



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

**NEUROIMAGEN SPECT EN LA ANOREXIA
NERVIOSA**

NEUROIMAGING SPECT IN ANOREXIA NERVOSA

**TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE ESPECIALISTA EN TECNOLOGÍA EN
MEDICINA NUCLEAR MOLECULAR.**

AUTOR:

MARILU ROCIO URBAY AVILA

ASESORES:

Paul Rubén Alfaro Fernández

Edwin Rubén Acevedo Toralva

LIMA - PERÚ

2021

ASESORES DE TRABAJO ACADÉMICO

Dr. Paul Rubén Alfaro Fernández

Departamento Académico de la Universidad Peruana Cayetano
Heredia

ORCID: 0000-0001-8749-1647

Mg. Edwin Rubén Acevedo Toralva

Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Nacional Guillermo
Almenara Irigoyen

ORCID: 0000-0003-0705-5947

DEDICATORIA:

A mis progenitores, eternamente agradecida.

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco a mis asesores por la contribución y el esfuerzo en la realización de este trabajo académico:

Dr. Paul Rubén Alfaro Fernández

Mg. Edwin Rubén Acevedo Toralva

FINANCIAMIENTO

Este trabajo ha sido autofinanciado íntegramente por la estudiante.

DECLARACIÓN DE AUTOR

Declaro que este trabajo académico es original y que se han seguido los lineamientos respectivos respetando la ética de la investigación y será utilizado para obtener el Título de Segunda Especialidad de Tecnología en Medicina Nuclear Molecular.

MONOGRAFÍA ESPECIALIDAD

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%	24%	9%	8%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	eprints.sim.ucm.es Fuente de Internet	5%
2	www.elsevier.es Fuente de Internet	1%
3	docplayer.es Fuente de Internet	1%
4	www.alasbimnjournal.net Fuente de Internet	1%
5	www.medicinanuclear.cl Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Peruana Cayetano Heredia Trabajo del estudiante	1%
7	www.scribd.com Fuente de Internet	1%
8	eatingdisorders.ucsd.edu Fuente de Internet	1%

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO	4
SPECT	5
Tomografía Computarizada por emisión de fotón único (SPECT)	5
Física del SPECT	5
Preparación del paciente	7
La neuroimagen SPECT	7
Evolución de los métodos de estudio en la Neuropsicología	7
Bases neuro-fisiológicas de la neuroimagen	9
La neuroimagen SPECT.....	10
Radiofármacos utilizados	11
Hallazgos normales de la neuroimagen SPECT	12
Aplicaciones clínicas del SPECT en neurología	12
Neuroimagen SPECT y anorexia nerviosa	13
CONCLUSIONES	25
BIBLIOGRAFÍA	27
ANEXOS	

RESUMEN

La anorexia nerviosa (AN) es una patología psiquiátrica que afecta generalmente a adolescentes de sexo femenino, frecuente en los niveles socio-económicos alto y medio sin que ello signifique que no se presente en otra clase social, en los últimos años mantiene una preocupante tendencia a su incremento.

El presente trabajo académico tiene como objetivo, describir el desarrollo de la neuroimagen en la tomografía computada por emisión de fotón único (SPECT) basada en la perfusión cerebral, como herramienta en la valoración para el diagnóstico y seguimiento a la anorexia nerviosa.

La neuroimagen ha contribuido significativamente al desarrollo de la neuropsicología, al ir demostrando la vinculación entre las estructuras y funciones cerebrales y las funciones psicológicas. Una técnica para la obtención de neuroimágenes es la neuro SPECT, empleada por la medicina nuclear.

Si bien es cierto, que aún hay necesidad de profundizar las investigaciones asociadas al uso de estas herramientas respecto a los trastornos alimentarios, gracias a esta tecnología hoy se conoce que el flujo sanguíneo regional, el metabolismo de la glucosa o la oxigenación regional en distintas zonas cerebrales están alteradas debido a la anorexia nerviosa.

PALABRAS CLAVE: Anorexia nerviosa, Neuroimagen, SPECT cerebral.

ABSTRACT

Anorexia nervosa (AN) is a psychiatric pathology that generally affects female adolescents, frequent in high and medium socio-economic levels without this meaning that it does not occur in another social class, in recent years it has maintained a worrying trend to its increase.

The objective of this academic work is to describe the development of neuroimaging in single photon emission computed tomography (SPECT) based on cerebral perfusion, as a tool in the assessment for the diagnosis and follow-up of anorexia nervosa.

Neuroimaging has contributed significantly to the development of neuropsychology, by demonstrating the link between brain structures and functions and psychological functions. A technique for obtaining neuroimaging is neuro SPECT, used by nuclear medicine.

Although it is true that there is still a need to deepen the research associated with the use of these tools with respect to eating disorders, thanks to this technology it is now known that regional blood flow, glucose metabolism or regional oxygenation in different areas brain cells are altered due to anorexia nervosa.

KEY WORDS: Anorexia nervosa, Neuroimaging, cerebral SPECT.

INTRODUCCIÓN

Anorexia proviene del vocablo griego anorektous, en un principio se le relacionaba a la falta de apetito, sin embargo, se demostró posteriormente que no existe tal carencia, lo que hay es la negación a comer para no engordar. La anorexia nerviosa (AN) es un simultáneo desequilibrio alimenticio y psicológico, que abarca mucho más que la preocupación por reducir el peso, las personas que la padecen inician con una dieta para bajar de peso, lo que se va transformando progresivamente, en un tema que ejerce poder y controla la vida; el paciente puede llegar al borde de la inanición con la convicción de que él controla su cuerpo, la disminución de peso se convierte en una obsesión similar a las que generan las drogas u otras sustancias (1).

La prevalencia de la anorexia nerviosa en un estudio realizado en la población del estado de Nayarit, en México el año 2016, es de 0.5 a 3% afectando a adolescentes y mujeres jóvenes, cifras que se duplicarían al incluir adolescentes aparentemente “sanas” con prácticas alimentarias anormales y con una excesiva preocupación por su peso corporal. El grupo de riesgo está conformado por bailarinas, atletas y gimnastas, se observa con mayor frecuencia en países industrializados de occidente y afecta al nivel socioeconómico medio y alto, sin que ello signifique que no se presente en otra clase social, habiendo un incremento en su incidencia en la última década. La edad promedio de las personas afectadas es 13.75 años, con un rango entre 10 a 25 años, con mayor frecuencia en mujeres adolescentes, en una proporción de un varón por cada diez mujeres (2) (3).

Los trastornos de la conducta alimentaria (TCA), del cual es parte la anorexia nerviosa al igual que la bulimia, están inmersos dentro de los trastornos de la

alimentación, también denominados trastornos psicogénicos de la alimentación. La particularidad de la anorexia nerviosa es el rechazo a la comida y el temor obsesivo a engordar, lo que conlleva a estados de inanición por la insuficiente ingesta de nutrientes; en situaciones extremas desarrollan desnutrición, hambre, amenorrea y extenuación, en la evolución de la enfermedad se afectan las funciones psicológicas, los procesos neuroendocrinos, hormonales y metabólicos. La anorexia nerviosa es una enfermedad que se caracteriza por la disminución autoinducida de peso, a lo que se suma una distorsión de la imagen corporal, para muchos adolescentes, su autoestima está ligada a su delgadez; estar delgada es señal de éxito y subir de peso, es un fracaso (4) (5).

Respecto a su etiología, la anorexia nerviosa podría deberse a múltiples factores, no habiéndose identificado causas orgánicas; sin embargo, este desorden conductual tendría su origen en el hipotálamo, lugar donde ocurre la regulación de los procesos metabólicos que, combinado con algunos rasgos de personalidad, conductas emotivas y de pensamiento, así como, factores biológicos, familiares y sociales, e incluso, cierta predisposición genética; explicaría la alta susceptibilidad de las adolescentes femeninas, especialmente aquellas con algunos patrones de personalidad; perfeccionistas, inseguras, estrictas, constantes y autoexigentes (5) .

