

Revista Iberoamericana de Salud y Deporte

Osuna Journals



Número 2
Octubre 2022



Editorial
WANCEULEN

Revista Iberoamericana de **SALUD Y DEPORTE**

Número 2 – Octubre 2022

<http://osunajournals.es>



WANCEULEN
Journals



Revistas Iberoamericanas
Osuna Journals

©Copyright: Los autores

©Copyright: De la presente Edición, Año 2022 WANCEULEN EDITORIAL

Título: REVISTA IBEROAMERICANA DE SALUD Y DEPORTE

Editorial: WANCEULEN EDITORIAL

Publicación semestral.

Número 2 – Octubre 2022

Disponible en Internet: <http://osunajournals.es>

ISSN: 2794-0675

WANCEULEN S.L.

www.wanceuleneditorial.com y www.wanceulen.com

info@wanceuleneditorial.com

Reservados todos los derechos. Queda prohibido reproducir, almacenar en sistemas de recuperación de la información y transmitir parte alguna de esta publicación, cualquiera que sea el medio empleado (electrónico, mecánico, fotocopia, impresión, grabación, etc.), sin el permiso de los titulares de los derechos de propiedad intelectual. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita utilizar algún fragmento de esta obra.



WANCEULEN
Journals



Revistas Iberoamericanas
Osuna Journals

DIRECTORES

Antonia García Parejo. E.U. Osuna, Universidad de Sevilla.

Jesús Fernando Pérez Lorenzo. E.U. Osuna, Universidad de Sevilla.

Máximo de la Fuente Ginés. Universidad de Sevilla.

Rocío de la Fuente Martín. E.U. Osuna, Universidad de Sevilla.

COMITÉ CIENTÍFICO

Ana María Gallardo Guerrero. Universidad Católica San Antonio de Murcia.

Francisca Navarro Pérez. E.U. Osuna, Universidad de Sevilla.

Gabriela Henríquez Valencia. E.U. Osuna, Universidad de Sevilla

José María León Rubio. Universidad de Sevilla.

Romualdo Castillo Lozano. E.U. Osuna, Universidad de Sevilla.



WANCEULEN
Journals



Revistas Iberoamericanas
Osuna Journals

ÍNDICE

CANNABINOIDES: POSIBLE TRATAMIENTO EN LA EPILEPSIA	5
Cecilia Jaraquemada Giménez	
María Victoria Barbado	
DIFERENCIAS EN LAS FUNCIONES EJECUTIVAS ENTRE DEPORTES INDIVIDUALES Y COLECTIVOS EN NIÑOS DE 6-12 AÑOS	41
Daniel Sierra González	
Manuel Jesús Jiménez Roldán	
EFFECTIVIDAD DEL USO DE LA REALIDAD VIRTUAL PARA LA MEJORA DEL EQUILIBRIO Y LA MARCHA FRENTE A LA FISIOTERAPIA CONVENCIONAL EN PACIENTES CON PARKINSON. UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	56
Mateo Ortiz Ruiz	
Andoni Rocandio Martínez	
ESTUDIO DE LA EFICACIA DE UN TRATAMIENTO DE FISIOTERAPIA EN UN PACIENTE CON ENCEFALOPATÍA METABÓLICA. UN CASO CLÍNICO.....	99
Marta Pedraza Hidalgo	
Aitor Vaquero Garrido	
INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA EN LA INTELIGENCIA EMOCIONAL DE JÓVENES UNIVERSITARIOS	139
Pablo Graciano Govantes	
Rafael Baena González	
Carlos Chavarría Ortiz	



Cannabinoides: posible tratamiento de la epilepsia

Cecilia Jaraquemada Giménez

Grado en Enfermería. Escuela Universitaria de Osuna. Universidad de Sevilla

María Victoria Barbado

Doctor en Biología Celular y Patología.

Departamento de Anatomía y Embriología Humana. Universidad de Sevilla.

Identificadores: ORCID (0000-0002-2995-2799), Researcher ID (M-3727-2015) y
Scopus ID (6507971368).

Resumen:

Los cannabinoides están siendo un tema de gran interés investigacional debido a su elevado potencial terapéutico en numerosas patologías. Entre sus propiedades farmacológicas recientemente asignadas destaca su capacidad antiepiléptica. Los objetivos de este trabajo fueron revisar el conocimiento actual sobre los cannabinoides y evaluar su eficacia en la epilepsia, así como conocer la actualidad de los avances científicos en este campo. Para ello, se han consultado diferentes bases de datos, entre ellas Pubmed, Cochrane library, Dialnet y Scopus. Los resultados son prometedores, mostrando una alta eficacia del cannabidiol en las epilepsias refractarias, pero con muestras pequeñas de los estudios. Conclusión: los estudios muestran indicios de que la aplicación clínica de cannabidiol es eficaz, tolerable y con una baja tasa de efectos adversos, pero aún se requieren más estudios con muestras mayores para confirmar su efectividad.

1. INTRODUCCIÓN

Los cannabinoides son los compuestos químicos de la planta cannabis sativa, que

interaccionan con los receptores de los cannabinoides del cuerpo. Se dividen en tres grupos: **fitocannabinoides**; son los componentes naturales de la planta, **endocannabinoides**; son los compuestos que se sintetizan en nuestro cuerpo y los **cannabinoides sintéticos**; son los sintetizados en laboratorio (1).

La epilepsia es un trastorno del cerebro caracterizado por una predisposición duradera a generar convulsiones epilépticas. Un ataque epiléptico es una ocurrencia transitoria de signos y/o síntomas debido a la actividad neuronal excesiva o sincrónica anormal en el cerebro. (2). Estas convulsiones se pueden clasificar según si su comienzo es focal, general o desconocida y dentro de cada tipo se dividen. Las **focales** pueden ser que el paciente esté consciente o tenga la consciencia disminuida, el inicio de la convulsión puede ser focal – tónica o bilateral tónico – clónica. Las convulsiones **generalizadas** se dividen en motoras; tónico – clónicas u otras y no motoras; son con ausencia de la consciencia. El tercer tipo que son de inicio desconocido (3).

2. JUSTIFICACIÓN Y PERTINENCIA

La Epilepsia es una de las enfermedades neurológicas más comunes, afectan a aproximadamente 50 millones de personas en todo el mundo. La incidencia de la epilepsia es de 50,4 a 81,7 por cada 100.000 personas al año (4). Las Epilepsias refractarias, es decir, las resistentes a los antiepilépticos y las terapias limitadas actuales, son motivos suficientes para justificar la implementación de nuevos fármacos en la Epilepsia, para mejorar la calidad de vida y los síntomas de estos pacientes (5). Se están estudiando los cannabinoides debido a su bajo costo y su función anticonvulsivas. Estos estudios están en sus inicios por lo que son escasos y por la controversia relacionada con su consumo recreativo y necesitan mayor entendimiento por parte de la comunidad no científica.

Debido a que es un fármaco experimental, y con un gran potencial terapéutico dada la evidencia científica, consideramos necesario hacer esta revisión bibliográfica. En este trabajo se abordan diferentes cuestiones donde el campo de los profesionales sanitarios, incluido la enfermería es un papel primordial a la hora del conocimiento de la enfermedad, los

cuidados necesarios y los tratamientos y efectos adversos (6,7).

3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

LOS CANNABINOIDES

Cannabinoides. La planta *Cannabis sativa* contiene más de 400 compuestos químicos, 60 de ellos cannabinoides con diferentes capacidades terapéuticas. Su uso medicinal comenzó en 2700 a.C. Ya entonces se le asignaban varias propiedades broncodilatadoras, relajantes musculares, hipnóticas, antidepresivas, inmunodepresoras, ansiolíticas, antiinflamatorias, analgésicas. Aunque la propiedad más conocida de los cannabinoides es su capacidad psicoactiva relacionada con el uso recreativo, hasta la fecha se han descrito efectos farmacológicos como son: antiepiléptico, inmunosupresivo, antiinflamatorio, antinociceptivo, estimulante del apetito, antimicrobiano, neuroprotector, antiemético y cardiovascular, también otros efectos positivos en síndromes psiquiátricos como depresión, desórdenes del sueño y ansiedad (8).

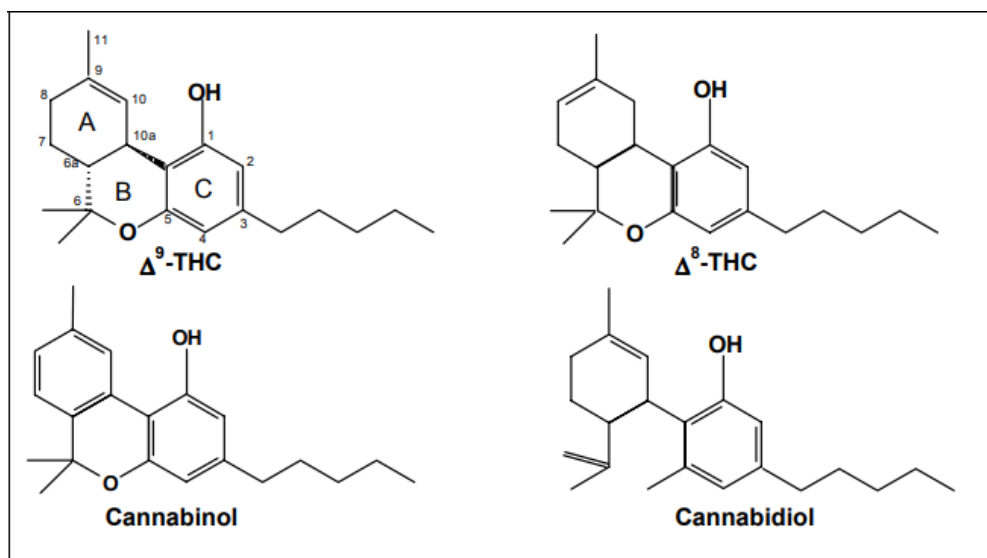


Figura 1: Estructura química de los cannabinoides principales. Fuente: tomado de Condie et al. (12).

Los cannabinoides de origen vegetal se denominan **fitocannabinoides**, de los cuales el tetrahidrocannabinol (THC) y cannabidiol (CBD) (Figura 1). No obstante, el organismo humano también es capaz de sintetizar sus propios cannabinoides, conocidos como **endocannabinoides**. Los endocannabinoides más abundantes son la anandamid (AEA) y el 2-araquidonilglicerol (2-AG) (9).

Sistema endocannabinoide. El sistema endocannabinoide (SEC) es un sistema fisiológico compuesto por los receptores CB 1 y CB 2, sus ligandos endógenos, AEA y 2-AG, y las enzimas responsables de la síntesis y degradación de los endocannabinoides. Pero, los fitocannabinoides THC y CBD también pueden actuar como ligandos de los receptores presentes en las células humanas (10). Mientras que el THC es agonista parcial de estos receptores, el CBD apenas tiene afinidad y posiblemente inhibe la unión del THC a CB1 (11).

El receptor CB 1 es abundante en el sistema nervioso central (SNC), pero también está presente en otros tejidos, mientras que los receptores CB2 se expresan principalmente en el sistema inmunitario. Se ha descrito que tanto los fitocannabinoides como los endocannabinoides pueden también actuar a través de otros receptores, conocidos como receptores vaniloides de potencial transitorio (TRPV, del inglés transient receptor potential vanilloid) (11).

Hasta la fecha, hay numerosas evidencias del papel que el SEC desempeña en la regulación de una amplia gama de procesos fisiológicos, incluidos el metabolismo, el estado de ánimo, la función motora, el apetito, el control cardiovascular, la respuesta al estrés, el tracto gastrointestinal función, biología del desarrollo, destino celular, respuesta

inmunitaria e inflamatoria, función endocrina, neurotransmisión y dolor (11).

Potencial terapéutico de los cannabinoides. El 9-THC es el cannabinoide con mayor potencia psicoactiva, la cual se activa interaccionando a través de receptores CB1. Sin embargo, el cannabidiol (CBD) apenas tiene efectos psicoactivos, de hecho, su psicoactividad es aproximadamente una décima parte de las descritas para el THC. Ambos ligandos presentan mayor afinidad por el receptor CB2 que por el CB1. Su actuación sobre el receptor CB2 expresado en células linfoides, como esplenocitos y timocitos, induce una disminución de la producción y liberación de la interleuquina-2 (IL-2). Esta disminución de IL-2 podría contribuir a explicar la capacidad de inmunomodulación atribuida a los cannabinoides, dado que esta proteína participa en la regulación de la actividad del sistema inmune (12). En general, los cannabinoides a través del receptor CB2 inhiben la producción de citoquinas proinflamatorias. Esta capacidad inmunoreguladora ha sido impulsora de numerosas investigaciones y ensayos clínicos en diferentes neoplasias (9).

Cannabinoides en la epilepsia. En el hipocampo es donde desencadenan la mayoría de las convulsiones. Para el estudio de nuevas terapias antiepilépticas es muy importante esta zona ya que es donde se encuentra una gran abundancia de receptores cannabinoides. Tanto el CBD como el THC han manifestado tener efectos anticonvulsivos. donde el THC actúa principalmente a través de un mecanismo dependiente del CB1 y el CBD funciona a través de un mecanismo más complejo dependiente de los receptores CB2. El CBD es un antagonista del CB1 donde funciona como un modulador alostérico negativo y los efectos antiepilépticos ocurren a través de

otras vías que son independientes del CB1, y por tanto no declara actividad psicotrópica. El CBD también actúa como agonista del receptor de serotonina 5HT1A, el potencial receptor transitorio del canal de tipo 1 de la anquirina, y el potencial receptor transitorio de los canales de tipo 1 y 2 del vanilloide. El CBD también funciona como antagonista del receptor acoplado a proteínas G GPR55, el potencial receptor transitorio del canal de melastatina tipo 8, y la amida hidrolasa de ácidos grasos que degrada la anandina. Los muchos objetivos del CBD ofrecen muchas vías posibles a través de las cuales puede ejercer sus actividades anticonvulsivas, aunque actualmente no se conoce el mecanismo exacto. Los endocannabinoides han demostrado una función neuroprotectora en la actividad convulsiva aguda respecto a los efectos anticonvulsivos de los cannabinoides (7).

El uso de cannabinoides en la epilepsia está generando un buen perfil de la investigación sobre los efectos anticonvulsivos de cannabinoides sintéticos y fitocannabinoides en epilepsias refractarias (7).

Efectos adversos de los cannabinoides. Los efectos psicoactivos del THC siguen siendo un tema controvertido. Se han descrito varios signos de abstinencia y varios estudios clínicos avisan que los grandes consumidores de cannabinoides no padecen una sintomatología severa por el síndrome de abstinencia, estos signos y síntomas son leves o moderados como son el cansancio, sudoración, salivación, trastornos del sueño, náuseas y desaparecen entre las 24- 48h. La abstinencia que padecieron fue directamente proporcional a la dosis de THC, frecuencia y duración del consumo. Una prueba es la tolerancia y la dependencia física que aparecen como consecuencia a la adaptación del organismo si el consumo es prolongado. El síntoma más usual y destacado es la

irritabilidad. Otros síntomas son ansiedad, alteración de la frecuencia cardíaca, insomnio, delirio o alucinaciones. No son tan graves como los que producen otras drogas como el alcohol (13,14).

Marco legal y ético de los cannabinoides. Los cannabinoides están sujetos a fiscalización internacional, aunque, las medidas de control varían según el país, es decir, difieren los delitos por su consumo y posesión. En EE.UU. el consumo del cannabis medicinal está permitido en 29 estados y su uso recreativo en 7 estados. En Canadá, desde 2018 se autorizó su uso medicinal y recreativo. En Sudamérica, el único país en el que el cannabis medicinal está autorizado es Uruguay, aunque Argentina y otros países están en proceso de su aprobación (15).

Respecto a la UE la Directiva 2001/83/CE del Parlamento Europeo y del Consejo regula la normativa permitió que los cannabinoides estuvieran disponibles, siempre que estén permitidos por la legislación nacional (10). En Países Bajos, Italia y Alemania es legal el uso terapéutico de los cannabinoides y existen iniciativas para su aprobación en otros países. Aunque en otros países, como Reino Unido fueron más reacios con la idea de legalizarlo debido al abuso de drogas, era necesario una licencia para la investigación de los cannabinoides. En 2018, bajó en la lista de Abuso de Drogas por lo que se permite la prescripción de los productos a base de cannabis (16).

En España el consumo de cannabis se considera delito solo en la vía pública. En algunas comunidades han empezado los procesos para la utilización de los cannabinoides como terapia medicinal. Cada vez más clubes que permiten la venta de cannabis gracias a que en Cataluña, ha sido aprobada una nueva ley de Iniciativa Legislativa Popular, que regula el cultivo,

las organizaciones de consumidores y transporte de cannabis en los clubes (15).

La OMS ha planteado la reprogramación del cannabis a nivel internacional por sus aplicaciones medicinales. (16). Cada vez es más necesario cambiar la legislación de los cannabinoides debido al aumento de estudios sobre estos como capacidad terapéutica (15).

LA EPILEPSIA

Epidemiología. Es una de las enfermedades neurológicas más comunes, que afecta a aproximadamente a 50 millones de personas en todo el mundo. La incidencia de la epilepsia es de 50,4 a 81,7 por cada 100.000 personas al año (4).

La incidencia es bimodal distribuido con dos picos: en niños menores de 1 año y en personas mayores de 50 años. En personas mayores de 50 años, la incidencia aumenta con el aumento de la edad y la más alta es en los mayores de 70 años. La incidencia es mayor en países de bajos ingresos que en países de altos ingresos, y normalmente por encima de 80-100 por 100.000 personas al año, esto es debido a un sistema sanitario deficiente por la mala higiene, deficiente saneamiento básico y un mayor riesgo de infecciones y lesión cerebral traumática podría contribuir (17).

La incidencia de la epilepsia en los niños de los países desarrollados en los estudios basados en la población ha oscilado entre 33,3 y 82 casos por cada 100.000 personas al año. Todos los estudios han encontrado consistentemente que la incidencia es más alta en el primer año de vida. Varios estudios han encontrado que la incidencia en niños y niñas es casi idéntica. Una publicación reciente sugirió que la incidencia general de epilepsia se ha mantenido relativamente estable en los

últimos 25 años, ahora parece haber una tendencia al aumento de la incidencia en los niños, esto podría ser el resultado de que más niños sean tratados en unidades de cuidados intensivos neonatales (18).

La prevalencia de la epilepsia está aumentando debido a una mayor supervivencia a traumatismos craneales graves, accidentes cerebrovasculares, infecciones intracraneales y vivir más tiempo que nunca con tumores cerebrales primarios y secundarios. Debido al avance de la medicina, muchos individuos sobreviven lo suficiente para desarrollar epilepsia (4). Independientemente de la ubicación geográfica, la prevalencia de la epilepsia activa es generalmente entre 4 y 12 por 1000 (17).

En Europa, la prevalencia de la epilepsia en los niños parece situarse entre 3,2 y 5,1/1000, dependiendo del rango de edad y del país considerado. En Estados Unidos, la prevalencia global de puntos en niños de 0 a 19 años de edad era de 4,71/1.000 y en Canadá, la prevalencia de la epilepsia en los niños en una encuesta nacional fue de 5,26/1.000. Los estudios de prevalencia en los países subdesarrollados son más numerosos que los estudios de incidencia y, en general, es mayor que en los países desarrollados. Se sugiere que la prevalencia es mayor debido a que se relaciona con enfermedades cerebrales adquiridas a través de altas tasas de meningitis, encefalitis, cisticercosis, lesiones en la cabeza, etc (18).

Aunque es poco frecuente en los niños, la muerte súbita e inesperada en la epilepsia (SUDEP) es la principal causa de muerte relacionada con la epilepsia entre los adultos jóvenes con epilepsia no controlada, que se presenta en nueve de cada 1.000 personas con epilepsia en general, pero hasta una de cada 150

personas con mal control de convulsiones (19).

Los factores de riesgo varían según el grupo de edad. Las malformaciones del desarrollo cerebral generalmente presente en la epilepsia que se desarrolla antes de la edad adulta. La Epilepsia asociada con traumatismo craneal, infecciones y tumores pueden ocurrir a cualquier edad. La enfermedad cerebrovascular es el factor de riesgo más común en las personas mayores (17). Los factores que sugieren consistentemente un riesgo más alto que el promedio de recaída de convulsiones incluyen epilepsia de inicio adolescente, convulsiones focales, presencia de una condición neurológica subyacente y hallazgos anormales de EEG en niños (20).

Síntomas. Los síntomas consisten en la pérdida de conciencia con temblores corporales, dificultad para responder y confusión; síntomas visuales u otros síntomas sensoriales; postura aislada o sacudida de una sola extremidad; o breve pérdida de conciencia. (2).

La Liga Internacional contra la Epilepsia define la epilepsia farmacorresistente como el fracaso de ensayos adecuados y bien tolerados de dos medicamentos antiepilépticos elegidos adecuadamente (5).

Síndrome de Dravet

El síndrome de Dravet (SD) se define como una encefalopatía epiléptica grave cuyo síntoma característico es la aparición de crisis refractarias durante el primer año de vida. Está asociado a diferentes signos, tales como: alteraciones del lenguaje, atención y aprendizaje; disartria; trastornos de la conducta; temblor; rigidez y bradicinesia. Estas primeras epilepsias suelen comenzar con picos febriles que se prolongan y pueden evolucionar a estados epilépticos tonicoclónicos y hemiconvulsi-

vos generalizados y en un 15% de los niños hay riesgo de SUDEP (muerte súbita e inesperada por epilepsia). A partir del primer año suelen aparecer otros tipos de crisis: mioclónicas, ausencias, focales o atónicas. La enfermedad progresa hacia un deterioro cognitivo progresivo y trastornos de conducta. El diagnóstico del SD es complicado ya que se tarda de nueve a 15 meses en confirmar el diagnóstico y suele confundirse con otras epilepsias refractarias. Se están realizando test genéticos para su diagnóstico ya que el 85% de los pacientes tienen una mutación en el gen SCN1A, pero la disponibilidad de los test genéticos es irregular. Las crisis epilépticas que sufren estos pacientes no son controladas por los fármacos antiepilépticos, incluso en los que su función reside en bloquear los canales de calcio están contraindicados debido a que aumentan la gravedad de las crisis y la frecuencia cardíaca. Al no ser eficaz la monoterapia, acuden a una combinación de estas con dieta cetogénica, estimulación del nervio vago o la cirugía. Estas terapias tienen diversos efectos adversos (como ya he comentado o comento abajo). Es necesario la necesidad de disponer de nuevos tratamientos, uno de ellos son los cannabinoides (21).

Síndrome De Lennox-Gastaut

El síndrome de Lennox-Gastaut (SLG) se define como una encefalopatía grave y es considerado como uno de los síndromes pediátricos más graves. Las crisis más comunes al comienzo son las crisis atónicas y tónicas. Está asociado a diferentes signos, tales como incontinencia, disfagia, trastornos del sueño, movilidad reducida, riesgo de SUDEP. En el 50- 75% de los pacientes aparece un estado epiléptico no convulsivo. Aunque su incidencia y prevalencia es baja, constituye del 3-10% de las epilepsias infantiles. Se diagnostica gracias a la tríada electroclínica, son:

discapacidad intelectual, anomalías en el EEG y varias crisis de difícil control. El tratamiento no hace efecto a la frecuencia de las crisis epilépticas. Algunos de los antiepilépticos (AED) pueden incrementar o causar las comorbilidades. En este síndrome al igual que el de Dravet también acude a la dieta cetogénica, estimulación del nervio vago y lacirugía (21).

Fisiopatología. Las convulsiones ocurren cuando hay un disparo neuronal síncrono anormal en una sección del cerebro, o en toda la totalidad del cerebro, cuando las redes se forman irregularmente o son perturbadas por una alteración estructural, infecciosa o metabólica (4). Las convulsiones con el resultado de un desequilibrio entre la actividad excitadora y la inhibidora dentro de una red neuronal, para que sea probable que funcione de una manera excesiva,

hipersincrónica y oscilatoria, que cuando se mantiene, interrumpe el procesamiento neuronal normal y es capaz de interrumpir otras redes neuronales. Los mecanismos fisiopatológicos por los cuales las anomalías estructurales causan actividad convulsiva no son completamente entendidos. Los hallazgos patológicos característicos son la pérdida de excitación e inhibición neuronas en subcampos específicos, brotación axonal y reorganización sináptica, y alteraciones en la función glial y estructura (17).

Las convulsiones pueden ser focal o generalizada, las focales están localizadas y pueden extenderse, mientras que las convulsiones generalizadas se originan en algún punto dentro del cerebro y hay una actividad anormal en ambos hemisferios, estas se dividen en motoras y no motoras (Figura 2) (3).

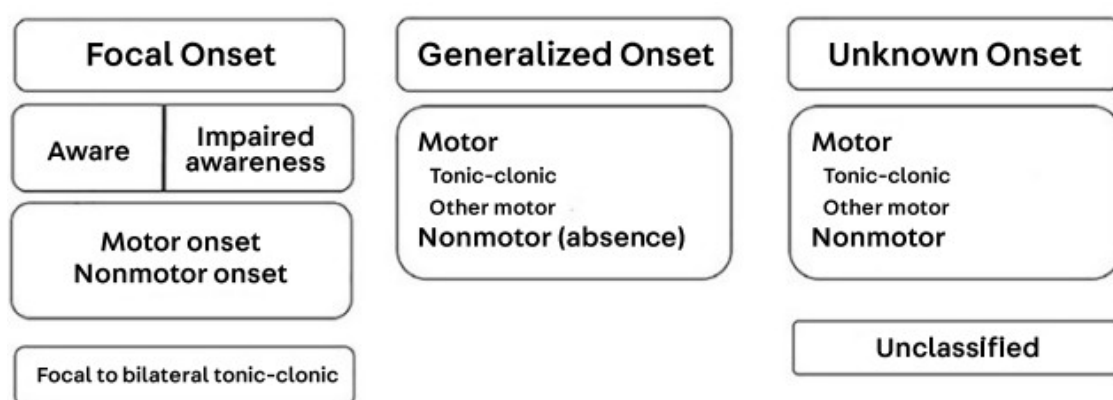


Figura 2: Versión básica de la clasificación del tipo de convulsiones de la Liga Internacional contra la Epilepsia 2017. Fuente: Pack, 2019.

Etiología. El agente causal de la epilepsia es multifactorial. Las causas de la epilepsia pueden ser estructurales, metabólicas, genéticas, infecciosas, inmune o desconocidas (Figura 3). Las más comunes en niños son genéticas, malformaciones en el desarrollo cortical y en adultos sin predisposición genética son lesión cerebral

traumática, tumores cerebrales y encefalitis / meningitis. (4).

En cuanto al valor pronóstico, cabe señalar que un alto número de convulsiones en el momento del diagnóstico, la discapacidad intelectual y la etiología sintomática son predictores negativos. Se pueden identificar diferentes patrones de pronóstico, lo que sugiere que el proceso

epileptogénico no es estático. La epilepsia conlleva un riesgo mayor del esperado de muerte prematura. La etiología es el factor

de riesgo más importante para la muerte prematura (20).

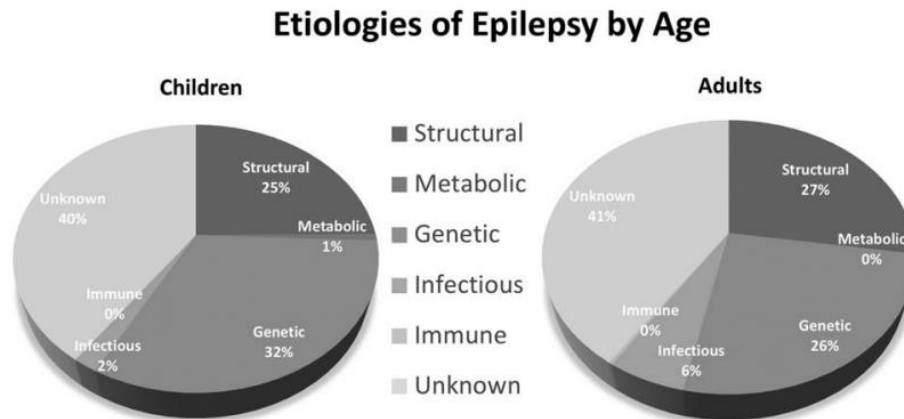


Figura 3: Etiologías de la epilepsia por edad. Fuente: Falco-Walter (4).

Diagnóstico. La epilepsia es un diagnóstico complejo sin un gold standard de fácil acceso. Una historia detallada junto con un testimonio confiable es la clave para el diagnóstico. La decisión de si se ha producido o no una convulsión se basa en una combinación de síntomas y signos, ya que ninguna característica es específica para la epilepsia. La epilepsia es polimórfica con muchas presentaciones y una multitud de imitaciones. La pérdida transitoria de la conciencia es la presentación más común con el síncope, y las causas psicogénicas o funcionales son las más importantes (17).

Se debe considerar un electroencefalograma (EEG) en todos los adultos con posibles convulsiones, específicamente si presenta pérdida transitoria de conciencia, aunque un electroencefalograma anormal no define la epilepsia, pero las descargas epileptiformes interdictales podrían proporcionar apoyo para un diagnóstico clínico.

Un EEG anormal es más útil para determinar el tipo probable de epilepsia (focal o generalizado), para diagnosticar un síndrome de epilepsia y para evaluar el riesgo de recurrencia. En los individuos que

presentan dificultades diagnósticas después de la evaluación clínica y el EEG estándar, el monitoreo a largo plazo del EEG por video podría proporcionar un diagnóstico definitivo, particularmente si la frecuencia del episodio es alta (17).

Tratamiento. Las epilepsias según el tipo tienen un tratamiento u otro. Los AED son la primera línea de tratamiento tanto en epilepsia generalizada o focal. Estos antiepilépticos se tienen en cuenta de manera individualizada, y en base a factores como el tipo de convulsión, la presencia de un síndrome de epilepsia, otros medicamentos, comorbilidades, estilo de vida y preferencia del paciente.

Se debe intentar la monoterapia con todos los antiepilépticos, conocidos como AED del inglés antiepileptic drug, indicados antes de iniciar la terapia combinada. Aunque cada AED tiene su propio perfil de efectos adversos, los efectos sobre el sistema nervioso central son prominentes y pueden afectar la calidad de vida (19). Cuando prueban con dos fármacos y no hacen efectos, son pacientes con epilepsia farmacorresistentes, acuden al cannabidiol o la cirugía (2).

La cirugía es posible en epilepsias focales y cuando el origen de la convulsión se encuentra en una zona del cerebro que se puede resear. No todos son candidatos y muchos después de la cirugía siguen teniendo convulsiones (2).

Efectos adversos de los tratamientos convencionales. Los AED están asociados con efectos adversos significativos, incluyendo efectos cognitivos y conductuales sutiles que ocurren en hasta el 50% de los pacientes tratados (19).

Además de tener en cuentas estos factores, los antiepilépticos tienen muchos efectos secundarios como son náuseas, erupción, irritabilidad, comportamiento agresivo, sedación, temblor, caída del cabello, aumento/pérdida de peso, osteopenia, cálculos renales, teratogenicidad en el embarazo, ataxia...

Los déficits cognitivos son comunes después de la cirugía y dependen del sitio de la resección. La resección del lóbulo temporal izquierdo se asocia con déficit de memoria verbal (44%) y déficit de nombres (34%). Después de una resección del lóbulo temporal derecho, los déficits de memoria verbal también son comunes (20%). La mortalidad operativa en la mayoría de los centros es inferior al 0,5%. La mortalidad más baja se asocia con procedimientos limitados al lóbulo temporal. Otros efectos adversos incluyen déficits neurológicos (5%), complicaciones médicas (por ejemplo, infección intracerebral, hidrocefalia; 1,5%), fuga de líquido cefalorraquídeo (8,5%), meningitis aséptica (3,6%) e infecciones bacterianas no cerebrales (3%). Otros problemas médicos como hemorragia, neumonía y trombosis venosa profunda son poco comunes (2,5%) (19)

Terapias coadyuvantes. Otras terapias coadyuvantes utilizadas en combinación con la farmacología convencional son:

- **Dieta cetogénica:** se trata de una dieta alta en grasas y baja tanto en proteínas como hidratos de carbono. Con pruebas de mala calidad se estima una disminución hasta el 60% de las convulsiones. Sí está comprobado los grandes efectos adversos que tiene, como las anomalías cardíacas, cálculos renales, los síntomas gastrointestinales y anomalías metabólicas.
- **Estimulación del nervio vago:** se implanta un estimulador del nervio vago alimentado por bacterias y unido a un marcapasos programable para aumentar el tiempo sin convulsiones del paciente con epilepsia refractaria, esto es para paciente que ha sido ineficaz la cirugía o no son candidatos para esta. Sus efectos adversos son dolor de garganta, dificultad para respirar y tragar.
- **Neuroestimulación sensible:** los cables se implantan directamente en la zona de inicio de convulsiones, cuando hay una actividad eléctrica anormal, el neuroestimulador proporciona la estimulación eléctrica en la zona de inicio de las convulsiones. Sus efectos adversos son dolor de cabeza, dolor en el sitio del implante, infección en el sitio del implante y disestesia (19).

OBJETIVOS

Objetivo general: Evaluar el uso de los cannabinoides en la epilepsia y revisar el conocimiento actual sobre los cannabinoides en la epilepsia.

Objetivos específicos: Evaluar los beneficios y la efectividad de los cannabinoides como tratamiento en la epilepsia. Evaluar los efectos adversos y la tolerabilidad del

tratamiento de la epilepsia gracias a los cannabinoides.

elaboración del presente trabajo fin de grado.

METODOLOGÍA

En este apartado se detalla minuciosamente la metodología desarrollada para la

Cronograma

A continuación, muestro la tabla de la organización del trabajo respecto al tiempo.

Tabla 1.Cronograma.

ACTIVIDADES	DIC	ENER	FEBR	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Elección del tutor							
Elección del tema, planificación del trabajo							
Búsqueda de artículos en distintas bases de datos							
Lectura y selección de artículos							
Redacción de apartados							
Revisión y corrección de apartados							
Depósito del trabajo							
Preparación de la exposición oral							

Fuente: elaboración propia.

Formación metodológica

Para la realización de una metodología adecuada para las Revisiones Sistemáticas de la Literatura (RSL) en el contexto de la Medicina Basada en la Evidencia (MBE) se examinaron y consultaron una serie de documentos y artículos orientados al tema de estudio de este trabajo.

Asimismo, se comprobaron términos relacionados con la métrica de calidad y rigor metodológico como impact factor, peer-review, quartile, International Standard Serial Number (ISSN), Digital

Object Identifier (DOI), International Standard Book (ISBN), Pubmed identifier (PMID), Scimago Journal Rank (SJR) y Journal Citation Report (JCR).

Con el objetivo de adaptar este trabajo a la calidad y rigor de una RSL se elaboraron anteriormente la lectura y revisión de diversos artículos, manuales y documentos en relación a la metodología, como el manual de Cochrane (22). Así, se ha aplicado las recomendaciones y criterios metodológicas pautadas en la RSL atendiendo a la normativa y pautas

propuestas de la Escuela Universitaria de Osuna.

Pregunta de estudio

Según la elaboración de RSLs, la pregunta de investigación debe explicar la contextualización del tema de estudio.

Se realizó la pregunta de investigación basándonos en el método PICO (Tabla 2), donde se detalla los elementos relacionados con el problema de investigación permitiendo la elaboración de la pregunta de estudio, adaptado de Menthely et al., 2014. Los elementos que se incluyen en la tabla son población, intervención, comparación y resultados.

Tabla 2. Estrategia PICO

POBLACIÓN	Pacientes con Epilepsia
INTERVENCIÓN	Aplicación terapéutica con cannabinoides
COMPARACIÓN	No hay comparación
RESULTADO	Eficacia y efectos adversos
STUDY DESIGN	Ensayo clínico

Fuente: elaboración propia.

En relación con el tema de este trabajo, la pregunta que elaboramos fue “¿Tiene mayor beneficio o riesgo el tratamiento con cannabinoides en la Epilepsia?”.

Estrategia de búsqueda

De acuerdo con el requerimiento para la realización de un RSL propia de MBE, se hizo una estrategia de búsqueda bibliográfica estructurada y organizada.

De este modo, es posible la reproducibilidad y el seguimiento de la documentación utilizada y revisada que facilita la ubicación y disposición de este trabajo para cualquiera que desee disponer de esta información. Con esto conseguimos evitar el criterio subjetivo del revisor por la susceptibilidad y la falta de información de las revisiones narrativas.

Fuentes consultadas

La búsqueda se ha desarrollado con información filtrada y datos de calidad comprobados, la mayoría de estos artículos son de las bases de datos especializadas en la salud como son Pubmed, Cochrane, y otros de carácter multidisciplinar como Dialnet, Scopus. (Tabla 3). Para el cumplimiento de indicadores de calidad requeridos, estas bases de datos han sido sometidas a un previo proceso de selección, “peer-review” y análisis posteriores.

Se aplicaron distintos filtros en las bases de datos utilizadas con la finalidad de seleccionar la información más actualizada. Los filtros fueron no más de 5 años y la información publicada en español e inglés.

Tabla 3. Bases de datos consultadas

BASES DE DATOS	DESCRIPCIÓN
PUBMED/MEDLINE	Base de datos de bibliografía científica y biomédica de la biblioteca nacional de Medicina (NCBI) de los EEUU, la cual asigna a cada artículo un identificador conocido como PMID (PubMed Identifier). Es la base de datos de referencia en el campo de la investigación tanto básica como clínica.
SCOPUS	Base de datos de bibliografía multidisciplinar de resúmenes y citas de revistas científicas. Está editada por Elsevier, la mayor editorial de literatura científica y médica, lo cual avala la fiabilidad de esta base de datos.
COCHRANE	Biblioteca de medicina y salud basadas en evidencia, y en datos procedentes de la investigación. Constituye el recurso bibliográfico más importante en términos de calidez científica y evidencia clínica. Incluye diferentes bases de datos: de revisiones sistemáticas, de efectividad, de metodología y un registro de ensayos controlados.
DIALNET	Dialnet es uno de los mayores portales bibliográficos del mundo, cuyo principal cometido es dar mayor visibilidad a la literatura científica hispana. Centrado fundamentalmente en los ámbitos de las Ciencias Humanas, Jurídicas y Sociales. Dialnet se constituye como una herramienta fundamental para la búsqueda de información de calidad

Fuente: Elaboración propia.

Descriptores de búsqueda

Para la búsqueda de la información de este trabajo se elaboraron varias estrategias de búsqueda. Se utilizó

descriptores registrados en MeSH y DeCs. Para la unión de los descriptores fueron necesarios los operadores booleanos, se utilizaron “AND” y “NOT”.

Tabla 4. Descriptores utilizados.

THESAURUS	DESCRIPTORES
MeSH	Cannabinoids, Epilepsy, Treatment, Cancer, Child, Epidemiology, adverse effects, clinical trial.
DeCS	Cannabinoides, Epilepsia, tratamiento, Cáncer, Niños, Epidemiología, Efectos adversos, ensayos clínicos.

Fuente: elaboración propia.

Selección bibliográfica

Para la búsqueda bibliográfica, en base a las características estructurales del documento, los criterios de elegibilidad y reprobación nos ayudan con la fiabilidad de los documentos y accesibilidad de la información en primera instancia.

Criterios de elegibilidad

- Estudios que contienen alguno o ambos de los descriptores en título y/o resumen.
- Publicaciones redactadas en español e inglés.
- Artículos publicados en los últimos 5 años.
- Estudios con autoría declarada.
- Estudios realizados en la especie humana.
- Ensayos clínicos, revisiones sistemáticas y meta-análisis.

Criterios de reprobación

Publicaciones que provienen de blogs o aforos anónimos, páginas web de dudosa procedencia, así como documentos con interés comercial.

Publicaciones con ausencia de indicadores de calidad.

Estudios realizados por autores no avalados por sus credenciales y/o curriculum.

Artículos sin fecha de publicación.

Publicaciones de artículos de información que no ha sido filtrada y evaluada correctamente, son artículos de opinión.

Selección del contenido informativo

Una vez realizada la búsqueda bibliográfica, se elaboró un segundo proceso de cribado de acuerdo con el contenido informativo, no en función de la estructura. Por ello, se ha llevado a cabo la lectura y el análisis crítico del texto mostrado en estos documentos, estableciendo los criterios de inclusión y exclusión constituidos para las búsquedas realizadas anteriormente.

Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión se establecieron acorde al método PICO para el contenido informativo, como se hizo anteriormente en la formulación de la pregunta de investigación (23). Estos criterios se reflejan en la siguiente tabla.

Tabla 5. Criterios de inclusión.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	
POBLACIÓN	Pacientes con Epilepsia
INTERVENCIÓN	Aplicación terapéutica con cannabinoides
COMPARACIÓN	No aplica
RESULTADOS	Eficacia Tasa de respuesta Tipo de remisión: completa o parcial Toxicidad

Fuente: elaboración propia.

Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión aplicados a los artículos se basaron en la relevancia de información para dicho trabajo y en los indicios de la falta de rigor científico por la ausencia de procesos de revisión y evaluación. Son los siguientes:

Artículos de contenido no relevante para nuestro trabajo.

Artículos con presentación de datos deficiente, escasas descripciones evidentes de los métodos y protocolos aplicados y discusiones insuficientes.

Estudios con un tamaño muestral bajo, no representativos de otras poblaciones.

Información no considerada objetiva, debido a la ausencia implícita de *conflict of interest* statement.

Estudios cuantitativos con un intervalo de confianza menor del 95%.

Calidad de la evidencia científica

Finalmente, se realizó una última selección más exhaustiva filtrando aquellos artículos con evidencia de información científica en función de la calidad metodológica de la publicación. Existen distintas escalas y rúbricas para realizar los criterios de la metodología de este artículo.

Se elaboraron rúbricas utilizadas en la aplicación de estudios cualitativos y cuantitativos y sencillas de manejar, para dicho trabajo se utilizó la rúbrica Critical Skills Appraisal Programme 2021 (anexo 6) para determinar la calidad de los artículos seleccionados. Estas rúbricas evalúan distintos criterios en relación a la población, diseño del estudio y la exhaustividad metodológica. Cada descriptor de estas matrices CASP tienen asignadas tres posibles respuestas; las cuales son sí, no procede y no, (Yes, Can't Tell, No).

El método de evaluación de calidad fue normalizado por la escala Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE) y se clasifica en cuatro grados de evidencia, son alto, moderado, bajo y muy bajo. Si se alcanza o supera el 50% del total de posibles respuestas, este se considera un nivel alto o moderado, por lo que el estudio presenta un nivel de evidencia aceptable.

Tras este proceso de evaluación de calidad de los artículos elegidos, ninguno de los estudios fue descartado al mostrar un nivel de evidencia moderado o alto.

Tabla 6. CASP (Calidad evidencia científica de los artículos seleccionados).

Identificación del registro	Tipo de publicación	Escala de evaluación	Puntuación de calidad	Nivel de evidencia
Szaflarski et al. (6)	Ensayo clínico aleatorizado	CASP	6/10	Moderado
Wheless et al., (24)	Ensayo clínico aleatorizado	CASP	7/10	Moderado
Devinsky et al. (25)	Ensayo clínico aleatorizado	CASP	9/10	Alto
Devinsky et al. (26)	Ensayo clínico aleatorizado	CASP	9/10	Alto
Davis et al. (27)	Ensayo clínico aleatorizado	CASP	9/10	Alto

Identificación del registro	Tipo de publicación	Escala de evaluación	Puntuación de calidad	Nivel de evidencia
Chen et al. (5)	Ensayo clínico aleatorizado	CASP	7/10	Moderado
Miller et al. (28).	Ensayo clínico aleatorizado	CASP	8/10	Alto
Laux et al. (29)	Ensayo clínico aleatorizado	CASP	9/10	Alto
Porcari et al. (30).	Ensayo clínico aleatorizado	CASP	8/10	Alto

Fuente: elaboración propia.

Registros complementarios de consulta.

Además de la búsqueda centrada en los artículos elegidos para su revisión y análisis, anteriormente se realizó un mapeo de información complementaria con el objetivo de abordar el tema del trabajo. Dicha búsqueda e información se efectuó respecto a las necesidades de contextualizar el tema de estudios y el procedimiento metodológico seguido en este trabajo. Para la búsqueda de esta información se propuso una estrategia exhaustiva al igual que en la búsqueda de los otros artículos de análisis de trabajo.

Con el objetivo de obtener una visión panorámica del tema de estudios, el marco temporal se amplió a 10 años para comprobar los antecedentes, definiciones, datos y otros conceptos reflejados en la lectura de los artículos de análisis. Respecto a los criterios de inclusión y elegibilidad también se ampliaron

manteniendo las medidas de fiabilidad de las fuentes de información. También, para el desarrollo del marco teórico se consultaron páginas webs de organismos oficiales, como Universidades y el Ministerio de Sanidad.

Por último, destacar que se han referenciado estudios anteriores a 2010 puesto que se ha considerado pertinente al tratarse de artículos seminales meritorios de ser mencionados.

RESULTADOS

Flujograma

Las fuentes consultadas fueron Pubmed, Scopus, Cochrane, Dialnet. Se elaboró un flujograma, donde se representa los procesos de búsqueda y selección bibliográfica en las distintas bases de datos utilizadas según los criterios establecidos en la metodología. Se realizó el flujograma utilizando el diagrama PRISMA (figura 4).

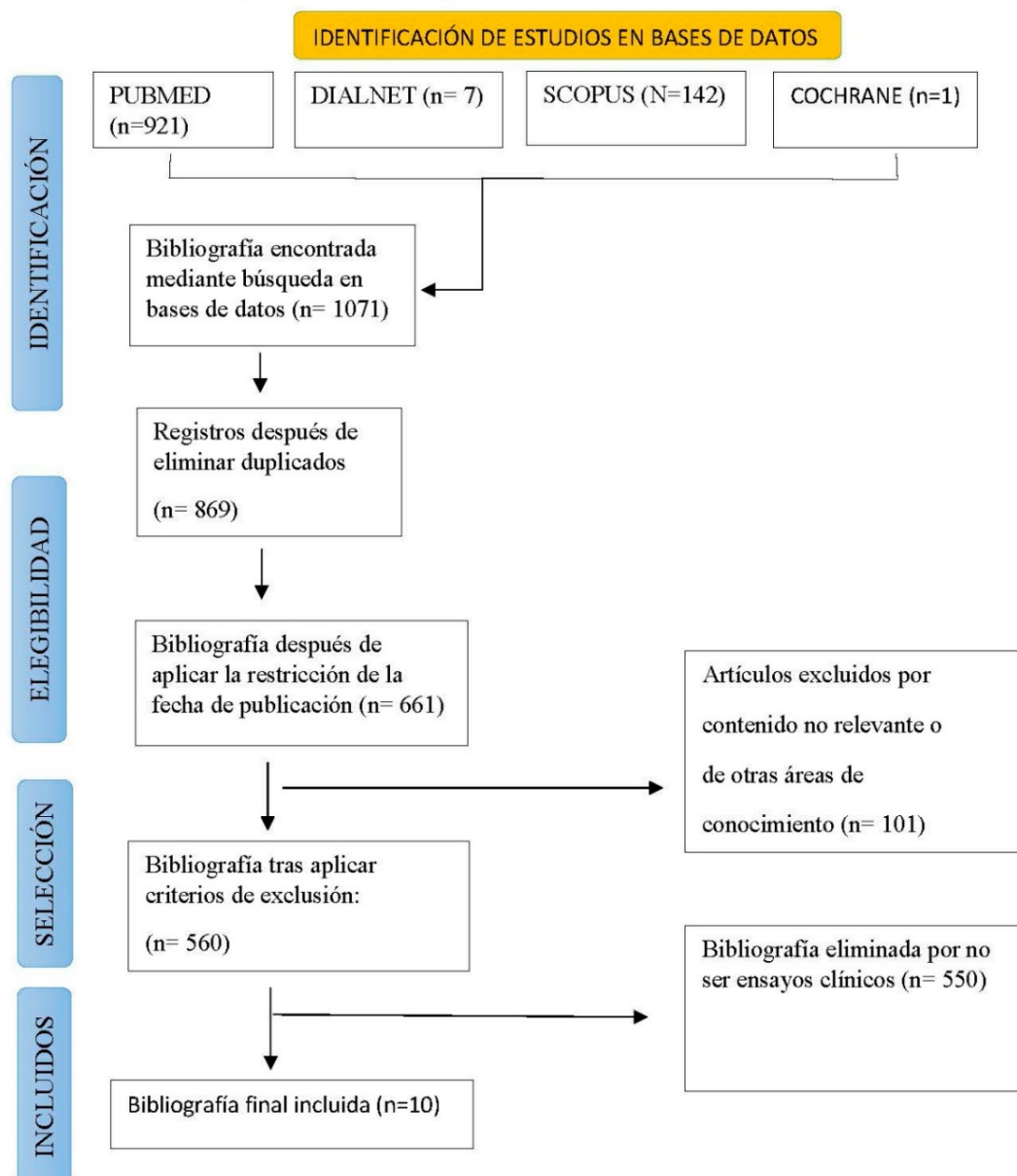


Figura 4. Flujograma. Fuente: elaboración propia. Adaptado de: <http://www.prisma-statement.org/>.

Categorización temática

Los registros incluidos en el análisis se agruparon en diferentes categorías para

estandarizar y facilitar su análisis. En la siguiente tabla se muestra cómo se han categorizado según de tema hablado en la discusión.

Tabla 7. Categorización temática de los artículos incluidos en el análisis.

TEMARIO	REGISTRO
Cannabidiol en Epilepsias refractarias	Szaflarski et al. (6); Wheless et al. (24); Devinsky et al. (25); Devinsky et al. (26); Davis et al. (27); Chen et al. (5); Miller et al. (28); Laux et al. (29); Porcari et al. (30).
Marco legal y político	Thomas et al. (31); Álvarez et al. (32).

Fuente: elaboración propia.

TABLA DE SÍNTESIS Y ANÁLISIS

En la siguiente tabla se muestran las síntesis de los artículos científicos de la revisión.

Tabla 8. Síntesis de los artículos científicos seleccionados.

REGISTRO	OBJETIVO	METODOLOGÍA	RESULTADOS Y CONCLUSIONES
Szaflarski et al. (6). “Long-Term safety and treatment effects of cannabidiol in children and adults with treatment-resistant epilepsy: Expanded Access program results”.	Evaluar la seguridad y eficacia del CBD en (TRE).	- Ensayo clínico con 461 pacientes con TRE. - La mayoría tomaban tratamiento concomitante. - Administración oral de CBD. - Dosis mínima: 2-10mg/kg/día. - Dosis máxima: 25-50mg/kg/día. - Criterios de valoración de eficacia: reducción de la tasa de convulsiones en $\geq 50\%$, $\geq 75\%$ y 100%. - Duración del ensayo: 146 semanas.	- El % de pacientes con reducciones de convulsiones $\geq 50\%$, $\geq 75\%$ y 100% con respecto al valor inicial fue 52%, 31%, 11% en la semana 12. - Para la reducción de convulsiones totales $\geq 50\%$, $\geq 75\%$ y 100%, el % fueron 49%, 30% y 6% respectivamente. - Los efectos adversos más comunes fueron leves: somnolencia y diarrea. Efectos adversos - También se reportaron efectos adversos graves: neumonía (5%), convulsiones (9%). CONCLUSIÓN: El CBD mostró una alta eficacia y determinaron una mejora en la gravedad de las convulsiones y en la calidad de vida. Además, los efectos adversos generalmente fueron leves... - La dosis media de remisión se estableció en 25mg/kg/día. - La única limitación del estudio fue que no se trataba de un estudio enmascarado, de doble ciego.

REGISTRO	OBJETIVO	METODOLOGÍA	RESULTADOS Y CONCLUSIONES
Wheless et al. (24). “Pharmacokinetics and Tolerability of Multiple Doses of Pharmaceutical-Grade Synthetic Cannabidiol in Pediatric Patients with Treatment-Resistant Epilepsy”.	Evaluar la farmacocinética y la seguridad de una solución oral de cannabidiol sintético de calidad farmacéutica.	- Pacientes pediátricos de 1 a 17 años con TRE. - Total de pacientes reclutados: 61. - Agrupados en 3 cohortes según dosis: 1: dosis 5-10 mg/kg/día. - 2: dosis 10-20 mg/kg/día. - 3: dosis 20-40 mg/kg/día. - Duración del ensayo: 45 días.	- Se produjo interacción farmacológica bidireccional con cannabidiol y clobazam. - Todas las dosis fueron bien toleradas - Los eventos adversos comunes fueron leves: somnolencia (21,3 %), anemia (18,0 %) y diarrea (16,4 %). - La administración de CBD a corto plazo fue generalmente segura y bien tolerada. CONCLUSIÓN: la administración de CBD no superior a 40 mg/kg/día son seguras y tolerables por pacientes pediátricos, de entre 1 y 17 años de edad con TRE, y por lo tanto, este cannabinoide se considera un buen candidato como potencial agente antiepiléptico en TRE.
Devinsky et al. (25). “Trial of Cannabidiol for Drug – Resistant Seizures in the Dravet Syndrome”.	Evaluar la eficacia del Cannabidiol para el tratamiento de convulsiones resistentes a los medicamentos del SD.	- ECA doble ciego controlado con placebo. - 120 niños y adultos jóvenes con SD con TRE. - Dosis: 5, 10, 20mg/kg/día en el grupo experimental o placebo más el antiepiléptico estándar convencional en el grupo control. - Criterio de evaluación: Cambio de frecuencia de ataques convulsivos durante el período de tratamiento de 14 semanas en comparación con un período de referencia de 4 semanas. - Duración: 14 semanas.	- La mediana de frecuencia disminuyó significativamente de 12.4 a 5.9 por mes con CBD, mientras que apenas se modificó cuando se administró placebo en combinación con antiepiléptico convencional (del 14.9 al 14.1). - La tasa de convulsiones $\geq 50\%$ se redujo en un 43% en el grupo experimental, mientras que en el grupo control tan solo disminuyó un 27%. - La tasa total de convulsiones se redujo en un 5% con CBD, mientras que no hubo ninguna disminución de la tasa en el grupo control. - Se reportaron efectos adversos leves: diarrea, vómitos, fatiga, pirexia, somnolencia, elevación enzimas hepáticas. CONCLUSIÓN: el CBD es un antiepiléptico de alta eficacia, capaz de reducir la frecuencia de convulsiones sin provocar efectos adversos graves.

