Violencia y cerebro

Escobar A,[1] Gómez González B[1]

RESUMEN

Violencia es una actitud que se asocia a mecanismos generados en el sistema nervioso central (SNC). La participación del SNC en la conducta violenta genera actividad somática y visceral, ya que participan los sistemas sensorial, motor y autónomo, además de los sistemas endocrino e inmune, que forman parte de la reacción de alarma ante una situación de estrés. Sin embargo, mecanismos de aprendizaje y memoria, que también dependen del SNC, pueden aumentar, disminuir o eliminar la conducta violenta. Desde el punto de vista filogenético la conducta violenta ocurre en prácticamente toda la escala animal. Las estructuras del sistema nervioso central que participan incluyen: el sistema límbico; estructuras no límbicas, tallo cerebral y médula espinal. Del sistema límbico participan con significación funcional y conectividad la amígdala, formación hipocámpica, hipotálamo, tálamo, corteza prefrontal dorsal y orbitaria, circunvolución del cíngulo, la sustancia gris periacueductal y el área tegmental ventral en el mesencéfalo. Las estructuras no límbicas incluyen las neocortezas específicas y asociativas, unimodales y heteromodales, así como los núcleos motores, somáticos y viscerales, en el tallo cerebral y médula espinal. En otras palabras, todo el SNC participa, estructural y funcionalmente, conjuntamente con la amplia gama de neurotransmisores necesarios para la función de las interconexiones entre estructuras límbicas y no límbicas. El resultado de la puesta en juego de todo el SNC conduce a hacer manifiestos los patrones de conducta apropiados con el substrato psicológico correspondiente. En el ser humano y en algunos modelos animales se ha logrado esclarecer la significación funcional de cada una de las estructuras participantes en las respuestas emocionales. La amígdala, una de cuyas funciones incluye la memoria emocional, es indudablemente la estructura básica en la valoración de los estímulos a los que se enfrenta el individuo y a la generación de las respuestas emocionales a cada una de las experiencias, agradables o desagradables, intrínsecas o extrínsecas, que ingresan al SNC. La estimulación de la amígdala puede desencadenar conducta de agresión, y lo mismo ocurre por la estimulación del hipotálamo con el que tiene conexiones. El fenómeno de "falsa rabia" (sham rage) *que se presenta en el animal decorticado y en el animal hipotalámico es demostrativo de que la corteza cerebral ejerce efecto modulador inhibitorio sobre la conducta violenta. Así mismo, la ablación de la amígdala, en la lobectomía temporal bilateral, conlleva la desaparición de la conducta violenta, como se describe en el síndrome de Klüver-Bucy. En conclusión, la conducta violenta constituye una función normal del encéfalo del hombre y de otros animales en la filogenia, cuya manifestación puede ser regulada por la corteza cerebral. No en balde el aserto antiguo: "corticalización es civilización".*

Palabras clave: *agresión, violencia, conducta, sistema límbico, estrés.*

Rev Mex Neuroci 2006; 7(2):156-163

Violence and brain

ABSTRACT

Nowadays violence and aggression seem to be a rampant pattern of behavior in modern societies all over the world. It seems that aggression and violent behavior have evolved to form part of the cultural legacy to present day human lineage; all this due to the multiple factors underlying the genesis of violence, the daily life stress being one of them and possible the most important. Violence is an attitude associated to mechanisms generated in the central nervous system (CNS). Due to participation of CNS in violent behavior, both somatic and visceral activities are concomitantly generated since sensory, motor, and autonomic nervous system are included; also the endocrine and immune systems being part of the alarm reaction facing an stress situation. However, mechanisms of learning and memory, which also depend on the CNS, may increase, diminish or eliminate the violent behavior. Violent behavior in phylogeny is universal in all the animal scale. Participating neural structures include the limbic system; also non-limbic structures such as brain stem and spinal cord. In the limbic system participate with functional significance and connectivity the amygdala, hippocampal formation, hypothalamus, thalamus, the dorsal, medial, and orbital prefrontal cortices and the cingulate cortex, and in the mesencephalon the ventral tegmental area and periaqueductal gray. The non-limbic structures also include the specific and nonspecfic afferent pathways, the neocortical areas specific and associative, both unimodal and heteromodal, the motor nuclei, both somatic and visceral, in the brain stem and spinal cord. To say it simple, all the CNS participates, structurally and functionally, associated to all the neurotransmitters needed to make it work the interconnections between limbic and non-limbic structures. It is this interplay in the CNS that brings forth the appropriate behavioral patterns along with their psychological substrata. The functional significance of each neural structure participating in emotions has been understood by studies in the human and in some animal models. The amygdala involved in emotional memory is beyond any doubt the basic structure to properly validate the wealth of stimuli that all humans have to face in daily life and generate the emotional response whether the experience may be agreeable or disagreeable, extrinsic or intrinsic, traveling into the CNS. Aggressive behavior is triggered following stimuli applied to the amygdala, and a similar response is observed by stimulation on the hypothalamus, both of which are interconnected. Sham rage observed both in the hypothalamic animal model and in the decorticated animal, constitutes a pattern of aggressive behavior due to lost of the neocortical inhibitory effect. On the contrary, violent behavior and aggression fade away subsequent to bilateral temporal lobectomy including the amygdala. In conclusion violence and aggression constitute a normal function of the human CNS and of other vertebrates in phylogeny. No wonder it was asserted in the near past "corticalization means civilization".

