



Signos radiológicos en la neuroimagen de pacientes pediátricos con trastorno por estrés postraumático

Radiological signs in neuroimaging of pediatric patients with posttraumatic stress disorder

Eduardo Adiel Landrove-Escalona^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-4261-5719>

Lázaro Raidel Moreira-Díaz² <https://orcid.org/0000-0001-6289-8125>

¹Universidad de Ciencias Médicas de Las Tunas. Facultad de Ciencias Médicas “Dr. Zoilo Enrique Marinello Vidaurreta”. Las Tunas. Cuba.

²Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. Facultad de Ciencias Médicas de Artemisa. Policlínico Docente Camilo Cienfuegos Gorriarán. Artemisa, Cuba.

*Autor para la correspondencia: eduarditolandrove2001@gmail.com

RESUMEN

Introducción: El trastorno por estrés postraumático afectan la salud mental de los pacientes pediátricos, se considera muy común en estos pacientes. Estudios científicos apoyados en la resonancia magnética han fundamentado una estrecha relación entre el estrés postraumático y cambios estructurales en el cerebro. Se realizó una revisión bibliográfica en el periodo de abril a mayo de 2021, en los recursos disponibles en MEDLINE, SciELO, Pubmed y Elsevier. Del total de consultas se citaron 25 referencias.

Objetivo: Describir los signos radiológicos en la neuroimagen de pacientes pediátricos con estrés postraumático.

Desarrollo: Los estudios de neuroimagen en niños y adolescentes con trastorno por estrés postraumático se han centrado en estructuras anormales y la funcionalidad de algunas regiones

<http://scielo.sld.cu>

<http://www.revmedmilitar.sld.cu>



individuales del cerebro; estas implican las regiones cerebrales asociadas con la fisiopatología, ellas son: la corteza prefrontal medial y dorsolateral; la corteza orbitofrontal; ínsula; núcleo lentiforme; amígdala; hipocampo y el parahipocampo; la corteza cingulada anterior y posterior; el precúneo; cúneo; el giro fusiforme y lingual y los tractos de materia blanca que conectan estas regiones cerebrales.

Conclusiones: Los signos radiológicos en la neuroimagen de pacientes pediátricos con trastorno por estrés postraumático son: reducción de los volúmenes del hipocampo; del volumen cerebral e intracraneal y del volumen de la amígdala, así como una disminución del área total del cuerpo caloso. Además se observa que el volumen hipofisario y los volúmenes de materia gris cerebral fueron menores en los pacientes con estrés postraumático.

Palabras clave: cerebro; neuroimagen; hipocampo; salud mental; trastorno por estrés postraumático; TEPT; fisiopatología.

ABSTRACT

Introduction: Post-traumatic stress disorder affects the mental health of pediatric patients; it is considered very common in these patients. Scientific studies supported by magnetic resonance imaging have established a close relationship between post-traumatic stress and structural changes in the brain. A bibliographic review was carried out in the period from April to May 2021, in the resources available in MEDLINE, SciELO, Pubmed and Elsevier. Of the total of consultations, 25 references were cited.

Objective: To describe the radiological signs in the neuroimaging of pediatric patients with post-traumatic stress disorder.

Development: Neuroimaging studies in children and adolescents with post-traumatic stress disorder have focused on abnormal structures and the functionality of some individual brain regions; these involve the brain regions associated with pathophysiology, they are: the medial and dorsolateral prefrontal cortex; the orbitofrontal cortex; insula; lentiform nucleus; amygdala; hippocampus and parahippocampus; the anterior and posterior cingulate cortex; the precuneus; cuneus; the fusiform and lingual gyrus and the white matter tracts that connect these brain regions.

Conclusions: The radiological signs in the neuroimaging of pediatric patients with post-traumatic stress disorder are: reduction of the volumes of the hippocampus; brain and intracranial volume and



amygdala volume, as well as a decrease in the total area of the corpus callosum. In addition, it is observed that the pituitary volume and the volumes of cerebral gray matter were lower in patients with post-traumatic stress.

Keywords: brain; neuroimaging; hippocampus; mental health; post-traumatic stress disorder; PTED; pathophysiology.

Recibido: 23/08/2021

Aprobado: 24/02/2022

INTRODUCCIÓN

El trastorno de estrés postraumático (TEPT) es un síndrome psiquiátrico prevalente y típicamente debilitante con una alteración funcional significativa en varios dominios. Tanto la manifestación como la etiología son complejas,⁽¹⁾ lo cual ha causado dificultad para definir y diagnosticar la afección.

