

La neurociencia de la identidad de género: Una revisión sistemática

Aitor Ochoteco Perales

Facultad de Psicología, Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

Cuarto curso de psicología

Director del tfg: Óscar Vegas Moreno

8 de junio de 2023

Indice

Indice	2
Glosario	3
Resumen	4
1 - Introducción	5
2 - Metodología	7
Estrategia de búsqueda	7
Criterios de elegibilidad	8
Proceso de selección	8
3 - Resultados	8
Circuitos y regiones autorreferenciales	8
Neuroanatomía general	9
THAG en HoT	10
IG y habilidades cognitivas	11
Otros estudios	11
4 - Discusión y conclusiones	11
5 - Referencias	14
Anexo A: Diagrama PRISMA	23
Anexo B: Resumen de los resultados	24

Glosario

HoC: Hombres cisgénero

MuC: Mujeres cisgénero

HoT: Hombres transgénero

MuT: Mujeres transgénero

THAG: Tratamiento hormonal de afirmación de género

IG: Identidad de género

InG: Incongruencia de género

DG: Disforia de género

Resumen

Esta revisión aborda el estudio de la identidad de género (IG) desde un ámbito neurocientífico, analizando cómo se representa este en el cerebro, qué relación hay entre la IG y la disforia de género (DG) en el cerebro y si la IG tiene mayor potencia explicativa que el sexo biológico en estudios neurocientíficos. Para ello se ha realizado un análisis sistemático. Tradicionalmente los estudios sobre este tema han identificado diferencias entre personas cisgénero y transgénero, pero no han hallado ningún correlato específico de la IG. Se han analizado 23 artículos y se ha llegado a las siguientes conclusiones; la IG es un fenómeno complejo en el que interactúan muchas regiones cerebrales, llegando a poder ser representado como un fenotipo cerebral único en las personas transgénero. Los circuitos que procesan información autorreferencial en el cerebro parece jugar un papel importante en lo relacionado a la IG y la IG parece interactuar con el sexo biológico a nivel neuroanatómico en pruebas de habilidad cognitiva. Todavía falta realizar más investigación y usar cantidades de muestra más grandes en los estudios para llegar a una conclusión clara.

Palabras clave: identidad de género, transgénero, disforia de género, incongruencia de género, neuroimagen

Objetivos del desarrollo sostenible: Este trabajo responde a 2 objetivos. Primero al objetivo 3, salud y bienestar, al tratar sobre factores que influyen sobre el bienestar psicológico de las personas transgénero. Segundo, al objetivo 5, igualdad de género, al poner el foco en el sufrimiento que pueden padecer las personas con identidades transgénero y la necesidad de abordar el tema.

1 - Introducción

La identidad de género (IG), se refiere a “la percepción individual que tiene cada persona de ser hombre, mujer o cualquier otra identidad” (American Psychological Association [APA], 2023). Por lo tanto, cuando hablamos de género nos referimos a un concepto psicológico, independientemente del sexo biológico aunque guarden cierta relación y en términos generales suelen ser concordantes (Roselli, 2018).

Una de las formas de abordar la etiología de la IG, es mediante el estudio de la disforia de género (DG) en relación al cerebro (Frigerio et al., 2021). Esta se define como “malestar clínicamente significativo causado por la incongruencia entre género sentido y género asignado que se presenta durante 6 meses o más” (American Psychiatric Association, 2022). Las personas que sufren de DG muchas veces acaban identificándose como personas transgénero, expresando el género sentido frente al asignado (APA, 2023). La incongruencia de género (InG) propia de la DG suscita preguntas interesantes respecto al proceso de diferenciación sexual y la IG. Una de las teorías preponderantes actualmente que tratan de explicar la IG es la teoría neurobiológica (Gonsalves, 2020). Esta teoría argumenta que dependiendo de la exposición prenatal a los andrógenos, la organización del cerebro va a ser masculina o femenina y dado que este proceso es más tardío e independiente de la diferenciación sexual a nivel genital, se pueden dar incongruencias entre ambos procesos dando así lugar a una estructura cerebral sexualmente diferente al resto del cuerpo (Swaab et al., 2021, Roselli, 2018). Esta variabilidad en los procesos de desarrollo se podría dar por factores genéticos, como demuestran los estudios llevados a cabo con gemelos monocigóticos, en los que se observa una concordancia mucho mayor de DG que en los gemelos dicigóticos (Diamond, 2013; Karamanis et al., 2022; Kauffman et al., 2022). Además de esto, un estudio de 2021 comparando personas cisgénero y personas transgénero muestra que existen diferencias en los perfiles de metilación del ADN en genes específicos antes de que las personas transgénero pasen por ningún tratamiento, lo cual sugiere la implicación de factores epigenéticos en la etiología de la InG (Ramirez et al., 2021).

Los estudios respecto al desarrollo de la IG, por lo tanto, apuntan a un origen estrechamente ligado a factores genéticos, epigenéticos, bioquímicos, variables prenatales y hormonales, aunque hasta la fecha no se ha podido identificar una causa con claridad (Diana y Esposito, 2023; Bhargava et al., 2021, Swaab et al., 2021).

Esta es una explicación marcadamente diferente a las explicaciones dadas entre los años 60 y 80, que se centraban en los factores psicosociales y la socialización infantil temprana como el origen de la IG. Así, como explica Gonsalves (2020) se ha pasado de una

explicación centrada en el entorno social, a una centrada en la genética y la neurobiología a partir de los años 90.

Dicho esto, actualmente existen diferentes hipótesis para tratar de explicar la InG y DG, algunas de las cuales se sitúan dentro de este marco neurobiológico. Una de estas es que las diferentes regiones cerebrales desarrollan un grosor cortical diferente dando a las personas transgénero un fenotipo cerebral único, situando el origen de la IG, InG y DG en el neurodesarrollo (Guillamon et al., 2016). Otra también relevante, es la hipótesis de la desconexión de los circuitos autorreferenciales. Esta hace referencia a la conectividad funcional débil que se ha encontrado en las personas transgénero frente a las personas cisgénero respecto a estructuras y circuitos de la línea media cortical, que se han relacionado con el procesamiento de la información en relación al self (Manzouri et al., 2017; para mayor profundización ver Northoff et al., 2006 y Weiler et al., 2016).

También hay que añadir que recientes estudios respecto a las diferencias sexuales cerebrales sugieren que la organización del cerebro humano no se puede describir como puramente femenino o masculino, sino que cada cerebro tiene estructuras con características tradicionalmente más feminizadas y masculinizadas en diferentes combinaciones, como un mosaico, siendo estas diferencias producidas por la interacción con factores ambientales como el estrés (Joel, 2021). Por otro lado, otros puntos de vista defienden que la conectividad neuronal existe en un espectro de androginia y que el cerebro se describe dentro de un continuo de feminidad/masculinidad en relación a la conducta (Zhang et al., 2021).

Para finalizar, existe el punto de vista clásico que diferencia cerebros masculinos y femeninos. La evidencia que apoya esta diferencia anatómica, proviene de estudios que utilizan algoritmos predictivos basados en concentración y volumen de materia gris, que permiten discernir entre cerebro masculino o femenino con una precisión de hasta el 93% (Anderson et al., 2019). Aunque esta se reduce al 60-80%, dependiendo del método que se use para corregir la varianza del volumen intracraneal, y el tamaño del efecto en las diferencias cerebrales se vuelve pequeña; d de Cohen < 0.3 (Sanchis-Segura et al., 2020).

