

IN THIS ISSUE:

- 5 Susana Menéndez Álvarez-Dardet, Javier Pérez-Padilla, Carmen Santín Vilariño, Enrique Torres Álvarez

Estructura factorial de V-PUM, una escala para evaluar la valoración de programas universitarios para Mayores

- 11 Ana Luisa Lino-González, Bernarda Téllez-Alanís, Paul Carrillo-Mora, Alfredo Durand-Rivera
Cambios electroencefalográficos durante el envejecimiento saludable: Revisión del estado del arte

- 25 Andree Salvatierra
Nociones básicas en técnicas de neuroimagen y electroencefalograma

- 39 Ricardo Díaz-Castillo, María Montero-López Lena, Sergio González-Escobar, Norma Ivonne González-Arratia López Fuentes

Desarrollo y validación de la Escala Trifactorial de Espiritualidad en personas adultas mayores mexicanas

- 53 Elisabeth Jiménez-Puig, Zoylen Fernández-Fleites, Yunier Broche-Pérez, Rachel de la Caridad Abreu-Ferrer

Instrumentos para la evaluación neurocognitiva del adulto mayor. Una revisión sistemática

ISSN 2341-4936

Nº — Vol

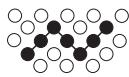
1 8

www.neurama.es
WEBSITE

E-MAIL

info@neurama.es

20
JUNIO
21



**“No desprecies tu lugar y tu momento. Cada lugar está
bajo las estrellas, cada lugar es el centro del mundo”**

(John Burroughs 1837 – 1921)

Director / Editor

Angel Moreno Toledo (Málaga)

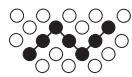
Comité Asesor Nacional

Antonio Andrés Burgueño Torijano (Madrid)
José Luis Caamaño Ponte (A Coruña)
Ramona Rubio Herrera (Granada)
David Facal Mayo (A Coruña)
Romina Mouriz Corbelle (Lugo)
Laura Espantaleón Rueda (Madrid)
Belén Bueno Martínez (Salamanca)
Ana María Gonzalez Jimenez (Madrid)
Estefanía Martín Zarza (Salamanca)
Charo Pita Díaz (A Coruña)
Laura Rubio Rubio (Granada)

Comité Asesor Internacional

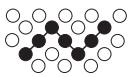
Alejandro Burlando Páez (Argentina)
Clara Ling Long Rangel (Cuba)
Anastasia Paschaleri (Reino Unido)
Brenda Avadian (Estados Unidos)
Carrie Peterson (Dinamarca)
Diana Orrego Orrego (Colombia)
Frederique Lucet (Francia)
Gary Glazner (Estados Unidos)
Graham Hart (Reino Unido)
Guillermo Ramírez Hoyos (Colombia)
Hugo Roberto Valderrama (Argentina)
Hugo Sousa (Portugal)
Javiera Sanhueza (Chile)
Joana de Melo E Castro (Portugal)
Joao Marques Texeira (Portugal)
Kerry Mills (Estados Unidos)
Maria Alejandra Ortolani (Argentina)
Ricardo F. Allegri (Argentina)
Marios Kyriazis (Reino Unido)
Mladen Davidovic (Serbia)
Narjes Yacoub (Francia)
Peter Gooley (Australia)
Raúl Andino (Argentina)
Rolando Santana (República Dominicana)
Karina Daniela Ferrari (Argentina)
Salvador Ramos (Estados Unidos)
Stephanie Zeman (Estados Unidos)
Wendy Johnstone (Canadá)





En este número:

- 5 Susana Menéndez Álvarez-Dardet, Javier Pérez-Padilla, Carmen Santín Vilariño, Enrique Torres Álvarez
Estructura Factorial de V-PUM, una escala para evaluar la valoración de Programas universitarios para Mayores
- 11 Ana Luisa Lino-González, Bernarda Téllez-Alanís, Paul Carrillo-Mora, Alfredo Durand-Rivera
Cambios electroencefalográficos durante el envejecimiento saludable: revisión del estado del arte
- 25 Andreé Salvatierra
Nociones básicas en técnicas de Neuroimagen y Electroencefalograma
- 39 Ricardo Díaz-Castillo, María Montero-López Lena, Sergio González-Escobar, Norma Ivonne González-Arratia López Fuentes
Desarrollo y validación de la escala Trifactorial de Espiritualidad en personas adultas mayores mexicanas
- 53 Elisabeth Jiménez-Puig, Zoylen Fernández-Fleites, Yunier Broche-Pérez, Rachel de la Caridad Abreu-Ferrer
Instrumentos para la revisión neurocognitiva del adulto mayor. Una revisión sistemática



Director / Editor

Angel Moreno Toledo

Psicógerontólogo.
Formador y escritor.

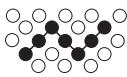
Monográfico de Pruebas y escalas

Este número incluye una edición especial dedicada al *análisis psicométrico (escalas) y prueba de Neuroimagen* en el área de las demencias. Aportes y presentación de nuevos instrumentos y enfoques de análisis. La metodología aplicada a las Neurociencias necesita renovar y mejorar el estudio del deterioro cognitivo con la presentación al público de avances de los grupos de investigación y estudio compuestos por investigadores del área de las demencias. Neurama rev. presenta un monográfico compuesto de cinco manuscritos que analizan, divultan y destacan diferentes instrumentos de evaluación (escalas y técnicas) junto a revisiones del estado actual del conocimiento científico en este campo. Existe la necesidad de alumbrar nuevos recursos que den paso a evaluaciones fiables y válidas que, repercutan en resultados sensibles y confiables. Sigue siendo - *hoy día* - un reto y un desafío principal en la investiga-

ción en el terreno de las demencias. Las destacadas implicaciones derivadas de un desarrollo de instrumentos fiables, correlaciona con una sustancial mejora de instrumentos y con el fortalecimiento del minucioso proceso de diagnóstico (piedra angular de intervención posterior en el individuo).

Tanto desde la intervención como desde el pimer paso del diagnóstico, es fundamental contar con información válida para sopesar un tratamiento preventivo (o *precoz*, muy importante) o encarrilar una adecuada propuesta de intervención basada en el enlentecimiento del deterioro cognitivo.

Cada contribución al conocimiento en este área es sustancial tanto para conseguir una evaluación fiable como para buscar la calidad de vida del afectado con intervenciones acertadas, diseñadas especialmente para reducir el impacto de las demencias.



Estructura factorial de V-PUM, una escala para evaluar la valoración de Programas universitarios para Mayores *

Susana Menéndez Álvarez-Dardet 1, Javier Pérez-Padilla 2, Carmen Santín Vilariño 3,
Enrique Torres Álvarez 4

Resumen

Los Programas Universitarios para Mayores (PUM) forman parte de la oferta formativa de la mayoría de las universidades españolas y, como otras titulaciones, es necesario que sean rigurosamente evaluados, incluyendo en este proceso la valoración de los/las estudiantes sobre diferentes aspectos de estos programas. V-PUM es una escala de 15 ítems sobre la oferta académica, las infraestructuras, y las personas (docentes, estudiantes y profesionales que gestionan el programa) implicadas en un PUM. En este trabajo se presenta V-PUM y su estructura factorial con una muestra de 351 estudiantes (45.8% hombres y 54.2% mujeres) del Aula de la Experiencia de la Universidad de XXX (España). Se computó un Análisis Factorial no Restringido con el programa FACTOR-9.2 que puso de manifiesto una estructura unidimensional que explicaba un 55.2% de la varianza, con indicadores de ajuste satisfactorios (GFI = 0.98, AGFI = 0.98, y RMSR = 0.072) y una elevada consistencia interna ($\alpha = .93$). V-PUM es una escala de sencilla administración y corrección, y en este estudio preliminar tiene buenas propiedades psicométricas. Consideramos que sería beneficioso utilizar la escala en diversos PUM para confirmar su utilidad en los procesos de evaluación de estos programas.

Palabras clave: Programas Universitarios para Mayores; instrumentos de evaluación; análisis factorial.

Abstract

University Programs for Older People (UPO) are included in the academic offering of most universities in Spain. Like other studies, UPO must be rigorously evaluated taking into account the point of view of the students about different facets about the program. V-PUM is a scale comprised of 15 items about the subjects, facilities, and persons (teachers, students, and staff) involved in a UPO. This paper presents V-PUM and analyzes its factorial structure with data from a sample of 351 UPO

students (45.8% males and 54.2% females) of the University of XXXC (Spain). Unrestricted Factor Analysis were computed with FACTOR-9.2, showing an unidimensional structure with 55.2% of explained variance, satisfactory Goodness-of-fit indexes (GFI = 0.98, AGFI = 0.98, and RMSR = 0.072), and high internal consistency ($\alpha = .93$). V-PUM is a scale of simple administration and correction, and the present preliminary study show good psychometric properties. It would be beneficial to use V-PUM in several

ISSUE N°1
JUNIO
2021

Recibido:
23/10/2021

Aceptado:
09/03/2021

* Trabajo aceptado como comunicación oral en el X Congreso Internacional de Psicología y Educación (<https://www.cipe2020.com>)
(1) Departamento de Psicología Social, Evolutiva y de la Educación (Universidad de Huelva). Campus de El Carmen. Avda. Tres de Marzo s/n. 21071 Huelva (España). menendez@uhu.es
(2) Departamento de Psicología (Universidad de Jaén). Campus de Las Lagunillas, s/n. Edificio C-5. 23071 Jaén (España). jppadill@ujaen.es
(3) Departamento de Psicología Clínica y Experimental (Universidad de Huelva). Campus de El Carmen. Avda. Tres de Marzo s/n. 21071 Huelva (España). santin@uhu.es
(4) Departamento de Ciencias Agroforestales (Universidad de Huelva). Campus de El Carmen. Avda. Tres de Marzo s/n. 21071 Huelva (España). etorres@uhu.es



Estructura Factorial de V-PUM, una escala para evaluar la valoración de programas universitarios para Mayores

UPO to confirm its usefulness in the evaluation of these programmes.

Keywords: University Programs for Older People; assesment tools; factorial analysis.

Introducción

Los Programas Universitarios para Mayores (PUM) responden a las directrices internacionales para la promoción del aprendizaje permanente, uno de los cuatro pilares básicos del envejecimiento activo (ILC, 2015; OMS, 2002). Aunque estos programas surgieron en Europa en 1972, no empezaron a desarrollarse en España hasta 1993 pero, desde entonces, han ido proliferando y extendiéndose en nuestro país hasta formar parte de la oferta formativa de la mayoría de las universidades. En concreto, según los datos de la Asociación Estatal de Programas Universitarios para Mayores (AEPUM; www.aepumayores.org), en el curso 2018-2019 estos programas se ofertaban en 48 centros universitarios con un total de 63.173 estudiantes matriculados.

En nuestro país el formato más habitual de PUM es el denominado modelo francés, que consiste en un conjunto multidisciplinar de asignaturas, organizadas y programadas como clases durante el año académico, e impartidas por docentes de la propia institución. Se trata por tanto de programas que están integrados en la oferta formativa de la universidad que diseña y gestiona su desarrollo, y que deben (como el resto de las titulaciones) ser evaluados de forma rigurosa y exhaustiva. Es por tanto necesario que los responsables institucionales de los PUM analicen si estos programas alcanzan los objetivos que se proponen, cuáles son sus resultados, y cuáles sus puntos fuertes y los aspectos a mejorar. En el proceso de evaluación de un PUM es esencial contar con información aportada por sus estudiantes y, en concreto, con su valoración del programa. La estrategia más habitual ha venido siendo recoger su grado de satisfacción, normalmente mediante uno o varios indicadores genéricos, y obteniendo (también de manera genérica) resultados positivos que evidencian cómo los mayores suelen estar muy satisfechos con su participación en el PUM (Lucas-Molina, Pérez-Albéniz, Fonseca y Ortúño, 2015; Mon-

toro, Pinazo y Tortosa, 2007; Pérez-Fuentes et al., 2009; Valle, 2014; Villar, Pinazo, Triadó, Celdrán & Solé, 2011). No obstante, este procedimiento no permite examinar la valoración más específica de los estudiantes de un PUM sobre diferentes componentes y aspectos del programa (asignaturas, recursos docentes, instalaciones, horarios...), sobre los cuales pueden tener una opinión más heterogénea y con más matices que la recogida en el nivel global de satisfacción con el PUM.

La *Escala para Valoración de Programas Universitarios para Mayores (V-PUM)* ha sido diseñada con el objetivo de evaluar, de manera pormenorizada, la valoración de diversos aspectos de un PUM por parte de sus alumnos y alumnas. En este trabajo se presenta la escala y su estructura factorial a partir de un estudio realizado con estudiantes del Aula de la Experiencia de la Universidad de XXXX (España).

MATERIAL Y MÉTODO

Participantes

Los resultados de este trabajo proceden de una muestra de 351 estudiantes del PUM de la Universidad de XXXX (España). Su edad media eran 64.97 años (DT = 6.53, rango 52-86), en concreto un 22% tenía menos de 60 años, un 50.7% 60-69 años, un 24.9% 70-79 años, y un 2.3% 80 o más años. El 54.2% eran mujeres y el 45.8% hombres. Un 32.4% tenía estudios previos básicos, un 38.5% secundarios y un 29.2% estudios superiores.

Instrumento

V-PUM (*ver Anexo*) consta de 15 ítems que recogen la opinión sobre diversos aspectos de un programa universitario para personas mayores, mediante una escala de respuesta con rango 0 (valoración más baja) - 10 (valoración más alta). En concreto, V-PUM incluye tres ítems para cinco ámbitos distintos de un PUM: las asignaturas (oferta, contenido, extensión), el profesorado (estilo docente, recursos didácticos, relación con los alumnos), los estudiantes (tipo de relación, compañerismo, implicación en el programa), la infraestructura y organización del programa (instalaciones, horarios, organización global del curso), y la universidad (profesionales que trabajan en



Menéndez Álvarez-Dardet, Pérez-Padilla, Santín Vilariño, Torres Álvarez

el programa, equipo directivo, implicación de los responsables institucionales). La consistencia interna de la escala en este estudio fue $\alpha = .92$.

Procedimiento

Se concertó con los responsables del programa un calendario de visitas a las aulas durante el horario de clase, para que los estudiantes cumplimentaran V-PUM en formato autoadministrado. En todos los casos estuvieron presentes dos miembros del equipo de investigación para resolver posibles dudas respecto al contenido del cuestionario y/o la forma de responder al mismo. Los datos fueron procesados y tratados con los paquetes estadísticos IBM SPSS-23 (IBM, 2015) y FACTOR-9.2 (Lorenzo-Seva & Ferrando, 2006).

Análisis estadísticos

La estructura de la escala se analizó mediante un Análisis Factorial no Restringido (AFnR) (Ferrando y Lorenzo-Seva, 2014). Antes de computar el AFnR se examinó la existencia de casos extremos univariantes y multivariantes (mediante el examen de los diagramas de caja y bigotes y el cálculo de la distancia de Mahalanobis, respectivamente) y se llevó a cabo un análisis métrico de los ítems considerando los siguientes criterios: asimetría y curtosis dentro de ± 1 y ± 2 , r ítem-total corregida $> .30$, y descenso de α si se elimina el elemento (Abad, Olea, Ponsoda y García, 2011; Ferrando y Anguiano-Carrasco, 2010). Se trabajó con la matriz de correlaciones Pearson, dado el carácter continuo de las puntuaciones. Los criterios para establecer la dimensionalidad de la matriz fueron un valor $> .80$ en la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), un resultado significativo en el test de esfericidad de Barlett, y una determinante cercana a 0 (Hair, Black, Babin, & Anderson, 2014; Tabachnick & Fidell, 2019). En el AFnR se utilizó el Análisis Paralelo con la implementación óptima de Timmertman y Lorenzo-Seva (2011) para la retención de factores, y Mínimos Cuadrados no Ponderados como método de estimación. Para evaluar el ajuste del modelo se tuvieron en cuenta el indicador global de bondad de ajuste GFI, los índices de simplicidad S y LS, y la raíz cuadrada media de los residuos (RMSR); los niveles de referencia fueron GFI $> .95$, S y LS situados en un per-

centil cercano a 100, y RMSR $< .08$ (Ferrando y Anguiano-Carrasco, 2010; Hair et al., 2014; Tabachnick & Fidell, 2019).

RESULTADOS

No se detectaron casos extremos univariantes ni multivariantes, y el análisis métrico ofreció resultados satisfactorios (ver Tabla 1): los estadísticos de asimetría y curtosis se situaron en valores aceptables (± 1 y ± 2 , respectivamente), la correlación ítem-total corregida fue $> .30$, y el α de la escala (.92) descendía si se eliminaba el elemento. Las únicas excepciones fueron los ítems 4, 6, 11, 13 y 15, con valores de asimetría/curtosis fuera de los intervalos $\pm 1/\pm 2$ pero muy próximos a los mismos; dado que cumplían el resto de los criterios se decidió conservarlos. Por tanto, se retuvieron los 15 ítems para el AFnR.

El examen de la dimensionalidad de la escala ofreció resultados satisfactorios: KMO = .90, prueba de esfericidad de Bartlett significativa ($\chi^2 = 2995.0$, $p < .001$), y determinante = 0.00016. El AFnR identificó tres factores con valor propio > 1 pero el Análisis Paralelo recomendó retener el primero (valor propio = 7.33) que explicaba un 48.85% de la varianza, a mucha distancia del segundo (valor propio = 1.55, 7.7% varianza explicada). Los indicadores de ajuste de la solución unidimensional fueron satisfactorios: GFI = 0.98, AGFI = 0.98, y RMSR = 0.072. La Tabla 2 resume los datos de tendencia central y dispersión de la puntuación global de V-PUM.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

V-PUM es una escala de sencilla administración que, en este trabajo, ha mostrado tener buenas propiedades psicométricas. Estos resultados preliminares positivos deberán completarse en futuros trabajos, centrados muy especialmente en el examen de la posible existencia de factores de segundo orden que, bajo la estructura unidimensional identificada, ofrezcan información sobre varias dimensiones más específicas. Resultaría asimismo conveniente replicar este estudio en los PUM de otras universidades, para confirmar la utilidad de la escala en los procesos de evaluación de estos programas. No obstante, consideramos que los resultados expuestos permiten concluir que V-PUM

Estructura Factorial de V-PUM, una escala para evaluar la valoración de programas universitarios para Mayores

es una herramienta potencialmente útil para que los responsables de los PUM puedan evaluar, de manera pormenorizada y no genérica, la valoración de los estudiantes sobre diversos aspectos de los programas. Disponer de este tipo de información resulta fundamental de cara a ir mejorando este tipo de oferta formativa y, así, optimizar los recursos comunitarios destinados a la promoción del envejecimiento activo, objetivo esencial en sociedades cada vez más envejecidas como la española.

