en la orina cuantificados mediante un espectrofotómetro Pye Unicam. El espectrofluorímetro utilizado fue de la marca Baird. RC-200.

El nivel de activación fue evaluado mediante una batería de pruebas, que comprendió:

### Frecuencia Crítica de Fusión (FCF).-

Mediante el método de los límites y en sus modalidades ascendentes y descendente promediando cinco presentaciones en cada modalidad, en un Flicker Digital, ITEM 502, de la T.K.K. Japón, según el programa recomendado por el fabricante.

### Tiempo de Reacción Discriminativo (TRD).-

Se evaluó mediante el paradigma estandarizado, recomendado por el grupo de investigadores del IMT, que cuenta con 24 presentaciones de luces, colores y sonidos los cuales exigen reacciones de manos y pie con la siguiente formulación: luz azul, mano derecha; luz amarilla, mano iz-

quierda; luz roja, pie derecho. Cualquier señal luminosa acompañada de un sonido particular indica la necesidad de no efectuar ninguna respuesta motora.

Todas las evaluaciones fueron realizadas con el Discriminative Reaction Tester ITEM 1112, T.K.K., Japón.

Los resultados se expresan a partir del coeficiente de variación entre las respuestas.

### Tiempo de Reacción Simple (TRS).-

Se registra con el equipo antes mencionado (ITEM 1112) promediando las respuestas de 10 umbrales con la mano correspondiente al hemisferio dominante, ante un estímulo luminoso.

### Umbral de Discriminación Táctil (UDT).-

Determinado por diez umbrales absolutos tomados del anverso de la muñeca, en el sentido de los huesos y evitando las superficies pobladas de los pelos. El equipo utilizado fue un Estesiómetro de Spearman. ITEM 109, T.K.K., Japón.

Toda la información se registró individualmente y las mediaciones en ambos niveles: bioquímico y psicofisiológico se realizaron por el mismo equipo de investigadores, después de la toma de muestra de orina.

Los datos fueron procesados a partir de un método multivariado: el análisis factorial, rotación EQUIMAX, Método de IMAGE, considerado en el Statistical Package for the Science en una versión para computadoras personales (1985).

## RESULTADOS Y DISCUSION

La estadística descriptiva ( $\bar{x}$  y  $\sigma$ ) de las variables utilizadas se expresan en la tabla N° 1. Como puede observarse en el caso de las catecolaminas. La desviación estandar nos hace pensar en una gran variabilidad individual en ambos indicadores.

El promedio de la edad en nuestra muestra, asegura que estamos en presencia de un grupo de mujeres jóvenes, su rango de valores fue de 17 a 41 años, lo que brinda una cierta particularidad a los resultados obtenidos en nuestra investigación, ya que suponemos una relativa homogeneidad en la capacidad funcional del sistema neuroendocrino. (Tabla N° 1)

**Tabla N° 1**

**Estadística descriptiva de las variables evaluadas**

	$\bar{x}$	$\sigma$
Edad	29.06	7.49
Tiempo de Reacción Discriminativo (C.V)%	28.30	8.28
Tiempo de Reacción Simple	341.06	87.86
Umbral de Discriminación Táctil (mm)	15.37	5.14
FCF. Descendente Hz	32.71	3.00
FCF Ascendente Hz	31.12	2.07
Adrenalina (crea)	0.2308	0.2552
Noradrenalina (crea)	0.2248	0.2737

Con respecto a los valores de cada indicador aislado, se destaca la irregularidad y pobre ejecución en la tarea que más comprometía el nivel de abstracción, la velocidad, así como la discriminación de respuesta expresadas en el tiempo de reacción complejo. Se considera inadecuado un nivel de ejecución que se refleja en un coeficiente de variabilidad (C.V) mayor de 24.9 % (T.K.K, ITEM 1112. 1980). El tiempo de reacción simple puede considerarse algo enlentecido, los valores promedio para la población sana fluctúan entre  $200 \pm 50$  ms (Garret, 1959).

Los umbrales del UDT y la FCF ascendente y descendente se encuentra dentro de los límites normales según algunas experiencias normalizativas realizadas en nuestra institución (Almirall y Col., 1990).

