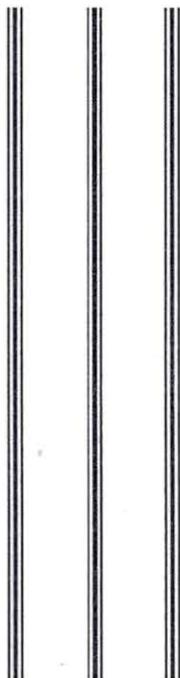




UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIO DE POSGRADO
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ



**Asociación de las funciones ejecutivas
entre padres e hijos con Trastorno por
Déficit de Atención con Hiperactividad a
través de las herramientas de realidad
virtual.**

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN :

NEUROLOGÍA PEDIÁTRICA

P R E S E N T A :

Dra. Andrea Carolina Saldivar Santillán



TUTOR:
Dr Eduardo Barragán Pérez



CIUDAD DE MÉXICO

FEBRERO 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

HOJA DE FIRMAS

DR. SARBELIO MORENO ESPINOSA
DIRECTORA DE ENSEÑANZA Y DESARROLLO ACADÉMICO
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ



DIRECTOR DE TESIS
DR. EDUARDO BARRAGAN PEREZ
JEFE DE DEPARTAMENTO DE NEUROLOGÍA
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ



ASESORES DE TESIS
DR. JUAN CARLOS GARCIA BERISTAIN
MÉDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE NEUROLOGÍA
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

Dedicatoria:

A Dios por la oportunidad que me da de vivir cada día.

A mis papás por el apoyo incondicional que me han dado y por acompañarme en este trayecto.

A mi hermano por el gran ejemplo que me ha enseñado para ser cada vez mejor persona.

A mis maestros, los doctores del Departamento de Neurología por sus enseñanzas y por la formación que me han dado.

Contenido

ANTECEDENTES	3
MARCO TEÓRICO.....	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	11
JUSTIFICACIÓN	11
OBJETIVOS	12
HIPÓTESIS NULA	12
HIPÓTESIS ALTERNA.....	12
METODOLOGÍA.....	13
PLAN DE ANÁLISIS DE LOS DATOS	15
DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	16
RESULTADOS.....	18
DISCUSIÓN	20
CONCLUSIÓN.....	21
CRONOGRAMA.....	21
BIBLIOGRAFÍA	22
LIMITACIONES DEL ESTUDIO	24
ANEXOS	25

ANTECEDENTES

El Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH) es un trastorno neurobiológico con una prevalencia global de 7.2% ^(1,2). Los enfoques utilizados para el estudio del TDAH se dividen en: genéticos, neuroquímicos, estructurales y funcionales. A través de diferentes estudios genéticos, familiares y de adopción se ha demostrado la existencia de heredabilidad en el TDAH hasta del 76% ^(3,4).

La Asociación Americana de Psiquiatría ha definido los criterios para diagnóstico de TDAH que están publicados en el Manual de Diagnóstico y Estadística de los Trastornos Mentales (DSM-5). No obstante, en la actualidad existen escalas utilizadas en la práctica clínica para el diagnóstico de TDAH que incluyen las escalas de clasificación de Conners Revisada, las escalas de Swanson, Nolan y Pelham IV (SNAP IV) así como valoraciones neuropsicológicas que permitan además del diagnóstico, identificación de comorbilidades para una mejor propuesta terapéutica ⁽⁵⁾. Sin embargo, estas escalas son subjetivas por lo que existen las pruebas de rendimiento continuo que permiten realizar una evaluación más objetiva sobre el perfil atencional de los niños, pero tienen poca validez ecológica ya que no siempre revelan los síntomas de TDAH cuando un niño realiza una tarea neutral en una habitación pequeña bajo condiciones contextuales controladas y si con una mejor sensibilidad pero con niveles de especificidad bajo ⁽⁶⁾ por lo que ha existido métodos de evaluación mejorados que ofrezcan una mejor validez ecológica así como una mejor sensibilidad y especificidad basadas en la realidad virtual ⁽⁷⁾.

En el caso de la realidad virtual la persona examinada interactúa de forma dinámica con una sensación de inmersión similar a la presencia y exposición a un entorno real. A lo largo de 20 minutos a través de unos lentes 3D con auriculares, sensor de movimientos y un botón como pulsador, el paciente tiene la sensación de sentirse en un salón de clases en el caso del AULA o de estar acuario en el caso de Aquarium donde existirán estímulos tanto visuales como auditivos y de forma simultánea diferentes distractores de vida cotidiana para interferir con el rendimiento.

Actualmente se están desarrollando diversas formas de hacer el diagnóstico de TDAH, así como las comorbilidades que uno pueda tener. No obstante, no hay estudios clínicos aleatorizados que nos hablen sobre las características de heredabilidad entre

padres e hijos con TDAH y de esta forma conocer las mejores propuestas terapéuticas de inicio temprano para la modificación de la expresividad de las manifestaciones clínicas sobre los niños preescolares de reciente diagnóstico.

MARCO TEÓRICO

El trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) es un trastorno del neurodesarrollo crónico con diferentes manifestaciones en la infancia, la adolescencia y la vida adulta ^(1,2). Se caracteriza por labilidad atencional, estilo de conducta impulsivo, hiperactividad estéril y fragilidad de los mecanismos de adaptación al entorno, sin que la presencia de dicha sintomatología pueda justificarse por otros problemas psicopatológicos.