Anexo

Tabla 1. Análisis métrico de V-PUM.

Item	$M(DT)$	Asimetría	Curtosis	r ítem-total corregida	α si se elimina el ítem
1	7.21 (2.20)	-.835	.783	.531	.916
2	8.05 (1.64)	-.758	.512	.658	.910
3	7.66 (1.83)	-.581	-.177	.520	.915
4	8.87 (1.25)	-1.265	1.807	.651	.911
5	7.86 (1.87)	-.988	1.336	.610	.912
6	8.99 (1.24)	-1.429	2.091	.671	.910
7	7.64 (1.67)	-.503	.066	.632	.911
8	8.15 (1.60)	-.785	.756	.678	.909
9	8.22 (1.61)	-.847	.831	.693	.909
10	7.71 (1.90)	-.944	1.228	.521	.915
11	8.43 (1.43)	-1.066	1.826	.588	.912
12	8.35 (1.47)	-.806	.397	.722	.908
13	8.94 (1.21)	-1.317	2.164	.724	.909
14	8.59 (1.42)	-.966	.944	.746	.908
15	7.77 (1.93)	-1.004	1.717	.632	.911

Menéndez Álvarez-Dardet, Pérez-Padilla, Santín Vilariño, Torres Álvarez

Tabla 2. Análisis descriptivo de V-PUM.

Media	DT	Rango	Mediana	Moda	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75
122.43	16.72	60-150	123	123	112	123	136

ANEXO: Ítems de V-PUM

1. La oferta de asignaturas.
2. El contenido de las asignaturas.
3. El tiempo que se dedica a cada asignatura.
4. La forma de explicar de los/las profesores.
5. Los recursos didácticos (presentaciones, vídeos, lecturas...) utilizados por los/las profesores.
6. La relación y el trato personal con los/las profesores.
7. La participación e implicación de los/las alumnos/as en el programa.
8. El grado de compañerismo entre los/las alumnos/as.
9. La relación personal entre los/las alumnos/as.
10. Las instalaciones en las que se desarrollan las clases.
11. El horario de las asignaturas.
12. La organización general del curso (periodos de matrícula, de docencia...).
13. Las profesionales que trabajan en el Programa.
14. El equipo directivo del Programa.
15. La implicación de la Universidad y sus autoridades con el Programa.

Estructura Factorial de V-PUM, una escala para evaluar la valoración de programas universitarios para Mayores

REFERENCIAS

1. Abad, F., Olea, J., Ponsoda, V., y García, C. (2011). Medición en Ciencias Sociales y de la Salud. Madrid: Síntesis.
2. Ferrando, P. J. y Anguiano-Carrasco, C. (2010). El análisis factorial como técnica de investigación en psicología. *Papeles del Psicólogo*, 31(1), 18-33.
3. Ferrando, P. J. y Lorenzo-Seva, U. (2014). El análisis factorial exploratorio de los ítems: algunas consideraciones adicionales. *Anales de Psicología*, 30(3), 1170-1175. doi: 10.6018/analesps.30.3.19991.
4. Hair, J., Black, W.C.; Babin, B.J., & Anderson, R. (2014). Multivariate Data Analysis (7th ed). Harlow: Pearson.
5. IBM Corp. Released (2015). IBM SPSS Statistics for Windows. 23.0 version. Armonk. NY: IBM Corp.
6. International Longevity Centre (2015). Envejecimiento activo: un marco político ante la revolución de la longevidad. Brasil: International Longevity Centre. (Recuperado de www.easp.es/project/envejecimiento-activo-un-marco-politico-ante-la-revolucion-de-la-longevidad/).
7. Lorenzo-Seva, U. & Ferrando, P. J. (2006). FACTOR. A computer program to fit the exploratory factor analysis model. *Behavior Research Methods*, 38(1), 88-91. <http://dx.doi.org/10.3758/BF03192753>.
8. Lucas-Molina, B., Pérez-Albéniz, A., Fonseca, E. y Ortúño, J. (2015). Programas educativos universitarios para mayores: evaluación de su impacto en la autopercepción del apoyo social y la salud mental. *Revista Colombiana de Psicología*, 24(1), 47-60. <http://dx.doi.org/10.15446/rcc.v24n143437>.
9. Montoro, J., Pinazo, S., y Tortosa, M. A. (2007). Motivaciones y expectativas de los estudiantes mayores de 55 años en los programas universitarios. *Revista Española de Geriatría y Gerontología*, 42(3), 158-166. [http://dx.doi.org/10.1016/S0211-139X\(07\)73542-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0211-139X(07)73542-4)
10. OMS (2002). Envejecimiento activo. Un marco sociopolítico. *Revista Española de Geriatría y Gerontología*, 37(S2), 74-105.
11. Pérez-Fuentes, M. C., Gázquez, J. J., Lucas, F., Ruiz, I., Amate, R., Miras, F., y Yuste, N. (2009). Satisfaction and motivation of the university students of the Mayores. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1(3), 391-398.
12. Tabachnick, B. G. & Fidell, L. S. (2019). Using multivariate statistics (7th ed.). Boston, MA: Pearson Education.
13. Timmerman, M. E., & Lorenzo-Seva, U. (2011). Dimensionality assessment of ordered polytomous items with parallel analysis. *Psychological Methods*, 16, 209-220. <http://dx.doi.org/10.1037/a0023353>
14. Valle, F. E. (2014). Educación permanente: los programas universitarios para mayores en España como respuesta a una nueva realidad social. *Revista de Educación Superior*, XLIII(3), 117-138.
15. Villar, F., Pinazo, S., Triadó, C., Celdrán, M. & Solé, C. (2011). How students evaluate university programs for older people: a comparison of motives and benefits between two models. *Journal of Aging Studies*, 25, 118-125. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaging.2010.08.014>.2006).



Cambios electroencefalográficos durante el envejecimiento saludable: revisión del estado del arte

Ana Luisa Lino-González ¹⁻², Bernarda Téllez-Alanís ², Paul Carrillo-Mora ¹,
Alfredo Durand-Rivera ¹

Resumen

Introducción: El envejecimiento es un proceso fisiológico continuo y progresivo que conduce a cambios graduales en las capacidades físicas y mentales. El estudio electroencefalográfico registra la actividad eléctrica cerebral y permite conocer características individuales de amplitud, morfología y potencia de onda, las cuales suelen tener un comportamiento no lineal y modificarse con la edad. Objetivo: Presentar una descripción de las características de la actividad eléctrica cerebral en adultos mayores saludables reportadas por estudios empíricos. Método: Diferentes estudios realizados en adultos mayores considerados saludables han aportado información que sustenta la presencia de cambios en la actividad eléctrica cerebral registrada a través de estudios de electroencefalografía; estos cambios se han observado en la potencia y la amplitud de las ondas de las frecuencias cerebrales, en la coherencia interhemisférica y algunas otras que se han relacionado con el sexo de los participantes. Conclusión: Los adelantos en la tecnología, han permitido fortalecer y enriquecer el campo de la electroencefalografía, favoreciendo la obtención de evidencia que incrementa el conocimiento cada vez más detallado referente a la actividad eléctrica cerebral.

Palabras clave: Envejecimiento, electroencefalograma. coherencia interhemisférica, amplitud, potencia.

Abstract

ISSUE N°1
JUNIO
2021

Recibido:
11/12/2020

Aceptado:
22/03/2021

Background: Aging is a continuous and progressive physiological process that leads to gradual changes in physical and mental abilities.

The electroencephalographic study records the electrical activity of the brain and allows to know individual characteristics of amplitude, morphology and wave power, which usually have a non-linear behavior and change with age.

Objective: To present a description of the characteristics of brain electrical activity in healthy older adults reported by empirical studies.

Method: Different studies carried out in older adults considered healthy have provided information that supports the presence of changes in brain electrical activity registered through electroencephalography studies; These changes have been observed in the power and amplitude of the brain frequency waves, in the interhemispheric coherence and some others that have been related to the sex of the participants. **Conclusion:** Advances in technology have made it possible to strengthen and enrich the field of electroencephalography, favo-

(1) Subdirección de investigación clínica, División de Neurociencias, Área de Neurociencia Clínica, Instituto Nacional de Rehabilitación “Luis Guillermo Ibarra Ibarra”. Calzada México Xochimilco No. 289. Colonia Arenal de Guadalupe, Alcaldía Tlalpan, Ciudad de México, México.
(2) Centro de Investigación Transdisciplinaria en Psicología, Doctorado en Psicología. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Pico de Orizaba No. 1, Colonia Los volcanes, 62350, Cuernavaca, Morelos. México.

Cambios electroencefalográficos durante el envejecimiento saludable: Revisión del estado del arte

favoring the obtaining of evidence that increases the increasingly detailed knowledge regarding brain electrical activity.

Keywords: aging, electroencephalogram, interhemispheric coherence, amplitude, potency.

INTRODUCCIÓN

El envejecimiento es definido como un proceso fisiológico que es consecuencia de la acumulación de daños moleculares y celulares producidos a lo largo del tiempo (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2017a). La población de adultos mayores se ha incrementado en los últimos años y se espera que esta tendencia continúe; la Organización Mundial de la Salud prevé que a nivel global, la población de personas mayores de 60 años en el periodo 2015-2050 se incremente de 12% a 22% (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2017b), y que la población mayor de 80 años se triplique pasando de 125 millones a 434 millones (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2015; Organización Mundial de la Salud [OMS], 2016); en otras palabras, se espera que la población mayor de 60 años y más, incremente de 900 millones a 2000 millones (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2012; Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2014). La literatura refiere que el envejecimiento típico es un proceso progresivo, durante el cual, se observan cambios en las áreas cognitiva, psicológica, física y social; sin embargo, estos cambios pueden transformarse y presentar una tendencia patológica conduciendo a cambios acentuados de deterioro, que culminan en importantes trastornos neurodegenerativos, como son el deterioro cognitivo leve, la enfermedad de Alzheimer y la demencia (Craik, 2009; Cai, Chan, Yan y Peng, 2014).

El electroencefalograma es una de las técnicas neurofisiológicas más antiguas empleada para el estudio del funcionamiento cerebral (Palacios, 2002; Flores, Islas y Flores, 1997); con el paso del tiempo los avances tecnológicos han revolucionado esta técnica afianzándola como un importante elemento de escrutinio y diagnóstico en el campo de la neurología y las neurociencias (Binnie y Prior, 1994). Esta información ha enriquecido de forma importante el área de la medicina y la investigación clínica, durante procesos de diagnóstico clínico, diag-

nóstico diferencial y tratamiento de pacientes con diversas patologías en las diferentes etapas del ciclo vital (Binnie y Prior, 1994; Ramos-Argüelles, Morales, Egózcue, Pabón y Alonso, 2009). El objetivo del presente trabajo es describir las características de la actividad eléctrica cerebral en adultos mayores saludables reportada en investigaciones empíricas.

Electroencefalografía

La electroencefalografía es una técnica no invasiva, que permite medir las oscilaciones de voltaje de la corriente iónica que acompaña a la actividad de millones de neuronas a nivel cortical, es decir, permite obtener el registro de las señales electrofisiológicas que resultan de la actividad cerebral en tiempo real mediante la colocación de electrodos en diferentes regiones del cuero cabelludo (Binnie y Prior, 1994; Ramos-Argüelles et al., 2009; Al Zoubi, 2018; Mohamed, El Halaby, Said, Shawky y Badawi, 2018; Barros y Guardiola, 2006). Se considera que la electroencefalografía registra potenciales sinápticos sincrónicos de células piramidales ubicadas perpendicularmente a la superficie cortical, formando corriente de dipolos (Provencher, Hennebelle, Cunnane, Bérubé-Lauzière y Whittingstall, 2016), así mismo, se sugiere que la conectividad funcional está influenciada por axones cortico-corticales de la sustancia blanca (Nunez, Srinivasan y Fields, 2015). Al tratarse de un estudio en tiempo real, no invasivo y sensible de la función cerebral, ha posibilitado su empleo en estado de reposo y durante la realización de diferentes tareas (Binnie y Prior, 1994; Ramos-Argüelles et al., 2009; Kamarajan y Porjesz, 2015). El análisis de los registros permite obtener información con alta resolución temporal en milisegundos (Provencher et al., 2016; Nunez, Srinivasan y Fields, 2015; Al-Qazzaz et al., 2014), sobre el funcionamiento cerebral durante diferentes estados conductuales y cognitivos (Hou et al., 2018; Di Flumeri et al., 2019), y ha permitido demostrar que las oscilaciones neuronales a frecuencias específicas están relacionadas con procesos cognitivos específicos (Hou et al., 2018), por ejemplo, en el campo médico se ha utilizado para estudiar y diagnosticar varias enfermedades como la epilepsia, los trastornos del sueño (Hashemi, et al., 2016), coma y muerte cerebral, migrañas, accidentes cerebrovasculares, traumatismos craneoencefálicos,

Lino-González, Téllez-Alanís, Carrillo-Mora, Durand-Rivera

infecciones y tumores (Ramos-Argüelles et al., 2009), así como en el diagnóstico diferencial de demencia, deterioro cognitivo (Al-Qazzaz et al., 2014) y enfermedad de Alzheimer (Talamillo, 2011). La actividad cortical registrada por el electroencefalograma se conforma por un grupo de ritmos que pueden aparecer de forma aislada o en grupo, las cuales se clasifican según la frecuencia o número de veces que se repiten en un segundo en cuatro bandas denominadas Alfa (α), Beta (β), Delta (δ) y Theta (Θ) (Kane et al., 2017; Kanokwan et al., 2019). En el cuadro 1 se describen las características de los 4 ritmos cerebrales.

Características electroencefalográficas en adultos mayores

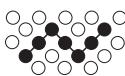
En el cuadro 2 se describen 22 estudios que muestran hallazgos de las características de la actividad eléctrica cerebral en adultos mayores considerados saludables, realizados entre los años 1950 y 2018. Con respecto a los países en los que se llevaron a cabo, ocho (36.3%) se realizaron en USA, tres (13.6%) en Italia, mientras que en Checoslovaquia, Japón, Canadá y Suiza se reportan 2 en cada país, y en Finlandia, Suecia y Rusia se realizó 1 respectivamente. En la mayoría de los estudios se evaluaron hombres y mujeres (95.4%) y sólo en un estudio no se reportó el género de los participantes. Se encontró que fueron 13 condiciones las que se emplearon durante el registro electroencefalográfico; de mayor a menor frecuencia se encuentran reposo con ojos cerrados, reposo con ojos abiertos, estimulación auditiva, hiperventilación, estimulación fótica, vigilia, reposo (sin especificar), alerta, somnolencia, estimulación fótica con ojos abiertos y con ojos cerrados, estimulación visual y audiovisual.

A continuación, se describen los hallazgos realizados con respecto a la actividad eléctrica cerebral en personas mayores consideradas saludables, agrupando las publicaciones por décadas. En los años cincuenta sólo se detectó un estudio realizado en 1954 por Obrist, quien observó que los registros EEG de las personas mayores suelen ser de menor voltaje, más irregulares y con ritmo desorganizado, la principal característica fue la desaceleración del ritmo α y un ligero aumento de la incidencia de la actividad de la onda δ observada en el 13%, siendo mayor su presencia en los participantes mayores de 80 años (17%), en comparación con los adultos mayores menores a esta edad (9%); también reportó la presencia de ondas β en el 50% de los participantes (dominante en el 12%) característica que lo hace simi-

similar a los registros de sujetos adultos de mediana edad(Obrist,1954).

Entre los años 1960 y 1969 se encontraron 3 estudios. En 1966 Otomo reportó que la media de las frecuencias de las ondas α dominantes tienden a disminuir significativamente con el aumento de la edad y refirió que esto suele ser mayor a partir de la séptima década (Otomo, 1966). En 1967 Matoušek et al. encontraron que la actividad δ , Θ y α disminuyen significativamente con la edad; así mismo, refirieron una disminución de la amplitud general del EEG, finalmente, mencionan que β mostró un incremento no significativo (Matoušek, Volavka, Roubíček y Roth, 1967). Y en 1969 Wang y Busse reportaron una correlación negativa entre la edad y la frecuencia de α , además; realizaron dos mediciones y en la inicial encontraron que el ritmo α en las mujeres presentó mayor frecuencia y amplitud. En la segunda medición (3 o 4 años después), las mujeres de bajo nivel socioeconómico mostraron mayor disminución en la frecuencia de α , mientras que, las mujeres de nivel socioeconómico alto presentaban un incremento en esta frecuencia; describieron también que los participantes con bajo nivel socioeconómico presentaron mayor actividad β , en comparación con los de nivel socioeconómico alto (Wang y Busse, 1969).

En la siguiente década, los años setenta, también se detectaron tres estudios. Müller et al. observaron un aumento de la proporción del EEG con desaceleración generalizada y un incremento de la actividad β (Müller, Grad y Engelsmann, 1975), con base en esos resultados los autores indican el estudio del EEG como herramienta para el pronóstico de supervivencia y el diagnóstico en las evaluaciones geropsiquiátricas. En 1976, Hubbard et al. señalaron que la disminución de la frecuencia α con la edad no es lineal, ya que, después de las décadas de los 80 y 90 años la caída disminuye; por otra parte mencionan que los centenarios presentan un ritmo α a 8.62 Hz en promedio y la presencia de ondas lentas en el rango de δ ,destacando que la actividad lenta es más importante en la región temporal izquierda y que la presencia de asimetrías de amplitud aumentan con la edad y son frecuentes en ancianos saludables (Hubbard, Sunde y Goldensohn, 1976). En 1977, Roubicek refirió que la media de la frecuencia dominante alrededor de los 60 años es de 9 Hz y de 7 Hz entre los 80 y 90 años, así mismo reportó un in-



Cambios electroencefalográficos durante el envejecimiento saludable: Revisión del estado del arte

incremento de las ondas lentas δ y Θ y una disminución de la potencia eléctrica de α y β (Roubicek, 1977).