La técnica de Análisis Factorial aplicada consideró la existencia de aquellos factores cuyo valor del vector propio fuera mayor que uno,

dependiendo la idoneidad del proceso estadístico de los coeficientes Kaiser-Meyer-Olkin para determinar si la muestra es adecuada o no para el tratamiento previsto, con el mismo fin se calcularon el Test de Especificidad Bartlett y la diagonal de la matriz de covarianza (AIC) (Ver Tabla N° 2).

**Tabla N° 2**

**Valores de las medidas de adecuación para evaluar la confiabilidad del análisis factorial**

Adecuación de la muestra :	
Coficiente Kaiser-Meyer-Olkin	= 58.536
Test de especificidad de Bartlett	= 52.88 ( $p < 0.03$ )
Diagonal de la matriz de covarianza	> 0.9

Los resultados obtenidos a partir de las restricciones impuestas en cuanto a la significación nos habla de tres factores significativos, que explican el 65.2 % de la varianza.

**Tabla N° 3**  
**Matriz Factorial**

(Solo se representan las saturaciones significativas)

Variables	Factores		
	I	II	III
Edad	24		
Tiempo de Discriminación (CV)			
Tiempo de Reacción Simple			.24
Umbral de Discriminación Táctil			
F.C.F. Descendente	.24		-.20
F.C.F. Ascendente	.35		
Adrenalina		.32	
Noradrenalina		.28	
Valor del vector propio	2.07	1.90	1.23
% Varianza	25.9	23.8	15.4
% Varianza Total = 65.2			

## Factor 1.- Edad y Reactividad General.

Representa las relaciones entre el más importante de los mediadores biológicos y el nivel de "reactividad general" evaluado mediante los distintos métodos de registro de la Frecuencia Crítica de Fusión.

Se ha llamado la atención sobre la influencia que tiene la edad sobre el nivel de activación. En un intento normalizativo, Almirall (1990) demostró que este indicador disminuía en aproximadamente un 10 al 15% cuando los sujetos sobrepasaban la quinta década de la vida.

Un estudio reciente de Mayor (1990) demostró que existe una regularidad en el alargamiento de los tiempos de reacción, proporcional a la edad, es decir al dividir una población comprendida entre los 20 y 60 años en intervalos de diez, los tiempos de reacción más bajos del intervalo inferior en edad eran tan altos como los mejores registros del superior.

Sin embargo, al estudiar las relaciones entre la edad y otras modalidades para la evaluación del nivel de alerta, en específico la variabilidad de la frecuencia cardíaca, no mostró asociación con este indicador, lo que hace pensar en la importancia que reviste la modalidad utilizada para la determinación de este nivel de activación. (Almirall, 1990).

En este punto, inciden a nuestro juicio varios factores entre ellos, en primer orden, la capacidad funcional real Sistema Nervioso Central (SNC), en particular la dinámica en la transmisión y procesamiento de la información. Es conocido que ante acciones que requieren la manipulación consciente de información por parte del sujeto, existe una significativa diferencia en la transmisión y procesamiento de ésta a nivel de las vías y analizadores.

Los telerreceptores conforman en este sentido, modalidades perceptuales (visual y auditiva) muy rápidas, lo cual pudiera estar muy relacionado con

el trabajo de los neurotransmisores y éstos pudieran de algún modo condicionar, dentro de ciertos límites, la velocidad de respuesta del sujeto, no tanto en el período de transmisión, como en el de análisis de la misma. (Almirall, 1985). Este factor explica el 25.9 % de la varianza.

## Factor 2. Catecolaminas y Tiempo de Discriminación (TD).

Este factor muestra una evidencia empírica de la hipótesis propuesta, apoyando nuestro criterio sobre la unidad psicobiológica del hombre.

Es incuestionable que de toda la batería de pruebas propuestas para evaluar la reactividad, aquella que más compromete los procesos de análisis y síntesis es la valoración del tiempo de discriminación.