Key words: *Aggression, violence, behavior, limbic system, stress.*

Rev Mex Neuroci 2006; 7(2): 156-163

1. Dpto. de Biología Celular y Fisiología, Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM.

Correspondencia: Alfonso Escobar
Dpto. Biología Celular y Fisiología, Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM, Ciudad Universitaria, 04510, México, D.F.
Correo electrónico: alesiz@servidor.unam.mx

Cualquiera puede ponerse furioso...
eso es fácil.
Pero estar furioso con la persona correcta,
en la intensidad correcta,
en el momento correcto,
por el motivo correcto,
y de la forma correcta...
eso no es fácil.

Aristóteles, Ética Nicomaquea

INTRODUCCIÓN

Tal parece que en el momento actual se ha puesto de moda hablar de la violencia como patrón de conducta habitual en el ser humano. Prácticamente cada día noticias relacionadas con la violencia aparecen en los periódicos, de conducta violenta que se expresa de modos variados, todos ellos con propósito de infligir daño a otros de la misma especie. Predominan dos tipos de violencia, la que se refiere a acción criminal contra otros, en su modalidad de homicidio, asalto, robo, etcétera, y la que implica violencia intrafamiliar, sobre todo dirigida a las mujeres y a los niños con el consiguiente daño físico. Una noticia periodística reciente[1] asienta que "...de los más de 20,000 casos de violencia intrafamiliar denunciados al año ante la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal donde ocho de cada diez víctimas son mujeres"; y añade, que el "Centro de Atención a la Violencia Intrafamiliar... que de cada tres familias dos están inmersas en una espiral de violencia que se confunde con el trato cotidiano". En los años noventa la violencia contra las mujeres se constituyó en el centro de atención e interés de las organizaciones internacionales. En 1993 la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó la Declaración sobre la Eliminación de la Violencia Contra la Mujer, seguida en 1994 por la Organización de los Estados Americanos que en la Convención Interamericana discutió el Protocolo para Prevenir, Castigar y Erradicar la Violencia Contra la Mujer. En 1999 la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró el 25 de noviembre como Día Internacional para la Eliminación de la Violencia Contra las Mujeres. En México, la Encuesta Nacional de Violencia Contra las Mujeres, aplicada en mujeres mayores de 15 años de enero a marzo de 2003 mostró que dos de cada 10 sufrieron violencia de su pareja, y cuatro de cada 10 habían sido agredidas por personas cercanas a ellas.[2] Datos similares se obtuvieron en la Encuesta Nacional de la Dinámica de las Relaciones en los Hogares, 2003: 47 de cada 100 mujeres mayores de 15 años sufren violencia emocional (38), económica (29), física (8) o sexual (9) por parte de la pareja, con mayor frecuencia en las mujeres jóvenes, que trabajan, que tienen hijos y educación básica.[3] Las cifras de muertes violentas en mujeres son difíciles de interpretar, pero parece ser que las mujeres jóvenes son las más afectadas por violencia mortal. Por lo que concierne a la violencia contra menores de edad, en el VII Congreso de Latinoamérica y II Iberoamericano sobre la Violencia Contra Niños y Adolescentes, se propuso definir el maltrato infantil como "toda agresión intencional dentro y fuera del hogar contra un menor(es), antes o después de nacer que afecte su integridad biopsicosocial, realizada habitual u ocasionalmente por una persona, institución o sociedad en función a su superioridad física o intelectual."[4] El problema del maltrato infantil, en todas las variedades imaginables, es problema universal, tanto en países desarrollados como en los no desarrollados del llamado tercer mundo. En México el problema es grave, a tal grado que existe una Clínica de Atención al Niño Maltratado en el Instituto Nacional de Pediatría en colaboración con la UNAM. Las cifras de la Dirección General de Epidemiología refieren que en 1998, en niños de uno a 15 años hubo 22% de lesiones de cráneo y 15.1% faciales.[5] En la Unión Americana, la Academia de Pediatría[6] informó en 1996 de tres millones de denuncias de maltrato infantil que correspondieron a maltrato físico en 23%, abuso sexual en 9%, negligencia en 60%, privación emocional en 4% y el restante 4% a otras formas. En Argentina también existe interés por mejorar la situación de los niños que son objeto de violencia, y varias instituciones de esa nación han hecho estudios al respecto, en una de ellas se analizan los factores sociales, económicos y educativos que participan en el maltrato infantil.[7] En otra monografía se señala que 51% de los asesinos de menores de 12 años son sus padres y padrastros. En casi la mitad de los casos, los padres dicen que estaban "sólo tratando de disciplinar al niño". Las palizas fatales fueron propinadas por "infracciones" como tapar el televisor, llorar, o ensuciar los pañales.[8] La literatura médica/social sobre el tema es abundante (véase la excelente revisión en ref. 9)

La información precedente, como introducción al tema de la violencia/agresión requiere que, a continuación, para evitar confusión y dar precisión a los términos empleados, se expongan las definiciones correspondientes.

Definición de violencia[10] I

1a. Aplicación de fuerza física con el propósito de lesionar o maltratar.
1b. Cualquier caso de trato o procedimiento rudo.
2a. Acción o fuerza intensa, turbulenta o furiosa, destructiva.