Una definición de consenso reciente de la Asociación Británica de Psicofarmacología ⁽³⁾ define el TDAH como un trastorno del neurodesarrollo que puede persistir a lo largo de la vida, y señala que tanto los factores genéticos como ambientales pueden desempeñar un importante papel en alteraciones en los circuitos cerebrales, dando como consecuencia diferentes síntomas, y diferentes perfiles de déficit y deterioro.

Hoy en día, se sabe que existen diversas alteraciones en el cerebro que han permitido explicar los posibles mecanismos responsables del TDAH. Los enfoques utilizados para el estudio del TDAH se dividen en: genéticos, neuroquímicos, estructurales y funcionales ⁽⁴⁾.

FACTORES GENÉTICOS

Existe evidencia científica de la importancia de los aspectos genéticos en el TDAH. En 20 estudios independientes realizados en gemelos, se ha comprobado que la heredabilidad del TDAH es del 76% ⁽⁵⁾ . Trabajos recientes sugieren que alrededor de 20 genes están involucrados en la fisiopatología del TDAH. Estos genes regulan la transmisión de estímulos y codifican los neurotransmisores y sus receptores. Se ha observado que los principales genes de neurotransmisores implicados en el TDAH son la dopamina, la serotonina, la acetilcolina, la norepinefrina y los genes del receptor GABA ⁽⁶⁾. Los principales genes son:

- Genes para los receptores de dopamina D2, D4 y D5 (DRD2, DRD4 y DRD5)

- Gen del transportador de dopamina (DAT)
- Gen para la beta- hidroxilasa de dopamina (DBH)
- Genes transportadores de serotonina (SLC6A3 y SLC6A4)
- Genes para los receptores de serotonina 1A y1B (5HT1A y 5HT1B)
- Genes para los receptores de serotonina postsinápticos (5HT2A, 5HT3, 5HT4)

La evidencia genética del TDAH es apoyada por los estudios basados en la familia, estudios de adopción y estudios de gemelos.

Sobre los estudios familiares, se ha observado que en los grupos donde el padre es portador de TDAH las mujeres tienen mayor riesgo de padecer el mismo trastorno, con una relación para las hijas del 6.6% y para los hijos de 1.5%. Este modelo familiar sugiere la existencia de una mayor carga genética en el sexo femenino para presentar TDAH ⁽⁴⁾.

Existen diversos estudios de adopción que apoyan que TDAH es hereditario. Uno de ellos estableció una comparación entre tres grupos de padres que fueron valorados retrospectivamente para la determinación de los síntomas del TDAH durante su infancia. El primer grupo fue el de padres de niños adoptados con TDAH; el segundo, el de padres de niños con TDAH; y el tercero el de padres de niños sanos. Los porcentajes de TADH valorado en los padres fue de 7.5, 2.1 y 0.8% respectivamente por lo que se encontró con mayor frecuencia en los familiares biológicos de los pacientes con TDAH ⁽⁴⁾.

En cuanto a los estudios de gemelos, estos demuestran una concordancia tan alta como el 92% en gemelos monocigotos y 33% en gemelos dicigóticos ⁽⁷⁾.

FACTORES NEUROQUÍMICOS

Como se mencionó anteriormente, existen diversos neurotransmisores que juegan un papel importante en la fisiopatología del TDAH. Dentro de las principales sustancias se encuentran la dopamina y la norepinefrina. Se sabe que la dopamina es estimulante e inhibitoria dependiendo del circuito en el cual se encuentre. Si se halla en el circuito frontoestriado o frontohipotalámico estará actuando como un estimulante de las funciones y facilitará su acción (aumentando el tiempo y capacidad de concentración).

En cambio, en los circuitos internos de los ganglios basales facilitará su inhibición evitando la hiperactividad ⁽⁴⁾.

Por lo tanto, los trastornos de neurotransmisión están implicados como responsables del comportamiento del TDAH. Por lo que los síntomas surgen de disfunciones bioquímicas y fisiológicas del cerebro.

FACTORES ESTRUCTURALES

A través de estudios de neuroimagen se ha podido evidenciar anomalías estructurales en los cerebros de los niños con TDAH. Existen regiones del cerebro que pueden exhibir alteraciones morfológicas como en el cuerpo calloso, ganglios basales y lóbulo frontal derecho ⁽⁴⁾.

FACTORES FUNCIONALES

Existen estudios que permiten valorar el metabolismo cerebral en los niños con TDAH. Hoy en día la tomografía por emisión de positrones ha encontrado que individuos con TDAH muestran una menor utilización de glucosa en las regiones frontales, preferentemente del lado derecho que es la encargada de los procesos de atención e información ⁽⁴⁾.

Para realizar el diagnóstico de TDAH debe incluir una valoración médica, del neurodesarrollo, educativa y psicosocial completa. La Asociación Americana de Psiquiatría ha definido criterios de consenso para el diagnóstico de TDAH que se publican en el Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales Quinta Edición (DSM-5). No obstante, en la actualidad existen escalas utilizadas en la práctica clínica para el diagnóstico de TDAH e incluyen las escalas de clasificación de Conners-Revisada; Inatención /Sobreactividad con Agresión (IOWA); Escala de Conners para maestros; Swanson, Nolan y Pelham-IV (SNAP-IV); Escala de clasificación de Swanson, Kotkin, Agler, M-Flynn y Pelham (SKAMP); Escala de clasificación de TDAH-IV; Escala de clasificación de ADHD de Vanderbilt; Y ADHD Symptom Rating Scale⁽⁷⁾. No obstante, estas escalas tienen un límite ya que de forma subjetiva se hace el diagnóstico de TDAH.