Este factor explica el 23.8 % de la varianza y muestra una total independencia de las otras pruebas psicofisiológicas ejecutivas aplicadas a nuestros sujetos, considerando este indicador la interrelación funcional de dos analizadores (Visual y auditivo), además de la importancia comprobada de la respuesta motora.

Puede considerarse esta relación catecolaminas-reactividad, como uno de los niveles complejos de expresión de la personalidad o al menos de sus rasgos externos, los cuales han recibido un tratamiento exhaustivo en los últimos años.

Cooper (1988) y Niemcryk y Col. (1987) entre otros describieron una relación entre los llamados patrones A y B de conducta y los niveles de excreción de las catecolaminas. Frankenhaeuser (citada por Cooper, 1988) comparó dos grupos de personas clasificadas como patrón A ó B de conducta desde el punto de vista del estado de alerta (reactividad) durante períodos de descanso y tras una actividad agotadora. Según los niveles, de catecolaminas, cortisol y otras medidas psicofisiológicas como el ritmo cardíaco, las personas del Tipo A se encontraban en un estado de alerta igual o mayor durante el reposo que después de

una actividad mental agotadora, mientras que las personas del Tipo B siempre se encontraron en un estado mayor de alerta durante la actividad que durante el reposo.

### Factor 3.- Reactividad psicofisiológica.

La conformación de este factor nos habla de la expresión de la unidad del nivel de activación y las relaciones entre diferentes modalidades de evaluación. Explica el 15.4 % de la varianza.

La capacidad de respuesta del ser humano, esta mediada por algunas características constitucionales, tal como se expresó en el análisis del Factor 2, lo que ha clasificado las modalidades sensoriales a partir de la velocidad con que es tramitada la información. (Loukacuskas y Col, 1982; Luria, 1977; Wolf, 1976).

El tacto es un sentido paralelo a la visión y esta comprobado que la interrelación de diferentes sistemas funcionales se manifiestan con un efecto sinérgico, en oportunidades sincronizado (Almirall, 1985). Este argumento explicaría que el aumento en los valores del UDT y TRS, estén asociados a una disminución de la FCF, evaluada por el método descendente.

En otras palabras, ambas modalidades de expresión del nivel de activación, aunque difieren en la dirección de sus valores, representan similares consideraciones hacia el mismo, probablemente asociados al tipo de actividad realizada en el experimento (esfuerzo mental) y el tipo de estímulo, visual-auditivo.

### CONCLUSIONES

En nuestro estudio la reactividad psicofisiológica en mujeres clínicamente sanas puede ser explicada al menos por tres "unidades funcionales" o factores, los cuales no presentan

una relación lineal con la excreción de adrenalina y noradrenalina.

El factor 1, representativo de la edad en relación con los indicadores del nivel general de activación (TRS y FCT).

Un factor 2, que definió el patrón psicobiológico, conformado por la capacidad reactiva a estímulos complejos y la excreción de adrenalina y noradrenalina en condiciones normales de la vida cotidiana.

Las relaciones entre diferentes unidades funcionales, capaces de ser expresadas por el nivel de activación (general y específico que se representan en el factor 3, donde el UDT y TRS se asocian a la FCF indicador general del nivel de activación en forma inversa.

Los resultados alcanzados aconsejan continuar las investigaciones para considerar otros aspectos que puedan mediar o influenciar decisivamente las relaciones entre la capacidad reactiva y un hipotético patrón de excreción de catecolaminas. En próximos trabajos resultaría imprescindible la consideración de otras relaciones, fundamentalmente la que pueda resultar entre el patrón de respuestas endocrino y la tipología fisiológica del SNC, así como las características generales psicológicas de los seres humanos, tales como el temperamento y las estrategias o estilos cognitivos humanos.