2b. Sentimiento o expresión vehemente; tendencia a acción violenta, sacudir fuertemente.

Definición de Violencia[11] II

Expresión de hostilidad y rabia por medio de fuerza física dirigida contra personas o cosas. Agresión en forma extrema e inaceptable, sin justificación dado que hay otras formas más constructivas y humanas de expresar el enojo.

El lenguaje que se maneja en estos casos incluye, además, otros términos: rabia, enojo, agresión, emoción, afecto, que también requieren ser definidos en forma precisa, ya que llevan implícita la conducta violenta.[11]

Rabia. Estado emocional caracterizado por enojo violento, incontrolable, intenso, con disposición corporal hacia el ataque. Combinación de afecto y conducta que se muestra por medio de amenaza verbal y corporal, expresión facial hostil. Es una respuesta asociada a frustración, que si se provoca puede resultar en violencia.

Enojo. Estado emocional de desagrado, generalmente de antagonismo, que se manifiesta con tensión y hostilidad causadas por frustración, real o imaginada, desprecio, amenaza, injusticia. Se asocia con respuesta visceral: taquicardia, hipertensión, taquipnea, sudoración, e hiperglicemia; forma parte de la "reacción de alarma" para el ataque o la huida. La conducta varía de inatención causal a violencia verbal o física.

Agresión.[12,13] Conducta de enojo, espontánea o motivada, individual o gregaria, que atenta contra la integridad física o psicológica de otro(s) con intento de equilibrar la especie, selección de jerarquía y defensa del grupo. Aparece en individuos normales o con patología del SNC, p. ej. en epilepsia del lóbulo temporal por lesiones de la amígdala, la llamada "furia epiléptica".

Emoción.[14,15] Acción o movimiento, subjetivo y objetivo. Visible a quienes nos rodean, dado que ocurren en la cara, en la voz, en conductas específicas, algunos de los componentes de la emoción no son visibles a primera vista, pero lo son con un sondeo científico, tales como determinación hormonal, y patrones de ondas en el EEG. Las emociones se expresan "en el teatro del cuerpo." Las emociones se pueden clasificar en tres categorías: emociones básicas, emociones primarias y emociones sociales.

Sentimiento.[14,15] Afecto, evento implícito en y generado por la emoción, es, por otro lado, subjetivo, siempre oculto, como debe ser toda imagen mental, invisible para todos excepto para el que lo genera, es la propiedad más privada de la persona en cuyo cerebro se genera. Los sentimientos "actúan en el teatro de la mente." Pueden ser agradables o desagradables, primarios o secundarios. Los sentimientos secundarios incluyen amor, odio, deseo, alegría, tristeza, incertidumbre, manifiestan cariño, agresión, generosidad, protección, rechazo, búsqueda. Las emociones preceden a los sentimientos; pero ambos se hallan tan íntimamente relacionados que se tiende a pensar que constituyen un solo fenómeno.

Toda experiencia psicológica –subjetiva– es información que incluye: sensaciones, percepciones, emociones y pensamientos. La conducta –correlato objetivo– permite el estudio científico.

Violencia es una actitud que se asocia a mecanismos generados en el sistema nervioso central (SNC).[16,17] La participación del SNC en la conducta violenta genera actividad somática y visceral, ya que participan los sistemas sensorial, motor y autónomo, además de los sistemas endocrino e inmune, que forman parte de la reacción de alarma ante una situación de estrés. Sin embargo, mecanismos de aprendizaje y memoria, que también dependen del SNC, pueden aumentar, disminuir o eliminar la conducta violenta. Desde el punto de vista filogenético la conducta violenta ocurre en prácticamente toda la escala animal.

La agresión y la violencia son conductas complejas asociadas a múltiples causas. En general, los machos son más agresivos que las hembras. Los ratones machos raramente atacan a las hembras; en cambio, en la especie humana, las mujeres constituyen el blanco más común de la violencia. En ratones, y seguramente también en los seres humanos, los niveles de testosterona y de estrógenos se

Figura 1. Corte sagital del encéfalo. Se señalan las estructuras que participan en la generación de conducta violenta (Véase texto).

correlacionan con la intensidad de la agresión. La castración reduce violencia y agresión.

