



Rev Mex Med Forense, 2024, 9(2):100-110
DOI: <https://doi.org/10.25009/revmedforense.v9i2.3047>
ISSN: 2448-8011

**Potencial criminológico de las alteraciones
neurobiológicas de la agresión**
Artículo de Revisión

Criminogenic potential of neurobiological alterations of aggression

Ríos Maya, Nancy Patricia ¹; Colorado Hernández, José Luis ²; Guzmán Barrera, Ismael ³; Jiménez Baltazar, Carlos Alberto ⁴; Melo Santiesteban, Guadalupe ⁵

Recibido: 14 oct 2023; aceptado: 13 dic 2023; Publicado: 15 jul 2024

1. Lic en Psicóloga Clínica, Maestría en Psicología Clínica y de la Salud, Diplomada en Tanatología, Psicología Clínica y Manejo de Crisis, Clínica Psicoderma, México
2. Lic en Estadística, Especialidad en Métodos Estadísticos, Maestría en Investigación en Psicología aplicada a la educación, Doctorado Educación; Universidad Veracruzana
3. Lic en Administración Empresas Turísticas, Maestro en Gestión de Calidad y Doctorado en Educación, Universidad Veracruzana
4. Lic en Antropología Social, Maestría en Antropología Física, Doctorado en Antropología Física, Universidad Veracruzana
5. Lic en Medicina, Especialidad en Anatomía Patológica, Maestría en Medicina Forense, Doctorado en Ciencias Forenses, Universidad Veracruzana

Corresponding author: Nancy Patricia Ríos Maya, vadiedna@hotmail.com

Revista Mexicana de Medicina Forense y Ciencias de la Salud.
Editorial Universidad Veracruzana
Periodo julio-diciembre 2024

RESUMEN

La neurobiología de la agresión es un campo de estudio complejo que pretende incluir el análisis de todos los procesos neurobiológicos y circuitos neuronales que participan en la generación de la conducta agresiva, especialmente en seres humanos. Una de las áreas de mayor estudio es la amígdala y el hipotálamo, que son zonas cerebrales involucradas con la respuesta emocional y la regulación del comportamiento; por otro lado, existen neurotransmisores, como la serotonina, la dopamina y la adrenalina, las cuales tienen una importante implicación en la neurobiología de la agresión humana. Relacionado con lo anterior, existen hormonas que pueden asociarse con la agresión, como por ejemplo la testosterona y el cortisol; de ellas, la testosterona puede involucrarse con el surgimiento de comportamientos competitivos y agresivos en ciertos contextos sociales. Es cada vez mayor la evidencia que señala que la agresión y la agresividad pudieran ser considerados como condicionantes directos de una potencial conducta delictiva. Por consiguiente, el estudio de los mecanismos neurobiológicos de la agresión puede ser un punto de referencia para entender la manera en que el cerebro pudiera participar en el surgimiento de una conducta criminogénica.

Palabras clave: Agresión, Amígdala, Hipotálamo, Serotonina, conducta delictiva.

SUMMARY

The neurobiology of aggression is a complex field of study that aims to include the analysis of all the neurobiological processes and neuronal circuits that participate in the generation of aggressive behavior, especially in human beings. One of the areas of greatest study is the amygdala and hypothalamus, which are brain areas involved with emotional response and behavioral regulation; on the other hand, there are neurotransmitters, such as serotonin, dopamine and adrenaline, which have an important implication in the neurobiology of human aggression. Also, there are hormones that can be associated with aggression, such as testosterone and cortisol; testosterone can be involved with the emergence of competitive and aggressive behaviors in certain social contexts. There is increasing evidence that indicates that aggression could be considered direct determinants of potential criminal behavior. Consequently, the study of the neurobiological mechanisms of aggression can be a point of reference to understand the way in which the brain could participate in the emergence of criminogenic behavior.

Keywords: Aggression, Amygdala, Hypothalamus, Serotonin, criminal behavior.