Entre los años 1980 a 1989 se encontraron cuatro estudios. Katz y Horowitz encontraron, en población septuagenaria, que la frecuencia media de α en estado de vigilia fue de 9.8 ± 0.11 Hz, aunado a esto, refirieron no haber observado desaceleración significativa de tipo focal o difusa (Katz y Horowitz, 1982). En 1983 Torres et al. encontraron en una muestra de voluntarios saludables registros anormales en el 52% (media de edad de 69 años) al compararlos con los criterios empleados para adultos jóvenes, así como, una frecuencia media de α de 9.7 ± 1 Hz. Fue notoria la presencia de la frecuencia β en el 20% y de focal en el 63.2% de los que presentaron anormalidades focales, mientras que, ubicada en el área temporal media izquierda se evidenció actividad focal en el 19.3%, así como, focos bilaterales de ondas lentas (δ o Θ) en 39.2% (Torres, Faoro, Loewenson y Johnson, 1983). En 1985, Dustman et al. encontraron en los adultos mayores una variabilidad reducida de los valores de potencia del EEG tanto en las bandas de frecuencia individuales como en las combinadas, además, de un acoplamiento cortical referente a la congruencia de actividad electrocortical en las áreas cerebrales (uniformidad de la actividad electroencefalográfica), los autores sugieren que ambos hallazgos indican una mayor similitud de la actividad EEG entre áreas corticales en las personas mayores saludables; finalmente, observaron una desaceleración de α y no encontraron diferencias relacionadas con el sexo de los participantes (Dustman, LaMarche, Cohn, Shearer y Talone, 1985). En 1986, Giaquinto y Nolfe encontraron que la frecuencia α presenta una desaceleración de aproximadamente 0.5 Hz, el promedio se presentó en 9.46 Hz, así como, la persistencia de la distribución regional de esta frecuencia que es más alta en la región occipital que en las derivaciones frontales, además de que, trazados α dominantes se presentaron en el 68 % de la muestra. Observaron que la distribución habitual del EEG se mantuvo y que los valores obtenidos en los hemisferios se mantuvieron simétricos; también reportaron que las mujeres presentaron menor actividad δ y mayor actividad β , mientras que diferencias significativas opuestas fueron observadas en los hombres (Giaquinto y Nolfe, 1986). En el periodo entre 1990 a 1999 se detectaron cinco estudios. Pollock et al. encontraron que las amplitudes del EEG en los rangos de frecuencia δ , α , β_1 y β_2 no presentaron una distribución normal, excepto para Θ en condición ojos cerrados y ojos abiertos y para α en condición ojos

abiertos (Pollock, Schneider y Lyness, 1990). En 1992 Hartikainen et al. reportaron una disminución de la amplitud absoluta para δ y Θ y de la potencia absoluta de δ a partir de los 60 años, así mismo, encontraron que la actividad lenta en el EEG cuantitativo no aumenta con la edad en adultos mayores con buen estado de salud, refieren, además, una tendencia a la reducción de los valores de β y α con la edad, finalmente, encontraron en las mujeres mayor actividad en β (Hartikainen, Soininen, Partanen, Helkala y Riekkinen, 1992).

En 1995, Shigeta et al. reportaron una desaceleración intermitente cuya prevalencia incrementó con la edad, esta desaceleración fue observada pocas veces durante unos cuantos segundos (sutil incluso en la octava y novena década de la vida); concluyen que es inespecífica y clínicamente silenciosa (Shigeta et al., 1995). Duffy et al. encontraron que la coherencia interhemisférica disminuye en gran medida con la edad y puede explicar gran parte de la desincronización espectral relacionada con el envejecimiento; por otro lado, observaron que la coherencia interhemisférica tiende a ser mayor en las mujeres que en los hombres con lateralidad manual diestra; caso contrario de lo observado en la lateralidad zurda en cuyo caso los hombres muestran una mayor coherencia (Duffy, McAnulty y Albert, 1996). En 1997, Knott y Harr indicaron que la coherencia interhemisférica se observó reducida y generalizada en los adultos mayores, es decir en todos los pares de sitio de registro con respecto a α_1 y se observó con mayor frecuencia en los pares ubicados en regiones anteriores (FP1-FP2, F3-F4, F7-F8); por otro lado, ser fumador afectó significativamente la coherencia interhemisférica dentro de la banda de α en todos los pares de sitios y también alteró la coherencia intrahemisférica en los pares de sitios (F3-O1 y F4-O2) (Knott y Harr, 1997).

En la primera década de este siglo se encontraron dos publicaciones.

En el año 2000 Kikuchi et al. reportaron menor coherencia interhemisférica para δ , Θ , α_3 , β_1 y β_2 en estado de reposo, por otra parte, durante la estimulación fótica a 15 Hz los participantes de mayor edad presentaron significativamente mayor coherencia interhemisférica, lo que sugiere una baja conectividad funcional interhemisférica en las personas de edad avanzada en condiciones sin estímulo y alta conectividad durante la estimulación fótica (Kikuchi, Wada, Koshino, Nanbu y Hashimoto, 2000). Y en 2006, Babiloni et al. señalaron que sus



Lino-González, Téllez-Alanís, Carrillo-Mora, Durand-Rivera

resultados sugieren que δ occipital y los ritmos α corticales en la región posterior disminuyen en magnitud durante el envejecimiento fisiológico con tendencias tanto lineales como no lineales (Babiloni et al., 2006).

Entre el 2010 al año 2018 se detectaron cuatro estudios. En 2012 Vysata et al. reportaron mayor significancia estadística en la disminución de la densidad de potencia espectral determinada por la edad para el rango de α , así como, dependencia significativa entre la energía global y las potencias espetrales de todos los ritmos (Vysata, Kukal, Prochazka, Pazdera y Valis, 2012). En 2015, Zappasodi et al. encontraron una disminución de la dimensión fractal después de la quinta década de vida, refieren que la curva que mejor se ajusta a los cambios en los valores de dimensión fractal a través de la edad es una parábola con el vértice ubicado alrededor de los 50 años, observaron una asimetría de la dimensión fractal interhemisférica en las regiones frontal y central (Zappasodi, Marzetti, Olejarczyk, Tecchio y Pizzella, 2015). Portnova y Atanov, en 2016, reportaron que los participantes de edad avanzada mostraban oscilaciones en el EEG dos a tres veces más pequeñas en la amplitud en comparación con los adultos más jóvenes; así mismo, mediante análisis espectral y análisis de frecuencia del pico de α se observaron cambios electroencefalográficos en los participantes de mayor edad (Portnova y Atanov, 2016). Y finalmente, en 2018 Knyazeva et al. observaron una transformación del ritmo α multicomponente a un ritmo α de un solo componente, también una tendencia descendente del ritmo α de mayor y menor frecuencia sugiriendo una pérdida de actividad occipitotemporal, consideran que el componente de α de menor frecuencia se desplaza con la edad en dirección anterior y que la frecuencia pico del componente del ritmo α de mayor frecuencia es un índice neurobiológico importante del envejecimiento cognitivo (Knyazeva, Barzegaran, Vildavski y Demonet, 2018).

En lo que respecta a Hispanoamerica, no se localizaron trabajos que describieran, exclusivamente, las características del EEG en estado de reposo en adultos mayores saludables. Sin embargo, sí se detectaron dos estudios en adultos mayores mexicanos que exploran la relación entre variables electroencefalográficas y cognitivas. Roca-Stappung et al. estudiaron la relación entre los resultados de una prueba de inteligencia (WAIS-III) y el EEG, encon-

trando que, en términos de potencia absoluta y relativa, valores menores de Θ y δ y valores mayores de α se correlacionaron con mejores puntajes en los subíndices de la prueba (Roca-Stappung et al., 2012). Mientras que Sánchez-López et al. evaluaron la asociación entre la actividad física incidental, funciones cognitivas y actividad electroencefalográfica, encontrando menor desempeño cognitivo y enlentecimiento del EEG (en regiones frontales, centrales y temporales) en el grupo físicamente pasivo (Sanchez-Lopez et al., 2018).

Discusión

Al realizar la presente revisión, nos enfrentamos a la dificultad para encontrar artículos originales específicos de EEG en adultos mayores saludables en estado de reposo; notamos una gran variedad de trabajos sobre potenciales relacionados a eventos y sobre el empleo de esta técnica neurofisiológica en diversas patologías o condiciones clínicas. Con respecto a los hallazgos reportados para el ritmo α se destaca que con el envejecimiento se presenta una desaceleración(Obrist, 1954; Matoušek et al., 1967; Dustman et al., 1985; Giaquinto y Nolfe, 1986), así como una disminución de la frecuencia (Otomo, 1966; Wang y Busse, 1969) y la potencia (Roubicek, 1977; Kane et al., 2017; Vysata et al., 2012), sugiriendo que esta disminución sigue un patrón no lineal (Hubbard et al., 1976); también, se menciona que alrededor de los 70 años el valor promedio de α es de 9.6 ± 1 Hz, a los 80 años 9.5 ± 1 Hz, a los 90 años 9.1 ± 1.5 Hz (Otomo, 1966) y a los 100 años 8.6 Hz (Hubbard et al., 1976), cuando según lo reportado en la literatura, el promedio en adultos sanos (20 a 60 años) es 10.2 ± 0.9 Hz (Martínez, 2014), finalmente, se sugiere la transformación de un ritmo α multicomponente a un ritmo α de un solo componente (Knyazeva et al., 2018).

En lo que respecta al ritmo β se observó su presencia en 50% de las personas mayores estudiadas, lo cual no difiere de los registros obtenidos de sujetos de mediana edad (Obrist, 1954), así como, un incremento de la actividad (no significativo) (Matoušek et al., 1967; Müller et al., 1975), disminución de la potencia eléctrica (Roubicek, 1977) y reducción de los valores (Hartikainen et al., 1992). En cuanto a actividad Θ se refiere una disminución en la frecuencia (Matoušek et

Cambios electroencefalográficos durante el envejecimiento saludable: Revisión del estado del arte

al., 1967) y amplitud absolutas (Hartikainen et al., 1992); así como la presencia de frecuencia focal en el 63.2% de los participantes que presentaron anormalidades focales y focos bilaterales de ritmo (Torres et al., 1983); en lo que respecta a se reportó mayor frecuencia en personas mayores de 80 años (Obrist, 1954), así como, disminución de la actividad (Matoušek et al., 1967), de la amplitud y de la potencia (absolutas) a partir de los 60 años (Hartikainen et al., 1992). Otro aspecto reportado tiene que ver con la coherencia interhemisférica, se sugiere que esta, disminuye con el aumento de la edad (Hubbard et al., 1976; Knott y Harr 1997) y en estado de reposo (Kikuchi et al., 2000); por otra parte, durante estimulación fótica los participantes de mayor edad presentaron más coherencia (Kikuchi et al., 2000).

Con respecto al sexo de los participantes, se encontró que el ritmo α en las mujeres presentó mayor frecuencia y amplitud (Wang y Busse, 1969), en lo que respecta a δ presentaron menor actividad (Giaquinto y Nolfe, 1986) y en β mayor actividad (Giaquinto y Nolfe, 1986; Hartikainen et al., 1992) en comparación con los hombres estudiados, finalmente, se observó que la coherencia interhemisférica tiende a ser mayor en las mujeres diestras y en los hombres zurdos (Duffy et al., 1996).

Analizando los resultados reportados, cabe mencionar que muchas de las muestras estudiadas no fueron completamente saludables, ya que, difícilmente se pudo conseguir la participación de personas que cumplieran con el criterio de edad y que además no presentaran alguna enfermedad relacionada con el envejecimiento. Pollock et al. sugieren considerar criterios de selección más estrictos y reducir el rango de edad de los participantes (Pollock et al., 1990), mientras que, Hartikainen et al. hacen hincapié en un adecuado tamaño de la muestra (Hartikainen et al., 1992).

Los autores atribuyen que los cambios observados, relacionados con los registros electroencefalográficos y los hallazgos en cada una de las bandas de frecuencia, obedece a que en el envejecimiento se presentan diferentes modificaciones, todas relacionadas con el envejecimiento saludable. Se ha considerado que la aterosclerosis, la disminución del flujo sanguíneo (Obrist, 1954; Hubbard et al., 1976; Müller et al. 1975), cambios anatómicos (Müller et al. 1975; Katz y Horowitz, 1982; Dustman et al., 1985; Zappasodi et al. 2015) (ganglios basales, materia gris y blanca, hipotálamo, hipocampo, amígdala, disminu-

disminución de número de neuronas), bioquímicos (Müller et al. 1975; Dustman et al., 1985; Hartikainen et al., 1982; Kikuchi et al., 2000; Zappasodi et al., 2015) y metabólicos (Obrist, 1954), así como, alteración del equilibrio entre la actividad cerebral inhibitoria y excitatoria (Roubicek, 1977; Dustman et al., 1985; Babiloni et al., 2006), conectividad reducida entre redes neuronales (Zappasodi et al., 2015), enfermedades metabólicas (Hartikainen et al., 1992) y el nivel socioeconómico (asociado con el sexo de los participantes) son factores que inciden sobre la actividad eléctrica cerebral (Wang y Busse, 1969).

Con respecto a la desincronización del EEG se infiere que está relacionada con una disminución de la conectividad interhemisférica, que a su vez se refleja en la coherencia. Una hipótesis se relaciona con el cuerpo calloso (Duffy et al., 1996; Kikuchi et al., 2000) ya que se ha reportado una disminución de su tamaño durante el proceso de envejecimiento, sin embargo, se ha sugerido también que la reducción del volumen de la sustancia blanca puede ocasionar una disminución de la conectividad en todo el sistema nervioso central, provocando desincronización; por otra parte, se ha demostrado que una pérdida neuronal significativa en estructuras subcorticales (prosencéfalo basal, sustancia negra y rafe) influyen en los niveles de neurotransmisores.

Ahora bien, en lo relativo a la mayor coherencia interhemisférica observada en las mujeres, se sugiere que debido a la evidencia de un mayor volumen de la porción posterior del cuerpo calloso en el sexo femenino y los hallazgos reportados con respecto a que ciertas regiones del cuerpo calloso en las mujeres alcanzan su tamaño máximo entre la cuarta década y principios de la quinta, en comparación con los hombres que alcanza su punto máximo en la segunda década para después disminuir su tamaño pudiera explicar la interacción edad y sexo. En lo que respecta a mayor coherencia encontrada en las mujeres diestras y en los hombres zurdos, Duffy et al. sugieren que puede explicarse mediante el estudio de Cowell et al. quienes informaron con base en estudios de resonancia magnética que el cuerpo calloso anterior es más voluminoso en las mujeres diestras y en los hombres zurdos (Duffy et al., 1996). Por otra parte, Zappasodi et al. refieren que dentro del proceso de desequilibrio interhemisférico observado en adultos mayores saludables, la disminución de la complejidad relacionada con la edad en el hemisferio derecho podría ser un signo de fenómeno compensa-

Lino-González, Téllez-Alanís, Carrillo-Mora, Durand-Rivera

torio natural del cerebro envejecido; refieren que se ha propuesto la existencia de una red neuronal que abarca las áreas parietal y frontal del hemisferio derecho, con la finalidad de contribuir a la reserva cognitiva, protegiendo así al cerebro de la disfunción ocasionada por cambios o enfermedades relacionadas con la edad (Zappasodi et al., 2015).

En resumen, podemos señalar que la actividad eléctrica cerebral se modifica en los adultos mayores aun cuando su estado de salud se considere adecuado; estos cambios funcionales pueden estar relacionados con modificaciones cognitivas que se han reportado en la literatura y que se consideran parte del envejecimiento normal. Al parecer el ritmo que presenta mayores indicadores de cambio es α , además entre otras cosas, se han evidenciado cambios en la coherencia interhemisférica dependiendo de la condición a la que el participante esté expuesto durante el registro electroencefalográfico y el sexo del participante.

Conclusión

Esta revisión pone de manifiesto, la importancia y necesidad de realizar investigación que continúe con el estudio de la actividad eléctrica cerebral de los adultos mayores saludables, con la finalidad de aportar información que facilite entender aún más el proceso de envejecimiento, que, a su vez, permita aportar conocimiento a las diferentes áreas de la salud que se interesan en la población geriátrica. Esta necesidad es vital considerando el incremento de esta población en próximos años.

REFERENCIAS

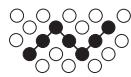
1. Al-Qazzaz, N. K., Ali, S. H. B., Ahmad, S. A., Chellappan, K., Islam, M., & Escudero, J. (2014). Role of EEG as biomarker in the early detection and classification of dementia. *The Scientific World Journal*, 2014:906038. doi: 10.1155/2014/906038
2. Al Zoubi, O., Ki Wong, C., Kuplicki, R. T., Yeh, H. W., Mayeli, A., Refai, H., ... & Bodurka, J. (2018). Predicting age from brain eeg signals — a machine learning approach. *Frontiers in aging neuroscience*, 10, 184. doi:10.3389/fnagi.2018.00184
3. Babiloni, C., Binetti, G., Cassarino, A., Dal Forno, G., Del Percio, C., Ferreri, F., ... & Lanuzza, B. (2006). Sources of cortical rhythms in adults during physiological aging: a multicentric EEG study. *Human brain mapping*, 27(2), 162-172. doi: 10.1002/hbm.20175
4. Barros, M. I. M., & Guardiola, G. T. (2006). Conceptos básicos de electroencefalografía. *Duazary*, 31, 18-23
5. Binnie, C. D., & Prior, P. F. (1994). Electroencephalography. *Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry*, 57, 308-1319. doi: 10.1136/jnnp.57.11.1308
6. Cai, L., Chan, J. S., Yan, J. H., & Peng, K. (2014). Brain plasticity and motor practice in cognitive aging. *Frontier in Aging Neuroscience*, 10(6), 31. doi: 10.3389/fnagi.2014.00031
7. Craik, F. I. (2009). Ageing memory: ageing memories. En *Inside Psychology: A Science Over 50 Years*, 73-90. doi: 10.1093/acprof:oso/9780199228768.003.0007
8. Di Flumeri, G., Aricò, P., Borghini, G., Sciaraffa, N., Di Florio, A., & Babiloni, F. (2019). The dry revolution: evaluation of three different EEG dry electrode types in terms of signal spectral features, mental states classification and usability. *Sensors*, 19(6), 1365. doi: 10.3390/s19061365
9. Duffy, F. H., Mcanulty, G. B., & Albert, M. S. (1996). Effects of age upon interhemispheric EEG coherence in normal adults. *Neurobiology of aging*, 17(4), 587-599. doi: 10.1016/0197-4580(96)00007-3
10. Dustman, R. E., LaMarche, J. A., Cohn, N. B., Shearer, D. E., & Talone, J. M. (1985). Power spectral analysis and cortical coupling of EEG for young and old normal adults. *Neurobiology of aging*, 6(3), 193-198. doi: 10.1016/0197-4580(85)90049-1
11. Flores, T., Islas, J., & Flores, B. (1997). Antecedentes históricos de la neurofisiología y su desarrollo en México. En *Registros electrofisiológicos para el diagnóstico de la Patología de la Comunicación Humana*. Distrito Federal, México: Secretaría de Salud
12. Giaquinto, S., & Nolfe, G. (1986). The EEG in the normal elderly: a contribution to the interpretation of aging and dementia. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 63(6), 540-546. doi: 10.1016/0013-4694(86)90141-0
13. Hartikainen, P., Soininen, H., Partanen, J., Helkala, E. L., & Riekkinen, P. (1992). Aging and spectral analysis of EEG in normal subjects: a link to memory and CSF AChE. *Acta Neurologica Scandinavica*, 86(2), 148-155. doi: 10.1111/j.1600-0404.1992.tb05057.x