Los criterios para el trastorno consisten en los siguientes 4 grupos de síntomas que están presentes 30 días o más después de un evento traumático: reexperimentar, evitar, hiperactivación y alteraciones negativas en cogniciones y estado de ánimo. La presentación del TEPT en los niños difiere de la de los adultos. Las diferencias incluyen el comportamiento desorganizado o agitado y el juego repetitivo con temas o aspectos del trauma.⁽¹⁾

La Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE) de la Organización Mundial de la Salud (OMS), ha propuesto un enfoque sustancialmente diferente para diagnosticar el TEPT, que simplifica los síntomas en 6 o 3 grupos, incluida la constante reexperiencia, la evitación de recordatorios traumáticos y una sensación de amenaza.⁽²⁾

La exposición a sucesos traumáticos es un requisito previo para el desarrollo del TEPT y el diagnóstico posterior, tales como muerte real o amenaza de muerte, lesiones graves y violencia sexual. Una persona puede estar expuesta, ya sea directa o indirectamente, al presenciar el acontecimiento, enterarse de que



le sucedió a un miembro de la familia o un amigo cercano, o la confrontación repetida con detalles aversivos.⁽²⁾

Según estudios epidemiológicos, entre el 40 % y el 90 % de las personas estarán expuestas al menos a un evento traumático en su vida. Uno de cada 10 individuos que están expuestos a un incidente traumático potencialmente mortal, desarrollará TEPT y la prevalencia puede ser mayor en pacientes pediátricos.⁽³⁾

Se reporta que entre el 25 % y 60 % de los niños han sufrido una situación traumática significativa antes de llegar a la adultez, especialmente aquellos que son sometidos a una intervención quirúrgica, sin una adecuada preparación psicológica. Entre los detonantes de esta afección figuran desde una guerra hasta un accidente automovilístico, pasando por un intento de violación o una intervención quirúrgica.⁽³⁾

El terror repentino que experimenta el niño hace que ciertas hormonas se modulen de tal forma, que ocasionan un estado de hipervigilancia.⁽⁴⁾ Los niveles hormonales suelen volver a la normalidad cuando ya no hay peligro, pero se mantienen altos en quienes padecen el trastorno, este desorden “es una reacción frecuente observada en infantes normales que han vivido una situación aterradora con relación a la cirugía y la anestesia, sobre la que no tenían control”,⁽⁵⁾ sin embargo, el hecho de que sea frecuente no significa que todos los niños reaccionen así.

Para el estudio del TEPT se adopta la perspectiva de las técnicas de neuroimagen, dada la posibilidad que ofrecen para observar y examinar el cerebro, cuando se está realizando una función o cuando se somete a la persona a un paradigma de provocación de determinados síntomas. Entre las técnicas de neuroimagen se encuentran la tomografía por emisión de positrones (PET), tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT), resonancia magnética por imágenes (RMI) y la resonancia magnética funcional (fRMI).⁽⁶⁾

La PET facilita obtener imágenes regionales, globales y en tres dimensiones, del consumo de glucosa por el cerebro. Se basa en el principio de que el tejido nervioso, cuando ejecuta una función, consume glucosa en un proceso de aporte de energía para el proceso metabólico.



Por otro lado, la SPECT obtiene medidas tomográficas del flujo sanguíneo cerebral regional y ofrece valores de estructuras más profundas en el cerebro; pero se pierden detalles y tiene mayores niveles de error.⁽⁶⁾

En la MRI, la imagen que se observa es una reconstrucción computadorizada de la anatomía cerebral, según determinadas propiedades físicas de los tejidos cerebrales.

La fMRI permite visualizar e identificar áreas de incremento metabólico, basado en el consumo neuronal de oxígeno, *in vivo* y de forma no invasiva.⁽⁶⁾

El conocimiento de las características clínicas y la fisiopatología, potencialmente subyacente en el TEPT ayudarán a comprender los hallazgos de las distintas técnicas en el TEPT, porque el riesgo de desarrollar esta afección y sus síntomas dominantes, puede estar asociado con las funciones fisiológicas de las estructuras cerebrales deterioradas y los hallazgos anormales relevantes en las resonancias.⁽⁷⁾

Debido al reporte de los cambios morfológicos en el cerebro después de una exposición traumática, se necesitan investigaciones rigurosas para seguir indagando e identificar sus principales efectos. Esa es la principal motivación del presente artículo de revisión.