REGISTRO	OBJETIVO	METODOLOGÍA	RESULTADOS Y CONCLUSIONES
Devinsky et al. (26). “Effect of Cannabidiol on Drop Seizures in the Lennox–Gastaut Syndrome”	- Evaluar la eficacia y la seguridad del CBD añadido con AED concomitantes en pacientes con SLG.	- ECA doble ciego controlado con placebo. - 226 niños y adultos con TRE. - Dosis: 10,20 mg/kg/día o placebo más AED concomitante. - Duración: 24 semanas.	-Reducción: 20 mg/kg/día fue 41.9%, 10 mg/kg/día fue 37.2%, Placebo 17.2%. -EA: somnolencia, disminución del apetito, diarrea y concentraciones elevadas de aminotransferasa hepática. CONCLUSIÓN: el CBD es un antiepiléptico de alta eficacia, capaz de reducir la frecuencia de convulsiones sin provocar efectos adversos graves.
Davis et al. (27). Pharmacogenetic Predictors of	Respuesta y tolerabilidad del CBD en TRE.	- 169 pacientes con TRE. - Fracaso de AED y ≥4 convulsiones al mes.	- Reducción del ≥50% fue 56.3%. EA: diarrea, somnolencia, pérdida de peso, náuseas, elevación enzimas hepáticas.
Cannabidiol Response and Tolerability in Treatment-Resistant Epilepsy.		- Dosis: de 5 a 50mg/kg/día, según tolerancia y tratamiento concomitante.	Tamaño de la muestra limitado, necesario más datos y ensayos clínicos.
Chen et al. (5). Cannabis for paediatric epilepsy: challenges and conundrums.	Evidencia de la eficacia y desventajas de los cannabinoides en epilepsia pediátrica.	- 120 niños y adultos jóvenes. - Dosis: 5-25 mg/kg/día según la tolerancia.	- EA: somnolencia, elevadas las enzimas hepáticas. Necesario tener más ensayos para comprender los beneficios y riesgos del cannabinoide en la epilepsia.

REGISTRO	OBJETIVO	METODOLOGÍA	RESULTADOS Y CONCLUSIONES
Miller et al. (28). Dose-Ranging Effect of Adjunctive Oral Cannabidiol vs Placebo on Convulsive Seizure Frequency in Dravet Syndrome	Evaluar la eficacia y seguridad de una formulación farmacéutica de cannabidiol, 10 y 20 mg/kg/d, frente a placebo para el tratamiento adyuvante de convulsiones en pacientes con SD.	- Ensayo doble ciego. - 199 pacientes de 2-18 años divididos en dosis de 10mg/kg/día, 20mg/kg/día y placebo. - Duración: 14 semanas.	- En la relevancia clínica la frecuencia de convulsiones dio un mejor perfil de seguridad y tolerabilidad para la dosis de 10 mg/kg/d en niños con SD que los 20mg/kg/día, los aumentos a 10mg/kg/día se adaptan a la eficacia y la seguridad del paciente.
Laux et al. (29). Long-term safety and efficacy of cannabidiol in children and adults with treatment resistant SLG or SD Expanded access program results	Análisis provisional de la eficacia y tolerabilidad a largo plazo en pacientes con SLG o SD que recibieron tratamiento con CBD	- ECA - 152 niños y adultos con SLG/SD que tomaron dosis estables de AED. - Dosis: 21-25mg/kg/día. - Duración: 96 semanas.	- En la semana 12 se redujeron las convulsiones en 50% y totales en 44%. A las 12 semanas, las proporciones de pacientes con reducciones del 50%, 75%, 100% fueron 53%, 23% y 6% respectivamente. - EA más comunes eran somnolencia (30%) y diarrea (24%). - Los resultados de este análisis provisional apoyan el CBD adicional como una opción de tratamiento a largo plazo efectiva en SLG o SD.
Porcari et al. (30). Efficacy of artisanal preparations of cannabidiol for the treatment of epilepsy a tertiary medical center	- Evaluar la eficacia del CBD en epilepsias refractarias y el efecto del uso concomitante del CBD y clobazam. refractarias y el efecto	- 210 niños y adultos con TRE. - CBD solo o CBD y clobazam concomitante.	CBD o clobazam, el 33% del grupo de CBD, el 44% del grupo CBD + clobazam y el 38% solo clobazam tuvieron una reducción >50% en la frecuencia de las convulsiones. CONCLUSIÓN: El CBD artesanal es útil en el tratamiento de la epilepsia médicamente refractaria con beneficios que no pueden atribuirse a la interacción con clobazam y el aumento de los niveles de su metabolito activo.

Fuente: Elaboración propia

DISCUSIÓN

Se ha realizado una revisión sistemática, basada en los actuales ensayos clínicos, para valorarla eficacia y efectos adversos de los cannabinoides, así como su marco legal, principalmente el cannabidiol en la epilepsia.

En primer lugar, es importante comentar que los ensayos clínicos hablan del CBD en aceite al 99% puro como tratamiento, Epidiolex, es el fármaco legalizado por la FDA (Administración de Drogas y Alimentos de los EE. UU.), donde se establece lo siguiente.

En todos los estudios Szaflarski et al. (6), Wheless et al. (24), Devinsky et al. (25,26), Chen et al. (5) y Davis et al. (27), Miller et al. (28), Laux et al. (29), Porcari et al. (30), únicamente, se usa el CBD en Epilepsias resistentes al tratamiento (TRE).

Efectividad: Los estudios de Szaflarski et al. (6), Wheless et al. (24) y Porcari et al. (30) no están cegados al contrario que los de Devinsky et al. (25,26), Chen et al. (5), Davis et al. (27), Miller et al. (28) y Laux et al. (29) donde se puede demostrar los efectos del CBD. Las diferencias en cuanto a las tasas de eficacia varían levemente, donde el % de la reducción de las convulsiones en >50% oscilan entre el 43% y 57% de efectividad, por lo tanto, se puede considerar que el cannabinoide tiene un alto potencial terapéutico en el tratamiento de las epilepsias.

Puesto que hasta 2018 no se legalizó en EEUU Epidiolex y solo está permitido realizar estudios en TRE. Aun así, los estudios ya disponibles concluyen que este fármaco es altamente efectivo. Además, estos estudios reportan un incremento del 56% de la calidad de vida del paciente.

Efectos adversos: Los efectos adversos fueron comunes a todas las muestras de los estudios, donde los más frecuentes fueron somnolencia, diarrea, vómitos, aumento de los niveles de las enzimas hepáticas, disminución del apetito, pérdida de peso, todos ellos considerados efectos adversos leves y moderados. El más común fue la somnolencia, la mayoría de los pacientes tomaban Clobazam como fármaco concomitante, se demostró que interaccionan entre sí. El 75% de los pacientes que tomaban valproato, ácido valproico, triplicaron las enzimas aminotransferasa, aunque continuaron con el CBD y los niveles de enzima volvieron a la normalidad (25,26). Esto se consideró estrés metabólico transitorio.

En el estudio de Szaflarski et al. (6) también destacan los efectos adversos graves donde destacan las convulsiones 9%, la neumonía que afectó al 5% de 607 pacientes que tenía el estudio. Wheless et al. (24) hubo otros efectos adversos graves, fueron tromboflebitis, apnea y erupción cutánea, donde los dos primeros no se asocian con el fármaco. En algunos casos se redujo la dosis y los síntomas desaparecieron en 80% de los pacientes, según Devinsky et al. (25,26).

Por otro lado, aunque muestran una alta tasa de efectos adversos, del 51%, se trata de efectos adversos leves. Solo el 2,2% de estos efectos adversos se consideraron graves (31).

Marco legal: Las evidencias científicas que avalan su eficacia en los síndromes de Dravety Lennox-Gastaut, está obligando a que se estén llevando a cabo algunos cambios legislativos en varios países para facilitar el acceso y suministro del CBD. Las instituciones gubernamentales correspondientes son responsables de recopilar la información pertinente

respecto a la eficacia, indicaciones y dosificación, además de asegurar un producto de alta calidad y eliminar las preocupaciones en cuanto al suministro médico de una droga.

Entre los países que se encuentra legalizado los cannabinoides están Australia, Argentina, Canadá, Colombia, República Checa, Dinamarca, Finlandia, Alemania, Grecia, Israel, Italia, Países Bajos, Polonia, Suiza, Uruguay y Zimbabue. En el Reino Unido en julio de 2018 hubo un cambio donde el CBD, que carece de THC se clasifica como Lista IV (31).

La legalización en España de los derivados del cannabis incita dudas en la población, debido a la idea generalizada, que erróneamente no discrimina la legalización de los cannabinoides sintéticos de aplicación terapéutica frente a la legalización del uso y consumo recreativo de cannabinoides derivados de la planta. Estas acciones podrían mantenerse incluso mejorarse en una situación de normalidad jurídica y legalidad comercial de estos productos (32).

Los cannabinoides representan un sector importante ya que están ofreciendo una opción nueva de tratamiento en la epilepsia resistente a los medicamentos. Por ello, es necesario más cantidad de ensayos clínicos y de más calidad para evaluar su eficacia para conseguir un mejor tratamiento y sobre todo se necesita una toma de decisiones médicas y marco legal y político para poder seguir investigando.

Se necesitan más estudios científicos para comprender los riesgos, beneficios, además que se realizaron con fármacos concomitantes, los efectos adversos se ven alterados. Tampoco se habla de datos sobre ingesta de cafeína, tabaquismo, dieta... Davis et al. (27).

Limitaciones de estudio: Dado que la investigación con cannabinoides en epilepsias se encuentra en una fase muy inicial, la mayoría de los estudios realizados hasta la fecha presenta un tamaño muestral heterogéneo, ya que algunos estudios reclutan hasta 460 pacientes mientras que otros solo incluyen 61, y por tanto esta diferencia permite una óptima comparación entre resultados. Además, el diseño de estudio también es heterogéneo en cuanto a la dosis de administración, variando desde 2 – 50mg/kg/día, siendo el mínimo y el máximo de. Szaflarski et al. (6) y Davis et al. (27) en base a la tolerancia.

Puesto que los ensayos se realizan en pacientes con TRE, la mayoría se dan con el SD y SLG, son comunes en niños, por lo tanto, estos estudios son en niños y adultos jóvenes mayoritariamente, solo Devinsky et al. (25,26) y Davis et al. (27) también reclutan adultos.

En general, debido a diferentes defectos metodológicos y a sesgos que ocasionan algunas limitaciones, no se pueden todavía establecer conclusiones definitivas sobre la eficacia de este tipo de fármacos para el tratamiento de la epilepsia.

REFLEXIONES FINALES

El presente trabajo consiste en una revisión bibliográfica sobre el actual conocimiento de los beneficios y riesgos de los cannabinoides en el tratamiento de la Epilepsia. Esta revisión nos hace comprender la importancia de la investigación en el ámbito sanitario para conseguir tratamientos más actualizados y de mayor eficacia y eficiencia. En el caso de los cannabinoides, tienen un coste de producción reducido y sus efectos adversos suelen ser leves.

El principal enfoque de esta investigación es la epilepsia refractaria, es decir, aquellas resistentes a los antiepilépticos actuales. Aparecen principalmente en los síndromes de Dravet y Lennox – Gastaut. Al ser síndromes de aparición en edad infantil, la mayoría de los estudios están dirigidos al ámbito pediátrico.

Se busca informar y compartir los **beneficios y desventajas** de la terapia de cannabinoides en la epilepsia, según los resultados de los ensayos clínicos se están obteniendo buenas respuestas al tratamiento, en comparación con las terapias coadyuvantes como la dieta cetogénica, estimulación del nervio vago y la neuroestimulación sensible, que tienen unos efectos adversos graves, como se ha comentado anteriormente por (19).

Los ensayos analizados anteriormente en la discusión, todos coinciden en la **efectividad** del fármaco en pacientes donde no le hacen efectos otros tratamientos y, con unos efectos adversos (EA) leves o moderados.

Respecto a los **EA**, presentes en la mayoría de los pacientes, son leves o moderados, en su mayoría, aunque pueden aumentar debido a la interacción con otros fármacos concomitantes. Es el caso del clobazam, que aumenta la somnolencia, y el ácido valproico, que triplica el número de las enzimas hepáticas, aunque disminuyen al poco tiempo. Se considera estrés metabólico transitorio.

De los EA graves encontramos la neumonía, la cual no supera el 5% de los pacientes en un ensayo de 460 pacientes. Como problema principal del cannabinoide para los niños, según los estudios de Devinsky et al. (2020), puede producir retraso en el desarrollo tanto leve como grave. Los pacientes epilépticos resistentes a los medicamentos tienen una

comorbilidad significativa, con altas tasas de deterioro cognitivo, enfermedades físicas y psiquiátricas y bajo rendimiento educativo y ocupacional Chen et al. (5).

En todos los estudios se ha comprobado que los EA que presenta el CBD son parecidos o menos graves que los AED: náuseas; erupción; irritabilidad; comportamiento agresivo; sedación; temblor; caída del cabello; aumento/pérdida de peso; osteopenia; cálculos renales; teratogenicidad en el embarazo; ataxia y los efectos cognitivos y conductuales Chen et al. (5).

Por otro lado, la investigación del potencial terapéutico de cannabinoides se ve obstaculizada por las consideraciones **ético-legales** que no diferencian entre el uso recreacional de los productos derivados de la planta y la aplicación terapéutica de determinados principios activos cannabinérgicos, los cannabinoides sintéticos. En el primer caso, se trata de productos obtenidos de la planta mediante diferentes métodos de extracción físico-química, como el cáñamo o la marihuana, que contienen diferentes combinaciones y concentraciones de compuestos cannabinoides, flavonoides y terpenoides. Estos últimos también tienen efectos psicotrópicos. Sin embargo, los compuestos cannabinoides de aplicación terapéutica son sintetizados y regulados en cuanto a composición y pureza por la industria farmacéutica, y administrados bajo una estricta revisión clínica y a dosis controladas en función de la tolerabilidad. Es una importante responsabilidad por parte de las autoridades competentes transmitir esta información a la sociedad para así evitar el rechazo ético-moral del único potencial tratamiento efectivo para pacientes refractarios a otros tratamientos antiepilépticos (Arzimanoglou et al., 2020). Al mismo tiempo, esta responsabilidad

incluye también que el uso terapéutico de estos compuestos no pueda utilizarse como una excusa para la legalidad absoluta del consumo de drogas (Chávez et al., 2017).

Por otro lado, en la comunidad científica genera controversia la prohibición del uso clínico de estos compuestos cannabinoides frente a la comercialización de otros productos enriquecidos en CBD, como por ejemplo los conocidos como aceites y suplementos dietéticos de cannabis, con una gran variabilidad en su composición y, sin embargo, sometidos a una deficiente regulación de etiquetado y comercialización (Arzimanoglou et al., 2020).

Dada la potencialidad de los compuestos cannabinoides terapéuticos, por su efectividad y baja relación de efectos adversos, es necesario no solo fomentar y reforzar su investigación clínica, sino también informar y preparar a los profesionales de enfermería, y sanitarios en general, sobre los tratamientos cannabinérgicos que se están desarrollando actualmente.

Consideramos que el tratamiento con CBD funciona, pero los estudios no avanzan como deberían por la controversia de usar cannabinoides puesto que hay falta de comunicación pública donde no están correctamente informados sobre los cannabinoides y esto crea controversia. Además de que se ha comprobado su efectividad en pacientes TRE, es decir, donde otros fármacos no les han hecho efecto. La dosis es muy heterogénea, según la tolerabilidad del paciente es una cantidad u otra, pero funciona.

También, hemos comprobado que, en algunos países, las autoridades competentes son reacios a legalizar los cannabinoides como fármaco para que no se considere una excusa para el resto de

drogas que se consigue a partir de la planta sativa. Debido a esto, los ensayos solo están permitidos en TRE cuando se ha comprobado que EA son menores que los AED y estos pacientes podrían probar el CBD como fármaco y disminuyendo sus EA y mejorando así su calidad de vida.

Aunque, por el contrario, si nos impacta que se pueda vender aceites, cremas ricas en CBD sin control alguno, puesto que la pureza del CBD varía y no siempre llevan este compuesto puro.

CONCLUSIONES

Se ha realizado esta revisión bibliográfica sobre los cannabinoides en la epilepsia ya que los cannabinoides son un tema muy actual dado su gran variedad terapéutica, donde las epilepsias refractarias son resistentes a los tratamientos antiepilépticos, pero no a los cannabinoides, en especial el CBD.

Las opciones convencionales que se manejan actualmente para estas epilepsias son la dieta cetogénica, estimulación del nervio vago y neuroestimulación sensible con sus EA mencionados anteriormente y su efectividad no es muy alta respecto a los problemas que causan debido a sus efectos adversos, aunque se usan debido a que hasta la fecha no hay muchas más opciones de tratamiento. También hay que tener en cuenta la calidad de vida de los pacientes, por lo que se están estudiando nuevos tipos de tratamientos, en el presente trabajo revisamos uno de ellos.

Conforme con el objetivo principal de este trabajo que es **evaluar el uso de los cannabinoides en la epilepsia y revisar el conocimiento actual sobre los cannabinoides en la epilepsia**, podemos concluir que tanto el uso como el conocimiento del potencial terapéutico de los cannabinoides son limitados debido a la

falta de información y a la oposición de algunos países por legalizarlo, por el desconcierto social que puede generar el establecer el límite entre el uso recreativo y la aplicación clínica. Como futuros profesionales sanitarios debemos transmitir la información claramente diferenciando que los cannabinoides de uso clínico son sintetizados por la industria farmacéutica y que no presentan actividad psicoactiva, y que no se trata del consumo inhalado o aspirado de preparaciones elaboradas a partir de la planta.

El principal problema para su uso reside en los pocos estudios que hay hasta la fecha sobre esta temática, ya que, se están empezando a aceptar los cannabinoides como tratamiento para diversas enfermedades. En estos pocos ensayos clínicos, los cannabinoides auguran un buen futuro para el tratamiento de las epilepsias, por lo que se debe seguir investigando para comprobar realmente su fiabilidad respecto a los antiepilépticos existentes.

Tras la elaboración del presente trabajo, es ineludible reflexionar sobre la posible investigación de estos cannabinoides también en adultos y pacientes con epilepsias que no son refractarios a los AED, para comprobar si son un mejor tratamiento que los AED convencionales. Por ahora los estudios investigacionales están más centrados en los síndromes de Dravet y Lennox-Gastaut, que son síndromes de ocurrencia en niños y son patologías en las cuales, en EEUU, ha sido aprobado el CBD como fármaco antiepiléptico.

Acorde con nuestros objetivos específicos, **evaluar los beneficios y efectividad de los cannabinoides como tratamiento en la epilepsia**, hemos podido comprobar por los ensayos clínicos, analizados en este trabajo, que un gran

porcentaje de los pacientes mejoran con este fármaco, cuando los AED no muestran eficacia, gracias a esto tienen mejor calidad de vida. Aunque los ensayos clínicos demuestran la efectividad y los beneficios, tampoco podemos hacer inferencias concluyentes teniendo en cuenta que la mayoría de los pacientes estaban también con tratamientos concomitantes.

Con respecto a nuestro último objetivo, **evaluar los efectos adversos y la tolerabilidad del tratamiento de la epilepsia gracias a los cannabinoides**, cabe señalar que sus efectos adversos son menores que los de AED y, además, se consideran leves. Por otro lado, uno de sus principales EA es la somnolencia, donde en los estudios la mayoría de los pacientes estaban tomando fármaco concomitante. También en pacientes donde los EA eran más comunes, disminuyeron la cantidad de la dosis y con ello también disminuyó la frecuencia de los EA. Respecto a la tolerabilidad, el fármaco tiene una dosis heterogénea, aunque la media es de 25mg/kg/día, esto puede variar según la tolerancia del paciente.

Como conclusión final, podemos concluir por lo ensayos que está teniendo buenos resultados el tratamiento de las TRE con CBD, pero sí que necesitan mayores estudios, debido a que la mayoría de los pacientes tomaban fármacos concomitantes, no todos los estudios eran con placebo y que a dosis es muy heterogénea. Además de esto, solo se está estudiando en las que otros fármacos no hacen efectos, por lo que podrían ampliar a las epilepsias que tienen tratamiento, pero donde sus EA son más graves que los del CBD.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Grotenhermen, F. Los cannabinoides y el sistema endocannabinoide. *Cannabinoids*. 2006; 1 (1): 10-14. https://www.researchgate.net/publication/228813935_Los_cannabinoides_y_el_sistema_endocannabinoide.
2. Johnson EL. Seizures and Epilepsy. *Med Clin North Am*. 2019 Mar;103(2):309-324. doi: 10.1016/j.mcna.2018.10.002. Epub 2018 Dec 3. PMID: 30704683.
3. Pack AM. Epilepsy Overview and Revised Classification of Seizures and Epilepsies. *Continuum (Minneapolis, Minn)*. 2019 Apr;25(2):306-321. doi: 10.1212/CON.0000000000000707. PMID: 30921011.
4. Falco-Walter J. Epilepsy-Definition, Classification, Pathophysiology, and Epidemiology. *Semin Neurol*. 2020 Dec;40(6):617-623. doi: 10.1055/s-0040-1718719. Epub 2020 Nov 5. PMID: 33155183.
5. Chen KA, Farrar MA, Cardamone M, Lawson JA. Cannabis for paediatric epilepsy: challenges and conundrums. *Med J Aust*. 2018 Feb 19;208(3):132-136. doi: 10.5694/mja17.00699. PMID: 29438649.
6. Szaflarski JP, Bebin EM, Comi AM, Patel AD, Joshi C, Checketts D, Beal JC, Laux LC, De Boer LM, Wong MH, Lopez M, Devinsky O, Lyons PD, Zentil PP, Wechsler R; CBDEAP study group. Long-term safety and treatment effects of cannabidiol in children and adults with treatment-resistant epilepsies: Expanded access program results. *Epilepsia*. 2018 Aug;59(8):1540-1548. doi: 10.1111/epi.14477. Epub 2018 Jul 12. PMID: 29998598.
7. Yao I, Stein ES, Maggio N. Cannabinoids, hippocampal excitability and efficacy for the treatment of epilepsy. *Pharmacol Ther*. 2019 Oct; 202:32-39. doi: 10.1016/j.pharmthera.2019.06.002. Epub 2019 Jun 7. PMID: 31176695.
8. Ángeles López GE, Brindis F, Cristians Niizawa S, Ventura Martínez R. Cannabis sativa L., una planta singular. *Rev Mex Cienc Farm* 2014, 45 (4):1-6. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-01952014000400004&lng=es.
9. Pellati F, Borgonetti V, Brighenti V, Biagi M, Benvenuti S, Corsi L. Cannabis sativa L. and Nonpsychoactive Cannabinoids: Their Chemistry and Role against Oxidative Stress, Inflammation, and Cancer. *Biomed Res Int*. 2018 Dec 4; 2018:1691428. doi: 10.1155/2018/1691428. PMID: 30627539; PMCID: PMC6304621.
10. Dariš B, Tancer Verboten M, Knez Ž, Ferk P. Cannabinoids in cancer treatment: Therapeutic potential and legislation. *Bosn J Basic Med Sci*. 2019 Feb 12;19(1):14-23. doi: 10.17305/bjbms.2018.3532. PMID: 30172249; PMCID: PMC6387667.
11. Finn DP, Haroutounian S, Hohmann AG, Krane E, Soliman N, Rice ASC. Cannabinoids, the endocannabinoid system, and pain: a review of preclinical studies. *Pain*. 2021 Jul 1;162(Suppl 1): S5-S25. doi: 10.1097/j.pain.0000000000002268. PMID: 33729211; PMCID: PMC8819673.
12. Condie R, Herring A, Koh WS, Lee M y Kaminski NE (1996) Cannabinoid inhibition of adenylate cyclase-mediated signal transduction and interleukin 2 (IL-2) expression in the murine T-cell line, EL4. *IL-2. J. Biol. Chem*. 271:13175-13183.
13. Adams IB, Martin BR. Cannabis: pharmacology and toxicology in animals and humans. *Addiction*. 1996 Nov;91(11):1585-614. PMID: 8972919.
14. Fraguas-Sánchez, A.I., Torres-Suárez, A.I. Medical Use of Cannabinoids. *Drugs* 78, 1665–1703 (2018). <https://doi.org/10.1007/s40265-018-0996-1>.

15. Papaseit E, Pérez-Mañá C, Pérez-Acevedo AP, Hladun O, Torres-Moreno MC, Muga R, Torrens M, Farré M. Cannabinoids: from pot to lab. *Int J Med Sci.* 2018 Aug 6;15(12):1286-1295. doi: 10.7150/ijms.27087. PMID: 30275754; PMCID: PMC6158663.

16. Freeman TP, Hindocha C, Green SF, Bloomfield MAP. Medicinal use of cannabis based products and cannabinoids. *BMJ.* 2019 Apr 4;365:l1141. doi: 10.1136/bmj.l1141. PMID: 30948383; PMCID: PMC6447998.

17. Thijs RD, Surges R, O'Brien TJ, Sander JW. Epilepsy in adults. *Lancet.* 2019 Feb 16;393(10172):689-701. doi: 10.1016/S0140-6736(18)32596-0. Epub 2019 Jan 24. PMID: 30686584.

18. Camfield P, Camfield C. Incidence, prevalence and aetiology of seizures and epilepsy in children. *Epileptic Disord.* 2015 Jun;17(2):117-23. doi: 10.1684/epd.2015.0736. PMID: 25895502.

19. Liu G, Slater N, Perkins A. Epilepsy: Treatment Options. *Am Fam Physician.* 2017 Jul15;96(2):87-96. PMID: 28762701.

20. Beghi E, Giussani G, Sander JW. The natural history and prognosis of epilepsy. *Epileptic Disord.* 2015 Sep;17(3):243-53. doi: 10.1684/epd.2015.0751. PMID: 26234761.

21. Villanueva V, Carreño-Martínez M, Gil Nagel-Rein A, López-González FJ. New therapeutic approach in Dravet syndrome and Lennox-Gastaut syndrome with cannabidiol. *Rev Neurol.* 2021 Apr 30;72(S01):S1-S10. Spanish, English. doi: 10.33588/rn.72S01.2021017. PMID: 33908026.

22. Higgins JPT, Green S (editors). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* Version 5.1.0 [updated March 2011]. The Cochrane Collaboration, 2011.

<https://training.cochrane.org/handbook/current>.

23. Methley AM, Campbell S, Chew-Graham C, McNally R, Cheraghi-Sohi S. PICO, PICOS and SPIDER: a comparison study of specificity and sensitivity in three search tools for qualitative systematic reviews. *BMC Health Serv Res.* 2014 Nov 21; 14:579. doi: 10.1186/s12913-014-0579-0. PMID: 25413154; PMCID: PMC4310146.

24. Wheless JW, Dlugos D, Miller I, Oh DA, Parikh N, Phillips S, Renfro JB, Roberts CM, Saeed I, Sparagana SP, Yu J, Cilio MR; INS011-14-029 Study Investigators. Pharmacokinetics and Tolerability of Multiple Doses of Pharmaceutical-Grade Synthetic Cannabidiol in Pediatric Patients with Treatment-Resistant Epilepsy. *CNS Drugs.* 2019 Jun;33(6):593-604. doi: 10.1007/s40263-019-00624-4. PMID: 31049885; PMCID: PMC6534520.

25. Devinsky O, Cross JH, Laux L, Marsh E, Miller I, Nabbout R, Scheffer IE, Thiele EA, Wright S; Cannabidiol in Dravet Syndrome Study Group. Trial of Cannabidiol for Drug-Resistant Seizures in the Dravet Syndrome. *N Engl J Med.* 2017 May 25;376(21):2011-2020. doi: 10.1056/NEJMoa1611618. PMID: 28538134.

26. Devinsky O, Patel AD, Cross JH, Villanueva V, Wirrell EC, Privitera M, Greenwood SM, Roberts C, Checketts D, VanLandingham KE, Zuberi SM; GWPCARE3 Study Group. Effect of Cannabidiol on Drop Seizures in the Lennox-Gastaut Syndrome. *N Engl J Med.* 2018 May 17;378(20):1888-1897. doi: 10.1056/NEJMoa1714631. PMID: 29768152.

27. Davis BH, Beasley TM, Amaral M, Szaflarski JP, Gaston T, Perry Grayson L, Standaert DG, Bebin EM, Limdi NA; UAB CBD Study Group (includes all the investigators involved in the UAB EAP CBD program). Pharmacogenetic Predictors of Cannabidiol Response and Tolerability in

Treatment-Resistant Epilepsy. Clin Pharmacol Ther. 2021 Nov;110(5):1368-1380. doi: 10.1002/cpt.2408. Epub 2021 Sep 22. PMID: 34464454; PMCID: PMC8530979.

28. Miller I, Scheffer IE, Gunning B, Sanchez-Carpintero R, Gil-Nagel A, Perry MS, Saneto RP, Checketts D, Dunayevich E, Knappertz V; GWPCARE2 Study Group. Dose-Ranging Effect of Adjunctive Oral Cannabidiol vs Placebo on Convulsive Seizure Frequency in Dravet Syndrome: A Randomized Clinical Trial. JAMA Neurol. 2020 May 1;77(5):613-621. doi: 10.1001/jamaneurol.2020.0073. Erratum in: JAMA Neurol. 2020 May 1;77(5):655. PMID: 32119035; PMCID: PMC7052786.

29. Laux LC, Bebin EM, Checketts D, Chez M, Flamini R, Marsh ED, Miller I, Nichol K, Park Y, Segal E, Seltzer L, Szaflarski JP, Thiele EA, Weinstock A; CBD EAP study group. Long-term safety and efficacy of cannabidiol in children and adults with treatment resistant Lennox-Gastaut syndrome or Dravet syndrome: Expanded access program results. Epilepsy Res. 2019 Aug; 154:13-20. doi: 10.1016/j.eplepsyres.2019.03.015. Epub 2019 Mar 25. PMID: 31022635.

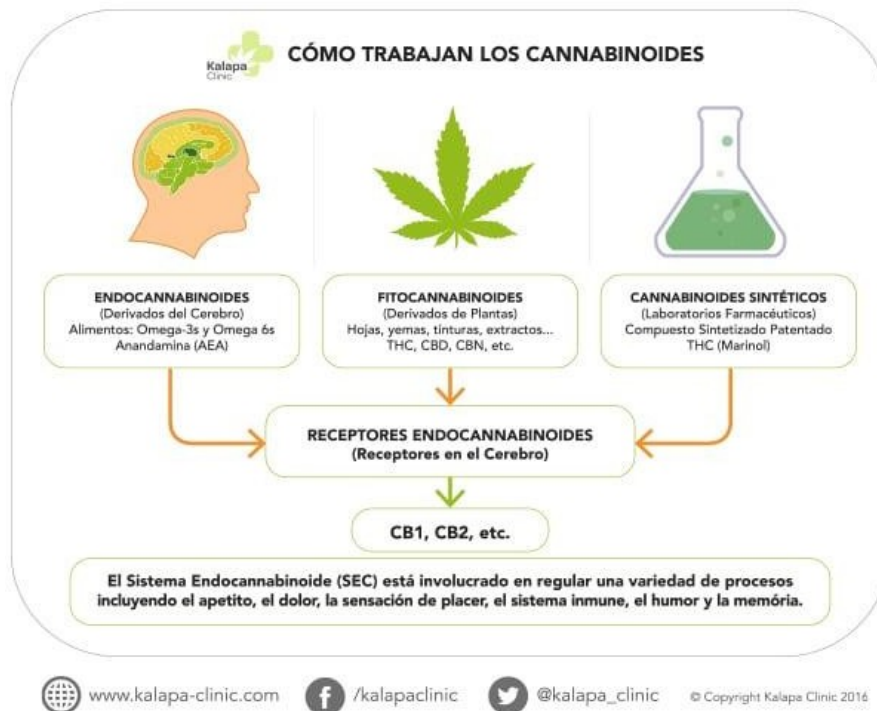
30. Porcari GS, Fu C, Doll ED, Carter EG, Carson RP. Efficacy of artisanal preparations of cannabidiol for the treatment of epilepsy: Practical experiences in a tertiary medical center. Epilepsy Behav. 2018 Mar; 80:240-246. doi: 10.1016/j.yebeh.2018.01.026. Epub 2018 Feb 9. PMID: 29429908

31. Thomas RH, Cunningham MO. Cannabis and epilepsy. Pract Neurol. 2018 Dec;18(6):465-471. doi: 10.1136/practneurol-2018-002058. Epub 2018 Oct 18. PMID: 30337476.

32. Álvarez A, Gamella JF, Parra I. The legalization of cannabis derivatives in Spain: Hypothesis on a potential emerging market. Adicciones. 2017 Jun 28;29(3):195-206. English, Spanish. doi: 10.20882/adicciones.807. PMID: 27749974.

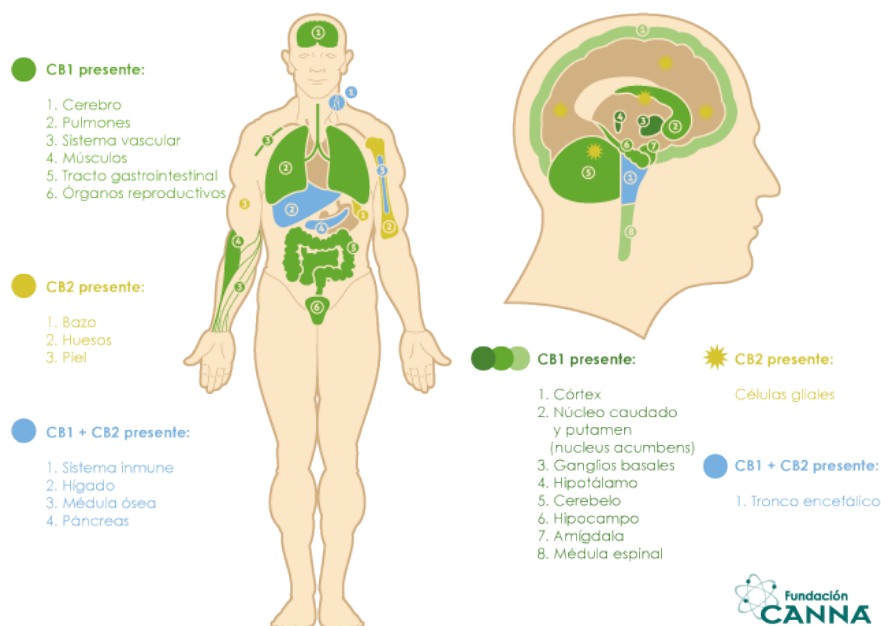
ANEXOS

ANEXO 1. FUNCIÓN DE LOS TIPOS DE CANNABINOIDES



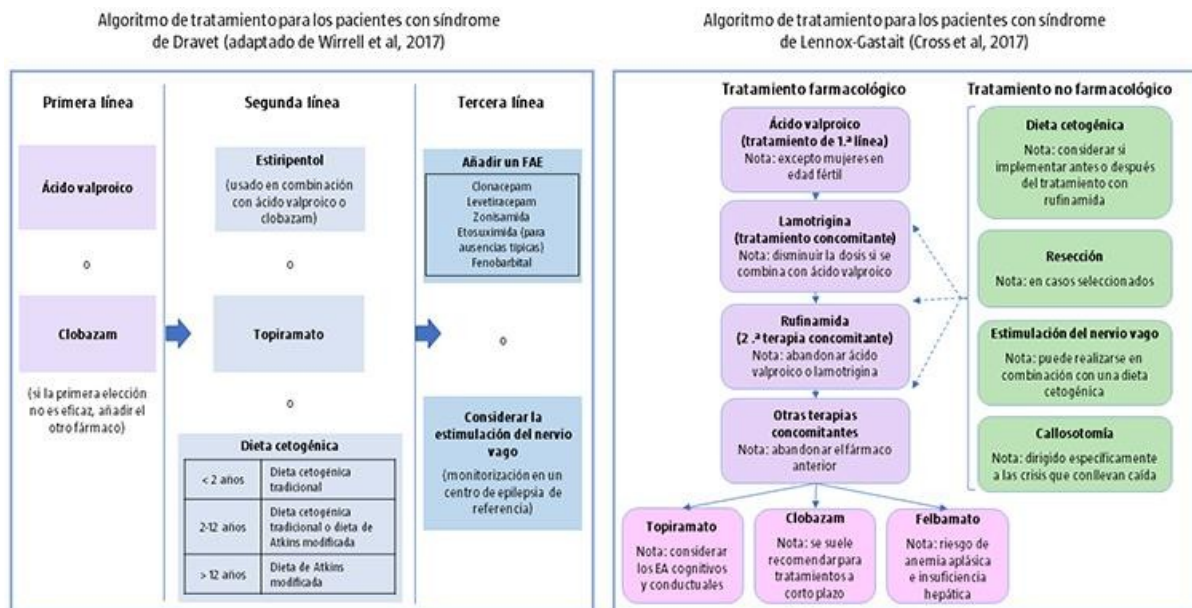
Fuente: Kalapa- clinic. Tomado de <https://www.kalapa-clinic.com/tipos-de-cannabinoides/>.

ANEXO 2. LUGAR DONDE ACTÚAN LOS RECEPTORES DEL SEC.



Fuente: tomado de <http://www.recetacannabis.cl/cannabismedicinalchile/2017/11/07/el-sistema-endocannabinoide/>.

ANEXO 3. ALGORITMOS TRATAMIENTOS SD Y SLG.



Fuente: Villanueva et al., 2021.

ANEXO 4. RESUMEN DEL SÍNDROME DE DRAVET.

Es una enfermedad rara, que aparece en 1 de cada 16 mil nacimientos.

La causa es una mutación, 1 errata en millones de letras de ADN.

Epilepsia desde el primer año de vida. Después aparece retraso cognitivo y problemas motores y de comportamiento

Síndrome de Dravet

¿Empezó el paciente con menos de un año con crisis epilépticas con o sin fiebre y no responden a tratamiento?

→ **Considera el síndrome de Dravet.**

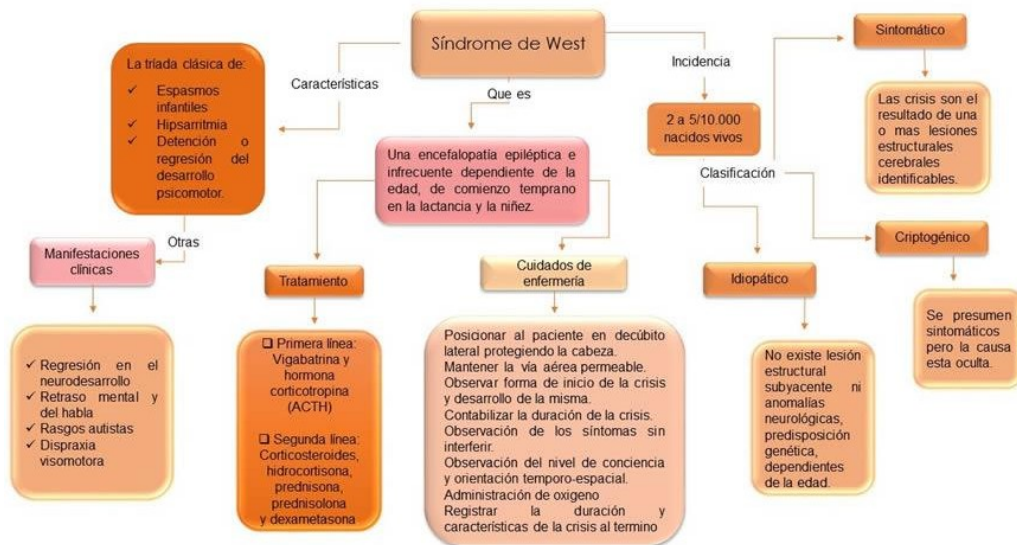
Pide la secuenciación del genoma a: wgs@dravetfoundation.eu

Para más info sobre este test, tratamientos e investigación:

SÍNDROME DE DRAVET FUNDACIÓN
www.dravetfoundation.eu

Fuente: tomado de la fundación del SD. <http://www.dravetfoundation.eu>.

ANEXO 5. RESUMEN DEL SÍNDROME DE LENNOX – GASTAUT.



Fuente: Gayosso et al., 2017.

ANEXO 6. RÚBRICA CAPS PARA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD METODOLÓGICA.



Study and citation:

Section A: Is the basic study design valid for a randomised controlled trial?			
1. Did the study address a clearly focused research question? <i>CONSIDER:</i> <i>Was the study designed to assess the outcomes of an intervention?</i> <i>Is the research question 'focused' in terms of:</i> - Population studied - Intervention given - Comparator chosen - Outcomes measured?	Yes ☐	No ☐	Can't tell ☐
2. Was the assignment of participants to interventions randomised? <i>CONSIDER:</i> - How was randomisation carried out? Was the method appropriate? - Was randomisation sufficient to eliminate systematic bias? - Was the allocation sequence concealed from investigators and participants?	Yes ☐	No ☐	Can't tell ☐
3. Were all participants who entered the study accounted for at its conclusion? <i>CONSIDER:</i> - Were losses to follow-up and exclusions after randomisation accounted for? - Were participants analysed in the study groups to which they were randomised (intention-to-treat analysis)? - Was the study stopped early? If so, what was the reason?	Yes ☐	No ☐	Can't tell ☐
Section B: Was the study methodologically sound?			
4. - Were the participants 'blind' to intervention they were given? - Were the investigators 'blind' to the intervention they were giving to participants? - Were the people assessing/analysing outcome/s 'blinded'?	Yes ☐	No ☐	Can't tell ☐
5. Were the study groups similar at the start of the randomised controlled trial? <i>CONSIDER:</i> - Were the baseline characteristics of each study group (e.g. age, sex, socio-economic group) clearly set out? - Were there any differences between the study groups that could affect the outcome/s?	Yes ☐	No ☐	Can't tell ☐



6. Apart from the experimental intervention, did each study group receive the same level of care (that is, were they treated equally)? CONSIDER: - Was there a clearly defined study protocol? - If any additional interventions were given (e.g. tests or treatments), were they similar between the study groups? - Were the follow-up intervals the same for each study group?	Yes ☐	No ☐	Can't tell ☐
--	---	--	--

Section C: What are the results?

7. Were the effects of intervention reported comprehensively? CONSIDER: - Was a power calculation undertaken? - What outcomes were measured, and were they clearly specified? - How were the results expressed? For binary outcomes, were relative and absolute effects reported? - Were the results reported for each outcome in each study group at each follow-up interval? - Was there any missing or incomplete data? - Was there differential drop-out between the study groups that could affect the results? - Were potential sources of bias identified? - Which statistical tests were used? - Were p values reported?	Yes ☐	No ☐	Can't tell ☐
8. Was the precision of the estimate of the intervention or treatment effect reported? CONSIDER: Were confidence intervals (CIs) reported?	Yes ☐	No ☐	Can't tell ☐
9. Do the benefits of the experimental intervention outweigh the harms and costs? CONSIDER: - What was the size of the intervention or treatment effect? - Were harms or unintended effects reported for each study group? - Was a cost-effectiveness analysis undertaken? (Cost-effectiveness analysis allows a comparison to be made between different interventions used in the care of the same condition or problem.)	Yes ☐	No ☐	Can't tell ☐

Section D: Will the results help locally?			
10. Can the results be applied to your local population/in your context?	Yes ☐	No ☐	Can't tell ☐
CONSIDER: • Are the study participants similar to the people in your care? • Would any differences between your population and the study participants alter the outcomes reported in the study? • Are the outcomes important to your population? • Are there any outcomes you would have wanted information on that have not been studied or reported? • Are there any limitations of the study that would affect your decision?			
11. Would the experimental intervention provide greater value to the people in your care than any of the existing interventions?	Yes ☐	No ☐	Can't tell ☐
CONSIDER: • What resources are needed to introduce this intervention taking into account time, finances, and skills development or training needs? • Are you able to disinvest resources in one or more existing interventions in order to be able to re-invest in the new intervention?			
APPRAISAL SUMMARY: Record key points from your critical appraisal in this box. What is your conclusion about the paper? Would you use it to change your practice or to recommend changes to care/interventions used by your organisation? Could you judiciously implement this intervention without delay?			

Fuente: Tomada de Critical Appraisal Skills Programme Español (2021).

ANEXO 7. FÁRMACO EPIDIOLEX APROBADO.



Fuente: tomada de: <https://elplanteo.com/espana-epidiolex-cannabis/>

Diferencias en las funciones ejecutivas entre deportes individuales y colectivos en niños de 6-12 años

Daniel Sierra González

Grado en Educación Primaria. Escuela Universitaria de Osuna. Universidad de Sevilla.

Manuel Jesús Jiménez Roldán

Profesor titular de la Escuela Universitaria de Osuna. Universidad de Sevilla

Resumen:

Esta investigación tuvo como objetivo principal analizar las diferencias entre el deporte practicado y el desarrollo de las funciones ejecutivas, y a su vez, si existen variaciones entre los individuos que practican deportes de categorizaciones diferentes (colectivos o individuales). Además, se pretende analizar si este desarrollo de las funciones ejecutivas varía en función del género. Para ello, se estableció una metodología cuantitativa, de tipo descriptiva, comparativa y con un diseño transversal. La muestra estuvo conformada por 60 participantes entre 7 y 12 años de edad de ambos géneros, distribuidos en cuatro grupos (atletismo, fútbol, kárate y voleibol). Los resultados encontrados muestran un mejor desempeño por parte de los participantes de kárate en pruebas relacionadas con la memoria de trabajo, la velocidad de razonamiento, la flexibilidad cognitiva y el control inhibitorio. Por su parte, apenas se observaron diferencias entre el desarrollo de las funciones ejecutivas entre los diferentes géneros. Tan sólo una de las pruebas determinó que los niños emplean el tiempo de forma más eficiente en las

pruebas de control inhibitoria y de flexibilidad cognitiva. Por último, en cuanto a los deportes individuales y colectivos, los test establecieron diferencias en las pruebas de control inhibitorio, siendo más eficiente el grupo que practicaba deportes de equipo.

INTRODUCCIÓN

Es un hecho reconocido que la práctica de actividad física genera beneficios en los seres humanos, tanto es así, que existe un gran número de investigaciones acerca de esta problemática.

Estos beneficios que se generan a través de la actividad física tienen un carácter multifactorial. Gracias a la neurociencia, Hillman, Erickson y Kramer (2008) ponen de manifiesto “la relación existente entre el nivel de condición física en niños y niñas con respecto al desarrollo de las funciones cognitivas, la corteza cerebral y los procesos fisiológicos del cerebro asociadas al aprendizaje” (Fernández, Conesa, Belando, Ardoy y Valero, 2022, p.77).

Ríos, Jiménez, Chalarca y Marín señalan que el ejercicio físico produce procesos de

neurogénesis, plasticidad y vascularización, y a su vez, se promueven cambios en la estructura neuronal, generando beneficios significativos a nivel cognitivo, psicológico, neuropsicológico y fisiológico.

En este sentido, los estudios determinan que el funcionamiento del cerebro, a nivel biológico y cognitivo, está influenciado por el ejercicio físico. Diamond y Lee (2011) concretan que este ejercicio físico ejercido en un marco deportivo, conlleva un gran efecto en el procesamiento de la actividad cerebral, produciendo beneficios en las funciones ejecutivas.

De esta manera, aparecen infinidad de investigaciones que tienen como objetivo estudiar la relación de la práctica deportiva y las funciones ejecutivas. En esta línea, los estudios de Huijgen et al (2015) y Vestberg et al (2012) demuestran que la práctica de deportes como el baloncesto o el fútbol, actúa como estímulo que potencia la inhibición y la flexibilidad cognitiva.

Después de analizar la literatura existente, donde se aprecia la necesidad de dar respuesta a ciertas preguntas relacionadas con las funciones ejecutivas y la práctica deportiva, surge el presente estudio, que pretende analizar las diferencias entre el deporte practicado y el desarrollo de las diferentes funciones ejecutivas en la edad de educación primaria.

METODOLOGÍA

TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio se posiciona dentro del marco de los estudios con un enfoque cuantitativo. Es de tipo descriptivo, comparativo y el diseño de la investigación es transversal.

DISEÑO DE LA MUESTRA

Se han tenido en cuenta los diferentes criterios de inclusión y exclusión establecidos en la metodología del estudio.

Criterios de inclusión:

- La edad comprendida de los sujetos es de seis a doce años.
- Práctica de forma continuada del deporte.
- Poder realizar práctica deportiva sin dificultad.

Criterios de exclusión:

- No tener limitaciones a nivel cognitivo, alteraciones psicopedagógicas, enfermedades diagnosticadas o déficit del coeficiente intelectual.
- Ser menor de seis años o mayor de doce años.

VARIABLES

Test Stroop

El test de stroop (ST) se emplea para la evaluación del control inhibitorio (Troyer, Leach, y Strauss, 2006). Esta prueba de carácter neuropsicológico permite medir la interferencia generada en la realización de una tarea. Durante este estudio se llevó a cabo la versión Victoria de forma digitalizada (Mueller et al., 2012).

Esta versión es una prueba de corta duración y consta de 3 partes (cada una de 24 estímulos) (Charchat-Fichman y Oliveira, 2009). En la primera parte (D), el participante debe pulsar los botones adecuados que indican el color (azul, rojo, amarillo y verde) de los círculos presentados en el monitor.

En la segunda fase (W), debe pulsar el botón correspondiente al color con el que se escribe la palabra. Esta es diferente al

nombre del color y no genera ningún efecto de interferencia.

Finalmente, aparecerá una lista de palabras en la que aparece el nombre de 4 colores, estas palabras están escritas de tal forma que el nombre del color no coincide con la tinta de la palabra. Deben seleccionar el color de la tinta, no el significado de la palabra (C). Esta es la fase en la que se produce la interferencia. Además, aquí el participante debe inhibir la tendencia a la respuesta automática.

En esta prueba se medirán dos variables: los errores de impulsividad (D) y los errores de intrusión (C) debidos a fallos de control inhibitorio. Además, en relación a estos dos resultados, se tendrá en cuenta la interferencia creada, la cual será la diferencia entre C y D.

El primer tipo de errores consiste en respuestas fallidas. En este caso, no hay conciencia de la certeza de la respuesta (sin presencia de intrusión), por ejemplo, un estímulo de un determinado color es pulsado erróneamente.

El segundo tipo de errores se caracterizó por fallos de control inhibitorio, observados exclusivamente en la tercera fase de la tarea, ya que, a diferencia de las dos fases anteriores, el participante pulsa la opción del contenido textual de la palabra, y no el color. Esto se produce porque no inhibió la tendencia automática a la lectura. Cada respuesta de este tipo se consideró un error de intrusión.

Test de tarjetas de Wisconsin

El test de Wisconsin (WCST) se utiliza para evaluar algunas de las funciones ejecutivas como la flexibilidad cognitiva o el control inhibitorio (Grant & Berg, 1948).

Por su parte, Salthouse (2005) observó en 2 pruebas comunes de las funciones ejecutivas que el test de tarjetas de

Wisconsin y la fluidez verbal, están fuertemente correlacionadas con la habilidad de razonamiento y de velocidad perceptual.

Esta prueba consta de dos conjuntos de 64 tarjetas. Las tarjetas presentan diferentes combinaciones según 4 formas geométricas, 4 colores y 4 cantidades.

La tarea consiste en repartir las cartas según un criterio estándar. Al comienzo, el sujeto dispondrá de 4 tarjetas de referencia, alineadas estas frente a la persona evaluada. A la derecha aparece una imagen que simula un mazo con las cartas restantes colocadas boca abajo. El sujeto debe colocar cada tarjeta de respuesta debajo a una de las 4 tarjetas de referencia donde el crea que deba ir, según la lógica inicial aplicada por el programa informático. Tras colocar la carta, le aparece si es “correcto” (en verde) o “incorrecto” (en rojo), pero no dónde debería ir ubicada.

El objetivo es obtener el mayor número de respuestas correctas posibles. Al principio, por ejemplo, las cartas deberán colocarse según el color. Cuando el sujeto consigue 10 aciertos seguidos, se alcanza una categoría y se cambia de categoría, por ejemplo, cantidad, sin previo aviso.

Las principales variables evaluadas son:

Número de respuestas correctas (porcentaje), y número de categorías correctas identificadas, respuestas perseverativas (número de tarjetas que el sujeto ordena bajo una categoría correcta anterior, a pesar de la retroalimentación negativa del experimentador), fallos de mantenimiento del set (si el sujeto está ordenando por ejemplo según “color”, y se olvida de esta categoría y cambia la organización a otra, por ejemplo “cantidad”), errores perseverativos (si finaliza la categoría al colocar las 10 cartas

correctamente, y el sujeto sigue colocando cartas según la categoría anterior), error no perseverativos (aquellos errores no correspondientes a los dos anteriores) y número total de errores.

Digit Span Test

El Digit Span Test (DST) es una subprueba de la Escala de Inteligencia para Adultos de Wechsler (Wechsler, 1949) utilizada para analizar la capacidad de almacenar y retener información, y cuya misión es medir la memoria de trabajo. La prueba consta de dos medidas: a) Forward o directo; consiste en retener dígitos directos, es decir, se le dirá al sujeto series de dígitos incrementales presentados oralmente, y éste deberá repetirlo en el mismo orden, y b) Backward o inverso; consiste en retener dígitos de forma inversa, en la que deberán repetir una secuencia de series incrementales de dígitos en orden inverso al escuchado.

En ambos casos, la secuencia comenzará con la retención de la primera serie de longitud 3 (3 dígitos), que serán nombrado de forma oral a razón de uno por segundo. Si es participante logra recordar correctamente la secuencia, se procede a la segunda serie de 3 dígitos. Si ésta es contestada correctamente, se procederá a la primera serie con longitud 4 y, así sucesivamente hasta que el sujeto cometa dos errores consecutivos en la misma secuencia de dígitos, lo que supondrá la finalización de la prueba.

El resultado en cada una de las pruebas (forward y backward) corresponde al número de dígitos alcanzados de última serie lograda sin cometer error, ya sea en el primer o segundo intento. Por tanto, la aprueba DST ofrece los siguientes resultados: a) memoria en orden directo (DST Memory span / forward), b) número de palabras correctas en el orden directo

(DST Total words correct / backward) b) memoria en orden inverso (DST Memory span / backward) y d) número de palabras correctas en el orden inverso DST (Total words correct / backward).