La anorexia nerviosa es un trastorno con dificultades para ser diagnosticada, teniendo como causa principal, el ocultamiento y la negación como enfermedad, muy pocas veces, el anoréxico solicitará ayuda porque no visualiza la pérdida de peso como una dificultad; usualmente, el diagnóstico clínico es realizado al momento de la aparición de complicaciones, entre ellas: la amenorrea, problemas gástricos (1).

La neuroimagen SPECT se presenta como una posible herramienta en la valoración diagnóstica de la anorexia nerviosa; la presente monografía hará una revisión de evidencias con la finalidad de ir mostrando su desarrollo, sus beneficios y aplicaciones en el diagnóstico y seguimiento de la evolución de las personas afectadas de anorexia nerviosa (AN), problema de salud, cuya incidencia va gradualmente incrementándose.

La presente monografía, al describir las características de la neuroimagen SPECT basada en la perfusión cerebral, como ayuda diagnóstica de la anorexia nerviosa, tiene como finalidad, difundir la utilidad que posee el método en la valoración de patologías comprendidas desde la neuropsicología, destacándola como herramienta diagnóstica de la medicina nuclear molecular, especialmente útil, debido al diagnóstico tardío y a la dificultad clínica para diagnosticar y hacer seguimiento a la evolución de la anorexia nerviosa. Adicionalmente, el presente trabajo académico pretende relevar las bondades de la neuroimagen SPECT, en comparación con otros métodos de ayuda al diagnóstico por imágenes, considerando su fácil disponibilidad, bajo costo y alto rendimiento en la valoración de esta enfermedad.

OBJETIVO

Describir el desarrollo de la neuroimagen SPECT basada en la perfusión cerebral, como herramienta en la valoración para el diagnóstico y seguimiento a la anorexia nerviosa.

CUERPO

SPECT

Tomografía Computarizada por emisión de fotón único (SPECT)

Tomografía proviene de las palabras griegas Thomo: corte y Graphos: dibujo. Este tipo de procedimiento representa una imagen interna del cuerpo, como si se hubiese realizado un corte en forma de rodaja para visualizarlo internamente, es utilizada para una evaluación funcional del órgano estudiado utilizando radio-nucleidos emisores de fotón simple, con radiación gamma como el ^{99m}Tc . Se diferencia de la tomografía computada (CT) porque en esta última, las imágenes son producidas al registrarse fotones transmitidos a través del cuerpo, en tanto que en SPECT estos fotones son emitidos por el paciente. Un estudio SPECT facilita al médico nuclear, evaluar la funcionalidad del órgano analizado. SPECT es una modalidad de examen diagnóstico por medicina nuclear. Se prefiere el estudio SPECT, comparativamente con un estudio planar, porque hay una mejora considerable en el contraste de la imagen, debido a que la actividad del fondo se muestra apartada de la actividad fijada en el órgano de interés. Adicionalmente a esto, la información del estudio SPECT es tridimensional, lo que facilita su relación con los órganos vecinos, contribuyendo a una mejor valoración. Aplicando las correcciones necesarias de las incertidumbres existentes, estas imágenes cuantificadas podrían expresar aspectos funcionales, además de estimar la dosis absorbida en ciertos órganos o tumores (6).

Física del SPECT

Un estudio SPECT consiste en girar una cámara gamma alrededor del paciente, registrándose una adquisición para cada paso angular. La cámara se moverá

alrededor del paciente adquiriendo imágenes de diferentes ángulos, las cuales son conocidas como proyecciones, ya que están conformadas por la proyección de los fotones que provienen del cuerpo del paciente. El material radiactivo administrado, ajustado a la edad y peso del paciente se distribuye en todo su cuerpo, por lo que las imágenes planares aparecen superpuestas sin poder determinarse la ubicación exacta de donde provienen, con lo cual se pierde contraste en la imagen, debido a que los rayos gamma de las regiones más profundas alcanzarán el detector (6).

El paciente emite fotones radiactivos, como consecuencia de habersele administrado por vía endovenosa el radiofármaco, en este instante, cuando empieza la emisión de fotones gamma provenientes del paciente (conocidas como imágenes por emisión), los fotones son captados por las cámaras gamma y transformadas en señal eléctrica, registrándose en una computadora que tiene un programa diseñado para procesar estas imágenes, analizándolas de forma cualitativa y cuantitativa. La utilización de las gammacámaras tomográficas SPECT permitió la reconstrucción de los estudios en imágenes 3D y 2D, y con la ayuda de computadoras cada vez más versátiles y de capacidades extendidas, se abre toda una serie de posibilidades en las aplicaciones, sobre todo, de estudios a nivel del Sistema Nervioso Central, Miocardio y de la columna vertebral, mejorando considerablemente la potencialidad y sensibilidad de estas herramientas (7).

Los principales aspectos técnicos a considerar son (7):

Modalidad de adquisición: Tomográfica.

Tipo de órbita. Circular.

Tipo de colimador: Colimador de alta resolución, de agujeros paralelos para bajas energías.

Pico de energía: 140 Kev.

Número de ángulos: 64 ángulos para cada detector en equipo de dos cabezales.

Ventana de energía: 20%

Tamaño de matriz. 128 x 128

Posicionadores de cabeza: Inmovilización utilizando sujetadores de cabeza.

Ambiente de la sala: Iluminación tenue aislado de ruido.

Modalidad de reconstrucción: Retroproyección filtrada utilizando filtro Butterworth orden 4, frecuencia de corte 0.25 Nyquist variable entre 0.20 y 0.35, filtro vertical activado.

Preparación del paciente

Se requiere la suspensión de alimentos que contengan cafeína, además de la medicación, 24 horas antes de hacer el estudio. Previa a la administración del radiofármaco, el paciente debe mantenerse en una habitación tranquila, con poca iluminación, evitando estímulos externos (8).

La neuroimagen SPECT

Evolución de los métodos de estudio en la Neuropsicología

A inicios del siglo XX, la modalidad de evaluación de las patologías cognitivas, conductuales y emocionales fue el método lesional, por el cual se relacionaba las lesiones cerebrales con las funciones cerebrales vinculadas a la conducta humana. Dicha relación facilitaba la evaluación de las disfunciones o enfermedades

cerebrales acompañada de sus manifestaciones clínicas. El estudio de Broca, el paradigma de Henry Molaison (HM), la cirugía epiléptica o el caso accidental de Phineas Gage, fueron casos emblemáticos que proporcionaron las primeras pruebas científicas para evidenciar la relación entre aspectos psicológicos (personalidad, memoria, emoción e interacción social) con lesiones en la estructura cerebral (9).

Más adelante, la neuropsicología encontró en los métodos funcionales, las herramientas para la localización de las funciones psicológicas en áreas corticales o sub-corticales del cerebro y mediante registros eléctricos y metabólicos, recoger los cambios en la actividad cerebral producidos por variables conductuales. Estudios de recuperación funcional posterior a una lesión cerebral, son realizados usando técnicas de neuroimagen que muestran la plasticidad neuronal de regiones cerebrales adyacentes a un área cerebral lesionada tiene que buscan compensar la función de la región dañada (9).

Entre esas técnicas funcionales se encuentran la neuroimagen obtenida a través de diferentes herramientas: la Electro-encefalografía (EEG) y la Magneto-encefalografía (MEG) que aportan información sobre grupos neuronales y redes electromagnéticas, proporcionando una medida de la actividad neuronal temporal relacionada a la cognición, la MEG, a diferencia del EEG, es una técnica que añade la posibilidad de fusionar los registros con imágenes de RM (T1-3D) proporcionando una alta resolución espacial. Por el contrario, la resonancia magnética funcional (fRMF) y la tomografía por emisión de positrones (PET) no tienen una buena resolución temporal, pero si una adecuada resolución espacial para localizar centros de actividad cerebral. Estas últimas técnicas al igual que la tomografía computarizada por emisión de fotones simples

(SPECT) miden procesos fisiológicos: el flujo sanguíneo regional, el metabolismo de la glucosa o la oxigenación regional en distintas zonas cerebrales (10).