En conclusión, es difícil hablar de la existencia de un cerebro puramente femenino o masculino dado que una gran parte de las diferencias provienen de diferencias morfológicas generales, siendo el cráneo y cerebro masculino más grande que el femenino (Sanchis-Segura et al., 2020). Por otro lado, aunque se hayan reportado diferencias cerebrales en base al sexo, hay evidencia que sugiere que la neuroanatomía y las vías de comunicación neuronales son más dependientes de la identidad de género percibida (Boucher y Chinnah, 2020). Además, hay estudios de neuroimagen que utilizando el género como variable independiente,

encuentran relaciones entre el cerebro y la conducta con tanto o más éxito que usando el sexo (Rauch y Eliot, 2022), siendo esto consistente con la perspectiva de la androginia cerebral (Zhang et al., 2021).

Aún así, debido en parte a la pequeña muestra de estudios hasta la fecha, existen incongruencias entre los resultados de las diversas investigaciones que tratan el sustrato neurobiológico de la IG. Aunque la relación entre los componentes de la sexualidad humana no están claros, los estudios longitudinales sugieren que el entorno puede tener influencia ya que se han reportado cambios en la IG a lo largo del tiempo (Frigerio et al., 2021).

Tras exponer el contexto teórico actual, en línea con la perspectiva neurobiológica, si la IG está principalmente determinada por factores biológicos, debería de existir una representación de esta en las estructuras cerebrales. La revisión sistemática de Frigerio et al. (2021) aborda este tema. Su estudio fue realizado con artículos publicados con anterioridad del año 2018, siendo la conclusión que no había suficientes estudios ni muestra.

La DG actúa como un estresor crónico que suele causar problemas de carácter psicológico como depresión o ideación suicida, y que es en ocasiones acompañado por más estresores causados por motivo de ser parte de una minoría (Mason et al., 2023). El sufrimiento psicológico observado habitualmente en las personas transgénero y la elevada prevalencia de suicidio (McNeil et al., 2017), obligan a nuestra sociedad y a los profesionales de la psicología a comprender mejor el funcionamiento de la IG y su relación con la DG.

Por todo esto, considero importante actualizar y recopilar el conocimiento en lo referente a este tema específico. No sólo para expandir el conocimiento en un tema de interés como puede ser la IG, sino para poder dar una mejor ayuda clínica a personas que puedan tener problemas relacionados como puede ser la DG y poder explorar las posibilidades explicativas que puede tener el género en el ámbito neurocientífico. Viendo que la revisión de Frigeiro et al. (2021) no llegó a una conclusión clara sobre el sustrato neurobiológico de la IG, el objetivo principal de esta revisión es responder a la siguiente pregunta con conocimiento actualizado: ¿Cómo se representa la IG en el cerebro?. Otras preguntas que aborda la revisión de forma transversal son: ¿Qué relación tiene la IG con la DG a nivel neurobiológico? y ¿puede el género explicar diferencias cerebrales independientemente del sexo?

2 - Metodología

Estrategia de búsqueda

Para la realización de la revisión se ha seguido la declaración PRISMA 2020 (Page et al., 2021). Se consultaron las bases de datos Scopus y Web of Science el día 19 de abril del año 2023. Para la búsqueda se escogió un rango de 6 años, desde 2018 a 2023, ambos

incluidos. Los términos de búsqueda utilizados fueron “gender identity” AND “neuro*”. El uso del prefijo neuro con asterisco ha permitido ampliar el rango de búsqueda, reduciendo al mismo tiempo el número de términos usados.

Criterios de elegibilidad

Como criterios de inclusión, los trabajos debían; centrarse en el estudio del sistema nervioso central con resultados cuantitativos (a) y usar una definición diferencial de género, separándolo así del sexo biológico y tratándolo como un constructo psicológico (b). Por otro lado, se rechazaron los artículos con los diferentes criterios de exclusión; artículos que no estaban en inglés o español (c), artículos que no fuesen experimentales o meta-análisis (d) y artículos experimentales en animales (e).

Proceso de selección

Tras eliminar los duplicados (n=82), el autor leyó el título y el abstract de los artículos restantes y en base a los criterios previamente establecidos, se escogieron los artículos para la lectura del texto completo. Para los artículos en los que el abstract no aportaba datos suficientes para determinar si cumplían o no los criterios, se decidió admitirlos a la fase de lectura completa. Luego de recuperar todos los textos completos posibles, se determinó el número final de artículos que cumplían los criterios. Los pasos seguidos se pueden ver en el diagrama PRISMA (Anexo A), creado mediante la herramienta gratuita de Haddaway et al. (2022).

3 - Resultados

Los resultados han sido organizados en 5 apartados en base a la similitud en la hipótesis que apoyan o los objetivos de los estudios. Estos apartados son, estudios de los circuitos y regiones autorreferenciales (a), estudios neuroanatómicos generales (b), estudios de los efectos del tratamiento hormonal de afirmación de género (THAG) en HoT (c), estudios de la influencia de la IG en habilidades cognitivas (d) y otros estudios (e). Salvo que se especifique lo contrario, los estudios usan muestra transgénero pre-THAG. El resumen de los resultados se puede ver en el anexo B.

Circuitos y regiones autorreferenciales

En los últimos años, se ha encontrado evidencia de forma consistente respecto a la relación entre la InG y una desconexión o una conectividad débil, en las regiones cerebrales y circuitos relacionados con el pensamiento autorreferencial y de autopercepción del cuerpo. Más concretamente estos estudios señalan que las personas transgénero pre-THAG, tienen conexiones estructurales y funcionales más débiles que las personas cisgénero en los circuitos fronto-parietales (Manzouri y Savic, 2018). Además de esto, específicamente los hombres

transgénero (HoT) pre-THAG parecen tener una conectividad más débil entre la red de saliencia (circuito insulo-cingular medial) y otras regiones cerebrales en comparación a los hombres cisgénero (HoC), teniendo implicadas regiones de procesamiento autorreferencial y de información sensorial referente a uno mismo (Uribe et al., 2020). Se añade también que los resultados sugieren un perfil de grosor cortical diferente entre los HoT, mujeres transgénero (MuT) y mujeres cisgénero (MuC) comparados con los HoC aunque a nivel global la diferencia no es significativa (Uribe et al., 2020). Por otro lado, a la hora de realizar tareas de auto-identificación corporal, la actividad en las regiones que procesan información autorreferencial en las personas transgénero se activa si ven cuerpos más parecidos a su IG que a su sexo asignado al nacer (Majid et al., 2020). Wang et al. (2021) descubrieron que, consistente con la hipótesis de la desconexión, la girificación cortical, o los pliegues cerebrales, de las áreas relacionadas con el pensamiento autoreferencial y de autopercepción era menor en personas transgénero. Esta métrica es inversamente proporcional a InG, a menor girificación, mayor sensación de incongruencia (Wang et al., 2021). Fukao et al. (2022) encontraron diferencias entre la materia gris de las MuC y los HoT, teniendo estos últimos más materia gris en el giro cingulado superior, y menos en el giro temporal medio y corteza occipital. Por otro lado, todos los estudios revisados que miden los efectos de la THAG en los circuitos autorreferenciales y de autopercepción, han dado como resultado una mejora de conectividad, haciéndolo más similar al perfil de conectividad neuronal de las personas cisgénero (Burke et al., 2018; Kilpatrick et al., 2019; Khorashad et al., 2021). Hablando más en detalle sobre los efectos de la THAG, Moody et al. (2021) consiguieron predecir el grado en el que podría aumentar la sensación de congruencia en personas transgénero usando un modelo predictivo empleando la información pre-THAG obtenida mediante resonancia magnética en reposo. Los predictores principales del modelo fueron los circuitos fronto-parietales y cíngulo-operculares, sugiriendo que la THAG afecta directamente a la organización de estas zonas relacionadas con la información autorreferencial y de autopercepción (Moody et al., 2021).