INTRODUCCIÓN

La respuesta agresiva es un componente básico de los seres humanos, primates y otros animales (Austerman, 2017). En un sentido simplista, la agresión puede verse como un mecanismo para causar daño a otros; sin embargo, se trata de un fenómeno social de mayor complejidad (Helmy, 2020). Puede convertirse en un medio para proteger el acceso de necesidades básicas del individuo, como el alimento, el territorio o la pertenencia a un grupo social, motivo por el que la agresión es un elemento indispensable para la supervivencia de la especie (De Almeida, 2015).

La agresión puede ser definida como un componente de la conducta normal, que se expresa para satisfacer necesidades vitales y para eliminar o superar cualquier amenaza contra la integridad física y/o psicológica (Valzelli, 1983); es importante, en este contexto, hacer una diferenciación entre agresión y violencia; la agresión puede ser considerada como una conducta normal y fisiológica destinada a la supervivencia del individuo, en tanto que la segunda es una respuesta desadaptativa que puede tener un componente neurobiológico anormal (Bertsch, 2020); lo que resulta claro es que tanto la agresión como la violencia son conductas socialmente complejas, que dependiendo de su magnitud, pueden ser consideradas como adaptativas o desadaptativas, con el consecuente potencial criminogénico (Vassos, 2014).

En la agresión podemos incluir diversos modelos de actividad cuya intensidad de manifestación es variable; pueden incluir desde actos de contacto físico hasta la utilización del lenguaje verbal y no verbal, en respuesta a situaciones estresantes; es evidente que la agresión puede verse como un mecanismo para producir daño, pero puede ser considerada también una respuesta innata, instintiva e incluso congénita, complementada por la observación de modelos en sus pares, y las consecuencias que pueden originar.

El fenómeno social de la agresión puede ser clasificado de acuerdo con diversos parámetros, como el objetivo de la agresión (autoinflingida o dirigida a otras personas), el mecanismo (física o verbal, directa o indirecta); sin embargo, la forma más utilizada para clasificar a la agresión la divide en premeditada e impulsiva (De Brito, 2009). La agresión premeditada, también llamada instrumental o proactiva, se caracteriza por ser una conducta planeada que no guarda relación alguna con una amenaza inmediata o reciente, y que tiene un objetivo específico al que se dirige; por otro lado, la agresión impulsiva, también llamada reactiva, tiene un claro componente autonómico, sin establecerse un objetivo específico, y frecuentemente asociado a sentimientos de enojo, ira o frustración. En esta última categoría, resulta evidente que establecer la diferencia entre una respuesta patológica y un comportamiento apropiado de defensa, resulta extremadamente difícil, haciendo que la evaluación de su capacidad criminogénica siga siendo un tema de debate.

En el presente artículo haremos una revisión de las evidencias actuales acerca de la neurobiología de la conducta agresiva, haciendo énfasis en el papel que pueden desempeñar en la etiología de la conducta criminal.

LA AGRESIÓN Y LA CORTEZA CEREBRAL

La corteza prefrontal es una zona del lóbulo frontal que se encuentra situada por delante de la corteza premotora; en ella podemos encontrar tres regiones de importancia criminológica: la corteza orbitofrontal, la corteza cingulada anterior y la corteza prefrontal ventromedial. La corteza prefrontal es una de las regiones cerebrales más ampliamente vinculadas con la neurobiología de la agresión (Dambacher, 2015); se vincula con importantes funciones cerebrales, como la solución de problemas, la regulación emocional y la capacidad de toma de decisiones; de ahí se entiende el rol que desempeña en la capacidad de expresar o reprimir respuestas que pudieran ser consideradas inaceptables desde un punto de vista social.

Desde la descripción del caso de Phineas Gage (Damasio, 1994) comenzó a resultar evidente que los mecanismos de agresión pudieran estar relacionados con ciertas estructuras cerebrales, especialmente aquellas localizadas en la corteza prefrontal; Phineas Gage fue un trabajador ferroviario quien sufrió un accidente en el que una varilla penetró y lesionó la corteza frontal, originando posteriormente un súbito cambio en su personalidad, con aparición de ira, irritabilidad y pérdida de la capacidad de análisis de aspectos sociales; a partir de entonces, se han publicado numerosos casos en los que se hace evidente la importancia de la corteza prefrontal en el manejo y expresión de la agresión.