Bases neuro-fisiológicas de la neuroimagen

La neuroimagen funcional representa el metabolismo energético cerebral en su conexión con la actividad neural, diversas situaciones que implican acción cerebral consumen energía, y al ser permanente la actividad cerebral, el requerimiento energético también lo será. El cerebro emplea glucosa como metabolito exclusivo para satisfacer su elevado requerimiento energético, consume el 60% de la glucosa total que requiere un individuo en reposo, manteniéndose inclusive durante la fase de sueño. Pese a que el cerebro representa el 2% del peso corporal, durante su metabolismo emplea más del 20% del oxígeno total que consume un individuo; debido a que no dispone de otros metabolitos de reserva, el suministro de glucosa y oxígeno no puede ser interrumpido, es a través del flujo sanguíneo cerebral (Cerebral Blood Flow- CBF) que se garantiza permanentemente este aporte energético, generándose una intensa relación entre la actividad cerebral y el incremento de consumo de glucosa y de oxígeno. Estos metabolitos son llevados a las neuronas activas vía perfusión sanguínea, produciéndose un incremento del flujo regional cerebral; por lo que, los cambios en el flujo cerebral regional, en el volumen sanguíneo cerebral y el consumo de glucosa y oxígeno, son parámetros, que miden la actividad cerebral (11).

La neuroimagen SPECT

La neuroimagen SPECT se obtiene al administrar un radiofármaco por vía endovenosa, que, mezclado con la sangre, llega y se adhiere a estructuras cerebrales específicas; dependiendo de su composición química, son detectados por medio de isótopos radioactivos al estar adheridas a la estructura cerebral que el especialista necesite evaluar, empleando las gammacámaras para su visualización. El estudio de la perfusión cerebral requiere la utilización de radio trazadores que atraviesen la barrera hematoencefálica (BHE) y se distribuyan en las diferentes estructuras corticales y subcorticales proporcionalmente al flujo sanguíneo regional cerebral. Este examen valora de forma indirecta el metabolismo del cerebro, al cuantificar el flujo sanguíneo de este importante órgano (12).

La exploración cerebral por SPECT es un procedimiento de la medicina nuclear de alta complejidad, las imágenes logradas reproducen la función cerebral, muestran todas las áreas cerebrales, estén o no estén con actividad (12). La calidad de las imágenes depende de múltiples factores, un primer aspecto, es que el cerebro, órgano de gran complejidad, puede presentar cambios sutiles en la distribución del radiofármaco, será necesario asegurar una neuroimagen SPECT con la mejor resolución posible. De otro lado, habrá que considerar que las imágenes cerebrales obtenidas por SPECT están influenciadas por varios aspectos no relacionados con la patología del paciente, entre ellos: la calidad del estudio tomográfico, tales como, el radiofármaco empleado, las condiciones ambientales al momento de inyectar el radio trazador, así como aspectos relacionados a la instrumentación, parámetros de adquisición, técnicas de procesamiento y presentación de la imagen; por todo ello,

será de suma importancia el riguroso cumplimiento del protocolo de estudio y los parámetros de control de calidad (13).

Radiofármacos utilizados

En los estudios de SPECT cerebral se han empleado diferentes compuestos (radiofármacos) como; Xenón 133, Xenón 127, Kriptón 85, Talio 201, Yodo 123 yodoisopropil anfetamina (IMP), Talio 201 dietilditocarbamato. Walo-Vitch en 1988 introdujo trazadores marcados de dímero de etil cisterna con tecnecio (^{99m}Tc ECD), Nowotnik en 1985 introdujo la hexametilpropilena-minooxima (HMPAO), además de los isonitrilos y tetrofosmin. Cada uno de estos trazadores posee propiedades particulares y diversos mecanismos de acción biológica que estudian aspectos funcionales como: el flujo sanguíneo cerebral regional (FSCr), tumores, disponibilidad de neuroreceptores y utilización de neurotransmisores.

Los radiofármacos más utilizados en nuestro medio son: ^{99m}Tc - HMPAO (derivado oxima) y ^{99m}Tc - ECD (dímero de acetilcisteinato), ambos productos son agentes lipofílicos, tienen la propiedad de atravesar la barrera hemato-encefálica fijándose en las células nerviosas y por su conversión intracelular, en agentes hidrofílicos, distribuyéndose proporcionalmente al flujo sanguíneo cerebral. De ambos, el ECD es más estable (06 horas) y con menos actividad circulante, debido a la propiedad de depurarse rápidamente en los riñones, considerándosele hasta ahora como el radiofármaco ideal para estos estudios, sin dejar de lado el HMPAO cuya estabilidad luego de su marcación es de 90 minutos. (14).

Hallazgos normales de la neuroimagen SPECT

En condiciones normales, se apreciará mayor actividad en la sustancia gris cortical, los núcleos de la base y el tálamo, regiones con bastante irrigación, distribuida homogéneamente y guardando simetría en los hemisferios. Las regiones anormales se caracterizarán por presentar disminución, ausencia o aumento en la captación del radiofármaco. Se puede obtener información cuantitativa comparando las actividades de regiones simétricas, con la finalidad de objetivar las áreas de hipoperfusión; no debería presentarse diferencias mayores al 15% de actividad entre hemisferios de regiones correspondientes (8).

Aplicaciones clínicas del SPECT en neurología

Dentro de las principales aplicaciones (14) se puede considerar:

- Evaluación global de la perfusión cerebral en cuadros vasculares: Accidente cerebro vascular precoz, Vasoespasmio cerebral post hemorragia subaracnoidea, Crisis Isquémicas Transitorias, Alteraciones vasculares seculares residuales, post traumatismo encéfalo craneano, Enfermedad de Moya-Moya.
- Evaluación de Cuadros de Demencia: Alzheimer, Enfermedad de Pick, Demencia Multiinfarto, Enfermedad de Huntington, Enfermedad de Parkinson, Demencia asociada a síndrome de inmunodeficiencia adquirida.
- Evaluación de Epilepsia Focal: fase Ictal y fase Interictal.
- Estudios con Neurotransmisores: Dopaminérgico, Serotoninérgicos, Opiáceos, Benzodiazepínicos y Colinérgicos.

En la última década se logró avances significativos a través de la neuroimagen, evaluándose el cerebro y su función “in vivo”, analizar el deterioro cerebral en la

cognición contribuye a entender las relaciones anatómicas y funcionales, al visualizar las variadas maneras en las que se desintegra la cognición. Ahora se comprende mejor la forma en la que se dividen las funciones mentales y las operaciones cognitivas específicas y su correlación con redes cerebrales; en ello radica la utilización de la neuroimagen, como ayuda diagnóstica en la anorexia nerviosa, requiriéndose una alta preparación del tecnólogo de medicina nuclear; pues, pesar de sus limitaciones, la neuroimagen ha propiciado un mayor conocimiento de los procesos cognitivos y su relación con la función cerebral (15).

Neuroimagen SPECT y anorexia nerviosa

El mayor número de estudios que evaluaron la actividad cerebral en reposo para anorexia nerviosa han utilizado neuroimagen SPECT describiendo los hallazgos gammagráficos basados en la perfusión cerebral.

Gordon I, et al. en 1997 realizaron un estudio con 15 adolescentes entre 8 y 16 años que padecían de AN, las sometieron a escáneres regionales de radioisótopos de golpe de sangre cerebral, 13 presentaban hipoperfusión unilateral del lóbulo temporal, el examen de seguimiento mostró que, en tres de las niñas persistía esta anomalía tras la recuperación del peso (16).