Neuroanatomía general

Respecto a la neuroanatomía general de las personas transgénero, hay estudios que sugieren, no tanto una masculinización o feminización del cerebro en dirección a la IG, sino que las personas transgénero expresan un fenotipo cerebral único. Khorashad et al. (2020) replican en poblaciones no occidentales los resultados neuroanatómicos obtenidos en las personas transgénero, las estructuras cerebrales se parecen más al sexo biológico, aunque en el caso de los HoT, se presentan diferencias en el tálamo y el giro fusiforme, que sugieren un

fenotipo único respecto a los demás grupos del estudio. No obstante, al contrario que Khorashad et al. (2020), Mueller et al. (2021) determinaron que sí hay una gran diferencia neuroanatómica entre personas transgénero y cisgénero respecto al volumen de materia gris y superficie sub-cortical, con muchas diferentes combinaciones de diferencias en regiones dependiendo de la persona. Esto indica que las personas transgénero tienen un fenotipo cerebral diferente atendiendo a las regiones, en vez de simplemente estar más masculinizados o feminizados a nivel global, aunque no hay diferencias en el grosor cortical entre grupos. Este estudio es especialmente significativo ya que usa la mayor muestra transgénero hasta la fecha. En esta misma línea, Starcevic et al. (2021) encontraron que las personas transgénero pre-THAG tienen diferencias neuroanatómicas significativas respecto a las personas cisgénero, teniendo un menor volumen del núcleo accumbens izquierdo, tálamo izquierdo, hipocampo derecho y el núcleo caudado derecho. Para finalizar, tanto Beldinger-Melich et al. (2020) como Kurth et al. (2022) intentaron usar modelos algorítmicos para clasificar la neuroanatomía de personas transgénero. Los primeros usaron un modelo binario para clasificar hombres y mujeres, que tuvo mucha precisión con personas cisgénero aunque no con personas transgénero, sugiriendo que el sexo biológico y la IG afectan ambos a la neuroanatomía. Por otro lado Kurth et al. (2022) en vez de usar un modelo binario, usaron un modelo que clasifica los cerebros en un continuo de androginia masculino-femenino, obteniendo como resultado que la neuroanatomía de las MuT pre-THAG se encuentran en un punto intermedio entre ambos polos al compararse con HoC y MuC, aunque se parece más al sexo asignado al nacer.

THAG en HoT

También se han hecho estudios examinando específicamente a los HoT y los efectos cerebrales que tiene la THAG en estos. Beking et al. (2020) observaron que los chicos transgénero tienen una menor lateralización de la amígdala que los chicos y chicas cisgénero, pero que tras pasar por tratamiento hormonal de testosterona la activación amigdalár era consistente con la de chicos cisgénero, teniendo una mayor activación de la amígdala derecha en pruebas de percepción emocional. Por otro lado, parece ser que la THAG en los HoT, puede inducir efectos de neuroplasticidad en el hipocampo, reduciendo el nivel de GABA en comparación con las MuC (Spurny-Dworak et al. 2022). Consistente con el trabajo de Beking et al. (2020), Kiyar et al. (2022b) observaron que el THAG en HoT provocaba cambios en la amígdala y el procesamiento emocional para ser más similar a HoC en tareas de reconocimiento emocional, siendo los resultados pre-THAG más parecidos a MuC, con la diferencia de que en los HoT los niveles altos de colina estaban relacionados con una mayor

activación de la amígdala y clasificaban estímulos neutros como negativos o amenazantes (Kiyar et al., 2022).

IG y habilidades cognitivas

Hay estudios que tratan de usar la IG como variable para explicar diferencias en habilidades cognitivas y su activación cerebral asociada. Compère et al. (2021) midieron la diferencia entre grupos en la memoria episódica y autobiográfica en base al sexo biológico por un lado, y la IG por el otro. Se llegó a la conclusión de que las diferencias en la activación cerebral mientras se realiza la tarea se explican principalmente por la IG, pero que existe una interacción con el sexo biológico. En línea con Compère et al. (2021), Gavazzi et al. (2022) observaron que en pruebas de habilidad viso-espacial, la activación cortical y los resultados asociados a las pruebas eran dependientes tanto del sexo biológico como de la IG.

Otros estudios

Para finalizar, Smith et al. (2018) encontraron diferencias en la activación de la ínsula en HoT y MuT a la hora de procesar información en actividades de reconocimiento de voz, teniendo un patrón de activación más concordante con su IG que con su sexo.

El estudio de Van Heesewijk (2022) en adolescentes transgénero pre-THAG y con THAG, replica algunos de los resultados de Manzouri y Savic (2019); los adolescentes transgénero, presentan una densidad y conectividad menor en el fascículo occipitofrontal inferior.

4 - Discusión y conclusiones

Los datos hasta ahora sugieren que en vez de existir una estructura específica o circuito, la IG es una construcción compleja que integra diferentes circuitos y regiones, que parece ser representado en personas transgénero como fenotipos cerebrales únicos con diferentes perfiles de organización a lo largo de diferentes regiones corticales y subcorticales, de acuerdo con la hipótesis de mosaico (Joel, 2021). Sin embargo, mientras que esta hipótesis rechaza el continuo masculino-femenino, los resultados presentados, sugieren la posibilidad de clasificar los cerebros de las personas transgénero en un continuo, en línea con el continuo de androginia cerebral de Zhang et al. (2021). En general, las personas transgénero muestran diversas características cerebrales específicas, teniendo perfiles en ocasiones similares al sexo biológico, pero con regiones alteradas y actividad neuronal más consistente con su IG. Los circuitos y regiones autorreferenciales parecen tener una implicación clave en la formación de la IG, la InG y DG. Volviendo al THAG, este parece inducir procesos de neuroplasticidad y cambios neuroanatómicos, cambiando la organización cerebral para ser más consistente con la IG. Viendo que la THAG parece afectar directamente a estos circuitos, incrementando así la

congruencia de género, es importante investigar más acerca de ellos. Los resultados respecto a estos circuitos implicados han sido inconsistentes, ya que la medida principal usada para medir la desconexión neuronal en estos estudios ha sido el grosor cortical y hay estudios que no han encontrado diferencias en este parámetro. Siendo que muchos de los estudios neurocientíficos sobre este tema han tenido problemas de consistencia debido en parte a las muestras reducidas (Frigerio et al. 2021), que el primer estudio con una muestra significativamente grande no haya encontrado diferencias en el grosor cortical (Mueller et al., 2021) mientras que otros más pequeños sí, subraya la necesidad de abordar este tema con mayor profundidad. Esta vía de investigación respecto a los circuitos autorreferenciales resulta muy interesante dado su potencial explicativo respecto a la InG y la relevancia terapéutica que puede tener. Las dos hipótesis principales mencionadas anteriormente, no son excluyentes. Además, el estudio de Wang et al. (2021) descubrió una menor girificación cortical, en las personas transgénero sobre estos circuitos autorreferenciales, lo cual puede sugerir un origen proveniente del neurodesarrollo aunando ambas hipótesis. Otra región de interés alrededor de la InG es el fascículo inferior fronto occipital que ha sido identificado en varios estudios como una diferencia consistente entre personas cisgénero y transgénero.