Las estructuras cerebrales que participan incluyen: el sistema límbico, estructuras no límbicas: tallo cerebral y médula espinal[18] (Figura 1). Los estímulos exteriores e interiores capaces de generar emociones, p. ej. violencia y agresión, se hallan sujetos a una ruta neural bien definida que la conforman varias estructuras encefálicas. Por principio los estímulos sensoriales se originan en los receptores de nervios periféricos espinales y craneales correspondientes, se relevan en la médula espinal y en el tallo cerebral para ser llevados a los núcleos específicos del tálamo y a la formación reticular, el relevo talámico como vías tálamo-corticales conducen los estímulos a las cortezas sensoriales específicas, que de allí continúa por las conexiones córtico-corticales a las cortezas asociativas, unimodal y heteromodal, para incorporarse al sistema límbico. Este sistema comprende estructuras encefálicas que poseen significación funcional y conectividad de las que con carácter primordial y con localización en el lóbulo temporal son la amígdala como núcleo subcortical, y la formación hipocámpica –corteza entorrinal, subículo e hipocampo– este último como estructura paleocortical. La amígdala y la formación hipocámpica tienen conexiones diencefálicas con el hipotálamo, y a través del tálamo con la corteza prefrontal dorsolateral y ventromedial, y con la circunvolución del cíngulo en la cara medial del hemisferio cerebral, las que conjuntamente dan origen a las emociones y sentimientos, así como a las respuestas viscerales correspondientes, en cuya manifestación participan los núcleos neuronales autónomos del tallo cerebral y de la médula espinal, con los que establecen conexiones descendentes.[19, 20] Se debe mencionar que la formación hipocámpica, localizada en la quinta circunvolución temporal, incluye, además de la corteza entorrinal, el subículum, y el hipocampo con el giro dentado. Otras estructuras límbicas que también participan son los núcleos del septum, el núcleo accumbens en el neoestriado, y los núcleos del área tegmental ventral y la sustancia gris periacueductal en el mesencéfalo. Las conexiones con la formación reticular son indispensables para mantener el estado de conciencia de vigilia y la atención indispensable para que la función perceptual y generadora de emoción y sentimiento se lleven a cabo.[14]

Por lo expuesto en los párrafos anteriores en el sistema límbico participan estructuras corticales y subcorticales, interconectadas entre sí, que, como ya se dijo, regulan las emociones y los sentimientos que se generan de ellas, y también regulan respuestas fisiológicas, psicológicas y conductuales; tales como el ataque, la huida, sexo, alimentación, sólo para mencionar las más importantes.[18]

Las estructuras no límbicas incluyen las vías aferentes específicas e inespecíficas, así como los núcleos motores, somáticos y viscerales, en el tallo cerebral y médula espinal. En otras palabras, todo el SNC participa, estructural y funcionalmente, conjuntamente con la amplia gama de neurotransmisores necesarios para la función de las interconexiones entre estructuras límbicas y no límbicas. El resultado de la puesta en juego de todo el SNC conduce a hacer manifiestos los patrones de conducta apropiados con el substrato psicológico correspondiente.[18]

En lesiones que ocurren en el ser humano y por el estudio de modelos animales se ha logrado esclarecer la significación funcional de cada una las estructuras participantes en las respuestas emocionales.

La amígdala participa principalmente en las emociones de miedo, enojo, rabia, agresión y violencia. Las neuronas de la amígdala responden de preferencia a estímulos desagradables. La amígdala, además de ser partícipe en los mecanismos de la memoria emocional,[19] es indudablemente la estructura básica en la valoración de los estímulos agradables o desagradables a los que se enfrenta el individuo y en la generación de las respuestas emocionales a los estímulos, intrínsecos o extrínsecos, que ingresan al SNC.[19] La estimulación de la amígdala puede desencadenar conducta de agresión, y lo mismo ocurre por la estimulación del hipotálamo con el que tiene conexiones. Por el contrario, la ablación de la amígdala, como ocurre en la lobectomía temporal bilateral, conlleva la desaparición de la conducta violenta, como se describe en el síndrome de Klüver-Bucy.[21] Este síndrome, descrito en estudios experimentales en *Macaco rhesus*, comprobó que, subsecuente a la amigdalectomía, los animales se volvían dóciles, con tendencia a mostrar conducta oral llevándose todo objeto a su alcance a la boca, como si tuviesen que explorarlos por incapacidad de identificación visual, "ceguera psíquica", y conducta hipersexual.

Estudios experimentales que contribuyeron a esclarecer algunos de los mecanismos y el sustrato estructural de la conducta violenta se llevaron a cabo en el animal decorticado y en el animal hipotalámico, estudios que demostraron el efecto modulador inhibitorio que la neocorteza ejerce sobre el hipotálamo y en general sobre todo el sistema límbico, y por ende sobre la conducta violenta.[22]

La conducta anormal que se genera en el perro parcialmente decorticado y con ablación talámica fue originalmente descrita en 1892 por Goltz.[23] En 1925 Cannon y Britton describieron en el gato decorticado y ablación de los ganglios basales, un trastorno conductual que se manifestó por

piloerección, midriasis, hiperpnea, hipertensión, taquicardia, sudoración, inquietud y agresividad, al que denominaron "falsa rabia" *(sham rage)*.[24] Bard, colaborador de Cannon, aclaró en 1929 la participación del hipotálamo ventral y posterior (animal hipotalámico) para generar sham rage,[25] estudio experimental comprobado ulteriormente por MacLean.[26]

Sustancia gris periacueductal (SGPA). Esta estructura se localiza alrededor del acueducto de Silvio en la porción tegmental del mesencéfalo, contiene grupos neuronales que conforman núcleos diversos y haces que la interconectan con las estructuras límbicas supratentoriales, corticales y diencefálicas, así como fascículos que pasan por ella y otros que la SGPA origina para establecer conexiones importantes con la formación reticular y núcleos motores, sensitivos y autónomos del tallo cerebral que generan los componentes de las respuestas afectivas de violencia y agresión defensivas. Estudios experimentales y clínicos en el ser humano indican que la SGPA, por sus conexiones antes mencionadas, participa en la respuesta de agresión defensiva, vocalización, lordosis, regulación autonómica, conducta relacionada con el miedo, aversión, escape y huida y en la percepción del dolor (Figura 2).