Se realizó una revisión bibliográfica en abril y mayo de 2021. La evaluación incluyó artículos de revistas cubanas y de otros países. La búsqueda se llevó a cabo en las bases de datos MEDLINE, SciELO, PubMed y Elsevier.

Para la búsqueda se utilizaron los siguientes descriptores: “espectroscopia de resonancia magnética”, “trastorno por estrés postraumático” y “fisiopatología” para idioma español. Para el idioma inglés, se emplearon “magnetic resonance spectroscopy”, “stress disorders, post-traumatic” y “physiopathology”.

Las publicaciones encontradas se sometieron a un proceso de evaluación; se revisaron los resúmenes, resultados y conclusiones los de estudios. Para la selección se clasificaron en pertinentes o no pertinentes, de acuerdo con su ajuste al tema, cumpliendo con la característica de que describieran los signos radiológicos en la neuroimagen de pacientes pediátricos con estrés postraumático; haber sido publicados entre 2017-2021; ser artículos de revisión, originales, presentaciones de casos y tesis.

La búsqueda reportó 57 artículos de los cuales cumplieron los criterios anteriores 25. Este tema es un poco investigado por la comunidad científica.



El objetivo de esta revisión es describir los signos radiológicos en la resonancia magnética, de pacientes pediátricos con TEPT.

DESARROLLO

Los estudios de neuroimagen en niños y adolescentes con TEPT, se han centrado en estructuras anormales y la funcionalidad de algunas regiones individuales del cerebro. Implican las regiones cerebrales asociadas con la fisiopatología del TEPT, es decir, la corteza prefrontal medial y dorsolateral; la corteza orbitofrontal; la ínsula; el núcleo lentiforme; la amígdala; el hipocampo y el parahipocampo; la corteza cingulada anterior y posterior; el precúneo; el cúneo; el giro fusiforme y lingual; y los tractos de materia blanca que conectan estas regiones cerebrales.⁽⁸⁾

El hipocampo es una estructura clave con distintas funciones del subcampo. De acuerdo con *Kamiya K* y otros⁽⁹⁾ y *Zandvakili A* y otros,⁽¹⁰⁾ en un estudio de los volúmenes totales, derecho e izquierdo del hipocampo, se comprobó que los pacientes con TEPT tuvieron mayores volúmenes totales de hipocampo que los pacientes sanos; además se observaron hallazgos similares con respecto a los volúmenes del hipocampo derecho e izquierdo y detectaron una reducción de la activación del hipocampo derecho.

En el análisis de *Cwik JC* y otros⁽¹¹⁾ se estudiaron los volúmenes de amígdala total, entre los pacientes pediátricos con TEPT y los sujetos sanos. Se obtuvieron volúmenes totales de amígdala más pequeños que en los controles sanos; sin embargo, este hallazgo fue solo una tendencia y el resultado no fue estadísticamente significativo. Es importante destacar que se observaron hallazgos similares para los volúmenes de amígdala derecha e izquierda.

En otro análisis de *Morey RA* y otros⁽¹²⁾ en el cual también se estudiaron los volúmenes de amígdala total, se evidenció que los sujetos con TEPT tuvieron volúmenes totales de amígdala más pequeños que los controles sanos. Esto puede llegar a considerarse como un signo radiológico común en esta afección.

De Bellis MD y otros⁽¹³⁾ observaron que la activación de la amígdala izquierda, en respuesta a imágenes negativas, se asoció positivamente con síntomas de TEPT, lo cual proporcionó evidencias de que la



reactividad de la amígdala a estímulos emocionales negativos (cuando se midió antes de un ataque terrorista), se asocia con la aparición posterior de síntomas postraumáticos.

Según *Cunha PJ* y otros⁽¹⁴⁾ y *Liu T* y otros,⁽¹⁵⁾ la reactividad de la amígdala a información emocional negativa, podría representar un marcador neurobiológico de vulnerabilidad al estrés traumático y un factor de riesgo potencial para TEPT, ya que la amígdala exhibió mayor activación en los grupos de TEPT, con dos paradigmas diferentes que involucran la visualización de imágenes faciales. El TEPT puede influir en el desarrollo de regiones cerebrales que son importantes para el procesamiento emocional.

Como señala *Kribakaran S* y otros⁽¹⁶⁾ en su observación del área total del cuerpo calloso, toda el área del cuerpo calloso fue menor en los pacientes con trastorno de estrés postraumático, que en las observaciones hechas a pacientes sanos; por tanto se reconoce como una alteración neurológica significativa en el paciente pediátrico.