Por otro lado, la IG parece ser una variable importante a tener en cuenta en tareas que requieren habilidades cognitivas, ya que los estudios sugieren que tanto el sexo biológico como la IG interactúan a nivel neuroanatómico y esta interacción mutua puede servir para explicar diferencias.

En conclusión, no hay respuestas claras a las preguntas planteadas en esta revisión. Aún así, hay diferentes vías de investigación bien definidas que han encontrado resultados de forma relativamente consistente. Una recomendación a futuro respecto a estos estudios puede ser el uso de muestra más diversa, la mayoría de los estudios sobre la IG usando muestra transgénero, se hacen con MuT y HoT. Usar muestra de personas que se identifican como no binarias, personas género fluido, personas agénero etc. puede arrojar más luz sobre la neurociencia de la IG.

Otra limitación encontrada sobretodo en la búsqueda de la literatura, ha sido el uso de género y sexo como sinónimo en una gran cantidad de estudios. Viendo que el género es de origen psicosocial y el sexo es de origen biológico, hacer una clara diferenciación y medirlos de forma diferente es importante. Más aún sabiendo que ambos interactúan en el cerebro como parece mostrar la evidencia. En general se ha encontrado una gran falta de consenso en la terminología usada a lo largo de los artículos, e incluso se observa el uso de los pronombres de forma errática a la hora de hablar de la muestra. Un ejemplo de esto es usar pronombres

masculinos con los HoT en el método, para luego usar femeninos y referirse a la muestra de HoT como personas con sexo femenino asignado al nacer, haciendo los resultados difíciles de interpretar al no diferenciar claramente entre MuC y HoT.

5 - Referencias

Anderson, N. E., Harenski, K. A., Harenski, C. L., Koenigs, M. R., Decety, J., Calhoun, V. D., y Kiehl, K. A. (2019). Machine learning of brain gray matter differentiates sex in a large forensic sample. *Human Brain Mapping*, 40(5), 1496-1506.

<https://doi.org/10.1002/hbm.24462>

American Psychiatric Association. (2022). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders, fifth edition, text revision (DSM-5-TR (R))*. American Psychiatric Association Publishing.

American Psychological Association. (9 de marzo de 2023). *Understanding transgender people, gender identity and gender expression*. Apa.org.

<https://www.apa.org/topics/lgbtq/transgender-people-gender-identity-gender-expression>

Baldinger-Melich, P., Urquijo Castro, M. F., Seiger, R., Ruef, A., Dwyer, D. B., Kranz, G. S., Klöbl, M., Kambeitz, J., Kaufmann, U., Windischberger, C., Kasper, S., Falkai, P., Lanzenberger, R., y Koutsouleris, N. (2020). Sex matters: A multivariate pattern analysis of sex- and gender-related neuroanatomical differences in Cis- and transgender individuals using structural magnetic resonance imaging. *Cerebral Cortex (New York, N.Y.: 1991)*, 30(3), 1345-1356. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhz170>

Beking, T., Burke, S. M., Geuze, R. H., Staphorsius, A. S., Bakker, J., Groothuis, A. G. G., y Kreukels, B. P. C. (2020). Testosterone effects on functional amygdala lateralization: A study in adolescent transgender boys and cisgender boys and girls.

Psychoneuroendocrinology, 111(104461), 104461.

<https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2019.104461>

Bhargava, A., Arnold, A. P., Bangasser, D. A., Denton, K. M., Gupta, A., Hilliard Krause, L. M., Mayer, E. A., McCarthy, M., Miller, W. L., Raznahan, A., y Verma, R. (2021). Considering sex as a biological variable in basic and clinical studies: An endocrine society scientific Statement. *Endocrine Reviews*, 42(3), 219-258.
<https://doi.org/10.1210/endrev/bnaa034>

Boucher, F. J. O., y Chinnah, T. I. (2020). Gender dysphoria: A review investigating the relationship between genetic influences and brain development. *Adolescent Health, Medicine and Therapeutics*, 11, 89-99. <https://doi.org/10.2147/AHMT.S259168>

Burke, S. M., Manzouri, A. H., Dhejne, C., Bergström, K., Arver, S., Feusner, J. D., y Savic-Berglund, I. (2018). Testosterone effects on the brain in transgender men. *Cerebral Cortex (New York, N.Y.: 1991)*, 28(5), 1582-1596.
<https://doi.org/10.1093/cercor/bhx054>

Compère, L., Charron, S., Gallarda, T., Rari, E., Lion, S., Nys, M., Anssens, A., Coussinoux, S., Machefaux, S., Oppenheim, C., y Piolino, P. (2021). Gender identity better than sex explains individual differences in episodic and semantic components of autobiographical memory: An fMRI study. *NeuroImage*, 225(117507), 117507.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.117507>

Diamond, M. (2013). Transsexuality among twins: Identity concordance, transition, rearing, and orientation. *The International Journal of Transgenderism*, 14(1), 24-38.
<https://doi.org/10.1080/15532739.2013.750222>

Diana, P., y Esposito, S. (2023). A gender-based Point of View in pediatric neurology. *Journal of Personalized Medicine*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/jpm13030483>

- Frigerio, A., Ballerini, L., y Valdés Hernández, M. (2021). Structural, functional, and metabolic brain differences as a function of gender identity or sexual orientation: A systematic review of the human neuroimaging literature. *Archives of Sexual Behavior*, 50(8), 3329-3352. <https://doi.org/10.1007/s10508-021-02005-9>
- Fukao, T., Ohi, K., y Shioiri, T. (2022). Gray matter volume differences between transgender men and cisgender women: A voxel-based morphometry study. *The Australian and New Zealand Journal of Psychiatry*, 56(5), 535-541. <https://doi.org/10.1177/0004867421998801>
- Gavazzi, G., Fisher, A. D., Orsolini, S., Bianchi, A., Romani, A., Giganti, F., Giovannelli, F., Ristori, J., Mazzoli, F., Maggi, M., Viggiano, M. P., y Mascalchi, M. (2022). The fMRI correlates of visuo-spatial abilities: sex differences and gender dysphoria. *Brain Imaging and Behavior*, 16(2), 955-964. <https://doi.org/10.1007/s11682-022-00638-5>
- Gonsalves, T. (2020). Gender identity, the sexed body, and the medical making of transgender. *Gender & Society: Official Publication of Sociologists for Women in Society*, 34(6), 1005-1033. <https://doi.org/10.1177/0891243220965913>
- Guillamon, A., Junque, C., y Gómez-Gil, E. (2016). A review of the status of brain structure research in transsexualism. *Archives of Sexual Behavior*, 45(7), 1615-1648. <https://doi.org/10.1007/s10508-016-0768-5>
- Haddaway, N. R., Page, M. J., Pritchard, C. C., y McGuinness, L. A. (2022). PRISMA2020: An R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant flow diagrams, with interactivity for optimised digital transparency and Open Synthesis. *Campbell Systematic Reviews*, 18(2), e1230. <https://doi.org/10.1002/cl2.1230>