Kuruoglu AC, et al. en 1998 utilizaron técnicas de imagen cerebral con dos pacientes afectadas AN, mientras que los exámenes neurológicos y de laboratorio, incluidos el EEG y la TC craneal resultaron con valores dentro de los límites normales antes de la terapia, los hallazgos de la neuro imagen SPECT (^{99m}Tc -HMPAO cerebro SPECT) mostraron una hipoperfusión bilateral en regiones frontales, temporales y parietales antes del tratamiento; los estudios SPECT

posteriores al tratamiento de la AN por tres meses mostraron una perfusión cerebral normal en ambos pacientes. Concluyen que la neuroimagen SPECT puede servir en el seguimiento y predecir la respuesta clínica al tratamiento de los trastornos alimentarios (17).

Ishiguro N, et al. reportaron el 2001 que en pacientes diagnosticados con AN, al ser examinados con neuroimagen SPECT presentaban hipoperfusión en la corteza prefrontal medial y la corteza cingulada anterior e hipoperfusión en el tálamo y el complejo de hipocampo-amigdalino (18).

Råstam M, et al. en 2001 examinaron a 21 personas recuperadas de AN, y fueron examinados siete años después con neuroimagen SPECT, en ese momento tenían edad promedio de 22 años; a manera de comparación, los investigadores, conformaron un grupo de pacientes jóvenes sin trastornos neuro-psiquiátricos, que les habían realizado un examen SPECT debido a una operación por coartación de la aorta o por leucemia linfática, por aspectos éticos no pudieron realizarles el estudio del flujo sanguíneo cerebral regional (FCFr); reportaron que el grupo con AN recuperados mostraban marcada hipoperfusión de los lóbulos temporal, parietal, occipital y orbitofrontal, respecto al grupo de comparación. Concluyeron que, mucho después de superada la AN puede asociarse con hipoperfusión de flujo sanguíneo cerebral de moderada a grave en la región temporoparietal (o temporoparietooccipital) y en la región orbitofrontal (19).

Chowdhury U, et al. en el estudio realizado en el 2003, examinaron a 15 niños y adolescentes, les realizaron un examen regional de flujo sanguíneo cerebral (FCFr) mediante tomografía computarizada de un solo fotón (SPECT), además de un examen de trastornos alimentarios (EDE) para diagnosticar NA; los resultados de

SPECT mostraron que el 73% tenían asimetría (hipoperfusión) del flujo sanguíneo en al menos un área, las regiones cerebrales que mostraron hipoperfusión fueron: el lóbulo temporal, el lóbulo parietal, el lóbulo frontal, el tálamo y los núcleos caudados. Todos los examinados dieron alta puntuación para EDE, los pacientes con hipoperfusión tuvieron puntajes elevados en el examen EDE, respecto a aquellos sin hipoperfusión, aunque las diferencias no fueron significativas (20).

Beato F. L, et al. realizaron en el 2011, un estudio cuyo objetivo fue determinar las variables psicopatológicas y neurobiológicas asociadas a los trastornos alimentarios, conformaron dos grupos: el primero con 42 pacientes con anorexia nerviosa y bulimia según subtipos, respectivamente, teniendo como referente los criterios de Clasificación del Manual Diagnóstico y Estadístico de Trastornos Mentales (DSM-IV), el segundo grupo, de comparación, estuvo conformado por 12 personas sanas. A todos los participantes se les realizó un SPECT cerebral para medir el flujo sanguíneo cerebral regional (FCFr) en situación de reposo, un segundo examen se realizó después de un estímulo visual neutral (mar en calma) y una tercera prueba fue realizada después de confrontarlos con su propia imagen corporal; evaluaron también la psicopatología general y alimentaria. Reportaron que, al ser enfrentados con su propia imagen corporal, los pacientes de bulimia no purgativa no experimentaron un aumento del rCBF, a diferencia de los pacientes con Anorexia nerviosa restrictiva y bulimia purgativa. El examen SPECT mostró en todos los pacientes la hiperactivación temporal derecha cuando se les mostró su propia imagen corporal (21).

Oltra Cucarella J. et al. realizaron en el 2012 una revisión bibliográfica relacionadas al empleo de la neuroimagen. Métodos de neuroimagen como la tomografía por

emisión de positrones (PET) encontraron disminución del metabolismo en la corteza frontal superior y prefrontal dorsolateral en pacientes con muy bajo peso, que se revierte con su incremento; en tanto, describen incremento persistente del metabolismo en el núcleo caudado, en la corteza frontal lateral inferior, Tálamo y Putamen, incluso posterior a la recuperación del peso. El uso de la resonancia magnética funcional (RMf) describe modificaciones de la activación cerebral en el giro cingulado anterior y en la ínsula izquierda, en pacientes tratadas y recuperadas describen hiperactividad en la corteza prefrontal medial (áreas de Brodmann; 8, 9, 10 y 32) y en el cerebelo, pero hipoactividad en la corteza parietal (áreas de Brodmann 7 y 40) y en la corteza occipital, un inconveniente de este método es que pocos establecimientos disponen de esta tecnología, los costos son elevados y el factor claustrofóbico en pacientes con trastornos alimentarios limita las posibilidades para su uso. Concluyen que los resultados muestran cambios cerebrales a nivel estructural y funcional en pacientes diagnosticadas de AN, varios tipo de estudios reportaron cambios en la función cerebral de ciertas regiones, como el córtex frontal, córtex parietal y también de áreas específicas como el núcleo caudado, tálamo, córtex frontal lateral inferior en los pacientes con grado agudo de anorexia nerviosa; algunos investigadores reportaron disminución de la perfusión y el metabolismo en regiones frontales, sobre todo en los casos con peso muy reducido, procesos que se revierten luego de recuperar el peso; sin embargo, otros estudios encontraron reducción de la perfusión en la corteza orbito-frontal y prefrontal dorsolateral derecha, posterior al incremento de peso, contradiciendo los hallazgos previos; lo que indicaría que estas alteraciones no obedecerían a la desnutrición, sino que serían la base de la anorexia nerviosa, pues no revierten tras

la ganancia de peso. Los autores concluyeron que las alteraciones neuropsicológicas en pacientes con anorexia nerviosa está relacionadas con áreas cerebrales alteradas; agrega que dichas evidencias modifican drásticamente las teorías y paradigmas clásicos acerca de esta enfermedad; la comprensión de los cambios cerebrales, a nivel estructural y funcional en pacientes con anorexia nerviosa permite entender mejor las alteraciones neuropsicológicas que afectan a estas pacientes (22).

Molina R. R, realizó un estudio en el 2014 para contribuir en la mayor comprensión de la fisiopatología de los trastornos alimentarios e identificación de posibles biomarcadores del funcionamiento de neuro circuitos y actividad comportamental. Incluyó a 25 pacientes con trastornos alimentarios: 8 con anorexia nerviosa (AN), 8 con bulimia nerviosa (BN) y 7 con trastorno alimentario comórbido con trastorno de la personalidad (TCAc) y un grupo control, comparativo, conformado por 19 personas sanas. Además de pruebas y cuestionarios psicológicos y mediciones manuales volumétricas con imágenes de resonancia magnética (RMN) del putamen y caudado, se realizó el estudio de resonancia magnética funcional (RMNf) utilizando un escáner con un sistema de resonancia magnética 1.5 T GE. Los resultados reportaron, un caudado derecho significativamente mayor ($p < 0.05$) en las AN en comparación con el grupo control y un volumen putaminal derecho más pequeño en el grupo TCAc, comparativamente con el grupo control y el grupo AN. Las AN mostraron significativamente mayor volumen del putamen izquierdo, comparativamente con los demás grupos (grupo control, sub grupo BN y subgrupo TCAc), en comparación con las BN, se reportó una relación negativa entre los volúmenes del putamen de ambos hemisferios y la puntuación de antecedentes de trauma en la infancia, en el grupo combinado de trastornos alimentarios y el grupo

control (Rho: -0.506, p: 0.006) y según antecedente de trauma general (rho: -0.475, p: 0.003) (23).