Cambios electroencefalográficos durante el envejecimiento saludable: Revisión del estado del arte

14. Hashemi, A., Pino, L. J., Moffat, G., Mathewson, K. J., Aimone, C., Bennett, P. J., ... & Sekuler, A. B. (2016). Characterizing population EEG dynamics throughout adulthood. *eNeuro*, 3(6). doi:10.1523/ENEURO.0275-16.2016
15. Hou, F., Liu, C., Yu, Z., Xu, X., Zhang, J., Peng, C. K., ... & Yang, A. (2018). Age-related alterations in electroencephalography connectivity and network topology during n-back working memory task. *Frontiers in human neuroscience*, 12, 484. doi: 10.3389/fnhum.2018.00484
16. Hubbard, O., Sunde, D., & Goldensohn, E. S. (1976). The EEG in centenarians. *Electroencephalography & Clinical Neurophysiology*, 40, 407-417. doi: 10.1016/0013-4694(76)90192-9
17. Kamarajan, C., & Porjesz, B. (2015). Advances in electrophysiological research. *Alcohol research: current reviews*, 37(1), 53-87
18. Kane, N., Acharya, J., Beniczky, S., Caboclo, L., Finnigan, S., Kaplan, P. W., ... & van Putten, M. J. (2017). A revised glossary of terms most commonly used by clinical electroencephalographers and updated proposal for the report format of the EEG findings. *Revision 2017. Clinical neurophysiology practice*, 2, 170-185. doi: 10.1016/j.cnp.2017.07.002
19. Kanokwan, S., Pramkamol, W., Wipatcharee, K., Warissara, W., Siwarit, R., Sompiya, S., ... & Mitra, S. (2019). Age-related differences in brain activity during physical and imagined sit-to-stand in healthy young and older adults. *Journal of physical therapy science*, 31(5), 440-448. doi:10.1589/jpts.31.440
20. Katz, R. I., & Horowitz, G. R. (1982). Electroencephalogram in the septuagenarian: studies in a normal geriatric population. *Journal of the American Geriatrics Society*, 30(4), 273-275. doi: 10.1111/j.1532-5415.1982.tb07101.x
21. Kikuchi, M., Wada, Y., Koshino, Y., Nambu, Y., & Hashimoto, T. (2000). Effect of normal aging upon interhemispheric EEG coherence: analysis during rest and photic stimulation. *Clinical Electroencephalography*, 31(4), 170-174. doi: 10.1177/155005940003100404
22. Knott, V. J., & Harr, A. (1997). Aging, smoking and EEG coherence: a preliminary study. *Clinical Electroencephalography*, 28(4), 236-244. doi: 10.1177/155005949702800409
23. Knyazeva, M. G., Barzegaran, E., Vildavski, V. Y., & Demonet, J. F. (2018). Aging of human alpha rhythm. *Neurobiology of aging*, 69, 261-273. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2018.05.018
24. Martínez, E. I. R. (2014). Indicadores de maduración cerebral y su relación con la memoria de trabajo (Doctoral dissertation, Universidad de Sevilla). Recuperado de idus.us.es/bitstream/handle/11441/69331/2014rodriindic.pdf?sequence=1&isAllowed=y
25. Matoušek, M., Volavka, J., Roubíček, J., & Roth, Z. (1967). EEG frequency analysis related to age in normal adults. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 23(2), 162-167. doi: 10.1016/0013-4694(67)90106-X
26. Mohamed, Z., El Halaby, M., Said, T., Shawky, D., & Badawi, A. (2018). Characterizing focused attention and working memory using EEG. *Sensors*, 18(11), 3743. doi: 10.3390/s18113743
27. Müller, H. F., Grad, B., & Engelmann, F. (1975). Biological and psychological predictors of survival in a psychogeriatric population. *Journal of gerontology*, 30(1), 47-52. doi: org/10.1093/geronj/30.1.47
28. Nunez, P. L., Srinivasan, R., & Fields, R. D. (2015). EEG functional connectivity, axon delays and white matter disease. *Clinical neurophysiology*, 126(1), 110-120. doi: 10.1016/j.clinph.2014.04.003
29. Obrist, W. D. (1954). The electroencephalogram of normal aged adults. *Electroencephalography & Clinical Neurophysiology*, 6, 235-244. doi: 10.1016/0013-4694(54)90025-5
30. Organización de las Naciones Unidas, ONU. (2014). “Envejecer bien” una prioridad mundial. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/lancet-ageing-series/es/>
31. Organización Mundial de la Salud, OMS. (2012). Innovaciones para un envejecimiento sano: comunicación y cuidados. *Boletín de la Organización Mundial de la salud*. 90(3),157-244
32. Organización Mundial de la Salud, OMS. (2015). ¿Qué repercusiones tiene el envejecimiento mundial en la salud pública? Recuperado de <http://www.who.int/features/qa/42/es/>
33. Organización Mundial de la Salud, OMS. (2016). Maltrato de las personas mayores. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs357/es/>
34. Organización Mundial de la Salud, OMS. (2017a). Envejecimiento y salud. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs404/es/>
35. Organización Mundial de la Salud, OMS. (2017b). 10 datos sobre el envejecimiento y la salud. Recuperado de <http://www.who.int/features/factfiles/ageing/es/>
36. Otomo, E. (1966). Electroencephalography in old age: dominant alpha pattern. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 21(5), 489-491. doi: 10.1016/0013-4694(66)90197-0
37. Palacios, L. (2002). Breve historia de la electroencefalografía. *Acta Neurológica Colombiana*, 18, 104-107

Lino-González, Téllez-Alanís, Carrillo-Mora, Durand-Rivera

38. Pollock, V. E., Schneider, L. S., & Lyness, S. A. (1990). EEG amplitudes in healthy, late-middle-aged and elderly adults: normality of the distributions and correlations with age. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 75(4), 276-288
39. Portnova, G. V., & Atanov, M. S. (2016). Age-Dependent Changes of the EEG Data: Comparative Study of Correlation Dimension D2 Spectral Analysis Peak Alpha Frequency and Stability of Rhythms. *International Journal of Innovative Research in Computer Science & Technology*, 4(2), 56-61
40. Provencher, D., Hennebelle, M., Cunname, S. C., Bérubé-Lauzière, Y., & Whittingstall, K. (2016). Cortical thinning in healthy aging correlates with larger motor-Evoked EEG desynchronization. *Frontiers in aging neuroscience*, 8, 63. doi: 10.3389/fnagi.2016.00063
41. Ramos-Argüelles, F., Morales, G., Egozcue, S., Pabón, R. M., & Alonso, M. T. (2009). Técnicas básicas de electroencefalografía: principios y aplicaciones clínicas. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 32, 69-82
42. Roca-Stappung, M., Fernández, T., Becerra, J., Mendoza-Montoya, O., Espino, M., & Harmony, T. (2012). Healthy aging: relationship between quantitative electroencephalogram and cognition. *Neuroscience letters*, 510(2), 115-120. doi: 10.1016/j.neulet.2012.01.015
43. Roubicek, J. (1977). The electroencephalogram in the middle-aged and the elderly. *Journal of the American Geriatrics Society*, 25(4), 145-152. doi: 10.1111/j.1532-5415.1977.tb00282.x
44. Sanchez-Lopez, J., Silva-Pereyra, J., Fernández, T., Alatorre-Cruz, G. C., Castro-Chavira, S. A., González-López, M., & Sánchez-Moguel, S. M. (2018). High levels of incidental physical activity are positively associated with cognition and EEG activity in aging. *PloS one*, 13(1). doi: 10.1371/journal.pone.0191561
45. Shigeta, M., Julin, P., Almkvist, O., Basun, H., Rudberg, U., & Wahlund, L. O. (1995). EEG in successful aging; a 5 year follow-up study from the eighth to ninth decade of life. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 95(2), 77-83. doi: 10.1016/0013-4694(95)00034-V
46. Talamillo, T. (2011). Manual básico para enfermeros en electroencefalografía. *Enfermería docente*, 94, 29-33
47. Torres, F., Faoro, A., Loewenson, R., & Johnson, E. (1983). The electroencephalogram of elderly subjects revisited. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 56(5), 391-398. doi: 10.1016/0013-4694(83)90220-1
48. Vysata, O., Kukal, J., Prochazka, A., Pazdera, L., & Valis, M. (2012). Age-related changes in the energy and spectral composition of EEG. *Neurophysiology*, 44(1), 63-67. doi: 10.1007/s11062-012-9268-y
49. Wang, H. S., & Busse, E. W. (1969). EEG of healthy old persons—a longitudinal study. I. Dominant background activity and occipital rhythm. *Journal of gerontology*, 24(4), 419-426. doi: 10.1093/geronj/24.4.419



Cambios electroencefalográficos durante el envejecimiento saludable: Revisión del estado del arte

Tabla 1. Características de los ritmos cerebrales

Ritmo	Región de origen	Frecuencia (Hz)	Amplitud (μV)	Duración (ms)	Condición
Delta (δ)	Frontal	1 - 4	20 – 200	250 - 2000	Sueño profundo, enfermedades cerebrales orgánicas graves
Theta (θ)	Temporal y parietal	4 - 7	5 – 10	125 – 250	Sueño, excitación y estrés emocional
Alfa (α)	Occipital	8 - 12	20 – 200	77 - 125	Vigilia, relajación, ojos cerrados
Beta (β)	Frontocentral y parietal	14 - 30	5 – 10	33 - 72	Vigilia, alerta

Lino-González, Téllez-Alanís, Carrillo-Mora, Durand-Rivera

Hubbard et al.	USA 1976	Hombres y mujeres n=10 (100 a 105 años) 7 saludables	Asociar el EEG con el envejecimiento extremo en diez centenarios	- Alerta - Somnolencia - Estimulación fótica - Hiperventilación	Promedio de ritmo α = 8.6 Hz La actividad de α mostró una disminución significativa
Roubicek	Suiza 1977	Hombres y mujeres saludables n= 159 (46 a 92 años)	Analizar las características electroencefalográficas de personas de mediana edad y ancianos	- Reposo	
Katz y Horowitz	USA 1982	Hombres y mujeres saludables n=52 (Media de edad 75 años)	Correlacionar entre las diferencias y las variables del EEG con la función mental y física, así como los cambios patológicos subyacentes	- Vigilia	Media de la frecuencia de α = 9.8 ± 0.1
Torres et al.	USA 1983	Hombres y mujeres n=182 (48 a 88 años) Saludables vs evento vascular cerebral	Identificar un grupo de patrones que podrían ayudar a diferenciar los cambios del EEG asociados con la edad avanzada en individuos normales de aquellos que son indicativos de patología en el mismo grupo de edad.	- Estimulación fótica con ojos abiertos y ojos cerrados. - Hiperventilación	Media de la frecuencia de α = 9.7 ± 1 θ focal en área temporal media izquierda. Focos bilaterales δ o θ
Dustman et al.	USA 1985	Hombres y mujeres saludables n=80 (jóvenes 25-35 años y mayores 55-70 años)	Analizar la potencia espectral y acoplamiento cortical del EEG para adultos jóvenes y adultos mayores.	- Reposo con ojos cerrados	Menor variabilidad de los valores de potencia y acoplamiento cortical. Desaceleración de α .
Giaquinto y Nolfe	Italia 1986	Hombres y mujeres n=47 (sanos 47 mayores de 60 a 80 años, 16 jóvenes de 40 a 60 años; 14 con demencia tipo Alzheimer de 60 a 74 años)	Verificar las diferencias en la frecuencia media de α en áreas del cerebro distintas de las occipitales; identificar un posible envejecimiento hemisférico; probar la hipótesis de un continuo desde el envejecimiento hasta la demencia mediante el uso de un recurso electrofisiológico; verificar posibles diferencias relacionadas con el sexo.	- Estimulación auditiva	68 % de trazado α dominantes. Media de la frecuencia de α = 9.46 Hz. Menor frecuencia de δ y mayor frecuencia de β en las mujeres.
Pollock et al.	USA 1990	Hombres y mujeres saludables n=60 (56 a 76 años)	Evaluar las distribuciones interindividuales de las amplitudes del EEG	- Reposo con ojos abiertos - Reposo con ojos cerrados	No encontraron correlación significativa entre las variables cuantitativas del EEG y la edad.
Hartikainen et al.	Finlandia 1992	Hombres y mujeres saludables n=52 (20 a 91 años)	Estudiar el efecto del envejecimiento en los espectros de EEG registrados a partir de la derivación T5-O1 (T6-O2).	- Reposo ojos cerrados	Amplitud absoluta de δ y θ , así como potencia absoluta de δ disminuyeron con la edad. Mayor actividad β en mujeres

Cambios electroencefalográficos durante el envejecimiento saludable: Revisión del estado del arte

Hubbard et al.	USA 1976	Hombres y mujeres n=10 (100 a 105 años) 7 saludables	Asociar el EEG con el envejecimiento extremo en diez centenarios	- Alerta - Somnolencia - Estimulación fótica - Hiperventilación	Promedio de ritmo α = 8.6 Hz
Roubicek	Suiza 1977	Hombres y mujeres saludables n= 159 (46 a 92 años)	Analizar las características electroencefalográficas de personas de mediana edad y ancianos	- Reposo	La actividad de α mostró una disminución significativa
Katz y Horowitz	USA 1982	Hombres y mujeres saludables n=52 (Media de edad 75 años)	Correlacionar entre las diferencias y las variables del EEG con la función mental y física, así como los cambios patológicos subyacentes	- Vigilia	Media de la frecuencia de α = 9.8 ± 0.1
Torres et al.	USA 1983	Hombres y mujeres n=182 (48 a 88 años) Saludables vs evento vascular cerebral	Identificar un grupo de patrones que podrían ayudar a diferenciar los cambios del EEG asociados con la edad avanzada en individuos normales de aquellos que son indicativos de patología en el mismo grupo de edad.	- Estimulación fótica con ojos abiertos y ojos cerrados. - Hiperventilación	Media de la frecuencia de α = 9.7 ± 1 θ focal en área temporal media izquierda. Focos bilaterales δ o θ
Dustman et al.	USA 1985	Hombres y mujeres saludables n=80 (jóvenes 25-35 años y mayores 55-70 años)	Analizar la potencia espectral y acoplamiento cortical del EEG para adultos jóvenes y adultos mayores.	- Reposo con ojos cerrados	Menor variabilidad de los valores de potencia y acoplamiento cortical. Desaceleración de α .
Giaquinto y Nolfe	Italia 1986	Hombres y mujeres n=47 (sanos 47 mayores de 60 a 80 años, 16 jóvenes de 40 a 60 años; 14 con demencia tipo Alzheimer de 60 a 74 años)	Verificar las diferencias en la frecuencia media de α en áreas del cerebro distintas de las occipitales; identificar un posible envejecimiento hemisférico; probar la hipótesis de un continuo desde el envejecimiento hasta la demencia mediante el uso de un recurso electrofisiológico; verificar posibles diferencias relacionadas con el sexo.	- Estimulación auditiva	68 % de trazado α dominantes. Media de la frecuencia de α = 9.46 Hz. Menor frecuencia de δ y mayor frecuencia de β en las mujeres.
Pollock et al.	USA 1990	Hombres y mujeres saludables n=60 (56 a 76 años)	Evaluar las distribuciones interindividuales de las amplitudes del EEG	- Reposo con ojos abiertos - Reposo con ojos cerrados	No encontraron correlación significativa entre las variables cuantitativas del EEG y la edad.
Hartikainen et al.	Finlandia 1992	Hombres y mujeres saludables n=52 (20 a 91 años)	Estudiar el efecto del envejecimiento en los espectros de EEG registrados a partir de la derivación T5-O1 (T6-O2).	- Reposo ojos cerrados	Amplitud absoluta de δ y θ , así como potencia absoluta de δ disminuyeron con la edad. Mayor actividad β en mujeres

Lino-González, Téllez-Alanís, Carrillo-Mora, Durand-Rivera

Shigeta et al.	Suecia 1995	Hombres y mujeres saludables, dos grupos: n1=25 (76 a 83 años) n2=13 (80 a 88 años)	Describir el perfil del EEG en individuos con envejecimiento exitoso y los cambios longitudinales que podrían ocurrir.	- Reposo con ojos cerrados	La prevalencia de la desaceleración intermitente del EEG aumenta con el incremento de la edad
Duffy et al.	USA 1996	Hombres y mujeres saludables n=371 (20 a 80 años)	Examinar los efectos de la edad sobre la coherencia interhemisférica del EEG en adultos normales	- Reposo con ojos cerrados - Reposo con ojos abiertos	La coherencia interhemisférica disminuye con la edad. Mayor coherencia interhemisférica en mujeres diestras.
Knot y Harr	Canadá 1997	Hombres y mujeres saludables n=40 (4 grupos: jóvenes fumadores y no fumadores de 18 a 39 años; mayores fumadores y no fumadores de 64 a 81 años)	Examinar la coherencia del EEG en relación con el estado del participante (no fumador vs. fumador) y el proceso de envejecimiento (adultos jóvenes vs. adultos mayores) y determinar si el estado de fumador influye en los patrones de coherencia del EEG observados con el envejecimiento normal.	- Reposo con ojos cerrados	Coherencia interhemisférica reducida en adultos mayores. Mayor coherencia de α interhemisférica en fumadores jóvenes y mayores
Kikuchi et al.	Japón 2000	Hombres y mujeres saludables n=55 (25 mayores de 50 a 67 años y 30 jóvenes de 20 a 27 años)	Examinar y comparar entre sujetos sanos y de edad avanzada la coherencia interhemisférica de EEG en reposo y durante estimulación fótica	- Reposo con ojos cerrados - Estimulación fótica	Incremento de la coherencia interhemisférica durante la estimulación fótica
Babiloni et al.	Italia 2006	Hombres y mujeres saludables n=215 (107 mayores de 51 a 85 años y 108 jóvenes de 18 a 50 años)	Verificar si los ritmos corticales de EEG en sujetos sanos (especialmente δ y α) muestran una tendencia progresiva creciente o decreciente con el envejecimiento fisiológico.	- Reposo con ojos cerrados	Disminución de δ en región occipital Disminución de $\alpha 1$ y $\alpha 2$ en región parietal, occipital, temporal y límbica
Vysata et al.	República Checa 2012	Hombres y mujeres saludables n=17,722 (20 a 70 años)	Evaluando los cambios relacionados con la edad en la composición de frecuencia y energía global del EEG en una muestra representativa de sujetos sanos	- Reposo con ojos cerrados	Disminución de la densidad de potencia espectral para α
Zappasodi et al.	Italia 2015	Hombres y mujeres saludables n=40 (16 a 85 años)	Evaluando si la dimensión fractal de la actividad EEG, medida por el algoritmo de Higuchi, se modula a través del envejecimiento saludable	- Reposo con ojos abiertos	Asimetría de dimensión fractal interhemisférica en región frontal y central

Cambios electroencefalográficos durante el envejecimiento saludable: Revisión del estado del arte

Portnova y Atanov	Rusia 2016	Hombres y mujeres saludables n=246 (3 a 75 años. 6 grupos: Infancia preescolar, infancia media, adolescencia, edad adulta temprana, edad adulta media, edad adulta tardía)	Presentar nuevos métodos para explorar los cambios dinámicos de EEG durante el desarrollo humano y el envejecimiento y evaluar sus ventajas.	- Reposo con ojos abiertos - Reposo con ojos cerrados - Estimulación auditiva desagradable	Modificaciones en el EEG en el envejecimiento obtenidos mediante análisis espectral y análisis de frecuencia de pico de α
Knyazeva et al.	Suiza 2018	Hombres y mujeres saludables n=60 (20 a 81 años)	Identificar la estructura del ritmo α de adultos sanos de mediana edad o mayores con el método de análisis factorial paralelo y compararla con la de participantes jóvenes.	- Reposo con ojos abiertos - Reposo con ojos cerrados - Tareas cognitivas	La estructura multicomponente del ritmo α (componente de alta frecuencia y componente de baja frecuencia) se pierde con el envejecimiento; ambos, componentes presentan desaceleración.