Circuitos y transmisores neurales

La integridad y el buen funcionamiento de circuitos neurales es factor *sine qua non* para que haya respuestas emocionales y conductuales de normalidad. Por ejemplo, el circuito neural clave para la regulación emocional es el que interconecta la corteza prefrontal, amígdala, hipocampo, área preóptica medial y otras regiones del hipotálamo, corteza del cíngulo e insular, cuerpo estriado ventral, y el área dorsal rostral de la sustancia gris periacueductal. Cualquier disfunción, desconexión o cambio estructural en esas áreas puede desencadenar agresión y violencia impulsiva.[27,28]

El funcionamiento normal del sistema serotonérgico asociado con el factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF) inhibe la agresión. Si existe disfunción por decremento en el sistema 5HT o en los niveles del metabolito 5HIAA en el líquido cefalorraquídeo (LCR), aparece impulsividad o agresión intensa en seres humanos, primates no humanos y animales de laboratorio. Otras moléculas como nNO sintasa, histamina, sustancia P, Arginina, vasopresina, esteroides, MAOA, todas vinculadas al sistema 5HT, participan en los mecanismos reguladores de la conducta de agresión.[28]

En todo este conundrum neural que entra en juego para manifestar emociones participa, además, lo que se denomina el sistema neuroendocrino, el que en conexión con el hipotálamo y la hipófisis constituye la base de un eje múltiple cuyos órganos blancos son las glándulas endocrinas. Este eje actúa de tal modo que la adenohipófisis es estimulada por el hipotálamo, por medio de factores y hormonas liberadoras, compuestos proteicos que conllevan a la secreción de las hormonas hipofisiarias: entre ellas la hormona adreno-córtico-trófica o ACTH, la hormona tirotrófica, las gonadotrofinas, etc., y el lóbulo posterior o neurohipófisis desde la que se transmiten las dos hormonas secretadas por los núcleos supraóptico y paraventricular del hipotálamo, la oxitocina y la vasopresina u hormona antidiurética.[26] La ACTH es la hormona más importante en las emociones, ya que se halla asociada al

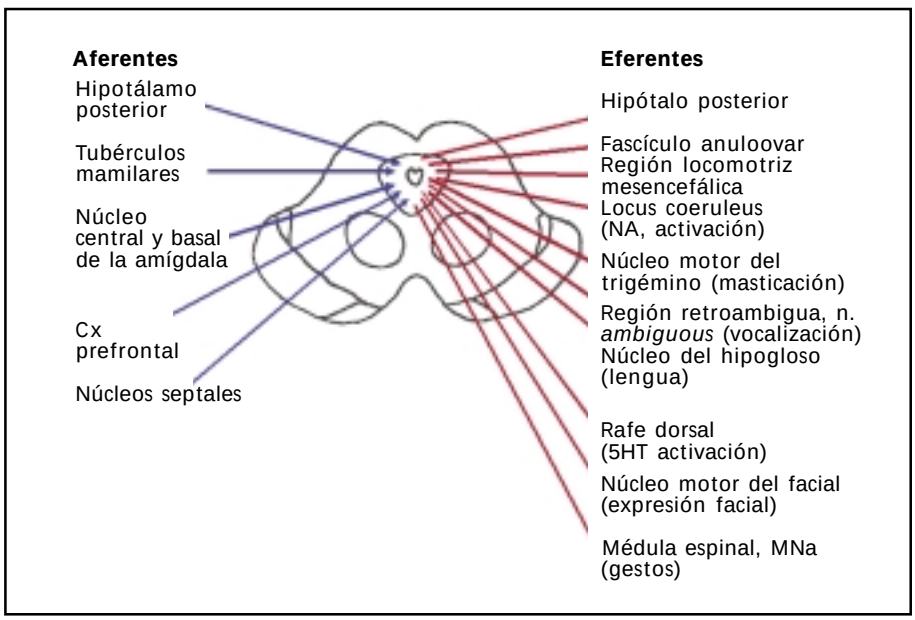

Figura 2. Diagrama del tercio medio del mesencéfalo que ilustra la localización de la sustancia gris periacueductal y sus vías aferentes y eferentes.

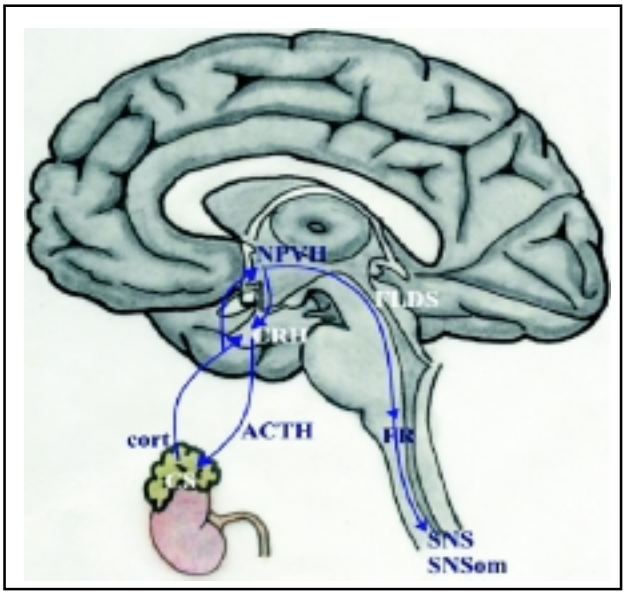

Figura 3. Esquema que ilustra el eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal y su relación con las hormonas de estrés. NPVH: Núcleo paraventricular del hipotálamo, CRH: Hormona liberadora de corticotrofina, ACTH: hormona adrenocorticotrófica, CS: Corteza suprarrenal, cort: cortisol, FLDS: fascículo longitudinal dorsal de Schütz, FR: formación reticular, SNS: sistema nervioso simpático, SNSom: sistema nervioso somático.

estrés, el estímulo más común para desencadenar la sensación de miedo.