Debido a la ausencia de biomarcadores específicos comunes a todo el espectro de pacientes, la evaluación y el tratamiento se basan en los fenotipos clínicos, y sería necesario establecer un marco causal sofisticado que dé cuenta de la heterogeneidad del trastorno, integrando hallazgos de estudios genéticos, de neuroimagen y neuropsicológicos ⁽⁸⁾.

Aunque existe controversia y no es un requisito para formular un diagnóstico de TDAH, existe un amplio consenso en considerar la evaluación neuropsicológica como un recurso muy útil en el abordaje de esta patología por las siguientes razones:

- Agrega valor y precisión al procedimiento de diagnóstico tradicional para TDAH, a menudo basado en gran medida en síntomas evaluados por listas de verificación de comportamiento que carecen de utilidad de diagnóstico.
- Proporciona un mejor conocimiento sobre las estrategias y los recursos del niño en relación con las tareas que ponen en práctica la atención y el control de las respuestas impulsivas.
- Permite la identificación de trastornos comórbidos, un diagnóstico y una propuesta terapéutica más precisos.
- Especifica de manera objetiva los cambios producidos después del tratamiento, así como el desarrollo del trastorno.
- A veces puede proporcionar explicaciones alternativas a los síntomas proporcionando perfiles cognitivos altamente recomendables.
- Es útil relacionar el cociente intelectual con las habilidades atencionales.
- Proporciona información que no se puede obtener de ninguna otra manera ⁽⁹⁾.

La evaluación neuropsicológica se ha convertido cada vez más en parte del protocolo en un enfoque eficiente para la comprensión y el diagnóstico adecuado de esta patología ^(10,11). Sin embargo, una revisión de Gualtieri y Johnson ⁽¹²⁾ critica la falta de validez ecológica de las baterías psicoeducativas ordinarias, que a lo sumo pueden ser solo una medida indirecta del TDAH. Estos autores afirman que los déficits de atención, la hiperactividad motora y la impulsividad cognitiva pueden o no evidenciarse cuando un niño está en una habitación pequeña, de una sola persona con un solo adulto, y que el factor "libertad de distracción" de la Escala de inteligencia de Wechsler para Niños-Tercera Edición (WISC III) ⁽¹³⁾ puede no ser un índice confiable o válido de atención o

una medida de detección diagnóstica para identificar a niños con TDAH. En este punto, Gualtieri y Johnson abren la puerta a otros tipos de herramientas para la evaluación del TDAH, como las pruebas computarizadas. Entre los ejemplos de enfoques de prueba computarizados se incluyen las Pruebas de Rendimiento Continuo (CPT por sus siglas en inglés), la Tarea de atención sostenida de niños de Servera y Llabrés, la prueba de rendimiento continuo visual y auditiva integrada, o la prueba de rendimiento de prueba continua de variables de atención ⁽¹⁴⁾.

PRUEBAS DE RENDIMIENTO CONTINUO

Teniendo en cuenta la importancia de realizar una evaluación objetiva, el perfil atencional de los niños con TDAH ha sido ampliamente estudiado por medio de las Pruebas de Rendimiento Continuo (CPT), que proporcionan datos cuantitativos sobre diferentes variables atencionales de interés y han demostrado ser útiles en el diagnóstico de TDAH ⁽¹⁵⁾. Una serie de estudios CPT, así como una revisión metaanalítica de la investigación CPT, han indicado que el bajo rendimiento relacionado con el TDAH se puede identificar midiendo tasas de omisión y error de comisión en cohortes con TDAH y comparando estos con grupos de control combinados ⁽¹⁶⁾. En este sentido, se supone que los errores de omisión (como la ausencia de respuesta a un estímulo objetivo) reflejan síntomas de falta de atención, mientras que se asume que los errores de comisión (respuestas erróneas) reflejan síntomas de impulsividad ⁽¹⁷⁾.

No obstante, estos tipos de pruebas son comúnmente criticadas por su baja validez ecológica ^(18, 19). Los síntomas del TDAH no siempre se revelan cuando un niño realiza una tarea neutral en una habitación pequeña, con un solo adulto y bajo condiciones contextuales controladas, como suele ocurrir en situaciones de prueba. Además, muchos autores ^(13,14) sostuvieron que estas herramientas de evaluación presentaban una sensibilidad suficiente al TDAH, pero la especificidad no era adecuada. Los esfuerzos para encontrar métodos de evaluación mejorados que ofrezcan una mayor validez ecológica, así como una mejor sensibilidad y niveles de especificidad, han

llevado a nuevas técnicas para evaluar el TDAH que se basan en el uso de la Realidad Virtual (RV) ⁽¹⁷⁾.

REALIDAD VIRTUAL

Actualmente, los nuevos desarrollos tecnológicos en el campo de la Realidad Virtual ofrecen opciones novedosas e interesantes en la evaluación neuropsicológica de muchos procesos cognitivos.

La Realidad Virtual reproduce entornos tridimensionales (3D) en los que la persona examinada interactúa de forma dinámica, con una sensación de inmersión en ese entorno similar a la presencia y exposición a un entorno real ⁽²⁰⁾. Diversos estudios han demostrado la utilidad práctica de la RV en el entorno de la asistencia sanitaria, en diferentes ámbitos, como la rehabilitación de la parálisis cerebral ⁽²²⁾, tratamiento del dolor o distracción ⁽²²⁾ o la identificación y el tratamiento de personas mayores con trastornos cognitivos ⁽²³⁾, aunque la evidencia científica de su utilidad todavía es limitada, y se requieren más investigaciones y estudios ⁽⁹⁾.