Nociones básicas en técnicas de neuroimagen y electroencefalograma

Andreé Savatierra ¹

Resumen

Se aborda una introducción al arsenal de procedimientos y metodologías que, derivados de las aportaciones de diversas disciplinas, ofrecen herramientas cuantiosas para el estudio del sistema nervioso central. Así, de la mano del desarrollo de las nuevas tecnologías se proporciona información cualitativa y cuantitativa de las principales técnicas de neuroimagen (Rayos X, Tomografía axial computarizada, Angiografía, Resonancia magnética, Espectroscopia, Tensor de difusión, Resonancia magnética funcional y Tomografía por emisión de positrones) centradas en establecer las enrevesadas relaciones entre el cerebro y la conducta. Adicionalmente, se exponen elementos de interés respecto a una de las principales técnicas de exploración neurofisiológica, electroencefalograma.

Palabras clave: *Técnicas de neuroimagen, neuroimagen nuclear, exploración neuroanatómica, electroencefalograma.*

Abstract

It addresses an introduction to the arsenal of procedures and methodologies that, derived from various disciplines, offer substantial tools for the study of the central nervous system. Thus, qualitative and quantitative information on the main neuroimaging techniques is provided with the development of new technologies (X-rays, Computed axial tomography, Angiography, Magnetic resonance imaging, Spectroscopy, Diffusion tensioner, Functional MRI and Positron Emission Tomography) focused on establishing the complicated relationships between the brain and the behavior. In addition, practical and of interest are exposed to

one of the main techniques of neurophysiological examination, electroencephalogram.

Key Word: *Neuroimaging techniques, nuclear neuroimaging, neuroanatomical exploration, electroencephalogram.*

ISSUE N°1
JUNIO
2021

Recibido:
01/03/2021

Aceptado:
22/04/2021

(1) MSc. Juan Andreé Salvatierra Baldeón. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Contacto: Av. Arequipa n° 4670, Miraflores, Lima, Perú (15074). 4andree4@gmail.com

Nociones básicas en técnicas de neuroimagen y electroencefalograma

INTRODUCCIÓN

Las técnicas de neuroimagen tienen dos características básicas: 1) Valoran un aspecto o característica del cerebro y 2) traducen la información recibida en una imagen gráfica para ser estudiada.

Para efectos prácticos pueden dividirse en dos tipos: estructurales y funcionales (Figura 1). Sin embargo, antes de profundizar en cada una, es necesario considerar la limitación y la contraindicación de las técnicas, esta última entendida como el impedimento para el diagnóstico por medio de imágenes, ya que de hacerlo podría incurrirse en un acto iatrogénico (embarazadas y rayos X).

En ese mismo sentido, se ha de tener en cuenta los valores predictivos de la técnica y los falsos positivos o negativos que puede llegar a representar (Tabla nº 1). Así mismo, debe considerarse el nivel de invasión de la prueba como el alcance económico del paciente.

Técnicas estructurales en imagenología

Rayos X

Designan una radiación electromagnética invisible y son producidos por el choque de electrones, emitidos por un cátodo (polo -) y contra los elementos de un ánodo (polo +). En ese sentido, el principio físico para obtener la imagen es de los electrones acelerados a gran velocidad que chocan con un objeto metálico (Cobalto 60), transformando su energía en 99% calor y 1% energía. Así, en el proceso los rayos X que salen del cuerpo son filtrados por una rejilla que solo permite el paso de aquellos con dirección perpendicular, donde se encuentran las pantallas intensificadoras y las películas. La imagen obtenida se caracteriza por una escala pictográfica entre blanco y negro, las cuales simbolizan el grado de dificultad de penetración de los rayos X. Actualmente, no es muy empleada debido al riesgo mutagénico que puede llegar a desencadenar, así como su alta radiación y la baja resolución espacial que ofrece.

Tomografía axial computarizada

Utiliza los mismos principios que la radiología convencional, pero tiene una particularidad, un tubo de rayos X instalado en un soporte que gira 360°. Así mismo, hay detectores de rayos X en la totalidad del círculo, mientras un computador asigna un valor

numérico a cada celda (voxel) de la matriz obtenida. El nombre axial es porque obtiene cortes transversales de una región u órgano, perpendicular (90°) a su eje constitucional. En cuanto sus principios técnicos estos incluyen:

- (a) Colimación: El haz de rayos X puede cambiarse para obtener distintos cortes de grosor.
- (b) Sistema Helicoidal: Mientras el tubo de rayos X está activado, gira alrededor del paciente
- (c) Kilovoltaje: Escala de voltaje, corta genera menor variedad de grises y larga una mayor variedad. Resulta de utilidad para evaluar malformaciones congénitas, hidrocefalia, traumatismo craneoencefálico (TCE) y detección de tumores y hemorragias. En ese mismo sentido, es utilizado para establecer relaciones entre la localización de lesiones cerebrales de pacientes y sus déficits cognitivos.

Angiografía

Desarrollada por el neurólogo portugués Egas Moniz (nobel de medicina 1949). El propósito de la prueba es valorar la arquitectura de los vasos sanguíneos, no visible mediante una radiología convencional. Consta de una inyección de medio de contraste (sustancia radiopaca) vía intravascular, que bloquea los rayos X, revelándose así la morfología del árbol arterial. Los tipos más comunes de angiografía incluyen:

- (a) Flebografía : Permite estudiar el recorrido de la circulación venosa
- (b) Arteriografía : Permite observar anomalías de los vasos sanguíneos.

En cuanto a la utilidad, su uso es recomendable en lesiones de tipo arterial, identificación de aneurismas e isquemias, como para la evaluación de la vascularización de un tumor antes de una cirugía.

Resonancia magnética nuclear.

Descubierto en 1946 por Bloch y Purcell (nobel medicina 1952), no obstante es hasta 1980 cuando empieza a ser usado en humanos. Es una técnica imagenológica que utiliza potentes imanes y ondas de radio para crear imágenes del cerebro y tejido nervioso circundante. Algunos estudios requieren el uso de tintes especiales como Gadolinio (Gd) administrado en el antebrazo antes del examen, con el fin de tener mayor lucidez en ciertas áreas.

Salvatierra

Las bases de su funcionamiento se fundamentan en las propiedades físicas de los átomos de Hidrógeno (H), debido a su abundancia en los tejidos orgánicos, lo cual resulta ideal para esta técnica. Así, la información en Resonancia Magnética proviene de las propiedades magnéticas naturales de los átomos de H, bajo la existencia de dos movimientos (Figura 2). Estos movimientos desencadenan un campo magnético alrededor de cada núcleo, los cuales son predominantemente positivos, generando así mayor actividad magnética (Figura 3). Es de gran utilidad para evaluar tumores cerebrales, alteraciones hipofisiarias, procesos desmielinizantes y eventos vasculo-cerebrales (E.V.C).

Espectroscopia

Es una técnica derivada de la resonancia magnética convencional, que permite cuantificar la concentración de protones de ciertos compuestos químicos que se encuentran disueltos en el medio acuoso de los tejidos, permitiéndonos obtener datos sobre su participación en los procesos bio-químicos. No se trata propiamente de una imagen anatómica, sino del metabolismo que aporta información de utilidad para el diagnóstico diferencial de distintas enfermedades que afectan el SNC (Figura 4). Así, mediante el análisis de núcleos de Hidrógeno, la propiedad del movimiento giratorio y la inhomogeneidad, la cual depende de la frecuencia de oscilación en referencia con su contexto (ambiente del protón); se genera el registro de señales de metabolitos presentes en el tejido cerebral.

Tensor de difusión

Técnica derivada de la resonancia magnética convencional, permite estudiar la direccionalidad, magnitud de la difusión de agua y visualización in vivo de la estructura de los tejidos del SNC. Es la única técnica que permite estudiar la integridad de las conexiones en sustancia blanca.

Los principios físicos se fundamentan en la difusión, entendida como la medición del movimiento aleatorio microscópico de las moléculas en un medio líquido (paso de moléculas de un lugar de mayor concentración a uno menor). En ese sentido, las imágenes por tensor de difusión permiten cuantificar el grado de anisotropía de los protones de agua en los tejidos. Así, nos permite realizar una reconstrucción 3D de las fibras nerviosas presentes en sustancia blanca, posibilitando el análisis de diferentes áreas funcionales relacionadas, por lo cual es gran utilidad

para el diagnóstico de isquemias (restricción de agua), envejecimiento (disminución de sustancia blanca), entre otras.

Técnicas funcionales en imagenología

Se ocupan de medir estructuras, con las que es posible relacionar zonas del cerebro y aspectos propiamente conductuales/psíquicos

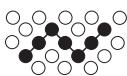
Resonancia magnética funcional

Técnica que permite obtener imágenes de la actividad del cerebro, mientras el sujeto realiza una tarea. Pudiendo así, detectar áreas del encéfalo que a diferencia de la resonancia magnética convencional solo aportan una visión anatómica. Así, cuando una determinada región del cerebro aumenta su nivel de actividad (como otros tejidos del ser humano), consume una mayor cantidad de energía (oxígeno y glucosa). En ese sentido, cuando una región cerebral se activa por encima de su nivel basal, se produce un aumento en el consumo de sangre oxigenada, compensada con un incremento en la perfusión sanguínea y en la oxigenación de dicha región.

En las técnicas funcionales, será necesario la comparación entre imágenes obtenidas en dos momentos: experimental (relacionada con el proceso cognitivo de interés) y reposo (línea base). Dentro los principios, se pueden encontrar: Especificación cortical, vasodilatación cerebro – local, efecto magnético de la desoxihemoglobina y respuesta hemodinámica (Tabla nº 4). El cerebro es un órgano complejo que, en condiciones fisiológicas normales continuamente está reaccionando a impulsos o señales internas y externas.

Así, se sabe que cuando el cerebro se activa o trabaja, ocurren cambios locales en el flujo sanguíneo regional en áreas específicas del cerebro, dependientes del tipo de tareas que se esté realizando. En cualquier caso, estos cambios requieren un mayor consumo de oxígeno.

En ese sentido, la técnica se sustenta en la detección de cambios locales que suceden en la oxigenación y el flujo sanguíneo cerebral, en respuesta a la actividad neuronal. Por lo que es de gran utilidad para realizar mapeos cerebrales, evaluar los efectos de un evento vascular o traumático en el cerebro e incluso guiar la planificación de una cirugía o tratamientos quirúrgicos



Nociones básicas en técnicas de neuroimagen y electroencefalograma

Tomografía por emisión de positrones

Es una técnica de neuroimagen actual, utiliza un medicamento radioactivo que se acumula en áreas del cuerpo con niveles más elevados de actividad química. Para ello, se inyecta el radiomarcador por el brazo, generalmente de 30 a 60 minutos antes para que el cuerpo absorba.

Esta cantidad de material radioactivo inyectado en el torrente sanguíneo, se acumula en el área del cuerpo que está siendo examinada, la cual emite energía en forma de rayos gamma (γ). Esta puede ser detectada por una cámara especial que con la ayuda de un ordenador, permiten crear imágenes sensibles a las emisiones radioactivas.

Por lo general, se utiliza fluorodesoxiglucosa /F-18 (molécula similar a la glucosa). Así, por ejemplo, las células cancerosas son metabólicamente más activas y pueden absorber glucosa a una tasa más alta, misma que puede ser observada por las imágenes ofrecidas por un TEP.

Así mismo, es factible superponer más de una imagen nuclear como las de tomografía axial computarizada o resonancia magnética, para producir vistas especiales. Es tipo de procedimientos son conocidos usualmente como “fusión de imágenes”, que permiten obtener una información más precisa para realizar un diagnóstico.

Dentro de las potencialidades de la técnica, resalta el hecho de poder fusionar las imágenes y realizar un PET/TC. Sin embargo, el radiofármaco puede tardar varias horas para acumularse en al área de interés, asimismo decae rápidamente por lo que es necesario establecer un horario rígido.

Electroencefalograma

Permite registrar la actividad eléctrica del cerebro, mediante un equipo especial (electroencefalógrafo). Es decir, registra la corriente eléctrica de las neuronas (potenciales de acción) y de los circuitos neuronales que hay en este órgano, generados comúnmente por el sistema molecular de bomba sodio-potasio (Figura 5). Así, la actividad eléctrica del cerebro genera mínimas señales eléctricas que pueden ser captadas mediante electrodos, situados en el cuero cabelludo. Estas señales son amplificadas y se pueden representar en una pantalla. Para este objetivo se usan electrodos, generalmente 15 pares, aunque dependerá del propósito (hasta 128 electrodos). En cualquier ca-

so, son repartidos por todo el cuero cabelludo, bajo una denominación internacional

“10-20” (Denominada así porque los electrodos están espaciados entre el 10% y el 20% de la distancia total entre puntos reconocibles en el cráneo). Así, la comparación de las señales entre distintos electrodos permite obtener numerosos trazados distintos, lo que permite la exploración de la actividad cerebral en distintos lugares (Tabla n° 5).

Potenciales relacionados con eventos

Es necesario considerar la actividad normal, descrita como ondas alfa en las regiones posteriores, cuando estamos despiertos, relajados y con los ojos cerrados, misma que desaparece al realizar una tarea. Además evidencia la ausencia de actividad focal, signos de oposición de fase y actividad paroxística. (Figura 6).

Ahora los potenciales relacionados con eventos, son cambios en el voltaje dentro del Electroencefalograma(EEG), asociados a procesos sensoriales, motores o cognitivos, que se miden a partir de los mismos datos del EEG. (Tabla 6-10).

En general el EEG, permite la evaluación de la actividad eléctrica asociada con el procesamiento cognitivo en tiempo real. Además, no es invasiva, es económica, rápida e indolora. Por esta razón es ampliamente usada para la evaluación de casos de traumatismo craneo-encefálico, investigación en demencia, tumores, epilepsia y muerte neuronal



Salvatierra

REFERENCIAS

1. Almagiá, A., & Lizana, P. (2010). Aspectos básicos de neurociencia. Módulo del curso: Neurociencias desde las neuronas al como Aprendemos. Valparaíso: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
2. Aracil, J. (2005). Historia del Enfoque Sistémico. Complejidad y Tecnologías de la Información, 3(17): 1- 17.
3. Arnold, M., & Osorio, F. (1998). Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas. Cinta de Moebi, 3(1): 40–9.
4. Álvarez, É. (2016). Neurochemical bases of depression. A medical model of depressive disorders. Elsevier; 23(1): 9–15.
5. Centre for Educational Research and Innovation (2010), Neurociencia: La exploración del cerebro. Madrid: Wolters Kluwer.
6. Carlson, N. (2014). Comunicación en el interior de la neurona. Fisiología de la conducta. Madrid: Pearson Education.
7. Carter, R. (2010). Impulso Nervioso. El Cerebro Humano. Reino Unido: Dorling Kindersley Ltd.
8. Kandel, E., Schwartz, J., & Jessell, T. (2001). Principios de Neurociencia. McGraw-Hill.
La organización como Sistema Dinámico Complejo (s.f.). De la Teoría General de Sistemas a las Ciencias de la Complejidad [Internet]. Available from:
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/2658/Partel.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
9. Pinel, J. (2007). Conducción neural y transmisión sináptica. Biopsicología. Madrid: Pearson Education.

Nociones básicas en técnicas de neuroimagen y electroencefalograma

Tabla n° 1. Consideraciones estadísticas para la elección de una técnica de neuroimagen

Elección de una técnica de neuroimagen		
Valor predictivo	+	Porcentaje de presentar la patología
	-	Porcentaje de no presentar la patología
Falsos	+	Diagnosticar a un sujeto sano como enfermo
	-	Diagnosticar un sujeto enfermo como sano
Sensibilidad		Porcentaje de pacientes enfermos detectados
Especificidad		Porcentaje de pacientes sanos diferenciados

* (+)positivo. (-)negativo

Tabla n° 2. TAC vs RM

Tomografía axial computarizada	Resonancia magnética
Utiliza rayos X.	No utiliza radiación, se basa en campos magnéticos.
Los estudios son más rápidos.	Los estudios son toman tiempo en ser realizados.
Económicamente es más barata.	Es más costosa.
Permite llevar objetos de metal.	No se permite llevar objetos metálicos.
Presenta menor resolución espacial.	Tiene mayor resolución espacial.
Cuenta con una buena sensibilidad para detectar tumores y hemorragias.	Tiene mejor sensibilidad para detectar cambios sutiles en el cerebro.