En los exámenes de *Bromis K* y otros,⁽¹⁷⁾ se demuestra que el volumen cerebral e intracraneal fueron menores en los pacientes con trastorno de TEPT que en los de pacientes sanos. Esto es un criterio a tener en cuenta en el momento del diagnóstico efectivo en la neuroimagen.

Weems CF y otros⁽¹⁸⁾ plantean que los volúmenes de materia gris cerebral fueron menores en los pacientes con TEPT que en los controles; el volumen total de materia gris del lóbulo frontal, mostró solo una tendencia hacia un valor más bajo.

Sun D y otros⁽¹⁹⁾ refieren que los volúmenes intracraneal y cerebral eran más pequeños en sujetos con trastorno de estrés postraumático relacionado con el maltrato, que en sujetos control.

Un estudio de *Suo X* y otros⁽²⁰⁾ en el cual solo se evaluó el volumen hipofisario, se encontró que los niños con TEPT maltratados, exhiben mayores diferencias en el volumen hipofisario a medida que envejecen, debido a que el volumen hipofisario es significativamente mayor en pacientes con TEPT.

Un estudio de *Suo X* y otros⁽²¹⁾ notifica que las cortezas frontales medias izquierdas y los giros frontales medios de los controles sanos, fueron significativamente más activos que los del grupo TEPT.

Las adolescentes que fueron víctimas de agresiones violentas, participaron en una tarea de procesamiento emocional implícito y a través del análisis a nivel de red, *Suo X* y otros⁽²¹⁾ demuestran patrones alterados de conectividad funcional dentro de cada red (es decir, las redes frontocinguladas y



frontoparietales). En la red frontoparietal (o la red ejecutiva central, que es responsable de mediar la planificación, la memoria de trabajo y el funcionamiento ejecutivo), se observaron conectividades debilitadas con la corteza premotora derecha (que contiene un grupo de regiones neuronales a través de la red, incluida la corteza parietal derecha), la corteza frontal medial y la circunvolución temporal media derecha.⁽²¹⁾ Se postula que estos hallazgos podrían indicar una capacidad debilitada para integrar la planificación de acciones con otros procesos cognitivos.

Además, la red de modo predeterminado apareció como resultado de la exposición a un asalto, y la gravedad del TEPT se asoció significativamente con una conectividad funcional debilitada entre la amígdala izquierda, la corteza cingulada anterior perigenual y el área motora presuplementaria;⁽²¹⁾ por lo que estos resultados pueden representar un mecanismo neurobiológico que media la dificultad de regulación emocional que se han observado entre los individuos con TEPT.

Li M y otros⁽²²⁾ evaluaron adolescentes que experimentaron un terremoto y 5 presentaron TEPT. Se utilizó un paradigma visual que involucró 20 imágenes neutras. El grupo de TEPT exhibió activación bilateral en la corteza de asociación visual, el cerebelo y el área parahipocampal izquierda, así como una mayor activación del giro frontal inferior bilateral y el hemisferio cerebeloso izquierdo. Estos hallazgos sugieren la participación de los sistemas límbico, paralímbico, visual y que las alteraciones neurofisiológicas pueden desarrollarse debido a la exposición al trauma en individuos con TEPT.

El cerebelo fue estudiado por *Kunimatsu A* y otros.⁽²³⁾ Estos autores encontraron que el volumen cerebeloso se correlacionó positivamente con la edad de inicio del trauma que llevó al TEPT y negativamente con la duración del trauma, lo que sugiere que el trauma infantil puede dificultar el desarrollo cerebeloso. Encontraron que la red frontocingulada (que según teoriza, media la detección e integración de señales externas e internas) y la gravedad del TEPT se asocian con una conectividad funcional debilitada entre la amígdala izquierda y el cingulado anterior perigenual.⁽²³⁾

Los investigadores también analizaron la red de modo predeterminado (que media la codificación autorreferencial) y observaron una conectividad reforzada de la corteza frontopolar ventral medial con el parahipocampo izquierdo, mientras que la gravedad de los síntomas de TEPT se correlacionó positivamente con la conectividad funcional entre el giro frontal medio izquierdo y el parahipocampo derecho.⁽²⁴⁾



Li L y otros⁽²⁵⁾ revelan que los pacientes con TEPT muestran un patrón de menor integridad de la sustancia blanca en sus cerebros. Estudios previos encontraron que un volumen reducido del hipocampo, la amígdala, la corteza prefrontal ventromedial rostral (rvPFC), la corteza cingulada anterior dorsal (dACC) y el núcleo caudado, pueden tener una relación con los pacientes con TEPT.