AULA Nesplora (AULA) ⁽²⁴⁾ es un test de ejecución continua que tiene lugar en un escenario virtual, es decir, en una simulación por ordenador de un aula escolar real. A lo largo de algo menos de 20 minutos, y a través de unos lentes 3D con auriculares y sensor de movimiento, y con un ratón de un solo botón como pulsador para emitir las respuestas, el paciente tiene la sensación de encontrarse realmente en un aula, sentado en el pupitre, con el profesor y el pizarrón delante, y rodeado de compañeros sentados en otras mesas. La perspectiva desde la que observa el niño es uno de los pupitres, de cara al pizarrón, que es donde aparecen los estímulos visuales (ANEXO, FIGURA 1). Los estímulos presentados son tanto visuales como auditivos y, de forma simultánea, se le presentan al niño de forma progresiva diversos distractores (visuales, auditivos o mixtos) de carácter ecológico, es decir, que simulan distractores de la vida cotidiana, y cuyo objetivo es interferir en el rendimiento del niño durante la ejecución de la prueba ⁽⁸⁾.

Aula Nesplora ofrece información adicional que es muy útil para las pautas de intervención, ya que proporciona datos atencionales que se diferencian por los canales sensoriales (visuales y auditivos), el tipo de tarea (tareas x-go y x-no go), y la presencia

o ausencia de distractores. Además, la prueba proporciona un indicador confiable de la actividad motora durante el rendimiento ⁽¹⁴⁾. Esta información es importante para determinar la gravedad del TDAH, un aspecto clave del diagnóstico de TDAH mencionado en el DSM-5 ⁽²⁵⁾, y también para proporcionar información sobre las modalidades de presentación o el tipo de tareas de las que el niño puede beneficiarse. Por ejemplo, mediante el uso de un informe de Aula Nesplora, los médicos ahora pueden identificar si un participante puede concentrarse mejor cuando la información es presentada por el canal visual o auditivo. Con respecto a la efectividad de Aula Nesplora, diferentes estudios han demostrado que la prueba de Aula Nesplora no solo es útil para diferenciar entre sintomatología TDAH y sin TDAH ⁽⁹⁾, sino que también es útil para discriminar a través de las diferentes presentaciones de TDAH ⁽²¹⁾. Un estudio reciente ⁽²⁶⁾ encontró que las muchas variables adicionales proporcionadas por Aula Nesplora permitieron distinguir predominantemente las presentaciones de TDAH impulsiva / hiperactiva (I/H) y combinadas de los datos del grupo de control, al tiempo que detectaron las diferencias entre las presentaciones impulsiva/ hiperactiva e inatenta. Sin embargo, las diferencias entre la presentación inatento y combinada solo se identificaron cuando se consideraron los resultados de las pruebas de Aula Nesplora relacionadas con el canal auditivo.

Aula Nesplora tiene una sensibilidad del 95.2% y una especificidad del 91.9%.

Nesplora Aquarium es un test de ejecución continua con una sensibilidad del 95% y una especificidad del 91%, que se realiza en un entorno virtual, mostrado a través de un sistema formado por unos lentes especiales dotados de sensores de movimiento, unos auriculares y un pulsador para responder a las tareas. Esta prueba está diseñada para evaluar los procesos de atención y ayudar en el diagnóstico de distintos trastornos cognitivos. El escenario virtual que se presenta en los lentes es semejante a la sala de un acuario y la perspectiva sitúa al sujeto en el centro de la misma (ANEXO, FIGURA2). El software actualiza la perspectiva en función de los movimientos de la cabeza, dando al sujeto la sensación de encontrarse inmerso en el entorno virtual. Entre 2 rocas del acuario principal de la sala y a través de los auriculares se presentan una serie de estímulos a los que el sujeto deberá responder según las instrucciones.

Sin embargo, es importante mencionar que en la actualidad no hay ensayos clínicos aleatorizados sobre estas herramientas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se conoce ampliamente la relación por herencia del TDAH sin embargo no hay estudios en población mexicana que caractericen la presentación de síntomas compartidos o relacionados entre padres e hijos, por lo que es indispensable caracterizar dichas funciones lo cual ayudará a desarrollar estrategias y terapias para este trastorno. Actualmente no existen estudios en México realizados sobre la asociación de las funciones ejecutivas entre padres e hijos con TDAH.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Existe asociación de las funciones ejecutivas entre padres e hijos con Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad, a través de pruebas virtuales de atención continua?

JUSTIFICACIÓN

El TDAH es el trastorno del neurodesarrollo más común en niños y adolescentes, con una prevalencia global estimada de alrededor del 5.2% en edad escolar ⁽²⁷⁾.

Hoy en día se sabe que los estudios realizados con AULA muestran tanto una sensibilidad como especificidad alta ⁽¹⁸⁾ por lo que las pruebas de atención continua por realidad virtual son excelentes herramientas para diagnosticar TDAH.

Existen diversos estudios genéticos, familiares y de adopción que demuestran la existencia de heredabilidad en el TDAH, no obstante, en la actualidad no hay estudios realizados sobre el tipo de presentación y las funciones ejecutivas que el hijo pueda heredar del padre.