Salvatierra

Tabla nº 3. Principales metabolitos (espectroscopia)

Metabolitos	Asociación
<i>N-acetilaspartato</i>	Mayor pico del espectro, es un indicador de la viabilidad neuronal y axonal.
<i>Alalanina</i>	Asociada de manera característica con los meningiomas
<i>Celina</i>	Precursor de la síntesis de acetilcolina, por lo que puede ser tomada como un marcador de procesos proliferativos (tumor cerebral).
<i>Citosol</i>	Indicador de abscesos piógenos, pero no se ha observado en tumores intracraneales.
<i>Creatina</i>	Utilizado como referencia, es el metabolito cerebral más estable.
<i>Mionositol</i>	Marcado específico glial.
<i>Lactato</i>	Relacionado con casos de isquemia, no es detectable en SNC sano.
<i>Lipidos</i>	Marcadores de necrosis y ruptura de la vaina de mielina

Tabla nº 4. Principios de la RMF

Principios de la resonancia magnética funcional

<i>Especificación cortical</i>	Término para expresar que cada función cerebral es ejecutada por una o más áreas definidas
<i>Vasodilatación cerebro – local</i>	El área cerebral que ejecuta una determinada función, sufre dilatación microscópica de sus vasos arteriales y venosos..
<i>Efecto magnético de la desoxihemoglobina</i>	La desoxihemoglobina se comporta como un imán microscópico.
<i>Repuesta hemodinámica</i>	La actividad neuronal en respuesta a estímulos, genera un aumento en exceso de oxihemoglobina y consecuentemente, disminución de desoxihemoglobina venosa.

Nociones básicas en técnicas de neuroimagen y electroencefalograma

Tabla n° 5. Relación neuroanatómica y funcional

Neuroanatomía y funciones	
<i>Corteza frontal</i>	Actos motores
<i>Corteza parietal</i>	Sensaciones
<i>Corteza temporal</i>	Reconocimiento, memoria
<i>Corteza occipital</i>	Visión

Tabla n° 6. Potenciales relacionados con eventos (PRE)

P.R.E		
Origen	Actividad sincronizada entre miles de neuronas en un mismo momento, activado frente a una misma tarea. Pueden incluir aspectos visuales, somato-sensoriales y/o auditivos	
Reflejan	<i>Fisiológico</i>	Potenciales post-sinápticos sincronizados de grupos neuronales.
	<i>Neuropsicológico</i>	Procesamiento neural de la información

Tabla n° 7. Mismatch Negativity – Potencial de Disparo

M.M.N
<ul style="list-style-type: none">Frontocentral 150 -220ms (post estímulo).Representación electrofisiológica de la disparidad auditiva a nivel cortical.Relacionado con la atención, percepción auditiva y discriminación de estímulos.Marcador del deterioro cognitivo.Potencial más importante para estudiar esquizofrenia (decremento en pacientes).

Salvatierra

Tabla n° 8. Potencial N 200

N 200		
Frontocentral 200 -350 ms (post estímulo)		
<i>N2a</i>	<i>Frontocentral-anterior</i>	<i>Frontocentral-posterior</i>
<ul style="list-style-type: none">• No requiere atención consciente del estímulo• Detección de la novedad• Coincidencia de estímulos	<ul style="list-style-type: none">• Requiere atención consciente del estímulo• Supervisión de errores• Inhibición de respuestas	<ul style="list-style-type: none">• Requiere atención consciente del estímulo• Atención visual• Atención que se requiere

Tabla n° 9. Potencial 300

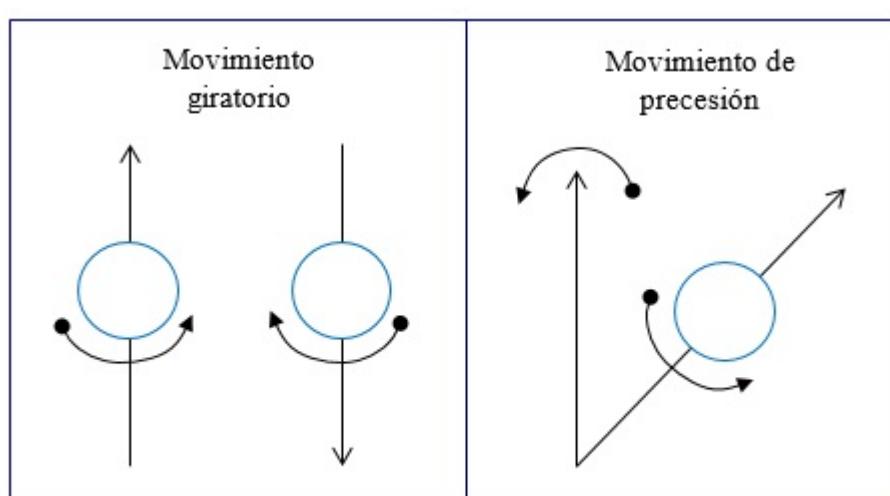
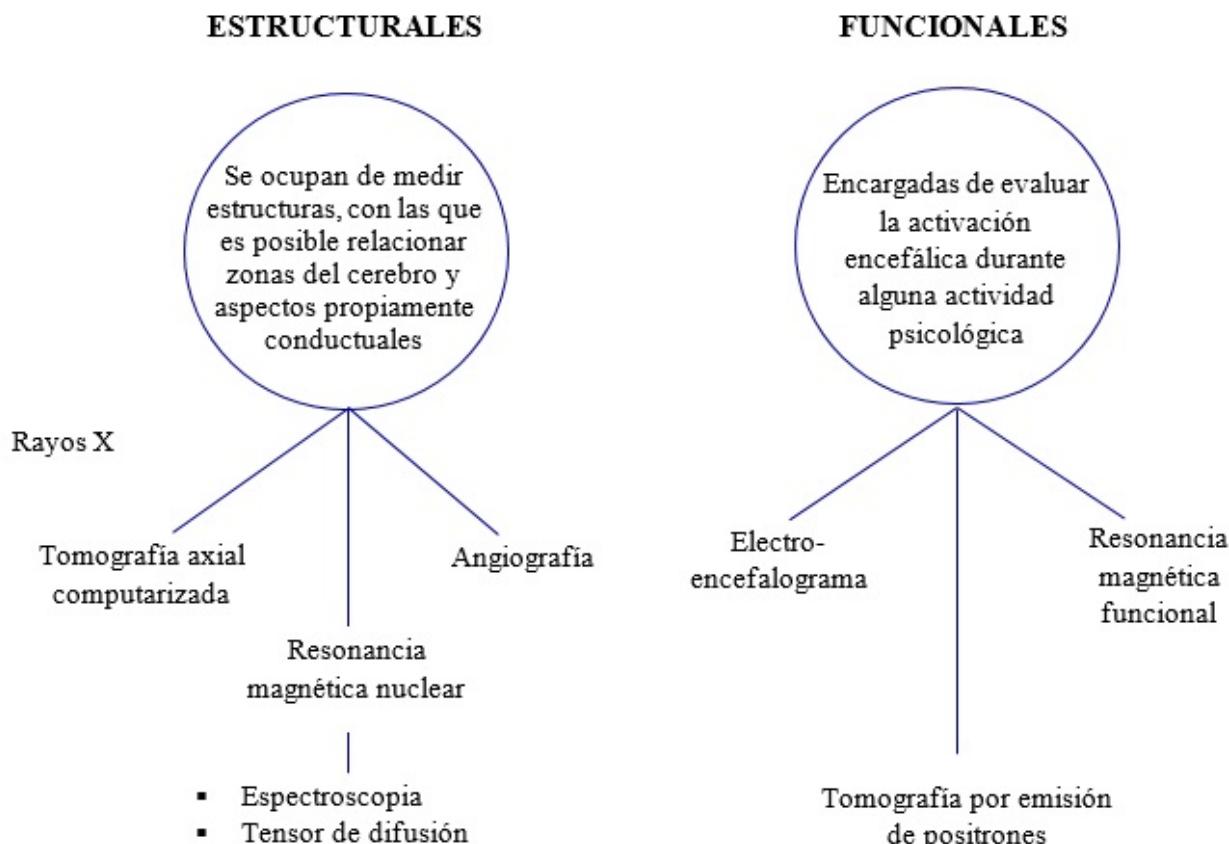
P 300	
Compuesta por ondas secundarias, que responde individualmente a diferentes estímulos	
<i>P3a</i> <i>Frontocentral (250-350ms)</i> <ul style="list-style-type: none">• Respuesta a la orientación y la novedad• Marcado cognitivo de disfunción frontal (esquizofrenia, memoria de trabajo y funciones ejecutivas)	<i>P3b</i> <i>Centroparietal (300-450 ms)</i> <ul style="list-style-type: none">• Actualización de la información y procesamiento de la memoria.• Señal muy robusta, pero sensible a cualquier tipo de lesión o enfermedad inespecífica

Tabla n° 10. Negatividad de Re-orientación

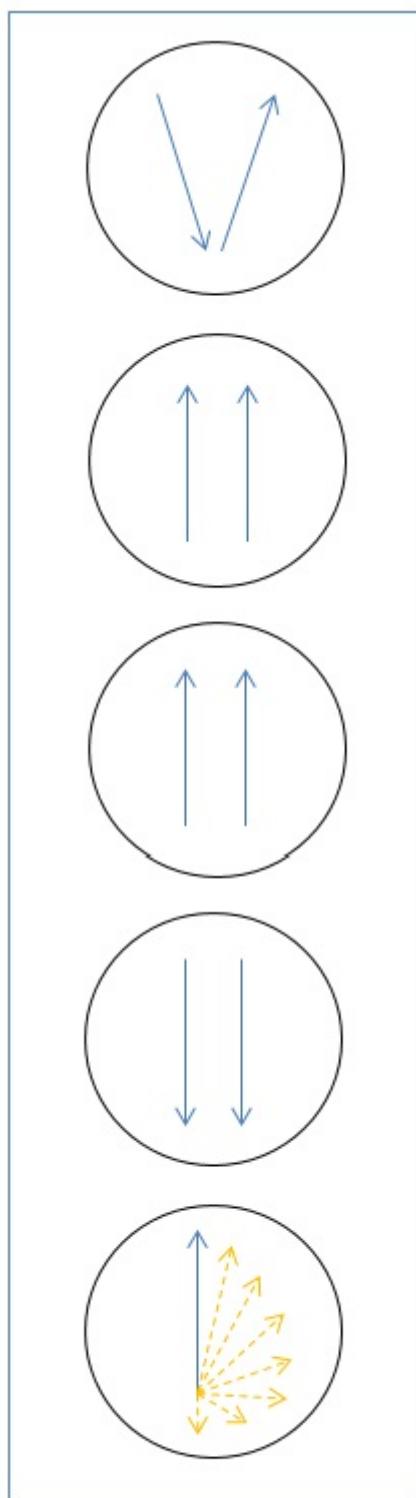
RON
<ul style="list-style-type: none">▪ Fronto central (400-700 ms/ post estímulo)▪ Reorientar los procesos cognitivos a la tarea original▪ Reenfoque de la atención, tras la distracción

Nociones básicas en técnicas de neuroimagen y electroencefalograma

Figuras



Salvatierra



Condición normal

Vectores de los protones de H en direcciones aleatorias

Relajación longitudinal

Al introducir un campo magnético (T) el cuerpo se magnetiza ($\uparrow\uparrow$)

Inyección de energía

42.6Mhz con el fin de girar esta magnetización

Relajación transversal

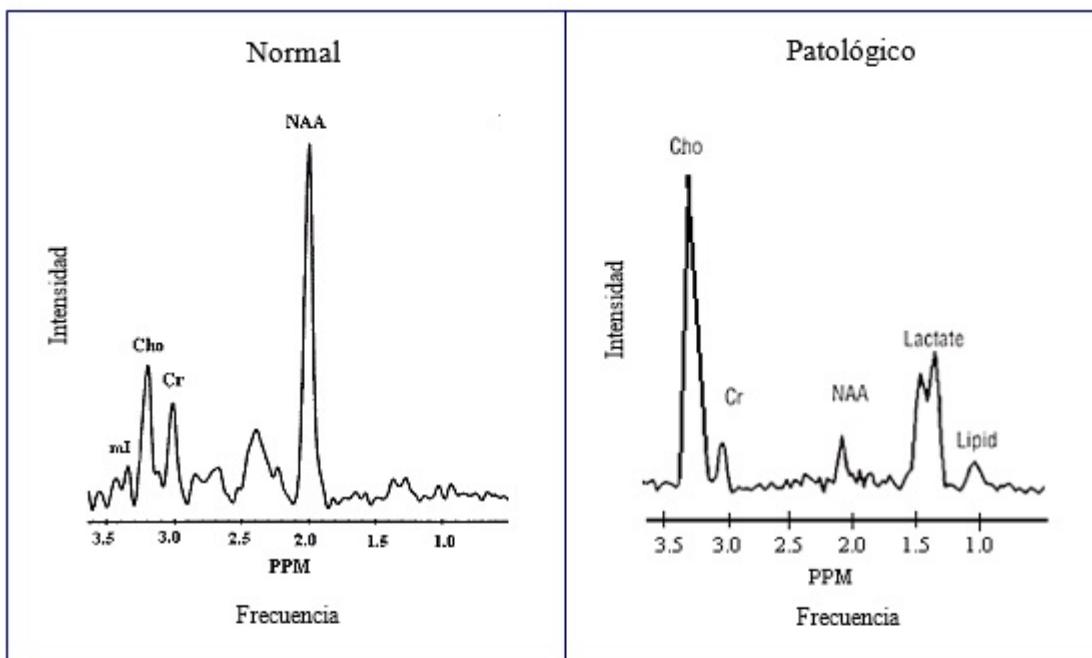
Inversión de los protones de H

Regresión a estado basal

Los vectores de los protones vuelven a su estado original, emitiendo energía. La cual puede ser leída por el equipo, que determina la señal del tejido y construye las imágenes.

Figura 3. Vectores de Hidrógeno y generación de energía

Nociones básicas en técnicas de neuroimagen y electroencefalograma



~ Glioblastoma multiforme

*(PPM) partes por millón, (mI) mioinositol, (Cho) colina, (Cr) creatinina, (NAA) N-acetil aspartato

Figura 4. Caso normal vs patológico con espectroscopia

Fuente: <http://publicacionesmedicina.uc.cl/cuadernos/2002/espectroscopia.html>

Salvatierra

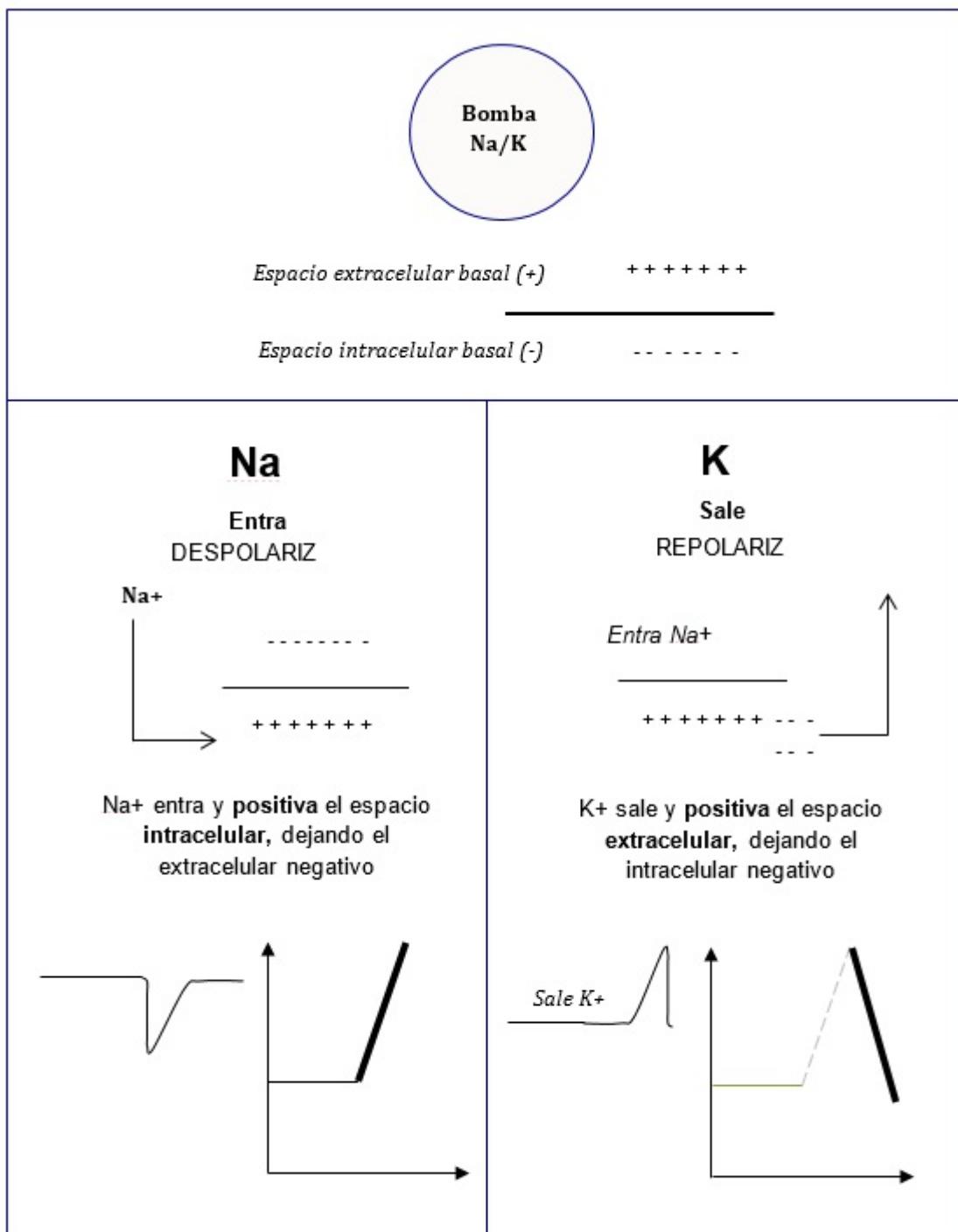


Figura 5. Bomba Na^+/K^+ y potencial de acción

Nociones básicas en técnicas de neuroimagen y electroencefalograma

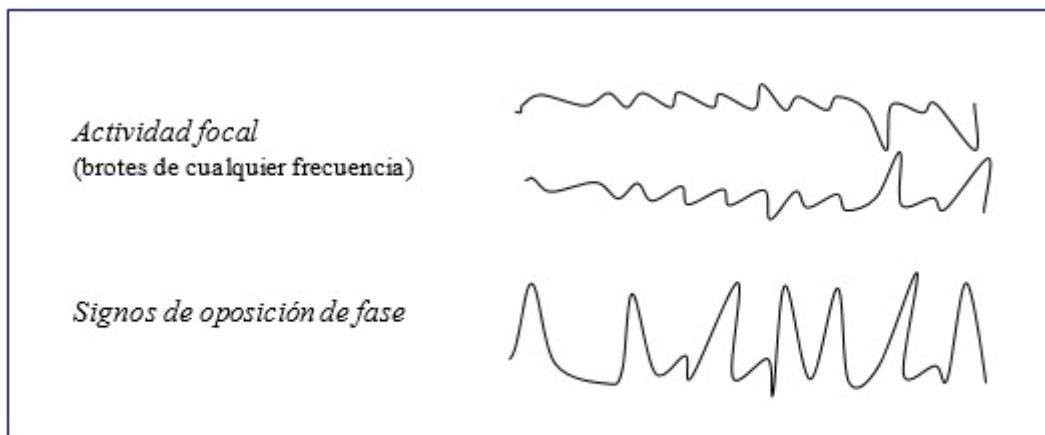
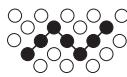


Figura 6. Relación neuroanatómica y funcional



Desarrollo y validación de la Escala Trifactorial de Espiritualidad en personas adultas mayores mexicanas

Ricardo Díaz-Castillo¹, María Montero-López Lena²,
Sergio González-Escobar³, Norma Ivonne González-Arratia López Fuentes⁴

Resumen

La espiritualidad se refiere al sentimiento de armonía, bienestar y paz interna que incluye la relación consigo mismo, con los otros, con la naturaleza o un poder superior, es decir, una dimensión existencial y otra religiosa. El objetivo del estudio fue desarrollar y obtener las propiedades psicométricas de la Escala Trifactorial de Espiritualidad. Participaron 161 personas adultas mayores mexicanas con promedio de edad de 68.25 (DE = 6.90) años, quienes respondieron la escala conformada por 30 ítems. El análisis factorial exploratorio arrojó tres dimensiones, las cuales se probaron con modelos de análisis factorial confirmatorio y se obtuvieron adecuados índices de bondad de ajuste con 14 ítems que tienen adecuada consistencia interna ($\alpha = 0.93$). De esta manera se concluye que la Escala Trifactorial de Espiritualidad, es un instrumento válido y confiable, apto para la medición la espiritualidad y sus dimensiones, lo que permite evaluarlas específicamente y seguir investigando sobre ellas.