Se ha observado que la presencia de lesiones en la región prefrontal ventromedial puede acompañarse de modificaciones en la capacidad de análisis y expresión de emociones (Anderson, 2006); en relación con ello, se ha hecho evidente que lesiones o tumores presentes en las regiones frontales orbitales pueden acompañarse de un aumento de la tendencia a participar en hechos violentos ante situaciones estresantes (Grafman, 1996); en estudios de imagen se han encontrado anomalías relacionadas. Por ejemplo, se ha apreciado una disminución del volumen de la sustancia gris en corteza prefrontal de individuos con conducta antisocial (Raine, 2000) así como reducción de del volumen de la corteza frontal orbital y la corteza cingulada anterior derecha en individuos con trastorno límite de la personalidad (Hazlett, 2005)); en estudios realizados con Tomografía por emisión de positrones se ha observado disminución del metabolismo de glucosa en la corteza frontal de individuos que participaron en hechos violentos (Volkow, 1995) y en homicidas (Raine, 1998); hallazgos similares se han hecho evidentes en las áreas 6 y 46 de Brodmann en individuos con trastorno límite de la personalidad (Gover, 1994); finalmente, hay estudios que señalan que el flujo de sangre disminuye en la corteza orbitofrontal de individuos agresivos (Pietrini, 2000), especialmente en respuesta a la exposición a imágenes agresivas.

LA AGRESIÓN Y EL SISTEMA LÍMBICO

La amígdala cerebral, también llamada cuerpo amigdalino, está constituida por un conjunto de núcleos neuronales localizados en los lóbulos temporales de seres humanos y algunos vertebrados complejos; es una parte importante del denominado Sistema Límbico y, por consiguiente, tiene una función relevante en el manejo de las emociones a nivel cerebral (Yang, 2017). En algunos estudios se ha intentado vincular la participación de la amígdala en el control y manejo de las respuestas agresivas, especialmente en respuesta a estímulos violentos (Koenigsberg, 2007). Las evidencias de lo anterior provienen de estudios realizados con pacientes de Trastorno Límite de la Personalidad, quienes presentaron activación de la amígdala en respuesta a estímulos negativos o escenas traumáticas (Donegan, 2003); en algunos casos se ha sugerido que el volumen de la amígdala pudiera verse reducido en personas con este tipo de trastorno, especialmente en pacientes con conducta agresiva en respuesta a estímulos traumáticos (Minzenberg, 2007).

El hipotálamo es una región localizada en la mitad anterior del cerebro, justo por debajo del tálamo; tiene una gran importancia en la producción de diversas hormonas y neuropéptidos, que controlan el sistema endocrino en general; se ha propuesto que el hipotálamo pudiera estar vinculado con la agresión, especialmente en individuos con antecedente de violencia doméstica (George, 2004). Las primeras evidencias provienen de estudios realizados en animales, en los que se observó que la destrucción de una parte del hipotálamo posterior podría disminuir o neutralizar las respuestas agresivas.

El hipocampo es una estructura localizada en el lóbulo temporal, que forma parte del sistema límbico y del control de emociones. Se han hecho diversos estudios en individuos antisociales y violentos en los que se han encontrado anomalías en la función del hipocampo (Gobbroge, 2007)

LA AGRESIÓN Y LOS NEUROTRANSMISORES

El neurotransmisor más implicado en la neurobiología de la agresión es la serotonina (Hortensius, 2012); es sabido su importante participación en el funcionamiento de ciertas regiones cerebrales implicadas en la modulación y la eventual supresión de las conductas agresivas, como la corteza cingulada anterior y la región orbitofrontal (Da Cunha, 2017). La serotonina es fabricada en los núcleos del rafe del tronco del encéfalo y estos núcleos contactan con la corteza orbitofrontal y el sistema límbico entre otros (Choy, 2018).