De comprobarse en futuros estudios, ciertas regularidades en la capacidad potencial del sistema endocrino en general y de las catecolaminas en particular, así como su relación con el nivel general de alerta y la dinámica de los procesos cognitivos, pudiera convertirse el análisis de las catecolaminas en un examen de gran importancia, el cual se justificaría en aquellas profesiones con altas demandas en la toma de decisiones y precisión de respuestas, en las cuales la velocidad del procesamiento de información, es decisiva. □

## BIBLIOGRAFIA

- 1- Almirall. P., González. C.J., Vergara. A; "Carga de Trabajo y UDT". *Boletín del Instituto de Medicina del Trabajo*. Vol. 1, Nº 2: 85; 1985.
- 2- Almirall. P; F.C.F. "Valores en sujetos sanos". *Boletín de Psicología del Hospital Psiquiátrico de La Habana*. Vol. XIII, Nº 1; 1990.
- 3- Carlsson. A; Waldeck. B. "Ensayo de los trihidroxindoles para la estimación de dopamina en orina". *Acta Physiol-Scand*. 144 : 293; 1958.
- 4- Cooper. C.L. "El comportamiento propenso al estrés: la personalidad Tipo A". *Los factores psicosociales en el trabajo y su relación con la salud*. Compiladores: Kalimo. R; El Batawi. M; Cooper. C.L.; Organización Mundial de la Salud. pp 3; Ginebra. 1988.
- 5- Daleva. M. "Reacciones metabólicas y neurohormonales del estrés profesional". *Los factores psicosociales en el trabajo y su relación con la salud*. Compiladores: Kalimo. R; El Batawi. M; Cooper. C.L. Organización Mundial de la Salud; pp 48; Ginebra. 1988.
- 6- Frankenhauser. M. "Coping With stress at work". *International Journal of Health Services*. Vol 11, Nº 4 : 491; 1981.
- 7- Frankenhauser. M; Johansson. G. "Stress at Work: psychobiological and psychosocial aspects". *International Review of Applied Psychology*. Vol. 35: 287; 1986.
- 8- Golubieva. A.C. "Sobre el estudio de las proporciones entre las propiedades generales y específicas humanas de la Actividad Nerviosa Superior, mediante métodos psicofisiológicos". *La Ciencia Psicológica Soviética*. Editorial Nauká; pp 82-92; Moscú. 1985.
- 9- Ivanov. V. "Methodological and Psylosofical Aspects of Psychophysiology". *Proceedings of 4th Conference of the International Organization of Psychophysiology*. Praha. 1988.
- 10- Kalimo. R; "Los factores Psicosociales y la salud del trabajador; panorama general". *Los factores psicosociales en el trabajo*. Compiladores : Kalimo. R; El Batawi. M; Cooper. C.L. Organización Mundial de la Salud. pp 39; Ginebra. 1988.
- 11- Kozak. P.L. "Genetic Variation in Catecholamine Responsive Metabolic Pathways. A Hypotesis for a Common Regulatory Mechanism in BALB/C Sublines". *Current Topics in Microbiology and Immunology*. Vol. 122 : 66; 1985.
- 12- Larragoiti. L. **Bioquímica y Terapéutica de los trastornos afectivos**. Publicación del Hospital Psiquiátrico de La Habana: Ministerio de Salud Pública. pp-9; 1980.
- 13- Loukacuskas. S.A.; Obielyanis. U.B; Rauba. P.Y. "A method of studing efficiency of tactile motor analyzer". *Vaprosi Psicologi*. 2: 130; 1982.
- 14- Luria A.R. **Las funciones corticales superiores del hombre**. Editorial Orbe; pp 445; La Habana. 1977.
- 15- Mayor. R.J. **Indicadores psicofisiológicos de la dinámica cognitiva : TR y p300**. Tesis de Candidatura. Facultad de Psicología. Universidad de La Habana, 1990.
- 16- Niemcryk. S.J.; Jenkins. D.C; Rose. M; Hurst. W.E. "The Prospective Impact of Psychosocial Variables en Rates". *Journal of Occupational Medicine*. Vol. 29 Nº 8: 235; 1987.
- 17- S.P.S.S. Inc. **Statistical Pakace for the Social Science / Pc Reference Card**. USA. 1985.
- 18- Tausaky. H.H. **Métodos seleccionados de análisis clínicos**. Vol. II. Editor Aguilar S.A; pp. 133-153; Madrid. 1962
- 19- Wolf. N; **Neurobiología. Principios básicos de Psicofisiología**. Hermman Ediciones. pp 119; Madrid. 1976.