Phillipou, A, et al. realizaron en el 2014, una revisión sistemática para mostrar los avances en la neurobiología de la AN y la contribución de la neuroimagen, refieren que se han hecho comparaciones de grupos de AN con personas sanas, pero no AN en comparación con otros trastornos alimentarios y otras patologías psiquiátricas. Mediante uso de la neuroimagen, respecto a AN se identificaron diferencias en la función del neurotransmisor, el flujo sanguíneo cerebral regional, el metabolismo de la glucosa, la volumétrica y la respuesta dependiente del nivel de oxígeno en la sangre. Concluyen que gracias a la neuroimagen, se han reportado varias diferencias estructurales y funcionales en la AN, algunas revierten y otras persisten luego de la recuperación del peso (24).

Tao Tao L, et al, realizaron en el 2015, un estudio piloto aleatorio cruzado con el objetivo de demostrar el potencial de la acupuntura, usada como terapia complementaria en el tratamiento de la anorexia nerviosa y la bulimia nerviosa, que genera beneficios en la calidad de vida de los pacientes; realizaron tomografías computarizada combinada de fluorodesoxiglucosa (FDG-PET) para evidenciar los cambios en el metabolismo de la glucosa en áreas cerebrales específicas posterior a la acupuntura. El PET-CT mostró el efecto regulador en las áreas funcionales cerebrales, producto de la punción con aguja en TE5, sostienen que estudios de neuroimagen por emisión de un solo fotón (SPECT) han revelado que el metabolismo de la glucosa aumenta significativamente en el giro frontal después de la electro-acupuntura, pues estos exámenes demuestran que la anorexia nerviosa y la demencia vascular está relacionados con los cambios en el metabolismo cerebral

de la glucosa. Concluyen que la medición de cambios cerebrales después de la electro-acupuntura mediante neuroimagen SPECT, podrían predecir la eficacia de la estimulación cerebral profunda en pacientes con anorexia nerviosa fármaco-resistente (25).

Gutiérrez G. S, realizó en el 2016 un artículo de revisión con el objetivo de señalar los avances logrados en neuroimagen, sostiene que ha permitido comprender mejor la etiología y las bases neurobiológicas de los trastornos de la alimentación y ahora se conoce que existen factores predisponentes para la AN. Refiere que técnicas de neuroimagen tales como: PET y fMRI (resonancia magnética funcional) permiten observar la distribución de los neurotransmisores, el consumo de glucosa o el aumento o disminución del flujo sanguíneo en las diferentes regiones cerebrales, mientras que otras técnicas como, la tomografía por emisión de positrones (PET) permiten ver la actividad cerebral; la autora concluye que, a pesar de sus bondades, los estudios relacionados al uso de la neuroimagen todavía no son concluyentes pues son hechos con pocos pacientes y los resultados relacionados a AN varían según la herramienta de neuroimagen que se utilice, según sub grupo de la AN, según la edad del paciente, si tomaban o no tratamiento y según estadio de la enfermedad; siendo necesarios estudios con mayor cantidad de pacientes con muestras homogéneas (26).

Nagamitsu S et al realizaron el año 2016 un estudio con el objetivo de examinar la unión cortical del receptor GABA (A) –benzodiazepina, antes y después de terapia intensiva de niños con AN. Se utilizó tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT) cerebral con (123) I-íomazenil, unido a receptores de GABA (A) -benzodiazepina, en 26 pacientes con AN que participaban en un programa de

tratamiento multimodal; en 16 de los 26 participantes se repitieron el examen SPECT al alta en el mencionado programa de tratamiento intensivo. Aplicaron pruebas psicológicas para evaluar los resultados clínicos después de un año relacionadas al comportamiento alimentario y al estado de ánimo, y se examinó la asociación de la actividad relativa de unión a iomazenil en las regiones corticales de interés con los perfiles psicométricos y determinaron qué perfiles psicométricos. Reportaron efectos de interacción con las regiones cerebrales, que incluía si la actividad de unión podía predecir el resultado clínico y los cambios en el tratamiento. Sostienen que las puntuaciones más altas en las pruebas de comportamiento alimentario se asociaron significativamente con una menor actividad de unión a iomazenilo en la corteza cingulada anterior y posterior; las puntuaciones más altas de las pruebas de estado de ánimo estuvieron asociadas significativamente con una menor actividad de unión de iomazenilo en la corteza frontal, parietal y la corteza cingulada posterior (PCC); los puntajes de la subescala estado de ánimo "Depresión-Depresión" y "Confusión" y el puntaje total de la prueba de estado de ánimo, mostraron efectos de interacción con las regiones cerebrales en la actividad de unión a iomazenil; la disminución de la unión en la corteza cingulada anterior y la corteza parietal izquierda estuvo asociada a malos resultados clínicos; se observaron aumentos relativos de la unión en toda la corteza cingulada posterior y el giro occipital después del aumento de peso en niños con AN. Estos hallazgos sugieren que la unión cortical de los receptores de GABA están alterados en niños con AN. Concluyeron que la función del receptor inhibitor de los receptores corticales GABA puede desempeñar un papel importante en la manifestación de los síntomas clínicos de la AN, la unión más baja de ¹²³I-iomazenil

GABA en regiones cerebrales específicas al inicio del tratamiento se asocia con la gravedad clínica de los trastornos del estado de ánimo y la actitud anormal de alimentación en la muestra estudiada, la disminución de corteza cingulada anterior (CCA) y la corteza parietal izquierda estuvo asociada a malos resultados clínicos, el aumento de los cambios en la unión de los receptores GABA y en la corteza cingulada anterior y posterior (CCA y CCP) y circunvolución occipital podría ser importante en la recuperación de la AN infantil. La función GABA en la corteza cingulada podría evaluarse como un predictor potencial del resultado clínico, siendo necesario determinar la asociación entre la función y el pronóstico a largo plazo (27).

Wierenga, C, et al. realizaron en el 2017 un estudio para determinar si la alteración en el flujo sanguíneo cerebral (CBF) es indicador de desregulación homeostática que contribuye a su capacidad de restringir los alimentos en mujeres con AN: Compararon el flujo sanguíneo cerebral (CBF) medido en reposo, en 21 pacientes con Anorexia nerviosa restrictiva (RAN) y 16 mujeres sanas (grupo control) cuando tenían hambre (después 16 horas de ayuno) y posterior a una comida. Además de pruebas psicológicas (ansiedad, temperamento, trastornos de alimentación, entre otros) y pruebas hormonales, el protocolo del examen consideró, la perfusión de la sangre del cerebro en reposo. Sostienen que el CBF es un marcador indirecto de la función neuronal y comúnmente se mide con tomografía por emisión de positrones (PET), con tomografía por emisión de un solo fotón (SPECT) y más recientemente, con resonancia magnética funcional con marcado de espina arterial (ASL) imagenología (fMRI). Los resultados encontraron que en la ínsula posterior izquierda, el CBF había disminuido en el grupo de RAN, respecto al grupo de

mujeres normales, cuando tenían hambre o se habían alimentado, por el contrario el CBF en esas mismas condiciones (cuando tenían hambre o se había alimentado), aumentaba en las mujeres normales ($p < 0.05$), la disminución del CBF estuvo asociado al ayuno, las regiones cerebrales (hipotálamo, la amígdala, el cuerpo estriado, la corteza orbitofrontal, la ínsula y la corteza cingulada anterior) involucradas en la regulación homeostática mostraron diferencias grupales en el contraste Hungry – Fed, lo que sugiere una alteración en el metabolismo de energía celular en este circuito, reduciéndose la motivación para comer. Concluyen que, en la AN, la función neurovascular en reposo es aberrante en los circuitos neuronales homeostáticos en respuesta al hambre; refieren que los hallazgos en AN recuperada son más discrepantes, con un estudio SPECT que informa hipoperfusión en la AN de tipo restrictivo (RAN), otros estudios de el examen ASL de AN restaurado y AN remitido no informan diferencias regionales en la CBF. La heterogeneidad en los métodos utilizados para cuantificar el CBF puede contribuir a las discrepancias en estos hallazgos: una mayor perfusión informada en ASL que en SPECT (28).