Por lo tanto, es factible pensar que cualquier anomalía en la liberación y activación de la serotonina pudiera estar vinculada con el control y expresión de respuestas agresivas. En algunos estudios clínicos se ha observado que medicamentos con acción inhibitoria en la recaptación de serotonina pueden reducir la manifestación de agresión impulsiva (Hollander, 2007); también se ha hecho evidente que la concentración del metabolito de la serotonina, ácido 5-hidroxi-indolacético, puede reducirse en individuos con personalidad agresiva o en quienes tienen antecedentes de intencionalidad suicida (Wood, 2006). Adicionalmente, se ha observado que los neurolépticos atípicos con antagonismo de los receptores 5-HT_{2A} de la serotonina pueden lograr que la conducta agresiva disminuya en distintos contextos clínicos (Winstansley, 2004)

Se ha observado que pacientes con reducción en la respuesta noradrenérgica, como en la depresión mayor, no manifiestan las conductas agresivas que caracterizan a otros trastornos, como el trastorno límite; ello sugiere que la dopamina y la norepinefrina pudieran facilitar la expresión agresiva ante ciertos estímulos (Krakowsky, 2006); por otro lado, la presencia de anomalías en la actividad colinérgica puede incrementar la actividad en ciertas regiones límbicas subcorticales, lo cual originaría disforia e irritabilidad, precursores conocidos de las respuestas agresivas (Cristofori, 2016).

En pacientes con trastorno límite de la personalidad, se ha observado una correlación directa entre las concentraciones de vasopresina en líquido cefalorraquídeo y antecedentes de agresión crónica, lo cual sugiere que la vasopresina pudiera estar vinculada en el mecanismo neurológico de la agresión (Wersinger, 2007); finalmente, se ha visto que la oxitocina reduce la actividad de la amígdala cerebral, por lo que cualquier déficit en su actividad o producción puede estar relacionado con hostilidad, miedo y desconfianza, las cuales son condiciones que facilitan la aparición de una conducta agresiva (Kirsch, 2005).

LA AGRESIÓN Y EL SISTEMA ENDOCRINO

En años recientes ha surgido un gran interés en conocer la relación entre ciertas hormonas y la posibilidad de surgimiento de una conducta agresiva; en este sentido, se ha observado que la relación entre las concentraciones hormonales y la agresividad son directas y bidireccionales, dado que el incremento de la actividad de ciertas hormonas puede originar un incremento de la conducta agresiva, pero por otro lado, la conducta agresiva por se puede originar modificaciones en la producción de ciertas hormonas (Chester, 2017). Ello hace difícil saber si las hormonas son las causantes de la conducta agresiva o viceversa.

La hormona más estudiada con relación a su papel en la génesis de la conducta agresiva es la testosterona, el principal andrógeno masculino; sin embargo, las evidencias que se han obtenido a partir de los estudios en la materia no son concluyentes. En estudios realizados en animales se ha hecho evidente que la testosterona tiene una relación bidireccional con la conducta agresiva, lo que implica que la actividad de la testosterona puede originar agresión y ésta, al igual que otras conductas sociales, puede influir en los niveles séricos de testosterona (Miczek, 2015).

La investigación básica y clínica respecto a la relación testosterona-agresión no ha arrojado resultados concluyentes por diversos motivos: algunos estudios realizados en animales no se pueden extrapolar a humanos, algunos estudios analizan las concentración séricas de testosterona y no de sus precursores (dehidroepiandrotenediona), y no se contempla que a nivel cerebral la testosterona es aromatizada y se convierte químicamente en estradiol; por otro lado, resulta evidente que la expresión y la actividad de la testosterona es dependiente del género, hecho especialmente evidente en adolescentes y adultos, con el surgimiento de la denominada agresión social (Thiebaut, 2015).

RELACIÓN ENTRE AGRESIÓN Y CONDUCTA DELICTIVA

La conducta delictiva puede ser definida como el conjunto de acciones que violan o quebrantan reglas establecidas por la sociedad a la que el individuo pertenece, que son consecuencia de acuerdos establecidos en dicha sociedad, como forma de controlar el entorno, las personas y sus bienes (Bannon, 2015).