PROCEDIMIENTO

Para la selección de los sujetos, nos dirigimos en un primer momento a los diferentes centros de entrenamiento de las modalidades de atletismo, kárate, fútbol y voleibol. Una vez sondeadas las posibilidades sobre la elección de participantes que cada modalidad ofrecía, se estableció el número de sujetos por deporte. Se fijó la evaluación de 15 participantes por modalidad.

Posteriormente, se mantuvo reunión con los monitores y se les facilitó una nota informativa para que se la transmitieran a los padres de los posibles participantes.

Durante la evaluación, los niños fueron seleccionados por sus monitores de forma aleatoria para la ejecución de las pruebas, siempre teniendo presente que el número de participantes por género fuese lo más equitativo posible. Todas estas pruebas fueron ejecutadas desde el un mismo portátil, en un entorno sin ruido y estímulos externos que interfiriesen en la atención de los participantes.

Las pruebas fueron ejecutadas en el siguiente orden:

1º Digit Span Test (DST)

2º Stroop Test (ST)

3º Test de tarjetas de Wisconsin (WCST)

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

Una vez obtenidos los datos se compararon los datos mostrados en cada una de las pruebas ejecutivas según el

deporte practicado. Se obtuvieron tablas de frecuencia para el número de participantes diferenciados por edad y género. Además, medias y desviaciones típicas para las variables cuantitativas.

Además, se desarrolló las pruebas de Kolmogorov-Smirnov para comprobar la distribución normal inicial con el objeto de determinar la igualdad de varianza (Prueba de homogeneidad de varianza) en la distribución de cada uno de los conjuntos de datos (variables de estudio).

A continuación, se aplicó una Anova de un factor. En el caso de existir diferencias en la media entre grupos, se aplicó la prueba de rango post hoc, con el fin de identificar el grupo donde se establecen las diferencias encontradas.

La comparación intragrupos fue medida para contrastar las diferencias entre los diferentes deportes. Para ello, se les aplicó la prueba T-student.

Todos los datos fueron tratados con el programa estadístico SPSS v.20, estableciéndose un intervalo de confianza del 95%, estimándose un nivel de significancia de p igual o menor de 0.05.

RESULTADOS

En el presente estudio han participado un total de 60 participantes, en la tabla 1 se puede observar de forma más detallada el número de participantes en función de su edad. Un dato diferenciador es que el mayor número de sujetos que han participado en el estudio tienen una edad de 9 años.

Tabla 1

Datos sobre el número de participantes diferenciados por edad y género.

	Edad	7	8	9	10	11	12	Total/género	Total/deporte
Atletismo	Masculino		1	1	1	1	1	5	15
	Femenino	1	1	5		2	1	10	
Fútbol	Masculino		1	3	6			10	15
	Femenino			2		1	2	5	
Kárate	Masculino		2	3	2	2	1	10	15
	Femenino	1		2	2			5	
Voleibol	Masculino	1		2	1	2		6	15
	Femenino	1	1	2		3	2	9	
Total por edad		4	6	20	12	11	7		

Nota. Fuente: elaboración propia

Para cada modalidad deportiva se han seleccionado 15 participantes, siendo diferente el número de participantes por tramo de edad y modalidad deportiva. En la

tabla 1 se puede observar el número de niños por tramo de edad en cada disciplina. Con respecto al género, se analizaron los resultados de 31 niños y 29 niñas.

A continuación, en la tabla 2 se ofrecen la media y la desviación típica de los

resultados en las diferentes pruebas ejecutivas.

Tabla 2

Datos sobre la media y la desviación en las pruebas ejecutivas.

Variables	Atletismo	Fútbol	Kárate	Voleibol	P*
	M (Dv.)	M (Dv.)	M (Dv.)	M (Dv.)	
DST Memory span (Forward)	3,80 (1,15)	4,20 (0,78)	5,00 (1,36)	4,40 (1,12)	0,039*
DST Total words correct (Forward)	2,67 (1,63)	3,33 (1,11)	5,07 (1,83)	3,53 (1,89)	0,002*
DST Memory span (backward)	3,53 (0,74)	4,00 (1,07)	3,87 (1,06)	3,53 (0,74)	0,399
DST Total words correct (backward)	2,40 (1,45)	2,87 (1,73)	3,20 (1,86)	2,60 (1,50)	0,576
ST C Time taken	51,43 (16,08)	53,48 (20,62)	46,38 (16,64)	58,35 (32,20)	0,534
ST C Responses made	28,60 (5,22)	26,33 (2,23)	26,53 (2,36)	26,00 (2,59)	0,146
ST EFF C/D Time taken	0,92 (0,24)	1,04 (0,23)	0,95 (0,21)	1,02 (0,37)	0,593
ST EFF C/D Responses made	1,03 (0,16)	1,02 (0,10)	1,03 (0,05)	1,02 (0,12)	0,999
BCST Categories Completed/Experienced	2,87 (1,30)	2,87 (1,41)	3,73 (0,88)	3,2 (1,21)	0,178
BCST Correct Responses	44,00 (9,42)	45,93 (5,51)	56 (51,67)	50,20 (5,39)	0,005*
BCST Total Errors	20,00 (9,42)	18,07 (5,51)	18 (12,33)	13,80 (5,39)	0,005*

*Expresado como media (desviación típica) P de ANOVA para comparar los grupos. *p<0.05 significancia entre grupos. Fuente: elaboración propia.*

Los datos de la tabla 2 muestran significancia entre deportes en las pruebas DST Memory span (forward) y DST Total words correct (forward), siendo los participantes de kárate los que consiguieron mejores resultados.

Por otro lado, se observan resultados significativos en la prueba BCST, en las que los niños de kárate proporcionaron un mayor número de respuestas correctas. Además, esta misma prueba arroja resultados significativos con respecto al

número total de errores, en la que los sujetos de la modalidad de voleibol cometieron el menor número de errores.

Si nos centramos en función del género (tabla 3), no se muestran demasiadas variaciones entre ambos grupos, sólo la prueba de ST EFF C/D Time taken, que alude a la eficiencia de las pruebas C y D con respecto al tiempo tomado por el participante, muestra significancia en los resultados, siendo el tiempo tomado por los niños menor que el de las niñas.

Tabla 3*Datos sobre la media, desviación y significancia de los diferentes géneros en cada prueba.*

Variable		M (Dv.)	P*
DST Memory span (Forward)	Masculino	4,55 (1,23)	0,413
	Femenino	4,14 (1,09)	
DST Total words correct (Forward)	Masculino	4,03 (1,85)	0,957
	Femenino	3,24 (1,75)	
DST Memory span (backward)	Masculino	3,71 (0,94)	0,790
	Femenino	3,76 (0,91)	
DST Total words correct (backward)	Masculino	2,65 (1,62)	0,970
	Femenino	2,90 (1,66)	
ST C Time taken	Masculino	53,04 (20,02)	0,749
	Femenino	51,74 (24,65)	
ST C Responses made	Masculino	27,00 (3,72)	0,956
	Femenino	26,72 (3,09)	
ST EFF C/D Time taken	Masculino	0,96 (0,20)	0,021*
	Femenino	0,99 (0,32)	
ST EFF C/D Responses made	Masculino	1,03 (0,13)	0,315
	Femenino	1,02 (0,13)	
BCST Categories	Masculino	3,1 (1,25)	0,610
Completed/Experienced	Femenino	3,2 (1,24)	
BCST Correct Responses	Masculino	48,40 (6,27)	0,269
	Femenino	47,55 (7,55)	
BCST Total Errors	Masculino	15,60 (6,27)	0,269
	Femenino	16,45 (7,55)	

*Expresado como media (desviación típica) P de ANOVA para comparar los grupos. *p<0.05 significancia entre grupos. Fuente: elaboración propia.*

Como se puede observar en la tabla 4, en la misma modalidad deportiva no se aprecia significancia en función del género en la prueba ST EFF C/D Time taken.

Aunque, es en la modalidad de voleibol, donde se dan mayores diferencias, pero sin llegar a darse de forma significativa.

Tabla 4

Datos de la prueba ST EFF C/D Time taken en función del género en cada deporte.

Variable		Atletismo / M (Dv.)	Fútbol / M (Dv.)	Kárate / M (Dv.)	Voleibol / M (Dv.)
ST EFF C/D Time taken	Masculino	0,95 (0,17)	0,98 (0,21)	1,01 (0,20)	0,86 (0,20)
	Femenino	0,90 (0,27)	1,14 (0,24)	0,84 (0,18)	1,12 (0,43)
	P*	0,411	0,488	0,926	0,082

*Nota. Expresado como media (desviación típica) P de ANOVA para comparar los grupos. *p<0.05 significancia entre grupos.*

Fuente: elaboración propia.

Por último, la tabla 5 muestra las diferencias que existen en las distintas pruebas realizadas, en función de si los sujetos practican un deporte individual o de equipo (colectivo). En ella, se observa la significancia en la prueba ST C Time taken.

Los resultados obtenidos señalan que los participantes de los deportes colectivos necesitan más tiempo durante la prueba que los sujetos que practican deportes individuales.

Tabla 5

Datos sobre las diferentes pruebas en función de los deportes individuales y colectivos.

Variable		M (Dv.)	P*
DST Memory span (Forward)	Individual	4,40 (1,38)	0,148
	Colectivo	4,30 (0,95)	
DST Total words correct (Forward)	Individual	3,87 (2,10)	0,245
	Colectivo	3,43 (1,52)	
DST Memory span (backward)	Individual	3,70 (0,92)	0,851
	Colectivo	3,77 (0,94)	
DST Total words correct (backward)	Individual	2,80 (1,69)	0,986
	Colectivo	2,73 (1,60)	
ST C Time taken	Individual	48,91 (16,28)	0,016*
	Colectivo	55,91 (26,68)	
ST C Responses made	Individual	27,57 (4,11)	0,114
	Colectivo	26,17 (2,38)	
ST EFF C/D Time taken	Individual	0,93 (0,22)	0,117
	Colectivo	1,03 (0,30)	
ST EFF C/D Responses made	Individual	1,03 (0,12)	0,741
	Colectivo	1,02 (0,11)	
BCST Categories Completed/Experienced	Individual	3,30 (1,18)	0,858
	Colectivo	3,03 (1,30)	
BCST Correct Responses	Individual	47,83 (7,91)	0,778
	Colectivo	49,90 (11,20)	
BCST Total Errors	Individual	16,17 (7,91)	0,363
	Colectivo	16,23 (6,03)	

*Nota. Expresado como media (desviación típica) P de ANOVA para comparar los grupos. *p<0.05 significancia entre grupos.*

Fuente: elaboración propia.

Esta significancia es debida, a que el tiempo tomado para la prueba ST C Time taken por los participantes de las disciplinas individuales, es menor que el

tiempo que necesitan los sujetos que practican deportes colectivos, estos datos se pueden observar en la tabla 6.

Tabla 6

Datos sobre la prueba ST C Time taken en función de los deportes individuales y colectivos.

Variable	Individuales		Colectivos	
	Atletismo	Kárate	Fútbol	Voleibol
ST C Time taken	M (Dv.)	M (Dv.)	M (Dv.)	M (Dv.)
	51,43 (16,08)	46,38 (16,64)	53,48 (20,62)	58,35 (32,20)

Nota. Expresado como media (desviación típica). Fuente: elaboración propia.

DISCUSIÓN

En cuanto al objetivo central de esta investigación, el cual pretendía observar las diferencias entre el deporte practicado y el desarrollo de las diferentes funciones ejecutivas, se ha podido comprobar que existe relación entre el tipo de deporte practicado y el desarrollo de la memoria de trabajo. Esta relación se observa en la prueba Digit Span Test (DST), siendo en la modalidad "forward", que consistía en la retención de dígitos hacia delante y su posterior repetición, donde los participantes que practican kárate (deporte individual), han sido capaces de conseguir una puntuación más alta. Estos datos no van en consonancia con otros estudios (Alesi et al., 2016; Gallego et al., 2015; Marchetti et al., 2015; Martin et al., 2015; Nouchi et al., 2012), en los que se comprobó un mejor desempeño de la memoria de trabajo en personas que practicaban algún tipo de actividad físico-deportiva, pero no se llegó a consensuar que estas mejoras quedarán relacionadas con la modalidad que se practica. Eso sí, en sus estudios recogen ciertos resultados que, aun no siendo significativos, suponen

cuanto menos interesantes, y es que aquellos sujetos que practican deportes grupales obtienen mejores puntuaciones en las pruebas relacionadas con el desempeño de esta función. Aun así, se debe tener presente que estos datos anteriormente mencionados fueron dados en población adulta. En nuestro trabajo, la capacidad de mejora de las funciones ejecutivas puede ser un elemento a tener presente en los resultados obtenidos.

Otra de las pruebas en la que se observan diferencias significativas es el test de Wisconsin (WCST), que muestra variaciones en cuanto a dos posibles funciones, como son el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva (Grant & Berg, 1948). Tras su análisis, se observa de nuevo que el grupo, cuyos integrantes practican kárate, obtuvo mejores resultados que las otras disciplinas. Entre ellas, se debe tener en cuenta la citada por Jacobson y Matthaeus (2014), donde señalan que los deportistas individuales necesitan desarrollar un mayor proceso atencional y de habilidades como la inhibición, contrario a la flexibilidad mental desarrollada en deportes colectivos.

Por su parte, autores como Hiujgen et al. (2015) y Verburgh, Scherder, Van Langue y Oosterlaan (2014) analizaron la flexibilidad cognitiva en jugadores que practicaban deporte en clubes de alto nivel, frente a otro grupo, de la misma edad, que lo hacía en niveles inferiores. El estudio muestra que los jugadores que practicaban deporte en niveles superiores obtuvieron mejores puntuaciones. Esto puede deberse a que el desarrollo de las funciones ejecutivas va en paralelo al número de horas que los deportistas practican. Por lo tanto, esta variable no tenida en cuenta durante el presente estudio, pudo determinar los resultados de las pruebas realizadas, debido a que no se determinó el número de entrenamientos que cada modalidad realizaba a la semana, ni la duración de los mismos, ni el tiempo de experiencia previa desarrollando cada uno de los deportes por cada sujeto evaluado.

Por otro lado, se estudió otro objetivo que pretende dar respuesta a la existencia o no de diferencias en el desarrollo de las funciones ejecutivas en relación al género. Los resultados obtenidos en el test de Stoop, prueba que evalúa el control inhibitorio del sujeto, muestran datos significativos en la prueba ST EFF C/D Time taken. Estos resultados determinan que el grupo femenino fue más eficiente en el tiempo tomado de las pruebas C/D. En esta línea, Kochanska Murray y Harlan, (2000); Wiebe, Espy y Charak (2008) mostraron que durante la primera infancia existen diferencias en el control inhibitorio según el género. Así, las niñas mostraban mejores puntuaciones en el control inhibitorio frente a los niños. En esta misma línea, Liu, Xiao, y Shi (2012), a partir de su estudio, en el que usaron una tarea go/no go para explorar las posibles diferencias entre niños y niñas, obtuvieron resultados favorables al grupo de niñas, las cuales

consiguieron una tasa de error por debajo a la de los niños.

CONCLUSIONES

De forma general, se logró analizar diferencias entre el deporte practicado y el desarrollo de las funciones ejecutivas, siendo los participantes de la modalidad de kárate los que mejor se desempeñan en tareas que involucran la memoria de trabajo, la velocidad de razonamiento, la flexibilidad cognitiva y el control inhibitorio.

En relación al género, la presente investigación, muestra muy pocas diferencias entre los dos grupos. Sólo una de las pruebas determinó que los niños emplean el tiempo de forma más eficiente en las pruebas de control inhibitoria y de flexibilidad cognitiva.

Otro de los objetivos planteados en este estudio fue observar si existen diferencia entre modalidades deportivas de diferente categorización. En este caso, la única diferencia que se aprecia es que los participantes que practican deportes individuales, necesitan menor tiempo, en las pruebas relacionadas con el control inhibitorio, que aquellos sujetos que practican deportes colectivos.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que no se consideraron el tiempo de duración de los entrenamientos, ni el tiempo de experiencia que los participantes llevan practicando deporte. Además, el método de muestreo limitó en cierta medida el estudio, al tratarse de un modelo no probabilístico, por conveniencia y de participación voluntaria. Todo ello, sumado a que la muestra no era homogénea, siendo diferente las edades de los participantes de cada deporte.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alesi, M., Bianco, A., Luppina, G., Palma, A., y Pepi, A. (2016). Improving Children's Coordinative Skills and Executive Functions: The Effects of a Football Exercise Program. *Perceptual and Motor Skills*, 122(1), 27-46. <https://doi.org/10.1177/00315125155627527>
- Alloway, T. P., & Copello, E. (2013). Working Memory: The What, the Why, and the How. *The Educational and Developmental Psychologist*, 30(2), 105-118.
- Andrés, M., Canet, L., & Richards, M. (2016). ¿CÓMO PODEMOS TRANSFORMAR NUESTRAS ESCUELAS? Estrategias para fomentar la autorregulación en la escuela primaria. Buenos Aires, Argentina: Mar del Plata.
- Arancibia, V. (2014). *Manual de psicología educacional*. Chile: Ediciones UC.
- Ardila, A., & Ostrosky, F. (2008). Desarrollo Histórico de las Funciones Ejecutivas. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), 1-21.
- Ardila, A., & Rosselli, M. (2007). *Neuropsicología clínica*. Ciudad de México, México: El Manual Moderno.
- Ardila, A., Rosselli, M., Gómez, C., Mondaca, S. J., Díaz, A. A., Ortiz Jimenez, X. A., Arango, G. L., Mendoza, V. U., Arellano, M., & Rosselli, M. (2000). Age-Related Cognitive Decline During Normal Aging: The Complex Effect of Education. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 15(6), 495-513. <https://doi.org/10.1093/ARCLIN/15.6.495>
- Ardila, A., Rosselli, M., & Rosas, P. (1989). Neuropsychological assessment in illiterates: Visuospatial and memory abilities. *Brain and Cognition*, 11(2), 147-166.
- Baddeley, A. (2012). Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *Annual Review of Psychology* (63), 1-29.
- Baggetta, P., & Alexander, P. A. (2016). Conceptualization and Operationalization of Executive Function. *Mind, Brain, and Education*, 10(1), 10-33.
- Barkley, R. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory. *Psychological Bulletin*, 121, 65-94.
- Bausela Herreras, E. (2014). Funciones ejecutivas: nociones del desarrollo desde una perspectiva neuropsicológica. *Acción Psicológica*, 11(1), 21-34.
- Best, J. R. (2010). Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental Review*, 30(4), 331-351. <https://doi.org/10.1016/J.DR.2010.08.001>
- Carvalho, J., Araújo, D., García González, L., & Iglesias, D. (2011). El entrenamiento de la toma de decisiones en el tenis: ¿qué fundamentos científicos se pueden aplicar en los programas de entrenamiento? *Revista de psicología del deporte*, 20(2), 767-783.
- Castejón, F. J. (2003). Iniciación deportiva. La enseñanza y el aprendizaje comprensivo en el deporte. Sevilla, España: Wanceulen S.L.
- Charchat-Fichman, H., & Oliveira, R. M. (2009). Performance of 119 Brazilian children on Stroop paradigm: Victoria versión. *Archivos de Neuro-Psiquiatría*, 67(2B), 445-449.
- Chelune, G. J., & Baer, R. A. (2008). Developmental norms for the wisconsin card sorting test. *Journal Clinical and Experimental Neuropsychology*, 8(3), 219-228.
- Corrales, A. R. (2010). El deporte como elemento educativo indispensable en el área de Educación Física. *Revista Digital de Educación Física*, 4, 23-36.

Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168.

Diamond, A., y Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in Children 4-12 years old. *Science*, 333, 959-964.

Díaz, C., Alarcón López, F., Castillo Díaz, A., Ureña Ortín, N., Ramos, E. T., & Cárdenas Vélez, D. (2017). Creatividad táctica y funciones ejecutivas en los deportes de interacción. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias Del Deporte*, 6(2), 147–152.

Dunsky, A., Abu-Rukun, M., Tsuk, S., Dwolatzky, T., Carasso, R., & Netz, Y. (2017). The effects of a resistance vs. an aerobic single session on attention and executive functioning in adults. *PLOS ONE*, 12(4).

Ericsson, K., Krampe, R., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100(3), 363–406.

Fernández, A., Conesa, P., Belando, N., Ardoy, D., & Valero, A. (2022). Funciones ejecutivas, condición física y composición corporal en función del tipo de pedagogía experimentado por el alumno de educación primaria. *Journal Sport and Health Research*, 14(1), 75–86.

Fuster, J. (2015). *The Prefrontal Cortex*. California, United States: Academic Press.

Gallego, V., Hernández, A., Reigal, R. H., & Ruiz, R. (2015). Efectos de la actividad física sobre el funcionamiento cognitivo en preadolescentes. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 121, 20–27. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2015/3\).121.03](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2015/3).121.03)

García, D., & Muñoz, P. (2000). Funciones ejecutivas y rendimiento escolar en educación primaria: un estudio exploratorio. *Revista Complutense de Educación*, 11(1), 39–56.

Gilbert, S. J., & Burgess, P. W. (2008). Executive function. *Current Biology*, 18(3), 110–114.

Gómez, E., & Ostrosky, F. (2007). Attention and Memory Evaluation Across the Life Span: Heterogeneous Effects of Age and Education. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 28(4), 477–494. <https://doi.org/10.1080/13803390590949296>

Grant, D. A., & Berg, E. (1948). A behavioral analysis of degree of reinforcement and ease of shifting to new responses in a Weigl-type card-sorting problem. *Journal of Experimental Psychology*, 38(4), 404–411. <https://doi.org/10.1037/H0059831>

Hernández, J. (1994). Hacia un análisis praxiológico del deporte. *Red: Revista de Entrenamiento Deportivo*, 8(2), 5–10.

Huizinga, M., Dolan, C. V., & van der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, 44(11), 2017–2036. <https://doi.org/10.1016/J.NEUropsychologia.2006.01.010>

Jacobson, J., & Matthaeus, L. (2014). Athletics and executive functioning: How athletic participation and sport type correlate with cognitive performance. *Psychology of Sport and Exercise*, 15(5), 521–527. <https://doi.org/10.1016/J.PSYCHSPORT.2014.05.005>

Kochanska, G., Murray, K. T., & Harlan, E. T. (2000). Effortful control in early childhood: continuity and change, antecedents, and implications for social development. *Developmental Psychology*, 36(2), 220–232. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.36.2.220>

Lehto, J. E., Juujärvi, P., Kooistra, L., & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of

executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*, 21(1), 59–80. <https://doi.org/10.1348/026151003321164627>

Lezak, M. D. (1982). The problem of assessing executive functions. *International Journal of Psychology*, 17(1–4), 281–297. <https://doi.org/10.1080/00207598208247445>

Liebermann, D., Giesbrecht, G. F., & Müller, U. (2007). Cognitive and emotional aspects of self-regulation in preschoolers. *Cognitive Development*, 22(4), 511–529.

Liu, T., Xiao, T., & Shi, J. (2013). Response inhibition, preattentive processing, and sex difference in young children: An event-related potential study. *NeuroReport*, 24(3), 126–130. <https://doi.org/10.1097/WNR.0B013E32835D846B>

López, V., Sargatal, J., Jiménez, A., Mouchet, A., Castejón, F. J., Terrise, A., & Lago, C. (2010). IV Jornadas de la CEEF: la Táctica deportiva y la toma de decisiones. Cataluña, España. <https://dugidoc.udg.edu/handle/10256/2799>

Lozano, A., & Ostrosky, F. (2011). Desarrollo de las Funciones Ejecutivas y de la Corteza Prefrontal. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 11(1), 159–172.

Marchetti, R., Forte, R., Borzacchini, M., Vazou, S., Tomporowski, P. D., & Pesce, C. (2015). Physical and Motor Fitness, Sport Skills and Executive Function in Adolescents: A Moderated Prediction Model. *Psychology*, 6(14), 1915–1929. <https://doi.org/10.4236/PSYCH.2015.614189>

Martín, I., Chirrosa, L. J., Reigal, R., Hernández, A., Juárez, R., & Guisado, R. (2015). Efectos de la actividad física sobre las funciones ejecutivas en una muestra de adolescentes. *Anales de Psicología* 31(3), 962–971.

Mejía, G. (2017). *Funciones Ejecutivas y niñas de primaria: la importancia de las Inteligencias Múltiples como metodología de enseñanza-aprendizaje* (Tesis doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona, España. <http://hdl.handle.net/10803/454991>

Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex “Frontal Lobe” Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49–100. <https://doi.org/10.1006/COGP.1999.0734>

Montuori, S., D’Aurizio, G., Foti, F., Liparoti, M., Lardone, A., Pesoli, M., Sorrentino, G., Mandolesi, L., Curcio, G., & Sorrentino, P. (2019). Executive functioning profiles in elite volleyball athletes: Preliminary results by a sport-specific task switching protocol. *Human Movement Science*, 63, 73–81. <https://doi.org/10.1016/J.HUMOV.2018.11.011>

Nouchi, R., Taki, Y., Takeuchi, H., Hashizume, H., Nozawa, T., Sekiguchi, A., Nouchi, H., & Kawashima, R. (2012). Beneficial effects of short-term combination exercise training on diverse cognitive functions in healthy older people: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 13(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/1745-6215-13-200/TABLES/1>

Ostrosky-Solis, F., Ardila, A., Nica Rosselli, M., Lopez-Arango, G., & Uriel-Mendoza, V. (1998). Neuropsychological Test Performance in Illiterate Subjects. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 13(7), 645–660. <https://doi.org/10.1093/ARCLIN/13.7.645>

Pardos, A., & González, M. (2018). Intervención sobre las Funciones Ejecutivas (FE) desde el contexto educativo. *Revista Iberoamericana de Educación*, 78(1), 27–42.

Parlebas, P. (2008). *Juegos, deporte y sociedades. Léxico de praxeología motriz*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.

Parlebas, P. (1981). *Contribución a un lexique commenté science de l'action motrice*. París, Francia: INSEP.

Passler, M. A., Isaac, W., & Hynd, G. W. (2009). Neuropsychological development of behavior attributed to frontal lobe functioning in children. *Developmental Neuropsychology*, 1(4), 349–370.
<https://doi.org/10.1080/87565648509540320>

Pineda, D., Cadavid, C., & Mancheño, S. (1996a). Características de la función ejecutiva en niños con deficiencia atencional e hiperactividad. *Acta Neurológica Colombiana*, 12(3), 187–196.

Pineda, D., Cadavid, C., & Mancheño, S. (1996b). Neurobehavioral characteristics of 7 to 9 years old children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *The Journal of Neuropsychiatry*, 9, 137–138.

Pineda, D. A. (2000). La función ejecutiva y sus trastornos. *Revista de neurología*, 30(8), 764–768.

Rachmi, C. N., Agho, K. E., Li, M., & Baur, L. A. (2016). Stunting, Underweight and Overweight in Children Aged 2.0–4.9 Years in Indonesia: Prevalence Trends and Associated Risk Factors. *PLOS ONE*, 11(5).

Ratey, J. (2008). *Spark: The Revolutionary New Science of Exercise and the Brain*. Little, Brown and Company.

Refoyo, I. (2001). La decisión táctica de juego y su relación con la respuesta biológica de los jugadores: una aplicación al baloncesto como deporte de equipo (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid, España.

Reis, A., & Castro, A. (1997). Illiteracy: A cause for biased cognitive development. *Journal of the International*

Neuropsychological Society, 3(5), 444–450.
<https://doi.org/10.1017/S135561779700444X>

Rosselli, M., Ardila, A., & Rosas, P. (1990). Neuropsychological assessment in illiterates. II. Language and praxic abilities. *Brain and Cognition*, 12(2), 281–296.
[https://doi.org/10.1016/0278-2626\(90\)90020-O](https://doi.org/10.1016/0278-2626(90)90020-O)

Ruiz, L. M. (1994). Deporte y aprendizaje: procesos de adquisición y desarrollo de habilidades. Visor.

Ruiz, L. M., & Sánchez, F. (1997). Rendimiento deportivo: claves para la optimización de los aprendizajes. Gymnos.

Salthouse, T. A. (2005). Relations between cognitive abilities and measures of executive functioning. *Neuropsychology*, 19(4), 532–545.
<https://doi.org/10.1037/0894-4105.19.4.532>

Soprano, A. M. (2003). Evaluation of executive functions in children. *Revista de Neurología*, 37(1), 44–50.
<https://doi.org/10.33588/rn.3701.2003237>

Tirapu, J., Cordero, P., Luna, P., & Hernández, P. (2017). Proposed model of executive functions based on factorial analyses. *Revista de Neurología*, 64(2), 75–84.
<https://doi.org/10.33588/rn.6402.2016227>

Troyer, A. K., Leach, L., & Strauss, E. (2006). Aging and response inhibition: Normative data for the Victoria Stroop Test. *Neuropsychology, Development, and Cognition. Section B, Aging, Neuropsychology and Cognition*, 13(1), 20–35.
<https://doi.org/10.1080/138255890968187>

Trujillo, N., & Pineda, D. (2008). Función Ejecutiva en la Investigación de los Trastornos del Comportamiento del Niño y del Adolescente. *Revista Neuropsicología, Neuropediatría y Neurociencia*, 8(1), 77–94.

Verburgh, L., Scherder, E., Van Lange, P. y Oosterlaan, J. (2014). Executive

Functioning in Highly Talented Soccer Players. *Plos ONE*, 9(3), 1-7.

Verdejo, A., & Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema*, 22(2), 227-235.

Vygotsky, L. (1934). La psicología y la teoría de la localización de las funciones psíquicas. Madrid, España: Visor.

Ward, P., Farrow, D., Harris, K. R., Williams, A. M., Eccles, D. W., & Ericsson, K. A. (2008). Training perceptual-cognitive skills: Can sport psychology research inform military decision training? *Military Psychology*, 20(1), 71-102.

Wechsler, D. (1949). *Wechsler Intelligence Scale for Children; manual*. New York, United States: The Psychological Corp.

Wiebe, S. A., Espy, K. A., & Charak, D. (2008). Using Confirmatory Factor Analysis to Understand Executive Control in Preschool Children: I. Latent Structure. *Developmental Psychology*, 44(2), 575-587. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.44.2.575>

Efectividad del uso de la realidad virtual para la mejora del equilibrio y la marcha frente a la fisioterapia convencional en pacientes con Parkinson.

Una revisión bibliográfica.

Mateo Ortiz Ruiz
Andoni Rocandio Martínez

Resumen:

Introducción: La Enfermedad del Parkinson (EP) es un trastorno neurodegenerativo de carácter progresivo cuyos principales síntomas motores son temblor, rigidez, bradicinesia o acinesia e inestabilidad postural. La prevalencia es del 0,3% en la población general, aumentando con la edad y ser hombre. Las opciones de tratamiento más comunes son de carácter farmacológico, quirúrgico y fisioterápico. Dentro de este último encontramos la Realidad Virtual (RV), que está en auge en el ámbito de la neurorehabilitación, y permite entrenar actividades de la vida diaria de forma virtual, motivación y adherencia al tratamiento.

Objetivos: Comparar la efectividad de la RV sobre la marcha y el equilibrio en relación a la fisioterapia convencional en pacientes con EP y evaluar los efectos positivos de la RV en la calidad de vida, función física, riesgo de caídas y depresión.

Métodos: Se realiza una revisión bibliográfica utilizando para la recopilación

de evidencia las bases de datos PubMed, Web of Science, Scopus, Cochrane Library, CINAHL y Physiotherapy Evidence Database (PEDro). Se eligieron ensayos clínicos aleatorizados (ECAs) en los que los participantes habían sido diagnosticados de EP sin otra patología asociada y que comparan la RV con la fisioterapia convencional.

Resultados: Se incluyeron 6 artículos en la revisión. Estos estudios mostraron resultados positivos en cuanto al equilibrio, la marcha, el riesgo de caídas, la calidad de vida y función física y la depresión para los pacientes que utilizaron la RV. Además, el conjunto de los estudios mostró una moderada calidad metodológica.

Conclusión: La RV es igual o más efectiva que la fisioterapia convencional mejorando el equilibrio, la marcha, el riesgo de caídas, la calidad de vida y función física y la depresión. Además, adhiere y motiva al paciente en el tratamiento y abarata costes

1. INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

La Enfermedad de Parkinson (EP) fue descubierta por James Parkinson en 1817 en "An essay on the shaking palsy". Más tarde en el siglo XIX Jean-Martin Charcot apuntó que la lentitud del movimiento debe de diferenciarse de la debilidad o pérdida de potencia muscular. Ya en el siglo XX se descubrió la pérdida de células en la sustancia negra en pacientes con Enfermedad de Parkinson. Pero no fue hasta 1960 cuando Ehringer y Hornykiewicz detectaron bajas concentraciones de dopamina en el cuerpo estriado, dando pie a los primeros ensayos con levodopa para mejorar la acinesia en estos pacientes.(1)

DEFINICIÓN Y ETIOLOGÍA

Definición

La EP se define como un trastorno neurodegenerativo de carácter progresivo, que altera tanto el inicio como la ejecución de los movimientos voluntarios. Sus principales síntomas motores son temblor, rigidez, bradicinesia o acinesia e inestabilidad postural, entre otros síntomas motores y no motores. Todo esto supone un obstáculo para la realización de actividades básicas de la vida diaria y reduce la calidad de vida.(2,3)

Etiología

Se desconoce la etiología en la mayoría de los pacientes con EP, aunque se han observado causas genéticas distintas en el 5-10% de los casos (2). Sin embargo, los síntomas pueden ser explicados por la pérdida de neuronas dopaminérgicas de la sustancia negra, pars compacta, y un mal plegamiento de la alfa-sinucleína que forma parte de los cuerpos de Lewy. (2,4).

EPIDEMIOLOGÍA Y FACTORES DE RIESGO

La prevalencia va en aumento a medida que aumenta la edad, alcanzando un pico entre los 85 y 89 años. Los países industrializados tienen una prevalencia de la EP en su población general del 0,3 %, siendo esta del 1% para mayores de 60 años y del 3% para mayores de 80 años (5,6).

La edad es el principal factor de riesgo, junto con ser hombre, ya que la proporción es de 1,58 hombres por mujer. También contribuyen algunos factores ambientales como ciertos pesticidas y la vida rural. Sin embargo, hay asociación inversa entre tabaquismo y café con el riesgo de EP. Por último, los antecedentes familiares son otro factor de riesgo, existiendo dos o tres veces más riesgo en familiares de primer grado (2,5).

DIAGNÓSTICO

No existen pruebas específicas para el diagnóstico de la EP, por lo que éste es sobre todo clínico (2). Como consecuencia, hasta el 30% de los pacientes diagnosticados, no tenían la enfermedad y tuvieron que ser reclasificados clínicamente. Es por esto que el diagnóstico de la EP es un gran desafío para investigadores y médicos (7).

Este porcentaje de diagnóstico erróneo pone de manifiesto la necesidad de pruebas diagnósticas adicionales donde se incluyen pruebas genéticas, pruebas de provocación de respuesta dopaminérgica, estudios neurofisiológicos y pruebas de función autonómica, pruebas de función olfatoria y neuroimagen. A día de hoy todavía no se ha precisado la sensibilidad y especificidad de estos test para diagnosticar de manera temprana la enfermedad. (8)

CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS

Los pacientes con EP tienen menor número de neuronas dopaminérgicas, lo que nos lleva a la pérdida de dopamina, que es el principal neurotransmisor encargado de enviar señales neuronales desde el cerebro a los distintos centros motores del cuerpo. Este bajo nivel de dopamina en estos pacientes acaba afectando al control del movimiento (síntomas motores) y el estado de ánimo, el comportamiento, la cognición y la sensación (síntomas no motores) (7).

Síntomas motores

Son cuatro los síntomas motores principales de la EP, los podemos agrupar bajo el acrónimo TRAP: temblor de reposo, rigidez, acinesia o bradicinesia e inestabilidad postural. A estos también podemos sumar la congelación de la marcha (1).

Temblor de reposo: es el síntoma más frecuente y visible en estos pacientes, estando presente en >70% de ellos, tiene gran impacto en la esfera psicológica del paciente a la hora de relacionarse con la sociedad. Son de tipo unilateral y suelen estar más acentuados en la zona distal de la extremidad, tienen una frecuencia que oscila entre 4 y 6 Hz. Afecta a labios, mentón mandíbula, piernas y manos, siendo en esta última movimientos de pronosupinación. Tiene la particularidad de desaparecer al realizar una acción o durante el sueño (1,7).

Rigidez: aumento de resistencia conocido como fenómeno de rueda dentada, presente en todo el rango de movimiento pasivo de la extremidad, tanto proximalmente (hombros, caderas, cuello), como en zonas distales (muñecas, tobillos). Es debida a la falta de coordinación muscular entre el músculo agonista su

antagonista, es decir, hay una actividad concomitante de ambos; esto está condicionado por esa falta de señales enviada por el cerebro. Además, la rigidez puede estar ligada con el dolor, por lo que el hombro doloroso es una posible manifestación inicial de la EP, aunque suele diagnosticarse de manera errónea como una lesión del manguito de los rotadores, bursitis (1,7).

Bradicinesia: es el síntoma más distintivo de la EP, específico de los trastornos de los ganglios basales, y se caracteriza por el enlentecimiento en los movimientos de las actividades de la vida diaria y la lentitud en los tiempos de desplazamiento y reacción. Se debe a la afectación de los ganglios basales y comprende la dificultad para planificar, iniciar y realizar movimientos y para ejecutar tareas secuenciales y simultáneas. Otras formas de presentación son la ausencia de movimientos espontáneos, babeo, disartria, hipomimia, disminución del parpadeo y pérdida de balanceo de los brazos al caminar (1).

Inestabilidad postural: suele aparecer en las últimas etapas de la EP, tras haber aparecido los demás síntomas. Se debe a la pérdida de fuerza muscular en caderas, columna vertebral y tobillos, a lo que se le suma la alteración de la propiocepción, visual y una base de apoyo más reducida. A medida de avanza la enfermedad, esta inestabilidad postural va en aumento, desencadenando así en una alteración del equilibrio y aumento del riesgo de caídas, a lo que también contribuye la congelación de la marcha. Dado que el 18-65% de ellos tienen caídas, estas son muy frecuentes en pacientes con EP, asociándose con alteraciones del control postural y marcha (1,9).

Congelación de la marcha: es uno de los síntomas más particular e incapacitante de

la EP. Se presenta mediante una incapacidad súbita y pasajera (normalmente <10 segundos) para caminar. Esto puede comprender un tambaleo al inicio de la marcha o imposibilidad para despegar los pies del suelo en ciertas situaciones. Al contrario de los síntomas motores anteriores, este no lo presentan todos los sujetos, teniendo más probabilidad aquellos que presentan bradicinesia, inestabilidad postural y una mayor duración de la enfermedad. Sin embargo, no debemos de olvidarnos de que además de afectar a la marcha, también provoca aislamiento social, ansiedad y depresión, repercutiendo así en su calidad de vida (1,9).

Llama mucho la atención que ante un estímulo externo como puede ser un ruido fuerte, la música o una señal de peligro, estos pacientes pueden realizar movimientos rápidos. Esto es lo que se conoce como Kinesia paradójica, que muestra que los pacientes con EP tienen programas motores intactos, pero necesitan de un estímulo desencadenante para acceder a ellos (1).

Síntomas no motores.

A parte de estas características clínicas de carácter motor más comunes, los pacientes con EP también presentan síntomas no motores que igualmente juegan un papel importante. Podemos destacar:

Alteraciones autonómicas: como consecuencia de un funcionamiento anormal del sistema nervioso autónomo (SNA), encargado de llevar a cabo las funciones involuntarias, aparece hipotensión ortostática, disfunción del

esfínter, disfunción eréctil y alteración de la sudoración.

Alteraciones cognitivas y neuroconductuales: suele ser frecuente la presencia de ansiedad, depresión y apatía, así como déficits cognitivos e incluso demencia. A parte, aquellos pacientes que reciben tratamiento pueden padecer alucinaciones.

Trastornos del sueño: es frecuente el insomnio, además podemos destacar la presencia de pesadillas, trastorno de conducta durante el sueño REM, siendo este último un signo pre-parkinsoniano.

Alteraciones de carácter sensorial: como dolor y fatiga, disfunción olfatoria, parestesias, acatisia, alteraciones visuales (1,4).

Escalas de valoración

La evolución o curso de la enfermedad es progresivo, comenzando con manifestaciones leves, que lentamente van progresando y apareciendo las demás alteraciones. Esto provoca que los pacientes vayan atravesando diferentes fases o estadios que van a ser distintos según las características de cada individuo.

Para clasificar a los pacientes en estadios, se utiliza la escala de Hoehn y Yahr, descrita en 1967 para realizar un análisis de la evolución de la EP. Dada la gran diversidad con la que evoluciona, a la hora del tratamiento es necesario además de conocer el tipo de parkinsonismo, el nivel de discapacidad que presenta el paciente. Estos estadios van de 0 a 5 niveles, de forma que 1-2 significa diagnóstico reciente, 3-4 alteración moderada y el 5 alteración severa (10).

Tabla 1. Estadios Hoehn y Yahr

Estadio 0	No hay presencia de signos clínicos de la enfermedad
Estadio I	Únicamente hay compromiso unilateral, por lo general suele haber deterioro funcional mínimo. No incapacitante
Estadio II	Afectación bilateral con mínima incapacidad, sin deterioro del equilibrio
Estadio III	Afectación bilateral con alteración del equilibrio, que pone de manifiesto el deterioro de los reflejos de enderezamiento. Funcionalmente comienza a estar más restringido, pero es capaz de llevar una vida independiente
Estadio IV	Aumenta el nivel de dependencia del paciente. Todavía puede caminar y estar de pie sin ayuda.
Estadio IV	Completamente dependiente, encamado o en silla de ruedas. Necesita cuidados

Fuente: elaboración propia

Otra escala comúnmente utilizada es la Escala Unificada de Valoración de la Enfermedad de Parkinson (UPDRS). También se hace uso de ella para clasificar la evolución de la enfermedad, permitiéndonos realizar un seguimiento longitudinal del paciente (11). Está dividida por cuatro grandes bloques o dominios:

- I. Estado mental. comportamiento y estado de ánimo
- II. Actividades de la vida diaria
- III. Exploración de aspectos motores
- IV. Complicaciones del tratamiento

TRATAMIENTO

A día de hoy no hay un tratamiento específico para el tratamiento de pacientes con EP, pero si se dispone de herramientas de carácter farmacológico y no farmacológico para intentar mejorar los síntomas y la calidad de vida de estos sujetos, es decir, el abordaje terapéutico del paciente con EP se realiza de manera multidisciplinar. Por lo que las distintas terapias persiguen los mismos objetivos, que no son más que restablecer los niveles de dopamina para reducir los síntomas

motores y no motores, ir frenando la evolución de la enfermedad y deterioro cognitivo, mantener la mayor independencia posible del paciente y promover un buen estado psicosocial de estos.

FARMACOLÓGICO

Podemos distinguir varias categorías de fármacos, según su acción (12):

1. Fármacos que aumentan el nivel de dopamina, ya sea estimulando la producción o inhibiendo su metabolización
2. Fármacos cuya acción recae sobre otros neurotransmisores con el fin de reducir los síntomas de la enfermedad
3. Fármacos encaminados a controlar síntomas no motores

Los que más comúnmente se utilizan son los siguientes (13):

Levodopa: es el tratamiento más utilizado. Es el precursor de la dopamina, sustituyendo así la que no es capaz de

generar el cerebro. Actúa sobre todo controlando la bradicinesia y la rigidez.

Amantadina: suele administrarse en la etapa temprana de la enfermedad, actuando como agonista dopaminérgico. Reduce los movimientos involuntarios.

Anticolinérgicos: reducen la actividad de la acetilcolina, por lo que ayudan al control de la rigidez y el temblor.

Agonistas dopaminérgicos: actúan sobre los receptores dopaminérgicos. Suele utilizarse en las fases iniciales, reduciendo la acumulación de levodopa y la aparición de complicaciones motoras.

Inhibidores de la COMT: inhiben la vía de degradación metabólica periférica de la levodopa. Es efectiva durante la reducción de los periodos off de la enfermedad.

Inhibidores de la MAO-B: bloquean la enzima que degrada la dopamina en el cerebro. Ayudan sobre todo en el bloqueo de la marcha.

QUIRÚRGICO

La estimulación cerebral profunda se utiliza en aquellos pacientes cuyas alteraciones motoras no remiten y en sujetos con temblor incapacitante, ya que se ha visto que al estimular áreas profundas del cerebro provoca una mejoría significativa (14).

Consiste en colocar un electrodo en una zona concreta del cerebro, conectado a un neuroestimulador injertado subcutáneamente en zona infraclavicular o intraabdominal. Se ha visto que es eficaz para mejorar los síntomas motores, la discinesia y la calidad de vida de estos pacientes (15). Sin embargo, deben tenerse en cuenta los efectos secundarios que pueden desarrollarse tras su implantación como la afectación del habla y el pensamiento, posibles riesgos quirúrgicos y daños neuropsiquiátricos.

A parte de conocer el sitio de implantación, deben de tener en cuenta el tipo de generador, si se realiza unilateral o bilateralmente y si se realiza la intervención con el paciente despierto o dormido (13,16).

FISIOTERAPIA CONVENCIONAL

La intervención en fisioterapia para pacientes con EP tiene como objetivos principales mejorar la fuerza muscular, aumentar la capacidad aeróbica, el equilibrio, la marcha y sobre todo conseguir que el paciente sea lo más funcional posible, y esto lo consigue a través de estímulos, estrategias cognitivas de movimientos y ejercicio terapéutico (17).

El tipo de intervención lo podemos clasificar en tres bloques importantes de atención como son: educación, ejercicio terapéutico y entrenamiento de estrategias de movimiento.

Tabla 2. Tipo de intervención en fisioterapia

Intervención	Objetivos
Educación	-Promocionar la autonomía -Prevenir la inactividad y aumentar la práctica de actividad física -Prevención del miedo a moverse o caerse -Ayudarlos a estar motivados y concienciados -Educar a los profesionales del hospital cuando son admitidos, por cualquier causa.

Intervención	Objetivos
Ejercicio terapéutico	-Mejorar la capacidad física -Reducir posibles complicaciones secundarias -Disminuir el dolor -Prevención del miedo a moverse o caerse
Entrenamiento de estrategias de movimiento	-Reducir el miedo a caerse o moverse -Aprendizaje motor: motricidad adaptada

Fuente: elaboración propia basada en European Physiotherapy Guideline for Parkinson's Disease, Keus, S. et al, 2014"

Educación

Proporcionarle la correcta información y aconsejar al paciente con EP juega un papel fundamental para empoderarlos y conseguir que sean lo más activos posible en el manejo de la enfermedad. Por lo tanto, esto supone que la educación terapéutica conforme la base de nuestro tratamiento. A menudo se suelen proporcionar folletos, pero esto no es suficiente, ya que, como todos los abordajes, debemos individualizar según cada sujeto, por ello, la anamnesis y exploración física es muy importante permitiéndonos adaptarnos a las necesidades, limitaciones en actividades de la vida diaria y demás factores que influyen en ese paciente (18,19).

Ejercicio terapéutico

Con el ejercicio se va a entrenar la capacidad física y la funcionalidad, centrándose en el equilibrio, las transferencias de carga y todo aquello que guarde relación con la marcha. Podemos realizarlo de forma individual o en grupo, y de igual forma podemos incluir otra variable como es la supervisión o no de este (19).

Ejercicio aeróbico.

Es el mejor método para mejorar la salud de las personas. Este tipo de ejercicio en bicicleta estática aumenta la capacidad

aeróbica, mejora los aspectos motores y la función cognitiva en pacientes con EP en fases iniciales de la enfermedad (20). Otro aspecto a tener en cuenta es su efectividad para mejorar el estado depresivo si lo comparamos con otro tipo de ejercicio (21). Es una alternativa muy interesante a la hora de entrenar la marcha en pacientes con FOG ya que el pedaleo es un movimiento muy similar al que se hace al caminar (22).

Entrenamiento de la marcha.

Entrenamiento en cinta rodante: su uso puede mejorar de manera importante la marcha y la movilidad de pacientes con EP, así como la longitud de su zancada y la velocidad de desplazamiento (23), e incluso aquellos pacientes con problemas de giro pueden verse beneficiados con este tipo de entrenamiento.

Entrenamiento de equilibrio.

Son ejercicios en los que el paciente tiene como objetivo mantener el centro de gravedad de su cuerpo dentro de la base de sustentación durante estímulos desestabilizadores o que disminuyan su base de apoyo. Se ha estudiado, que el entrenamiento del equilibrio de gran dificultad, en el que se solicita el desplazamiento del centro de gravedad, se reduce el tamaño de la base de sustentación y el apoyo de los miembros

superiores tiene mayores efectos positivos sobre la estabilidad postural (24).

Se debe trabajar con ejercicios que abarquen los seis dominios del equilibrio en los que los pacientes con EP presentan déficits. Estos componentes son: la restricción biomecánica, la estabilidad vertical, el ajuste postural anticipatorio, el equilibrio reactivo, la orientación sensorial y por último, la estabilidad dinámica de la marcha (25). De este modo, la planificación del entrenamiento de equilibrio incluye entrenamiento de estrategias de movimiento, entrenamiento simultáneo de equilibrio en espacios interiores y exteriores, ejercicios de equilibrio tanto anticipatorios como reactivos y trabajo en el medio acuático. Mientras más dominios del equilibrio se integren mayor será su efecto/beneficio a corto plazo para el paciente con EP.

Entrenamiento de estrategias de movimiento

El principio de este tipo de entrenamiento de estrategia de movimiento es contrarrestar los déficits de el automatismo al realizar una acción concreta. Para ello, se precisa de la total atención del paciente, que debe seguir las indicaciones dadas para realizar una secuencia motora compleja.

Primeramente, el paciente tiene que comprender como repartir una tarea compleja en distintas secuencias más simples, y después llevarlas a cabo con la máxima atención posible. Una vez que, tras repetirlo un número de veces, lo automatice, se irá progresivamente unificando todas las secuencias, para realizar un solo gesto, evitando así posibles compensaciones que el paciente realice (26).

Tabla 3. Tratamiento EP

Farmacológico	Quirúrgico	Fisioterapia	
Fármacos 1º categoría Fármacos 2º categoría Fármacos 3º categoría	Estimulación cerebral profunda	Educación	
		Ejercicio terapéutico	Ejercicio aeróbico
			Entrenamiento de la marcha
			Entrenamiento de equilibrio
		Entrenamiento de estrategias de movimiento	

Fuente: elaboración propia

REALIDAD VIRTUAL

CONCEPTO DE REALIDAD VIRTUAL

La Realidad Virtual actualmente es la herramienta tecnológica más potente que encontramos disponible si lo que se busca es recrear una experiencia inmersiva en vivo. A lo largo de los años, el concepto de RV ha ido evolucionando a la vez que lo ha hecho la tecnología (27).

Si nos vamos a un plano más relacionado con la fisioterapia como es la neurociencia, podemos definirla como un contexto en el que se integran distintos estímulos multisensoriales (visuales, auditivos, táctiles, olfativos, cinestésicos y propioceptivos), interactivo y fundamentado en un ordenador en el que todo ocurre en tiempo real (28). De este modo, se crea una realidad ilusoria que engaña a la mente, haciéndola creer que se trata del mundo real; es por ello que la RV

es una forma distinta de comunicación entre el ser humano y la computadora, ya que en esta el humano participa en ese mundo irreal en vez de utilizarlo (27).

CARACTERÍSTICAS DE LA REALIDAD VIRTUAL

La RV cuenta con una serie de cualidades de las que depende el grado de realidad de ese mundo ilusorio. Estos componentes, que están interrelacionados entre sí son la inmersión, la interacción y la imaginación.

Inmersión: es la habilidad que tiene el sujeto para experimentar de forma física el mundo virtual que le rodea. Esto depende de distintos instrumentos característicos y también de los estímulos sensoriales proporcionados. Para que el individuo logre el nivel máximo de inmersión, el sistema creado debe ser capaz de asemejarse todo lo posible a la realidad. Solo así se podrá engañar al cerebro (27,29).

Interacción: tras estar inmerso en el mundo virtual el individuo, éste debe ser participe en él, es decir, el individuo debe poder relacionarse con ese entorno ya sea desplazándose, como realizando acciones como tocar un elemento.

No es considerado RV todo aquel sistema que no refleje como mínimo los movimientos del individuo (27).

Imaginación: también se conoce como presencia, es decir, es la sensación del individuo de estar dentro del mundo virtual. A fin de cuentas, este es el objetivo principal de los autores de los dispositivos de RV. Para que esto suceda, el sujeto debe poder alterar el entorno virtual a través de sensores y sus propias destrezas, dejando de ser así simples espectadores, y pasando a la acción. Solo así tendrán la sensación de

que lo que está ocurriendo o visualizando les está pasando a ellos de verdad (27,30).

TIPOS DE REALIDAD VIRTUAL

Existen diversos sistemas de RV, que se clasifican según el nivel de participación del individuo y los sentimientos provocados.

Realidad Virtual no inmersiva.

En este sistema, el individuo no se encuentra inmerso en su totalidad en el entorno virtual (31). Es la forma de RV más accesible y frecuente, ya que la encontramos al utilizar un ordenador, teléfono inteligente, tabletas, pantallas u otro tipo de dispositivo. Aquí, la relación humano-computadora, se realiza mediante un teclado, ratón o mando, por lo que la persona no vive la experiencia en primera persona, es decir, no tiene la sensación de estar dentro del mundo virtual.

Sin embargo, cuenta con la ventaja de que la persona puede interactuar de forma simultánea tanto con el mundo-entorno virtual como con el mundo real que le rodea (32).

Realidad Virtual semi-inmersiva.

Este tipo de RV, utiliza la proyección de imágenes a través de pantallas u otros dispositivos en tiempo real. Para mejorar la inmersión del individuo, se suele hacer uso de gafas 3D aumentando así la sensación de encontrarse en ese mundo virtual (33).

Realidad Virtual inmersiva.