La resonancia magnética tiene un alto costo monetario, por otra parte, no está claro cómo estos cambios estructurales afectan el funcionamiento del cerebro o si pueden ser revertidos con tratamientos adecuados. Resulta de vital importancia detectar estos signos radiológicos durante los períodos vulnerables del neurodesarrollo; por tanto las intervenciones tempranas son esenciales para promover la salud mental y física de los pacientes pediátricos que sufren trastornos relacionados con el estrés crónico.

Los signos radiológicos en la neuroimagen de pacientes pediátricos con TEPT son: reducción de los volúmenes del hipocampo; del volumen cerebral e intracraneal y del volumen de la amígdala; así como una disminución del área total del cuerpo caloso. Además, se observa que el volumen hipofisario y los volúmenes de materia gris cerebral son menores en estos pacientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cordova MJ, Riba MB, Spiegel D. Post-traumatic stress disorder and cancer. *Lancet Psychiatry*. 2017; 4(4): 330-8. DOI: 10.1016/S2215-0366(17)30014-7
2. Pérez Benítez CI, Vicente B, Zlotnick C, Kohn R, Johnson J, Valdivia S, et al. Estudio epidemiológico de sucesos traumáticos, trastorno de estrés postraumático y otros trastornos psiquiátricos en una muestra representativa de Chile. *Salud Ment (Mex)*. 2009 [acceso: 02/05/21]; 32(2):145-53. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2990643>
3. Fariba K, Gupta V. Posttraumatic Stress Disorder In Children. 2021 [acceso: 02/05/2021]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559140/>
4. Haravuori H, Kiviruu O, Suomalainen L, Marttunen M. An evaluation of ICD-11 posttraumatic stress disorder criteria in two samples of adolescents and young adults exposed to mass shootings: factor analysis and comparisons to ICD-10 and DSM-IV. *BMC Psychiatry*. 2016 [acceso:

<http://scielo.sld.cu>

<http://www.revmedmilitar.sld.cu>



02/05/2021];16: 140. Disponible en:

<https://bmcp psychiatry.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12888-016-0849-y>

5. Milani AC, Hoffmann EV, Fossaluzza V, Jackowski AP, Mello MF. Does pediatric post-traumatic stress disorder alter the brain? Systematic review and metaanalysis of structural and functional magnetic resonance imaging studies. *Psychiatry Clin Neurosci.* 2017; 71(3):154-69. DOI: 10.1111/pcn.12473

6. Marquez ER, Esquerdo JM, Pérez-Villamil ÁH. Aproximación al estudio psicopatológico del TEPT a través de las técnicas de neuroimagen. *Psiquiatria.Com, Trabajos;* 2009 [acceso: 02/05/2021].

Disponible en: https://psiquiatria.com/trabajos/usr_6668810106519.pdf

7. Moyer A. Post-traumatic Stress Disorder and Magnetic Resonance Imaging. *Radiol Technol.* 2016 [acceso: 02/05/2021]; 87(6):649-67. Disponible en:

<http://www.radiologicstechnology.org/cgi/pmidlookup?view=long&pmid=27390232>

8. Szeszko PR, Yehuda R. Magnetic resonance imaging predictors of psychotherapy treatment response in post-traumatic stress disorder: A role for the salience network. *Psychiatry Res.* 2019 [acceso: 02/05/2021]; 277:52-57 Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165178118322297?via%3Dihub>

9. Kamiya K, Abe O. Imaging of Posttraumatic Stress Disorder. *Neuroimaging Clin N Am.* 2020; 30(1): 115-23. DOI: 10.1016/j.nic.2019.09.010

10. Zandvakili A, Swearingen HR, Philip NS. Changes in functional connectivity after theta-burst transcranial magnetic stimulation for post-traumatic stress disorder: a machine-learning study. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci.* 2021; 271(1): 29-37. DOI: 10.1007/s00406-020-01172-5

11. Cwik JC, Vahle N, Woud ML, Potthoff D, Kessler H, Sartory G, Seitz RJ. Reduced gray matter volume in the left prefrontal, occipital, and temporal regions as predictors for posttraumatic stress disorder: a voxel-based morphometric study. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci.* 2020; 270(5): 577-88. DOI: 10.1007/s00406-019-01011-2