La conducta delictiva puede ser repetitiva y constante, atentando de manera directa contra el derecho de terceras personas. Quienes realizan una conducta delictiva pueden hacerlo por diferentes motivos; puede ser un mecanismo adaptativo aprendido desde la infancia, o puede ser consecuencia de una expresión de insatisfacción personal o colectiva respecto a normas establecidas por la sociedad a la que pertenecen.

Sin embargo, es cada vez mayor la evidencia que señala que la agresividad puede ser un condicionante directo de la conducta delictiva. Dado que la agresividad puede ser un fenómeno de origen social, es comprensible justificar el abordaje social de la conducta delictiva, como fenómenos íntimamente relacionados. Si analizamos que la agresión puede ser también una conducta con claro orígenes neurobiológicos, entonces también podemos entender que la conducta delictiva no sólo debe ser abordada desde una perspectiva sociocultural (Bufkin, 2005); debemos considerar que la neuroquímica del individuo puede constituir un papel importante en la génesis de la conducta delictiva.

Existen numerosas evidencias en las que la tendencia a la conducta antisocial, la impulsividad y los factores de riesgo procriminales, pueden estar relacionados con alteraciones en la conformación y el funcionamiento de estructuras cerebrales específicas; un ejemplo de ello es la participación de la corteza prefrontal y de ciertas regiones del tálamo y la amígdala en el desarrollo de conductas antisociales (Raine, 2019). Otro elemento a mencionar es la participación de neurotransmisores y hormonas en el desarrollo de la conducta antisocial e impulsividad, como por ejemplo el rol de la serotonina, la dopamina, la noradrenalina y los andrógenos (Nikolic, 2022).

A partir de ello resulta fundamental que el desarrollo de programas preventivos de la criminalidad considere que no se trata de un fenómeno estrictamente sociocultural, sino que está relacionado con otros factores que no necesariamente se encuentran bajo el control del individuo; esto puede permitir la identificación de personas de riesgo y el establecimiento de penas que sean acordes a la participación racional del individuo en un hecho delictivo.

REFERENCIAS

1. Anderson SW, Barrash J, Bechara A, Tranel D. Impairments of emotion and real-world complex behavior following childhood- or adult-onset damage to ventromedial prefrontal cortex. *J Int Neuropsychol Soc*. 2006; 12:224–235
2. Austerman, J. Violence and Aggressive Behavior. *Pediatr. Rev.* 2017, 38, 69–80.
3. Bannon, S.M.; Salis, K.L.; Daniel O’Leary, K. Structural brain abnormalities in aggression and violent behavior. *Aggress. Violent Behav.* 2015, 25, 323–331.
4. Bertsch, K.; Florange, J.; Herpertz, S.C. Understanding Brain Mechanisms of Reactive Aggression. *Curr. Psychiatry Rep.* 2020, 22, 81.
5. Bufkin, J.L.; Luttrell, V.R. Neuroimaging studies of aggressive and violent behavior: Current findings and implications for criminology and criminal justice. *Trauma Violence Abus.* 2005, 6, 176–191.
6. Chester, D.S.; Lynam, D.R.; Milich, R.; DeWall, C.N. Physical aggressiveness and gray matter deficits in ventromedial prefrontal cortex. *Cortex* 2017, 97, 17–22.
7. Choy, O.; Raine, A.; Hamilton, R.H. Stimulation of the Prefrontal Cortex Reduces Intentions to Commit Aggression: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled, Stratified, Parallel-Group Trial. *J. Neurosci.* 2018, 38, 6505–6512.