Palabras clave: Escala, Espiritualidad, Religiosidad, Personas adultas mayores, Propiedades psicométricas.

Abstract

Spirituality refers to the feeling of harmony, well-being and inner peace that includes the relationship with oneself, with others, with nature or a higher power, that is, an existential and a religious dimension. The objective of the study was to develop and obtain the Psychometric properties of the Trifactorial Scale of Spirituality. A total of 161 Mexican seniors with an average age of 68.25 (SD = 6.90) years participated, who answered the Scale consisting of 30 items. The exploratory factor analysis yielded three dimensions, which were tested with confirmatory factor analy-

ysis models and adequate goodness indices were obtained with 14 items that have adequate internal consistency ($\alpha = 0.93$).

In this way it is concluded that the Trifactorial Scale of Spirituality is a valid and reliable instrument, apt for the measurement of spirituality and its dimensions, which allows evaluating them specifically and continuing investigating them.

Key words:
Scale, Spirituality, Religiosity, Older adults, Psychometric properties.

ISSUE N°1
JUNIO
2021

Recibido:
13/01/2021

Aceptado:
29/03/2021

- (1) Doctor en Ciencias de la Salud. Profesor de Asignatura, Universidad Estatal del Valle de Ecatepec. Avenida Central S/N esq. Leona Vicario, col. Valle de Anáhuac Secc. A, C.P. 55210, Estado de México, México. Tel.: 55-39060221. correo: psi.diaz.castillo@gmail.com
(2) Doctora en Psicología. Profesora de Tiempo Completo, Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México. Avenida Universidad 3004, col. Copilco Universidad, C.P. 04510, Ciudad de México, México. Tel.: 55-54046469. correo: monterol@unam.mx
(3) Doctor en Investigación Psicológica. Profesor de Tiempo Completo, Centro Universitario Atlacomulco, Universidad Autónoma del Estado de México. Carretera Toluca-Atlacomulco km. 60, C.P. 50450, Estado de México, México. Tel.: 72-21812209. correo: sergioglz4@hotmail.com
(4) Doctora en Investigación Psicológica. Profesora de Tiempo Completo, Facultad de Ciencias de la Conducta, Universidad Autónoma del Estado de México. Filiberto Gómez s/n, (Carretera Toluca-Naucalpan km. 1.5), col. Guadalupe, C.P. 50010, Estado de México, México. Tel.: 72-21541750. correo: nigalf@yahoo.com.mx

Desarrollo y validación de la Escala Trifactorial de Espiritualidad en personas adultas mayores mexicanas

INTRODUCCIÓN

Ellison (1983) definió la espiritualidad como un sentido de armonía, consigo mismo, con los otros, con la naturaleza y/o con un poder superior. Moberg (1994) como el conjunto de creencias trascendentales sobre Dios y la relación con él, así como las creencias existenciales consigo mismo y con los demás, estas creencias proporcionan un propósito y satisfacción al individuo. Por su parte, Rolland y Walsh (2006) la identifican como la fe profunda que puede expresarse a través de rituales de afiliación congregacional o que puede practicarse también fuera de las religiones establecidas, a través de una profunda conexión personal, con un ser superior, la naturaleza, el arte o la música. Stoll (1989) conceptualiza la espiritualidad en dos dimensiones, una vertical, con los demás, con sí mismo y con la naturaleza; y una horizontal, en la relación con Dios o un ser superior. Mientras que Dossey y Guzetta (2000) identifican tres dimensiones, Intrapersonal, conexión con uno mismo; Interpersonal, conexión con los otros y la naturaleza; y, Transpersonal conexión con Dios o un poder mayor.

A partir de la revisión de los conceptos de espiritualidad, se sabe que tiene dos dimensiones, una existencial y otra religiosa. La espiritualidad existencial se entiende como el conjunto de sentimientos y pensamientos que conectan al individuo consigo mismo, con la comunidad, la naturaleza o el propósito de vida en la búsqueda de su significado, incluyendo un estado de paz y armonía (Mytko y Knight, 1999). Mientras que la religiosa se refiere a una fuerza unificadora que integra y trasciende las dimensiones físicas, emocionales y sociales; así mismo, capacita y motiva para encontrar propósito y significado a la vida, relacionándola con un ser superior (Arbeláez y Álvarez, 1995). Al respecto, Espeland (1999) señaló que este tipo de espiritualidad está vinculada a la religiosidad, entendida como el conjunto de prácticas y creencias institucionales asociadas a religiones específicas (Richards y Bergin, 2005), como asistir al templo, orar o rezar.

Koenig (2008) menciona que la definición de espiritualidad ha ido cambiando y que ha pasado de describir a la persona profundamente religiosa a una superficialmente religiosa, buscador de bienestar y felicidad. Así mismo, menciona que la espiritualidad debe ser definida y medida en términos tradicionales

(religiosos) o que se debe eliminar de la investigación académica.

En relación con lo anterior, Rodríguez, Fernández, Pérez y Noriega (2011) consideran que la investigación no debe enfocarse solo en lo religioso, como lo sugiere Koenig (2008), y que se puede también estudiar la dimensión existencial, pero con independencia entre los conceptos, de esta manera sería posible continuar avanzando en la investigación científica de los mismos.

La relación y la independencia entre las dimensiones de espiritualidad, generan dificultad para su evaluación, ya que algunas escalas, evalúan una sola dimensión de espiritualidad sin diferencia conceptual entre ellas. Otras, asumen que evaluando una sola dimensión se evalúa todo el constructo, e incluso otras evalúan la religiosidad confundiéndola o asumiéndola como espiritualidad.

Entre las escalas que evalúan una sola dimensión se encuentran el Cuestionario de Espiritualidad (Díaz, Muñoz y De Vargas, 2012) o el Índice de Espiritualidad para Adultos Mayores (Sánchez, González, Robles y Andrade, 2012), estos no distinguen entre las dimensiones existencial o religiosa, como lo sugieren algunos autores (Ellison, 1983; Moberg, 1994; Rolland et al., 2006; Stoll, 1989). También hay instrumentos que sólo evalúan la Religiosidad, como la Escala de Religiosidad (Reyes-Estrada, Rivera-Segarra, Ramos-Pibernus, Rosario-Hernández y Rivera-Medina, 2014); o la Escala Breve de Francis para Religiosidad (Campo-Arias, Oviedo y Cogollo, 2009). Existen otros instrumentos que evalúan dos dimensiones de espiritualidad; existencial y religiosa (Paloutzian y Ellison, 1982), o espiritualidad y religiosidad (Sierra, 2012). En algunas investigaciones se ha reportado la utilización de diferentes escalas para evaluar la espiritualidad religiosa y la religiosidad (Rivera-Ledesma y Montero-López Lena, 2007; Sánchez, Sierra y Zárate, 2014). A saber, no existen instrumentos que evalúen las tres dimensiones; espiritualidad existencial, espiritualidad religiosa y religiosidad, lo cual, permitiría operacionalizar la diferencia y la relación entre ellas.

En cuanto a las características psicométricas, en general, los instrumentos revisados mostraron adecuados índices de confiabilidad y validez, salvo en algunos casos; donde no se reportó la consistencia interna (Sánchez et al., 2014), o pese a tener una ade-

Díaz-Castillo, Montero-Lopez Lena, González-Escobar, González-Arratia López Fuentes

adecuada consistencia interna global, no es así en los factores de la escala (Sierra, 2012).

Respecto a la experiencia espiritual y religiosa, se ha señalado que las personas adultas mayores recurren a Dios para resolver alguna situación existencial o enfrentar situaciones de adversidad, por lo que los beneficios han sido más notorios en ellos (Rivera-Ledesma y Montero-López Lena, 2008). Se sabe que el bienestar espiritual se experimenta más intensamente en la vejez que en otra etapa de la vida (Rivera-Ledesma y Montero-López Lena, 2004), y que éste genera mejores estrategias de afrontamiento ante el estrés producido por la enfermedad y/o por las pérdidas típicas de la vejez (Rodríguez-Fernández, 2011).

Respecto a la espiritualidad religiosa, se ha señalado que genera altos niveles de bienestar debido a una relación íntima con Dios y a una fe que motivaba a adoptar estilos de vida saludables y a tener más aprecio por sí mismo (Zavala, Vázquez y Whetsell, 2006). Sánchez (2004) menciona que la espiritualidad ayuda a aceptar la enfermedad en las personas adultas mayores, sin embargo, agrega que es importante reconocer que en la espiritualidad lo que realmente reconforta a los pacientes no es la fe religiosa, sino alcanzar un estado de armonía y paz interior, independientemente del camino que hayan elegido para obtenerla.

En relación con lo anterior, Rivera-Ledesma y colaboradores (2004; 2005) señalaron que las creencias y prácticas religiosas y espirituales, no están asociadas al ajuste psicológico en personas adultas mayores y que a pesar de que la vida religiosa es importante para ellos, no se benefician de ella. Posteriormente, los autores (Rivera-Ledesma y Montero-López Lena, 2014) reportaron un papel marginal de la vida espiritual en el desajuste psicológico, cuando la espiritualidad es medida a través del establecimiento de una relación satisfactoria con Dios (Espiritualidad Religiosa), mientras que cuando la espiritualidad es medida a través de la satisfacción existencial (Espiritualidad Existencial) se encontraron fuertes asociaciones inversas entre las variables. En este orden de ideas, otro estudio (Del Castillo et al., S/F), también señaló que los beneficios se obtienen por la espiritualidad existencial, no así por la religiosa, al reportar que las personas adultas mayores que presentan niveles altos de bienestar espiritual tienen bajos niveles de depresión. Respecto a los estudios mencionados, se observan las

diferencias entre las dimensiones de espiritualidad, aunque queda por conocer la participación específica de la religiosidad, ya que, aunque están relacionadas no representa la misma dimensión. Por ello la necesidad de contar con un instrumento que permita evaluar la espiritualidad existencial, la espiritualidad religiosa y la religiosidad, de tal manera que se puedan operacionalizar estas dimensiones del constructo espiritualidad y así continuar con la investigación de las mismas. Así, el objetivo del presente estudio fue desarrollar y obtener las propiedades psicométricas, validez y confiabilidad, de la Escala Trifactorial de Espiritualidad en personas adultas mayores.

Método

Se realizó una investigación de campo, observacional-descriptiva de corte transversal (Ato, López y Benavente, 2013, Kerlinger y Lee, 2002; Sampieri, Fernández y Baptista, 2014). La investigación fue aprobada por el Comité de Investigación y Ética del Centro de Investigación en Ciencias Médicas de la Universidad Autónoma del Estado de México.

Participantes

Se realizó un muestreo no probabilístico de tipo intencional a conveniencia y participaron 161 personas adultas mayores mexicanas, residentes del municipio de Ecatepec en el Estado de México. Fueron 94 mujeres y 67 hombres, con edades entre los 60 y 85 años ($M = 68.25$, $DE = 6.90$). Respecto a los datos sociodemográficos, la mayoría de los participantes reportaron que su estado civil es casado ($n = 79$; 49.1%), seguidos de viudo ($n = 47$; 29.2%), soltero ($n = 20$; 12.4%) y divorciado ($n = 15$; 9.3%). La mayoría tenían sólo estudios básicos de primaria ($n = 55$; 34.2%) y secundaria ($n = 45$; 28.6%), al menos dos de cada diez no tenían estudios, aunque sabían leer y escribir ($n = 34$; 21.1%), 16 (9.9%) tenían estudios del nivel medio superior, y 10 (6.2%) tenían estudios universitarios. La mayoría declaró ser católico ($n = 130$; 80.7%), seguidos de personas cristianas ($n = 21$; 13.0%), seis personas que declararon no practicar ninguna religión (3.7%), dos personas testigos de Jehová (1.2%), y dos personas de

Desarrollo y validación de la Escala Trifactorial de Espiritualidad en personas adultas mayores mexicanas

otra religión (1.2%). Finalmente, la mayoría aun trabaja ($n = 77$; 47.8%), uno de cada cuatro está jubilado con pensión ($n = 44$; 27.3%), 25 (15.5%) mujeres son amas de casa, y 15 (9.3%) personas que han dejado de trabajar, pero no obtienen una pensión por el trabajo realizado.

Instrumentos

A partir de la revisión de los antecedentes teórico-prácticos, se desarrolló la Escala Trifactorial de Espiritualidad, la cual en un inicio estuvo conformada por 30 ítems distribuidos en tres dimensiones; 1) Espiritualidad Existencial (Mytko et al., 1999), 2) Espiritualidad Religiosa (Arbeláez et al., 1995) y 3) Religiosidad (Richards et al., 2005). Es una escala tipo Likert con cinco opciones de respuesta que se presenta en dos formas distintas, en el caso de las dimensiones Espiritualidad Existencial y Espiritualidad Religiosa, por hacer referencia a los pensamientos y sentimientos, la escala va de:

1) Totalmente en desacuerdo a 5) Totalmente de acuerdo, mientras que, en la dimensión de Religiosidad, por tratarse de conductas la escala es de 1) Nunca a 5) Siempre.

Es importante señalar que, para su calificación, se puede considerar una puntuación total de la escala, que indicaría mayor espiritualidad en general, sin embargo, debido a que las dimensiones están relacionadas, pero son excluyentes entre sí, la evaluación recomendada es por dimensiones, donde una mayor puntuación indica mayor presencia de la cualidad. De esta manera, la dimensión Espiritualidad Existencial, evalúa el conjunto de sentimientos, pensamientos y comportamientos que vinculan al individuo consigo mismo, con la comunidad y la naturaleza, con el propósito de contribuir a la trascendencia constructiva y armónica. Por su parte, la dimensión Espiritualidad Religiosa, evalúa el conjunto de sentimientos y pensamientos, sobre un ser superior que orienta y modela para encontrar propósito y significado a la vida. Y, la Religiosidad, evalúa el conjunto de conductas producto de las creencias espirituales asociadas a religiones específicas.

Además, se aplicó la Sub-escala de Afrontamiento Religioso ante la Soledad del Inventario Multifacético

de Soledad (Montero-López Lena, 1998), que está integrada por seis ítems con cinco opciones de respuesta con valores de 1) Nunca a 5) Siempre. Cuenta con adecuada consistencia interna ($\alpha = .90$) y validez convergente ($r = .82$). Además, ha sido probada con personas adultas mayores mexicanas (Rivera-Ledesma y Montero-López Lena, 2003) en quienes mostró un α de 0.87, en el presente estudio, se obtuvo un α de 0.94.

Procedimiento

El estudio se depredió de un proyecto de investigación, el cual fue sometido a revisión por el Comité de Investigación y Ética del Centro de Investigación en Ciencias Médicas de la Universidad Autónoma del Estado de México y aprobado para su elaboración.

La construcción de la Escala Trifactorial de Espiritualidad, se basó en la revisión teórica de los conceptos y modelos de espiritualidad, así como en el análisis cualitativo de los diferentes instrumentos que evalúan las dimensiones. Con la intención de tener una escala válida, las escalas revisadas estaban redactadas en castellano, con lo cual se evitaron problemas de traducción que afectarán la validez. Posteriormente, se establecieron las dimensiones que incluiría la escala y se redactaron los ítems por dimensión. Hecho lo anterior, a través de una matriz de contenido, se analizó el lenguaje, la redacción, la claridad y la precisión de cada ítem. A continuación, se realizó la evaluación por jueceo con expertos en construcción de instrumentos y en el tema de espiritualidad, y se atendieron las observaciones realizadas. La primera versión de la escala fue piloteada con 30 personas adultas mayores con la intención de identificar problemas en la comprensión de las instrucciones, de los ítems y de la forma de responder.

Ya con la versión final de la escala, un grupo de 15 estudiantes de séptimo semestre de la Licenciatura en Gerontología de la Universidad Estatal del Valle de Ecatepec, fueron capacitados para su aplicación. La recolección de datos se llevó a cabo en el Municipio de Ecatepec, para ello, los estudiantes contaban con una carpeta de apoyo y 20 baterías de instrumentos conformados por la carta de consentimiento informado , el cuestionario ha doc de datos sociode-

Díaz-Castillo, Montero-Lopez Lena, González-Escobar, González-Arratia López Fuentes

sociodemográficos, la Escala Trifactorial de Espiritualidad y la Sub-escala de Afrontamiento Religioso ante la Soledad. Las personas fueron invitadas a formar parte de la investigación, aquellas que accedieron a participar de forma voluntaria firmaron la carta de consentimiento informado, la cual se les leyó en voz alta. En ella, se les informó sobre sus derechos, como la confidencialidad de la información, posteriormente respondieron la batería de instrumentos a manera de entrevista cara a cara. Después de la aplicación de los instrumentos se realizó una base de datos en el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS, versión 20).