En este otro sistema de RV, el sujeto si está inmerso en su totalidad y experimenta la sensación de que se encuentra dentro del mundo virtual. Para eliminar todo lo posible la información del mundo real se utilizan diversos dispositivos como guantes, trajes, gafas de RV, entre otros; así

solo llega la información proveniente del aparato. Por lo tanto, el individuo vive la experiencia en primera persona, y además tiene una gran ventaja, ya que permite recopilar datos en tiempo real del movimiento del sujeto gracias a sensores (34).

No obstante, tiene su parte negativa, ya que, si las personas no son capaces de adaptarse de forma correcta a todo ese flujo de estímulos provenientes del mundo virtual que le llega, pueden producirse problemas fisiológicos como mareos (35).

Realidad aumentada.

La realidad aumentada crea un mundo en el que los elementos virtuales sobreponen al mundo real. A día de hoy se dispone de muchos dispositivos que generan este tipo de RV como son los teléfonos inteligentes, tabletas o dispositivos con cámara que puedan introducir animaciones virtuales en fotografías del mundo real, de manera que la persona no puede interactuar con el mundo virtual, sino es un simple espectador (36).

Realidad mixta.

Este sistema de realidad combinada es un tipo de realidad aumentada en la que coexiste parte del mundo real y parte del entorno virtual y se relacionan entre sí, pudiendo el individuo interaccionar con ambos tipos de elementos (34). Nos permite tener información de la posición del cuerpo del sujeto en la vida real e información sensorial que llega desde el entorno virtual con el que se comunican (37).

NEUROREHABILITACIÓN CON RV

Los sistemas de RV son actualmente una de las herramientas útiles en

fisioterapia con mayor crecimiento potencial en los últimos años, sobre todo en el área de neurorrehabilitación en pacientes de diferentes edades. Particularmente, suele utilizarse más en aquellas patologías neurológicas que presentan déficits motores y funcionales, ya que permite entrenar habilidades de la vida diaria de la persona de forma virtual para después ponerlo en práctica en el mundo real (38). No obstante, también hay ciertas preocupaciones con respecto a su aplicación como es la seguridad de los equipos de VR o su costo. Este último fue el principal problema cuando comenzó a utilizarse, pero con el tiempo cada vez se están volviendo más accesibles a nivel clínico (28).

Al aplicar la RV en pacientes con déficits motores, como es el caso de las personas con EP, es importante tener en cuenta tres conceptos que juegan un papel de carácter fundamental a la hora de la rehabilitación del individuo, como son: repetición, feedback o retroalimentación y motivación (39).

Repetición: se busca un trabajo en el que se realicen acciones orientadas a una tarea o diversos ejercicios que representen actividades de la vida diaria, de forma insistente, con el objetivo de lograr cambios a nivel de la corteza cerebral. Se desarrolla así las habilidades del paciente y además se produce un aprendizaje motor (40).

Feedback o retroalimentación: como se representan escenarios virtuales con los que el individuo interactúa y en los que puede realizar movimientos que se asemejan a las actividades de la vida diaria, el sujeto recibe información o estímulos sensoriales positivos, de forma que se puede observar su rendimiento y consecución de las diferentes metas propuestas (39). Al

sentirse ellos reflejados en ese mundo ilusorio, ocurre un proceso similar al que provoca la imaginación motora, se activan una serie de neuronas, llamadas neuronas espejo provocando una reorganización cerebral y por lo tanto, contribuyendo a la recuperación funcional del paciente (38).

Motivación: el sujeto al interactuar con el entorno virtual, a la vez que realiza el entrenamiento, está disfrutando del juego, por lo que los exergames son un plus a la hora de la adherencia al tratamiento. En pacientes con dificultades motoras como el equilibrio o la marcha, además de esa adherencia al tratamiento, consigue mejorar los resultados del entrenamiento gracias a esa motivación (41).

VENTAJAS DEL USO DE VR.

Su uso permite que podamos aprovecharnos de diversos beneficios que no pueden proporcionar otras técnicas en las que no se hace uso de la tecnología a pesar de que esta se usa de forma combinada con muchas de ellas. Además de los efectos positivos, provoca en los pacientes una experiencia motivadora, divertida y no amenazante en los pacientes (28).

En primer lugar, y como parte fundamental, la RV nos permite observar a los pacientes realizar la acción de manera natural, ya que se recrea de forma virtual la situación y el individuo interactúa con el sistema, mientras podemos obtener información de forma simultánea de la activada cerebral, por ejemplo. Esto permite entrenar una tarea orientada a un objetivo antes de pasar a la práctica real, y ver la reacción que tiene el paciente al realizarla (42). Asimismo, permite adaptar el sistema de RV a las necesidades del

paciente acoplándose así a las dificultades de carácter cognitivo y motor que presenten esto, y facilitándole el trabajo con el objetivo de incrementar el aprendizaje motor (43).

Otra de las ventajas que nos proporciona el ambiente virtual, es la posibilidad de provocar una gran entrada de estímulos multisensoriales al paciente por lo que hace que todo se asemeje aún más a una situación real. Todo esto hace que esos numerosos estímulos pongan más énfasis sobre los sistemas visual, propioceptivo y vestibular, provocando en ellos una mayor activación que la que producen estímulos más simples desencadenados mediante otras técnicas distintas (44).

La RV genera además una mayor activación de carácter motor durante el entrenamiento ya que se pueden reproducir una conjunción de estímulos que no encontramos en el mundo real, de forma que se puede alterar los distintos sistemas que se activan conjuntamente como pueden ser el vestibular y el visual para conocer qué papel juega cada uno en distintas acciones (45).

Por otra parte, los equipos de RV a la vez que sumergen al paciente en una realidad paralela al mundo real, puede aprovecharse para obtener información y analizar de manera minuciosa los movimientos del paciente. Esto permite a los evaluadores monitorear los datos obtenidos en tiempo real y controlar los cambios a largo plazo que produce el entrenamiento (42).

Estado actual del uso de RV

En los últimos años, se ha estudiado mucho la efectividad del uso de la RV de forma terapéutica en diferentes patologías de

carácter neurológico.

Donde más se ha estudiado el uso de RV es en el accidente cerebrovascular con numerosos resultados positivos. Se producen mejoras en la funcionalidad de miembros superiores (46), además del equilibrio, la marcha (47) y la calidad de vida (48) de estos pacientes. Sin embargo, al igual que en otras patologías hay mucha variedad en cuanto a los sistemas de RV empleados por que no se puede concretar cual aporta mayores efectos beneficiosos.

En la parálisis cerebral infantil, el uso de dispositivos de RV ha reflejado efectos positivos en cuanto a la consecución de distintas destrezas como la movilidad gruesa (49), el equilibrio, y estabilidad postural (50). Además, a corto plazo ha mejorado la funcionalidad tanto de miembros superiores como de miembros inferiores (51).

Otra patología en la que se ha indagado bastante es en la esclerosis múltiple, donde se muestran resultados favorables a la RV, comparables a los que se obtienen con el entrenamiento convencional para el equilibrio, el riesgo de caídas y la marcha (52). Incluso hay un estudio que refiere que el entreno de la marcha en el hogar a través de videojuegos de RV no inmersiva tiene resultados positivos (53), abriendo aquí una nueva ventana donde poder trabajar a cierta distancia del paciente.

Actualmente está creciendo de forma exponencial una nueva vertiente dentro de la RV, como es la telerehabilitación que abre un amplio abanico de posibilidades para resolver posibles dificultades que tengan los pacientes. Asimismo, como parte fundamental, aporta resultados positivos en cuanto a mejoras funcionales y satisfacción tanto para el paciente como para el fisioterapeuta (54). Si es verdad, que no debe tomarse como el método principal ya que hay una visión limitada del

paciente y por lo tanto la atención no es tan rica como de forma presencial.

En la patología que abordamos en esta revisión, la EP, se han realizado pocos estudios sobre la aplicación de la RV. Lo que más se ha evidenciado es su uso a la hora de mejorar tanto el equilibrio como la marcha, resultando esto en efectos positivos (55). No obstante, hay otros estudios que no sacan resultados concluyentes o significativos sobre su uso (56), lo que deja bastante controversia en ese aspecto.

JUSTIFICACIÓN

Debido al potencial avance tecnológico que ha experimentado la humanidad en las últimas décadas, el aumento de la esperanza de vida, y la incidencia cada vez más alta de enfermedades, es muy interesante comenzar a atender las distintas patologías desde una perspectiva novedosa, como es a través del uso de dispositivos o aparatos que facilitan el tratamiento, junto a la exploración y el diagnóstico de enfermedades.

Es por esta razón que los sistemas de RV se han extendido por el mundo de la salud, y, por lo tanto, en la fisioterapia. No solo se han incorporado al amplio abanico de técnicas de abordaje o tratamiento, sino que, además, lo han hecho con resultados muy positivos a la hora de gestionar pacientes que presentan patologías neurológicas relacionadas con déficits motores, cognitivos y funcionales como son el accidente cerebrovascular, la parálisis cerebral infantil, la esclerosis múltiple (57). Asimismo, también se ha introducido en el tratamiento de la EP, pero no se ha indagado tanto en cuanto a su aplicabilidad y resultados como en las anteriores patologías.

La aplicación de la VR aporta muchas ventajas potenciales al entrenamiento de

pacientes neurológicos, como es la individualización de las sesiones para la mejora de los déficits que presentan, junto a un entorno interactivo y muy motivador (58), por lo que es una gran baza a la hora de que el paciente se adhiera al tratamiento y no caiga en la monotonía, aumentado así el cumplimiento e interés del proceso de rehabilitación. A parte de esto, también se puede realizar los entrenamientos en el hogar, de forma que el paciente no tenga impedimento alguno a la hora de acudir a consulta por cualquier motivo (59).

A día de hoy, el tratamiento de personas con EP, es prácticamente en su totalidad de carácter farmacológico, y a pesar de ayudar a disminuir los síntomas clínicos, hay que tener en cuenta otros tratamientos que actúen en consonancia con este para aumentar su calidad de vida y mejorar o frenar el deterioro de las habilidades motoras y cognitivas (5). Uno de ellos es la fisioterapia a la que se le puede añadir la RV para crear un entorno individualizado y trabajar tareas orientadas a un objetivo, lo que le dota de un plus a la hora del abordaje del paciente.

A pesar de su aplicación en este tipo de pacientes, el número de estudios realizado hasta la fecha es un poco limitado, por lo que puede generar controversia el uso de la RV a la hora de la elección del tratamiento. Es por ello que la intención de realizar esta revisión bibliográfica no es otra que reunir toda la evidencia disponible sobre este tema para darle más base científica y conocer así la magnitud de los efectos producidos en los pacientes.

2. OBJETIVOS

Objetivo general

- Comparar la efectividad de la Realidad Virtual sobre la marcha y el equilibrio en relación a la fisioterapia

convencional en pacientes con Enfermedad del Parkinson

Objetivos específicos

- Observar la mejora en la calidad de vida y la depresión tras la aplicación de Realidad Virtual
- Evaluar los efectos positivos que tiene la Realidad Virtual sobre la función física y el riesgo de caídas

3. MÉTODOS

TIPO DE ESTUDIO

Para la consecución de los objetivos planteados se lleva a cabo la realización de una revisión bibliográfica. La finalidad de la revisión fue reunir toda la información ya existente sobre el uso de la realidad virtual como tratamiento en la Enfermedad de Parkinson, haciendo hincapié en aquellos procedimientos dirigidos a mejorar la marcha y el equilibrio de estos pacientes.

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA Y BASES DE DATOS

Toda la información científica se extrajo utilizando la estrategia PICO, que nos facilita la construcción de la pregunta de investigación y la correspondiente búsqueda de la bibliografía, de modo que localizamos de manera específica y cuidadosa la mejor evidencia científica disponible sobre nuestro tema.

Nuestra pregunta PICO fue la siguiente:

Pacientes: población con EP

Intervención: cualquier forma de realidad virtual

Comparación: fisioterapia convencional

Medidas: las medidas primarias seleccionadas para la investigación han sido el equilibrio y marcha.

Tras esto, procedimos a buscar sus correspondientes descriptores (DeCS o MeSH) que nos permiten adoptar un lenguaje universal en todas las revistas científicas, libros y demás fuentes de información. Además, se emplearon los operadores booleanos “AnD” y “OR” para unir los DeCS.

La estrategia de búsqueda que se llevó a cabo fue distinta en las diferentes bases de datos. Esto se debe a que cada una de ellas tiene términos y criterios propios a la hora

de su función. Los términos acuñados para la exploración han sido: “parkinson disease”, “virtual reality”, “physical therapy modalities”, “postural Balance”, gait.

Para extraer la información científica disponible, acudimos a las siguientes bases de datos: PubMed, Web of Science, Scopus, Cochrane Library, CINAHL y Physiotherapy Evidence Database (PEDro). En todas se siguió el mismo patrón de búsqueda anteriormente citado

En la base de datos PubMed se utilizaron los términos MeSH, mientras que en las demás se utilizaron las palabras clave ya citadas (Tabla 1).

Tabla 4. Estrategia de búsqueda para las bases de datos electrónicas

Pubmed	((("Parkinson disease"[MeSH Terms]) AND ("Virtual reality"[MeSH Terms])) AND ("Physical therapy modalities"[MeSH Terms])) AND (("Postural balance"[MeSH Terms]) OR (Gait[MeSH Terms]))
Web of Science, Scopus, Cochrane Library, CINAHL y Physiotherapy Evidence Database (PEDro)	("Parkinson disease") AND ("Virtual reality") AND ("Physical therapy modalities") AND (("Postural Balance") OR (Gait))

Fuente: elaboración propia

CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD

Para guiar la selección de estudios, se aplicaron unos criterios de inclusión y exclusión.

Los criterios de inclusión fueron los siguientes: se seleccionaron (1) artículos cuya publicación había sido en los últimos 10 años, (2) aquellos realizados en humanos, (3) escritos en español o inglés, (4) todos aquellos que sean ensayos clínicos o ensayos clínicos aleatorizados (ECAs), (5) que incluyan pacientes con EP, (6) que utilicen cualquier forma de realidad virtual para el trabajo del equilibrio y la marcha, y (7) aquellos que comparen con la terapia convencional.

En cuanto a los criterios de exclusión, se desecharon (1) todos aquellos que en su muestra incluyan además de pacientes con EP, pacientes con otra patología. También fue motivo de exclusión (2) estudios que incluyen pacientes diagnosticados de EP junto a otro tipo de patologías neurológicas que afecte al equilibrio o la marcha.

Muestra de participantes:

Se incorporaron estudios que incluían a una población con diagnóstico de EP, pero excluimos aquellos con cualquier tipo de patología neurológica o que pueda afectar al equilibrio o marcha de estos pacientes. Tampoco se tuvo en cuenta el tiempo que llevasen con la enfermedad, ni el estadio de Hoehn y Yahr en el que se encontrasen.

Modelo de intervención:

Se incorporaron estudios en las que la RV estuviese combinada o fuese aplicada de manera aislada. No se tuvo en cuenta los dispositivos utilizados para aplicar la RV. De igual forma tampoco fueron valoradas el número de sesiones y la mayor o menor duración de la intervención.

VARIABLES

Siguiendo la jerarquía de nuestros objetivos, vamos a tomar unas variables primarias y otras que tendrán un papel de secundarias. Todo el conjunto va a estar constituido por equilibrio, confianza en el equilibrio, marcha, calidad de vida, depresión y función física.

Nuestras variables primarias serán el equilibrio, tanto estático como dinámico y la marcha. De forma que serán secundarias la confianza en el equilibrio, la calidad de vida, la depresión y la función física.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD METODOLÓGICA Y EL RIESGO DE SESGO

Una interpretación de forma equivocada puede llevarnos a alejarnos de una visión correcta de los resultados de un estudio, o lo que es lo mismo, nos produce sesgos, por lo que debemos de verificar la calidad de esta revisión.

Los artículos incluidos en esta revisión bibliográfica fueron evaluados con los distintos ítems de la escala PEDro (Anexo 1) para conocer la calidad metodológica y el riesgo de sesgo. Esta escala puntúa 11 ítems: criterios de elección especificados, asignación aleatoria, asignación oculta, similitud de grupo al inicio, cegamiento de sujetos, cegamiento de evaluadores, cegamiento de terapeutas, uno de los resultados clave obtenidos de más del 85 % de los sujetos, análisis de un resultado clave con intención de tratar, comparaciones

estadísticas entre grupos para al menos un resultado clave y medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave. Obtenemos una puntuación de 10 puntos (60), ya que incluye un ítem adicional (criterio de elegibilidad) que valora la validez externa pero no cuenta en la puntuación total.

Estudios con una puntuación PEDro de ≥ 6 tienen evidencia de nivel 1 (6-8 = buena, 9-10 = excelente) y aquellos con una puntuación de ≤ 5 tienen evidencia de nivel 2 (4-5 = aceptable, <4 = pobre).

4. RESULTADOS

Tras aplicar la estrategia de búsqueda y sumar todos los artículos hallados en los distintos motores de búsqueda empleados, se obtuvieron un total de 38 artículos (Pubmed: 7 artículos; Web Of Science: 1 artículo; Scopus: 16 artículos; Cochrane Library: 6 artículos; Cinahl: 8 artículos; PEDro: 0 artículos). Se procedió a importarlos a todos al gestor bibliográfico Mendeley. Posteriormente se pasó a eliminar los artículos duplicados quedándonos un conjunto de 28 estudios, por lo que ahora se pasó a realizar una lectura del título y resumen de cada uno, así como de su texto completo para poder realizar así un mejor cribado e identificar aquellos que si cumplían con los criterios de elegibilidad.

A continuación, se aplicaron los criterios de inclusión, y fueron eliminados: cuatro por no estar publicados en los últimos 10 años, uno por estar redactado en una lengua diferente al inglés o español, seis por no ser ECAs, tres artículos tampoco utilizaban la realidad virtual centrándose en la mejora del equilibrio y la marcha, uno que incluye pacientes con EP y cinco que no comparan la realidad virtual

con la terapia convencional. Nos queda así un total de 8 artículos.

Al pasar los criterios de exclusión también fueron eliminados dos artículos: uno que incluye pacientes con otro tipo de patologías que no son EP, y otro que abordaba sujetos diagnosticados de EP junto a otra alteración que afectara al

equilibrio o la marcha. De este modo nuestra muestra final estuvo compuesta por 6 artículos.

A continuación, se muestra un diagrama de flujo (Figura 1), que ofrece una visión más resumida, ordenada y visual de todo el proceso seguido para la búsqueda de la evidencia científica.

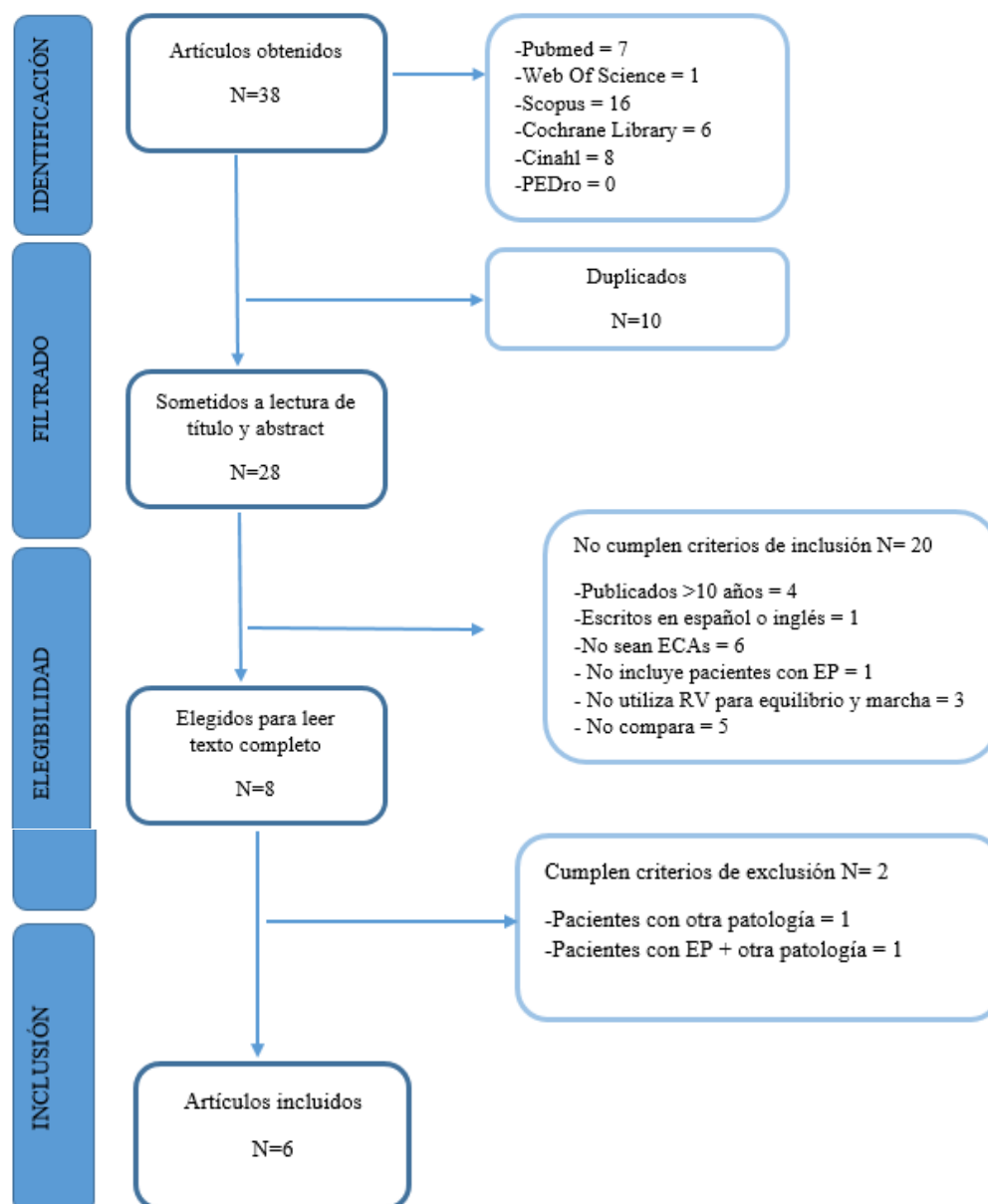


Figura 1. Diagrama de flujo de resultados

Fuente: elaboración propia

Seguidamente se expone la tabla de resultados que contiene los siete artículos

desglosados, en la que se explica de manera resumida los autores, los objetivos, la

muestra y participantes y la tipología del estudio. También se incluyeron el tipo de intervención, duración, variables medidas, instrumentos de medición y resultados finales (Tabla 5)

Tabla 5. Resultados principales

Autor, año y tipo estudio	Objetivos	Muestra y grupos de pacientes		Estadio de Hoehn y Yahr	Intervención	Variables y herramientas de medida	Resultados
Bekkers et al. (2020) ECA (61)	-Evaluar efectividad del entrenamiento de la marcha en cinta de correr + RV en comparación con cinta de correr solo en pacientes con FOG+ como en FOG-	N=121		Estadio II o III	GC: entrenamiento en cinta de correr GE: cinta de correr + RV (librar obstáculos en entorno complejo e interactivo) Duración: 45 minutos, 3 veces por semana, durante 6 semanas	Medición pre/post y a los 6 meses <u>Medidas 1°</u> -Equilibrio (Mini-BEST) -Severidad de la FOG (NFOG-Q) <u>Medidas 2°</u> -Nivel de cognición (TMT-B) -Movilidad general (SPPB) y (FSST) -Confianza en el equilibrio (FES-I) -Nivel de actividad física (PASE)	El equilibrio mejoró en ambos grupos post-entreno ($p=0,001$), pero disminuyó a los 6 meses. Además, se redujeron más las caídas ($p=0,008$) en GE tanto en FOG+ como en FOG-, y fueron más bajas después de 6 meses. En cuanto a la gravedad de FOG solo en FOG+ las puntuaciones empeoraron post-entreno y a los 6 meses. También se encontraron mejoras cognitivas y en la movilidad general en ambos grupos
		GC: 43 FOG+ y 16 FOG-	EM: 70.86 ± 6.0				
Feng et al. (2019) ECA (62)	Observar los efectos de un programa de entrenamiento	N=28		Estadio II o IV	GC: fisioterapia convencional GE: entreno con	Medición pre/post -Equilibrio (BBS)	Hubo una mejora en la marcha y el equilibrio de los pacientes con EP. Se observó que la puntuación BBS, TUGT, FGA, UPDRS3 mejoraron en ambos
		GC: 14	EM: 66.93 ± 4.64				

EFFECTIVIDAD DEL USO DE LA REALIDAD VIRTUAL PARA LA MEJORA DEL EQUILIBRIO Y LA MARCHA FRENTE A LA FISIOTERAPIA CONVENCIONAL
EN PACIENTES CON PARKINSON
MATEO ORTIZ RUIZ Y ANDONI ROCANDIO MARTÍNEZ

Autor, año y tipo estudio	Objetivos	Muestra y grupos de pacientes		Estadio de Hoehn y Yahr	Intervención	Variables y herramientas de medida	Resultados
	de RV de 12 semanas sobre la marcha y el equilibrio en pacientes con EP	GE: 14	EM: 67.47±4.79		RV (diferentes juegos de equilibrio y marcha) Duración: 45 minutos, 5 veces por semana, durante 12 semanas	-Marcha (TUGT) y (FGA) -Función motora (UPDRS3)	grupos ($p<0,05$), aunque fueron mayores en el grupo de realidad virtual. Sin embargo, la UPDRS3 ($p>0,05$) no mejoró significativamente en el grupo control
Ferraz et al. (2018) ECA (63)	Comparar los efectos de 3 modalidades de tratamiento (entrenamiento funcional, ejercicio en	N=62		Estadio II o III	G1: entrenamiento funcional G2: ejercicio en bicicleta	Medición pre/post <u>Medidas 1º</u> -Capacidad de la marcha: (6MWT)	El grupo G1, así como los grupos G2 y G3, tuvieron mejoras en la capacidad para caminar, la capacidad para pararse y sentarse, y la funcionalidad de las personas con PD. No hubo diferencias significativas entre estas 3 modalidades de ejercicio. Sin embargo,
		G1: 22	EM: 71 ± 4.5				
		G2: 20	EM: 67 ± 3.5				

Autor, año y tipo estudio	Objetivos	Muestra y grupos de pacientes		Estadio de Hoehn y Yahr	Intervención	Variables y herramientas de medida	Resultados
	bicicleta y exergaming) sobre la capacidad de caminar de pacientes ancianos con EP	G3: 20	EM: 67 ± 1.0		G3: entrenamiento con exergaming Duración: 50 minutos, 3 veces por semana, durante 8 semanas	<u>Medidas 2°</u> -Velocidad de la marcha (10MWT) -Fuerza y potencia de miembros inferiores (SRT) -Capacidad funcional (WHODAS 2.0) -Calidad de vida (PDQ-39) -Nivel de depresión (GDS-15)	solo los participantes del G3 mejoraron significativamente la velocidad de la marcha ($p=0,011$). Además los grupos G1 y G3 mejoraron la percepción de calidad de vida
Gandolfi et al. (2017) ECA	-Comparar las mejoras en la estabilidad postural	N=76	GC: 38	Estadio II o III	GC: entrenamiento de SIBT	Medición pre/post y al mes <u>Medidas 1°</u>	Hubo diferencias significativas entre grupos en la mejora del equilibrio para el grupo de telerehabilitación VR ($p = 0,04$) e interacciones relevantes de
			EM: 69.84 ± 9.41				

EFFECTIVIDAD DEL USO DE LA REALIDAD VIRTUAL PARA LA MEJORA DEL EQUILIBRIO Y LA MARCHA FRENTE A LA FISIOTERAPIA CONVENCIONAL
EN PACIENTES CON PARKINSON
MATEO ORTIZ RUIZ Y ANDONI ROCANDIO MARTÍNEZ

Autor, año y tipo estudio	Objetivos	Muestra y grupos de pacientes		Estadio de Hoehn y Yahr	Intervención	Variables y herramientas de medida	Resultados
(64)	después del entreno de equilibrio con RV en el hogar y con SIBT en la clínica en pacientes con EP -Comparar las diferencias pre/post tratamiento en la confianza en el equilibrio, la movilidad, la calidad de vida, la frecuencia de caídas y los costos de los dos programas	GE: 38	EM: 67.45 ± 7.18		GE: entrenamiento equilibrio con TeleWii Duración: 50 minutos, 3 veces por semana, durante 7 semanas	-Equilibrio (BBS) <u>Medidas 2º</u> -Velocidad de marcha (10-MWT) -Confianza en el equilibrio (ABC) -Riesgo de caídas (DGI) -Calidad de vida (PDQ-8)	tiempo × grupo en DGI ($p = 0,04$) para el grupo SIBT. Ambos grupos mostraron una mejora significativa general medida en ABC, 10-MWT, DGI y PDQ-8. En cuanto a los costos fue más caro el entrenamiento SIBT (€28.899,80).
Pazzaglia et al. (2019) ECA (65)	Comparar la eficacia de un programa de rehabilitación de RV frente a un programa	N=51		N.e.	GC: fisioterapia convencional	Medición pre/post	Los resultados mostraron que el grupo VR tuvieron mejores resultados en comparación con GC. En concreto, el grupo VR mostró una mayor mejora en el equilibrio ($p=0,003$), marcha ($p=0,003$), y el aspecto mental de la
		GC: 26	EM: 70 ± 10		GE: programa de RV Duración: 40	<u>Medidas 1º</u> -Equilibrio (BBS) <u>Medidas 2º</u>	

Autor, año y tipo estudio	Objetivos	Muestra y grupos de pacientes		Estadio de Hoehn y Yahr	Intervención	Variables y herramientas de medida	Resultados
	convencional en pacientes con EP	GE: 25	EM: 72 ± 7		minutos, 3 veces por semana, durante 6 semanas	-Marcha y riesgo de caídas (DGI) -Función física (DASH) -Calidad de vida: aspecto mental y físico (SF-36)	calidad de vida (p=0,037). Sin embargo, el GC tuvo mayor mejora en la función del brazo (p=0,007), a pesar de que la mejora también fue importante en el grupo de VR
Pompeu et al. (2012) ECA (66)	-Comprobar si los pacientes con EP mejoraban su rendimiento en los juegos de Wii Fit -Comparar los efectos del entrenamiento motor y cognitivo basado en Wii frente a ejercicios de equilibrio en la independencia de las actividades de la vida diaria en pacientes con EP	N=32		Estadio I o II	GC: ejercicios de equilibrio GE: entrenamiento motor y cognitivo basado en Wii (equilibrio estático, dinámico y marcha estacionaria) Duración: 60 minutos, 2 veces por semana, durante 7 semanas	Medición pre/post y 60 días después <u>Medidas 1º</u> -Nivel de independencia (UPDRS2) <u>Medidas 2º</u> -Equilibrio (BBS) y (UPST) -Nivel de cognición (MoCA)	Se obtuvo mejoras en el entrenamiento motor y cognitivo basado en Wii en cuanto a la independencia de las actividades de la vida diaria (p=0,001), el equilibrio (p=0,001) y la cognición(p=0,05), y esto perduró durante 60 días post-entreno Esta mejoría fue similar a la obtenida por GC Sin embargo, lo único que no mejoró ninguno de los dos grupos fue el equilibrio en la tarea dual.
		GC: 16	EM: 67.4 ± 8.1				
		GE:16					

ECA: Ensayo Clínico Aleatorizado; EM: Edad Media; RV: Realidad Virtual; FOG: Bloqueo de la marcha; EP: Enfermedad de Parkinson; SIBT: entrenamiento de equilibrio de integración sensorial; Mini-BEST: Mini Balance Evaluation System Test; NFOG-Q: New Freezing of Gait Questionnaire; TMT-B: Trail Making Test parte B; SPPB: Short Physical Performance Battery; FSST: Four Square Step Test; FES-I: Falls Efficacy Scale-International; PASE: Physical Activity Scale for the Elderly; BBS: Berg Balance Scale; TUGT: Timed 'Up and Go' Test; FGA: Functional Gait Assessment; UPDRS3: The third part of Unified Parkinson's Disease Rating Scale; 6MWT: 6-minute walk test; 10MWT: 10-m walk test; SRT: sitting-rising test; WHODAS 2.0: World Health Organization Disability Assessment Schedule 2.0.; PDQ-39: Parkinson Disease Questionnaire-39; GDS-15: 15-item Geriatric Depression Scale; ABC: Activities Balance Confidence scale; DGI: Dynamic Gait Index; PDQ-8: Parkinson's Disease Quality of Life questionnaire; DASH: Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand scale; SF-36: Short Form-36; UPST: Unipedal Stance Test; MoCA: Montreal Cognitive Assessment; GC: grupo control; GE: grupo experimental; N.e.: no específica

EFFECTIVIDAD DEL USO DE LA REALIDAD VIRTUAL PARA LA MEJORA DEL EQUILIBRIO Y LA MARCHA FRENTE A LA FISIOTERAPIA CONVENCIONAL
EN PACIENTES CON PARKINSON
MATEO ORTIZ RUIZ Y ANDONI ROCANDIO MARTÍNEZ

Fuente: elaboración propia”

CARACTERÍSTICAS DE LOS PACIENTES

Un total de 370 pacientes con EP conformaron el estudio, de las cuales, 147 recibieron intervención con RV como entrenamiento de la marcha, equilibrio, entrenamiento de retroalimentación visual. Las muestras de los artículos presentan una gran heterogeneidad, ya que oscilan entre 28 y 121 pacientes con una edad media de 69 años. El género dominante fue el masculino, con una proporción de 1,64 hombres por cada mujer. Los seis estudios están dirigidos exclusivamente a personas con EP, sin ningún otro tipo de patología neurológica, ni tampoco presentan enfermedades o afecciones que puedan alterar el equilibrio. Además, si nos fijamos en la escala de Hoehn y Yahr, vemos que la población fluctúa entre el estadio I y IV.

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERVENCIÓN

Se observa homogeneidad en cuanto al grupo control, ya que reciben fisioterapia convencional para entrenar la marcha y el equilibrio, ya sea mediante ejercicios de equilibrio, ejercicios funcionales o caminar en cinta de correr. En cambio, en el grupo experimental se incluye la RV de diversas formas.

En cuanto a la RV, los seis ensayos utilizan equipos no inmersivos, en los que se percibe parte del mundo real y parte del mundo o entorno virtual. Un artículo se centra en librar obstáculos para trabajar la marcha (61), dos estudios utilizan el sistema Wii para el entrenamiento del equilibrio (64,66). Por otro lado, un artículo realizó un entrenamiento más funcional haciendo uso del videojuego Xbox 360 con Kinect (63), y otros dos realizan ejercicios tanto de equilibrio como de marcha a través de minijuegos virtuales (62,65) (Tabla 2). También es importante destacar que dos estudios (62,65) introdujeron una sesión de calentamiento y otra sesión de vuelta a la calma, otros dos (64,66) solo aplicaron una sesión de calentamiento, y los otros dos artículos restantes (61,63) se limitaron a realizar la intervención directamente sin añadir nada adicional. En definitiva, los programas de RV siguieron una estructura general basada en aspectos cognitivos, motivacionales y ejemplos de tareas funcionales para la mejora de la marcha y el equilibrio como medidas principales.

Además, cabe destacar que uno de los estudios (63) incluye un tercer grupo de intervención, al que se aplicó ejercicio en bicicleta.

Tabla 6. Características de las intervenciones

Artículo	Intervención RV	Intervención control
Bekkers et al.	Entrenamiento RV y marcha en cinta de correr	Marcha en cinta de correr
Feng et al.	Entrenamiento RV (Ejercicios de equilibrio, coordinación y estiramiento, marcha)	Ejercicios aeróbicos, ejercicios de coordinación, equilibrio y estiramiento, marcha
Ferraz et al.	Xbox 360 con Kinect (ejercicios de equilibrio y coordinación)	Ejercicios de equilibrio, ejercicios de coordinación y subir escalones Grupo 3: ejercicio aeróbico en bicicleta

Artículo	Intervención RV	Intervención control
Gandolfi et al.	TeleWii, Nintendo Wii, tabla de equilibrio (Ejercicios de estiramiento, equilibrio y funcionales)	Ejercicios de estiramiento y equilibrio
Pazzaglia et al.	RV NIRVANA (ejercicios de función y coordinación)	Movilización articular, ejercicios respiratorios de equilibrio y coordinación, marcha
Pompeu et al.	Wii Fit Exergaming (equilibrio y entrenamiento cognitivo)	Equilibrio, rotaciones de tronco y transferencia de cargas

Si pasamos a analizar la duración de las sesiones de entrenamiento, el tiempo de cada sesión oscila entre 40 minutos y 1 hora. Más de la mitad de los estudios incluidos aplicaron el programa de rehabilitación tres veces por semana (61,63-65), un estudio cinco veces por semana (62) y otro estudio lo hizo 2 veces por semana (66). La intervención total varió entre 6 y 12 semanas, siendo la media de esta unas 7,5 semanas. Aquí de nuevo observamos que hay mucha heterogeneidad entre las diferentes referencias incluidas en esta revisión.

MEDIDAS DE RESULTADOS

En el cuadro que se adjunta a continuación podemos observar la heterogeneidad que hay en cuanto a las escalas y/o instrumentos de medida utilizados por los distintos artículos incluidos en nuestra revisión bibliográfica para valorar cada variable (Tabla 2).

Equilibrio

La escala más utilizada fue la Berg Balance Scale (BBS). La escala cuenta con 14 actividades relacionadas con el equilibrio, con una puntuación total de 56 puntos. Cuanto mayor sea esta, más equilibrio tendrá el sujeto, en cambio una puntuación inferior a 40 sugiere un riesgo

de caída. Los puntos dependen del tiempo que se mantiene cada posición, la distancia a la que el miembro superior es capaz de estirarse frente al cuerpo y el tiempo necesario realizar la tarea (67).

Otra forma de evaluación fue el Mini Balance Evaluation System Test (Mini-BEST), que valora el equilibrio dinámico. Consta de 14 ítems, divididos en ajustes posturales anticipatorios, control postural reactivo, orientación sensorial y marcha dinámica. Cuenta con una puntuación total de 28 puntos (68).

El Dynamic Gait Index (DGI) tiene 8 ítems para el equilibrio dinámico que evalúa la capacidad del sujeto para adaptarse a las distintas dificultades de la marcha. Tiene una puntuación total de 24 puntos que dependen de la calidad de ejecución, la velocidad o la necesidad de asistencia (69).

Y por último se utilizó el Unipedal Stance Test (UPST). En este se pide al sujeto que se mantenga en pie sobre una pierna durante 60 segundos, con los brazos cruzados frente al tronco (70).

Confianza en el equilibrio

Se utilizó la Falls Efficacy Scale-International (FES-I). Consta de 16 ítems, formados por los 10 ítems de la FES y seis

ítems nuevos. Se emplean las instrucciones FES evaluando el nivel de preocupación por las caídas en una escala de cuatro puntos (1 = nada preocupado, 4 = muy preocupado) (71).

También se hace uso de la Activities Balance Confidence scale (ABC). Tiene un rango de puntuación de 0 a 100, de forma que mientras más alta sea, mejor rendimiento. Si se encuentra por debajo de 75,6 hay riesgo de caídas (72).

Marcha

El 6-minute walk test (6MWT) mide la distancia que un sujeto camina en 6 minutos sobre una superficie dura y plana, a su ritmo y descansando si es preciso (73).

Otro de los test utilizados fue Timed 'Up and Go' Test (TUGT) en el que el sujeto sentado en una silla con reposabrazos se levanta, camina hacia adelante 3 m y vuelve a sentarse. Este proceso se repite 3 veces con descanso de 1 min y se utiliza el tiempo medio (74).

El 10-m walk test (10-WMT) valora la velocidad de la marcha. Es una pasarela de 15 metros en los que los 3 primeros y los 2 últimos metros se usan para acelerar y desacelerar respectivamente y se cronometra sin contar estos metros (75).

Un estudio utilizó el New Freezing of Gait Questionnaire (NFOG-Q) que consta de 9 ítems que miden la congelación de la marcha, con una puntuación total de 28 puntos (76).

Calidad de vida

Uno de los cuestionarios fue Parkinson Disease Questionnaire-39 (PDQ-39), que cuenta con 39 ítems divididos en 8 grupos: movilidad, actividades de la vida diaria, bienestar emocional, estigma, apoyo social, cogniciones, comunicación y molestias

corporales (77). Además, otro estudio utilizó Parkinson's Disease Quality of Life questionnaire (PDQ-8) que es una versión más resumida del anterior (78).

Y por último se utilizó Short Form-36 (SF-36), que consta de 36 preguntas repartidas en ocho grupos: limitaciones en las actividades físicas, limitaciones en las actividades sociales, limitaciones en las actividades habituales del rol, dolor corporal, salud mental general (malestar psicológico y bienestar), vitalidad, y percepciones generales de salud (79).

Depresión

Esta variable solo fue medida en un ensayo mediante el 15-item Geriatric Depression Scale (GDS-15), conformada por 15 ítems de respuesta dicotómica (sí o no), a las que se le da un punto a cada respuesta positiva (80).

Función física

En la escala Physical Activity Scale for the Elderly (PASE) mide el nivel de actividad física en actividades relacionadas con el tiempo libre, las actividades relacionadas con el trabajo y el hogar en un período anterior de 7 días. La puntuación total se calcula multiplicando el tiempo dedicado a cada actividad por los pesos de cada uno de los elementos y luego sumando las actividades generales. El total de puntos oscila entre 0 y 400, a mayor puntuación mejor nivel de actividad física (81).

Dos ensayos utilizaron The third part of Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS3) que se usa en pacientes con EP y tiene una puntuación total de 56 puntos, en la que a mayor puntuación indica una función motora más afectada (82).

Otro cuestionario del cual se hizo uso fue World Health Organization Disability Assessment Schedule 2.0 (WHODAS 2.0)

que valora el nivel de funcionamiento en seis dominios de la vida: cognición, movilidad, autocuidado, llevarse bien, actividades de la vida, participación. Lo conforman 36 cuestiones cuya puntuación va de 0 a 4 puntos cada una (83).

Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand scale (DASH) es un cuestionario de autoinforme de 30 ítems que valora la función física y los síntomas en sujetos con trastornos musculoesqueléticos de los miembros superiores (84).

Tabla 7. Instrumentos de medida de cada variable

Variables	Escalas o instrumento
Equilibrio	Berg Balance Scale (BBS) Mini Balance Evaluation System Test (Mini-BEST) Dynamic Gait Index (DGI) Unipedal Stance Test (UPST)
Confianza equilibrio	Falls Efficacy Scale-International (FES-I) Activities Balance Confidence scale (ABC)
Marcha	6-minute walk test (6MWT) Timed 'Up and Go' Test (TUGT) 10-m walk test (10-WMT) New Freezing of Gait Questionnaire (NFOG-Q)
Calidad de vida	Parkinson Disease Questionnaire-39 (PDQ-39) Parkinson's Disease Quality of Life questionnaire (PDQ-8) Short Form-36 (SF-36)
Depresión	15-item Geriatric Depression Scale (GDS-15)
Función física	Physical Activity Scale for the Elderly (PASE) The third part of Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS3) World Health Organization Disability Assessment Schedule 2.0 (WHODAS 2.0) Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand scale (DASH)

Fuente: elaboración propia

CARACTERÍSTICAS DE LAS MEDIDAS DE RESULTADO

Si nos centramos en las variables medidas, la más destacada es el nivel de equilibrio, medida en todos los artículos excepto en Ferraz et al. (63) que se centra más en la marcha.

Para el equilibrio la escala más utilizada fue la BBS, además también se hizo uso en un ensayo de Mini-BEST (61) y en otro del UPST (66). Asimismo, se tuvo en cuenta una

variable clínica relacionada con el equilibrio, que es el nivel de confianza en el equilibrio medido en dos ensayos (61,64) por FES-I y ABC. Todos los estudios analizados encontraron mejoras significativas entre el grupo control y grupo de intervención.

Nuestra segunda variable primaria, que es la marcha, estuvo presente en tres artículos (61,63,64). La capacidad de la marcha se cuantificó con 6MWT en un ensayo (63), mientras otro (62) utilizó

TUGT, aparte se tuvo en cuenta su velocidad a través del 10-WMT. Hubo un artículo (61) que se centró en medir la severidad de la congelación de la marcha utilizando la escala NFOG-Q. Los estudios que manejaron esta variable, solo uno (63) encontró una mejora significativa en la velocidad de la marcha, sin embargo, el estudio que evaluó la severidad de la congelación de la marcha (61) reportó resultados negativos post-intervención para aquellos que la tenían tanto en grupo control como experimental.

El riesgo de caídas fue evaluado en dos estudios (64,65), empleándose para ello el DGI. El estudio de Pazzaglia et al. (65) encontró mejores resultados para esta variable para el grupo experimental con una diferencia de hasta 1,6 puntos.

Hasta tres ensayos (63-65) midieron la calidad de vida con diferentes cuestionarios PDQ-39, PDQ-8 y SF-26, encontrándose una mejora general en todos los pacientes, excepto el estudio de

Pazzaglia et al. (65) que sí tuvo una mejora significativa entre ambos grupos.

Un solo estudio (63) tuvo en cuenta el nivel de depresión de los pacientes evaluado con GDS-15, e informa de una mejora de su percepción en los dos grupos.

Y ya, por último, también se evaluó la función física en cinco ensayos (61-63,65,66) con diferentes escalas en cada uno como son PASE, UPDRS3, WHODAS 2.0, DASH. Dos estudios fueron los que informaron de mejoras significativas entre grupos. Feng et al. (62) muestra una mejora para el grupo experimental, mientras que Pazzaglia et al. (65) nos indica una mayor función en el brazo en el grupo control.

También existieron diferencias en cuanto a la reevaluación de las variables. Bekkers et al. (61) lo hicieron a los 6 meses, mientras que Pompeu et al. (66) a los dos meses y Gandolfi et al. (64) lo hizo al mes de la intervención. El resto solo midieron antes y después de la intervención.

Tabla 8. Análisis de los resultados

MEDIDAS	Bekkers et al.	Feng et al.	Ferraz et al.	Gandolfi et al.	Pazzaglia et al.	Pompeu et al.
Equilibrio	+	+		+	+	+
Confianza en equilibrio	+			+		
Marcha	-		+	N		
Calidad de vida			N	N	+	
Depresión			N			
Función física	N	+	N		-	N

+: Mejora significativa ($p < .05$) GI>GC;

N: no diferencias significativas entre grupos;

-: Mejora significativa ($p < .05$) GC>GI; En blanco: medida no observada en la intervención

Fuente: elaboración propia

CALIDAD METODOLÓGICA Y EL RIESGO DE SESGO

Los artículos incluidos muestran una calidad metodológica de entre 6 y 8 en la puntuación total de la escala PEDro, siendo

la media de estos 6.8, lo que nos permite catalogarla como buena calidad metodológica.

De los seis estudios incluidos en la revisión bibliográfica, todos los artículos

tuvieron puntuaciones PEDro entre 6 y 8 y se consideraron evidencia de nivel 1 (buena calidad metodológica). Por lo tanto, todos son de moderada calidad metodológica.

Tabla 9. Calidad metodológica de acuerdo a la escala PEDro

	Bekkers et al. (2020)	Feng et al. (2019)	Ferraz et al. (2018)	Gandolfi et al. (2017)	Pazzaglia et al. (2019)	Pompeu et al. (2012)
Criterios elección especificados	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Sujetos al azar	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Asignación oculta	NO	NO	SI	NO	NO	NO
Grupos similares	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Sujetos cegados	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Terapeutas cegados	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Evaluadores cegados	NO	SI	NO	SI	NO	SI
> 85%	SI	SI	SI	SI	NO	SI
Análisis de datos por intención de tratar	SI	SI	SI	NO	SI	SI
Comparaciones	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Medidas puntuales y de variabilidad	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Total puntuación	7/10	7/10	8/10	6/10	6/10	7/10

Fuente: elaboración propia

5. DISCUSIÓN

Esta revisión bibliográfica ha incluido y analizado seis ECAs que cumplían con todos los criterios de inclusión. Estos evalúan la efectividad del uso de equipos de RV como método de intervención para mejorar el equilibrio y la marcha en pacientes diagnosticados de EP. La calidad metodológica de estos artículos se ha valorado de manera positiva conforme a la escala PEDro, y conforman una muestra total de 370 pacientes con EP. Teniendo en cuenta la gran diversidad de enfoques y usos de los equipos de RV de los que se ha hecho uso en la bibliografía revisada, se extrajo de los resultados que esta técnica es más efectiva que la fisioterapia convencional para la mejora tanto del

equilibrio estático y dinámico como de la marcha, el riesgo de caídas, la calidad de vida, la depresión y la función física en pacientes con EP. Además, al haber toda esta variedad de técnicas de RV, nos ayuda a avalar la validez clínica de nuestros hallazgos en cuanto a su eficacia.

Asimismo, hay muchos otros autores que han evidenciado el uso de la RV para otras patologías neurológicas como por ejemplo en el accidente cerebrovascular, en el que también produce mejoras similares a pacientes con EP donde podemos incluir la función motora o física y calidad de vida (85,86). Los instrumentos o métodos de RV revisados en la literatura como ya hemos citados fueron muy diversos, pero todos están clasificados dentro de la modalidad de métodos no

inmersivos de RV. Si los comparamos entre ellos e incluso con la fisioterapia convencional, esta tecnología nos permite preparar programas de entrenamiento más individualizados a cada paciente y acordes con las características de la enfermedad, ya que no es lo mismo trabajar con pacientes que se encuentren en estadio I o II como es el caso del estudio de Pompeu et al. (66) que con pacientes en estadio III o IV como muestra el ensayo de Feng et al. (62), por lo que hará que discernir entre un instrumento de RV u otro que se adecue a las circunstancias y la capacidad que vayamos a entrenar. Además, nos agiliza y permite conocer los datos del entrenamiento en tiempo real (55).

Nuestros resultados muestran que todos los estudios que evalúan el equilibrio (61,62,64-66) encuentran que el grupo intervenido con RV tienen mejores resultados. Feng et al. (62) es el que informa de mayor efecto inmediato tras el entrenamiento, aunque no realiza mediciones a largo plazo para ver su evolución. Esto contrasta con otros tres artículos que si la realizan a los 6 meses (61) y al mes (64,66), y notifican resultados positivos, a pesar de que esas mejoras fueron disminuyendo por igual en ambos grupos de intervención.

Bekkers et al. (61) es el único que disocia en su muestra de pacientes con EP los que tienen o no congelación de la marcha (FOG), y es un factor importante a tener en cuenta en este tipo de pacientes, ya que está íntimamente relacionado con un mayor riesgo de caídas (87). Como hemos dicho, en este ensayo se produce una mejora del equilibrio y disminución del riesgo de caídas, pero disminuye tras finalizar el entrenamiento, lo que se asemeja a un estudio realizado en personas de tercera edad propensos a caídas tanto FOG+ como FOG-, que mejoran la

inestabilidad postural, pero después se desvanecen esos efectos tras la intervención (88). De hecho, una investigación en pacientes con EP en los que no se tenía en cuenta el patrón de FOG, arrojó que los efectos del entrenamiento del equilibrio durante 10 semanas desaparecen por completo a los 14 meses de su interrupción (89). Esto refleja el gran papel que juega la adherencia al tratamiento en este tipo de pacientes, para conseguir que los efectos ganados perduren en el tiempo.

El uso de equipos de RV, hace que nos sumerjamos en un entorno virtual semejante al mundo real, permitiendo entrenar destrezas simulando actividades de la vida diaria real (90). Una revisión sistemática que examinó la seguridad, la viabilidad y la eficacia de la RV en la EP, mostró que los pacientes se divertían jugando a los minijuegos, además de proporcionarle mejoras en aspectos motores (91). Nuestro estudio va en concordancia con esto, ya que se muestran mejoras motoras como en el equilibrio, función motora o física, marcha; y la tasa de abandono del total de participantes de los ECAs incluidos es mínima, ya que solo 4 pacientes lo hicieron, lo que supone un 1,08 % de la muestra final, sin que se tratase de causas médicas o problemas de desplazamiento (63).

De todos los artículos incluidos en nuestra revisión, el que más se centra en la marcha es Ferraz et al. (63) encontrando mejoras en los tres grupos de intervención, pero solo notifica cambios significativos en cuanto a la velocidad de la marcha en el grupo entrenado con RV. A estos resultados se suma también Gandolfi et al. (64) quien encuentra mejora en la velocidad de sus pacientes. Todo esto guarda relación con el aumento de la distancia recorrida en 6 minutos (6-MWT)

en la que todos los sujetos superaron los 30,5 m después del entrenamiento (63). Esto es significativo si nos fijamos en un estudio (92) que indicó que los cambios entre 14 y 30,5 m sirven de patrón para fijar unos objetivos y concluir que se ha habido un cambio real en la distancia de 6-MWT.

Tres de los ensayos (63-65) indicaron que los pacientes de ambos grupos de entrenamiento mostraban una mejora en su calidad de vida percibida. Pero Pazzaglia et al. (65) si señaló una evolución significativa a favor del grupo experimental, lo que nos permite extraer que el entrenamiento con RV facilita la mejora de la calidad de vida de pacientes con EP. Esto puede ser debido a que la RV provoca la percepción de movimientos reales por el cerebro, induciendo así una mejora en la neuroplasticidad de las diferentes áreas del cerebro y rendimiento motor (34). Así al percibir una mejor función motora durante el entrenamiento, notan una mayor calidad de vida.

Todo esto lo podemos relacionar con el hallazgo de Ferraz et al. (63) que informa de una mejora en la escala GDS-15 para el nivel de depresión en ambos grupos de intervención. La depresión es el factor de mayor impacto sobre la calidad de vida, junto a la edad, la duración de la enfermedad, los síntomas motores y la ansiedad (93). Esta mejora en el nivel de depresión va en línea con otro estudio en el que aplican un programa de RV en adultos mayores, siendo este beneficioso en cuanto a la calidad de vida y los síntomas depresivos después de 12 semanas de intervención (94). Otra investigación (95) afirmó que hay una relación positiva entre el ejercicio física y estado de ánimo positivo en una población de adultos mayores que residían de forma independiente. Esto no hace más que dar respaldo al uso de equipos de RV o exergames como un

método para lograr un buen estado de ánimo, interacción social y por último y no menos importante la adherencia al tratamiento (96).