Hys M, et al. realizaron el 2017 un artículo de revisión para analizar los últimos informes sobre nuevos conceptos y métodos relacionados a la neurobiología de la anorexia nerviosa que permitiría identificar las regiones del cerebro involucradas en la regulación de la ingesta de alimentos y, por ende, puede ser un lugar potencial donde se producen procesos neurobioquímicos responsables de los trastornos alimentarios; con la finalidad de contribuir en el diagnóstico y tratamiento de la AN. Obteniendo la neuroimagen mediante el magneto encefalografía se muestra las variaciones morfométricas, particularmente dentro de la materia blanca de los procesos asociados con el procesamiento neuronal de la información. relacionados

con la ingesta de alimentos, que ocurre en pacientes con AN. Refieren estudios que localizaron las posibles áreas asociadas con los trastornos alimentarios, utilizando la tractografía de fibra de MRI de difusión, que mostraba la presencia de cambios en las vías de la sustancia blanca del cerebro, especialmente en el cuerpo caloso, que indican un contenido reducido de mielina, lo que podría reflejar la desnutrición y la deficiencia de lípidos. También refieren informes de neuroimagen que muestran la recuperación del volumen normal de células cerebrales en pacientes que, luego de un largo proceso de recuperación de la AN, Otros estudios mostraban que, en pacientes en etapa de remisión, había cambios funcionales dentro de la amígdala en respuesta a una tarea no relacionada con la sintomatología de la AN. Señalan también, literatura científica que indica que en pacientes con anorexia nerviosa hay una densidad reducida de células GFAP + del hipocampo y una mayor expresión de vimentina y nestina (29).

Donnelly B, et al. en la revisión sistemática realizada en el 2018, reconocen que la mayoría de investigaciones relacionadas al uso de técnicas de neuroimagen se han centrado en pacientes con anorexia nerviosa, con la finalidad de demostrar los cambios estructurales y funcionales que originan; revisan literatura publicada sobre la neurobiología de las personas que comen en exceso: individuos con bulimia nerviosa (BN) y trastorno por atracón (BED). Analizaron 32 estudios, 21 habían empleado resonancia magnética funcional (fMRI), siete emplearon imágenes de resonancia magnética (MRI) y uno empleó simultáneamente MRI y tecnología de emisión de positrones (PET), tres estudios emplearon tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT) y un estudio usó solo PET. Un hallazgo claro es que la gravedad de estas enfermedades está relacionada con mayores cambios

neuronales Concluyen que la heterogeneidad de estudios impide extraer sólidas conclusiones, sostienen que se requiere más investigaciones que expliquen los hallazgos en personas con BN y BED respecto a: volúmenes corticales reducidos y actividad disminuida en regiones asociadas con la autorregulación (circuitos frontoestriatales) y respuestas a los estímulos (30).

CONCLUSIONES

1. La neuroimagen, involucra el uso de electroencefalograma, SPECT y PET permitiendo obtener registros eléctricos, perfusionales y metabólicos de los cambios en la actividad cerebral producidos por variables conductuales debidas a los trastornos alimentarios, entre ellos la anorexia nerviosa; constituyendo una potente herramienta para el desarrollo científico de la neuropsicología.
2. La neuroimagen mide procesos fisiológicos: el flujo sanguíneo regional, el metabolismo de la glucosa o la oxigenación regional en distintas zonas cerebrales, sin embargo, existen diferencias entre los resultados, según herramienta utilizada: la resonancia magnética funcional (RMf), la tomografía por emisión de positrones (PET) o la tomografía computarizada por emisión de fotones simples (SPECT).
3. La neuroimagen, si bien permite ver la actividad cerebral, sus resultados todavía no son concluyentes, pues son hechos con pocos pacientes, e incluso los resultados relacionados a AN varían, según la herramienta de neuroimagen empleadas, sub grupo de la AN, edad del paciente, si tomaban o no tratamiento y estadio de la enfermedad; siendo necesarios estudios con mayor cantidad de pacientes con muestras homogéneas, y teniendo en cuenta variables relacionadas a la AN.
4. La neuro imagen SPECT es influenciada por varios factores no relacionados con la patología del paciente, entre ellos: la calidad del estudio tomográfico, el radiofármaco empleado, las condiciones ambientales al momento de inyectar el radio trazador, la instrumentación, parámetros de adquisición, técnicas de

procesamiento y presentación de la imagen; el riguroso cumplimiento del protocolo de estudio y los parámetros de control de calidad son indispensables.

BIBLIOGRAFÍA

1. Universidad de Zaragoza. Guía Práctica Prevención de los trastornos de conducta alimentaria. Bulimia y Anorexia. Guía Práctica de prevención. Cartabria: Universidad de Zaragoza , Centro de Investigación Biomédica en Red de Salud Mental. Hospital Clínico Universitario de Zaragoza; 2008. Report No.: ISBN:978-84-694-2970-9.
2. Negrete C M. Estudio Epidemiológico de los trastornos de la conducta alimentaria en población escolarizada en el Estado de Nayarit México. Tesis Doctoral. Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de Psicología; 2015. Report No.: <https://hdl.handle.net/10803/297568>.
3. Merida P C, Lopez H R. Prevalencia de los transtornos de la conducta alimentaria y su relación con la ansiedad y depresión. Investigación Psicológica. 2000; 10.
4. Sámchez J B. Trastornos de la Conducta Alimentaria, de 18 a 22 años en las Alumnas de la Carrera de Psicología de la Universidad Tecnológica Intercontinental del año 2.013. para obtener el título de Licenciatura en Psicología Clínica. Uruguay: Universidad Tecnológica Intercontinental , Facultad de Ciencias de la Salud; 2013. Report No.: <http://www.utic.edu.py/v6/investigacion/attachments/article/78/>.
5. Zagalaz S L, Romero G S, Conttreras J O. La anorexia nerviosa como distorsión de la imagen corporal. Revista Iberoamericana de Educación. 2008; 12.
6. Nuñez M. Fundamentos del SPCT. Escuela Universitaria de Tecnología Médica. Uruguay. [Online].; 2008 [cited 2019 sep. Available from: https://www.alasbimn.net/comites/tecnologos/material/Fundamentos_SPECT.pdf.
7. Paez G D, Pabon C L. El Spect en la evaluación de las demencias. Revista Colombiana de Psiquiatría. 2004; 2(177-191).
8. Lovera F C. Estudio de Flujo sanguíneo cerebral. [Online].; 2019 [cited 2019 sept 20. Available from: http://www.medicinanuclear.cl/spect_4-neurologicos.htm.
9. Esenarro V L. Neuropsicología: enfoques y métodos de estudio. [Online].; 2015 [cited 2019 dic. Available from: <https://www.academia.edu/8892312/Neuropsicolog>.