- Joel, D. (2021). Beyond the binary: Rethinking sex and the brain. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 122, 165-175. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.11.018>
- Karamanis, G., Karalexi, M., White, R., Frisell, T., Isaksson, J., Skalkidou, A., y Papadopoulou, F. C. (2022). Gender dysphoria in twins: a register-based population study. *Scientific Reports*, 12(1), 13439. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-17749-0>
- Kauffman, R. P., Guerra, C., Thompson, C. M., y Stark, A. (2022). Concordance for gender dysphoria in genetic female monozygotic (identical) triplets. *Archives of Sexual Behavior*, 51(7), 3647-3651. <https://doi.org/10.1007/s10508-022-02409-1>
- Khorashad, B. S., Manzouri, A., Feusner, J. D., y Savic, I. (2021). Cross-sex hormone treatment and own-body perception: behavioral and brain connectivity profiles. *Scientific Reports*, 11(1), 2799. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-80687-2>
- Kilpatrick, L. A., Holmberg, M., Manzouri, A., y Savic, I. (2019). Cross sex hormone treatment is linked with a reversal of cerebral patterns associated with gender dysphoria to the baseline of cisgender controls. *The European Journal of Neuroscience*, 50(8), 3269-3281. <https://doi.org/10.1111/ejn.14420>
- Kiyar, M., Kubre, M.-A., Collet, S., Bhaduri, S., T'Sjoen, G., Guillamon, A., y Mueller, S. C. (2022). Minority stress and the effects on emotion processing in transgender men and cisgender people: A study combining fMRI and 1H-MRS. *The International Journal of Neuropsychopharmacology*, 25(5), 350-360. <https://doi.org/10.1093/ijnp/pyab090>
- Kiyar, M., Kubre, M.-A., Collet, S., Van Den Eynde, T., T'Sjoen, G., Guillamon, A., y Mueller, S. C. (2022). Gender-affirming hormonal treatment changes neural processing of emotions in trans men: An fMRI study. *Psychoneuroendocrinology*, 146(105928), 105928. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2022.105928>

Kurth, F., Gaser, C., Sánchez, F. J., y Luders, E. (2022). Brain sex in transgender women is shifted towards gender identity. *Journal of Clinical Medicine*, 11(6), 1582.

<https://doi.org/10.3390/jcm11061582>

Majid, D. S. A., Burke, S. M., Manzouri, A., Moody, T. D., Dhejne, C., Feusner, J. D., y Savic, I. (2020). Neural systems for own-body processing align with gender identity rather than birth-assigned sex. *Cerebral Cortex (New York, N.Y.: 1991)*, 30(5),

2897-2909. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhz282>

Manzouri, A., Kosidou, K., y Savic, I. (2015). Anatomical and functional findings in female-to-male transsexuals: Testing a new hypothesis. *Cerebral Cortex (New York, N.Y.: 1991)*, bhv278. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhv278>

Manzouri, A., y Savic, I. (2019). Possible neurobiological underpinnings of homosexuality and gender dysphoria. *Cerebral Cortex (New York, N.Y.: 1991)*, 29(5), 2084-2101.

<https://doi.org/10.1093/cercor/bhy090>

Mason, A., Crowe, E., Haragan, B., Smith, S., y Kyriakou, A. (2023). Gender dysphoria in young people: A model of chronic stress. *Hormone Research in Paediatrics*, 96(1),

54-65. <https://doi.org/10.1159/000520361>

McNeil, J., Ellis, S. J., y Eccles, F. J. R. (2017). Suicide in trans populations: A systematic review of prevalence and correlates. *Psychology of Sexual Orientation and Gender Diversity*, 4(3), 341-353.

<https://doi.org/10.1037/sgd0000235>

Moody, T. D., Feusner, J. D., Reggente, N., Vanhoecke, J., Holmberg, M., Manzouri, A., Sorouri Khorashad, B., y Savic, I. (2021). Predicting outcomes of cross-sex hormone therapy in transgender individuals with gender incongruence based on pre-therapy

resting-state brain connectivity. *NeuroImage. Clinical*, 29(102517), 102517.

<https://doi.org/10.1016/j.nicl.2020.102517>

Mueller, S. C., Guillamon, A., Zubiaurre-Elorza, L., Junque, C., Gomez-Gil, E., Uribe, C., Khorashad, B. S., Khazai, B., Talaei, A., Habel, U., Votinov, M., Derntl, B., Lanzenberger, R., Seiger, R., Kranz, G. S., Kreukels, B. P. C., Kettenis, P. T. C., Burke, S. M., Lambalk, N. B., ... Luders, E. (2021). The neuroanatomy of transgender identity: Mega-analytic findings from the ENIGMA transgender persons working group. *The Journal of Sexual Medicine*, 18(6), 1122-1129.

<https://doi.org/10.1016/j.jsxm.2021.03.079>

Northoff, G., Heinzl, A., de Greck, M., Bermpohl, F., Dobrowolny, H., & Panksepp, J. (2006). Self-referential processing in our brain--a meta-analysis of imaging studies on the self. *NeuroImage*, 31(1), 440-457.

<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.12.002>

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista española de cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>

Ramirez, K., Fernández, R., Collet, S., Kiyar, M., Delgado-Zayas, E., Gómez-Gil, E., Van Den Eynde, T., T'Sjoen, G., Guillamon, A., Mueller, S. C., y Pásaro, E. (2021). Epigenetics is implicated in the basis of gender incongruence: An epigenome-wide association analysis. *Frontiers in Neuroscience*, 15, 701017.

<https://doi.org/10.3389/fnins.2021.701017>

Rauch, J. M., y Eliot, L. (2022). Breaking the binary: Gender versus sex analysis in human brain imaging. *NeuroImage*, 264(119732), 119732.