En la actualidad, no existe ningún estudio en México o Latinoamérica sobre la asociación de las funciones ejecutivas entre padres e hijos con Trastorno por Déficit de

Atención con Hiperactividad a través de herramientas de realidad virtual como AQUARIUM o AULA.

OBJETIVOS

Objetivo principal

Establecer la asociación de las funciones ejecutivas entre padres e hijos con diagnóstico de Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad a través de herramientas AULA y AQUARIUM.

Objetivos secundarios

- Conocer la frecuencia de subtipos o presentaciones de TDAH en nuestra población.
- Determinar la severidad de los puntajes según la edad de los pacientes con TDAH.

HIPÓTESIS NULA

No existirán características clínicas similares entre padres e hijos con trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad a través de pruebas de atención continua por realidad virtual.

HIPÓTESIS ALTERNA

Existen características clínicas similares entre padres e hijos con Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad a través de pruebas de atención continua por realidad virtual.

METODOLOGÍA

Diseño del estudio

Es un estudio transversal analítico, prospectivo y observacional donde primero se diagnosticará a los niños Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad y se realizarán las pruebas de realidad virtual: Aquarium a los padres con diagnóstico de TDAH o a los niños mayores de 12 años y la prueba AULA para los pacientes menores de 12 años. Posteriormente se tendrán dos grupos: los padres con TDAH y los hijos con TDAH y se analizarán las asociaciones de las funciones ejecutivas entre estos.

Límite del espacio

Departamento de Neurología Pediátrica del Hospital Infantil de México Federico Gómez.

Universo

Pacientes de ≥ 6 años hasta 17 con 11 meses con diagnóstico de TDAH por criterios de DSM-5 y SNAP IV.

Muestra

Se enrolará los pacientes que acudan a la consulta externa del servicio de neurología pediátrica del Hospital Infantil de México Federico Gómez entre el primero de diciembre del 2018 al 15 de febrero del 2019.

Criterios de selección:

Criterios de inclusión:

- Pacientes de ≥ 6 años hasta 17 con 11 meses con diagnóstico de TDAH por criterios de DSM-5 y SNAP- IV con/ sin enfermedades neuropsiquiátricas y con/sin antecedente de uso de psicofármacos.
- Cualquier padre del hijo con diagnóstico de TDAH con/ sin enfermedades neuropsiquiátricas y con/ sin antecedentes de uso de psicofármacos.
- Pacientes que no cuenten con tratamiento farmacológico para TDAH.
- Padres dispuestos a firmar el consentimiento tanto para ellos como para sus hijos y niños el asentimiento informado.

Criterios de exclusión

- Pacientes con imposibilidades visuales o físicas que le permitan la utilización de las herramientas de realidad virtual.
- Ausencia del padre o madre biológica.

Criterios de eliminación

- Pacientes que no toleren la realización de la prueba.
- No terminar con las evaluaciones dentro del protocolo por padre e hijo.

PROCEDIMIENTO A REALIZAR

Se identificaron a los pacientes que cumplan los criterios de selección basándose en el DSM-5 y SNAP-IV que se encuentren citados a la consulta externa del servicio de neurología del Hospital Infantil de México Federico Gómez. Se pedirán que acudan, tanto al hijo como al padre, y que hayan dormido bien un día antes, que hayan comido y que no tengan urgencia de acudir a los sanitarios. Posteriormente se realizó la prueba AULA a los niños con TDAH y menores de 12 minutos que consistente en que a lo largo de 20 minutos y a través de unos lentes 3D con auriculares y sensor de movimiento y con un ratón de un solo botón como pulsador para emitir las respuestas, el paciente tiene la sensación de encontrarse en un aula donde aparecerán estímulos visuales y auditivos y de forma simultánea, se le presentó al niño de forma progresiva diversos distractores. En el caso de Aquarium que es para pacientes mayores de 12 años y para los padres, el escenario virtual que se presenta es semejante al acuario y entre dos rocas del acuario principal de la sala y a través de los auriculares se presentan una serie de estímulos visuales y auditivos y de forma simultánea, se presentarán de forma progresiva diversos distractores. Posteriormente se vaciaron las funciones ejecutivas otorgadas en una base de datos y se analizaron las asociaciones entre los padres e hijos.

PLAN DE ANÁLISIS DE LOS DATOS

Se realizará un análisis descriptivo de la población para obtener las medidas de tendencia central y dispersión para variables cuantitativas y para variables cualitativas se utilizarán números absolutos y porcentajes. Para medir las correlaciones de las características clínicas entre padres e hijos se utilizarán la prueba de correlación de Pearson. Se determinó una diferencia estadísticamente significativa si la prueba es p menor de 0.05 y se utilizará software estadístico SPSS versión 20.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El proyecto se apegó a las recomendaciones internacionales de la declaración de Helsinki 2013 de la Asociación Médica Mundial “Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos”, y el reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación.

El presente estudio según el artículo 17 del Reglamento de la Ley General en Materia de Investigación se considera con un riesgo mínimo por ser un estudio prospectivo que emplea el riesgo de datos a través de procedimientos comunes en exámenes psicológicos en los que no se manipula la conducta del sujeto.

La información proporcionada por el paciente y sus familiares será de manejo exclusivo de los investigadores y se mantendrá en reserva en el expediente clínico y formatos de recolección de datos del estudio. Los resultados serán analizados de manera grupal, no caso por caso, por lo que no se publicarán resultados individuales sino el comportamiento de grupos de acuerdo a los resultados obtenidos.

Se realizó y solicito la firma de consentimiento informado.