Hay un estudio (64) que se diferencia del resto en una característica importante si tenemos en cuenta el proceso de intervención y es que la realiza en el hogar, es decir, le aplican telerehabilitación a los pacientes combinada con la RV. Esta es una de las grandes ventajas del uso de la RV. Este estudio extrae mejoras significativas para el equilibrio en el grupo de telerehabilitación, y mejoras en la marcha y el riesgo de caídas, junto a la calidad de vida en ambos grupos. Este tipo de entrenamiento lo podemos denominar como autorehabilitación, ya que realizan los propios pacientes de forma autónoma los ejercicios en casa ya sea complementando la atención presencial como sustituyéndola, y presenta resultados similares en cuanto a eficacia si lo comparamos con la forma asistencial (97). Sin embargo, en relación a esto, una revisión indica que pacientes con EP que reciben la rehabilitación de forma presencial parecen tener mayor mejora en la calidad de vida (98). De esta forma podemos denominar a la telerehabilitación o rehabilitación a distancia como un método apropiado y eficaz tanto para el fisioterapeuta como para el paciente para el manejo de pacientes con EP, siempre y cuando no se use como sustituto total de la atención presencial, sino que sirva para establecer un vínculo actualizado entre el sector hospitalario, el sector privado y el hogar (99). Su uso también ha sido demostrado en otras patologías de carácter neurológico como muestra una revisión (100) en pacientes con esclerosis múltiple, que mejora calidad de vida, funcionalidad y los síntomas; también es factible en sujetos que han sufrido un accidente cerebrovascular (101). De este modo

podemos catalogar la telerehabilitación combinada con RV como otra variante más para el tratamiento de personas con EP, y es un método que en la actualidad ha cobrado más protagonismo y tenido más relevancia debido a la pandemia de COVID-19, garantizando así el mantenimiento de la rehabilitación (99).

Otra de las ventajas es que proporciona una reducción en cuánto a gastos para la sanidad. Uno de los estudios (64) mostró que durante el proceso de rehabilitación con RV de 36 pacientes con EP durante 7 semanas tuvo un gasto de 23.299 €, lo que supone un ahorro de 5.590 € si lo comparamos con los 34 pacientes que realizaron entrenamiento de equilibrio. Luego si la mayoría de pacientes con EP se someten a fisioterapia mediante RV, el ahorro sería enorme.

Esta modalidad de RV es muy provechosa en cuanto a la práctica de ejercicio, ya que, aunque existe ciertos riesgos al realizar intervenciones de manera independiente y con una supervisión restringida, esto aumentará el grado de adherencia al ejercicio a largo plazo en pacientes propensos al abandono, además de poder contar con mayor flexibilidad horaria para su ejecución (102). Uno de esos riesgos o peligros que pueden surgir al practicar ejercicio en el hogar es la adopción de patrones compensatorios en las cadenas musculares para mejorar el rendimiento en el juego de RV, ya que, al estar los pacientes solos, pueden tender a centrarse en obtener una puntuación alta o intentar ganar el juego que en lo verdaderamente importante que es la calidad y fluidez del movimiento, minimizando por lo tanto los efectos reales del entrenamiento. Sin embargo, a pesar de las mejoras reportadas por Gandolfi et al. (64) futuros estudios deberían centrarse en evaluar la calidad del entrenamiento

cuando se tiene una supervisión reducida en el hogar, para garantizar que los pacientes no utilizan patrones de movimiento compensatorios antes de poner en funcionamiento la práctica de ejercicio de RV en el entorno doméstico.

Todos los estudios incluidos en la revisión realizan tiempos diferentes de tratamiento, por lo que es difícil establecer un consenso entre ellos, ya que oscilan entre las 6 semanas (61,65) y las 12 semanas (62). Si lo hay cuando hablamos de la duración de cada sesión donde la media es de unos 45 minutos por sesión. Luego investigaciones futuras podrían centrarse en observar a partir de cuánto tiempo comienza a haber cambios significativos en este tipo de población.

Nuestro estudio presenta una serie de limitaciones. Primera, a pesar de haber realizado una búsqueda bibliográfica ordenada, se han podido omitir estudios con otro tipo de RV más concreta. Segunda, los tipos de intervención de RV, tiempo, dosis e intensidad de entrenamiento fueron muy heterogéneos. Tercera, el material de RV que hemos incluido es muy amplio, y no nos permite sacar conclusiones de cuál es el que mayores resultados depara en sujetos con EP.

6. CONCLUSIONES

La RV es una herramienta que resulta tan efectiva o incluso mejora los resultados de la fisioterapia convencional cuando se entrena el equilibrio y la marcha, donde a parte de la capacidad para caminar, se mejoró la velocidad de la marcha en pacientes con EP. Además, se muestra una mayor motivación por parte de los pacientes al orientar el trabajo a una tarea de la vida diaria, lo que hace que estos se adhieran al tratamiento. Por último,

produce una reducción importante en los gastos de tratamiento.

Los sistemas de RV consiguen mejorar la calidad de vida de estas personas y su estado depresivo, al experimentar una sensación de movimiento real, es decir, similar a su vida cotidiana.

La capacidad física de estas personas también se ve mejorada al entrenar con RV. Asimismo, se consigue reducir el riesgo de caídas guardando sintonía con la implementación de la marcha y el equilibrio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Jankovic J. Parkinson's disease: Clinical features and diagnosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2008;79(4):368-76.
2. Balestrino R, Schapira AHV. Parkinson disease. *Eur J Neurol*. 2020 Jan 1;27(1):27-42.
3. Triegaardt J, Han TS, Sada C, Sharma S, Sharma P. The role of virtual reality on outcomes in rehabilitation of Parkinson's disease: meta-analysis and systematic review in 1031 participants. *Neurol Sci*. 2020 Mar 1;41(3):529-36.
4. Schapira AHV, Chaudhuri KR, Jenner P. Non-motor features of Parkinson disease. *Nat Rev Neurosci*. 2017 Jul 1;18(7):435-50.
5. Armstrong MJ, Okun MS. Diagnosis and Treatment of Parkinson Disease: A Review. *JAMA*. 2020 Feb 11;323(6):548-60.
6. Lee A, Gilbert RM. Epidemiology of Parkinson Disease. *Neurol Clin*. 2016 Nov 1;34(4):955-65.
7. Jagadeesan AJ, Murugesan R, Vimala Devi S, Meera M, Madhumala G, Vishwanathan Padmaja M, et al. Current trends in etiology, prognosis and therapeutic aspects of Parkinson's disease: a review. *Acta Biomed*. 2017 Oct 23;88(3):249-62.
8. Tolosa E, Wenning G, Poewe W. The diagnosis of Parkinson's disease. *Lancet Neurol*. 2006 Jan;5(1):75-86.
9. Feng YS, Yang SD, Tan ZX, Wang MM, Xing Y, Dong F, et al. The benefits and mechanisms of exercise training for Parkinson's disease. *Life Sci*. 2020 Mar 15;245.
10. Hoehn MM, Yahr MD. Parkinsonism: onset, progression and mortality. *Neurology*. 1967;17(5):427-42.
11. Opara JA, Matecki A, Matecka E, Socha T. Motor assessment in Parkinson's disease. *Ann Agric Environ Med*. 2017;24(3):411-5.
12. J. Pagonabarraga-Mora, J. Kulisevsky. Dopaminergic treatment in Parkinson's disease: what has each therapeutic family got to offer?. *Rev Neurol*. 2014;58:25-34
13. Reich SG, Savitt JM. Parkinson's Disease. *Med Clin North Am*. 2019 Mar 1;103(2):337-50.
14. Sultanova SG, Fedorova N V., Bril E V., Gamaleya AA, Tomskiy AA. [Deep brain stimulation effect on postural instability and gait disorders in Parkinson's disease]. *Zhurnal Nevrol i psikiatrii Im SS Korsakova*. 2019;119(9):123-30.
15. Perestelo-Pérez L, Rivero-Santana A, Pérez-Ramos J, Serrano-Pérez P, Panetta J, Hilarion P. Deep brain stimulation in Parkinson's disease: meta-analysis of randomized controlled trials. *J Neurol*. 2014 Nov 1;261(11):2051-60.
16. Almeida L, Deeb W, Spears C, Opri E, Molina R, Martinez-Ramirez D, et al. Current Practice and the Future of Deep Brain Stimulation Therapy in Parkinson's Disease. *Semin Neurol*. 2017 Apr 1;37(2):205-14.
17. Mak MK, Wong-Yu IS, Shen X, Chung CL. Long-term effects of exercise and physical therapy in people with

Parkinson disease. *Nat Rev Neurol*. 2017 Nov 1;13(11):689–703.

18. Dupouy J, Ory-Magne F, Brefel-Courbon C. [Other care in Parkinson's disease: Psychological, rehabilitation, therapeutic education and new technologies]. *Presse Med*. 2017 Mar 1;46(2 Pt 1):225–32.

19. Keus S, Munneke M, Graziano M, Paltamaa J, Pelosin E, Domingos J, et al. European Physiotherapy Guideline for Parkinson's Disease Information for people with Parkinson's. *Eur Physiother Guidel Park Dis*. 2012;13.

20. Duchesne C, Lungu O, Nadeau A, Robillard ME, Boré A, Bobeuf F, et al. Enhancing both motor and cognitive functioning in Parkinson's disease: Aerobic exercise as a rehabilitative intervention. *Brain Cogn*. 2015 Oct 1;99:68–77.

21. Wu PL, Lee M, Huang TT. Effectiveness of physical activity on patients with depression and Parkinson's disease: A systematic review. *PLoS One*. 2017 Jul 1;12(7).

22. Snijders AH, Toni I, Ružička E, Bloem BR. Bicycling breaks the ice for freezers of gait. *Mov Disord*. 2011 Feb 15;26(3):367–71.

23. Mehrholz J, Kugler J, Storch A, Pohl M, Elsner B, Hirsch K. Treadmill training for patients with Parkinson's disease. *Cochrane database Syst Rev*. 2015 Aug 22;(8).

24. Allen NE, Sherrington C, Paul SS, Canning CG. Balance and falls in Parkinson's disease: a meta-analysis of the effect of exercise and motor training. *Mov Disord*. 2011 Aug 1;26(9):1605–15.

25. Horak FB, Wrisley DM, Frank J. The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to differentiate balance deficits. *Phys Ther*. 2009 May;89(5):484–98.

26. Nieuwboer A, Rochester L, Müncks L, Swinnen SP. Motor learning in Parkinson's disease: limitations and potential for rehabilitation. *Parkinsonism*

Relat Disord. 2009 Dec;15 Suppl 3(SUPPL. 3).

27. Perez-Marcos D. Virtual reality experiences, embodiment, videogames and their dimensions in neurorehabilitation. *J Neuroeng Rehabil*. 2018 Nov 26;15(1).

28. Henderson A, Korner-Bitensky N, Levin M. Virtual reality in stroke rehabilitation: a systematic review of its effectiveness for upper limb motor recovery. *Top Stroke Rehabil*. 2007 Mar;14(2):52–61.

29. Albiol Pérez S, Mariano Alcañiz Raya José Antonio Gil Gómez DD. Rehabilitación Virtual Motora: una Evaluación al tratamiento de pacientes con Daño Cerebral Adquirido [tesis doctoral]. Valencia: Riunet. 2014 Jun 13

30. Slater M. Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2009 Dec 12;364(1535):3549–57.

31. Ventura S, Brivio E, Riva G, Baños RM. Immersive Versus Non-immersive Experience: Exploring the Feasibility of Memory Assessment Through 360° Technology. *Front Psychol*. 2019 Nov 14;10.

32. Bevilacqua R, Maranesi E, Riccardi GR, Di Donna V, Pelliccioni P, Luzzi R, et al. Non-Immersive Virtual Reality for Rehabilitation of the Older People: A Systematic Review into Efficacy and Effectiveness. *J Clin Med*. 2019 Nov 1;8(11).

33. An CM, Park YH. The effects of semi-immersive virtual reality therapy on standing balance and upright mobility function in individuals with chronic incomplete spinal cord injury: A preliminary study. *J Spinal Cord Med*. 2018 Mar 4;41(2):223–9.

34. Georgiev DD, Georgieva I, Gong Z, Nanjappan V, Georgiev G V. Virtual Reality for Neurorehabilitation and

Cognitive Enhancement. *Brain Sci.* 2021 Feb 1;11(2):1–20.

35. Bayn M, Martnez J. Rehabilitación del ictus mediante realidad virtual. *Rehabilitación.* 2010 Jul 1;44(3):256–60.

36. Invitto S, Spada I, de Paolis LT. Augmented Reality, Embodied Cognition and Learning. *Lect Notes Comput Sci (including Subser Lect Notes Artif Intell Lect Notes Bioinformatics).* 2015;9254:125–34.

37. Park E, Yun BJ, Min YS, Lee YS, Moon SJ, Huh JW, et al. Effects of a Mixed Reality-based Cognitive Training System Compared to a Conventional Computer-assisted Cognitive Training System on Mild Cognitive Impairment: A Pilot Study. *Cogn Behav Neurol.* 2019 Sep 1;32(3):172–8.

38. Viau A, Feldman AG, McFadyen BJ, Levin MF. Reaching in reality and virtual reality: a comparison of movement kinematics in healthy subjects and in adults with hemiparesis. *J Neuroeng Rehabil.* 2004 Dec 14;1(1).

39. Martin-Martin J, Cuesta-Vargas AI, Labajos-Manzanares MT. Efectividad clínica de la intervención terapéutica sobre la mano con realidad virtual en sujetos hemipléjicos: Revisión sistemática. *Fisioterapia.* 2015;37(1):27–34.

40. Holden MK. Virtual environments for motor rehabilitation: review. *Cyberpsychol Behav.* 2005 Jun;8(3):187–211.

41. Winter C, Kern F, Gall D, Latoschik ME, Pauli P, Käthner I. Immersive virtual reality during gait rehabilitation increases walking speed and motivation: a usability evaluation with healthy participants and patients with multiple sclerosis and stroke. *J Neuroeng Rehabil.* 2021 Dec 1;18(1).

42. Bohil CJ, Alicea B, Biocca FA. Virtual reality in neuroscience research and therapy. *Nat Rev Neurosci.* 2011 Dec;12(12).

43. Boyd LA, Winstein CJ. Implicit motor-sequence learning in humans following unilateral stroke: the impact of practice and explicit knowledge. *Neurosci Lett.* 2001 Jan 26;298(1):65–9.

44. Anwer S, Waris A, Gilani SO, Iqbal J, Shaikh N, Pujari AN, et al. Rehabilitation of Upper Limb Motor Impairment in Stroke: A Narrative Review on the Prevalence, Risk Factors, and Economic Statistics of Stroke and State of the Art Therapies. *Healthc (Basel, Switzerland).* 2022 Feb 1;10(2).

45. Tieri G, Morone G, Paolucci S, Iosa M. Virtual reality in cognitive and motor rehabilitation: facts, fiction and fallacies. *Expert Rev Med Devices.* 2018 Feb 1;15(2):107–17.

46. Ikbali Afsar S, Mirzayev I, Umit Yemisci O, Cosar Saracgil SN. Virtual Reality in Upper Extremity Rehabilitation of Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2018 Dec 1;27(12):3473–8.

47. de Rooij IJM, van de Port IGL, Meijer JW. Effect of Virtual Reality Training on Balance and Gait Ability in Patients With Stroke: Systematic Review and Meta-Analysis. *Phys Ther.* 2016 Dec 1;96(12):1905–18.

48. Lee HS, Park YJ, Park SW. The Effects of Virtual Reality Training on Function in Chronic Stroke Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Biomed Res Int.* 2019;2019.

49. Ren Z, Wu J. The Effect of Virtual Reality Games on the Gross Motor Skills of Children with Cerebral Palsy: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Int J Environ Res Public Health.* 2019 Oct 2;16(20).

50. Wu J, Loprinzi PD, Ren Z. The Rehabilitative Effects of Virtual Reality Games on Balance Performance among Children with Cerebral Palsy: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Int J Environ Res Public Health.* 2019 Nov 1;16(21).

51. Fandim JV, Saragiotto BT, Porfírio GJM, Santana RF. Effectiveness of virtual reality in children and young adults with cerebral palsy: a systematic review of randomized controlled trial. *Brazilian J Phys Ther.* 2021 Jul 1;25(4):369–86.
52. Molhemi F, Monjezi S, Mehravar M, Shaterzadeh-Yazdi MJ, Salehi R, Hesam S, et al. Effects of Virtual Reality vs Conventional Balance Training on Balance and Falls in People With Multiple Sclerosis: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2021 Feb 1;102(2):290–9.
53. Dalmazane M, Gallou-Guyot M, Compagnat M, Magy L, Montcuquet A, Billot M, et al. Effects on gait and balance of home-based active video game interventions in persons with multiple sclerosis: A systematic review. *Mult Scler Relat Disord.* 2021 Jun 1;51.
54. Havran MA, Bidelspace DE. Virtual Physical Therapy and Telerehabilitation. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2021 May 1;32(2):419–28.
55. Lei C, Sunzi K, Dai F, Liu X, Wang Y, Zhang B, et al. Effects of virtual reality rehabilitation training on gait and balance in patients with Parkinson's disease: A systematic review. *PLoS One.* 2019 Nov 1;14(11).
56. Chen Y, Gao Q, He CQ, Bian R. Effect of Virtual Reality on Balance in Individuals With Parkinson Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Phys Ther.* 2020 Jun 23;100(6):933–45.
57. Rutkowski S, Kiper P, Cacciante L, Cieřlik B, Mazurek J, Turolla A, et al. Use of virtual reality-based training in different fields of rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *J Rehabil Med.* 2020 Nov 1;52(11).
58. Dias P, Silva R, Amorim P, Laíns J, Roque E, Serôdio I, et al. Using Virtual Reality to Increase Motivation in Poststroke Rehabilitation: VR Therapeutic Mini-Games Help in Poststroke Recovery. *IEEE Comput Graph Appl.* 2019 Jan 1;39(1):64–70.
59. Lloréns R, Noé E, Colomer C, Alcañiz M. Effectiveness, usability, and cost-benefit of a virtual reality-based telerehabilitation program for balance recovery after stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2015 Mar 1;96(3):418–425.e2.
60. de Morton NA. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Aust J Physiother.* 2009;55(2):129–33.
61. Bekkers EMJ, Mirelman A, Alcock L, Rochester L, Nieuwhof F, Bloem BR, et al. Do Patients With Parkinson's Disease With Freezing of Gait Respond Differently Than Those Without to Treadmill Training Augmented by Virtual Reality? *Neurorehabil Neural Repair.* 2020 May 1;34(5):440–9.
62. Feng H, Li C, Liu J, Wang L, Ma J, Li G, et al. Virtual reality rehabilitation versus conventional physical therapy for improving balance and gait in parkinson's disease patients: A randomized controlled trial. *Med Sci Monit.* 2019;25:4186–92.
63. Ferraz DD, Trippo K V, Duarte GP, Neto MG, Bernardes Santos KO, Filho JO. The Effects of Functional Training, Bicycle Exercise, and Exergaming on Walking Capacity of Elderly Patients With Parkinson Disease: A Pilot Randomized Controlled Single-blinded Trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2018;99(5):826–33.
64. Gandolfi M, Geroïn C, Dimitrova E, Boldrini P, Waldner A, Bonadiman S, et al. Virtual Reality Telerehabilitation for Postural Instability in Parkinson's Disease: A Multicenter, Single-Blind, Randomized, Controlled Trial. *Biomed Res Int.* 2017;2017.
65. Pazzaglia C, Imbimbo I, Tranchita E, Minganti C, Ricciardi D, Lo Monaco R, et al. Comparison of virtual reality rehabilitation and conventional rehabilitation in Parkinson's disease: a

randomised controlled trial. *Physiother* (United Kingdom). 2020 Mar 1;106:36–42.

66. Pompeu JE, Mendes FADS, Silva KGD, Lobo AM, Oliveira TDP, Zomignani AP, et al. Effect of Nintendo Wii™Based motor and cognitive training on activities of daily living in patients with Parkinson's disease: A randomised clinical trial. *Physiother* (United Kingdom). 2012;98(3):196–204.

67. Berg KO, Maki BE, Williams JI, Holliday PJ, Wood-Dauphinee SL. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil*. 1992;73(11):1073–80.

68. Löfgren N, Benka Wallén M, Sorjonen K, Conradsson D, Franzén E. Investigating the Mini-BESTest's construct validity in elderly with Parkinson's disease. *Acta Neurol Scand*. 2017 Jun 1;135(6):614–21.

69. Pardasane PK, Latham NK, Jette AM, Wagenaar RC, Ni P, Slavin MD, et al. Sensitivity to change and responsiveness of four balance measures for community-dwelling older adults. *Phys Ther*. 2012 Mar;92(3):388–97.

70. Springer BA, Marin R, Cyhan T, Roberts H, Gill NW. Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. *J Geriatr Phys Ther*. 2007;30(1):8–15.

71. Yardley L, Beyer N, Hauer K, Kempen G, Piot-Ziegler C, Todd C. Development and initial validation of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I). *Age Ageing*. 2005 Nov;34(6):614–9.

72. Powell LE, Myers AM. The Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1995;50A(1):M28–34.

73. Falvo MJ, Earhart GM. Six-Minute Walk Distance in Persons With Parkinson Disease: A Hierarchical Regression Model. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009 Jun;90(6):1004–8.

74. Morris S, Morris ME, Iansek R. Reliability of measurements obtained with the Timed "Up, & Go" Test in people with Parkinson disease. *Phys Ther*. 2001;81(2):810–8.

75. Chan WLS, Pin TW. Reliability, validity and minimal detectable change of 2-min walk test and 10-m walk test in frail older adults receiving day care and residential care. *Aging Clin Exp Res*. 2020 Apr 1;32(4):597–604.

76. Hulzinga F, Nieuwboer A, Dijkstra BW, Mancini M, Strouwen C, Bloem BR, et al. The New Freezing of Gait Questionnaire: Unsuitable as an Outcome in Clinical Trials? *Mov Disord Clin Pract*. 2020 Feb 1;7(2):199–205.

77. Jenkinson C, Fitzpatrick R, Peto V, Greenhall R, Hyman N. The Parkinson's Disease Questionnaire (PDQ-39): development and validation of a Parkinson's disease summary index score. *Age Ageing*. 1997 Sep;26(5):353–7.

78. Tan LCS, Lau PN, Au WL, Luo N. Validation of PDQ-8 as an independent instrument in English and Chinese. *J Neurol Sci*. 2007 Apr 15;255(1–2):77–80.

79. Apolone G, Mosconi P. The Italian SF-36 Health Survey: translation, validation and norming. *J Clin Epidemiol*. 1998 Nov;51(11):1025–36.

80. Gómez-Angulo C, Campo-Arias A. Escala de Yesavage para Depresión Geriátrica (GDS-15 y GDS-5): estudio de la consistencia interna y estructura factorial * Geriatric Depression Scale (GDS-15 and GDS-5): A study of the internal consistency and factor structure. 10(3):1657–9267.

81. Hatami O, Aghabagheri M, Kahdouei S, Nasiriani K. Psychometric properties of the Persian version of the Physical Activity Scale for the Elderly (PASE). *BMC Geriatr*. 2021 Dec 1;21(1).

82. Martinez-Martin P, Rodriguez-Blazquez C, Alvarez-Sanchez M, Arakaki T, Bergareche-Yarza A, Chade A, et al. Expanded and independent validation of

the Movement Disorder Society-Unified Parkinson's Disease Rating Scale (MDS-UPDRS). *J Neurol*. 2013 Jan;260(1):228-36.

83. Federici S, Bracalenti M, Meloni F, Luciano J V. World Health Organization disability assessment schedule 2.0: An international systematic review. *Disabil Rehabil*. 2017 Nov 6;39(23):2347-80.

84. Padua R, Padua L, Ceccarelli E, Romanini E, Zanolì G, Amadio PC, et al. Italian version of the Disability of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) questionnaire. Cross-cultural adaptation and validation. *J Hand Surg Br*. 2003;28(2):179-86.

85. Laver K, George S, Thomas S, Deutsch JE, Crotty M. Cochrane review: Virtual reality for stroke rehabilitation. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2012 Sep;48(3):523-30.

86. Shin JH, Bog Park S, Ho Jang S. Effects of game-based virtual reality on health-related quality of life in chronic stroke patients: A randomized, controlled study. *Comput Biol Med*. 2015 Aug 1;63:92-8.

87. Okuma Y. Freezing of gait and falls in Parkinson's disease. *J Parkinsons Dis*. 2014;4(2):255-60.

88. Mirelman A, Rochester L, Maidan I, Del Din S, Alcock L, Nieuwhof F, et al. Addition of a non-immersive virtual reality component to treadmill training to reduce fall risk in older adults (V-TIME): a randomised controlled trial. *Lancet* (London, England). 2016 Sep 17;388(10050):1170-82.

89. Wallén MB, Hagströmer M, Conradsson D, Sorjonen K, Franzén E. Long-term effects of highly challenging balance training in Parkinson's disease-a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2018 Nov 1;32(11):1520-9.

90. Ribas CG, Alves da Silva L, Corrêa MR, Teive HG, Valderramas S. Effectiveness of exergaming in improving functional balance, fatigue and quality of

life in Parkinson's disease: A pilot randomized controlled trial. *Parkinsonism Relat Disord*. 2017 May 1;38:13-8.

91. Barry G, Galna B, Rochester L. The role of exergaming in Parkinson's disease rehabilitation: a systematic review of the evidence. *J Neuroeng Rehabil*. 2014 Mar 7;11(1).

92. Bohannon RW, Crouch R. Minimal clinically important difference for change in 6-minute walk test distance of adults with pathology: a systematic review. *J Eval Clin Pract*. 2017 Apr 1;23(2):377-81.

93. Su W, Liu H, Jiang Y, Li S, Jin Y, Yan C, et al. Correlation between depression and quality of life in patients with Parkinson's disease. *Clin Neurol Neurosurg*. 2021 Mar 1;202.

94. Rosenberg D, Depp CA, Vahia I V., Reichstadt J, Palmer BW, Kerr J, et al. Exergames for subsyndromal depression in older adults: a pilot study of a novel intervention. *Am J Geriatr Psychiatry*. 2010;18(3):221-6.

95. Kahlbaugh PE, Sperandio AJ, Carlson AL, Hauselt J. Effects of Playing Wii on Well-Being in the Elderly: Physical Activity, Loneliness, and Mood. *Act Adapt Aging*. 2011 Oct;35(4):331-44.

96. Jorgensen MG, Laessoe U, Hendriksen C, Nielsen OBF, Aagaard P. Efficacy of Nintendo Wii training on mechanical leg muscle function and postural balance in community-dwelling older adults: a randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2013 Jul;68(7):845-52.

97. Flynn A, Allen NE, Dennis S, Canning CG, Preston E. Home-based prescribed exercise improves balance-related activities in people with Parkinson's disease and has benefits similar to centre-based exercise: a systematic review. *J Physiother*. 2019 Oct 1;65(4):189-99.

98. Rajan R, Brennan L, Bloem BR, Dahodwala N, Gardner J, Goldman JG, et al.

Integrated Care in Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Mov Disord.* 2020 Sep 1;35(9):1509–31.

99. Blanc M, Roy A-L, Fraudet B, Piette P, Le Toullec E, Nicolas B, et al. Evaluation of a Digitally Guided Self-Rehabilitation Device Coupled With Telerehabilitation Monitoring in Patients With Parkinson Disease (TELEP@RK): Open, Prospective Observational Study. *JMIR serious games.* 2022 Feb 7;10(1):e24946.

100. Amatya B, Khan F, Galea M. Rehabilitation for people with multiple sclerosis: An overview of Cochrane Reviews. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019 Jan 14;2019(1).

101. Cramer SC, Dodakian L, Le V, See J, Augsburg R, McKenzie A, et al. Efficacy of Home-Based Telerehabilitation vs In-Clinic Therapy for Adults after Stroke: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Neurol.* 2019 Sep 1;76(9):1079–87.

102. Ellis T, Boudreau JK, DeAngelis TR, Brown LE, Cavanaugh JT, Earhart GM, et al. Barriers to exercise in people with parkinson disease. *Phys Ther.* 2013 May;93(5):628–36.

ANEXOS

ANEXO 1. ESCALA PEDRO-ESPAÑOL

1. Los criterios de elección fueron especificados

no ☐ sí ☐ donde:

2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)

no ☐ sí ☐ donde:

3. La asignación fue oculta

no ☐ sí ☐ donde:

4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes:

no ☐ sí ☐ donde:

5. Todos los sujetos fueron cegados:

no ☐ sí ☐ donde:

6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados:

no ☐ sí ☐ donde:

7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados:

no ☐ sí ☐ donde:

8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos:

no ☐ sí ☐ donde:

9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar:

no ☐ sí ☐ donde:

10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave:

no ☐ sí ☐ donde:

11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave:

no ☐ sí ☐ donde:

La escala PEDro está basada en la lista Delphi desarrollada por Verhagen y colaboradores en el Departamento de Epidemiología, Universidad de Maastricht (Verhagen AP et al (1998). *The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology*, 51(12):1235-41). En su mayor parte, la lista está basada en el consenso de expertos y no en datos empíricos. Dos ítems que no formaban parte de la lista Delphi han sido incluidos en la escala PEDro (ítems 8 y 10). Conforme se obtengan más datos empíricos, será posible “ponderar” los ítems de la escala, de modo que la puntuación en la escala PEDro refleje la importancia de cada ítem individual en la escala.

El propósito de la escala PEDro es ayudar a los usuarios de la bases de datos PEDro a identificar con rapidez cuáles de los ensayos clínicos aleatorios (ej. RCTs o CCTs) pueden tener suficiente validez interna (criterios 2-9) y suficiente información estadística para hacer que sus resultados sean interpretables (criterios 10-11). Un criterio adicional (criterio 1) que se relaciona con la validez externa (“generalizabilidad” o “aplicabilidad” del ensayo) ha sido retenido de forma que la lista Delphi esté completa, pero este criterio no se utilizará para el cálculo de la puntuación de la escala PEDro reportada en el sitio web de PEDro.

La escala PEDro no debería utilizarse como una medida de la “validez” de las conclusiones de un estudio. En especial, avisamos a los usuarios de la escala PEDro que los estudios que muestran efectos de tratamiento significativos y que puntúan alto en la escala PEDro, no necesariamente proporcionan evidencia de que el tratamiento es clínicamente útil. Otras consideraciones adicionales deben hacerse para decidir si el efecto del tratamiento fue lo suficientemente elevado como para ser considerado clínicamente relevante, si sus efectos positivos superan a los negativos y si el tratamiento es costo-efectivo. La escala no debería utilizarse para comparar la “calidad” de ensayos realizados en las diferentes áreas de la terapia, básicamente porque no es posible cumplir con todos los ítems de la escala en algunas áreas de la práctica de la fisioterapia.

Última modificación el 21 de junio de 1999. Traducción al español el 30 de diciembre de 2012

Notas sobre la administración de la escala PEDro:

Todos los criterios **Los puntos solo se otorgan cuando el criterio se cumple claramente.** Si después de una lectura exhaustiva del estudio no se cumple algún criterio, no se debería otorgar la puntuación para ese criterio.

Criterio 1 Este criterio se cumple si el artículo describe la fuente de obtención de los sujetos y un listado de los criterios que tienen que cumplir para que puedan ser incluidos en el estudio.

Criterio 2 Se considera que un estudio ha usado una designación al azar si el artículo aporta que la asignación fue aleatoria. El método preciso de aleatorización no precisa ser especificado. Procedimientos tales como lanzar monedas y tirar los dados deberían ser considerados aleatorios. Procedimientos de asignación cuasi-aleatorios, tales como la asignación por el número de registro del hospital o la fecha de nacimiento, o la alternancia, no cumplen este criterio.

- Criterio 3** *La asignación oculta* (enmascaramiento) significa que la persona que determina si un sujeto es susceptible de ser incluido en un estudio, desconocía a que grupo iba a ser asignado cuando se tomó esta decisión. Se puntúa este criterio incluso si no se aporta que la asignación fue oculta, cuando el artículo aporta que la asignación fue por sobres opacos sellados o que la distribución fue realizada por el encargado de organizar la distribución, quien estaba fuera o aislado del resto del equipo de investigadores.
- Criterio 4** Como mínimo, en estudios de intervenciones terapéuticas, el artículo debe describir al menos una medida de la severidad de la condición tratada y al menos una medida (diferente) del resultado clave al inicio. El evaluador debe asegurarse de que los resultados de los grupos no difieran en la línea base, en una cantidad clínicamente significativa. El criterio se cumple incluso si solo se presentan los datos iniciales de los sujetos que finalizaron el estudio.
- Criterio 4, 7-11** *Los Resultados clave* son aquellos que proporcionan la medida primaria de la eficacia (o ausencia de eficacia) de la terapia. En la mayoría de los estudios, se usa más de una variable como una medida de resultado.
- Criterio 5-7** *Cegado* significa que la persona en cuestión (sujeto, terapeuta o evaluador) no conocía a que grupo había sido asignado el sujeto. Además, los sujetos o terapeutas solo se consideran “cegados” si se puede considerar que no han distinguido entre los tratamientos aplicados a diferentes grupos. En los estudios en los que los resultados clave sean auto administrados (ej. escala visual analógica, diario del dolor), el evaluador es considerado cegado si el sujeto fue cegado.
- Criterio 8** Este criterio solo se cumple si el artículo aporta explícitamente *tanto* el número de sujetos inicialmente asignados a los grupos *como* el número de sujetos de los que se obtuvieron las medidas de resultado clave. En los estudios en los que los resultados se han medido en diferentes momentos en el tiempo, un resultado clave debe haber sido medido en más del 85% de los sujetos en alguno de estos momentos.
- Criterio 9** El análisis por *intención de tratar* significa que, donde los sujetos no recibieron tratamiento (o la condición de control) según fueron asignados, y donde las medidas de los resultados estuvieron disponibles, el análisis se realizó como si los sujetos recibieran el tratamiento (o la condición de control) al que fueron asignados. Este criterio se cumple, incluso si no hay mención de análisis por intención de tratar, si el informe establece explícitamente que todos los sujetos recibieron el tratamiento o la condición de control según fueron asignados.
- Criterio 10** Una comparación estadística *entre grupos* implica la comparación estadística de un grupo con otro. Dependiendo del diseño del estudio, puede implicar la comparación de dos o más tratamientos, o la comparación de un tratamiento con una condición de control. El análisis puede ser una comparación simple de los resultados medidos después del tratamiento administrado, o una comparación del cambio experimentado por un grupo con el cambio del otro grupo (cuando se ha utilizado un análisis factorial de la varianza para analizar los datos, estos últimos son a menudo aportados como una interacción grupo x tiempo). La comparación puede realizarse

mediante un contraste de hipótesis (que proporciona un valor "p", que describe la probabilidad con la que los grupos difieran sólo por el azar) o como una estimación de un tamaño del efecto (por ejemplo, la diferencia en la media o mediana, o una diferencia en las proporciones, o en el número necesario para tratar, o un riesgo relativo o hazard ratio) y su intervalo de confianza.

Criterio 11

Una *estimación puntual* es una medida del tamaño del efecto del tratamiento. El efecto del tratamiento debe ser descrito como la diferencia en los resultados de los grupos, o como el resultado en (cada uno) de todos los grupos. Las *medidas de la variabilidad* incluyen desviaciones estándar, errores estándar, intervalos de confianza, rango intercuartílicos (u otros rangos de cuantiles), y rangos. Las estimaciones puntuales y/o las medidas de variabilidad deben ser proporcionadas gráficamente (por ejemplo, se pueden presentar desviaciones estándar como barras de error en una figura) siempre que sea necesario para aclarar lo que se está mostrando (por ejemplo, mientras quede claro si las barras de error representan las desviaciones estándar o el error estándar). Cuando los resultados son categóricos, este criterio se cumple si se presenta el número de sujetos en cada categoría para cada grupo.

Estudio de la eficacia de un tratamiento de Fisioterapia en un paciente con Encefalopatía Metabólica.

Un caso clínico.

Marta Pedraza Hidalgo
Aitor Vaquero Garrido

Resumen:

Introducción: la Encefalopatía Metabólica supone una agresión cerebral difusa sin alteraciones estructurales primarias, como consecuencia de la acumulación de unas o más sustancias tóxicas, así como la deficiencia de una o más sustancias esenciales para el correcto funcionamiento del cerebro. Este estado crítico de etiología multifactorial puede conducir a un déficit energético, una alteración de la neurotransmisión o a una activación microglial que desencadenan la sintomatología del paciente.

Objetivo: comprobar si un tratamiento de fisioterapia es eficaz para mejorar la dependencia funcional, equilibrio/marcha y deterioro cognitivo en un paciente con dicho cuadro clínico.

Metodología: estudio de un caso clínico en el cual se examinan los resultados de la aplicación de un tratamiento de fisioterapia mediante el Índice de Barthel, el Test de Tinetti y el Mini Examen Cognoscitivo. **Resultados:** se observa una mejora en la puntuación de todos los ítems valorados,

dependencia funcional, marcha y deterioro cognitivo.

Conclusión: se cumplen los objetivos, siendo menos evidentes los cambios en el deterioro cognitivo.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. NEUROANATOMÍA

1.1.1. Sistema Nervioso

Este sistema se encarga de regular actividades corporales mediante la recepción de estímulos internos y/o externos, análisis e integración de estos para producir respuestas en órganos efectores (1,2). Está formado por una red intercomunicante de células nerviosas especializadas en la conducción del impulso nervioso, las neuronas, y por un grupo de células soporte, neuroglia, encargadas de sostener, proteger y nutrir a las neuronas. Estas células constituyen la mayoría de receptores sensitivos, vías de conducción y zonas de análisis e integración de estímulo (1-3).

1.1.1.1. Clasificación anatómica.

Teniendo en cuenta la anatomía, se diferencia el sistema nervioso central (SNC), formado por la médula espinal y el encéfalo, y el sistema nervioso periférico (SNP), constituido por los nervios raquídeos, los pares craneales, los ganglios neuronales y los receptores sensitivos (1,2).

Se trata de un sistema con gran variedad en tamaño y forma de las distintas partes que lo componen, aun así, todas las neuronas tienen la misma estructura básica. Las neuronas son células de forma variable, en las que se distinguen el cuerpo, una serie de prolongaciones ramificadas denominadas dendritas, y una prolongación más larga denominada axón o fibra nerviosa (1,2).

En el axón de neuronas del SNP hay células auxiliares llamadas células de Schwann, cuya membrana plasmática se enrolla alrededor del axón, constituyendo la vaina de mielina. El conjunto de fibras mielínicas forma la sustancia blanca de los centros nerviosos. Otros axones no tienen esta cobertura, las fibras amielínicas, que junto con los cuerpos de las neuronas y la neuroglia forman la sustancia gris. La conducción de la corriente nerviosa está polarizada, entra por las dendritas, pasa por el cuerpo celular y sale por el axón. La asociación de varias fibras nerviosas junto con la protección de tejido conjuntivo es lo que se denomina nervio (1,2).

La unión entre las neuronas, así como, entre ellas y los órganos efectores se hace a través un sistema de unión, denominado sinapsis, que es fundamental en la transmisión del impulso nervioso a través de la liberación de los neurotransmisores (sinapsis químicas) o de la transmisión directa de potenciales de acción o señales eléctricas (sinapsis eléctricas) (4).

1.1.1.2. Clasificación funcional.

Desde el punto de vista funcional, el sistema nervioso se divide en sistema nervioso somático (SNS) y sistema nervioso autónomo (SNA) o vegetativo (2). El SNS tiene acción consciente y voluntaria, regula la recepción de estímulos externos por parte de neuronas sensitivas somáticas y por los sentidos especiales y, tras el análisis e integración de esta información, la generación de respuestas motoras adecuadas en los músculos esqueléticos (5).

Por otro lado, el SNA controla determinadas funciones de forma involuntaria, recibe información sensitiva de los órganos viscerales y elabora respuestas motoras en el músculo liso, el músculo cardíaco y las glándulas. Este, se distribuye tanto en el sistema nervioso central como en el periférico. El sistema nervioso autónomo se divide en dos partes anatómica y funcionalmente diferentes que generalmente tienen efectos opuestos en las estructuras que inervan, el simpático, encargado de preparar el cuerpo ante una emergencia, y el parasimpático, cuya función es conservar y restablecer la energía (1,5).

1.1.2. Sistema nervioso central

Centrándonos en el SNC y en el encéfalo, estructura en la que nos centraremos en este estudio, podemos dividirlo en cuatro partes (2).

1.1.2.1. Tronco encefálico.

Se trata de la continuación de la médula espinal que penetra por el agujero occipital. Está formado por el bulbo raquídeo, la protuberancia y el mesencéfalo (2).

La función de esta estructura es compleja. En ella se hallan las vías ascendentes con información sensorial procedente de la médula hacia niveles

superiores del SNC, así como vías descendentes motoras desde niveles encefálicos hacia la médula. En esta localización destacan las pirámides bulbares, cuyas fibras se entrecruzan en un 90%, dando lugar a la decusación, que explica por qué cada lado del cerebro controla la motricidad voluntaria de la mitad opuesta (6).

Además, existen grupos especiales de neuronas encargadas de actividades vitales, como el control cardíaco y respiratorio, la regulación del ciclo vigilia-sueño o el control de la información dolorosa y propiocepción. Al igual que, funciones motoras inconscientes, como los reflejos oculares y auditivos, y la coordinación de centros superiores. Por ello, una lesión en este nivel puede implicar un gran riesgo vital (2).

El encéfalo presenta nervios periféricos que reciben el nombre de pares craneales, que salen por los orificios de la base del cráneo, formando parte del SNP (1,2).

1.1.2.2. *Cerebelo.*

Es un órgano formado por dos hemisferios unidos por una porción intermedia, el vermis. Se encuentra unido al tronco por los pedúnculos cerebelosos, que dejan un espacio que aloja líquido cefalorraquídeo, el IV ventrículo (2).

Un dato fundamental en esta región es que su disposición, a diferencia del cerebro, cada hemisferio controla a su lado homolateral del cuerpo (1).

Se divide en varias zonas según su organización funcional que es principalmente motora, recibiendo información de la posición de la cabeza y visual, estado de la musculatura y articulaciones, contribuyendo al mantenimiento del equilibrio y la postura, y coordinando los movimientos finos y aprendidos. Las lesiones en esta zona

producen movimientos torpes e incoordinados, produciendo ataxia cerebelosa (7).

1.1.2.3. *Diencéfalo.*

Es la parte del encéfalo que se encuentra entre el tronco encefálico y el cerebro, rodeando al III ventrículo. En él se distinguen varias porciones: tálamo, hipotálamo, epitálamo y subtálamo (2).

El tálamo se encarga de la percepción sensorial de casi todas las vías sensitivas, además cumple funciones motoras y manteniendo la conciencia (1). Por otro lado, el hipotálamo regula muchas funciones orgánicas necesarias para la homeostasis, además de patrones emocionales y de comportamiento. Es una estructura esencial en el control vegetativo, conectado físicamente a la hipófisis, regula la producción de hormonas esenciales (8). El epitálamo, se encarga de segregar melatonina, que actúa como un reloj biológico para el organismo (8). Y, por último, el subtálamo tiene función motora, encargado de la coordinación de movimientos (1).

1.1.2.4. *Cerebro.*

Es la parte más voluminosa a la que llegan todas la informaciones sensitivas y sensoriales conscientes, y elabora las órdenes motoras. Es el lugar donde se llevan a cabo los procesos cognitivos y conductuales (2).

Está formado por los hemisferios que envuelven al diencéfalo, estos, se encuentran separados por la cisura longitudinal y cada uno posee en su interior una cavidad, los ventrículos laterales. En la superficie de estos se encuentran unos surcos de distinta profundidad que delimitan los lóbulos del cerebro: frontal, parietal, temporal y occipital, además de una quinto, el lóbulo de la ínsula que no es visible en la superficie (1,2).

En determinadas regiones de la corteza se procesan distintas informaciones estableciéndose un mapa de áreas funcionales, localizándose en los distintos lóbulos de la siguiente manera. El lóbulo frontal se encarga de la función motora, del habla (área de Broca), cognición y conducta afectiva. Los lóbulos parietal y occipital incluyen las áreas somatosensitivas primarias y de asociación. El lóbulo temporal contempla las áreas auditivas y de asociación y lenguaje sensitivo (área de Wernicke). Y el lóbulo de la ínsula, contiene el área del gusto y del olfato, así con el área del sistema autónomo (1,2,9).

1.1.2.4.1. Sistema límbico.

El cerebro incluye una serie de estructuras conocidas como “cerebro emocional”, desarrollando un papel en las reacciones emocionales. Además, está relacionado con el olfato y la memoria (1,2).

1.1.2.5. Meninges encefálicas.

El encéfalo se encuentra envuelto en capas protectoras, con distinta composición son la piamadre, la aracnoides y la duramadre, de interior a exterior. Entre estas capas se describen los espacios meníngeos, alguno de los cuales son virtuales, es decir, que solo aparecen en situaciones patológicas (2).

1.1.2.6. Ventrículos cerebrales.

En el interior del SNC se encuentran una serie de cavidades y conductos por los que transita el líquido cefalorraquídeo. Este circula por el espacio subaracnoideo alrededor de la médula y el encéfalo, cumpliendo una función de protección y de nutrición, aparte de mantener una presión intracraneal adecuada. Para ello, está sometido a un proceso continuo de secreción dentro de los ventrículos y reabsorción, a través del sistema venoso del encéfalo (1,2).

1.1.3. Vascularización del encéfalo

La irrigación del encéfalo se lleva a cabo a través de dos sistemas arteriales, las arterias carótidas internas y las arterias vertebrales, que se anastomosan en la parte inferior del cerebro conformando el polígono de Willis, un sistema importante que garantiza el flujo sanguíneo en situaciones patológicas. Del retorno se encargan las venas yugulares internas que conducen la sangre hacia el corazón (1).

La falta de oxígeno o niveles anormalmente bajos de glucosa en sangre significan una menor aportación de energía para el encéfalo, lo que puede causar una lesión. No obstante, el encéfalo está protegido por varios mecanismos que pueden prevenir estos problemas (10).

Con la excepción de algunos órganos situados alrededor de los ventrículos, los vasos sanguíneos que irrigan esta zona presentan una estructura con importantes implicaciones funcionales, que se denomina barrera hematoencefálica. La morfología de esta impide el paso de determinadas sustancias desde la sangre al encéfalo, de esta manera protege a las neuronas de sustancias tóxicas y microorganismos (1,11,12).

Debido a que la barrera hematoencefálica controla las sustancias que pueden penetrar, muchos medicamentos, algunas sustancias tóxicas, así como, la glucosa y aminoácidos esenciales no pueden pasar al interior del cerebro. Sin embargo, los sistemas de transporte de la barrera hematoencefálica permiten que las sustancias necesarias para el cerebro logren pasar al tejido cerebral. Por otro lado, sustancias como el alcohol, la cafeína y la nicotina sí pueden pasar, y en la actualidad, ciertos fármacos se han diseñado de modo que puedan atravesar esta barrera (11,13,14).

Cuando se inflama el cerebro, lo que puede ocurrir en caso de ciertas situaciones patológicas, la barrera hematoencefálica se vuelve permeable, permitiendo que algunas sustancias que normalmente no pueden pasar al cerebro sean capaces de hacerlo (11).

1.1.4. Factores metabólicos con efectos en el flujo sanguíneo

El funcionamiento del SNC íntimamente relacionado con el flujo sanguíneo, provoca un aumento inmediato del aporte en las zonas involucradas en las acciones realizadas por el organismo. Si existe una interrupción de este se produce una inhibición del aporte de O₂ y consecuentemente una detención de la actividad metabólica (1,15).

El dióxido de carbono (CO₂) se fusiona con el agua formando ácido carbónico que desprenderá hidrogeniones involucrados en la vasodilatación cerebral que aumenta el flujo sanguíneo. Esta vasodilatación también se produce ante la disminución de la concentración de O₂ (15).

El flujo sanguíneo también se ve comprometido en los cambios de tensión arterial, en los casos en los que aumenta dicha tensión y aumenta el flujo se produce una gran distensión o rotura de los vasos sanguíneos que determinan edemas y hemorragias cerebrales. En estos casos se produce un círculo vicioso, ya que se comprime la vascularización que disminuye el flujo y causa isquemia. Esta, produce una vasodilatación arterial que aumenta aún más la presión capilar, que provocan o aumentan el líquido edemático (15,16).

1.2. ENCEFALOPATÍA METABÓLICA

1.2.1. Definición y causas

Se trata de una agresión cerebral difusa sin alteraciones estructurales primarias,

aguda o crónica, secundaria a la acumulación de unas o más sustancias tóxicas, ya sean endógenas o exógenas, así como la deficiencia de una o más sustancias esenciales para el correcto funcionamiento del cerebro. Estos procesos pueden conducir a un déficit energético, una alteración de la neurotransmisión o a una activación microglial, células neurogliales que constituyen el sistema inmune del SNC (17,18). Por tanto, no se trata de un diagnóstico sino de un estado crítico heterogéneo según la etiología (19).

Las encefalopatías metabólicas pueden ser primarias, que se encuentran en los trastornos intrínsecos del cerebro y suelen ser progresivas, o secundarias que suelen ser reversibles (20), por lo que su diagnóstico y tratamiento precoz es fundamental (17).

La etiología es diversa, llegando a coexistir múltiples factores (17). Las principales causas subyacentes son la privación de oxígeno, la enfermedad metabólica sistémica y efectos de agentes tóxicos (20).

En cuanto a los factores sistémicos que se encuentran en la clínica más frecuentemente, podemos citar: (17,20,21)

- Anormalidades metabólicas
 - Sepsis.
 - Encefalopatía hepática.
 - Insuficiencia renal y síndrome postdialítico.
 - Anormalidades electrolíticas: sodio, calcio, magnesio, fosfato, equilibrio ácido base.
 - Encefalopatía Hipóxico-Isquémica.
 - Hipo e hiperglucemia.
 - Encefalopatía hipertensiva.
 - Deficiencia de vitaminas.

- Trastornos endocrinos: hipertiroidismo, hipotiroidismo, insuficiencia suprarrenal.
- Drogas (incluyendo supresión):
 - Alcohol, sedantes, analgésicos, psicotrópicos.
- Infecciones del Sistema Nervioso Central:
 - Meningitis.
 - Encefalitis.
 - Abscesos cerebrales.
 - Tromboflebitis séptica.
- Lesiones estructurales cerebrales:
 - Accidente cerebrovascular (ACV).
 - Vasculitis primaria o sistémica.
 - Hematoma subdural.
 - Trauma encefalocraneano.
 - Tumores cerebrales.
 - Estados convulsivos.
- Encefalopatía aguda de terapia intensiva.
- Patologías cardiopulmonares (17,20,21).

1.2.2. Fisiopatología

Se desconoce la fisiopatología completa de este cuadro clínico, sin embargo, se considera que los efectos vasculares, infecciones y sobre todo, la acumulación de toxinas tiene el papel fundamental en su desarrollo. Además, del daño a la barrera hematoencefálica que causa la interrupción del correcto funcionamiento del cerebro (21).

Debido a un funcionamiento anormal de los neurotransmisores se producen diversas consecuencias, como edema focal, global o vasogénico, acumulación de tóxicos, así como procesos producidos por el agotamiento de energía. Las neuronas corticales requieren una alta demanda

metabólica, por lo que son las primeras en dañarse (21).

Por lo tanto, aun no siendo necesario que se produzca (22), en la mayoría de ellas se origina una muerte de las células neurales que desencadenan una serie de eventos que provocan una respuesta inflamatoria, generada por el sistema inmunológico que reacciona ante la liberación de moléculas asociadas al daño (23).

La microglía del sistema nervioso central reacciona a estas señales de peligro sufriendo cambios morfológicos y reclutando células inmunitarias periféricas, impulsando la progresión de la inflamación, contribuyendo al daño del parénquima cerebral y su vascularización, así como la ruptura de la barrera hematoencefálica. Durante la fase aguda dicha inflamación agrava la lesión con eventos que propagan la disfunción microvascular, expanden el edema y empeoran el resultado clínico. Sin embargo, también participa en la eliminación de desechos, produce neurotrofinas, encargadas de reparar las células dañadas, y regula la respuesta inmunitaria producida (23).

1.2.3. Factores predisponentes

La aparición de esta patología está asociada a los antecedentes clínicos del paciente, así como, al contexto en el que se iniciaron los síntomas, ya que influirán directamente en los niveles de farmacocinéticos (PK) y farmacodinámicos (PD). Siendo más susceptibles aquellos pacientes con enfermedades que provocan la acumulación de sustancias endógenas o la eliminación o metabolización disminuida, como ocurre en las insuficiencias renales, hepáticas o respiratorias. Así mismo, los que presenten una relación de PK/PD modificado por la edad, por la interacción de diversos medicamentos o por necesidad

de altas dosis de estos. Al igual que serán más vulnerables los pacientes que presenten lesiones previas del sistema nervioso central (17).

1.2.4. Clasificación

En la actualidad, no existe un consenso para clasificar este proceso clínico. Si tenemos en cuenta el factor que la causó, nos encontramos con: (17,24)

- Encefalopatía hipóxica-isquémica.
- Encefalopatía hepática.
- Encefalopatía tóxica.
- Encefalopatía por encefalitis.
- Encefalopatía por hipertensión.
- Encefalopatía urémica o renal.
- Encefalopatía por infección viral.
- Encefalopatía por alteraciones electrolíticas.
- Encefalopatía de Wernicke.
- Encefalopatía epiléptica.
- Encefalopatía séptica.

También se puede clasificar en función de aparición de los síntomas su progresión y la duración total, dando como resultado: (17,24)

- Encefalopatía hiperaguda.
- Encefalopatía aguda.
- Encefalopatía subaguda.
- Encefalopatía crónica.

Pudiendo presentar estas, carácter progresivo o no, los casos en los que se presente una encefalopatía crónica no progresiva, nos encontraremos ante un paciente con parálisis cerebral, término más comúnmente conocido (25).

Así como, todas estas clasificaciones pueden subdividirse si forman parte de un síndrome sistémico o neurológico (26).