8. Cristofori, I.; Zhong, W.; Mandoske, V.; Chau, A.; Krueger, F.; Strenziok, M.; Grafman, J. Brain Regions Influencing Implicit Violent Attitudes: A Lesion-Mapping Study. *J. Neurosci.* 2016, 36, 2757–2768.
9. Da Cunha-Bang, S.; Fisher, P.M.; Hjordt, L.V.; Perfalk, E.; Persson Skibsted, A.; Bock, C.; Ohlhues Baandrup, A.; Deen, M.; Thomsen, C.; Sestoft, D.M.; et al. Violent offenders respond to provocations with high amygdala and striatal reactivity. *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* 2017, 12, 802–810
10. Damasio H, Grabowski T, Frank R, Galaburda AM, Damasio AR. The return of Phineas Gage: clues about the grain from the skull of a famous patient. *Science.* 1994; 264:1102–1105.
11. Dambacher, F.; Schuhmann, T.; Lobbstaël, J.; Arntz, A.; Brugman, S.; Sack, A.T. Reducing proactive aggression through non-invasive brain stimulation. *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* 2015, 10, 1303–1309
12. De Almeida, R.M.M.; Cabral, J.C.C.; Narvaes, R. Behavioural, hormonal and neurobiological mechanisms of aggressive behaviour in human and nonhuman primates. *Physiol. Behav.* 2015, 143, 121–135.
13. de Brito, S.A.; Mechelli, A.; Wilke, M.; Laurens, K.R.; Jones, A.P.; Barker, G.J.; Hodgins, S.; Viding, E. Size matters: Increased grey matter in boys with conduct problems and callous-unemotional traits. *Brain* 2009, 132, 843–852
14. Donegan NH, Sanislow CA, Blumberg HP, Fulbright RK, Lacadie C, Skudlarski P, Gore JC, Olson IR, McGlashan TH, Wexler BE. Amygdala hyper-reactivity in borderline personality disorder: implications for emotional dysregulation. *Biol Psychiatry.* 2003; 54:1284–1293.
15. George DT, Rawlings RR, Williams WA, Phillips MJ, Fong G, Kerich M, Momenan R, Umhau JC, Hommer D. A select group of perpetrators of domestic violence: evidence of decreased metabolism in the right hypothalamus and reduced relationships between cortical/subcortical brain structures in positron emission tomography. *Psychiatry Res.* 2004; 130:11–25.
16. Gobrogge KL, Liu Y, Jia X, Wang Z. Anterior hypothalamic neural activation and neurochemical associations with aggression in pair-bonded male prairie voles. *J Comp Neurol.* 2007; 502:1109–1122.
17. Goyer PF, Andreason PJH, Semple WE, Clayton AH, King AC, Compton-Toth BA, Schulz SC, Cohen RM. Positron-emission tomography and personality disorders. *Neuropsychopharmacology.* 1994; 10:21–28.
18. Grafman J, Schwab K, Warden D, Pridgen A, Brown HR, Salazar AM. Frontal lobe injuries, violence and aggression: a report of the Vietnam Head Injury Study. *Neurology.* 1996; 46:1231-1238.
19. Hazlett EA, New AS, Newmark R, Haznedar MM, Lo JN, Speiser LJ, Chen AD, Mitropoulou V, Minzenberg M, Siever LJ, Buchsbaum MS. Reduced anterior and posterior cingulate gray matter in borderline personality disorder. *Biol Psychiatry.* 2005; 58:614–623