<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2022.119732>

Roselli, C. E. (2018). Neurobiology of gender identity and sexual orientation. *Journal of Neuroendocrinology*, 30(7), e12562. <https://doi.org/10.1111/jne.12562>

Sanchis-Segura, C., Ibañez-Gual, M. V., Aguirre, N., Cruz-Gómez, Á. J., y Forn, C. (2020). Effects of different intracranial volume correction methods on univariate sex differences in grey matter volume and multivariate sex prediction. *Scientific Reports*, 10(1), 12953. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69361-9>

Smith, E., Junger, J., Pauly, K., Kellermann, T., Neulen, J., Neuschaefer-Rube, C., Derntl, B., y Habel, U. (2018). Gender incongruence and the brain - Behavioral and neural correlates of voice gender perception in transgender people. *Hormones and Behavior*, 105, 11-21. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2018.07.001>

Sorouri Khorashad, B., Khazai, B., Talaei, A., Acar, F., Hudson, A. R., Borji, N., Saberi, H., Aminzadeh, B., y Mueller, S. C. (2020). Neuroanatomy of transgender persons in a Non-Western population and improving reliability in clinical neuroimaging. *Journal of Neuroscience Research*, 98(11), 2166-2177. <https://doi.org/10.1002/jnr.24702>

Spurny-Dworak, B., Handschuh, P., Spies, M., Kaufmann, U., Seiger, R., Klöbl, M., Konadu, M. E., Reed, M. B., Ritter, V., Baldinger-Melich, P., Bogner, W., Kranz, G. S., y Lanzenberger, R. (2022). Effects of sex hormones on brain GABA and glutamate levels in a cis- and transgender cohort. *Psychoneuroendocrinology*, 138(105683), 105683. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2022.105683>

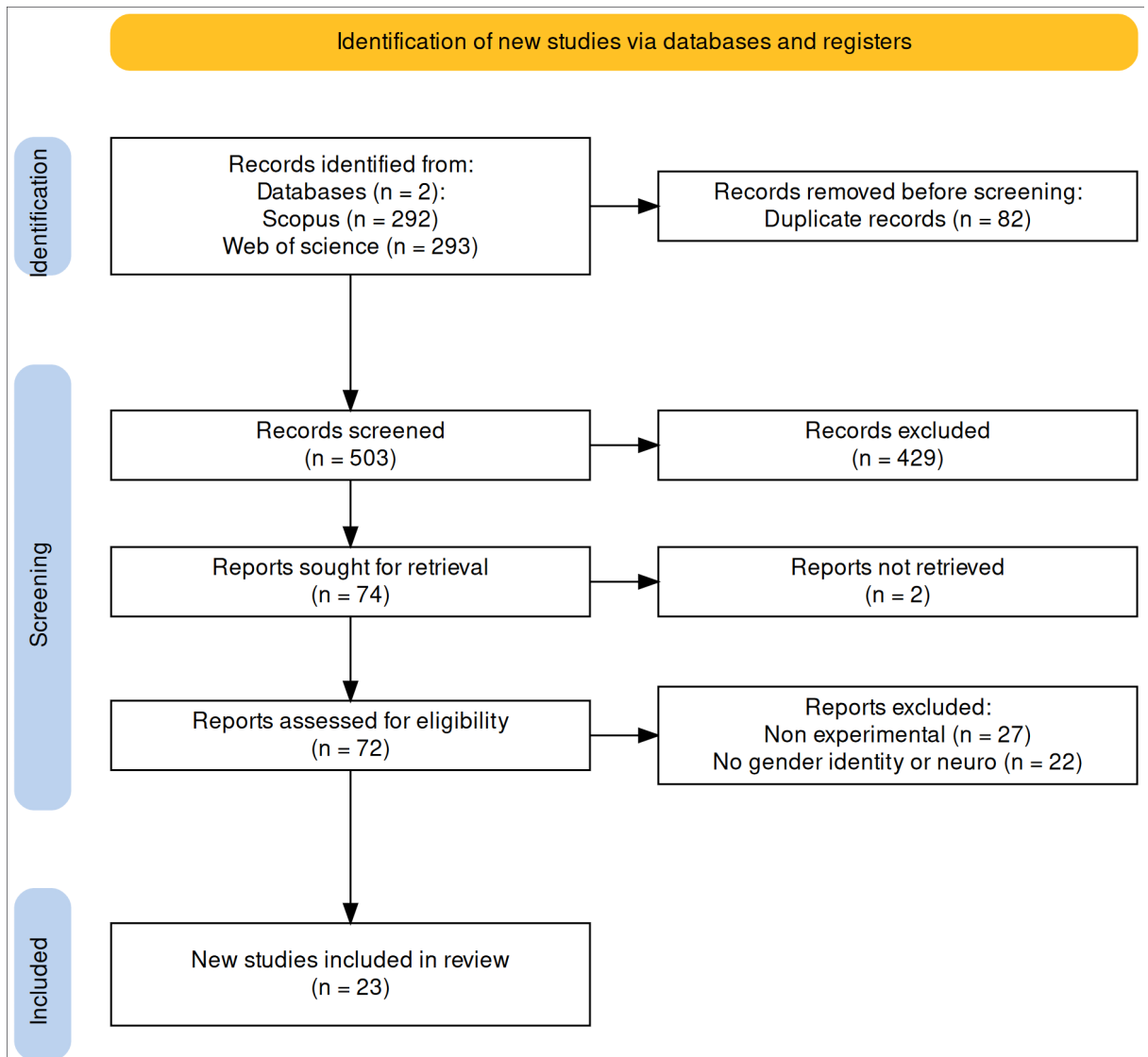
- Starcevic, A., Dakovic, M., Radojicic, Z., y Filipovic, B. (2021). A structural magnetic resonance imaging study in therapy-naïve transsexual individuals. *Folia Morphologica*, 80(2), 442-447. <https://doi.org/10.5603/FM.a2020.0073>
- Swaab, D. F., Wolff, S. E. C., y Bao, A.-M. (2021). Sexual differentiation of the human hypothalamus: Relationship to gender identity and sexual orientation. *Handbook of Clinical Neurology*, 181, 427-443. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820683-6.00031-2>
- Uribe, C., Escrichs, A., de Filippi, E., Sanz-Perl, Y., Junque, C., Gomez-Gil, E., Kringelbach, M. L., Guillamon, A., y Deco, G. (2022). Whole-brain dynamics differentiate among cisgender and transgender individuals. *Human Brain Mapping*, 43(13), 4103-4115. <https://doi.org/10.1002/hbm.25905>
- Uribe, C., Junque, C., Gómez-Gil, E., Abos, A., Mueller, S. C., y Guillamon, A. (2020). Brain network interactions in transgender individuals with gender incongruence. *NeuroImage*, 211(116613), 116613. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116613>
- van Heesewijk, J., Steenwijk, M. D., Kreukels, B. P. C., Veltman, D. J., Bakker, J., y Burke, S. M. (2022). Alterations in the inferior fronto-occipital fasciculus - a specific neural correlate of gender incongruence? *Psychological Medicine*, 1-10. <https://doi.org/10.1017/S0033291721005547>
- Wang, Y., Khorashad, B. S., Feusner, J. D., y Savic, I. (2021). Cortical gyrification in transgender individuals. *Cerebral Cortex (New York, N.Y.: 1991)*, 31(7), 3184-3193. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhaa412>
- Weiler, M., Northoff, G., Damasceno, B. P., y Balthazar, M. L. F. (2016). Self, cortical midline structures and the resting state: Implications for Alzheimer's disease.

Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 68, 245–255.