1.2.5. Diagnóstico

El diagnóstico de las encefalopatías metabólicas se basa en el contexto y examen clínico. La combinación de hallazgos clínicos y las pruebas analíticas son actualmente la base de su diagnóstico. Dichas pruebas se utilizan para discriminar diagnósticos diferenciales, ya que las pruebas biológicas, el electroencefalograma (EEG) y la resonancia magnética cerebral en ocasiones pueden dar diagnósticos incorrectos por si solas (18,21,26).

1.2.5.1. Pruebas de laboratorio

Los exámenes biológicos de laboratorio variarán dependiendo de los diagnósticos diferenciales considerados. Se realiza un hemograma completo, pruebas de coagulación y determinación de electrolitos, entre los cuales se encuentra la glucosa, urea, creatinina, calcio, magnesio, fosfatos, bilirrubina, enzimas hepáticas, etc. Así como, una gasometría arteria (18).

Es fundamental la determinación de amoniemia, si el paciente presenta enfermedades hepáticas, en los que si el amoniaco se encuentra elevado sugiere encefalopatía hepática, si la cantidad de amoniaco es normal se tratará de una encefalopatía por otra causa. Si nos encontramos ante una EM sin una causa en la que se presente valores elevados de amonio, se evocará a una enfermedad innata del metabolismo que produce anomalías en el ciclo de urea (18).

También se debe valorar la dosis plasmática de fármacos en el caso de antiepilépticos, antibióticos, benzodiacepinas y opiáceos. Además de una dosificación de vitaminas B1, B6, B12, en casos de alcoholismo crónico, desnutrición o cirugía digestiva reciente (18,21).

1.2.5.2. *Electroencefalografía.*

El objetivo de este será confirmar el diagnóstico y descartar la actividad epiléptica. Si existe la presencia de ondas trifásicas indicará diagnóstico de encefalopatía metabólica, sin embargo, esta prueba no descarta el diagnóstico diferencial de los distintos subtipos (18,21).

1.2.5.3. *Imagen mental.*

Esta prueba tiene poca utilidad en el diagnóstico positivo, pero es fundamental para descartar de los principales diagnósticos diferenciales (causas vasculares postraumáticas o espontáneas, meningitis, encefalitis, estados epilépticos, mielinolisis, hipertensión intracraneal, y trastornos neurocognitivos o psiquiátricos) (17,18).

La tomografía computarizada es más accesible pero la resonancia magnética es mucho más sensible, en ambas los hallazgos pueden ser normales, aun así, detectan cambios en la intensidad de actividad de ciertas regiones, además de cambios histológicos como edema difuso o local, hemorragias y necrosis (21,27).

1.2.5.4. *Electromiograma.*

La realización de esta prueba tiene la finalidad de comprobar que el paciente presenta movimientos involuntarios característicos del cuadro que presenta. Produciéndose el silencio de EMG durante la contracción voluntaria en los casos de asterixis, el mioclono está asociado con la aparición de descargas excesivas y el temblor produce la agrupación de descargas en los resultados de dicha prueba (28).

1.2.5.5. *Punción lumbar.*

Esta solo se realizará para el diagnóstico diferencial y en casos en los que el paciente presente estados febriles,

cefaleas y meningismo. Pero como existen escasos datos de concentraciones estándares en LCR, esta práctica no se recomienda rutinariamente (17,18, 24).

1.2.6. *Cuadro clínico*

De acuerdo con su etiología, así como, la variabilidad de regiones cerebrales afectadas hace que las encefalopatías metabólicas adopten diferentes formas clínicas. Pudiendo presentarse en distintos tipos de manifestaciones (17,24).

1.2.6.1. *Trastornos psíquicos y de conciencia.*

Los trastornos psíquicos se hacen evidentes previamente al deterioro de la conciencia. Siendo frecuente la confusión mental, delirio, desorientación temporoespacial, la pérdida de memoria y los trastornos de comportamiento, que van desde los periodos de agitación o agresividad hasta la somnolencia o coma profundo (18,21). Las fluctuaciones en el nivel de conciencia son determinantes para el diagnóstico de esta enfermedad (17).

También se producen alteraciones cognitivo/conductuales entre las que destacan las alteraciones en funciones ejecutivas, tales como planificación, o el razonamiento y memoria; dificultades de la organización visoespacial y cambios de personalidad basados en la desinhibición y comportamientos inapropiados (29). También pueden presentarse alteraciones del lenguaje, pero son más inusuales (18).

1.2.6.2. *Convulsiones.*

En ocasiones suele ser la primera manifestación clínica, tratándose desde cuadros atípicos en una región corporal localizada hasta crisis repetidas que crean un estado de mal convulsivo. Su tratamiento es fundamental e inefectivo hasta que se corrige la causa del foco persistente (17,24).

1.2.6.3. Trastornos sensoriales, sensitivos, motores o reflejos.

Los síntomas y signos neurológicos pueden originarse en los hemisferios o en el tronco encefálico y cerebelo (20). Son frecuentes los trastornos sensoriales, pudiendo ser auditivos o visuales. En cuanto a la sensibilidad objetiva suele estar conservada, aunque es usual la aparición de parestesias (17,21).

Los trastornos motores incluyen hemiplejías o monoplejías, síndromes extrapiramidales (21), que producen alteraciones del tono y trastornos del movimiento entre los que se incluyen temblores, asterixis, mioclonías, síntomas muy sugerentes para el diagnóstico de la disfunción (17,18). En los casos en los que hay una gran afectación, se pueden observar posturas en rigidez de decorticación y de descerebración (17,18).

1.2.7. Tratamiento

Para comenzar a tratar este cuadro clínico será fundamental el manejo sintomático para prevenir el empeoramiento neurológico, así como corregir la etiología (18).

Igualmente, debemos tener presente que nos encontramos ante pacientes en los que su estado patológico les hacen pasar largos periodos hospitalizados en Unidad de Cuidados Intensivos, y se enfrentan a procedimientos que pueden agravar el cuadro clínico previamente explicado y sumar un mayor número de complicaciones neurológicas, siendo ejemplo de esto la intubación orotraqueal, la succión endotraqueal, los dispositivos de presión intracraneal, punción lumbar, ventilación mecánica y catéteres renales y/o arteriales (23).

1.2.7.1. Tratamiento médico.

En cuanto a los trastornos reflejos, estos pacientes presentan arreflexia tendinosa generalizada, presencia de reflejo cutáneo plantar e hiperreflexia generalizada (17,30). La exploración de nervios craneales debe centrarse en las respuestas pupilares, actividad oculomotora y el patrón respiratorio. Las pupilas como norma general suelen presentar respuesta a la luz, y los movimientos oculares no se encuentran afectados, pudiendo observarse cambios en la progresión al coma (17,18,21).

En cuanto a la respiración se presenta una respiración de tipo Cheyne-Stokes o hiperpnea central. Pueden surgir complicaciones por bradipnea, congestión bronquial o neumonía, insuficiencia respiratoria y alcalosis metabólica que pueden precisar de respiración mecánica (17,18).

En la etapa aguda del cuadro son fundamentales los objetivos básicos de neuroprotección: PCO₂ 40 mmHg, glucosa a nivel normal, suelo a 140 mmol/L, temperatura corporal <38.5 °C y presión arterial media >65 mmHg. Si el paciente presenta alteración de la vigilancia, deberá posicionarse en decúbito supino a más de 45°, esta posición minimizará el riesgo a presentar complicaciones mayores (18).

El tratamiento farmacológico variará según la etiología. Siendo fundamental la administración de antibióticos en casos de sepsis, glucocorticoides en los que se presenta inflamación, además de la diálisis o plasmaféresis en casos en los que el paciente presenta fallos renales o acumulación de tóxicos en los que sea necesaria la detoxificación meta (17,21). Así mismo, es necesaria la terapia enzimática o genética en los casos que sean necesarios suplir los déficits que estos pacientes pueden presentar (18).

En casos en los que se sospecha que la encefalopatía es inducida por ciertos fármacos se suspenderá el tratamiento de aquellos fármacos que no resulten esenciales (18).

En cuanto al tratamiento sintomático, se centrarán en el tratamiento de la agitación y trastornos del comportamiento. Los neurolépticos suelen ser los fármacos más adecuados, siendo el haloperidol el más usado en casos de delirio, aun así, se trata de un fármaco asociado al aumento de morbilidad, por lo que también se pueden usar neurolépticos de nueva generación, clozapina o ciamemazina, para disminuir este efecto. Otros especialistas recomiendan la combinación de una benzodiacepina con haloperidol si se requiere de una sedación rápida (18,21).

Finalmente, y si se deduce que el paciente puede presentar disfunciones metabólicas, se debe suplementar con tratamiento metabólico de mantenimiento mediante el aporte de vitaminas B1, B6, Biotina, Riboflavina y B12 (18,21).

1.2.7.2. Tratamiento neuropsicológico.

Para tratar los deterioros conductuales derivados de la zona cerebral afectada por la lesión, es necesario el abordaje cognitivo del paciente, que suele presentar alteraciones de la personalidad y del nivel intelectual, siendo frecuente la irritabilidad y los comportamientos inapropiados y agresivos (30,31).

Aunque no hay una evidencia clara de la conexión existente entre la reorganización cognitiva y la plasticidad cerebral en estos, existen mejoras en los pacientes tratados con neuropsicología cognitiva, en la que se trabaja dicha reorganización para la recuperación de la función en las zonas en las que la actividad cerebral se ve afectada por el daño, para así crear nuevos sistemas cognitivos (32,33).

1.2.7.3. Tratamiento fisioterápico.

La rehabilitación de los déficits motores y sensitivos que presentan estos pacientes será fundamental para el reaprendizaje del movimiento a partir de la fisioterapia (34). Haciendo uso del tratamiento inmediato para hacer uso de la neuroplasticidad, proceso fisiológico por cuyos componentes bioquímicos y fisiológicos se producen reacciones biomoleculares en el sistema nervioso para generar nuevas conexiones nerviosas modificadas en respuestas a la información nueva con respecto a la disfunción (35–37).

Bobath.

Se trata de un enfoque multidisciplinario con el objetivo de que el paciente mejore o mantenga su participación en las actividades de la vida diaria (38), además de ajustar la espasticidad que puede presentar (39).

El tratamiento irá enfocado a los fundamentos del método, en búsqueda de un movimiento normal adaptado al tono, económico, coordinado y automatizado (40). El tono postural debe ser lo suficientemente alto como para contrarrestar la gravedad y lo suficientemente bajo para permitir el movimiento. Del mismo modo, se incidirá en el mecanismo de reflejo postural normal, constituido por las reacciones de equilibrio y de enderezamiento (40,41).

De esta forma la fisioterapia juega un papel fundamental en el progreso de estos pacientes, tanto en su aspecto físico y psicológico, previniendo deformidades, y mejorando tono muscular, equilibrio y, por tanto, la postura adoptada (42).

Facilitación neuromuscular propioceptiva.

Este método comúnmente conocido como Kabat, está destinado a promover el mecanismo neuromuscular generando

adecuados inputs mediante la estimulación de los propioceptores. Se basa en el principio de que toda acción motora es una respuesta sensitivo motora elaborada por el SNC que puede modificarse mediante diversos estímulos (43).

Por tanto, la facilitación neuromuscular propioceptiva hace uso de las partes potencialmente fuertes de los pacientes para irradiar a las partes más débiles mediante mecanismos que implican el reflejo de estiramiento (inhibición autógena y recíproca) (43).

Perfetti.

También conocido como ejercicio terapéutico cognoscitivo del sistema sensoriomotor, se relaciona con la recuperación de la mano tradicionalmente, aunque en la actualidad es empleado para el tratamiento global del cuerpo, siendo primordial la implicación del paciente para el reconocimiento de distintos objetos bidimensionales (44,45). Es fundamental su aplicación en aquellos pacientes que presenten como principal secuela una hemiplejía o hemiparesia leve (45).

Vojta.

Con la denominada "locomoción refleja" se desarrolla este método que busca reacciones motoras innatas a partir de estímulos definidos en unas posturas determinadas. No se aprenden ni se entrenan movimientos normales, sino que se provoca de forma automática e involuntaria la reptación refleja para el arrastre y el volteo refleja para la marcha cuadrúpeda. Siempre basados en los principios básicos de toda locomoción: el enderezamiento en contra de la gravedad, control postural y de equilibrio y movimiento de prensión y paso de las extremidades para reducir las

compensaciones anormales de estos pacientes (46,47).

Imaginería motora.

Con estas técnicas se produce una activación de las neuronas espejo mientras el paciente imagina hacer un movimiento sin realizarlo físicamente, así como, observar o escuchar una acción motora realizada por otros (48).

Desde la fisioterapia se pueden realizar distintas intervenciones, la construcción de la lateralidad, la imaginación del movimiento y la más usada, la terapia espejo. En esta el paciente observa el espejo en el que se refleja el miembro no afecto creando la ilusión de movimiento normal para estimular áreas corticales responsables del movimiento (49).

Reeducación de la marcha.

Son intervenciones para el equilibrio y la marcha con el objetivo de obtener resultados en la locomoción, disminuyendo riesgos asociados como las caídas e inmovilizaciones, además de mejorar la funcionalidad global. Estos métodos son fáciles de implementar con equipamiento de bajo costo y grandes evidencias científicas como distintos entornos y superficies, paralelas, cinchas, escalones, tapiz rodante... así como con tecnologías de alto costo como la terapia con exoesqueletos robóticos, como el lokomat o roborwork (50-52).

Hidroterapia.

El agua es un medio con propiedades terapéuticas determinadas por sus factores térmicos, mecánicos y químicos. Por tanto, la hidrocinesiterapia engloba tratamientos que hacen uso de sus características. En la inmersión se dan las condiciones ideales para reeducar la marcha y entrenar tanto la coordinación

como el equilibrio. Además, la sumersión proporciona estímulos sensoriales que mejoran el esquema corporal que percibe el paciente (53,54). La suma de estos estímulos más el estado de relajación que alcanza el paciente forman la combinación perfecta para mejorar la espasticidad que en numerosas ocasiones presentan (55).

Ejercicio terapéutico.

La pérdida de masa muscular ocasiona un importante deterioro físico en el paciente además de generar una gran dependencia funcional. Los protocolos basados en la fuerza resistencia tanto de miembro superior como inferior, así como el trabajo de la capacidad aeróbica hace que estos pacientes adquieran la capacidad de realizar actividades mantenidas con un menor esfuerzo, que se reduzca la fatiga y que alcancen una recuperación más rápida (56,57). El método Pilates es eficaz para mejorar la fuerza isométrica y el equilibrio, por tanto, reduce el riesgo de caídas (58). Además, se observa una mejoría en cuanto a la función cerebral muy útil para la rehabilitación de las disfunciones cognitivas (59). Ya que la realización de ejercicio tiene efectos neuroprotectores entre los que se incluyen cambios en la integridad del cerebro, y el aumento de flujo sanguíneo con aumento de factores de crecimiento que favorecen la plasticidad neuronal y, por tanto, la recuperación (60).

Realidad virtual.

Estas aplicaciones son en la actualidad cada vez más utilizadas para mejorar el proceso de neurorrehabilitación. El entorno inmersivo que esta intervención alternativa ofrece genera a partir de la visualización de representaciones gráficas actividades lúdicas para estimular funciones cognitivas y favorecer la psicomotricidad (61,62). Sus tres elementos claves son la repetición, el

feedback sensorial que recibe el paciente y la motivación de este, lo que conllevará una mayor adherencia al tratamiento (63).

Doble tarea.

Esta terapia implica que el paciente realice una mayor activación cerebral y combinándose tareas iguales, motora-motora, como andar y hablar, o motora-cognitiva, como andar y resolver problemas matemáticos. De este modo, se trabajan las capacidades limitadas y la pérdida de automatismos motores. Cuando perdemos un automatismo motor, tener que realizar una tarea supone mucho más esfuerzo y más atención, y esto hace que disminuya la capacidad de realizar dos tareas a la vez (64).

Para las acciones motoras el paciente debe contar con una base de sustentación o estabilidad para realizar los movimientos. Así como, la activación del control postural, necesaria para disminuir el riesgo de caída de estos (64,65).

Por tanto, se provocará una mejora del equilibrio y de la velocidad de la marcha, focalizando la atención y facilitando los automatismos del control postural (64,65).

1.2.8. Pronóstico

Aunque habitualmente suele tratarse de un cuadro clínico reversible, existen excepciones como en el caso de la encefalopatía hipóxico-isquémica (17). Por lo tanto, dependiendo de la causa y el tipo de encefalopatía encontraremos a pacientes con distintos pronósticos (21).

Una forma de cuantificarla es según el trastorno de la conciencia que presenten, medido mediante el uso de la Escala de Coma de Glasgow. Según esta, si la puntuación es de 15 existe una posibilidad del 16%, si los valores se encuentran entre 13-14, sería un 20%, si la puntuación es de

9-12 presentan una mortalidad del 20%, y finalmente se la puntuación es entre 3-8 la tasa de mortalidad se eleva a un 63% (21).

Las complicaciones neurológicas en estos pacientes suponen un aumento de la mortalidad (17). Existen estudios en los que el 59% de los pacientes con complicaciones neurológicas fallecieron, frente al 20% de los que no las tuvieron (66,67).

1.3. JUSTIFICACIÓN

El daño cerebral adquirido (DCA) es la primera causa de discapacidad de nuestro país, residiendo 420.064 personas con DCA según una encuesta del INE en 2008. La encefalopatía de tipo anóxica se trata de la tercera causa más frecuente entre estos pacientes, en los que el 89% se presenta discapacidad para las actividades básicas de la vida diaria (68).

Los trastornos neurológicos que este daño genera, supone ser un grupo de patología costosa tanto para el sistema sanitario como para la toda la sociedad, estimándose durante el año 2004 un desembolso de más de 10.853 millones de euros en gastos en España. Esto es debido a la suma que supone los gastos sanitarios junto a los no sanitarios, entre los que se incluye, cuidadores, días de baja laboral, etc. (69).

Los datos sugieren que se correlaciona con la edad, aumentando tras los 65 años. Las personas mayores de 75 años, que residen en residencias de ancianos tienen un 60% de probabilidades de desarrollar encefalopatía, mientras que, en una población menor de 55 años, esta proporción es del 1,1%. La encefalopatía ocurre en el 10-40% de los pacientes hospitalizados mayores de 65 años (21), y representa un 10-20% de las causas de coma en UCI (18).

Los avances en atención primaria y asistencia sanitaria durante la etapa aguda han supuesto un aumento de supervivencia y como consecuencia, un aumento de las secuelas. Los pacientes que presentan este cuadro clínico suelen presentar síntomas adicionales como alteraciones de la vigilancia (22,5 %), psicósíndrome (25,0 %), delirio (17,5 %), alucinaciones (12,5 %) y signos del tronco encefálico (22,5 %), desregulación vegetativa (12,5%) y convulsiones (7,5%) (70). Además de los déficits y alteraciones musculares previamente citadas, que producen un deterioro importante en la función motora e implican la dependencia de estos pacientes en su día a día (24).

Estas morbilidades, estancias hospitalarias y la mortalidad aumentan en estos casos en los que los pacientes desarrollan complicaciones neurológicas (55.3 %), con respecto a los que no (28.3%) (24).

Los estudios demuestran la importancia que supone el trabajo con en este tipo de pacientes desde una fase aguda, comenzando su tratamiento en la fase aguda, incluso si estos requieren estancia en UCI, demostrando así la relevancia del apoyo de un equipo multidisciplinario en estos casos (42,71).

En ninguno de estos ámbitos se debe olvidar que se está ante un paciente complejo y que requiere una formación específica para llevar a cabo una correcta recuperación; dando prioridad a las necesidades que presente el paciente, y respondiendo a las modificaciones que se producen en su sistema nervioso central a medida que se implanta el tratamiento. Dicha modificación debe ser guiada para que, de este modo, conseguir un movimiento que se aproxime en lo máximo posible a la normalidad, trabajando la

activación cognitiva y la mejora en el reclutamiento motor (72).

La fisioterapia neurológica desarrolla diferentes métodos, y técnicas, en base a la individualización de cada caso, dándole así un enfoque global a dicha intervención, con un procedimiento flexible según los avances y restricciones que el paciente presente. Siendo fundamental el diagnóstico de las alteraciones, para orientar su acción a minimizar las compensaciones que se pueden llevar a generar, sin dejar a un lado los aspectos sensoriales, cognitivos y emocionales, que potencializan la independencia y la funcionalidad general, y abordando así al paciente desde un enfoque biopsicosocial (72).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- Valorar la efectividad de la fisioterapia en un paciente con encefalopatía metabólica.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Valorar si la fisioterapia es efectiva en relación con el equilibrio en un paciente con encefalopatía metabólica.
- Valorar si la fisioterapia es efectiva en relación con el deterioro cognitivo en un paciente con encefalopatía metabólica.
- Valorar si la fisioterapia es efectiva en relación con la independencia funcional en un paciente con encefalopatía metabólica.

3. METODOLOGÍA

3.1. POBLACIÓN

El caso investigado para este estudio trata de un paciente varón de 44 años

diagnosticado en abril de 2015 de encefalopatía anóxico-tóxico metabólica tras sufrir intoxicación por drogas de abuso, insuficiencia respiratoria grave hipoxémica e insuficiencia hepática aguda, presentando una discapacidad del 85%.

Justo un año después, en abril de 2016, nuestro paciente ingresa en un centro especializado en Daño Cerebral Adquirido, en ese momento se realiza una valoración funcional y psicológica de la que cabe destacar lo siguiente.

Toma una medicación prescrita tras su alta hospitalaria que incluye Olanzapina 10 mg, Benerva 300 mg, Escitalopram 15 mg, una vez al día, y Clonazepam 50 mg dos veces al día, en el desayuno y la cena, manteniéndose esta durante nuestro estudio.

Se valora su independencia mediante el índice de Katz (73), con el que se concluye que es independiente para alimentarse y dependiente a la continencia, movilidad, aseo personal y vestirse. Esta dependencia también se evalúa con el Índice de Barthel (74) en el que el paciente adquiere una puntuación de 50. Aunque presente la dependencia citada, el paciente se muestra colaborador ante el desarrollo de tareas.

En cuanto a la valoración psicológica, se pasa la escala de depresión Yesavage (75) con una puntuación de 16, diagnosticándose un estado grave.

Y finalmente, para estimar el deterioro cognitivo se utiliza el Mini Examen Cognoscitivo (76), obteniéndose una puntuación de 24, por lo que se concluye considerando que presenta deterioro cognitivo leve.

En cuanto a la valoración del equipo de Fisioterapia cabe destacar los siguientes datos del paciente:

- Consciente y orientado, con dificultad de comunicación por disartria.
- Hemiparesia en miembros superiores, siendo predominante en dedos y mano derecha.
- Sensibilidad profunda y superficial conservada.
- Balance articular libre (BA).
- Balance muscular 3/5 según Daniels.
- Sedestación con ayuda, no volteo ni transferencias.
- No control de tronco.
- No equilibrio (ataxia).
- No deambulación, uso de silla de ruedas.

Desde este momento, el paciente comienza a tener sesiones con un equipo interdisciplinar de profesionales de la salud (neuropsicólogos, logopedas, terapeutas ocupacionales y fisioterapeutas) para mejorar su estado mediante un enfoque biopsicosocial. Dicho equipo realiza valoraciones de todos estos aspectos frecuentemente, y de este modo, realizan cambios en los procedimientos que utilizan en sus respectivos tratamientos para adaptarlos a las características del paciente.

Durante el año 2017 se consigue la sedestación y bipedestación en paralelas, además de la marcha en suspensión en cinta rodante. Los mayores cambios en él comienzan a observarse a finales del año 2018, cuando consigue la marcha en andador y mejora su equilibrio en bipedestación, en cuanto a su estado cognitivo no se observan cambios sugestivos, pero mejora notablemente la relación con sus compañeros y muestra mayor interés por todas las terapias propuestas.

A partir de este momento, el paciente lleva a cabo ciertos cambios en sus hábitos de vida mejorando su alimentación y aumentando su actividad física. Con esto, adquiere una mayor progresión en todos los aspectos anteriormente citados, mejorando sus déficits paulatinamente de forma que en la actualidad se muestra mucho más independiente, para ello, la adherencia a su tratamiento ha sido fundamental de forma que ahora hay partes de este que realiza autónoma sin necesitar ayuda de ningún profesional.

Todos los cambios y objetivos dinámicos que ha surgido tras este punto de la intervención se detallarán en los siguientes apartados.

3.2. DISEÑO DE ESTUDIO

Estudio longitudinal, ambispectivo realizado entre diciembre de 2019 y mayo de 2022, aunque el tratamiento de fisioterapia que posteriormente se especificará tiene una duración aproximada de 4 meses, implementándose desde enero de 2022.

3.3. MATERIALES

Para llevar a cabo el tratamiento del paciente del caso clínico, hemos hecho uso de distintos materiales tanto para dar apoyo a su control motor, así como, herramientas para aumentar progresivamente la resistencia ante los ejercicios.

En ocasiones, ha sido necesaria la modificación de estos, incluso en la actualidad algunos de ellos no cumplen la función que desempeñaban al inicio del tratamiento, pero nos ayudan a afianzar la seguridad y la adherencia al tratamiento de nuestro paciente. Esto se detallará a continuación, en el programa terapéutico que el paciente realiza.

Debido al estado actual del paciente no hacemos uso de la camilla durante las sesiones, sino que el paciente utiliza materiales con los que siempre se mantiene activo.

Para aumentar la resistencia del tratamiento se usan gomas con distinta firmeza, además de realizar las tareas en distintas superficies como colchonetas, escaleras o rampas. Estas distintas superficies también nos son útiles para la estabilidad del paciente, que además se refuerza con trabajo en fitball.

Para mejorar su control de la marcha se emplea paralelas y el propio andador del paciente. Igualmente, se hace uso tanto de la cinta para marcha mecánica eléctrica y bicicleta estática.

3.4. EVALUACIÓN

Para estimar la progresión que ha presentado el paciente durante su tratamiento previa y posteriormente al estudio se han utilizado tres escalas con el objetivo de determinar tres de los ítems fundamentales para la correcta progresión del paciente como es la independencia funcional, el estado cognitivo y el control del equilibrio y marcha para evitar el riesgo de caídas.

3.4.1 Índice de Barthel

Para evaluar la capacidad del paciente de realizar actividades básicas de la vida diaria utilizamos el Índice de Barthel, instrumento que nos ofrece una medida de la discapacidad física a partir de diferentes puntuaciones según la capacidad del examinado para realizar diez tareas cotidianas que son (ver Anexo 1):

- Comer.
- Ducharse/bañarse.
- Control de heces.

- Control de orina.
- Baño.
- Vestirse.
- Usar el retrete.
- Traslado cama/silla.
- Desplazarse.
- Subir/bajar escaleras.

Cada una de estas tareas pueden puntuarse con distintas puntuaciones obteniéndose un total de 100 puntos, en los que el paciente se considera totalmente independiente. En cuanto la puntuación sea más proximal a 0 mayor será la dependencia (74).

Esta fue propuesta en 1955 en usuarios crónicos de hospitales de Maryland, y desde esta primera versión se han generado múltiples variantes (74).

La limitación que nos puede generar es que se basa en la valoración de ítems motores, dejando al lado las alteraciones cognitivas que también generan discapacidad (74,77).

Aun así, se considera una escala de aplicación fácil, con una alta fiabilidad interobservador (índices de Kappa entre 0,47 y 1.00) e intraobservador (índices de Kappa entre 0,84 y 0,972) y a una consistencia interna con alfa de Cronbach de 0.86-0.92 (74).

Con respecto a la validez debe indicarse que este índice se fundamenta sobre bases empíricas, lo imposibilita la evaluación precisa de este criterio (74).

3.4.2 Escala de Tinetti

Para valorar el riesgo de caídas que puede sufrir el paciente pasamos la Escala de Tinetti. Este test comenzó a usarse en la Universidad de Yale en 1986 (78). Aunque bibliográficamente se destina a pacientes geriátricos, se puede utilizar para cualquier

paciente que presente alteraciones en el equilibrio y la marcha, ambas se valoran por separado, y cada apartado en ellas tendrá una puntuación entre 0 y 2, siendo la puntuación máxima para el equilibrio de 16 puntos y 12 para la marcha (79).

Para evaluar el equilibrio el paciente parte de una posición inicial de sedestación sin apoyar los brazos y se valora (ver Anexo 2):

- Equilibrio sentado
- Levantarse
- Intentos para levantarse
- Equilibrio en bipedestación inmediata
- Equilibrio en bipedestación
- Empujes en bipedestación con pies juntos sobre el esternón
- Ojos cerrados en bipedestación con pies juntos
- Vuelta de 360 grados
- Sentarse

La otra parte de este test que evalúa la marcha el paciente se mantiene en bipedestación y valora:

- Iniciación de la marcha
- Longitud y altura del paso derecho
- Longitud y altura del paso izquierdo
- Simetría del paso
- Fluidez del paso
- Trayectoria en 3 metros
- Tronco
- Postura de los talones (79).

Si el total de los puntos obtenidos es menor a 19 el paciente presentará alto riesgo de caídas, entre 19 a 24 riesgo medio de caídas y de 25 a 28 indicará bajo riesgo de caídas (79-81).

Este test presenta una mayor fiabilidad intraobservador (índices de Kappa entre 0.6 y 0.8) que intraobservador (índices de Kappa entre 0,84 y 0,972) y a una

consistencia interna con alfa de Cronbach de 0.91. En la validación de esta escala en adultos con Parkinson se encuentra una sensibilidad de 76% y una especificidad de 66%, con un valor predictivo positivo de 39% y un valor predictivo negativo de 91% (78).

3.4.3. Mini examen cognoscitivo

Para determinar la presencia de deterioro cognitivo o más comúnmente conocido como demencia usamos el Mini Examen Cognoscitivo (MEC), esta prueba de cribado nunca nos dará un diagnóstico con su uso exclusivo. Se trata de una progresión del Minimental Test publicado en 1975, cuatro años después se publicó esta versión adaptada (76).

Su versión de 35 puntos fue la inicial y la más usada en la actualidad. Valora 5 áreas cognitivas (ver Anexo 3):

- Orientación.
- Fijación.
- Concentración y cálculo.
- Memoria.
- Lenguaje y construcción (82).

La puntuación total máxima es de 35 puntos, considerándose gran deterioro cognitivo si es < 23 puntos. Según el autor esto dependerá de la edad del paciente, si es mayor de 65 años se considerará esto y si es menor de 65 años se considerará afectación en aquellos pacientes con puntuación <27. También clasifica intervalos de puntuación en base al grado de afectación (82):

- 30-35: normalidad.
- 25-30: ligero déficit que puede estar originando por otras causas.
- 20-24: deterioro cognitivo leve.
- 15-19: deterioro cognitivo moderado y signo claro de la existencia de una demencia.

- 0-14: grave deterioro cognitivo que determina una demencia avanzada (82).

Su uso es rápido y sencillo, aunque requiere algunos conocimientos para su interpretación y la colaboración del paciente. Además, presenta limitaciones en pacientes con bajo nivel cultural o con déficits sensoriales, al igual que no explora todas las áreas cognitivas por lo que existen casos en los que el deterioro puede pasar inadvertido (76,82).

3.5. TRATAMIENTO Y OBJETIVOS DE FISIOTERAPIA

Diciembre de 2019

VALORACIÓN

- Fuerza motora 3/5.
- Mantiene la sedestación de forma autónoma.
- Realiza transferencias con ayuda o supervisión.
- Mantiene la bipedestación en cortos periodos de tiempo.
- Pérdida del equilibrio en segundos.
- Deambulación con andador supervisada (aprox. 500 metros).
- Mayor adherencia al tratamiento.
- Tinetti no valorable.
- Índice de Barthel 60/90.
- MEC 23.

OBJETIVOS

- Aumento del equilibrio en bipedestación.
- Reeducación de las reacciones de equilibrio en sedestación.
- Mejorar la bipedestación y transferencias de forma autónoma.
- Afianzar marcha en andador.
- Mejorar la coordinación.

TRATAMIENTO

- Ejercicios de control postural y propiocepción.
- Trabajo de reacciones de equilibrio.
- Autopasivos.
- Equilibrio y marcha en robotwork.
- Fortalecimiento muscular con tabla de ejercicios activos.
- Circuitos de equilibrio y coordinación.

Junio de 2020

VALORACIÓN

- Fuerza motora 4/5
- Realiza transferencias excepto el paso de sedestación a bipedestación.
- Mejora su adherencia al tratamiento.
- Marcha lenta, irregular inestable con movimientos incontrolados.
- Alteración en equilibrio reactivo y proactivo. Tinetti con ayuda técnica E (2/16) M (4/12) total (13/28) → Alto riesgo en caídas.
- Índice de Barthel 80.
- MEC 25.

OBJETIVOS

- Aumento del equilibrio en bipedestación.
- Reeducación de las reacciones de equilibrio en sedestación.
- Mejorar la bipedestación y transferencias de forma autónoma.
- Afianzar marcha en andador.
- Mejorar la coordinación.

TRATAMIENTO

- Ejercicios de control postural y propiocepción.
- Trabajo de reacciones de equilibrio.
- Autopasivos.
- Equilibrio y marcha en robotwork.

- Fortalecimiento muscular con tabla de ejercicios activos.
- Circuitos de equilibrio y coordinación.

Diciembre de 2020

VALORACIÓN

- Fuerza motora 4/5 según Daniels.
- Realiza todas las transferencias, incluso el paso de sedestación a bipedestación con apoyo.
- Mejora equilibrio dinámico y marcha.
- Marcha con andador como ayuda técnica.
- Completa adherencia al tratamiento.
- Alteración en equilibrio reactivo y proactivo. Tinetti con ayuda técnica E (8/16) M (5/12) total (13/28) → Alto riesgo en caídas.
- Índice de Barthel 80.
- MEC 25.

OBJETIVOS

- Mantener el ROM libre.
- Mantener/mejorar balance muscular.
- Mejorar equilibrio y la coordinación.
- Estimular la sensibilidad.
- Reeducción de la
- marcha.
- Mantener la adherencia al tratamiento.
- Mejorar control postural.

TRATAMIENTO

- Fortalecimiento muscular.
- Ejercicios de equilibrio y control motor.
- Ejercicios de coordinación.
- Estimulación sensorial.
- Reeducción en transferencias.
- Reeducción de la marcha.
- Reeducción postural global.

- Cinta de marcha.
- Bicicleta estática.

Junio de 2021

VALORACIÓN

- Mejora tiempo de marcha y coordinación.
- Mejora de equilibrio dinámico.
- Alteración en equilibrio reactivo y proactivo. Tinetti con ayuda técnica E (8/16) M (5/12) total (13/28) → Alto riesgo en caídas.
- Índice de Barthel 85.
- MEC 27.

OBJETIVOS

- Fortalecimiento muscular, sobre todo del CORE, para mejorar el equilibrio y la postura.

Se mantiene el resto del mismo modo que en diciembre de 2020.

TRATAMIENTO

- Ejercicios para el fortalecimiento del CORE.

Se mantiene el resto del mismo modo que en diciembre de 2020.

Diciembre de 2021

VALORACIÓN

- Realiza transferencias de forma autónoma.
- Mejora la marcha en distintas superficies.
- Alteración en equilibrio reactivo y proactivo. Tinetti con ayuda técnica E (8/16) M (6/12) total (14/28) → Alto riesgo en caídas.
- Índice de Barthel 90.
- MEC 27.

OBJETIVOS

- Reeducación de la marcha sin ayuda técnica.

Se mantiene el resto del mismo modo que en diciembre de 2020.

TRATAMIENTO

- Deambulaci3n con el m3nimo apoyo.

Se mantiene el resto del mismo modo que en diciembre de 2020.

Abril de 2022

VALORACI3N

- Balance muscular 5/5 (resistencia m3xima de 2 kg).
- Mejora tiempo de marcha y coordinaci3n.
- Mejora de equilibrio dinámico y estático.
- Alteraci3n en equilibrio reactivo y proactivo. Tinetti con ayuda t3cnica E 10/16) M (7/12) total (17/28) → Alto riesgo en caídas.
- Índice de Barthel 95.
- MEC 28.

OBJETIVOS

En la actualidad, desde enero el tratamiento est3 enfocado a los siguientes objetivos:

- Fortalecimiento.
- Mejora del equilibrio estático y dinámico.
- Reeducaci3n postural.
- Reeducaci3n de la marcha: mejorar coordinaci3n y transferencias de carga en oblicuo durante la marcha.

TRATAMIENTO

Se plantea un tratamiento que no supone riesgos ni efectos secundarios para el paciente. Estimando que este generar3 avances en su dependencia funcional, equilibrio, marcha y balance muscular, así

mismo, se espera una mejora de su estado cognitivo.

El paciente asiste a 5 sesiones semanales de lunes a viernes, con una duraci3n de 1 hora aproximadamente, divididas en dos partes, una en la que el paciente realiza parte del tratamiento de forma aut3noma y otra con supervisi3n y ayuda t3cnica.

Según el día la dinámica de la sesi3n varia, de forma que resulta más atractiva para el paciente y se realizan las siguientes tareas:

Fortalecimiento.

Tabla de ejercicios activos:

Tabla 1. Ejercicios de fortalecimiento muscular.

Abdominales	5 series de 20 repeticiones
Flexiones	2 series de 20 repeticiones
Musculatura abductora y aductora MMII	2 series de 20 repeticiones
Plancha frontal	2 de 30 segundos
Puente glúteo	5 de 30 segundos
Pesas en miembro superior	3 series de 20 repeticiones

Nota. Fuente: elaboraci3n propia.

Bicicleta estática: 10 minutos.

Dentro de este apartado, se realizan tareas que combinan el fortalecimiento con la reeducaci3n de la marcha:

- Deambulaci3n en cinta rodante: 15 minutos, velocidad 1.7 km/h.
- Deambulaci3n con andador + sentadillas (reeducaci3n de la marcha): 3 series de 20 repeticiones.

- Deambulaci3n con cincha: 10 minutos, en la actualidad la cincha supone un apoyo a los miedos del paciente, sin ser necesaria para evitar caídas.
- Subida y bajada de escaleras y rampas.
- Disociaci3n del paso (Bobath).
- Deambulaci3n por distintas superficies (Perfetti) con trabajo de control motor, equilibrio y propiocepci3n.
- Ejercicios de alcance en fitball para transferencia de cargas.
- Transferencia sedestaci3n a bipedestaci3n (caballero).
- Deambulaci3n en superficie inestable.

Durante la ejecuci3n de todos los ejercicios propuestos anteriormente se trabaja la disartria que el paciente presenta mediante la repetic3n de los fonemas que m1s dificultad le suponen. Adem1s, tambi3n se le plantean algunos juegos cognitivos como, por ejemplo, decir objetos que empiecen por una misma letra, operaciones matem1ticas simples, etc.

Todas estas tareas se desempe1an 5 d1as a la semana, espec1ficamente todas las ma1anas de lunes a viernes con una duraci3n de 1 hora aproximadamente. La 1nica diferencia que hay entre las sesiones es que lunes, mi3rcoles y viernes deambula con cincha y realiza rampa-escaleras junto con marcha sobre superficie inestable. Y los martes y jueves, reemplaza esta tarea por la deambulaci3n con andador con sentadillas.

Diariamente realiza la tabla de ejercicios activos, junto al trabajo en cinta rodante y bicicleta est1tica. El resto de los ejercicios se van alternando seg1n tiempo y

preferencia del paciente, siempre teniendo en cuenta que debe realizarlos durante toda la semana.

Al mismo tiempo, dos veces en semana en horario de tarde, el paciente realiza sesi3n de fisioterapia en grupo en la que se realizan actividades m1s l1dicas como jugar a los bolos, encestar balones, tenis de mesa, etc.

4. RESULTADOS

Para comprobar la evoluci3n del paciente y llevar a cabo la recopilaci3n de datos necesaria para conocer si el tratamiento propuesto es efectivo, y, por tanto, afirmar la hip3tesis de partida de este estudio, se han utilizado los tests descritos en el apartado anterior, debiendo especificar previamente que las valoraciones previas a la fecha de comienzo han sido realizadas y proporcionadas por el equipo de fisioterapeutas del centro.

De esta forma, para verificar que el tratamiento de fisioterapia basado en distintos tipos de t3cnicas de neurorrehabilitaci3n es 1til para mejorar la independencia funcional del paciente, se observa la puntuaci3n obtenida en el 1ndice de Barthel, que muestra una progresi3n en la mayor1a de las evaluaciones como se observa en la Tabla 2, present1ndose en la actualidad a 5 puntos de la independencia, mostr1ndose esta aproximaci3n al total en la Figura 16. Se debe tener en cuenta que en la primera valoraci3n que se tiene la puntuaci3n m1xima que puede alcanzar el paciente es de 90, debido al uso de silla de ruedas.

Tabla 2. Puntuación obtenida por el paciente en el índice de Barthel.

<i>Fecha de valoración</i>	<i>Puntuación obtenida con respecto al total</i>
<i>Diciembre de 2019</i>	60/90
<i>Junio de 2020</i>	80/100
<i>Diciembre de 2020</i>	80/100
<i>Junio de 2021</i>	85/100
<i>Diciembre de 2021</i>	90/100
<i>Mayo de 2022</i>	95/100

Nota. Fuente: elaboración propia.

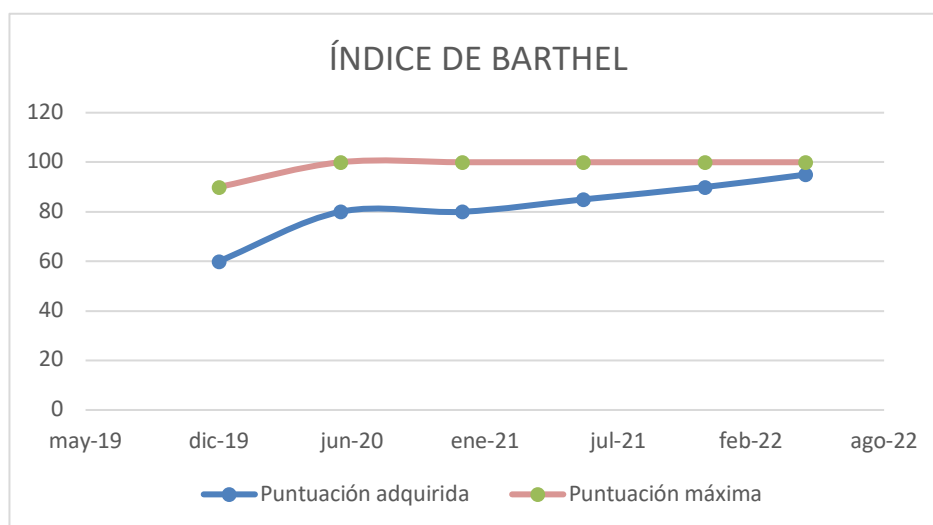


Figura 1. Puntuación obtenida de la variable dependencia funcional según el Índice de Barthel. Nota. Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, para estimar si la aplicación de las sesiones es provechosa para acrecentar el equilibrio del paciente, y por consiguiente, reducir el riesgo de que sufra caídas se hace uso del test de Tinetti. Con este podemos diferenciar la evaluación de la marcha con respecto a la del equilibrio, siendo no evaluable en diciembre de 2019 ya que el paciente hacía uso de silla de ruedas y observándose una progresión en las dos valoraciones que se realizan en el año 2020. La diferencia de

puntuación es mínima en las siguientes valoraciones, pero si se muestra un aumento en la puntuación obtenida en la valoración final del estudio. Aun así, el paciente sigue presentando un alto riesgo de caídas, considerándose esta en puntuaciones totales por debajo de 19, y el paciente en la actualidad presenta un total de 17. En la Tabla 3 y Figura 17 se puede comprobar la evolución de las puntuaciones obtenidas por el paciente en sus evaluaciones.

Tabla 3. Puntuación desglosada del Test de Tinetti obtenida por el paciente.

	<i>Equilibrio</i>	<i>Marcha</i>	<i>TOTAL</i>
<i>Diciembre de 2019</i>	NE	NE	NE
<i>Junio de 2020</i>	2/16	4/12	6/28
<i>Diciembre de 2020</i>	8/16	5/12	13/28
<i>Junio de 2021</i>	8/16	5/12	13/28
<i>Diciembre de 2021</i>	8/16	6/12	14/28
<i>Mayo de 2022</i>	10/16	7/12	17/28

Fuente: elaboración propia.

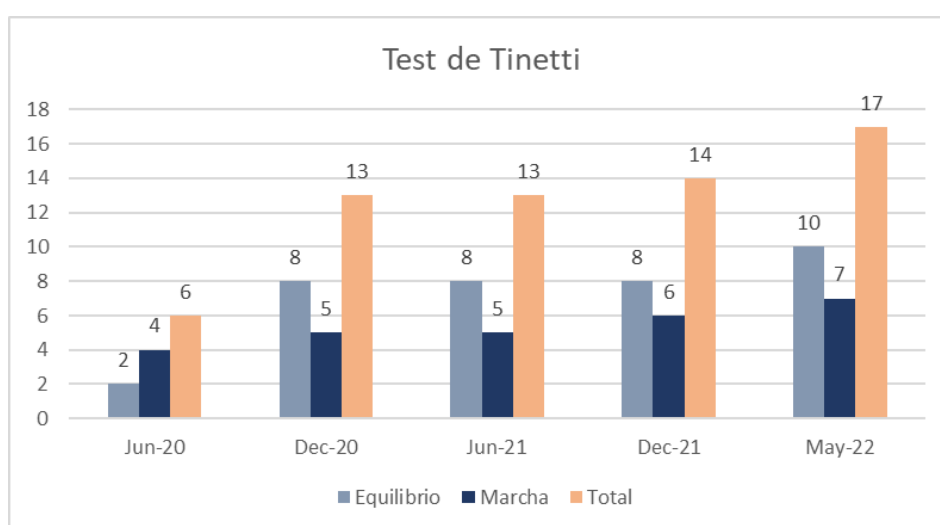


Figura 2. Puntuación desglosada obtenida para las variables equilibrio y marcha según el Test de Tinetti.

Fuente: elaboración propia.

Para comprobar si el abordaje terapéutico es útil en cuanto al estado cognitivo del paciente, se emplea el Mini Examen Cognoscitivo en el que se observa que, aunque se presenta progresión no es

tan evidente como para el resto de los ítems valorados, quedándose el paciente a 2 puntos del rango que estima la normalidad (30-35). Estos datos pueden apreciarse en la representación de la Tabla 4 y Figura 18.

Tabla 4. Puntuación total obtenida por el paciente en el MEC

<i>Fecha de valoración</i>	<i>Puntuación obtenida</i>
<i>Diciembre de 2019</i>	23
<i>Junio de 2020</i>	25
<i>Diciembre de 2020</i>	25
<i>Junio de 2021</i>	27
<i>Diciembre de 2021</i>	27
<i>Mayo de 2022</i>	28

Fuente: elaboración propia.

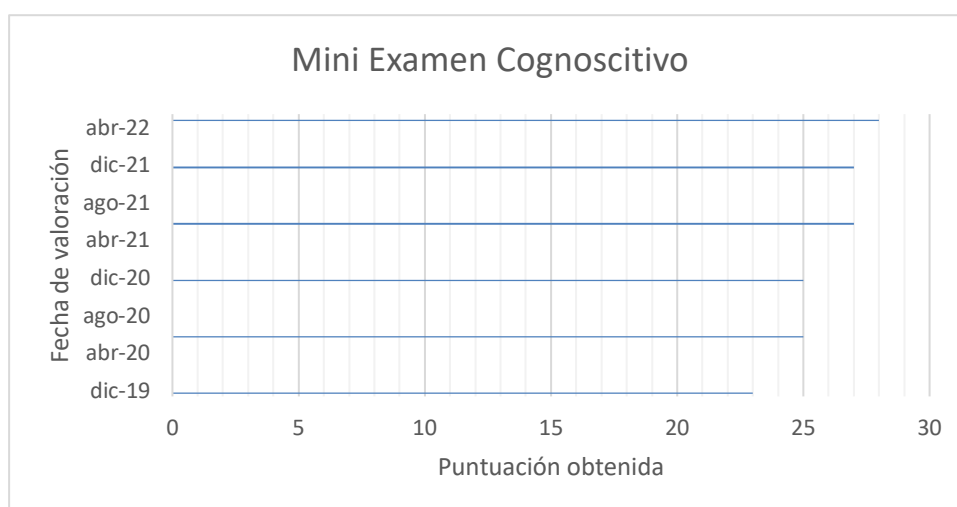


Figura 3. Puntuación obtenida de la variable deterioro cognitivo según MEC.
Fuente: elaboración propia.

Por último, para comprobar si se cumplen las tres hipótesis que se plantean en el estudio, se puede valorar en una

representación conjunta de la Figura 19, como existe.

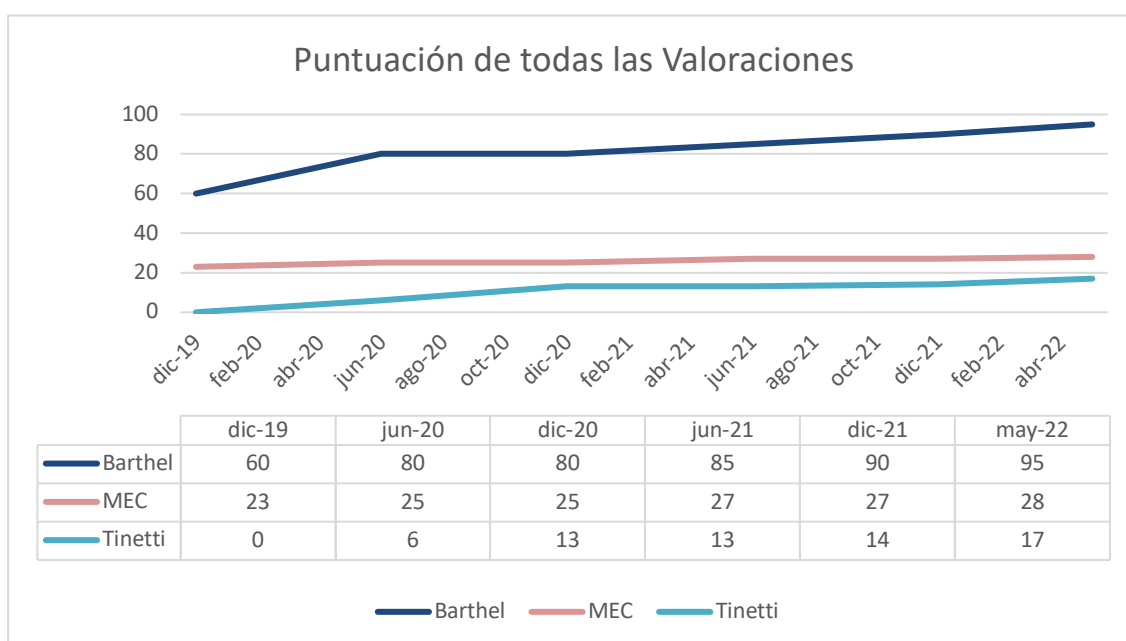


Figura 4. Puntuación total obtenida por el paciente en la valoración de las tres variables incluidas en el estudio.

Nota. Fuente: elaboración propia.

5. DISCUSIÓN

La encefalopatía metabólica suele ser uno de los cuadros clínicos más

diagnosticados por el área de neurología aguda, frecuentemente en pacientes atendidos tanto en salas como en unidades de cuidados intensivos. Sin embargo, hoy

en día podría considerarse un “saco roto” en el que se etiqueta a estos pacientes que presentan un conjunto de síntomas imprecisos (83).

El término original hacía referencia a una disfunción orgánica, pero la realidad es que en la actualidad se ha convertido en un término más indeterminado en el que se incluyen varias enfermedades que presentan disfunción neuronal metabólica. Esto es debido a la dificultad que presentan los profesionales de esta unidad para determinar cómo influye en el paciente lo que ocurre en su cerebro, no llegándose a determinar en múltiples ocasiones la etiología original (83).

Lo que sí se tiene claro de este amplio término es que afecta al nivel de conciencia y al estado cognitivo, y que las características particulares del paciente dependerán exclusivamente de las regiones del sistema nervioso central que se hayan visto afectadas (26).

El desarrollo de la sintomatología ligada, así como el pronóstico que presentan estos pacientes es variable como se ha comentado anteriormente. Algo novedoso podría incluir el analizar individualmente la relación entre sistema nervioso central, y aparato digestivo, este último mediado por el sistema inmune para determinar las condiciones fisiológicas y patológicas que manifiesten. Además, existen estudios que examinan la interrelación bidireccional entre la microbiota intestinal y el cerebro en procesos neurodegenerativos, pudiendo surgir un enfoque terapéutico a partir de la modificación de la composición de esta para tratar trastornos ocasionados por el sistema nerviosos central (84,85). Estos datos pueden ofrecernos una posible hipótesis del cambio surgido en el paciente en el momento que cambió su alimentación y estilo de vida, produciéndose en este

momento un avance esencial para su estado funcional y cognitivo. Estos cambios que se produjeron en nuestro paciente durante el confinamiento por la pandemia de COVID-19, también se desarrollaron en una gran parte de la población, según la OMS la población española refiere cambios con tendencia hacia alimentos saludables (86), junto a un aumento de la actividad física en el hogar para el mantenimiento de la salud (87).

Otra parte fundamental en cuanto al pronóstico es la rehabilitación en fase aguda intensiva. Se ha demostrado que este abordaje terapéutico diario basado en la coordinación y el equilibrio es eficaz para la mejora de la ataxia, la marcha y la independencia a la hora de realizar actividades básicas de la vida diaria. Así mismo, se comprobó que las habilidades adquiridas persistían siempre que se conservara un programa de entrenamiento autónomo tras el alta de fisioterapia (88). Este hecho no es comprobable en el caso de nuestro paciente, aunque sí podemos afirmar que durante su fase aguda la rehabilitación se basó en cinesiterapia pasiva en aquellos días en los que su estado lo permitía, y que se comenzó a obtener resultados en el momento que alcanzó adherencia a su tratamiento.