12. Morey RA, Haswell CC, Hooper SR, De Bellis MD. Amygdala, Hippocampus, and Ventral Medial Prefrontal Cortex Volumes Differ in Maltreated Youth with and without Chronic Posttraumatic Stress Disorder. *Neuropsychopharmacology.* 2016; 41(3): 791-801. DOI: 10.1038/npp.2015.205

<http://scielo.sld.cu>

<http://www.revmedmilitar.sld.cu>



13. De Bellis MD, Hooper SR, Chen SD, Provenzale JM, Boyd BD, Glessner CE, et al. Posterior structural brain volumes differ in maltreated youth with and without chronic posttraumatic stress disorder. *Dev Psychopathol.* 2015; 27(4Pt2): 1555-76. DOI: 10.1017/S0954579415000942org
14. Cunha PJ, Duran FLS, de Oliveira PA, Chaim-Avancini TM, Milioni ALV, Ometto M, et al. Callosal abnormalities, altered cortisol levels, and neurocognitive deficits associated with early maltreatment among adolescents: A voxel-based diffusion tensor imaging study. *Brain Behav.* 2021; 11(3): e02009. DOI:10.1002/brb3.2009
15. Liu T, Ke J, Qi R, Zhang L, Zhang Z, Xu Q, et al. Altered functional connectivity of the amygdala and its subregions in typhoon-related posttraumatic stress disorder. *Brain Behav.* 2021; 11(1): e01952. DOI: 10.1002/brb3.1952
16. Kribakaran S, Danese A, Bromis K, Kempton MJ, Gee DG. Meta-analysis of Structural Magnetic Resonance Imaging Studies in Pediatric Posttraumatic Stress Disorder and Comparison With Related Conditions. *Biol Psychiatry Cogn Neurosci Neuroimaging.* 2020; 5(1):23-34. DOI: 10.1016/j.bpsc.2019.08.006
17. Bromis K, Calem M, Reinders AATS, Williams SCR, Kempton MJ. Meta-Analysis of 89 Structural MRI Studies in Posttraumatic Stress Disorder and Comparison With Major Depressive Disorder. *Am J Psychiatry.* 2018; 175(10): 989-98. DOI: 10.1176/a.ppi.ajp.2018.17111199
18. Weems CF, Russell JD. Variation in the Developing Brain and the Role of Pediatric Posttraumatic Stress on Structural and Functional Networks. *Biol Psychiatry Cogn Neurosci Neuroimaging.* 2020; 5(1): 7-9. DOI: 10.1016/j.bpsc.2019.10.003
19. Sun D, Haswell CC, Morey RA, De Bellis MD. Brain structural covariance network centrality in maltreated youth with PTSD and in maltreated youth resilient to PTSD. *Dev Psychopathol.* 2019; 31(2): 557-71. DOI: 10.1016/S2215-0366(17)30014-7
20. Suo X, Lei D, Li K, Chen F, Li F, Li L, et al. Disrupted brain network topology in pediatric posttraumatic stress disorder: A resting-state fMRI study. *Hum Brain Mapp.* 2015; 36(9): 3677-86. DOI: 10.1002/hbm.22871



21. Suo X, Lei D, Chen F, Wu M, Li L, Sun L, et al. Anatomic Insights into Disrupted Small-World Networks in Pediatric Posttraumatic Stress Disorder. *Radiology* .2017 ; 282(3):826-834. DOI: 10.1148/radiol.2016160907
22. Li M, Wu J, Jiang P, Yang S, Guo R, Yang Y, et al. Corpus Callosum Diffusion Anisotropy and Hemispheric Lateralization of Language in Patients with Brain Arteriovenous Malformations. *Brain Connect*. 2021. DOI:10.1089/brain.2020.0853
23. Kunimatsu A, Yasaka K, Akai H, Natsuko Kunimatsu, Osamu A. MRI Findings in Posttraumatic Stress Disorder. *J Magn Reson Imaging*. 2020; 52(2):380-396. DOI: 10.1002/jmri.26929
24. Morey RA CC, De Bellis MD. Brain structural covariance network centrality in maltreated youth with PTSD and in maltreated youth resilient to PTSD. *Dev Psychopathol*. 2019; 31(2):557-71. DOI: 10.1016/S2215-0366(17)30014-7
25. Li L, Pan N, Zhang L, Lui S, Huang X, Xu X, et al. Hippocampal subfield alterations in pediatric patients with post-traumatic stress disorder. *Soc Cogn Affect Neurosci*. 2021; 16(3):334-44. DOI: 10.1093/scan/nsaa162

Conflicto de intereses

Se declara que no existen conflicto de intereses ni fuentes de financiación.