ESTRÉS Y VIOLENCIA

Estrés es un término que define las respuestas fisiológicas y conductuales que el organismo presenta ante estimulación aversiva con el propósito de adaptarse a las condiciones cambiantes del medio.[29,30] La respuesta fisiológica de estrés, controlada por el eje hipotálamo –hipófisis– glándula suprarrenal, se caracteriza por aumento en la liberación de varias hormonas al torrente sanguíneo, entre ellas los glucocorticoides, sintetizados por la porción más externa o corteza de la glándula suprarrenal, y la adrenalina, liberada por la parte central o medular de la misma glándula (Figura 3). Las respuestas conductuales de estrés permiten al organismo lidiar con la situación aversiva en una de dos formas: pelear o huir, según las características y posibilidad de adaptación a la situación de estrés.[31]

La respuesta de estrés, fisiológica y conductual, está regulada por el sistema nervioso central, especialmente por aquellas regiones a cargo del funcionamiento óptimo del organismo y así propiciar el mantenimiento del equilibrio interno (*homeostasis*). Entre las regiones implicadas en el control de la respuesta al estrés se encuentran el núcleo paraventricular del hipotálamo, que se localiza en las paredes del tercer ventrículo cerebral, y estructuras del sistema límbico. El sistema límbico, como encargado del procesamiento emocional, participa en la regulación de las respuestas fisiológicas y conductuales de estrés. Las principales regiones límbicas que participan en la respuesta de estrés son la amígdala, el hipocampo, las cortezas del cíngulo y orbitofrontal[32] (Figura 4).

En individuos adolescentes y adultos se ha observado que el estrés contribuye sustancialmente al aumento en la violencia y agresión en el trabajo, escuela y hogar. En una investigación epidemiológica en Islandia con adolescentes de sexo masculino de

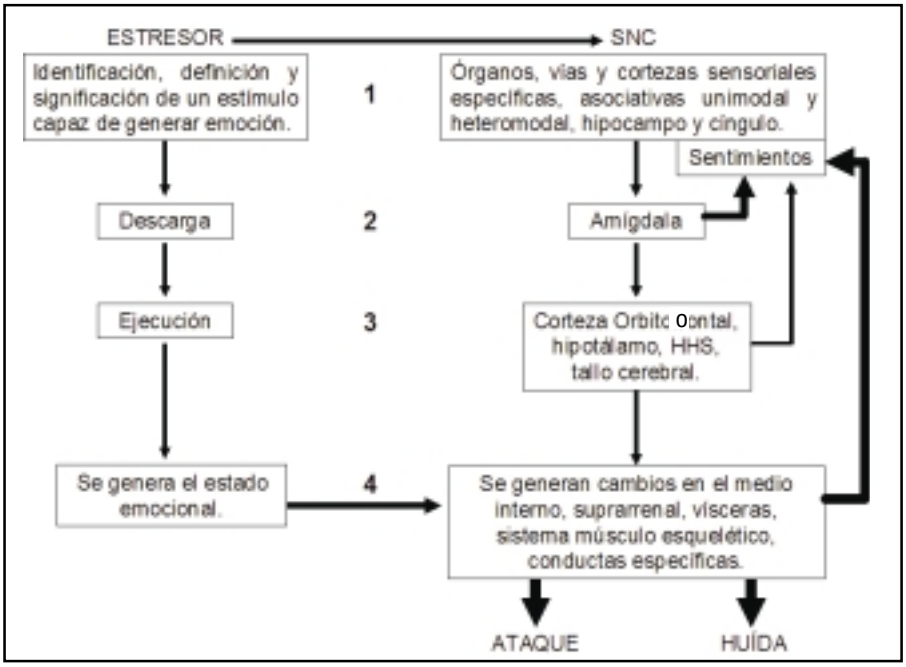

Figura 4. Diagrama que ilustra las interconexiones entre las estructuras neurales que participan en la génesis de la conducta violenta y su relación con el estrés.