<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.05.028>

Zhang, Y., Luo, Q., Huang, C.-C., Lo, C.-Y. Z., Langley, C., Desrivières, S., Quinlan, E. B., Banaschewski, T., Millenet, S., Bokde, A. L. W., Flor, H., Garavan, H., Gowland, P., Heinz, A., Ittermann, B., Martinot, J.-L., Artiges, E., Paillère-Martinot, M.-L., Nees, F., ... Feng, J. (2021). The human brain is best described as being on a female/male continuum: Evidence from a neuroimaging connectivity study. *Cerebral Cortex (New York, N.Y.: 1991)*, 31(6), 3021-3033. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhaa408>

Anexo A: Diagrama PRISMA



Anexo B: Resumen de los resultados

Estudio	Objetivo del estudio	Participantes				Metodología	Resultados
		MuC	HoC	MuT	HoT		
Burke et al. (2018)	Investigar los efectos del tratamiento hormonal de testosterona sobre los circuitos cerebrales que procesan la información autorreferencial	19	19	-	22	Resonancia magnética funcional pre y post THAG.	Después del tratamiento se observan cambios en la densidad neuronal en áreas relacionadas con la información autorreferencial.
Smith et al. (2018)	Comparar el rendimiento y activación neuronal entre personas transgénero y cisgénero en tareas de reconocimiento del género por voz	19	19	16	18	Comparaciones intergrupo mediante resonancia magnética estructural y funcional mientras se realiza una tarea de identificación de género. La muestra es pre-THAG.	El patrón de activación neuronal en la ínsula en MuT y HoT se parecía a su IG y no su sexo biológico.
Manzouri y Savic (2019)	Identificar similitudes y diferencias cerebrales entre personas cisgénero heterosexual/homosexuales y personas transgénero	70	70	27	40	Comparaciones intergrupo mediante el uso de diversas técnicas de neuroimagen. La muestra es pre-THAG e incluye diferentes orientaciones sexuales para corregir los análisis.	Las personas transgénero tienen conexiones funcionales y estructurales más débiles que las personas cisgénero en áreas relacionadas con la auto-percepción del cuerpo independientemente de la orientación sexual.
Kilpatrick et al. (2019)	Investigar los efectos del tratamiento hormonal en personas transgénero mediante una tarea de auto-percepción del cuerpo	11	8	24	40	Comparaciones intergrupo mediante dos sesiones de resonancias magnéticas, pre y post THAG (6 meses después). La resonancia se realiza mientras se hace la tarea.	Cambios de grosor cortical en circuitos neuronales que procesan información autorreferencial luego del tratamiento. Cambiando así la neuroanatomía para parecerse más al género sentido.
Beking et al. (2020)	Investigar los efectos funcionales de la terapia hormonal de	21	20	-	21	Comparaciones intergrupo mediante resonancias magnéticas	A medida que pasa el tiempo y aumenta la dosis de testosterona, los HoT

Estudio	Objetivo del estudio	Participantes				Metodología	Resultados
		MuC	HoC	MuT	HoT		
	testosterona en la amígdala mediante una tarea de reconocimiento de emociones faciales en adolescentes					funcionales mientras se realizan las tareas a lo largo de varias sesiones. Varios meses de diferencia entre cada sesión para poder examinar el progreso de la THAG y sus efectos cerebrales.	desarrollan una activación amigdalalateralizada hacia la amígdala derecha, similar a los HoC.
Baldinger-Melich et al. (2020)	Identificar diferencias neuroanatómicas en base al sexo biológico y género comparando poblaciones cisgénero y transgénero usando modelos algorítmicos	35	34	23	29	Comparaciones intergrupo mediante resonancias magnéticas estructurales. La muestra transgénero es pre-THAG.	Los modelos pueden acertar el sexo biológico de cerebros cisgénero con una precisión del 82.6% mientras que en las personas transgénero esta baja a 67.5%, indicando que la IG puede tener influencia en la neuroanatomía.
Majid et al. (2020)	Investigar la relación entre la DG y los procesos neuronales de autopercepción comparando poblaciones cisgénero y transgénero	15	15	16	14	Comparaciones intergrupo mediante resonancia magnética funcional mientras se realiza una tarea de auto-identificación del cuerpo. La muestra transgénero es pre-THAG.	Ambos grupos, cisgénero y transgénero, activan circuitos neuronales similares de autoreconocimiento al identificarse con cuerpos en base a su IG.
Uribe et al. (2020)	Investigar la conectividad neuronal global y regional en una población de personas transgénero que han sentido InG desde edades tempranas	22	19	17	29	Comparaciones intergrupo mediante resonancia magnética en estado de reposo. La muestra transgénero es pre-THAG.	Las personas transgénero y las MuC tienen menor conectividad en las regiones parietales que los HoC. Los HoT en particular tienen una conectividad más débil en varios circuitos neuronales comparado a los HoC, incluyendo regiones relacionadas con la autopercepción.

Estudio	Objetivo del estudio	Participantes				Metodología	Resultados
		MuC	HoC	MuT	HoT		
Khorashad et al. (2020)	Investigar la replicabilidad de datos encontrados en estudios neuroanatómicos de personas transgénero en una población no occidental	30	30	40	40	Comparaciones intergrupo mediante resonancia magnética estructural en reposo. Se les hizo una entrevista para obtener datos demográficos. La muestra transgénero es pre-THAG	El sexo biológico explicaba mejor la neuroanatomía que la IG, teniendo la muestra transgénero un volumen de materia gris y superficie cortical similar a su sexo asignado al nacer. Sin embargo había diferencias a la hora de observar el giro fusiforme y tálamo en HoT respecto a los demás grupos, sugiriendo que estos tienen un fenotipo único.
Compère et al. (2021)	Investigar si la IG explica mejor las diferencias en la memoria autobiográfica que el sexo biológico	19	18	-	-	Resonancia magnética funcional mientras se realiza una tarea de memoria autobiográfica. La IG de los participantes se determinó mediante el inventario de rol sexual de Bem (BSRI).	Las diferencias entre los participantes se explican mejor por la IG que por el sexo biológico. La IG masculina está asociado a una mayor activación del giro angular. La IG femenina en personas de sexo masculino está asociado a la activación del cerebelo y el giro supramarginal.
Starcevic et al. (2021)	Investigar la neuroanatomía transgénero y las diferencias en cantidad de materia gris entre grupos	?	?	?	?	Comparaciones intergrupo mediante resonancia magnética estructural en reposo. 15 personas cisgénero y 11 transgénero sin especificar cuantos HoC, MuC, HoT y MuT. No especifican si la muestra transgénero es pre-THAG o no, aunque se implica que es pre-THAG.	Las personas transgénero tienen menos volumen en ciertas estructuras en comparación a las personas cisgénero, siendo estas el núcleo accumbens izquierdo, tálamo izquierdo, hipocampo derecho y núcleo caudado derecho.
Mueller et	Investigar si la	196	221	172	214	Comparaciones	El volumen y superficie