20. Helmy, M.; Zhang, J.; Wang, H. Neurobiology and Neural Circuits of Aggression. *Adv. Exp. Med. Biol.* 2020, 1284, 9–22.
21. Hollander EA, Swann AC, Coccaro EF, Jiang P, Smith TB. Impact of trait impulsivity and state aggression on divalproex versus placebo response in borderline personality disorder. *Am J Psychiatry.* 2005; 162:621–624.
22. Hortensius, R.; Schutter, D.J.L.G.; Harmon-Jones, E. When anger leads to aggression: Induction of relative left frontal cortical activity with transcranial direct current stimulation increases the anger-aggression relationship. *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* 2012, 7, 342–347.
23. Kirsch P, Esslinger C, Chen Q, Mier D, Lis S, Siddhanti S, Gruppe H, Mattay VS, Gallhofer B, Meyer-Lindenberg A. Oxytocin modulates neural circuitry for social cognition and fear in humans. *J Neurosci.* 2005; 25:11489–11493
24. Koenigsberg HW, Prohovnik I, Lee H, Pizzarello S, New AS, Siever LJ. Neural correlates of the processing of negative and positive social scenes in borderline personality disorder (abstract). *Biol Psychiatry.* 2007; 61:104s.
25. Krakowski MI, Czobor P, Citrome L, Bark N, Cooper TB. Atypical antipsychotic agents in the treatment of violent patients with schizophrenia and schizoaffective disorder. *Arch Gen Psychiatry.* 2006; 63:622–629
26. Miczek, K.A.; Takahashi, A.; Gobrogge, K.L.; Hwa, L.S.; de Almeida, R.M.M. Escalated Aggression in Animal Models: Shedding New Light on Mesocorticolimbic Circuits. *Curr. Opin. Behav. Sci.* 2015, 3, 90–95.
27. Minzenberg MJ, Fan J, New AS, Tang CY, Siever LJ. Front-limbic dysfunction in response to facial emotion in borderline personality disorder: an event-related fMRI study. *Psychiatry Res.* 2007; 155:231–243
28. Nikolic, M.; Pezzoli, P.; Jaworska, N.; Seto, M.C. Brain responses in aggression-prone individuals: A systematic review and meta-analysis of functional magnetic resonance imaging (fMRI) studies of anger- and aggression-eliciting tasks. *Prog. Neuro-Psychopharmacol. Biol. Psychiatry* 2022, 119, 110596.
29. Pietrini P, Guazzelli M, Basso G, Jaffe K, Grafman J. Neural correlates of imaginal aggressive behavior assessed by positron emission tomography in healthy subjects. *Am J Psychiatry.* 2000; 157:1772–1781
30. Raine A, Meloy JR, Bihrlé S, Stoddard J, LaCasse L, Buchsbaum MS. Reduced prefrontal and increased subcortical brain functioning assessed using positron emission tomography in predatory and affective murderers. *Behav Sci Law.* 1998; 16:319–332.
31. Raine A, Lencz T, Bihrlé S, LaCasse L, Colletti P. Reduced prefrontal gray volume and autonomic deficits in antisocial personality disorder. *Arch Gen Psychiatry.* 2000; 57:119–127.

32. Raine, A. The neuromoral theory of antisocial, violent, and psychopathic behavior. *Psychiatry Res.* 2019, 277, 64–69.
33. Thiebaut de Schotten, M.; Dell'Acqua, F.; Ratiu, P.; Leslie, A.; Howells, H.; Cabanis, E.; Iba-Zizen, M.T.; Plaisant, O.; Simmons, A.; Dronkers, N.F.; et al. From Phineas Gage and Monsieur Leborgne to H.M.: Revisiting Disconnection Syndromes. *Cereb. Cortex* 2015, 25, 4812–4827.
34. Valzelli, L. (1983). *Psicobiología de la agresión y la violencia*. Madrid: Alhambra.
35. Volkow ND, Tancredi LR, Grant C, Gillespie H, Valentine A, Mullani N, Wang GJ, Hollister L. Brain glucose metabolism in violent psychiatric patients: a preliminary study. *Psychiatry Res.* 1995; 61:243–253
36. Wersinger SR, Caldwell HK, Christiansen M, Young WS3rd. Disruption of the vasopressin 1b receptor gene impairs the attack component of aggressive behavior in mice. *Genes Brain Behav.* 2007; 6:653–660.
37. Winstanley CA. 5-HT2A and 5-HT2C receptor antagonists have opposing effects on a measure of impulsivity: interactions with global 5-HT depletion. *Psychopharmacology (Berl)*. 2004; 176:376–385
38. Wood RM, Rilling JK, Sanfey AG, Bhagwagar Z, Rogers RD. Effects of tryptophan depletion on the performance of an iterated prisoner's dilemma game in healthy adults. *Neuropsychopharmacology*. 2006; 31:1075–1084.
39. Yang, Y.; Joshi, S.H.; Jahanshad, N.; Thompson, P.M.; Baker, L.A. Neural correlates of proactive and reactive aggression in adolescent twins. *Aggress. Behav.* 2017, 43, 230–240.



**Revista Mexicana de Medicina Forense
y Ciencias de la Salud**