15 a 16 años, se encontró aumento en la frecuencia de conductas violentas, peleas e intimidación, asociadas a incremento en la presentación de eventos de vida negativos tales como divorcio, muerte o desempleo de los padres, fracaso académico y falta de o escaso apoyo paterno.[33] En otro estudio en adultos jóvenes del sexo masculino en los Estados Unidos de América, la exposición diaria a eventos de estrés familiar, de trabajo y de tráfico contribuyó al aumento de la conducta de agresión en el sitio de trabajo. Los participantes del estudio que reportaron niveles elevados de estrés durante su camino al trabajo (al conducir un vehículo) también tuvieron mayores niveles de hostilidad expresada (sentimientos de enojo, descontento y actitudes negativas hacia otros) y de obstruccionismo (impedir la ejecución de otros para dañar su reputación) en el trabajo.[34]

En el caso de las personas que padecen síndrome de estrés postraumático, por exposiciones agudas o prolongadas a estrés grave durante algún momento de la vida (p. ej. guerras, terrorismo, secuestro o abuso sexual), se ha descrito que uno de los complejos sintomáticos implica activación conductual anómala, principalmente impulsividad y conducta agresiva con bajo umbral de estimulación.[35] En niños que no sufren trastorno de estrés postraumático, pero que padecieron abusos físicos o sexuales durante periodos prolongados de la infancia se observa aumento en la frecuencia de conducta agresiva física y verbal, en comparación con niños libres de abusos durante el mismo periodo de la vida.[36]

También en modelos animales se ha estudiado la relación entre la respuesta de estrés, la conducta agresiva y su regulación por parte del sistema nervioso central. En los mamíferos, a lo largo del día, ocurren variaciones normales en los niveles circulantes de glucocorticoides con pico máximo justo antes que inicie el periodo de mayor actividad del organismo, en el caso del ser humano y en roedores como el criceto (hámster) y la rata, la máxima liberación de glucocorticoides ocurre antes del despertar y disminuye al final del periodo de actividad; la emisión de conductas agresivas aumenta de acuerdo con los periodos de liberación de las hormonas del estrés y se reduce cuando disminuyen.[37]

Asimismo, la administración de glucocorticoides por vía intravenosa o directamente en los ventrículos cerebrales de ratas macho adultas, aumentó la frecuencia y duración de la conducta agresiva, la cual se reduce significativamente si hay supresión de la síntesis y liberación de las hormonas del estrés. La estimulación eléctrica de los núcleos hipotalámicos mediales que regulan la agresión, además de generar conducta agresiva, produjo aumento en los niveles de glucocorticoides circulantes. De igual forma, la administración concomitante de glucocorticoides facilitó y aumentó la conducta agresiva que genera la estimulación eléctrica del hipotálamo. Funcionalmente se han demostrado interconexión y retroalimentación positiva entre las regiones hipotalámicas que controlan la conducta agresiva y la respuesta adrenocortical por estrés; es decir, si se activa el hipotálamo la conducta agresiva propicia aumento en la respuesta de estrés, y viceversa. Es así que, la respuesta de estrés y la conducta agresiva están interrelacionadas con nivel anatómico y funcional; ambas están reguladas por núcleos hipotalámicos y por el sistema límbico. Tal facilitación mutua contribuye a la precipitación y escalada de conducta violenta que se observa en el ser humano y otros mamíferos bajo condiciones de estrés.[38]

COROLARIO

Lo anteriormente expuesto señala que el sistema nervioso central (SNC), en el hombre y en los vertebrados, es el elemento básico, con raíces profundamente arraigadas en los circuitos neuronales y vías neuroquímicas del encéfalo, para la génesis de agresión y conducta violenta, aunque igualmente el SNC posee estructuras que la inhiben o suprimen. Todo ello se debe a la organización a la que el cerebro humano ha llegado en el mecanismo evolutivo, el llamado cerebro triuno,[39] en el que sus tres componentes actúan como un todo, el reptiliano, el límbico (paleomammalian) y el neocortical neomammalian). Este último con programación y conectividad apropiada conlleva al elemento que se denomina convivencia social, paz, y todos los afectos agradables, que hacen al hombre un ser civilizado.

En conclusión, la conducta violenta constituye una función normal del encéfalo del hombre y de otros animales en la filogenia, cuya manifestación puede ser regulada e inhibida por la neocorteza. No en balde el aserto antiguo: "corticalización es civilización".

COROLARIO NEGRO

El desideratum expresado en el texto anterior no es 100% cierto. El ser humano a través de la historia, con todo y su corteza cerebral cargada de información intelectual, ética, moral, y buenas costumbres, sigue y seguirá generando expresión de violencia en todas sus modalidades, que conllevan a la agresión y destrucción intraespecífica. El mecanismo de función cognoscitiva neocortical, sin participación de estimulación extrínseca, también genera pensamiento de maldad, de crueldad, los que son sólo parte de la naturaleza humana.