Estudio	Objetivo del estudio	Participantes				Metodología	Resultados
		MuC	HoC	MuT	HoT		
al. (2021)	neuroanatomía de personas transgénero es más acorde a su IG que a su sexo asignado al nacer antes de hacer tratamiento hormonal, usando la mayor muestra transgénero hasta la fecha					intergrupo mediante resonancia magnética estructural con un acercamiento mega-analítico. La muestra transgénero es pre-THAG.	subcortical de las personas transgénero tiene grandes diferencias respecto a las personas cisgénero. Hay diferentes patrones de diferencias entre las personas transgénero. Esto sugiere que las personas transgénero tienen un fenotipo propio. No se han reportado diferencias significativas en el grosor cortical.
Moody et al. (2021)	Predecir los resultados clínicos y terapéuticos de la terapia hormonal en personas transgénero usando algoritmos predictivos	-	-	16	9	Usar un algoritmo predictivo entrenado con imágenes de resonancias magnéticas y datos clínicos de personas transgénero pre-THAG, para usarlo de forma práctica y predecir los resultados post-THAG tras 14 meses. Usan una tarea de autopercepción del cuerpo para determinar la congruencia de género.	El algoritmo predice con precisión la sensación de congruencia y resultados de la terapia hormonal. Los circuitos cíngulo-opercular y fronto-parietales son los predictores principales, regiones relacionadas con el pensamiento autorreferencial.
Wang et al. (2021)	Medir la girificación cortical como posible sustrato para investigar la hipótesis de que las personas transgénero tienen una codificación incorrecta de su propio cuerpo en el desarrollo cerebral temprano	41	44	38	54	Comparaciones intergrupo mediante resonancia magnética mientras se realiza una tarea de autoidentificación del cuerpo. La muestra transgénero es pre-THAG y reportan haber tenido sensación de InG desde antes de la adolescencia.	La girificación cortical en personas transgénero es significativamente más bajo que las personas cisgénero en las regiones encargadas de procesar la información sobre el propio cuerpo. Esto sucede más concretamente en la corteza occipito-parietal y corteza sensorio-motora, indicando una maduración

Estudio	Objetivo del estudio	Participantes				Metodología	Resultados
		MuC	HoC	MuT	HoT		
							temprana.
Khorashad et al. (2021)	Investigar los cambios causados por el tratamiento hormonal en las regiones del cerebro relacionadas con el procesamiento del propio cuerpo	5	10	25	40	Comparaciones intergrupo mediante dos resonancias magnéticas, una pre y otra post THAG luego de varios meses. Las resonancias se realizan mientras se lleva a cabo una tarea de autoidentificación del cuerpo.	Las personas transgénero pre-tratamiento tienen conexiones funcionales significativamente más débiles en regiones relacionados con el procesamiento autoreferencial. Algunas de estas regiones mejoran su conectividad tras el tratamiento hormonal.
Van Heesewijk et al. (2022)	Investigar microestructuras de materia gris en relación al desarrollo puberal en chicos y chicas transgénero	41	28	40	36	Comparaciones intergrupo mediante resonancia magnética en reposo. La mitad de la muestra es pre-puberal y la otra mitad son adolescentes. La muestra transgénero se compone de personas pre-THAG y personas en tratamiento de hormonas supresoras.	Los adolescentes transgénero tienen menos densidad neuronal en el fascículo inferior fronto occipital que los adolescentes cisgénero. En el caso de la muestra pre-puberal es lo opuesto, la muestra transgénero tiene mayor densidad neuronal que la muestra cisgénero.
Spurny-Dworak et al. (2022)	Investigar los efectos de la terapia hormonal y sus interacciones los sistemas GABAérgicos y glutamatérgicos en HoT comparado con MuC	94	80	-	15	Comparaciones intergrupo mediante imagen espectroscópica por resonancia magnética en dos sesiones diferentes separados por al menos 12 semanas. La muestra transgénero está en THAG desde la primera sesión.	El tratamiento hormonal de testosterona, parece inducir procesos de neuroplasticidad reduciendo los niveles de GABA en el hipocampo.
Gavazzi et al. (2022)	Investigar los patrones de activación entre personas cisgénero y transgénero a la hora de realizar una tarea	10	10	10	10	Comparaciones intergrupo mediante resonancia magnética funcional mientras se realiza una tarea. No especifica si la población	El patrón de activación de los cuatro grupos es diferente. Los resultados sugieren que tanto la IG como el sexo biológico están implicados en las

Estudio	Objetivo del estudio	Participantes				Metodología	Resultados
		MuC	HoC	MuT	HoT		
	de habilidades visoespaciales					transgénero es pre-THAG hormonal, pero sí que no han pasado por operaciones quirúrgicas y que sufren de DG.	habilidades visoespaciales.
Fukao et al. (2022)	Investigar diferencias en el volumen de materia gris entre HoT y MuC	21	-	-	21	Comparaciones intergrupo mediante resonancia magnética. La muestra transgénero es pre-THAG	Los HoT tienen un volumen de materia gris significativamente superior en el giro cingulado posterior que las MuC.
Kurth et al. (2022)	Investigar si el cerebro de las personas transgénero se parece más a su sexo asignado al nacer o a su IG	24	24	24	-	Se usa un modelo algorítmico para clasificar cerebros sobre las resonancias magnéticas de la muestra. El modelo algorítmico es entrenado con imágenes de 547 cerebros adultos y clasifica los cerebros en un continuo de sexualidad de masculinidad-feminidad. La muestra transgénero es pre-THAG.	La neuroanatomía de las MuT pre-tratamiento se parece más a su sexo asignado al nacer, pero hay diferencias que mueven su posición en el continuo hacia su IG.
Kiyar et al. (2022)	Investigar la influencia de los metabolitos cerebrales en el procesamiento emocional de los HoT	35	30	-	30	Comparaciones intergrupo mediante resonancia funcional magnética mientras se completa una tarea de reconocimiento emocional. Uso de imagen espectroscópica por resonancia magnética para obtener datos de metabolitos. Miden los niveles de ansiedad, depresión y estrés mediante el “inventario	El patrón de activación neuronal en el procesamiento emocional de los HoT, se parece más a los MuC que a los HoC. Por otro lado, la colina parece tener efectos moderadores en la ansiedad, estrés y activación de la amígdala izquierda, que sólo se ve en los HoT.

Estudio	Objetivo del estudio	Participantes				Metodología	Resultados
		MuC	HoC	MuT	HoT		
						de rasgos de ansiedad (STAI)", "el inventario de depresión de Beck (BDI)" y "la escala de estrés percibido (PSS)" respectivamente. La muestra transgénero es pre-THAG.	
Uribe et al. (2022)	Investigar diferencias de género en dinámicas globales cerebrales	22	19	17	29	Comparaciones intergrupo mediante resonancia magnética en reposo. La muestra transgénero es pre-THAG.	Los cuatro grupos han mostrado perfiles de propagación neuronal diferentes entre sí. La no satisfacción del cuerpo no está asociado a circuitos específicos sino que varía entre los diferentes grupos, en el caso de los HoT está asociado con el sistema de saliencia.
Kiyar et al. (2022b)	Investigar cómo afecta el tratamiento hormonal a la percepción emocional de los HoT	35	30	-	30	Comparaciones intergrupo mediante resonancia magnética funcional mientras se realiza una tarea de percepción emocional de caras. Se hacen dos sesiones separados por 6-10 meses. La muestra transgénero es pre-THAG en la primera sesión, mientras que en la segunda es post-THAG	El perfil de activación neuronal de los HoT en la primera sesión se parecía al de las MuC. En la segunda sesión se pasó a parecer más a los HoC, habiendo cambios en la amígdala bilateral y la corteza cingulada anterior.