CONSIDERACIONES DE BIOSEGURIDAD

Este estudio no contiene implicaciones de bioseguridad, ya que los estudios realizados en el paciente son cuestionarios y pruebas de neurodesarrollo.

DEFINICIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	CLASIFICACIÓN METODOLÓGICA	ESCALA DE MEDICIÓN
Variables sociodemográficas			
EDAD	Tiempo de vida a partir del nacimiento	Cuantitativa Discontinua	Edad en años
SEXO	Distinción de género	Cualitativa Nominal	Masculino Femenino
ESCOLARIDAD	Tiempo durante el que un alumno asiste a la escuela o a cualquier centro de enseñanza.	Cualitativa Nominal	Primaria Secundaria Preparatoria Licenciatura Postgrado
Variables de confusión			
TIPOS DE PRESENTACIÓN DE TDAH EN NIÑOS	Conjuntos de síntomas que predominan en un individuo con TDAH	Cualitativa Nominal	Hiperactividad/Impulsividad Inatención
Funciones ejecutivas			
ERROR POR OMISIÓN	Ocurren cuando la persona que está siendo evaluada debe responder al estímulo diana y no lo hace durante el estudio AULA o AQUARIUM. Los resultados se muestran de	Cuantitativa Continua	20-30: Muy bueno 31-40: Bueno 41-60: Normal 61-70: Bajo 71-80: Muy bajo

	acuerdo al puntaje total.		
ERROR POR COMISIÓN	Ocurre cuando no aparece el estímulo diana y se le da al pulsador durante el estudio AULA o AQUARIUM. Los resultados se muestran de acuerdo al puntaje total.	Cuantitativa Continua	20-30: Muy bueno 31-40: Bueno 41-60: Normal 61-70: Bajo 71-80: Muy bajo
MEDIA TIEMPO DE RESPUESTA SOBRE ACIERTOS TOTAL	Velocidad de procesamiento y de la consistencia de la respuesta. Los resultados se muestran de acuerdo al puntaje total.	Cuantitativa Continua	20-30: Muy bueno 31-40: Bueno 41-60: Normal 61-70: Bajo 71-80: Muy bajo
DESVIACIÓN TÍPICA DEL TIEMPO DE RESPUESTA SOBRE ACIERTOS TOTAL	Indica la variabilidad del tiempo de respuesta en los aciertos a lo largo de la prueba. Los resultados se muestran de acuerdo al puntaje total.	Cuantitativa Continua	20-30: Muy bueno 31-40: Bueno 41-60: Normal 61-70: Bajo 71-80: Muy bajo
ACTIVIDAD MOTORA	Evalúa los movimientos de la cabeza del niño o niña mientras realiza el ejercicio. Los resultados se muestran de acuerdo al puntaje total.	Cuantitativa Continua	20-30: Muy bueno 31-40: Bueno 41-60: Normal 61-70: Bajo 71-80: Muy bajo

RESULTADOS

El total de los niños evaluados que tenían el diagnóstico de TDAH fueron 23, de los cuales 19 fueron del sexo masculino y 4 del sexo femenino. En cuanto a los padres, 11 fueron mamas y 12 hombres.

En cuanto al tipo de presnetación de TDAH en nuestra muestra: 1 niño con TDAH tuvo la presentación de hiperactividad/impulsividad; En 10 pacientes predominó la presentación inatenta; y 11 de ellos tenían tanto la presnetación hiperactiva/ impulsiva asi como inatenta, es decir, combinada. En el caso de los padres, de los 23 que fueron evaluados: 11 tuvieron predominó la inatención; 7 tuvieron presnetación combinada y 5 no tuvieron TDAH.

Para las variables ejecutivas evaluadas, se tomó en cuenta el puntaje total para conocer la correlación de las mismas entre padres e hijos.

Para la muestra en el análisis de correlación, no se observa significancia estadística para la variable error por omission entre padres e hijos considerada dentro de los datos de inatención.

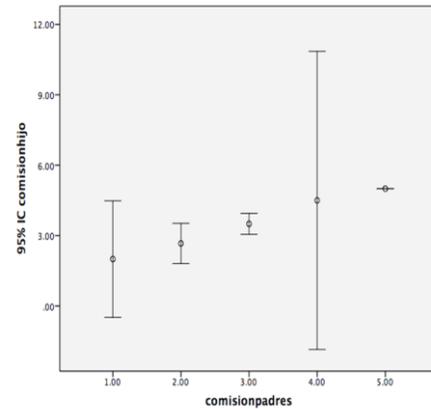
		hErrorPorOmisión_Pt	cErrorPorOmisión_Pt
hErrorPorOmisión_Pt	Correlación de Pearson	1	.359
	Sig. (bilateral)		.092
	N	23	23
cErrorPorOmisión_Pt	Correlación de Pearson	.359	1
	Sig. (bilateral)	.092	
	N	23	23

Se encontró una correlación significativa entre los padres e hijos para la variable de errores por comisión considerada como datos de impulsividad encontrándose una correlación alta positiva entre los grupos principalmente en el rango 4 de la escala de severidad donde se considera como un rendimiento bajo.