REFERENCIAS

1. *Herrera H. Violencia en dos de cada tres familias. El Universal, Sección C, p. 1; 3 de febrero, 2005.*
2. *Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática/ INEGI 2004. Estadísticas de violencia contra las mujeres. Reproducido en Epidemiología 2005; 22(6): 1-3.*
3. *Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática/ INEGI 2004. Estadísticas de violencia contra las mujeres. Reproducido en Epidemiología 2005; 22(7): 1-3.*
4. *Rendón I. Urgen a combatir maltrato infantil en Iberoamérica. Reforma, Sección A, página 24; 9 de febrero, 2003.*
5. *Loredo-Abdalá A. Maltrato en el Niño. México: McGraw-Hill Interamericana; 2001.*
6. *American Academy of Pediatrics. Guidelines for the evaluation of sexual abuse of children. Pediatrics 1999; 3: 186-90.*
7. *Mateos RJM. La violencia de nuestros días. ¿Genera altos riesgos en la salud de nuestros niños y adolescentes? Proinfancia. La Plata; 2003, p. 35.*
8. *Coleman D. La inteligencia emocional. Argentina; 1999, p. 15.*
9. *Loredo AA (ed.). Maltrato en niños y adolescentes. ETM; 2004; p.* xvi + *397.*
10. *Merriam-Webster's DeLuxe Dictionary, 10th Collegiate Ed. Springfield; 1998, p. 2063.*
11. *Corsini RJ. The dictionary of psychology. USA, Bruner Mazel; 1999, p. 1052.*
12. *Lorenz K. On aggression. NY: MJF Books; 1963, p. xiv + 306.*
13. *MacLean PD. The triune brain in evolution. Role in paleocerebral functions. New York: Plenum; 1989, p. x + 672.*
14. *Damasio A. Looking for Spinoza: Joy, Sorrow, and the feeling brain. London: Harvest Book; 2003, p. 356.*
15. *Descartes R. Philosophical Writings. Selected and translated by N Kemp-Smith. NY: Modern Lib.: 1958, p. 273.*
16. *Nelson RJ, Chiavegatto S. Molecular basis of aggression. TINS 2001; 24: 713-19.*
17. *Simón NG, et al. Testosterone and its metabolites modulate 5HT1A and 5HT1b agonist effects on intermale aggression. Neurosci Biobehav Rev 1998; 23: 325-36.*
18. *Bear MF, Connors BW, Paradiso MA. Neuroscience. Exploring the Brain. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins; 2002, p. xxix + 855 (Chapt. 18: Brain mechanisms of emotion. Pp. 580-605).*
19. *Escobar A, Gómez González B. ¿Qué es la amígdala? Gaceta Biomédicas 2002; 7: 9-10.*
20. *Livingston K, Escobar A. The anatomical bias of the limbic system concept. Arch Neurol 1971; 24: 540-46.*
21. *Klüver H, Bucy PC. Preliminary analysis of functions of the temporal lobes in monkeys. Arch Neurol Psychiat 1939; 42: 979-1000.*
22. *Bard P. On emotional expression after decortication with some remarks on certain theoretical views. Part I. Psychol Rev 1934; 41: 309-29; Part II. 41: 424-49.*
23. *Goltz F. Der Hund ohne Grosshirn. Pflüger's Arch Ges Physiol 1892; 51: 570-614.*
24. *Cannon WB, Britton SW. Studies on the conditions of activity in endocrine glands. XV. Pseudoaffective medulliadrenal secretion. Am J Physiol 1925; 72: 283-94.*
25. *Bard P. A diencephalic mechanism for the expression of rage with special reference to the sympathetic nervous system. Am J Physiol 1928; 84: 490-515.*
26. *MacLean PD. The hypothalamus and emotional behavior. In: Haymaker W, Anderson E, Nauta WJH (eds.). The hypothalamus. Chapt 18. Springfield: CC Thomas; 1969, p. 659-78.*
27. *Davidson RJ. Dysfunction in the neural circuitry of emotion regulation a possible prelude to violence. Science 2000; 289: 591-4.*
28. *Gregg TR, Siegel A. Brain structures and neurotransmitters regulating aggression in cats: implications for human aggression. Prog Neuro-Psychopharmacol Biol Psychiatry 2001; 25: 91-140.*
29. *Selye H. A syndrome produced by diverse nocuous agents. Nature 1936; 138: 32.*
30. *Cannon WB. Bodily changes in pain, hunger, fear and rage. Nueva York: Appleton; 1929.*
31. *Bruner C, Vargas I. The activity of rats in a swimming situation as a function of water temperature. Physiology and Behavior 1994; 55: 21-8.*
32. *Gómez-González B, Escobar A. Neuroanatomía del estrés. Rev Mex Neuroci 2002; 3: 273-82.*
33. *Gudlaugsdortti GR, Vilhjalmsson R, Kristjandottir G, Jacobsen R, Meyrowitsch D. Violent behavior among adolescents in Iceland: a national survey. Int J Epidemiol 2004; 33: 1046-51.*
34. *Henessy DA. From driver stress to workplace aggression. Paper presented at the 111th Annual American Psychological Association Convention. August 7-10, Toronto, Canada.*
35. *Yehuda R. Post-traumatic stress disorder. New Engl J Med 2000; 346: 108-30.*
36. *Connor DF, et al. Aggressive behavior in abused children. Ann NY Acad Sci 2003; 1008: 79-90.*
37. *Haller J, Halasz J, Mikics E, Kruk MR, Makara GB. Ultradian corticosterone rhythm and the propensity to behave aggressively in male rats. J Neuroendocrinol 2000; 12: 937-40.*
38. *Kruk MR, Halasz J, Meelis W, Haller J. Fast positive feedback between the adrenocortical stress response and a brain mechanism involved in aggressive behavior. Behav Neurosci 2004; 118: 1062-70.*
39. *MacLean PD. The triune brain in evolution. role in paleocerebral functions. New York: Plenum; 1989, p. x + 672.*

Otras referencias con revisión amplia del tema:

- *Mattson MP (ed.). Neurobiology of aggression. Understanding and preventing violence. Totowa, New Jersey: Human Press; 2003, p. x + 324.*
- *Pacak C, et al. Stress. Current neuroendocrine and genetic approaches. Ann NY Acad Sci 2004: 1018:* xiv + *590.*