- 10 Rios L M. Aplicación de la neuropsicología funcional al estudio de la . rehabilitación neuropsicológica. Rev Neurolog. 2004; 38(4:366-373).
- 11 Jaramillo M J. Metabolismo cerebral. Rev Mex Anestesiología. 2013 ab-jun; . 36(1).
- 12 Valle M, García G F. SPECT CEREBRAL. Revista Peruana de Radiología. . 1999; 3(7).
- 13 Nuñez M. SPECT cerebral: aspectos técnicos a tomar en cuenta para obtener . estudios de calidad diagnóstica. Alasbimn Journal. 2010 abril; 12(48).
- 14 Lovera F C. Nociones Básicas para entender la Medicina Nuclear. [Online].; . 2019 [cited sept 2019 20. Available from: <http://www.medicinanuclear.cl/generalidades.htm>.
- 15 Nuñez M. Funciones del tecnólogo en el equipo multidisciplinario de . Medicina Nuclear. Informe técnico. Montevideo: Universidad de la República, Comité de Tecnólogos de ALASBIMN ; 2008. Report No.: http://www.subimn.org.uy/wp-content/uploads/2016/09/Tecnicos_funciones_e_interaccion.pdf.
- 16 Gordon I, Lask B, Bryant-Waugh R, Christie D T. Childhood-onset anorexia . nervosa: towards identifying a biological substrate. Int J Eat Disord. 1997 sep; 22(2: 159-65).
- 17 Kuruoglu A, Kapucu O, Atasever T, Arikan Z, Işık E, Unlü M. Technetium- . 99m-HMPAO brain SPECT in anorexia nervosa. J Nucl Med. 1998 feb; 39(2: 304-6).
- 18 Ishiguro N, Hirohara D, Hotta M, Takano K, Kawashima M. Linear erythema . craquelé due to acute oedema in anorexia nervosa. British Journal of Dermatology. 2001 Dec; 145(2: 357-359).
- 19 Råstam M, Bjure J, Vestergren E, Uvebrant P, Gillberg I, Wentz E, et al. . Regional cerebral blood flow in weight-restored anorexia nervosa: a preliminary study. Dev Med Child Neurol. 2001 Ap; 43(4: 239-42).
- 20 Chowdhury U, Gordon I, Lask B, Watkins B, Watt H, Christie D. Early-onset . anorexia nervosa: is there evidence of limbic system imbalance? Int J Eat Disord. 2003 may; 33(4: 388-96).

- 21 Beato F L, Rodriguez C T, García V T. Alteraciones psicopatológicas y . hallazgos de neuroimagen con valor discriminante en los trastornos de la conducta alimentaria. *Actas Españolas de Psiquiatría*. 2011 jul; 39(4:203-210).
- 22 Oltra J, ESPERT T R, Rojo M L. Neurosicología y Anorexia Nerviosa. . Hallazgos cognitivos y radiológicos. *Neurología*. 2012; 27(8: 504-510).
- 23 Molina R R. Un estudio de Neuroimagen en Trastornos de la Conducta . Alimentaria:Análisis del procesamiento emocional en relación con los antecedentes traumáticos. Optar el grado de Doctora. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Medicina. Departamento de Psiquiatría; 2014. Report No.: <https://eprints.ucm.es/30561/1/T36129.pdf>.
- 24 Phillipou A, Rossell S, Castle D. The neurobiology of anorexia nervosa: A . systematic review. *Australian and New Zealand Journal of Psychiatry*. 2014 fb; 48(2:128-152).
- 25 Tao Tao L, Qing-Xiong H, Hong-Bing X. The change in cerebral glucose . metabolism after electroacupuncture: a possible marker to predict the therapeutic effect of deep brain stimulation for refractory anorexia nervosa. *Int J Clin Exp Med*. 2015; 8(10: 19481-85).
- 26 Gutierrez G S. Aportación de los estudios de neuroimagen a la práctica clínica . de los trastornos de la conducta alimentaria. Optar título de médico. Santander: Universidad de Cantabria, Facultad de Medicina; 2016. Report No.: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/8770/>.
- 27 Nagamitsu S, Sakurai R, Matsuoka M, Chiba H, Ozono S, Tanigawa H, et al. . Altered SPECT 123I-iomazenil Binding in the Cingulate Cortex of Children with Anorexia Nervosa. *Frontiers in Psychiatry*. 2016 feb; 7(16).
- 28 Wierenga C, Bischoff-Grethe A, Rasmusson G, Bailer U, Berner L, Liu T, et . al. aberrant cerebral Blood Flow in response to hunger and satiety in Women remitted from anorexia nervosa. *Frontiers in Nutrition*. 2017 jul; 4(32).
- 29 Hys M, Skoczeń N, Soroka E, Olajoss M. Structural and functional changes . in the central nervous system in the course of anorexia nervosa. *Curr Probl Psychiatry*. 2017; 18(4: 321-330).
- 30 Donnelly B, Touyz S, Hay P, Burton A, Russell J, Caterson I. Neuroimaging . in bulimia nervosa and binge eating disorder: a systematic review. *J Eat Disord*. 2018 frb; 20(6:3).

ANEXOS

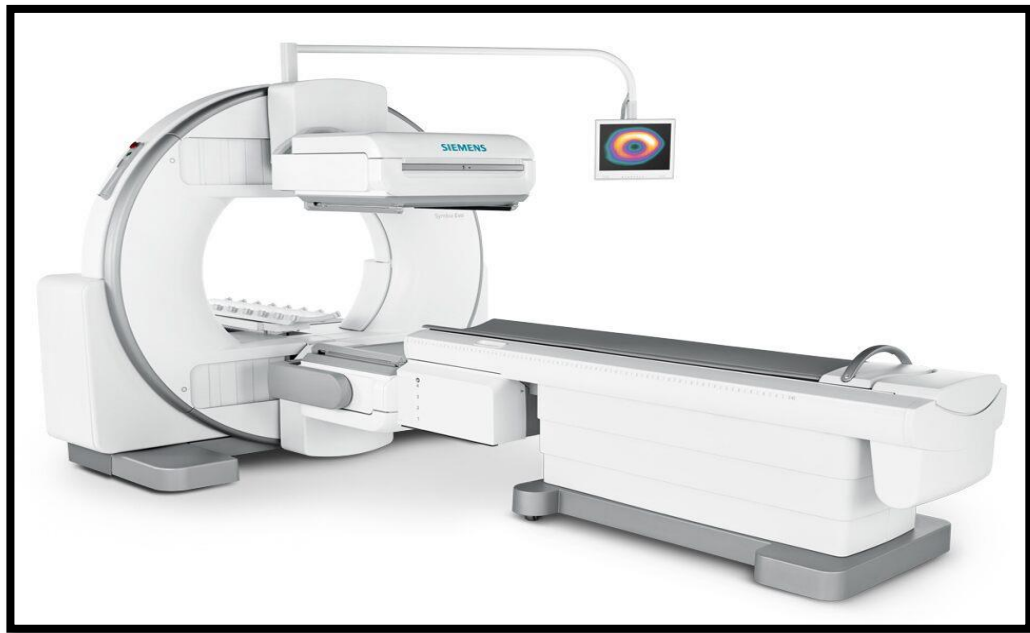


Figura 1. Cámara gamma SPECT marca SIEMENS modelo Symbia evo. Tomado de el hospital: <https://www.elhospital.com/temas/Sistema-SPECT-versatil-multiproposito-Symbia-Evo-Excel+100652>

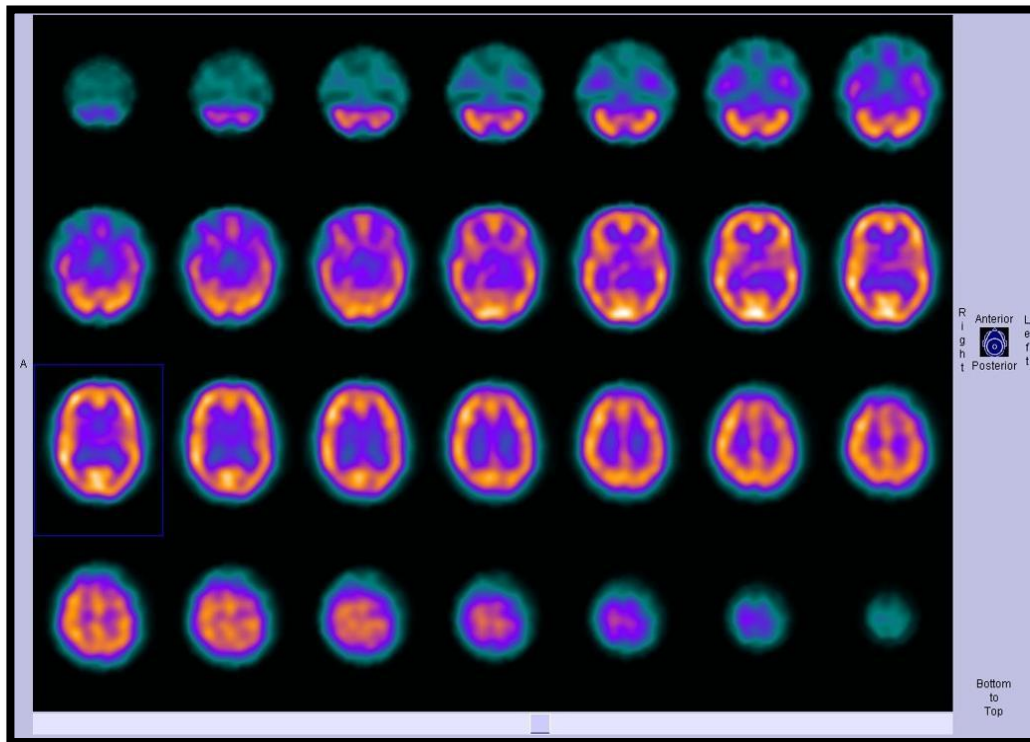


Figura 2. SPECT de perfusión cerebral con ^{99m}Tc -ECD normal. Tomado de Radiopaedia: <https://radiopaedia.org/cases/normal-brain-perfusion-spect>