Procedimientos desarrollados entre 1975 y 1980 se basaban en métodos como Bobath, Kabat, Perfetti, Vojta, etc. (89). Sin embargo, en la actualidad estos procedimientos han evolucionado para aumentar la funcionalidad del paciente, teniendo en cuenta todas las particularidades motoras que presente este, y teniendo en cuenta como objetivos principales la normalización del tono muscular, la capacidad de reacción, la movilidad articular, el fortalecimiento y la mejora de coordinación, que en su globalidad fundamentan al ejercicio

terapéutico (29). Esta progresión puede observarse claramente en la terapia orientada a tareas recibida por nuestro paciente, que, aunque sustenta sus bases en los clásicos métodos de neurorrehabilitación está específicamente enfocado a mejorar todos los ítems mencionados anteriormente, y que son fundamentales para optimizar su calidad de vida.

No se ha hecho uso de imaginiería motora durante las sesiones del paciente por las propias características que presenta en la actualidad, ya que las investigaciones tienden a hacer uso de esta en casos con síndrome doloroso regional complejo o tratamiento del miembro fantasma sobre todo de miembros superiores. Además, se describe como un método complementario para la rehabilitación de funciones motoras que requiere una capacidad mínima de comprensión por parte del paciente, este hecho puede influir en los resultados obtenidos en la terapia (90,91).

En los últimos años se ha potenciado el uso de tecnologías en el área de neuro rehabilitación, haciendo uso desde exoesqueletos y equipos motorizados hasta sistemas de realidad virtual con una inmersión total o parcial en el entorno del paciente. Estas técnicas generan buenos resultados a corto plazo y medidos de manera objetiva, integrando puntos fundamentales como son la repetición, la retroalimentación y la motivación del paciente. Además, es posible la modificación de variables según las características del paciente, siendo una tarea extrapolable a patrones de movimiento usados en situaciones cotidianas (93). En el caso de nuestro paciente, aunque al comienzo de su readaptación de la marcha se hizo uso de un dispositivo robotwork, en la actualidad no

hace uso de este, ni se hace uso de la realidad virtual en sus sesiones por falta de equipo, si se ha hecho uso anteriormente de Nintendo Wii por parte de otros profesionales sanitarios que se incluyen en el equipo, siendo una tarea más lúdica pero menos controlable por parte de nuestro paciente.

En un programa de ejercicio terapéutico que incluye trabajo aeróbico combinando fisioterapia y terapia ocupacional en pacientes con Alzheimer se han demostrado mejoras en el equilibrio y menor riesgo de caídas. Proporcionando resultados positivos en aquellos pacientes con deterioro cognitivo leve o moderado, generando cambios corporales, sociales, emocionales y de comportamiento (93,94).

Diversos estudios previos en los que se desarrollan las tareas en base a estímulos-respuestas en pacientes que presentan deterioro del aprendizaje por su alteración cerebelosa no pueden diferenciar si el rendimiento viene dado por la memoria de trabajo o por el mecanismo de aprendizaje en sí, por lo que se recomienda el uso de estímulos sensoriales al comienzo del trabajo y posteriormente ir progresando a comandos visuales y verbales para promover un correcto aprendizaje motor, como ocurre en el caso de la terapia mediante la doble tarea, con la que observamos como nuestro paciente adquiere mayor dificultad en superar los obstáculos que se le proponen, en el momento en el que se le perturba con distintos comandos verbales (96). Estos cambios también han podido observarse en nuestro paciente.

Teniendo en cuenta que para el reaprendizaje motor del paciente es fundamental la coordinación, equilibrio y el estado funcional que presente, (29) se ha hecho uso de test o escalas que incluyeran en gran medida una evaluación de estos

apartados, para así, comprobar si el tratamiento adoptado mejora las condiciones que presenta el paciente.

La escala Barthel nos da información útil y fundamental para conocer si la forma en la que realiza el paciente sus actividades básicas es óptima como previamente hemos especificado, el problema que surge ante el uso de esta es que cada uno de los ítems examinados se basan en la observación examinado-examinador lo que le atribuye el no presentar validez. Un aspecto que favorece a nuestro estudio es su fiabilidad interobservador e intraobservador, lo que nos asegura que los datos recogidos previamente a nuestra valoración son similares y no se presentará disparidad en los resultados (74). También debemos de tener en cuenta que los resultados mostrados en la Figura 16 no son visualmente objetivos en la realidad, ya que la primera recopilación de puntuaciones se evaluaba con respecto a un total de 90 puntos, debido a que el paciente hacía uso de silla de ruedas y algunos de los ámbitos se consideraban no valorables.

Esta escala es comúnmente usada en diversos estudios en los que se representa como el ejercicio mejora el equilibrio, la fuerza y la movilidad, apreciándose una mejora significativa en un programa que engloba miembro superior e inferior, con respecto al que se centra en solo un miembro (94,96). Por este motivo, hemos hecho uso de un tratamiento global en el que el paciente potencie toda su musculatura.

Con respecto al test de Tinetti valora tanto el equilibrio como la marcha mediante diversas acciones del paciente, de este modo se pueden analizar estos aspectos teniendo en cuenta presenta incluso una mayor fiabilidad que la escala de valoración anterior, por lo que también

podemos denotar seguridad ante los datos anteriores (78). Uno de los inconvenientes de esta prueba es que no es altamente específica, otros artículos que realizan una valoración de equilibrio utilizan en su lugar la Escala Berg (97). Así mismo, se presenta un obstáculo similar en cuanto a la valoración realizada en 2019, siendo no examinable por no poder mantener el paciente en bipedestación.

En cuanto al Mini Examen Cognoscitivo de Lobo, se trata de un test que, de cierto modo, aunque valora 5 áreas cognitivas fundamentales, no abarca la totalidad de estas áreas. Además, la puntuación global obtenida depende de la edad y la escolarización, produciéndose limitaciones en aquellos pacientes con déficits sensoriales o con bajo nivel cultural, pudiéndose pasar inadvertidos los casos en los que la sintomatología se encuentra en fase aguda. También cabe destacar que la clasificación en base a la puntuación obtenida incluye rangos en los que las características del paciente son muy diversas, y proporcionando así un diagnóstico que puede ser subjetivo (76).

Otro impedimento que debemos destacar en nuestro estudio es la duración de implementación de este, así como el tiempo transcurrido entre valoraciones anteriores, siendo imposible valorar las características que han podido ser fundamentales para la producción de cambios en el paciente. Siendo mejores los resultados en programas con una duración mayor, en los que se implementa un tratamiento específico (29). En casos de otras patologías incluidas dentro del daño cerebral adquirido como es el ictus, se ha observado que el inicio precoz conlleva una mayor recuperación funcional y una menor mortalidad y estancia hospitalaria, siendo este tratamiento continuado posteriormente de forma ambulatoria (98).

En adultos jóvenes con esclerosis múltiple se ha demostrado que una intervención fisioterapéutica basada en la reeducación de la marcha y equilibrio con sesiones de 40 minutos al día, 2 días en la semana durante 5 meses, ha obtenido resultados beneficiosos en el balance muscular, y el equilibrio, además de disminuir la espasticidad, implicando una mejora funcional del paciente (97). Estos procedimientos pueden compararse con las recomendaciones de la Sociedad Española de Neurorehabilitación que proponen que, una vez alcanzada la estabilidad clínica, la duración de las sesiones debe ser al menos de 45-60 minutos, regulando la intensidad en base a la respuesta terapéutica y las posibilidades de mejoría con la provisión de condicionantes clínicos y éticos (99). Motivo por el cual no hemos hecho uso de la terapia de restricción de movimiento inducido en nuestro abordaje, aun siendo un método resultados en pacientes crónicos (100)

El tipo de rehabilitación ofrecida al paciente debe ser de tipo interdisciplinar, en los que todos los profesionales que proporcionan el tratamiento constituyen un equipo con una meta común, en el que la comunicación es fundamental (29,97).

Por último, como prospectivas futuras cabe destacar que sería conveniente seguir continuando con el tratamiento, realizando modificaciones en su intensidad según la progresión del paciente, e incluyendo técnicas en las que ya se ha demostrado efectividad, como es el caso de la realidad virtual. También sería interesante continuar la investigación en otros casos que presenten esta patología, así como, seguir evaluando específicamente como cada una de las técnicas de fisioterapia influyen en estos pacientes, ya que, estos estudios que en la actualidad no han sido realizados.

6. CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio nos permiten afirmar como el tratamiento de Fisioterapia basado en la combinación de varios métodos produce una progresión beneficiosa en todos los ítems que marcamos al comienzo de este.

Teniendo en cuenta el tratamiento marcado desde diciembre del año anterior se puede observar el aumento en las puntuaciones obtenidas en la valoración final del paciente (ver Anexos 1-3), siendo de gran satisfacción los resultados encontrados en la Escala de Barthel que se presenta en gran similitud a las puntuaciones consideradas como independencia, así como la mejora en cuanto al equilibrio con el Test de Tinetti en la que el paciente obtiene mejores puntuaciones en ítems tanto del equilibrio como de la marcha.

Con respecto al deterioro cognitivo examinado con el Mini Examen Cognoscitivo las diferencias apreciadas no son tan evidentes, si bien cabe destacar una mínima progresión que también puede venir dada por las distintas terapias promovidas por el equipo interdisciplinar, entre los que se incluye la logopedia y la terapia ocupacional.

Por esta razón, y en vista de que en todos los objetivos propuestos se han comprobado cambios beneficiosos, podemos declarar que la Fisioterapia es efectiva en la neurorrehabilitación de un paciente diagnosticado con encefalopatía metabólica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hall JE. Guyton y Hall. Tratado de Fisiología Medica. 12th ed. Elsevier; 2014.
2. Snell RS. Neuroanatomía clínica. 6th ed. Panamericana; 2007; 592.

3. Perea Parrilla G, Araque Almendros A. Nuevas vías de información en el sistema nervioso: comunicación entre astrocitos y neuronas. *Rev Neurol*. 2003; 36(02):137.
4. Sánchez A, Flores DL, Leyva E, Castro C. Synapses and neural communication in neuropathological conditions. *Rev. Mex. de Neurocienc.*; 21(3):111-21
5. Cardinali, D. P. La fisiología vista desde un sistema nervioso autónomo ampliado y circadianamente organizado: bases para un enfoque bio-psico-social-ecológico de la salud y la enfermedad. *Prensa Med Argent*. 2018, 104.
6. Bosch L, Fernández-Candil J, León A, Gambús PL. Influencia de la anestesia general sobre el tronco encefálico. *Rev Esp Anestesiol Reanim*. 2017 Mar 1;64(3):157-67.
7. García R, Hernández E, Concha A, Pérez CA, García LI, Hernández ME, et al. The cerebellum and its functions. *Rev Med UV*. 2009; 9(1):24-30.
8. Roa I, del Sol M, Roa I, Sol D, Morfología M. Morfología de la Glándula Pineal: Revisión de la Literatura. *Int. J. Morphol*. 2014; 32(2):515-21.
9. Rodríguez VAA. Funciones ejecutivas: una revisión de su fundamentación teórica. *Poiésis*. 2021 Jul 26;(40):39-51.
10. García S, Sauri Suárez S, Meza Dávalos E, de Jesús Villagómez A. Estado de coma y trastornos de la conciencia: una revisión analítica desde un enfoque neurofuncional Parte I. *Rev Esp Méd Quir*. 2013. 18: 56-68.
11. Torres-Hillera MA, Blanco CA, Leon S. FE. La barrera hematoencefálica: características y propiedades. *Acta neurol colomb*. 2000.
12. Michinaga S, Koyama Y. Protection of the Blood-Brain Barrier as a Therapeutic Strategy for Brain Damage. *Biol Pharm Bull*. 2017; 40(5):569-75.
13. Loch Neckel G, Koepp J. La barrera hematoencefálica y la administración de medicamentos en el sistema nervioso central. *Rev neurol (Ed impr)*. 2010; 165-74.
14. Escobar A, González BG. Barrera hematoencefálica. *Nurobiología, implicaciones clínicas y efectos del estrés sobre su desarrollo*. *Rev Mex Neuroci*. 2008; 9(5):395-405.
15. Díaz-Carrillo MA, Carrillo-Esper R. Flujo sanguíneo cerebral. *Rev Mex Anest*. 2015; 38(S3):419-20.
16. Ahea VB, Jahr C, Mgmo R, Rwmm J. Cerebral autoregulation: An overview of current concepts and methodology with special focus on the elderly. *J Cereb Blood Flow Metab*. 2008 Jun 30;28(6):1071-85.
17. Lovesio C. *Medicina Intensiva*. 6ª Edición. Corpus Libros Médicos y Científicos; 2008.
18. Marois C, Quirins M, Hermann B, Mouri S, Bouzbib C, Rudler M, et al. Encéphalopathies métaboliques. *Rev Med Interne*. 2019; 40(2):88-97.
19. Angel MJ, Young GB. Metabolic encephalopathies. 2011 Nov; 29(4):837-82.
20. Saper JR. Secondary metabolic encephalopathy. Diagnosis and treatment. *Postgrad Med*. 1976;59(5):122-8.
21. Berisavac II, Jovanović DR, Padjen V v., Ercegovac MD, Stanarčević PDJ, Budimkić-Stefanović MS, et al. How to recognize and treat metabolic encephalopathy in Neurology intensive care unit. *Neurol India*. 2017; 65(1):123-8.
22. Sosa-Torres B, Prieto-Bragado MJ, Domínguez-Quintero L, Fernández-Arroyo P, Blasco-Ciscar E, Cantó-Pérez R. Encefalitis límbica: la gran desconocida. *REMI*. 2017 Jun 1; 41(5):319-21.
23. Shi K, Tian DC, Li ZG, Ducruet AF, Lawton MT, Shi FD. Global brain inflammation in stroke. *Lancet Neurol*. 2019 Nov 1; 18(11):1058-66.

24. Navas CA, González J. Complicaciones neurológicas en cuidado intensivo. ACN. 2004.
25. Pacheco R, Machado L, De Bittencourt Fraga D. Intervenção fisioterapêutica na encefalopatia crônica não progressiva tipo quadriparesia espástica associada à síndrome de west. Rev Téc Cient. 2012; 258-258.
26. Erkkinen MG, Berkowitz AL. A Clinical Approach to Diagnosing Encephalopathy. Am J Med. 2019 Oct 1; 132(10):1142-7.
27. Trujillo-Gómez J, Cabrera-Hémer DN. Encefalopatía necrotizante aguda. Revista de Neurologia. 2019;69(8):349-50.
28. Ugawa Y, Shimpo T, Mannen T. Physiological analysis of asterixis: Silent period locked averaging. Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry. 1989;52(1):89-93.
29. Fernández Martínez E, Jorge Luis Jorge Rodríguez I, Lic Daymí Rodríguez Pérez I, Mercedes Crespo Moinelo I, Javier Fernández Paz II. Neurorehabilitation as an essential alternative in the therapeutic approach to cerebellar ataxias. Rev Cub Salud Publica. 2013; 39(3):489-500.
30. Encefalopatía hepática. Idrovo V. Rev Colomb Gastroenterol. 2003; 18(3):163-7.
31. Karnath HO, Sperber C, Rorden C. Mapping human brain lesions and their functional consequences. Neuroimage. 2018 Jan 15; 165:180-9.
32. Fischer-Baum S, Campana G. Neuroplasticity and the logic of Cognitive Neuropsychology. Cogn Neuropsychol. 2017 Nov 17; 34(7-8):403.
33. Espert Tortajada R, Villalba Agustín M del R. Estimulación cognitiva: una revisión neuropsicológica. Terapia. 2014;(6):73-93.
34. Lirio-Romero C, Fernández-Hontoria M. Rehabilitación basada en el razonamiento clínico. A propósito de un caso de encefalopatía hipóxico-isquémica en el adulto. Fisioter (Madrid, Ed. impresa). 2021.
35. Virginia Garcés-vieira M, Camilo Suárez-escudero J. Neuroplasticidad: aspectos bioquímicos y neurofisiológicos Neuroplasticity: Biochemical and neurophysiological aspects. Rev CES Med. 2014;28(1):119-32.
36. Kleim JA, Jones TA, Schallert T. Motor enrichment and the induction of plasticity before or after brain injury. Neurochem Res. 2003 Nov; 28(11):1757-69.
37. Ismail FY, Fatemi A, Johnston M v. Cerebral plasticity: Windows of opportunity in the developing brain. Eur J Paediatr Neurol. 2017 Jan 1; 21(1):23-48.
38. Mayston M. Bobath and NeuroDevelopmental Therapy: what is the future? Developmental Medicine & Child Neurology. 2016 Oct;58(10):994-994.
39. De S, Ferreira L, Priscila D, Mejia M, et al. Tratamento fisioterapêutico da paralisia cerebral: facilitação neuromuscular e conceito neuroevolutivo de Bobath. Com.br. 2004.
40. Paci M. Physiotherapy based on the Bobath concept for adults with post-stroke hemiplegia: a review of effectiveness studies. J Rehabil Med. 2003 Jan; 35(1):2-7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12610841/>
41. Paeth Rohlfs B. Experiencias con el concepto Bobath: fundamentos, tratamiento, casos. 2nd ed. [Madrid]: Médica Panamericana; 2007.
42. Pacheco R, Machado L, De Bittencourt Fraga D. Intervenção fisioterapêutica na encefalopatia crônica não progressiva tipo quadriparesia espástica associada à síndrome de west. Rev Téc Cient. 2012; 258-258.
43. Pacheco Dacosta S, Muñoz PL, Costoso AIT. Guía de evaluación y

planificación de tratamiento para pacientes adultos con hemiplejía. Fisioter (Madr, Ed, impresa). 2003; 25(1):24-33.

44. Bonito Gadella JC, Martínez Fuentes J, Martínez García R. El ejercicio terapéutico cognoscitivo: Concepto Perfetti. Fisioterapia. 2005; 4(1).

45. Martín NT. Método Perfetti para el tratamiento de la hemiplejía desde Terapia Ocupacional. Tog. 2015;1(10):2.

46. Bauer H, Appaji G, Mundt D. Vojta neurophysiologic therapy. Indian J. Pediatr. 1992 Jan;59(1):37-51.

47. Perales López L, Pérez Gorricho AM, Atin MA, Varela E. Efecto de la terapia Vojta en la rehabilitación de la marcha en dos pacientes adultos con daño cerebral adquirido en fase tardía. Fisioterapia. 2009 Jul 1;31(4):151-62.

48. Machado TC, Carregosa AA, Santos MS, Ribeiro NM da S, Melo A. Efficacy of motor imagery additional to motor-based therapy in the recovery of motor function of the upper limb in post-stroke individuals: a systematic review. Top Stroke Rehabil. 2019 Oct 3;26(7):548-53.

49. Ramachandran VS, Rodgers-Ramachandran D. Synaesthesia in phantom limbs induced with mirrors. Proc Biol Sci. 1996;263(1369):377-86.

50. Medina J. Efectos del entrenamiento asistido sobre la funcionalidad y el patrón de marcha en personas con gran discapacidad física de origen neurológico. Universitat de Barcelona; 2009.

51. Lorena Llorente D, Katherine Robles C. Experiencia de la terapia con lokomat en pacientes portadores de parálisis cerebral y síndromes atáxicos, instituto de rehabilitación infantil teletón concepción Chile. Rev. méd. Clín. Las Condes. 2014 Mar 1;25(2):249-54.

52. Lorena Cerda A. Manejo del trastorno de marcha del adulto mayor. Rev.

méd. Clín. Las Condes. 2014 Mar 1;25(2):265-75.

53. Oliva YRS, Ortiz JR, García MV, Perdomo VC. Hidroterapia en la reeducación de la marcha. Revisión bibliográfica. Rev Cub de Med Fis y Rehab. 201; 6(2):197-207.

54. Zhang Y, Wang Y-Z, Huang L-P, Bai B, Zhou S, Yin M-M, et al. Aquatic Therapy Improves Outcomes for Subacute Stroke Patients by Enhancing Muscular Strength of Paretic Lower Limbs Without Increasing Spasticity: A Randomized Controlled Trial. Am J Phys Med Rehabil. noviembre de 2016;95(11):840-9.

55. Pagliaro P, Zamparo P. Quantitative evaluation of the stretch reflex before and after hydro kinesy therapy in patients affected by spastic paresis. J Electromyogr Kinesiol. 1999; 9: 141-8.

56. Domínguez Ferraz D, Grau Pellicer M. Entrenamiento aeróbico y de fuerza en la rehabilitación del ictus. Fisioterapia. 2011 Sep 1;33(5):210-6.

57. Jiménez B, Martín J, Abadía O y Herrero JA. Entrenamiento de fuerza del miembro superior en usuarios de silla de ruedas. Rev Int Med Cienc Ac. 2007; 7:232-240. Tratamiento de la lesión medular guía para fisioterapeutas. Elsevier España. 2010.

58. Reche-Orenes D, Carrasco M. Aportaciones sobre la eficacia del método Pilates en la fuerza, el equilibrio y el riesgo de caídas de personas mayores. RAMD. 2016 Jun 1;9(2):85-90.

59. Bian Z, Sun H, Lu C, Yao L, Chen S, Li X. Effect of Pilates training on alpha rhythm. Comput Math Methods Med. 2013; 2013:295986.

60. Vanderbeken I, Kerckhofs E. A systematic review of the effect of physical exercise on cognition in stroke and traumatic brain injury patients. NeuroRehabilitation. 2017; 40(1):33-48.

61. Rose FD, Brooks BM, Rizzo AA. Virtual reality in brain damage rehabilitation: review. *Cyberpsychol Behav.* 2005; 8(3):241-62.
62. Anchino LA, Torti A, Miretti M, Bernardi E, Peretti G, Podadera R. Desarrollo de un Dispositivo CANSAT para Fomentar el Acceso a las Tecnologías Espaciales. XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. 2019;971-4.
63. Jauset Berrocal JA, Soria Urios G. Neurorrehabilitación cognitiva: fundamentos y aplicaciones de la musicoterapia neurológica. *Rev Neurol.* 2018;67(08):303.
64. da Silva EM, Sepúlveda-Loyola W, Martins da Silva J, Castilho dos Santos G, Pereira C. Comparación entre simple y doble tarea, capacidad cognitiva y equilibrio postural en adultos mayores que participan de 3 modalidades de ejercicio físico. *Fisioterapia.* 2020 Jan 1;42(1):33-8.
65. Silva RJM da, Dias SMS, Piazza L. Desempenho em atividades de simples e dupla tarefas de idosos institucionalizados que realizam e não realizam fisioterapia. *Fisioterapia e Pesquisa.* 2017 Jun;24(2):149-56.
66. Isensee LM, Weiner LJ, Hart RG. Neurologic disorders in a medical intensive care unit: A prospective survey. *Journal of Critical Care.* 1989;4(3):208-10.
67. Bleck TP, Smith MC, Pierre-Louis SJC, Jares JJ, Murray J, Hansen CA. Neurologic complications of critical medical illnesses. *Crit Care Med.* 1993; 21(1):98-103.
68. Huertas Hoyas E, Pedrero Pérez EJ, Águila Maturana AM, García López-Alberca S, González Alted C. Predictores de funcionalidad en el daño cerebral adquirido. *Neurología.* 2015 Jul 1 ;30(6):339-46.
69. Andlin-Sobocki P, Jönsson B, Wittchen HU, Olesen J. Cost of disorders of the brain in Europe. *Eur J Neurol.* 2005;12 Suppl 1:1-27.
70. Kunze K. Metabolic encephalopathies. *Journal of Neurology* 2002 249:9. 2014 Jul 13. 249(9):1150-9.
71. Wilches EC, López ME, Arango GP. Rehabilitación funcional del paciente neurológico en la UCI. *Acta Colomb Cuid Intensivo.* 2016: 119-142.
72. González Arévalo MP. Fisioterapia en neurología: estrategias de intervención en parálisis cerebral. *Umbral Científico.* 2005;(7):24-32.
73. Wallace M. Katz Index of Independence in Activities of Daily Living (ADL). New York University College of Nursing. 1963.
74. Cid-Ruzafa J, Damián-Moreno J. Valoración de la discapacidad física: el índice de barthel. *Re\ Esn Salud Púhhca.* 1997;71:177-137.
75. Gómez-Angulo C, Campo-arias A. Escala de Yesavage para Depresión Geriátrica (GDS-15 y GDS-5): estudio de la consistencia interna y estructura factorial. *Universitas Psychologica.* 2011; 10(3):735-43.
76. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state": A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research.* 1975 Nov 1;12(3):189-98.
77. ¿Índice de Barthel o Medida de Independencia Funcional? *Rehabilitación.* 2003 May; 37(3): 152-157.
78. Guevara CR, Lugo LH. Validez y confiabilidad de la Escala de Tinetti para población colombiana. *Rev Colomb Reumatol.* 2012; 19(4):218-33.
79. Tinetti ME, Mendes de Leon CF, Doucette JT, Baker DI. Fear of falling and fall-related efficacy in relationship to functioning among community-living elders. *J Gerontol.* 1994; 49(3).

80. Tinetti ME, Baker DI, Gottschalk M, Garrett P, McGeary S, Pollack D, et al. Systematic home-based physical and functional therapy for older persons after hip fracture. *Arch Phys Med Rehabil.* 1997; 78(11):1237-47.
81. Tinetti ME, Franklin Williams T, Mayewski R. Fall risk index for elderly patients based on number of chronic disabilities. *Am J Med.* 1986; 80(3):429-34.
82. Lobo A, Escobar V, Ezquerro J, Seva Díaz A. "El Mini-Examen Cognoscitivo" (Un test sencillo, práctico, para detectar alteraciones intelectuales en pacientes psiquiátricos). *Rev Psiquiatr Psicol Med.* 1980;14(5):39-57.
83. Wijndicks EFM. Metabolic Encephalopathy: Behind the Name. *Neurocritical Care.* 2018 Jan; 29(3):385-7.
84. Ma Q, Xing C, Long W, Wang HY, Liu Q, Wang RF. Impact of microbiota on central nervous system and neurological diseases: the gut-brain axis. *J Neuroinflammation.* 2019; 16(1).
85. Junges VM, Closs VE, Nogueira GM, Gottlieb MGV. Crosstalk between Gut Microbiota and Central Nervous System: A Focus on Alzheimer's Disease. *Current Alzheimer Research.* 2018 Sep 11;15(13):1179-90.
86. Cambios en los hábitos alimentarios durante el periodo de confinamiento por la pandemia COVID-19 en España | *Revista Española de Nutrición Comunitaria*; 26(2). 2020. IBECS.
87. Andreu Cabrera E. Actividad física y efectos psicológicos del confinamiento por covid-19. *Revista INFAD de Psicología International Journal of Developmental and Educational Psychology.* 2020 Jun 29;2(1):209-20.
88. Miyai I, Ito M, Hattori N, Mihara M, Hatakenaka M, Yagura H, et al. Cerebellar ataxia rehabilitation trial in degenerative cerebellar diseases. *Neurorehabilitation and Neural Repair.* 2012 Jun 2;26(5):515-22.
89. Nelson LLL, Annunziato F, Neves De Oliveira CE. Therapy influence on the plastic processes of nervous system: theory and research (part II). *Plasticidad del sistema motor. Fisioterapia.* 2007.
90. Barde-Cabusson Y, Osinski T. Imaginería motora graduada. *EMC - Kinesiterapia - Medicina Física.* 2018 Apr 1;39(2):1-10.
91. Paula MM, González-González Yoana J, Alejandra AC, Cuña-Carrera Iria D, Alonso A, Facultad C. *Arch Neurocién (Mex)* ISSN. 2020; 26(2):2021.
92. Molina KI, Ricci NA, de Moraes SA, Perracini MR. Virtual reality using games for improving physical functioning in older adults: a systematic review. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation.* 2014;11:20.
93. Davis DHJ, Creavin ST, Yip JLY, Noel-Storr AH, Brayne C, Cullum S. Montreal Cognitive Assessment for the diagnosis of Alzheimer's disease and other dementias. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2015 Oct 29;2015(10).
94. Canonici AP, Andrade LP de, Gobbi S, Santos-Galduroz RF, Gobbi LTB, Stella F. Functional dependence and caregiver burden in Alzheimer's disease: a controlled trial on the benefits of motor intervention. *Psychogeriatrics.* 2012 Sep; 12(3):186-92.
95. Spencer RMC, Ivry RB. Sequence Learning is Preserved in Individuals with Cerebellar Degeneration when the Movements are Directly Cued. *J Cogn Neurosci.* 2009 Jul; 21(7):1302.
96. Toots A, Lindelöf N, Littbrand H, Wiklund R, Holmberg H, Nordström P, et al. Effects of a High-Intensity Functional Exercise Program on Dependence in Activities of Daily Living and Balance in Older Adults with Dementia. *J Am Geriatr Soc.* 2016 Jan 1; 64(1):55-64.

97. Luque-Moreno C, Garvey-Canivell G, Cano-Bravo F. Análisis y reeducación del equilibrio y la marcha en paciente con esclerosis múltiple. Revista Científica de la Sociedad Española de Enfermería Neurológica. 2018 Jul 1;48:28–31.

98. Murie-Fernández M, Irimia P, Martínez-Vila E, John Meyer M, Teasell R. Neurorrehabilitación tras el ictus. Neurología. 2010 Apr 1;25(3):189–96.

99. Noé E, Gómez A, Bernabeu M, Quemada I, Rodríguez R, Pérez T, et al.

Guidelines: Basic principles of neurorehabilitation for patients with acquired brain injury. Recommendations of the Spanish Society of Neurorehabilitation. Neurología. 2021.

100. Lado V, Ron M, Gianella M, Olmos L, Bonamico L, Rey M, et al. Eficacia de la terapia de movimiento inducido por restricción para miembros superiores en pacientes con accidente cerebrovascular y su impacto en actividades de la comunidad: resultados de la fase piloto. Neurología Argentina. 2017 Apr 1;9(2):68–78.

ANEXOS

ANEXO 1. PUNTUACIÓN OBTENIDA EN MAYO DE 2022 EN EL ÍNDICE DE BARTHEL.

Tabla 1

Puntuaciones originales de las AVD incluidas en el Índice de Barthel

Comer
0 = incapaz
5 = necesita ayuda para cortar, extender mantequilla, usar condimentos, etc.
10 = independiente (la comida está al alcance de la mano)
Trasladarse entre la silla y la cama
0 = incapaz, no se mantiene sentado
5 = necesita ayuda importante (una persona entrenada o dos personas), puede estar sentado
10 = necesita algo de ayuda (una pequeña ayuda física o ayuda verbal)
15 = independiente
Aseo personal
0 = necesita ayuda con el aseo personal
5 = independiente para lavarse la cara, las manos y los dientes, peinarse y afeitarse
Uso del retrete
0 = dependiente
5 = necesita alguna ayuda, pero puede hacer algo sólo
10 = independiente (entrar y salir, limpiarse y vestirse)
Bañarse/Ducharse
0 = dependiente
5 = independiente para bañarse o ducharse
Desplazarse
0 = inmóvil
5 = independiente en silla de ruedas en 50 m
10 = anda con pequeña ayuda de una persona (física o verbal)
15 = independiente al menos 50 m. con cualquier tipo de muleta, excepto andador
Subir y bajar escaleras
0 = incapaz
5 = necesita ayuda física o verbal. puede llevar cualquier tipo de muleta
10 = independiente para subir y bajar
Vestirse y desvestirse
0 = dependiente
5 = necesita ayuda, pero puede hacer la mitad aproximadamente, sin ayuda
10 = independiente, incluyendo botones, cremalleras, cordones, etc
Control de heces:
0 = incontinente (o necesita que le suministren enema)
5 = accidente excepcional (uno/semana)
10 = continente
Control de orina
0 = incontinente, o sondado incapaz de cambiarse la bolsa
5 = accidente excepcional (máximo uno/24 horas).
10 = continente, durante al menos 7 días
Total = 0-100 puntos (0-90 si usan silla de ruedas)

95/100.

(*) Para una descripción más detallada consultar referencias 10 y 34.

ANEXO 2. PUNTUACIÓN OBTENIDA EN MAYO DE 2022 EN EL TEST DE TINETTI.

ESCALA DE TINETTI PARA EQUILIBRIO

A) **EQUILIBRIO** (el sujeto está sentado en una silla rígida, sin apoyo para brazos).

■ **Equilibrio sentado**

- 0 - se inclina o se desliza de la silla
1 - está estable, seguro

■ **Levantarse de la silla**

- 0 - es incapaz sin ayuda
1 - se debe ayudar con los brazos
2 - se levanta sin usar los brazos

■ **En el intento de levantarse**

- 0 - es incapaz sin ayuda
1 - es capaz pero necesita más de un intento
2 - es capaz al primer intento

■ **Equilibrio de pie (los primeros 5 segundos)**

- 0 - inestable (vacila, mueve los pies, marcada oscilación del tronco)
1 - estable gracias al bastón u otro auxilio para sujetarse
2 - estable sin soportes o auxilios

■ **Equilibrio de pie prolongado**

- 0 - inestable (vacila, mueve los pies, marcada oscilación del tronco)
1 - estable pero con base de apoyo amplia (maleolos mediales > 10cm) o usa auxilio
2 - estable con base de apoyo estrecha, sin soportes o auxilios

■ **Romberg sensibilizado** (con ojos abiertos, pies juntos, empujar levemente con la palma de la mano sobre el esternón del sujeto en 3 oportunidades)

- 0 - comienza a caer
1 - oscila, pero se endereza solo
2 - estable

■ **Romberg** (con ojos cerrados e igual que el anterior)

- 0 - inestable
1 - estable

■ **Girar en 360°**

- 0 - con pasos discontinuos o movimiento no homogéneo
1 - con pasos continuos o movimiento homogéneo
0 - inestable (se sujeta, oscila)
1 - estable

■ **Sentarse**

- 0 - inseguro (equivoca distancia, cae sobre la silla)
1 - usa los brazos o tiene un movimiento discontinuo
2 - seguro, movimiento continuo

PUNTAJE EQUILIBRIO

10 / 16

ESCALA DE TINETTI PARA LA MARCHA

B) **MARCHA** (El paciente está de pie; debe caminar a lo largo, inicialmente con su paso habitual, luego con un paso más rápido pero seguro. Puede usar auxilios).

■ Inicio de la deambulaci3n (inmediatamente despu3s de la partida)

- 0 - con una cierta inseguridad o m3s de un intento
 1 - ninguna inseguridad

■ Longitud y altura del paso

Pi3 derecho

- 0 - durante el paso el pi3 derecho no supera al izquierdo
 1 - el pi3 derecho supera al izquierdo
 0 - el pi3 derecho no se levanta completamente del suelo
 1 - el pi3 derecho se levanta completamente del suelo

Pi3 izquierdo

- 0 - durante el paso el pi3 izquierdo no supera al derecho
 1 - el pi3 izquierdo supera al derecho
 0 - el pi3 izquierdo no se levanta completamente del suelo
 1 - el pi3 izquierdo se levanta completamente del suelo

■ Simetría del paso

- 0 - el paso derecho no parece igual al izquierdo
 1 - el paso derecho e izquierdo parecen iguales

■ Continuidad del paso

- 0 - interrumpido o discontinuo (detenciones o discordancia entre los pasos)
 1 - continuo

■ Trayectoria

- 0 - marcada desviaci3n
 1 - leve o moderada desviaci3n o necesidad de auxilios
 2 - ausencia de desviaci3n y de uso de auxilios

■ Tronco

- 0 - marcada oscilaci3n
 1 - ninguna oscilaci3n, pero flexi3n de rodillas, espalda, o abre los brazos durante la marcha
 2 - ninguna oscilaci3n ni flexi3n ni uso de los brazos o auxilios

■ Movimiento en la deambulaci3n

- 0 - los talones est3n separados
 1 - los talones casi se tocan durante la marcha

PUNTAJE MARCHA

7 /12

SUMA DE PUNTAJES: EQUILIBRIO + MARCHA: 17 /28

ANEXO 3. PUNTUACIÓN OBTENIDA EN MAYO DE 2022 EN MINI EXAMEN COGNOSCITIVO.

Código screening _____		
Mini-Examen Cognoscitivo de Lobo (MEC-35)		
Lobo A, et al. Med Clin 1999; 112: 767-774. (Ver instrucciones de uso al reverso)		
	Máxima puntuación	PUNTOS
Orientación Dígame el día ____ Fecha ____ Mes ____ Estación ____ Año ____ Dígame el Hospital (o el lugar) ____ Planta ____ Ciudad ____ Provincia ____ Nación ____ <i>Poner un punto por cada respuesta correcta</i>	(5) (5)	(5) (5)
Fijación (memoria inmediata) Repita estas 3 palabras: peseta, caballo, manzana. (Repetirlas hasta que las aprenda) <i>Poner un punto por cada respuesta correcta</i>	(3)	(3)
Concentración y cálculo Si tiene 30 pesetas. y me va dando de 3 en 3, ¿cuántas le van quedando? <i>Poner un punto por cada sustracción correcta.</i> Repita estos números: 5-9-2 (hasta que los aprenda). Ahora hacia atrás <i>Un punto por cada dígito que coloque en posición inversa correcta.</i>	(5) (3)	(2) (3)
Memoria (reciente) ¿Recuerda las tres palabras que le he dicho antes? <i>Poner un punto por cada respuesta correcta</i>	(3)	(2)
Lenguaje y construcción Mostrar un bolígrafo “¿Qué es esto?”. Repetirlo con el reloj. <i>Poner un punto por cada respuesta correcta</i> Repita esta frase: “en un trigal había cinco perros” <i>Un fallo en una letra es 0 puntos en el ítem.</i> Una manzana y una pera son frutas, ¿verdad?, ¿Qué son el rojo y el verde?, ¿Qué son un perro y un gato? <i>Poner un punto por cada respuesta correcta</i> Coja este papel con la mano derecha, dóblelo y póngalo encima de la mesa” <i>Poner un punto por cada respuesta correcta</i> Lea esto y haga lo que dice: CIERRE LOS OJOS Escriba una frase  Copie este dibujo”	(2) (1) (2) (3) (1) (1) (1)	(2) (0) (2) (3) (1) (1) (1)
Puntuación total (un punto cada respuesta correcta):	(35)	(30)
Nº preguntas que el paciente no ha podido contestar por su nivel de escolarización		
preguntas que el paciente no ha podido contestar por déficit visual		
Puntuación Tota Corregida (*)		

(*) Para su cálculo excluimos las preguntas que hayan sido eliminadas, básicamente por analfabetismo o por imposibilidad física de cumplir un ítem (ej.: ceguera). La puntuación total corregida se obtiene por regla de tres. Por ejemplo si el paciente es ciego y no puede acceder a 4 de los 35 puntos posibles, la puntuación final se calculará sobre 31 puntos posibles. Imaginemos que la puntuación total ha sido 20, aplicando la corrección obtenemos una puntuación $(20 \times 35 / 31) = 22,5$ (redondearemos al núm. entero + próximo, el 23).

ANEXO 4. CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA INCLUSIÓN AL ESTUDIO.



CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimado Sr/Sra.:

Ha sido Ud. invitado/a a participar en un ensayo clínico que supone INVESTIGACIÓN para un Trabajo Final de Grado.

La lectura de este documento y su conformidad con el mismo, una vez solventadas por el/la fisioterapeuta todas las dudas que puedan surgir, permitirá su inclusión en el mismo.

No está Ud. obligado/a a participar en este ensayo, puede renunciar a él, ahora o en cualquier momento, sin tener que justificar su decisión y sin que dicha decisión tenga consecuencia alguna.

Este trabajo, bajo el título:

Estudio de la eficacia de un tratamiento de Fisioterapia en un paciente con Encefalopatía Metabólica,

tiene el objetivo de comprobar cómo un trabajo progresivo e individualizado para pacientes con este cuadro clínico, obtienen mejoría en ítems fundamentales para mejorar la calidad de vida, como son la independencia, el equilibrio y el deterioro cognitivo.

Para verificar esta hipótesis se realizarán valoraciones rutinarias mediante la aplicación de escalas para observar si se producen variaciones en cada uno de los apartados citados anteriormente.

Desarrollo del ensayo

A partir del momento de la firma de este consentimiento informado, Ud. se considerará incluido en el estudio.

Se iniciará con una valoración previa, que confirmará las características que presenta, y posteriormente se propondrá el conjunto de ejercicios necesarios para la aplicación del procedimiento terapéutico.

Posteriormente, Ud. deberá comprometerse a acudir diariamente, de lunes a viernes, a sesiones con una duración aproximada de 1 hora.

Cuando concluyan estas sesiones (aproximadamente 4 meses), se repetirá la valoración inicial para constatar la evolución obtenida.

En este momento el tratamiento se dará por concluido.

Efectos secundarios y/o adversos

No se reportan efectos secundarios o adversos derivados de la aplicación de este método terapéutico. En ocasiones, se pueden notar ligeras molestias locales por el aumento de la intensidad de entrenamiento que cederán espontáneamente.



Confidencialidad

Sus datos personales se mantendrán en la confidencialidad durante todo el ensayo y tras el mismo, en estricto cumplimiento de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.

Sólo se accederá por parte de la persona encargada del estudio a la parte de Historia Clínica cuyos datos son relevantes para este, y, en cualquier caso, existe un compromiso de guardarla en la mas estricta confidencialidad. En ninguno de los casos se conocerán sus datos personales ni se podrá identificarle.

Ventajas para Ud.

Puede beneficiarse de la aplicación de este método no invasivo con el que, según la hipótesis de partida, es posible la mejora de las características físicas y cognitivas que Ud. presenta.

Colaborará con el avance de la investigación y permitirá que su experiencia sea útil, ya sea en uno ú otro sentido para muchas personas.

Aceptación

He leído detenidamente este Consentimiento informado, he preguntado al fisioterapeuta responsable de mi seguimiento todas las dudas y cuestiones que he estimado pertinentes y he sido respondido a mi satisfacción, por lo que presto mi consentimiento para ser incluido en este ensayo clínico de investigación.

En Osuna, a 20 de diciembre de 2021.

Firma del paciente:

Firma del Fisioterapeuta:

Influencia de la actividad física en la inteligencia emocional de jóvenes universitarios

Pablo Graciano Govantes
Rafael Baena González
Carlos Chavarría Ortiz

Resumen:

El objetivo central de esta investigación es comprobar si existe una relación entre la actividad física y la inteligencia emocional de alumnos universitarios. Para ello se ha utilizado una muestra de 84 alumnos universitarios, 49 del grado de CCAFD, 3 del doble grado de CCAFD y Fisioterapia y 32 del grado de Educación Primaria, todos ellos de la Escuela Universitaria de Osuna. Para medir el nivel de actividad física de los participantes se ha utilizado el cuestionario IPAQ, el cual clasifica en tres niveles: Bajo, Moderado y Alto. Para medir la inteligencia emocional de los sujetos se ha utilizado el Test TMMS-24. Esta prueba no aporta un resultado general de inteligencia emocional, sino de tres factores que se relacionan con ella: Atención a las emociones, Claridad emocional y Reparación emocional. Finalmente, se ha obtenido como resultado que la actividad física de los participantes influye a dos de estos factores de la inteligencia emocional (Atención a las emociones y Reparación emocional), haciendo que los niveles en estos aumenten según se incrementa el nivel de actividad física.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ACTIVIDAD FÍSICA

La OMS (Organización Mundial de la Salud, 2019) define la actividad física como “Cualquier forma de movimiento corporal realizado por los músculos esqueléticos, que provoquen un aumento en el consumo de energía.” Siguiendo esta definición, la actividad física es una práctica que no conlleva una planificación, a diferencia del ejercicio físico, que sí. La OMS, ya citada anteriormente, lo define como “Actividad planificada, estructurada, repetitiva y deliberada, cuyo objetivo es mejorar o mantener uno o más componentes de la preparación física”.

Como se ha podido observar, actividad y ejercicio físico son dos conceptos distintos. Sin embargo, ambas definiciones están opuestas con la inactividad física, que se define como: “Falta del nivel suficiente de actividad física necesario para cumplir con las recomendaciones actuales de actividad física” (Organización Mundial de la Salud, 2019). Esta inactividad está muy relacionada con el sedentarismo, y se entiende como: “Cualquier comportamiento de vigilia caracterizado

por un gasto de energía inferior a 1,5 equivalentes metabólicos (MET), al estar sentado, reclinado o acostado”. En esta definición también se nombran los hábitos sedentarios más comunes. Estos son: ver la televisión, jugar videojuegos, utilizar el ordenador, conducir o leer.

Llevar una vida llena de estos hábitos causará grandes cambios y problemas en el cuerpo. El sedentarismo produce consecuencias, que se van generando una tras otra provocando una gran cadena. Algunos de estas son: obesidad, enfermedades cardiovasculares, respiratorias y neurológicas, trastornos musculoesqueléticos y mayor fragilidad física. A esto, hay que unirle una pérdida de la calidad de vida y una esperanza de vida más corta (Arocha-Rodulfo, 2019).

Por el contrario, existen muchos estudios que comprueban, y son cada vez más, los beneficios que tiene realizar algún tipo de ejercicio físico. A nivel fisiológico, ayuda a mantener tu peso ideal, provocando un descenso de la grasa y un aumento de la masa muscular. Además, disminuye el riesgo de sufrir algún tipo de cáncer. También mejora tu sistema inmune y previene la aparición de la osteoporosis (Bonilla Arena & Sáez Torralba, 2014).

A nivel psicológico también aporta grandes beneficios. Ayuda en la autopercepción personal y mejora el estado de ánimo y la autoestima, disminuyendo además los sentimientos negativos, la ansiedad y las situaciones de estrés (Reynaga et al., 2016). También se ha realizado un estudio que compara el rendimiento laboral de los trabajadores y la realización de ejercicio físico y los autores encontraron una relación positiva entre ambos conceptos. (de Miguel Calvo et al., 2011).

Realizar ejercicio físico también aporta a las personas beneficios sociales. Gracias a

él, aumenta la autonomía y favorece la sociabilidad y la integración social. Además, también ayuda a afrontar los problemas y a resolverlos, manteniéndote en ocasiones alejado y distraído de ellos (Bonilla-Arena & Sáez-Torralba, 2014).

Y es que, como se ha visto, son cada vez más los estudios que demuestran los beneficios que tiene realizar algún tipo de ejercicio físico. Sin embargo, según los estudios y datos recogidos por la Organización Mundial de la Salud (Organización Mundial de la Salud, 2020) el 28 % de los adultos (23% hombres y 32% mujeres) mayores de 18 años no eran lo suficientemente activos. Estos datos cambian según el nivel de ingresos del país y, donde el nivel adquisitivo es mayor, el 26% de los hombres y el 35 % de las mujeres no cumplen con los requisitos de actividad física recomendada. En cambio, en países más pobres, estos datos bajan considerablemente, pasando a ser el 12% de los hombres y el 24% de las mujeres.

Estos datos son más preocupantes si hablamos de la población juvenil. Según este mismo estudio, el 81% de los adolescentes de 11 a 17 años no realizaban la suficiente actividad física en el año 2016. También se hace una distinción entre sexos, siendo un 85% el porcentaje de chicas y 78% el de chicos.

Para que estos números cambien a mejor, la OMS creó en 2018 el “Plan de acción mundial sobre la actividad física”. Consta de cuatro objetivos estratégicos y veinte medidas normativas para los Estados Miembros, las asociaciones internacionales y la propia OMS, con el objetivo de aumentar los niveles de actividad física en toda la sociedad mundial. La meta propuesta fue disminuir un 10% la inactividad física, a nivel mundial, para el año 2030.

La OMS (Organización Mundial de la Salud, 2019) también proporcionó unas recomendaciones a la población mundial, según los grupos de edad, acerca de la actividad física mínima necesaria para tener una buena salud. La población joven entre 5 y 17 años debería realizar 60 minutos al día de actividad física moderada, principalmente aeróbica. Además, recomiendan realizar actividades que fortalezcan los músculos y huesos, al menos tres veces por semana. También destacan la importancia de limitar el tiempo dedicado a actividades y hábitos sedentarios.

Por otro lado, para la población adulta, recomiendan realizar al menos de 150 a 300 minutos semanales de actividad física aeróbica moderada o de 75 a 150 minutos de actividad física aeróbica intensa. Para tener mayores beneficios relacionados con la salud y reducir efectos perjudiciales producidos por los hábitos sedentarios, proponen prolongar la actividad física por encima de los 300 minutos semanales.

1.2. INTELIGENCIA EMOCIONAL

El concepto de inteligencia es más complejo que el de actividad física. Mientras que para este último término existe una definición (varias definiciones, pero muy similares entre sí), para el de inteligencia existen muchas interpretaciones, opiniones y teorías.

La RAE en sus tres primeras entradas (Real Academia Española, s.f.), define la inteligencia como: “Capacidad de entender o comprender.” “Capacidad de resolver problemas”. “Conocimiento, comprensión, acto de entender”.

Para Santrock (Belcastro et al., 2008) la inteligencia es un conjunto de capacidades que hacen al individuo capaz de resolver problemas y adaptarse a las situaciones de

la vida cotidiana, aprendiendo de ellas. Expertos como Santrock trataban a la inteligencia como una capacidad y la consideraban limitada.

Siguiendo esta línea, Sternberg propuso su famosa Teoría Triárquica (López-Verdugo et al., 2011), describiendo tres tipos de inteligencia:

- *Inteligencia analítica*: habilidad de analizar, evaluar, juzgar y contrastar. Ligada con la eficacia de las personas a la hora de resolver problemas, proponer soluciones, procesar la información y evaluar los resultados.
- *Inteligencia creativa*: habilidad para crear, diseñar, imaginar o inventar. Permite encontrar nuevas soluciones o comparar la información ya conocida, de manera original.
- *Inteligencia práctica*: habilidad de evaluar una situación y decidir cómo actuar. Determinada con la relación de las personas con el entorno y ambiente.

Otra gran visión es la de Howard Gardner y su teoría de las Inteligencias Múltiples. Gardner se mostró crítico con las antiguas ideas de que la inteligencia era una capacidad propia del ser humano y que esta se podía cuantificar mediante instrumentos estándares (Mora-Mérida & Martín-Jorge, 2007). Al haber diversos marcos culturales y existir en ellos una gran variedad de problemas, este autor propuso la existencia de distintas inteligencias. Cada una de estas son independiente unas de otras y poseen sus propias características:

- *Inteligencia lingüística*: habilidad para utilizar correctamente el lenguaje escrito y oral. Implica tener conocimientos sintácticos y semánticos adecuados.

- *Inteligencia musical:* habilidad de entender y comunicar a través de la música. Relacionada con dos elementos básicos de esta: el ritmo y el tono.
- *Inteligencia lógico-matemática:* esta inteligencia permite resolver y descifrar patrones a partir de objetos que guardan cierta relación numérica. Relacionada con la resolución de problemas, capacidad de abstracción y habilidad para el cálculo.
- *Inteligencia espacial:* se relaciona con la capacidad de percibir el entorno. Esta inteligencia también permite crear y visualizar ideas o imágenes mentales y pensar en tres dimensiones.
- *Inteligencia cenestésico-corporal:* consta de dos capacidades: controlar tus movimientos y manejar y manipular objetos. Ambas habilidades se suelen desarrollar de forma paralela.
- *Inteligencia intrapersonal:* capacidad de tomar consciencia de uno mismo, discriminar entre sentimientos y emociones.
- *Inteligencia interpersonal:* se relaciona con la capacidad de detectar estados de ánimos o intereses de las personas que nos rodean. Por lo general, esta inteligencia depende de la inteligencia intrapersonal.
- *Inteligencia naturalista:* este tipo de inteligencia la incluyó más tarde tras una reforma de su teoría. Permite a los individuos distinguir en la naturaleza entre los distintos tipos de seres vivos y organismos, identificarlos, reconocerlos o clasificarlos.

A esta lista propuesta por Gardner, hay que añadir la inteligencia emocional, introducida por su alumno Daniel Goleman.

La primera vez que se utilizó el término de inteligencia emocional fue en 1990 por los psicólogos Peter Salovey y John Mayer (Salovey & Mayer, 1990). Unos años más tarde, estos autores establecieron una definición: “capacidad de percibir con exactitud, valorar y expresar emociones; la capacidad de encontrar y/o generar sentimientos cuando éstos faciliten el pensamiento y la capacidad de comprender y regular las emociones para promover el crecimiento emocional e intelectual” (Salovey & Mayer, 1997).

Estos autores también identificaron y diferenciaron cinco capacidades que se integran dentro de la inteligencia emocional:

- Reconocer las propias emociones, darles nombre, ordenarlas y modelarlas correctamente.
- Saber manejar correctamente las emociones, es decir, controlar las reacciones que provocan estos sentimientos.
- Utilizar el potencial existente. Salovey y Mayer relacionaron esta capacidad con la motivación, la confianza en uno mismo y la perseverancia.
- Ponerse en el lugar de los demás. En otras palabras, escuchar y comprender los sentimientos y pensamientos de otra persona.
- Facilidad de crear relaciones sociales o interpersonales. Depende en gran medida de las capacidades tratadas anteriormente.

También indicaron que estas capacidades pueden aprenderse y ser desarrolladas a través de experiencias y del esfuerzo consciente por captar tanto las emociones propias como las de las demás personas.

Sin embargo, fue con el ya citado Goleman con quien se popularizó el término de inteligencia emocional. A partir de su libro “Inteligencia Emocional”, publicado en 1995, esta nueva inteligencia ganó importancia y se comenzó a tener en cuenta en nuevos aspectos, como el educativo y el laboral.

En dicha obra, Goleman indicó que la inteligencia emocional “es una meta-habilidad que determina el grado de destreza que se puede conseguir en el dominio de nuestras otras facultades” (Goleman, 1995). Por lo tanto, el estado emocional dependerá de las actuaciones y capacidades de cada persona. Es por este motivo por el que se le ha dado tanta importancia en los últimos años a esta inteligencia.

Goleman en su obra propuso cinco factores o habilidades, que conforman la inteligencia emocional e indicó que deben de ser fomentadas y desarrolladas. Estas cinco competencias han sido recogidas (Dueñas Buey, 2002) y son:

- *Conciencia emocional*: ser consciente de uno mismo, de tus sentimientos, emociones y pensamientos. Se relaciona con el autocontrol y con la respuesta ante los sucesos que ocurren a tu alrededor.
- *Autocontrol*: saber regular las emociones y manejar los propios sentimientos. Permanecer tranquilo y afrontar la situación de manera correcta.
- *Motivación*: esta surge del autocontrol y del autoconocimiento. “Significa ser aplicado, ser constante, perseverante, tener resistencia ante las frustraciones”.
- *Empatía*: capacidad de ponerse en el lugar de otro. Significa entender las

emociones de otras personas y comprender lo que sienten.