Correlaciones

		comisionhijo	comisionpadres
comisionhijo	Correlación de Pearson	1	.855**
	Sig. (bilateral)		.000
	N	23	23
comisionpadres	Correlación de Pearson	.855**	1
	Sig. (bilateral)	.000	
	N	23	23

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

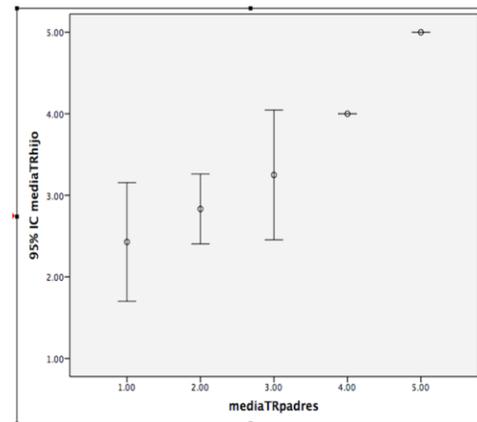


Para la función ejecutiva media tiempo de respuesta que nos habla de la velocidad del tiempo de respuesta se observó correlación alta positiva con significancia estadística entre padres e hijos principalmente en el rango 3 de la escala de evaluación donde se considera normal.

Correlaciones

		mediaTRhijo	mediaTRpadres
mediaTRhijo	Correlación de Pearson	1	.834**
	Sig. (bilateral)		.000
	N	23	23
mediaTRpadres	Correlación de Pearson	.834**	1
	Sig. (bilateral)	.000	
	N	23	23

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).



Por último, podemos observar que no hubo correlación la cual fuera estadísticamente significativa para la variable actividad motora que finalmente nos habla de hiperactividad entre padres e hijos.

Correlaciones

		Actmotorahijos	Actmotorapadres
Actmotorahijos	Correlación de Pearson	1	.266
	Sig. (bilateral)		.219
	N	23	23
Actmotorapadres	Correlación de Pearson	.266	1
	Sig. (bilateral)	.219	
	N	23	23

DISCUSIÓN

Como se sabe, el trastorno por déficit de atención con hiperactividad es el trastorno del neurodesarrollo más frecuente con una prevalencia que varía del 2 hasta el 18% para algunas poblaciones de Latinoamérica. Algunos de los síntomas pueden ir desapareciendo a lo largo de la vida, como es la hiperactividad, permaneciendo la inatención. No obstante, gracias a los nuevos avances, se ha podido observar que muchos de los síntomas permanecen hasta en la edad adulta.

Gracias a estas nuevas herramientas que tienen una mejor validez ecológica con una alta sensibilidad, así como especificidad es posible determinar las funciones ejecutivas que presenta cada paciente, así como la escala de severidad que presenta cada una de éstas.

Así, teniendo las herramientas para detectar las funciones ejecutivas estandarizadas para cada grupo de edad, fue posible determinar cuáles son las funciones que mayor tienen correlación entre Padres e Hijos con TDAH sin importar el sexo de cada uno de estos.

En nuestro trabajo se observó una correlación positiva significativa en los parámetros considerados con bajo rendimiento para impulsividad entre el grupo de padres e hijos por lo que se considera que padres impulsivos se relacionan con hijos impulsivos para este estudio.

Observamos correlación positiva para los parámetros de normalidad en la variable media tiempo de respuesta, es decir padres con tiempo de respuesta normal corresponden a hijos con tiempo de respuesta normal.

Existen pruebas que tienen mayor fenómeno hereditario como es la impulsividad y que no se ve afectada ante otras situaciones, al contrario de la inatención que lo observamos con otras manifestaciones y comorbilidades sin importar si se hereda o no.

CONCLUSIÓN

Gracias a los avances tecnológicos que se tienen hoy en día es posible determinar cuáles son las funciones ejecutivas que más se heredan para saber el tipo de presentación y así planear estrategias terapéuticas más tempranas que modifiquen las manifestaciones clínicas de nuestros pacientes.

Gracias a los avances tecnológicos que tenemos hoy en día, corroboramos una vez más que el Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad es un trastorno neurobiológico en el que existen tanto factores ambientales como genéticos que alteran los circuitos neuronales dando como resultado diferentes síntomas y presentaciones de déficit en nuestros pacientes.

CRONOGRAMA

ACTIVIDAD / MES 2018-2019	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	MAYO
Diseño del protocolo								
Revisión bibliográfica								
Realización de pruebas								
Análisis de datos								
Presentación de resultados								
Presentación de Tesis								

BIBLIOGRAFÍA

1. Barkley RA. Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychol Bull* 1997; 121: 65-94.
2. Barkley RA, Fischer M, Smallish L, Fletcher. Persistence of attention deficit hyperactivity disorder into adulthood as a function of reporting source and definition of disorder. *J Abnorm Psychol* 2002; 111: 279-89.
3. Narbona J. Déficit de atención e hipercesia. In Narbona J, Chevrie-Muller C, eds. *El lenguaje del niño: desarrollo normal, evaluación y trastornos*. Barcelona: Masson; 1997.
4. Barragán E, Garza S, Belsasso G, et al. La geografía del pensamiento, por la ruta de aprendizaje. El niño y el adolescente con Trastorno por Déficit de Atención, su mundo y sus soluciones. 1ª reimpresión. México: Linae; 2007. 65-94.
5. Faraone S, Mick E. Molecular Genetics of Attention Deficit Hyperactivity Disorder *Psychiatr Clin N Am*. 2010; 33 159–180.
6. Cuch B, Polaczek A, Idziak M, et al. Regulation of genes involved in neurotransmission in Attention Deficit/Hyperactivity Disorder. *Curr. Issues Pharm. Med. Sci*. 2015; 28 (2). 115-119
7. Hidalgo R. Seguridad y eficacia de lisdexanfetamina en Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad en pacientes escolares y adolescentes, revisión de la literatura [Tesis de especialidad].
8. Díaz Orueta Unai, Fernández Fernández Manuel A, Morillo Rojas M. Dolores, Climent Gema. Efficacy of lisdexamphetamine to improve the behavioural and cognitive symptoms of attention deficit hyperactivity disorder: treatment monitored by means of the AULA Nesplora virtual reality test. *Rev Neurol*. 2016 Jul 1;63(1):19-27.
9. Iriarte Yahaira, Díaz- Orueta Unai, Cueto Eduardo, Irazustabarrena Paula et al. AULA-Advanced Virtual Reality Tool for the Assessment of Attention: Normative Study in Spain *J Atten Disord*. 2016 Jun;20(6):542-68.
10. Barkley, R. A. (1994). Can neuropsychological tests help diagnose ADD/ADHD? *The ADHD Report*, 2, 1–3.