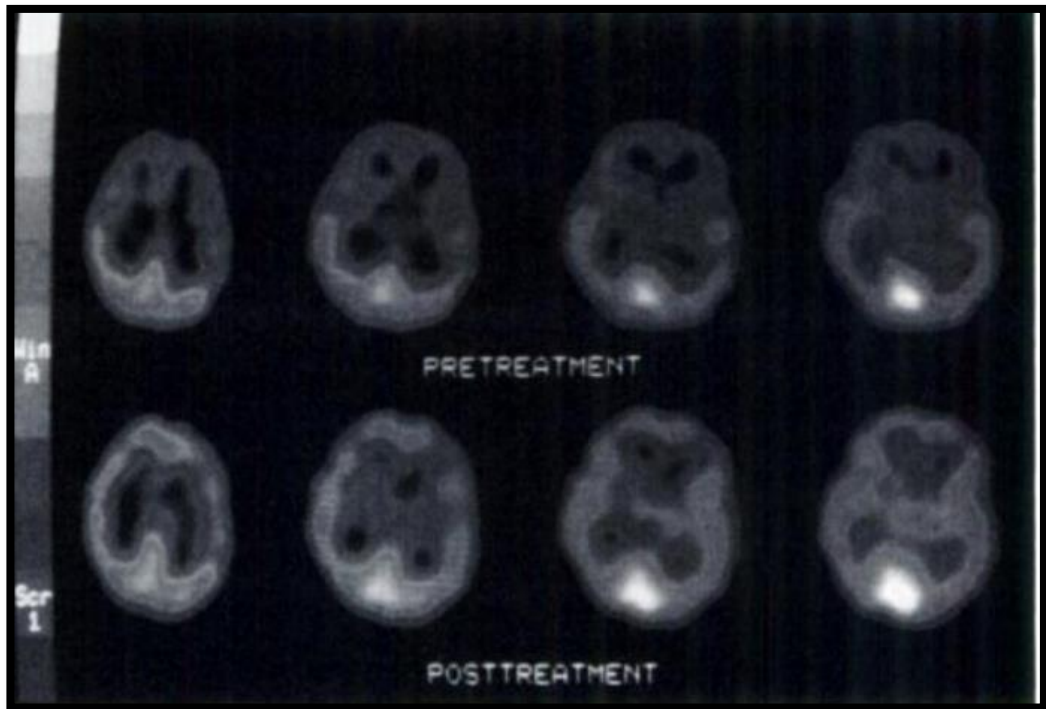


Figura 3. SPECT cerebral pretratamiento de AN con hipoperfusión fronto parietal, parietal y temporal izquierdo. Imagen post tratamiento con restablecimiento de la perfusión cerebral. Tomado de: <https://jnm.snmjournals.org/content/jnumed/39/2/304.full.pdf>



Figura 4. Ilustración de icono de vector de anorexia nerviosa. Tomado de depositphotos: <https://sp.depositphotos.com/vector-images/anorexia.html>

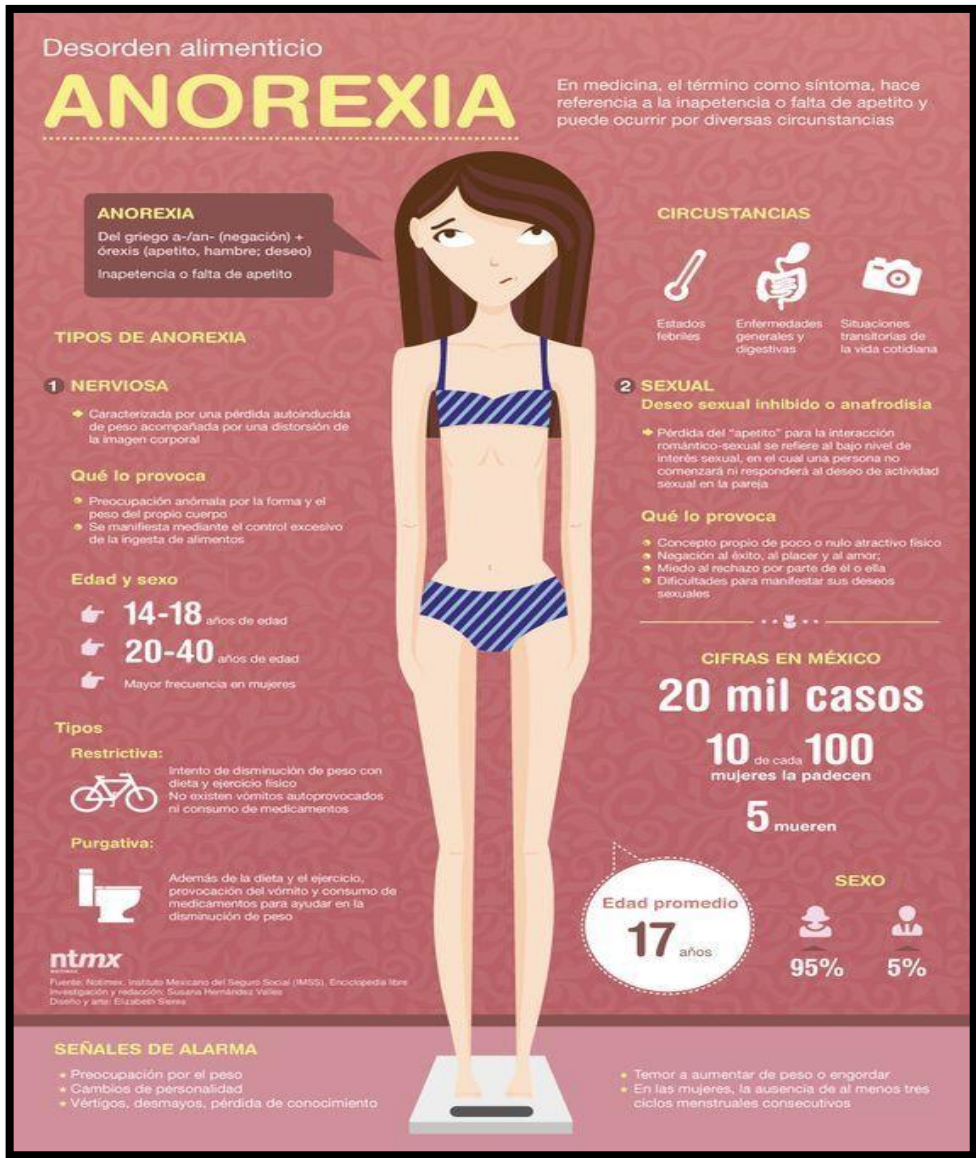


Figura 5. La anorexia nerviosa. Tomado de psicoactiva a través de INSteractua: <http://insteractua.ins.gob.pe/2018/02/anorexia-infografia.html>