- *Habilidad social*: entenderse con las demás personas, establecer relaciones y sentirse parte de un grupo. “Hace referencia a entenderse con los demás, orientarse hacia los otros, no ser un mero observador de los demás sino hacer algo en común con ellos, sentir alegría de estar entre la gente”.

De todas estas, Goleman le dio gran importancia a la primera, la conciencia emocional, ya que de esta depende la manera en la que el sujeto se relaciona consigo mismo. En esta conciencia emocional, distinguió dos procesos (Goleman, 1999): el primero se relaciona con el reconocimiento del entorno, sus estímulos y las consecuencias que produce en el sujeto; el segundo, con el razonamiento que conllevan estas consecuencias o manifestaciones emocionales y la manera en la que son comprendidas.

Como se ha comentado anteriormente, el término de inteligencia emocional ha ganado fama en las últimas décadas y son muchos los estudios que indagan en esta nueva inteligencia. Muchos de ellos demuestran grandes beneficios de la inteligencia emocional, tanto en niños como en adultos. Algunos de ellos, en el ámbito de la educación, son (Bello-Dávila et al., 2010):

- Mejores relaciones con los compañeros.
- Menos problemas de conducta.
- Menos tendencia a actos de violencia.
- Mayor cantidad de sentimientos positivos.
- Mejora en el rendimiento académico.

- Mayor facilidad a la hora de enfrentarse a conflictos.
- Menos inclinación a conductas de riesgo como las drogas.
- Mejor bienestar psicológico.
- Repercusión positiva en el estado de salud.

2. JUSTIFICACIÓN

Como se ha podido comprobar, la actividad física ha sido sujeto para muchos estudios. Se ha observado a través de estos que, realizar actividad física tiene numerosos beneficios para el ser humano. No sólo a nivel físico, que quizás sean los más conocidos, sino también a nivel psicológico y social.

Pese a estos estudios, también se ha podido comprobar que cerca del 30% de las personas adultas no son lo suficientemente activas. Este número crece mucho más si hablamos de adolescentes, ya que el 81% de ellos (11 a 17 años) no realizaban la suficiente actividad física en el año 2016.

Por otro lado, la inteligencia emocional es un tema de actualidad y a partir del libro

de Goleman han surgido muchos estudios sobre ella, sobre todo en el mundo laboral y la educación. Se han visto algunos de los beneficios que esta inteligencia aporta a nivel educativo. Por ello, la educación emocional se ha convertido en uno de los pilares del sistema educativo.

Uniando ambos conceptos, actividad física e inteligencia emocional, se ha planteado la cuestión central de esta investigación: ¿Influye la actividad física en la inteligencia emocional de las personas? Esta será la gran interrogación de este proyecto y toda la investigación girará en torno a ella.

3. MARCO TEÓRICO

Una vez planteada la cuestión general de esta investigación se ha realizado una revisión bibliográfica acerca de estudios previos que trabajen estos temas y los relacionen. De esta manera, se han podido conocer los resultados y conclusiones que encontraron estos autores en sus estudios. Todas estas investigaciones que se van a ver a continuación se centran en la actividad física y la inteligencia emocional.

Tabla 1. Marco teórico

Cita del estudio	Resultados
(Adilogullari & Senel, 2014)	Concluyeron que los profesores/entrenadores con un mayor nivel de inteligencia emocional son más efectivos a la hora de enseñar. La inteligencia emocional ayuda a mejorar la calidad del deporte.
(Bhochhibhoya et al., 2020)	Obtuvieron que los participantes (población universitaria) con altos niveles de actividad física tenían puntuaciones más altas en la inteligencia emocional y en salud mental. Por el contrario, los sujetos con niveles de actividad física moderados o bajos tuvieron peores resultados en las pruebas realizadas.
(Szabo, 2014)	El estudio se realizó con deportistas que practicaban judo y boxeo. Respecto a la comprensión de sus propias emociones, los sujetos obtuvieron una puntuación más

Cita del estudio	Resultados
	alta que los no deportistas, teniendo los boxeadores una puntuación mayor que los judocas. En cuanto a las emociones de los demás, no se obtuvieron diferencias entre sí, pero se volvió a encontrar una diferencia con los no deportistas, puntuando estos últimos más bajo. En el control de las emociones y su uso, los boxeadores volvieron a puntuar más alto que los judocas. Las personas no deportistas obtuvieron, de nuevo, menor puntuación. Concluyeron que los deportes de contacto pueden favorecer el desarrollo de la inteligencia emocional.
(Çoban et al., 2010)	Realizaron el estudio con el fin de detectar diferencias en la inteligencia emocional de algunos jóvenes según variables sociodemográficas. Entre otros resultados, obtuvieron que la participación en actividades sociales (entre los que se incluye el deporte) tiene efectos positivos en el desarrollo de habilidades interpersonales. Además, son capaces de superar más fácilmente situaciones de estrés, afrontarse nuevos problemas y desarrollar un estado de ánimo más positivo.

4. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

4.1. GENERAL

El objetivo general de la investigación es:

- Comprobar si existe una relación entre la actividad física y la inteligencia emocional de alumnos universitarios.

4.2. ESPECÍFICO

Además del objetivo general, se han propuesto dos objetivos específicos:

- Ver y diferenciar el nivel de actividad física diferenciando según el grado académico y el sexo de los participantes de la Escuela Universitaria de Osuna.
- Comprobar si existe alguna diferencia respecto a la inteligencia emocional según el grado académico y el sexo de

los participantes de la Escuela Universitaria de Osuna.

4.3. HIPÓTESIS

A partir del objetivo general, se ha planteado la siguiente hipótesis:

- Los alumnos universitarios tendrán mayor inteligencia emocional según aumente su nivel de actividad física.

5. METODOLOGÍA

5.1. PARTICIPANTES

En el estudio han participado un total de 84 sujetos, todos ellos estudiantes de la Escuela Universitaria de Osuna. 49 de ellos son del grado de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (en adelante CCAFD), 3 del doble grado de CCAFD y Fisioterapia y los otros 32 del grado de Educación

Primaria. 34 de ellas eran chicas (40,5%) y, el resto, 50, chicos (59,5%).

La edad media de los participantes es de 21,51 años ($\pm 2,69$), siendo 19 años la edad de la persona más joven y 36 la edad de la más mayor.

Tabla 2. Muestra del estudio

		Grado		
		CCAFD	Doble CCAFD + Fisioterapia	Educación Primaria
Sexo	F (34)	12	0	22
	M (50)	37	3	10
Total		49	3	32

Los participantes del grado de CCAFD y los del doble grado de CCAFD y Fisioterapia que participan en este estudio, realizaron el cuestionario durante el horario lectivo en una asignatura de sus grados. Sin embargo, los participantes del grado de Educación Primaria son todos voluntarios que se prestaron a participar en este estudio.

5.2. INSTRUMENTOS

Para realizar este estudio se han utilizado dos cuestionarios: Cuestionario IPAQ (Cuestionario Internacional de Actividad Física) y el Test de Inteligencia Emocional TMMS-24.

Cuestionario IPAQ

El Cuestionario IPAQ fue creado en 1996 por expertos, convocador por el Instituto Karolinska, la Universidad de Sídney, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC). Se utilizó por primera vez en Ginebra en 1998 y posteriormente ha sido utilizado en muchos estudios (Carrera, 2017).

Este cuestionario (versión corta) mide el nivel de actividad física a través de preguntas sobre la frecuencia, intensidad y duración (vigorosa o moderada) de dicha actividad realizada en los últimos 7 días. Concretamente se centra en el tiempo transcurrido durante la actividad física moderada, la actividad física vigorosa y en el caminar. El resultado se registra en METS Metabolic Equivalent of Task o Unidades de Índice Metabólico) por minuto y semana.

Los valores, expresados en METS, de referencia son:

- Caminar: 3,3 METS
- Actividad Física Moderada: 4 METS
- Actividad Física Vigorosa 8 METS

Para obtener un número de METS totales, debemos multiplicar cada uno de estos valores por el tiempo en minutos en los que se han estado realizado durante un día y volverlo a multiplicar por el número de días en los que se realiza.

Como se observa en la tabla 3, este cuestionario clasifica el nivel de actividad en tres categorías:

Tabla 3. Clasificación de la actividad física según el cuestionario IPAQ

Bajo (Categoría 1)	No realiza ninguna actividad física
	La actividad física que realiza no es suficiente para alcanzar la categoría 2 o 3
Moderado (Categoría 2)	3 o más días de actividad física vigorosa por lo menos 20 minutos por día
	5 o más días de actividad física moderada y/o caminata al menos 30 minutos por día
	5 o más días de cualquiera de las combinaciones de caminata, actividad física moderada o vigorosa logrando como mínimo un total de 600 METS
Alto (Categoría 3)	Actividad Física Vigorosa por lo menos 3 días por semana logrando un total de al menos 1500 METS
	7 días de cualquier combinación de caminata, con actividad física moderada y/o actividad física vigorosa, logrando un total de al menos 3000 METS

Nota. Fuente: elaboración propia basada en Carrera, 2017

Test TMMS-24

Respecto al otro cuestionario utilizado, el test TMMS-24 (Escala Rasgo de Metaconocimiento Emocional) está basado en el modelo original de Salovey y Mayer. Esta escala original, la cual se considera el primer test de inteligencia emocional, constaba de 48 ítems.

El test TMMS-24 contiene 24 ítems que se responden sobre una escala Likert de 5 puntos y miden diferentes factores imprescindibles en la inteligencia emocional (Taramuel-Villacreces & Zapata-Achi, 2017):

- Atención a las emociones: se relacione con la autoconciencia que tenemos de nuestras emociones,

reconocer nuestros sentimientos y saber que significan.

- Claridad emocional: se refiere a la capacidad de conocer y comprender distintas emociones, diferenciarlas correctamente y entenderlas.
- Reparación emocional: Capacidad de regular y controlar emociones, tanto negativas como positivas.

Este cuestionario nos dará una puntuación para cada uno de estos factores, no una puntuación global de inteligencia emocional. Para ello, hay que sumar todos los ítems de cada factor (1 al 8 para *Atención a las emociones*, 9 al 16 para *Claridad emocional* y 17 al 24 para *Reparación emocional*)

Tabla 4. Puntos de corte del Test TMMA-24

		Hombres	Mujeres
Atención a las emociones	Escasa	< 21	< 24
	Adecuada	22 a 23	25 a 35
	Excesiva	> 33	> 36
Claridad emocional	Escasa	< 25	< 23
	Adecuada	26 a 35	24 a 34
	Excelente	> 36	> 35
Reparación emocional	Escasa	< 25	< 23
	Adecuada	24 a 35	24 a 34
	Excelente	> 36	> 35

5.3. PROCEDIMIENTO

El estudio que se ha realizado consta de un diseño descriptivo, ya que el objetivo de este es comprobar los datos que nos aportan unas variables (inteligencia emocional y actividad física). También es un estudio relacional ya que estudiamos ambas variables y buscamos una relación entre ambas.

Una vez que teníamos la cuestión central de este TFG nos pusimos a buscar maneras de medir tanto la actividad física como la inteligencia emocional. La solución fueron los cuestionarios de los que se habla en el apartado anterior, ambos validados científicamente.

Posteriormente los dos cuestionarios se unieron en un mismo formulario de Google y se les pasó a los participantes. Hay que añadir que, además de estos dos cuestionarios, el formulario tenía una primera parte con preguntas (nombre, edad, sexo y grado que cursan) para que los participantes se pudieran identificar y poder sacar unas conclusiones. De esta manera podríamos recoger la información de manera más rápida, contaríamos con un mayor número de participantes y los resultados estarían en una hoja de cálculo

(Excel) de manera automática, lo cual facilitaría el trabajo.

Una vez que se obtuvieron los resultados en una hoja de cálculo empezaron a analizar. De esta manera se ha podido dar respuesta a las cuestiones propuestas y poder cumplir los objetivos planteados en este estudio.

Por último, se pudo sacar unas conclusiones de acuerdo a los resultados obtenidos.

5.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Como se dijo en el apartado anterior, las respuestas a los cuestionarios (realizados a través de "Formularios de Google") se obtuvieron automáticamente en una hoja de cálculo. En este Excel se encontraban las respuestas a cada una de los ítems y preguntas que incluían los cuestionarios.

Para la parte del cuestionario de actividad física IPAQ, se tuvo que realizar la evaluación, a partir de las respuestas de los participantes, para poder conseguir los METS totales de cada persona y poder clasificarlos según su nivel de actividad física (Baja, Moderada o Alta).

Para la parte del formulario de inteligencia emocional, Test TMMS-24, se tuvo que sumar cada una de las respuestas

de cada ítem (aportada en una escala de Lineker de 5 puntos) para cada uno de los tres factores (*Atención a las emociones*, *Claridad emocional* y *Reparación emocional*). Una vez que estaban sumados los resultados en cada uno de los factores los clasificamos en Escaso, Adecuado y Excelente (Excesiva para el factor de *Atención a las emociones*).

Por último, al tener todos los resultados en un Excel se realizaron gráficas y tablas comparativas que permitan obtener un mejor análisis de los resultados y

observarlos de una manera más clara y sencilla.

6. RESULTADOS

6.1. ACTIVIDAD FÍSICA

La figura 1 nos muestra el nivel de actividad física de todos los sujetos distinguidos en tres categorías: *Baja*, *Moderada* y *Alta*. En esta gráfica está recogida la respuesta de los 84 participantes que formaron parte de este estudio.

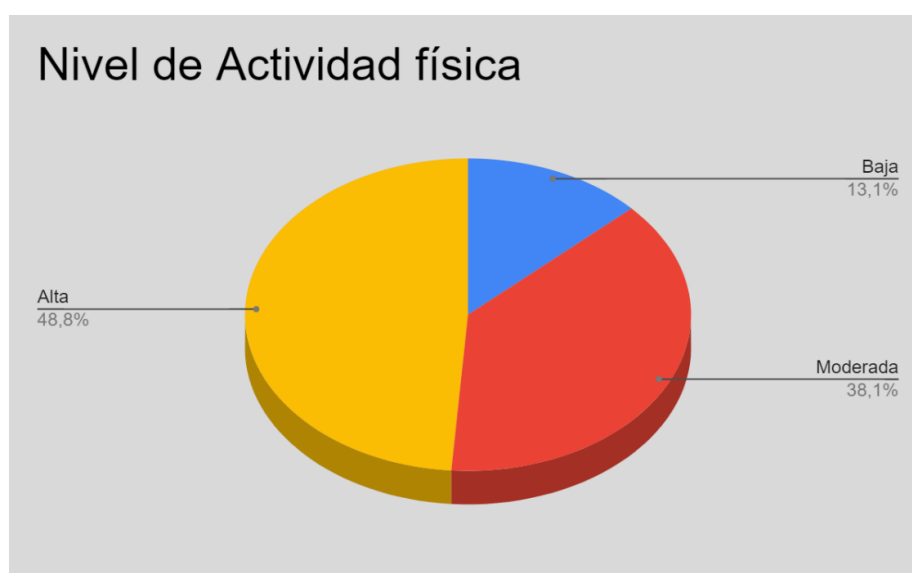


Figura 1. Nivel de actividad física de los participantes del estudio

El 13,1 % de los sujetos, 11 personas, están dentro de la categoría de *baja* actividad física y no alcanzaban los METS necesarios para estar dentro de alguna de los otros dos grupos. De estas 11 personas, 6 son chicas y 5 son chicos. Respecto al grado académico, 6 son del grado de CCAFD y 5 del grado de Educación Primaria.

El 38,1 % de los sujetos se encuentran en la categoría *moderada* de actividad física. En total son 32 personas, de las cuales 17 son chicas y 15 son chicos. 17 de estos

sujetos pertenecen al grado de CCAFD y el resto, 15, al grado de Educación Primaria.

Por último, la mayoría de las personas que participaron en este estudio pertenecen a la categoría de *alta* actividad física. En total son 41 personas, el 48,8 %, el cual está formado por 11 chicas y 30 chicos. Al igual que se ha diferenciado en las otras categorías, 26 sujetos son del grado de CCAFD, 12 del grado de Educación Primaria y los 3 restantes del doble grado en Fisioterapia y CCAFD.

De acuerdo con el sexo, El 17,7 % de las chicas se encuentran en el nivel de *baja* actividad física, el 50 % en el nivel *moderado* y el 32,3 % en el nivel *alto*. Respecto al sexo masculino, el 10 % se encuentran en un nivel *bajo* de actividad física, el 30 % en nivel *moderado* y el 60 % en nivel *alto*. A simple vista, podemos ver que hay gran diferencia entre sexos. Se observa que, de los participantes de este estudio, la mayoría de las chicas están en el nivel *moderado*. Sin embargo, la mayoría de los chicos se encuentran en el nivel de *alta* actividad física.

En relación al grado que cursan los participantes, la mayoría de los alumnos del grado de CAFyD pertenecen al nivel de *alta* actividad física (53,1 %), seguido del *moderado* (34,7 %) y del *bajo* (12,2 %). En el doble grado de Fisioterapia y CCAFD predomina también el nivel *alto* (100%), ya que los tres sujetos de este grado se encuentran en esta categoría. Por último,

en el grado de Educación Primaria predomina el nivel *moderado* (46,9 %), seguido del *alto* (37,5 %) y del *bajo* (15,6 %).

6.2. INTELIGENCIA EMOCIONAL

Las figuras 2, 3 y 4 enseñan los resultados obtenidos en el Test TMMS-24, realizado a todos los participantes. Como se dijo anteriormente, esta prueba da una puntuación a tres factores importantes de la inteligencia emocional, no un resultado global.

El primer de estos factores, *atención a las emociones* (figura 2), clasificaba los resultados *adecuada*, *excesiva* y *escasa*. Del total de las personas que participaron en el estudio, el 60,7 % (51) atienden a las emociones de manera *adecuada*. El 21,4 % (18) les dan una *excesiva* importancia a las emociones. Por el contrario, el 17,9 % (15) no atienden lo suficiente a las emociones, por lo que se encuentran en el grupo de *escasa*.

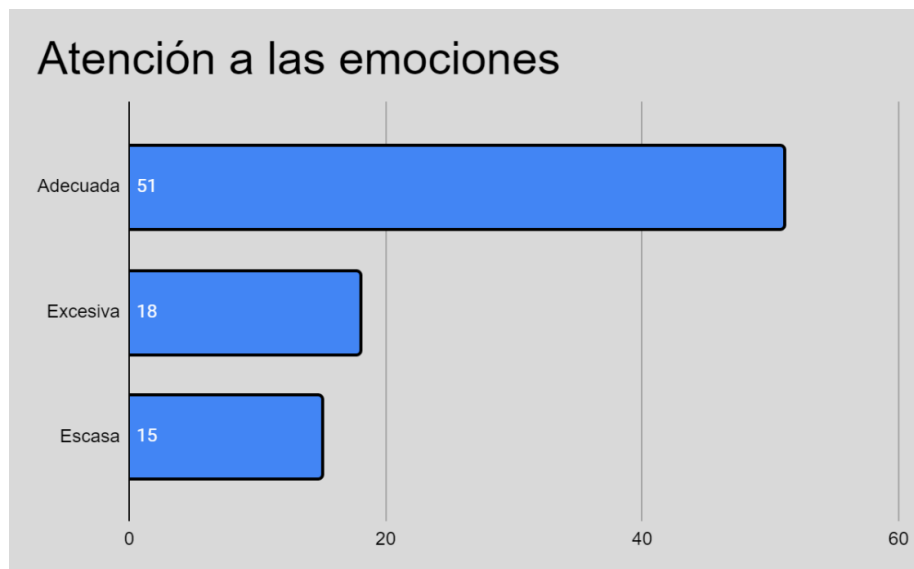


Figura 2. Nivel de atención a las emociones de los participantes del estudio

En la tabla 5 se pueden ver el factor de *atención a las emociones*, distinguiendo entre el sexo de los participantes. Como se observa, no existe gran diferencia según el

sexo, por lo que no sería una variable a tener en cuenta, al menos en el factor *atención a las emociones*.

Tabla 5. Resultados en atención a las emociones de acuerdo al sexo de los participantes.

		Adecuada	Excesiva	Escasa
Sexo	Femenino	21 (61,8 %)	7 (20,6 %)	6 (17,6 %)
	Masculino	30 (60 %)	11 (22 %)	9 (18%)

De acuerdo a la tabla 6, se vuelve a ver el factor *atención a las* emociones, ahora según el grado académico de los participantes. De nuevo, encontramos resultados muy similares, ya que las diferencias son muy pequeñas. La mayor de

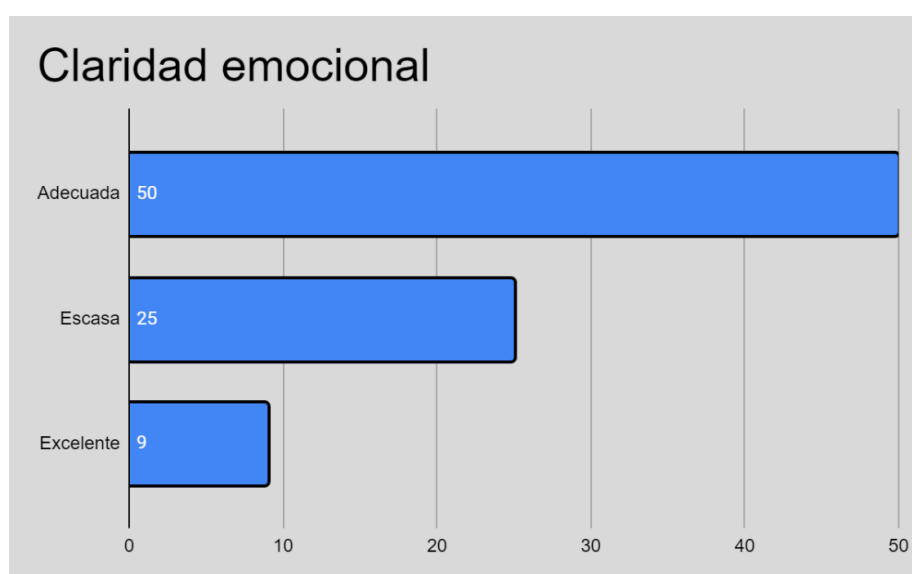
ella la encontramos al observar el doble grado de Fisioterapia y CCAFD. Sin embargo, esto puede ser debido a que la muestra de alumnos de este grado únicamente era de 3.

Tabla 6. Resultados en atención a las emociones de acuerdo al grado académico de los participantes.

		Adecuada	Excesiva	Escasa
Grado	CCAFD	30 (61,2 %)	10 (20,4 %)	9 (18,4 %)
	Fisio + CCAFD	2 (66,7 %)	1 (33,3 %)	0 (0 %)
	Educación Primaria	19 (57,6 %)	8 (24,2 %)	6 (18,2 %)

Respecto al segundo factor de la inteligencia emocional, *claridad emocional* (figura 3), clasificaba el nivel de los participantes en *adecuada*, *escasa* o *excelente*. Del total, el 59,5 % (50) tiene una

adecuada claridad emocional, mientras que el 10,7 % (9) se encuentran dentro del nivel *excelente*. Por el contrario, encontramos al 29,8 % (35), cuyo nivel de claridad emocional es *escaso*.

**Figura 3.** Nivel de claridad emocional de los participantes del estudio

En la tabla 7 se observa este factor de la inteligencia emocional, *claridad emocional*, según el sexo de los participantes del

estudio. Al comprobar estos datos, se ve que el sexo no afecta a la *claridad emocional* de los sujetos.

Tabla 7. Resultados en claridad emocional según el sexo de los participantes.

Sexo		Adecuada	Excelente	Escasa
	Femenino	20 (58,8 %)	4 (11,8 %)	10 (29,4 %)
	Masculino	30 (60%)	5 (10%)	15 (30%)

Nota. Fuente: elaboración propia.

Si se compara este factor con el grado académico (tabla 8), se vuelve a ver que la mayor diferencia la encontramos al comparar cualquier grado con el doble de Fisioterapia y CCAFD (Se achaca esta diferencia a la muestra de 3 participantes). De nuevo se observa que los resultados varían poco entre el grado de CCAFD y el

de Educación Primaria. Los sujetos de CCAFD tienen un porcentaje de nivel “medio” (*adecuado*) mayor que los de Educación Primaria. Sin embargo, en los “extremos” (niveles *excelente* y *escaso*) ocurre lo contrario, los estudiantes del grado de Educación Primaria tienen mayor porcentaje que los de CCAFD.

Tabla 8. Resultados en claridad emocional según el grado de los participantes.

Grado		Adecuada	Excelente	Escasa
	CCAFD	31 (63,3 %)	4 (8,2 %)	14 (28,6 %)
	Fisio + CCAFD	1 (33,3 %)	1 (33,3 %)	1 (33,3 %)
	Educación Primaria	18 (56,3 %)	4 (12,5 %)	10 (31,3 %)

Por último, el tercer factor de la inteligencia emocional, *reparación emocional* (figura 4), vuelve a diferenciar a los sujetos que realizaron el Test en tres niveles: *adecuada*, *escasa* o *excelente*. El 67,9

% (57) de los participantes reparan sus emociones de manera *adecuada*, mientras que el 7,1 % (6) lo hace de manera *excelente*. Por último, el 25 % tienen un nivel *escaso* de reparación emocional.

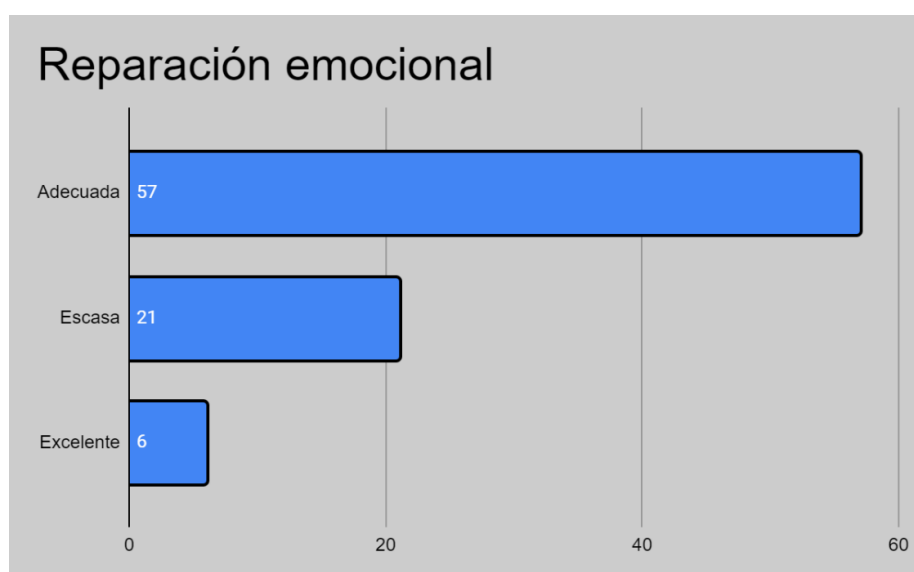


Figura 4. Nivel de reparación emocional de los participantes del estudio

Al diferenciar este factor, *reparación emocional*, según el sexo de los participantes (tabla 9), se observa que, de los tres factores, es este en el que se encuentra mayor diferencia. Siguen siendo variaciones pequeñas, pero se ve que las chicas tienden a tener un nivel “medio”

(*adecuado*), ya que los porcentajes en *excelente* y *escaso* son menores que en el de los chicos. Los chicos, por el contrario, tienen un menor porcentaje que las chicas en ese nivel “medio” (*adecuado*) y mayor en los otros dos (*excelente* y *escaso*).

Tabla 9. Resultados en reparación emocional diferenciando el sexo de los participantes

		Adecuada	Excelente	Escasa
Sexo	Femenino	24 (70,6 %)	2 (5,9 %)	8 (23,5 %)
	Masculino	33 (66 %)	4 (8 %)	13 (26 %)

En la tabla 10 se puede observar la diferencia del factor *reparación emocional* según el grado que estudien los participantes. Además de la diferencia que se ve en el doble grado de Fisioterapia y CCAFD ya mencionada anteriormente, ocurre lo mismo que con el factor anterior en los otros dos grados. Los sujetos de

CCAFD tienen un porcentaje de nivel “medio” (*adecuado*) mayor que los de Educación Primaria. Sin embargo, en los “extremos” (niveles *excelente* y *escaso*) ocurre lo contrario, los estudiantes del grado de Educación Primaria tienen mayor porcentaje que los de CCAFD.

Tabla 10. Resultados en reparación emocional según el grado de los participantes.

		Adecuada	Excelente	Escasa
Grado	CCAFD	35 (71,4 %)	3 (6,1 %)	11 (22,4 %)
	Fisio + CCAFD	2 (66,7 %)	0 (0 %)	1 (33,3 %)
	Educación Primaria	20 (62,5 %)	3 (9,4 %)	9 (28,1 %)

6.3. ACTIVIDAD FÍSICA E INTELIGENCIA EMOCIONAL

Como se dijo anteriormente, el Test TMMS-24 aporta resultados en tres factores diferentes de la inteligencia emocional. Por ello y para no hacer conclusiones erróneas se analizarán cada uno por separado.

Actividad física y atención a las emociones

Se analiza el primer factor, la *atención a las emociones*. Hay 11 personas cuya categoría de actividad física es *baja*. De este total, 5 (45,5 %) tienen un nivel *adecuado* de

atención a las emociones y el resto, 6 (55,5 %), tienen un nivel *escaso*. Ninguno de este grupo se encuentra en un nivel de *excesiva* atención.

Respecto a las 32 personas que realizan *moderada* actividad física, 20 de ellas (62,5 %) tienen el nivel *adecuado* de atención emocional, 4 (12,5 %) tienen un nivel *escaso* y 8 (25 %) prestan *excesiva* atención.

Por último, las 41 personas con un nivel *alto* de actividad física. 26 de ellas (63,4 %) se encuentran en el nivel de *adecuada* atención emocional, 5 (12,2 %) en un nivel *escaso* y 10 (24,4 %) en un nivel *excesivo*.

Tabla 11. Resultados de atención a las emociones según su nivel de actividad física (Expresado en %)

		Nivel de Actividad física		
		Bajo (%)	Moderado (%)	Alto (%)
Atención a las emociones	Adecuado	45,5	62,5	63,4
	Escaso	55,5	12,5	12,2
	Excesivo	0	25	24,4

Como se puede observar en la tabla 11, al aumentar la actividad física aumenta el porcentaje de participantes en el nivel *adecuado* de atención emocional. Además, disminuye en gran medida el porcentaje en los niveles de *escasa* y *excesiva* atención emocional cuando se realiza actividad física *moderada* o *alta* en comparación con el nivel de *baja* actividad. También destaca que las personas con *bajo* nivel de actividad física tienen mayor porcentaje en *escasa* atención a las emociones.

Actividad física y claridad emocional

Respecto al segundo factor de la inteligencia emocional, *claridad emocional*.

De las personas con *baja* actividad física, el 63,6 % (7) tienen un nivel *adecuado* de claridad emocional y un 36,4 % (4) un nivel *escaso*.

Las personas que realizan *moderada* actividad física, el 59,4 % (19) se encuentran en el nivel *adecuado* de claridad emocional, el 25 % (8) en el *escaso* y el 15,6 % (5) en el *excelente*.

Por último, de las personas con *alto* nivel de actividad física, el 58,5 % (24) tienen una *adecuada* claridad emocional, el 31,7 % (13) un nivel *escaso* y el 9,8 % (4) un nivel *excelente*.

Tabla 12. Resultados de claridad emocional según su nivel de actividad física (Expresado en %)

		Nivel de Actividad física		
		Bajo (%)	Moderado (%)	Alto (%)
Claridad emocional	Adecuado	63,6	59,4	58,5
	Escaso	36,4	25	31,7
	Excelente	0	15,6	9,8

En la tabla 12 se puede destacar que únicamente las personas con un nivel *moderado* o *alto* de actividad física tienen una *excelente* claridad emocional. A diferencia del factor de la inteligencia emocional anterior, el porcentaje de sujetos con un nivel *adecuado* no aumenta con la actividad física, sino que incluso se disminuye en menor medida.

Actividad física y reparación emocional

La *reparación emocional* es el último factor que mide el Test TMMS-24. El 55,5 % (6) de las personas que realizan *baja* actividad física tienen un *adecuado* nivel de

reparación emocional, mientras que el 45,5 % (5) tienen un nivel *escaso*.

La mayoría de las personas que realizan *moderada* actividad física, el 68,75% (22) tienen un nivel *adecuado* de reparación emocional. El 25% (8) tienen un nivel *escaso* y el resto, el 6,25 % tienen un nivel *excelente*.

Respecto al grupo mayoritario, el 70,7 % (29) de las personas con *alto* nivel de actividad física pertenecen al nivel *adecuado* de reparación emocional, el 19,5 % (8) al nivel *escaso* y el 9,8% (4) al nivel *excelente*.

Tabla 13. Resultados de reparación emocional según su nivel de actividad física (Expresado en %)

		Nivel de Actividad física		
		Bajo (%)	Moderado (%)	Alto (%)
Reparación emocional	Adecuado	55,5	68,75	70,7
	Escaso	45,5	25	19,5
	Excelente	0	6,25	9,8

En la tabla 13 se puede destacar que, al igual que pasaba en el factor anterior, únicamente las personas con un *moderado* o *alto* nivel de actividad física tienen una *excelente* reparación emocional. Por otro lado, se observa que el porcentaje del nivel *adecuado* de este factor aumenta progresivamente según aumenta el nivel de actividad física y el nivel *escaso* disminuye.

Actividad física e inteligencia emocional

Para tener todos los resultados juntos y facilitar su comprensión se han unido las últimas tres tablas en un gráfico. De esta manera se observa en la figura 5 y en la tabla 14 los resultados obtenidos en los tres factores de la inteligencia emocional y cómo ha influido el grado de actividad física en ellos.

Tabla 14. Resultados de los factores de la inteligencia emocional según su nivel de actividad física (Expresado en %)

		Nivel de Actividad física		
		Bajo (%)	Moderado (%)	Alto (%)
Atención a las emociones	Adecuado	45,5	62,5	63,4
	Escaso	55,5	12,5	12,2
	Excesivo	0	25	24,4
Claridad emocional	Adecuado	63,6	59,4	58,5
	Escaso	36,4	25	31,7
	Excelente	0	15,6	9,8
Reparación emocional	Adecuado	55,5	68,75	70,7
	Escaso	45,5	25	19,5
	Excelente	0	6,25	9,8

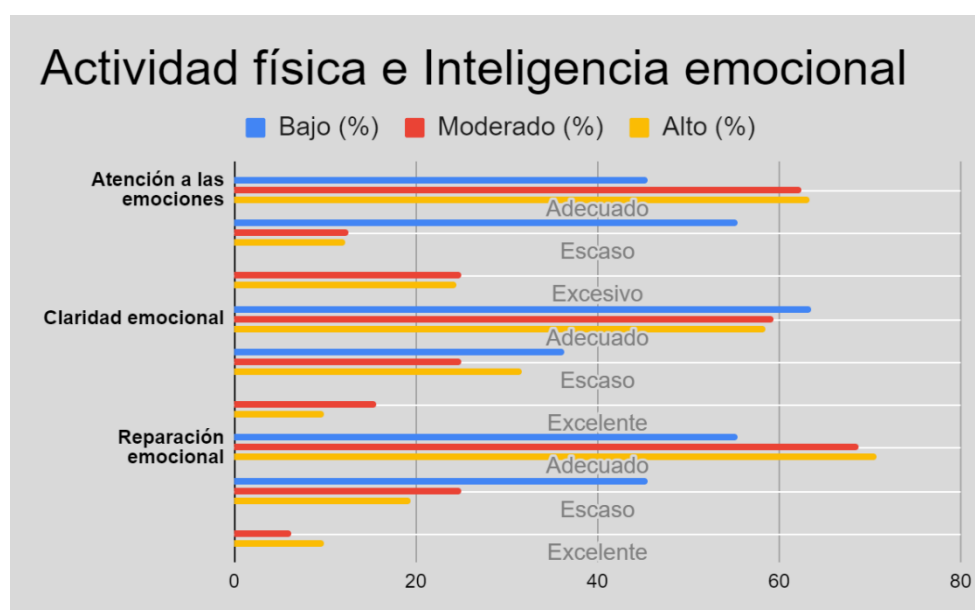


Figura 5. Resultados de los factores de la inteligencia emocional según su nivel de actividad física

Los resultados más significativos que se han obtenido en relación al objetivo general de esta investigación son:

- Ningún participante de los que realizaban *baja* actividad física tiene un *excelente* nivel en ninguno de los factores de la inteligencia emocional.
- En los factores *reparación emocional* y *atención a las emociones*, el nivel

adecuado aumenta según lo hace el nivel de actividad física de los participantes.

- En los mismos factores del punto anterior el nivel *escaso* disminuye al aumentar el grado de actividad física de los sujetos.
- En el factor *claridad emocional* el nivel *escaso* disminuye cuando se realiza

moderada o *alta* actividad física y el nivel *excelente* aumenta con ella. Sin embargo, el nivel *adecuado* disminuye también al aumentar la actividad física. Por lo tanto, este factor muestra resultados algo ambiguos.

En cuanto al primer objetivo específico (actividad física según grado y sexo), se han obtenido los siguientes resultados:

- El porcentaje de participantes con *baja* actividad física es mayor en chicas que en chicos. El porcentaje de chicos en nivel *moderado* es mayor que el de las chicas. Por último, y donde más diferencia hay, es en el nivel *alto* de actividad física, siendo el de los chicos mucho más grande.
- Respecto a la relación de la actividad física y los grados académicos, el doble grado de Fisioterapia y CCAFD tiene a todos sus participantes en un mismo nivel, ya que sólo participaron tres sujetos, todos en el *alto*. Los porcentajes de sujetos con *baja* actividad física son parecidos en los otros dos grados. Sin embargo, el grado de CCAFD tiene mayor porcentaje en el nivel *alto* y menos en el *moderado*, al contrario que en el grado de Educación Primaria.

De acuerdo al segundo objetivo específico (inteligencia emocional según grado y sexo), se han conseguido los siguientes resultados:

- En el factor de *atención a las emociones* no se ha obtenido ninguna diferencia en cuanto al sexo de los participantes. En cuanto a la comparación entre grados también se han conseguido datos muy parecidos (A diferencia del doble grado, ya que la muestra era únicamente de 3 personas).
- En el factor *claridad emocional* se vuelve a no encontrar diferencia

según el sexo. Respecto al grado, se ve que Educación Primaria tiene menor porcentaje que CCAFD en el nivel *adecuado*. Sin embargo, tiene mayores niveles en *excelente* y *escaso*. Aun así, nos parecen resultados pocos significativos ya que las diferencias entre los porcentajes son pequeñas.

- En el factor *reparación emocional* se ha obtenido que las chicas tienen mayor porcentaje en el nivel *adecuado*. Sin embargo, los chicos lo han conseguido en *excelente* y *escaso*. En cuanto a la comparación entre los grados, vemos CCAFD es el que mayor porcentaje obtiene en *adecuado* y menor en *escaso*. No obstante, Educación Primaria tiene el mayor porcentaje en *excelente*.

7. DISCUSIÓN

Antes de sacar conclusiones del estudio, no se puede relacionar la actividad física directamente con la inteligencia emocional. El cuestionario que se ha utilizado aporta resultados para cada uno de los tres factores que ya hemos visto, por lo que se relaciona la actividad física con cada uno de ellos y no con la inteligencia emocional. De esta manera se evitará sacar conclusiones erróneas o inciertas.

Los resultados que se han obtenido entre la actividad física y su influencia en la inteligencia emocional son significativos para los factores atención a las emociones y reparación emocional, ya que se comprueba que los niveles de estos aumentan al incrementar el grado de actividad física. En cambio, para el factor claridad emocional se han obtenido resultados más dispares, por lo que se concluye que este factor no se relaciona con la actividad física.

Respecto a el factor reparación emocional se ha encontrado también una relación con la actividad física en el estudio realizado por Angarita-Ortiz et al. (2020). Además, y a diferencia de este estudio, vieron que la claridad emocional también se relaciona con la actividad física.

En otros estudios (Bhochhibhoya et al., 2020; Vaquero-Solís et al., 2020) concluyeron que la actividad física se relaciona con la inteligencia emocional al observar que los sujetos obtuvieron mejores resultados en las pruebas realizadas cuando realizaban suficiente actividad física. En este estudio no se puede concluir lo mismo al relacionar directamente la actividad física con la inteligencia emocional, pero sí con dos factores de ella, la atención a las emociones y la reparación emocional.

Bhochhibhoya et al. (2020), aportaron que las personas con baja y moderada actividad física obtuvieron peores resultados en los estudios de la inteligencia emocional en comparación con las personas con alto nivel. Sin embargo, en este estudio no se ha encontrado una diferencia significativa en los resultados de inteligencia emocional de las personas con alta y moderada actividad física.

8. CONCLUSIONES, LIMITACIONES Y NUEVAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

8.1. CONCLUSIONES

El objeto de estudio de este trabajo ha sido realizar un trabajo de investigación para poder determinar si existe una relación entre la actividad física y la inteligencia emocional de los alumnos universitarios. A partir de los resultados obtenidos tras analizar la relación entre ambos parámetros, se han extraído las siguientes conclusiones:

- La actividad física de los participantes que conforman el estudio es alta, siendo el 48,8 % de sujetos los que se encuentran en este nivel. Únicamente el 13,1 % de ellos tienen una actividad física baja.
- Los chicos de este estudio son más activos físicamente que las chicas. Además, no sólo hay un mayor porcentaje de chicos que realicen actividad física, sino que realizan más cantidad que las chicas.
- Los alumnos del grado de CCAFD y del doble grado de Fisioterapia y CCAFD que han participado en este estudio realizan más actividad física que los alumnos del grado de Educación Primaria.
- Los resultados obtenidos aportan que la actividad física influye de manera positiva en los factores de la inteligencia emocional “atención a las emociones” y “reparación emocional”. Los participantes con mayor grado de actividad física obtuvieron mejores resultados en la prueba realizada para los factores mencionados.
- No se han encontrado resultados significativos entre la actividad física y el factor “claridad emocional”. Los resultados obtenidos aportan datos muy dispares y no concluyentes.
- Hay que destacar que la muestra del estudio no es significativa, ya que no hay igualdad entre sexos, grados y nivel de actividad física. Por ello, no podemos generalizar estos datos al contexto global de la población.

La hipótesis de esta investigación era: Los alumnos universitarios tendrán mayor inteligencia emocional según aumente su nivel de actividad física. Viendo los resultados obtenidos, se puede concluir

que esta hipótesis no es del toda cierta, ya que se ha visto que la actividad física no está relacionada con la inteligencia emocional en general, sino con dos de los factores que la conforman.

8.2. LIMITACIONES

Durante el desarrollo de la investigación nos hemos ido encontrando con algunas limitaciones que se han tenido que solucionar o sobrellevar.

Para empezar, el tema de esta investigación era otro diferente. Al no poder acceder a datos necesarios para ese tema acabamos cambiando la temática de este TFG y realizando otro diferente.

La principal problemática de esta investigación tiene que ver con los participantes de esta. Si la muestra hubiese sido más equilibrada (mismo número de participantes de cada grado, de cada sexo y del nivel de actividad física), hubiésemos obtenido resultados más claros y podríamos haber sacado unas conclusiones más generales.

Respecto a esta población también encontramos una problemática. Tanto el grado de CCAFD como el doble de Fisioterapia y CCAFD tienen asignaturas que implican realizar actividad física. Además, sus estudiantes suelen ser muy deportistas y atléticos. Por ello, tenemos muy pocos participantes con un bajo nivel de actividad física.

Otra problemática que encontramos fue la provocada por el Test TMMS-24. Esta prueba nos aporta unos resultados en relación a los tres factores de la inteligencia emocional que ya hemos visto. Hubiese sido más sencillo tener acceso a algún cuestionario o prueba que midiese de manera general la inteligencia emocional.

8.3. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Como una futura línea de investigación proponemos un estudio con el mismo objetivo, pero paliando cada una de las limitaciones propuestas anteriormente. Quizás, con una muestra más amplia y adecuada y utilizando otro instrumento de medida, podríamos validar nuestra hipótesis inicial.

Además, se podría completar analizando que tipo de actividad física realizan los participantes y si influyen o no en su inteligencia emocional.

BIBLIOGRAFÍA

- Adilogullari, I., & Senel, E. (2014). Examination of the relationship between general self-efficacy beliefs, emotional intelligence levels and emotional self-efficacy levels of students in school of physical education and sport. *Anthropologist*, 18(3), 893-902. <https://doi.org/10.1080/09720073.2014.11891621>
- Angarita-Ortiz, M. F., Calderón-Suescún, D. P., Carrillo-Sierra, S. M., Rivera-Porras, D., Cáceres-Delgado, M., & Rodríguez-González, D. (2020). Mental health protection factors in university students: Physical activity and emotional intelligence. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 39(6), 753-759. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4407166>
- Arocha Rodulfo, J. I. (2019). Sedentary lifestyle a disease from XXI century. In *Clinica e Investigacion en Arteriosclerosis* (Vol. 31, Issue 5, pp. 233-240). Elsevier Doyma. <https://doi.org/10.1016/j.arteri.2019.04.004>
- Belcastro, Á., Oriana, G., Ritter, P., & Bertone, R. (2008). La teoría triarquica de la inteligencia considerada para abordar la construcción de un software educativo en el ámbito informático. *X Workshop de*

Investigadores En Ciencias de La Computación, 724-728.

Bello-Dávila, Z., Rionda-Sánchez, H. D., & Rodríguez-Pérez, M. E. (2010). La inteligencia emocional y su educación. *VARONA*, 51, 36-43.

Bhochhibhoya, A., Branscum, P., Taylor, E. L., & Hofford, C. (2020). Exploring the Relationships of Physical Activity, Emotional Intelligence, and Mental Health Among College Students. *American Journal of Health Studies*, 29(2), 191-197. <https://doi.org/10.47779/ajhs.2014.215>

Bonilla Arena, E., & Sáez Torralba, M. E. (2014). Beneficios del ejercicio físico en el adulto. *RqR Enfermería Comunitaria (Revista de SEAPA)*, 2(4), 21-30.

Carrera, Y. (2017). Cuestionario Internacional de actividad física (IPAQ). *Revista Enfermería Del Trabajo*, 7(2), 49-54.

Çoban, B., Karademir, T., Açak, M., & Devecioğlu, S. (2010). The emotional intelligence of students who are sitting a special-ability examination. *Social Behavior and Personality*, 38(8), 1123-1134. <https://doi.org/10.2224/sbp.2010.38.8.1123>

de Miguel Calvo, J. M., Schweiger Gallo, I., de las Mozas Majano, O., & Hernández López, J. M. (2011). Efecto del ejercicio físico en la productividad laboral y el bienestar. *Revista de Psicología Del Deporte*, 20(2), 589-604.

Dueñas Buey, M. L. (2002). Importancia de la inteligencia emocional: un nuevo reto para la orientación educativa. *Educación XX1*, 5, 77-96. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70600505>

Goleman, D. (1995). *Inteligencia emocional*. Kairós.

Goleman, D. (1999). La práctica de la Inteligencia Emocional. Paidós.

López Verdugo, I., Muñoz Tinoco, M. V., Jiménez Lagares, I., Ríos Bermúdez, M., Morgado Camacho, B., Román Rodríguez,

M., Ridao Ramírez, P., Candau Rojas-Marcos, X., & Vallejo Orellana, R. (2011). *Manual de psicología del desarrollo aplicada a la educación*. Pirámide.

Mora Mérida, J. A., & Martín Jorge, M. L. (2007). La concepción de la inteligencia en los planteamientos de Gardner (1983) y Sternberg (1985) como desarrollos teóricos precursores de la noción de inteligencia emocional. *Revista de Historia de La Psicología*, 28(4), 67-92.

Organización Mundial de la Salud. (2019). *Plan de acción mundial sobre actividad física 2018-2020. Más personas activas para un mundo sano*. Organización Panamericana de la Salud. <https://doi.org/10.37774/9789275320600>

Organización Mundial de la Salud. (2020). *Actividad física*.

Real Academia Española (s.f.). (2022, March 17). *Diccionario de la lengua española*. Inteligencia.

Reynaga, P., Arévalo, E. I., Verdesoto, Á. M., Jiménez, I. M., Preciado, M. de L., & Morales, J. J. (2016). Beneficios psicológicos de la actividad física en el trabajo de un centro educativo. *Retos*, 30, 203-206.

Salovey, P., & Mayer, J. D. (1990). Emotional Intelligence. *Imagination, Cognition and Personality*, 9(3), 185-211. <https://doi.org/10.2190/DUGG-P24E-52WK-6CDG>

Salovey, P., & Mayer, J. D. (1997). Educational Development and Emotional Intelligence.

Szabo, A. (2014). Do combat sports develop emotional intelligence? *Kinesiology*, 46(1), 53-60. <https://www.researchgate.net/publication/263673908>

Taramuel Villacreces, J. A., & Zapata Achi, V. H. (2017). Aplicación del test TMMS-24 para el análisis y descripción de la Inteligencia Emocional considerando la

influencia del sexo. *Revista Publicando*, 4(11), 162–181.

Vaquero-Solís, M., Amado Alonso, D., Sánchez-Oliva, D., Sánchez-Miguel, P. A., & Iglesias-Gallego, D. (2020). Emotional intelligence in adolescence: Motivation and

physical activity. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Física y Del Deporte*, 20(77), 119–131. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2020.77.008>

ANEXO

CUESTIONARIO REALIZADO (IPAQ + TMMS-24)

Enlace al cuestionario: <https://forms.gle/fbofxq8Jws2kHEda7>

Cuestionario de Actividad Física e Inteligencia

1. Nombre y apellidos:
2. Edad:
3. Sexo
 - Femenino
 - Masculino
 - Otro:
4. Grado:
 - CCAFD
 - Educación Primaria
 - Otro:

Actividad Física (Cuestionario IPAQ)

Piense en todas las actividades VIGOROSAS que usted realizó en los ÚLTIMOS 7 DÍAS. Las actividades físicas intensas se refieren a aquellas que implican un esfuerzo físico intenso y que lo hacen respirar mucha más intensamente que lo normal. Piense sólo en aquellas actividades físicas que realizó durante por lo menos 10 minutos seguidos.

Durante los últimos 7 días, ¿en cuantos realizó actividades físicas intensas tales como levantar pesos pesados, cavar, hacer ejercicios aeróbicos o andar rápido en bicicleta? (Expresado en días)

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física intensa en uno de esos días?

- Nada
- 15 minutos
- 30 minutos
- 45 minutos
- 1 hora
- 1 hora y 15 minutos
- 1 hora y media
- 1 hora y 45 minutos
- 2 horas
- Otro:

Piense en todas las actividades MODERADAS que usted realizó en los ULTIMOS 7 DÍAS. Las actividades moderadas son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado que lo hace respirar algo más intensamente que lo normal. Piense solo en aquellas actividades físicas que realizó durante por lo menos 10 minutos seguidos.

Durante los últimos 7 días, ¿En cuántos días hizo actividades físicas moderadas como transportar pesos livianos, andar en bicicleta a velocidad regular o jugar a dobles en tenis? NO incluya caminar (Expresado en días)

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

Habitualmente, ¿Cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física moderada en uno de esos días?

- Nada
- 15 minutos
- 30 minutos
- 45 minutos
- 1 hora
- 1 hora y 15 minutos
- 1 hora y media
- 1 hora y 45 minutos
- 2 horas
- Otro:

Piense en el tiempo que usted dedicó a CAMINAR en los últimos 7 días. Esto incluye caminar en el trabajo o en la casa, para trasladarse de un lugar a otro, o cualquier otra caminata que usted podría hacer solamente para la recreación, el deporte, el ejercicio o el ocio.

Durante los últimos 7 días, ¿En cuántos caminó por lo menos 10 minutos seguidos?
(Expresado en días)

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

Habitualmente, ¿Cuánto tiempo en total dedicó a caminar en uno de esos días?

- Nada
- 15 minutos
- 30 minutos
- 45 minutos
- 1 hora
- 1 hora y 15 minutos
- 1 hora y media
- 1 hora y 45 minutos
- 2 horas
- Otro:

La última pregunta es acerca del tiempo que pasó usted SENTADO durante los días hábiles de los últimos 7 días. Esto incluye el tiempo dedicado al trabajo, en la casa, en una clase, y durante el tiempo libre. Puede incluir el tiempo que paso sentado ante un escritorio, leyendo, viajando en autobús, o sentado o recostado mirando tele.

Habitualmente, ¿Cuánto tiempo pasó sentado durante un día hábil?

- 1 hora
- 2 horas
- 3 horas
- 4 horas
- 5 horas
- 6 horas
- Otro:

Inteligencia emocional (Cuestionario IPAQ)

Esta parte del cuestionario consta de 24 preguntas. Debéis contestarlas sabiendo que:

- 1 - Nada de acuerdo
- 2- Algo de acuerdo
- 3- Bastante de acuerdo
- 4- Muy de acuerdo
- 5- Totalmente de acuerdo

Presto mucha atención a los sentimientos

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Normalmente me preocupa mucho por lo que siento

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Normalmente dedico tiempo a pensar en mis emociones

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Pienso que merece la pena prestar atención a mis emociones y estado de ánimo

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Dejo que mis sentimientos afecten a mis pensamientos

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Pienso en mi estado de ánimo constantemente

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

A menudo pienso en mis sentimientos

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Presto mucha atención a cómo me siento

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Tengo claros mis sentimientos

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Frecuentemente puedo definir mis sentimientos

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Casi siempre sé cómo me siento

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Normalmente conozco mis sentimientos sobre las personas

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

A menudo me doy cuenta de mis sentimientos en diferentes situaciones

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Siempre puedo decir cómo me siento

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

A veces puedo decir cuáles son mis emociones

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Puedo llegar a comprender mis sentimientos

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Aunque a veces me siento triste, suelo tener una visión optimista

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Aunque me sienta mal, procuro pensar en cosas agradables

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Cuando estoy triste, pienso en todos los placeres de la vida.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Intento tener pensamientos positivos, aunque me sienta mal

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Si doy demasiadas vueltas a las cosas, complicándolas, trato de calmarme

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Me preocupo por tener un buen estado de ánimo

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Tengo mucha energía cuando me siento feliz

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Cuando estoy enfadado intento cambiar mi estado de ánimo

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5