11. Holmes, J., Gathercole, S. E., Place, M., Alloway, T. P., Elliott, J. G., & Hilton, K. A. (2010). The diagnostic utility of executive function assessments in the identification of ADHD in children. *Child and Adolescent Mental Health*, 15(1), 37–43.
12. Gualtieri, T., & Johnson, L. G. (2005). ADHD: Is objective diagnosis possible? *Psychiatry*, 2(11), 44–53.
13. Holmes, J., Gathercole, S. E., Place, M., Alloway, T. P., Elliott, J. G., & Hilton, K. A. (2010). The diagnostic utility of executive function assessments in the identification of ADHD in children. *Child and Adolescent Mental Health*, 15(1), 37–43.
14. Díaz Orueta U, García López C, Crespo Eguílaz N, et al. AULA virtual reality test as an attention measure: convergent validity with Conners' Continuous Performance Test. *Child Neuropsychol*. 2014;20(3): 328-342.
15. Bart O, Raz S, & Dan O. Reliability and validity of the Online Continuous Performance Test among children. *Asm*. 2014; 21: 637–643.
16. Epstein JN, Erkanli A, Conners CK, Klaric J, Costello JE, & Angold A. Relations between continuous performance test performance measures and ADHD behaviors. *J Abnorm Child Psych*. 2003; 31(5): 543–554.
17. Areces D, Dockrell J, García T, González Castro P, Rodríguez C. Analysis of cognitive and attentional profiles in children with and without ADHD using an innovative virtual reality tool. *PLoS One*. 2018 Aug 15; 13(8).
18. García T, González Castro P, Areces D, Cueli M, et al. Executive functions in children and adolescents: The types of assessment measures used and implications for their validity in clinical and educational contexts. *Papeles del Psicólogo*. 2014; 35: 215–233.
19. Riccio CA, & Reynolds CR. Continuous performance tests are sensitive to ADHD in adults but lack specificity. *Ann N Y Acad Sci*. 2001; 931(1): 113–139.
20. Climent, G., Banterla, F., & Iriarte, Y. (2010). Virtual reality, technologies and behavioural assessment. In G. Climent & F. Banterla (Eds.), *AULA, ecological evaluation of attentional processes* (pp. 19-28). [Book in Spanish]. San Sebastian, Spain: Nesplora.
21. Huber, M., Rabin, B., Docan, C., Burdea, G. C., AbdelBaky, M., & Golomb, M. R. (2010). Feasibility of modified remotely monitored in-home gaming technology for

improving hand function in adolescents with cerebral palsy. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 14 (2), 526-534.

22. Das, D. A., Grimmer, K. A., Sparnon, A. L., McRae, S. E., & Thomas, B. H. (2005). The efficacy of playing a virtual reality game in modulating pain for children with acute burn injuries: A randomized controlled trial [ISRCTN87413556]. *BMC Pediatrics*, 5, 1.

23. Cherniack, E. P. (2011). Not just fun and games: Applications of virtual reality in the identification and rehabilitation of cognitive disorders of the elderly. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 6, 283-289.

24. Rufo-Campos M, Cueto E, Iriarte Y, Rufo-Muñoz M. Estudio de sensibilidad de un nuevo método diagnóstico para el TDAH: Aula Nexplora. XXXVI Reunión Anual de la Sociedad Española de Neurología Pediátrica. *Rev Neurol* 2012; 54 (Supl3): S89.

25. American Psychiatric Association. *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Arlington, VA: American Psychiatric Publishing; 2013.

26. Areces D, Rodríguez C, García T, Cueli M, & González Castro P. Efficacy of a continuous performance test based on virtual reality in the diagnosis of ADHD and its clinical presentations. *J Atten Disord*. 2018 Sep;22(11):1081-1091.

27. Polanczyk G, Silva de Lima M, Horta BL, Biederman J, Rohde LA. Worldwide prevalence of ADHD. *Am J Psychiatry*. 2007;164:942–948.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El estudio cuenta con la limitación de necesitar conexión a internet de alta velocidad para realizar la prueba, el uso de lentes 3D con auriculares y Smartphone específico, así como un área específica para realizar la prueba, en donde las distracciones sean mínimas.

Además, al ser un estudio transversal, el estudio puede no ser representativo de todos los casos que se han producido en la población.

ANEXOS

Figura 1. Tomada de internet:
<http://psicologoquiros.com/aula-nesplora-test-virtual-detectar-tdah/>



Figura 2. Tomada de internet:
https://www.flickr.com/photos/com_salud/26484988528