Análisis de datos

Primeramente, se realizaron análisis descriptivos de las características sociodemográficas de los participantes, específicamente distribución de frecuencias y de medidas de tendencia central y de dispersión.

En seguida, se llevaron a cabo diversos análisis para comprobar la pertinencia de los datos para el análisis factorial (Pérez y Medrano, 2010), de esta manera, se procedió con el análisis de discriminación de ítems por tres métodos: distribución de frecuencias, sesgo y curtosis, y diferencias entre grupos extremos. Después, se calculó la consistencia interna por Alfa de Cronbach (Reyes-Lagunes y García, 2008). A continuación, se realizó el Análisis Factorial Exploratorio (AFE), con rotación ortogonal tipo Varimax y extracción de Máxima Verosimilitud considerando pesos factoriales superior a .40 y autovalores superior a uno (Hair Anderson, Tatham y Black, 2004; Ledesma, Ferrando y Tosi, 2019). Además, se consideró, la medida de adecuación muestral (KMO) superior a .80 y la prueba de esfericidad de Bartlett significativa (Kaiser, 1961; 1974; Ledesma et. al., 2019).

Posterior al AFE, se probaron modelos de Análisis Factorial Confirmatorio (AFC) considerando los siguientes índices de bondad de ajuste del modelo (Bentler, 1990; Bollen, 1989; Brooke, Russell y Price, 1988; Browner y Crudeck, 1993; Hayduck, 1987; Joreskog y Sorbom, 1982): los índices absolutos; χ^2 dividida entre grados de libertad ($CMIN/DF \leq 2$), índice de bondad de ajuste (GFI $\geq .90$), índice de bondad de ajuste corregido (AGFI $\geq .85$) y la raíz del residuo cuadrático promedio (RMSEA $\leq .05$). Los índices incrementales; índice de ajuste comparativo (CFI $\geq .90$); índice de ajuste normalizado (NFI $\geq .90$). Y los índices de ajuste de

parsimonia; índice de ajuste comparativo de parsimonia (PCFI $\geq .05$), el índice de bondad de ajuste de parsimonia (PGFI $\geq .05$) y el índice de ajuste normado de parsimonia (PNFI $\geq .05$).

Una vez confirmada la estructura final de la escala se calculó la consistencia interna por Alfa de Cronbach tanto para la escala definitiva como para cada uno de sus factores. Posteriormente, utilizando la prueba r de Pearson, se analizó la relación interna entre factores y con el total de la Escala Trifactorial de Espiritualidad. Finalmente, con la misma prueba, se analizó la relación con la Sub-escala de Afrontamiento Religioso ante la Soledad.

Resultados

Discriminación de ítems

Con el objetivo de identificar la distribución de las respuestas de los participantes, se realizaron dos pruebas; la distribución de las opciones de respuesta señaló que dos ítems contenían más del 50% de las respuestas en una sola de las opciones posibles. La prueba de sesgo y curtosis indicó que, aunque las respuestas muestran un sesgo positivo, este no es lo suficientemente amplio (≥ 2) como para no considerar una distribución normal (Reyes-Lagunes et al., 2008). Se realizó un análisis de discriminación, para ello se obtuvo una puntuación total de la escala, se formaron cuartiles y se comparó la puntuación de cada ítem entre los cuartiles extremos, todos discriminan (Tabla 1).

Tras el análisis de discriminación, se analizó la consistencia interna por Alfa de Cronbach, obteniendo las puntuaciones de la correlación ítem-total, así como el valor de Alfa si algún ítem (elemento) fuera eliminado. El análisis exhibió que todos tienen una correlación con el total de la escala de al menos 0.40, lo que indica la importancia que tiene el ítem para la evaluación del constructo. Así mismo, que la consistencia interna de la Escala Trifactorial de Espiritualidad con 30 ítems tiene un valor Alfa de 0.96 y que la eliminación de cualquier de ellos la reduciría, confirmando la importancia de cada ítem (Tabla 1). Considerando los análisis mencionados, se incluyeron los 30 ítems en el AFE.

Desarrollo y validación de la Escala Trifactorial de Espiritualidad en personas adultas mayores mexicanas

Análisis factorial exploratorio

En el AFE se obtuvo, que la prueba KMO obtuvo un valor de .937, y la prueba de esfericidad de Bartlett de 4156.84 ($p < 0.001$), esto indica que la muestra fue suficiente para realizar el análisis. Además, con el análisis de Máxima Verosimilitud se obtuvo una estructura de tres factores que agruparon a 27 ítems con cargas superiores a .40 y autovalores superiores a uno, que explican el 59.21% de varianza, fueron eliminados tres ítems por presentar carga menor a .40. En la Tabla 2, se puede observar la estructura y las cargas factoriales de la escala, en donde se mantuvieron los 3 factores propuestos teóricamente.

Análisis factorial confirmatorio

Se probó un primer modelo diseñado a partir de la selección de 18 ítems que presentaron cargas factoriales mayores a .65 en el AFE. En los índices absolutos de bondad de ajuste, se encontró discrepancia entre el modelo hipotetizado y los datos ($X^2 = 294.30$; $p < .01$), además, un cociente X^2/gl hipotetizado de 2.23, mayor al criterio de 2, un GFI de 0.85, menor al criterio de 0.90, igual que el AGFI de 0.80 menor al criterio de 0.85, y el RMSEA de 0.09 menor a .05. Todo lo anterior indica un ajuste moderado. Respecto a los índices incrementales, el CFI y el NFI del modelo hipotetizado fueron de 0.93 y 0.88, respectivamente, que se encuentran cerca del criterio 0.90, estos resultados también indicaron un ajuste moderado. Mientras que los índices de ajuste de parsimonia, indicaron un buen ajuste del modelo. El PCFI, el PGFI y PNFI del modelo hipotetizado fueron de 0.80, 0.65 y 0.76, respectivamente, mayores al criterio de 0.5.

Con ajustes moderados en los índices absolutos, incrementales y de ajuste de parsimonia, el modelo hipotetizado de tres factores no fue satisfactorio de acuerdo con los criterios (Tabla 3). Por lo anterior, se procedió con una re-especificación del mismo con base en los índices de modificación que sugeridos por el Software, después de probar modelos realizando las conexiones y las eliminaciones indicadas, se obtuvo un modelo re-especificado con adecuados índices de bondad de ajuste, que confirmó la estructura de tres factores, sin embargo, sólo se agruparon 14 ítems.

Los resultados del modelo re-especificado indicaron un buen ajuste. En los índices absolutos, también se

discrepancia entre el modelo hipotetizado y los datos ($X^2 = 95.20$; $p < .03$), sin embargo, el cociente X^2/gl del modelo fue de 1.34, menor al criterio de 2. El GFI fue de 0.93, mayor al criterio de 0.90. El AGFI fue de 0.89, mayor al criterio de 0.85. El RMSEA fue de 0.05 indicativo de un buen ajuste.

Los índices incrementales, también indicaron un buen ajuste del modelo con los datos. El CFI y el NFI del modelo re-especificado fueron 0.99 y 0.95 mayores al criterio de 0.90. Finalmente, los índices de ajuste de parsimonia, también indicaron un buen ajuste del modelo re-especificado con los datos. El PCFI, PGFI y el PNFI del modelo fueron de 0.77, 0.63 y 0.74 respectivamente, mayores al criterio de 0.50. Con un buen ajuste en los índices absolutos, incrementales y de ajuste de parsimonia, se confirma que la bondad de ajuste del modelo re-especificado de 14 ítems distribuidos en tres factores es adecuada (Tabla 3). El factor Espiritualidad Religiosa agrupó seis ítems, mientras que los factores Espiritualidad Existencial y Religiosidad cuatro cada uno (Figura 1).

Consistencia interna

Una vez confirmada la estructura de tres factores, se analizó la consistencia interna por Alfa de Cronbach tanto de la escala total como de cada uno de los factores. Los resultados señalan que, pese a que la escala global perdió 16 ítems, de la versión original a la confirmada, la consistencia interna con 14 ítems, sólo disminuyó tres décimas, de 0.96 a 0.93. Respecto a los factores de la escala, se observó mayor consistencia en el factor Espiritualidad Religiosa ($\alpha = 0.95$), seguida de Espiritualidad Existencial ($\alpha = 0.88$), y Religiosidad ($\alpha = 0.86$), en todos los casos se considera que la consistencia interna de los factores es adecuada.

Validez interna y convergente

Para probar la validez de la escala, se analizó la relación entre su puntuación total y la de cada uno de los factores, así como la relación entre los mismos factores. Posteriormente, se analizó la relación tanto de la escala total como de sus factores, con la Sub-escala de Afrontamiento Religioso ante la Soledad del Inventario Multifacético de Soledad (Montero-López Lena, 1998), y se observó que la sub-escala se asoció positivamente con la Escala Trifactorial de Espiritualidad y sus factores, lo que significa que la medición de espiritualidad converge positivamente

Díaz-Castillo, Montero-Lopez Lena, González-Escobar, González-Arratia López Fuentes

con la variable criterio afrontamiento religioso, lo que evidencia la validez de la escala (Tabla 4).

Análisis descriptivos

Se realizó un análisis descriptivo de las puntuaciones obtenidas por los participantes. Se observó que, en promedio, obtuvieron una puntuación total de la Escala de 3.74 (DE = 0.78). Específicamente por factores se obtuvieron puntuaciones mayores en el factor Espiritualidad Religiosa ($M = 3.99$; DE = 0.90); seguido de Espiritualidad Existencial ($M = 3.82$; DE = 0.83), Afrontamiento Religioso ante la Soledad ($M = 3.53$; DE = 1.14) y Religiosidad ($M = 3.29$; DE = 1.08). Como se puede observar, las puntuaciones muestran que, en general, todos tuvieron puntuaciones altas en espiritualidad y religiosidad.

Discusión

El presente estudio tuvo como objetivo desarrollar y obtener las propiedades psicométricas de la Escala Trifactorial de Espiritualidad en personas adultas mayores. En este sentido, la escala mostró tener cualidades psicométricas adecuadas, además de ser válida para su uso con personas adultas mayores mexicanas.

Es importante mencionar que además de propiciar la validez de la Escala Trifactorial de Espiritualidad, a través de la revisión teórica, el piloteo, el jueceo y los análisis factoriales, también se obtuvo la validez convergente con la Sub-escala de Afrontamiento Religioso ante la Soledad (Montero-López Lena, 1998), se encontraron adecuados índices de validez señalando que la espiritualidad y sus dimensiones están directamente relacionadas con afrontamiento religioso ante la soledad. Además, la autora reportó una Alfa de Cronbach de 0.90, y en el presente estudio fue de 0.94, lo cual sugiere la consistencia en las mediciones.

En comparación con otras escalas que evalúan el constructo, la Escala Trifactorial de Espiritualidad, permite, con un número reducido de ítems (14), evaluar tres dimensiones que están relacionados pero que son excluyentes entre sí. Esto puede aportar a nuevas investigaciones que además de evaluar sólo las dos dimensiones de espiritualidad, como se ha realizado (Del Castillo et al., S/F; Rivera-Ledesma et

al., 2004; 2005), se evalúe la religiosidad.

También, permite un panorama más amplio de evaluación, a diferencia de aquellas escalas que sólo evalúan una dimensión (Campo-Arias et al., 2009; Díaz et al., 2012; Reyes-Estrada et al., 2014; Sierra, 2012), e incluso las que evalúan dos (Paloutzian et al., 1982; Sánchez et al., 2012).

Considerando la sugerencia de Rodríguez y colaboradores (2011) sobre mantener independencia entre las dimensiones espiritualidad existencial, espiritualidad religiosa y religiosidad, la escala que se presenta en este estudio, permite continuar avanzando en su investigación científica. Es de destacar que la escala permitiría identificar y diferenciar, la Espiritualidad Existencial, de la Espiritualidad Religiosa y de la Religiosidad.

Por todo lo anterior, se puede concluir que la Escala Trifactorial de Espiritualidad, es un instrumento adecuado para la evaluación del constructo espiritualidad y sus dimensiones, con lo que se pueden realizar análisis más específicos de los mismos, y que permite seguir avanzando en su investigación, en este caso con las personas adultas mayores, aunque se recomienda probar la escala en otros grupos etarios.

Desarrollo y validación de la Escala Trifactorial de Espiritualidad en personas adultas mayores mexicanas

REFERENCIAS

1. Arbeláez, C. y Álvarez, T. (1995). La espiritualidad como fuente de alivio en la fase terminal. *Iatreia*, 8 (2), 79-84.
2. Bentler, P.M. (1990). Comparative fit indexes in structural models. *Psychological Bulletin*, 107, 238-246.
3. Bollen, K.A. (1989). Structural equations with latent variables. New York: John Wiley y Sons.
4. Brooke, P.P., Russell, D.W. y Price, J.L. (1988). Discriminant validation of measures of job satisfaction, job involvement, and organizational commitment. *Journal of Applied Psychology*, 73, 139-145.
5. Browner, M.W. y Crudeck, R. (1993). Alternative ways of assessing model fit. En K.A. Bollen, y J.S. Long (Eds). Newbury Park, Ca: Sage.
6. Campo-Arias, A., Oviedo, H. C. y Cogollo, Z. (2009). Internal Consistency of a Five-Item Form of the Francis Scale of Attitude toward Christianity among Adolescent Students. *The Journal of Social Psychology*, 149(2), 258-262. doi: 10.3200/SOCP.149.2.258-262
7. Del Castillo, A., Mendoza, A., Ortiz, A. y Solano, G. (S/F). Depresión y bienestar espiritual en adultos mayores de Pachuca, Hgo. *Revista Científica Electrónica de Psicología*, ICSa-UAEH, 15, 43-66.
8. Díaz, L., Muñoz, A. y de Vargas, D. (2012). Confiability y validez del cuestionario de espiritualidad de Parsian y Dunning en versión española. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 20(3), [8 pantallas].
9. Dossey, B.M. y Guzetta, C.E. (2000). Holistic nursing practice. En: B.M. Dossey, L. Keegan, C.E. Guzetta, (Eds). *Holistic Nursing: A Handbook for Practice*, Chapter 1, 3rd ed. Rockville: Aspen MD.
10. Ellison, C. (1983). Spiritual well-being: Conceptualization and measurement. *Journal of Psychology and Theology*, 11, 330-340.
11. Espeland, K. (1999). Achieving spiritual wellness: using reflective questions. *Journal of Psychosocial Nursing*, 37(7), 36-40.
12. Hair, J., Anderson, R., Tatham, R. y Black, W. (2004). Análisis Multivariante. México: Prentice-Hall.
13. Hayduck, L.A. (1987). Structural equation modeling with LISREL: Essentials and advances. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
14. Joreskog, K.G. y Sorbom, D. (1982). Recent developments in structural equation modeling. *Journal of Marketing Research*, 19, 404-417.
15. Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39, 31-36.
16. Kaiser, H.F. (1961). A note on Guttman's lower bound for the number of common factors. *Multivariate Behavioral Research*, 1, 249-276.
17. Kerlinger, F. y Lee, H. (2002). *Investigación del comportamiento*. México: McGraw Hill/ Interamericana.
18. Koenig, H. (2008). Concerns about measuring "Spirituality" in research. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 196(5), 349-355.
19. Ledesma, R.D., Ferrando, P. y Tosi, J.D. (2019). Uso del análisis factorial exploratorio en RIDEP. Recomendaciones para autores y revisores. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación e Avaliação Psicológica*, 52(3), 173-180. <https://doi.org/10.21865/RIDEP52.3.13>
20. Moberg, D. (1984). Subjective measures of spiritual well-being. *Review of Religious Research*, 25, 351-364.
21. Montero-López Lena, M. (1998). *Inventario multifacético de soledad*. Tesis Doctoral, Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
22. Mytko, J. y Knight, S. (1999). Body, mind and spirit: towards the integration of religiosity and spirituality in cancer quality of life research. *Psychooncology*, 8(5), 439-450.
23. Paloutzian, R. y Ellison, C. (1982). Loneliness, spiritual wellbeing and the quality of life. En: L. Peplau y D. Perlman (Eds.). *Loneliness. A Sourcebook of Current Theory, Research and Therapy*. 224-237. Nueva York: John Wiley and Sons.
24. Pérez, E., y Medrano, L.A. (2010). Análisis factorial exploratorio: Bases conceptuales y metodológicas. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento (RACC)*, 2, 58-66.
25. Reyes Lagunes, I.L. y García y Barragán, L.F. (2008). Procedimiento de validación psicométrica culturalmente relevante: un ejemplo. En S. Rivera Aragón, R. Díaz-Loving, R. Sánchez Aragón, y I. Reyes Lagunes (Eds.), *La Psicología Social en México*, Vol. XII (pp. 625-631). México: AMEPSO.
26. Reyes-Estrada, M., Rivera-Segarra, E., Ramos-Pibernus, A., Rosario-Hernández, E. y Rivera-Medina, C. (2914). Desarrollo y validación de una escala para medir religiosidad en una muestra de adultos en Puerto Rico. *Revista Puertorriqueña De Psicología*, 25(2), 226-242.
27. Richards, P. y Bergin, A. (2005). *A spiritual strategy for counseling and psychotherapy*. Washington, DC: American Psychological Association.
28. Rivera-Ledesma, A. y Montero-López Lena, M. (2003). Soledad y Espiritualidad en la Tercera Edad. *XXIX Congreso Interamericano de Psicología*, Lima, Perú.

Díaz-Castillo, Montero-Lopez Lena, González-Escobar, González-Arratia López Fuentes

24. Rivera-Ledesma, A. y Montero-López Lena, M. (2004). Espiritualidad, religiosidad y vejez en México. Ponencia presentada en el 1er Congreso Institucional de investigación, innovación y desarrollo de la educación media superior y superior (pp 1-7). México: Universidad del Valle de México. Disponible en http://www.tlalpan.uvmnet.edu/oiid/download/Espiritualidad,%20religiosidad%20vejez_04_PO_PSIC_PICS_D.pdf
25. Rivera-Ledesma, A. y Montero-López Lena, M. (2005). Espiritualidad y religiosidad en adultos mayores mexicanos. *Salud Mental*, 28(6), 51-58.
26. Rivera-Ledesma, A. y Montero-López Lena, M. (2007). Medidas de afrontamiento religioso y espiritualidad en adultos mayores mexicanos. *Salud Mental*, 30(1), 39-47.
27. Rivera-Ledesma, A. y Montero-López Lena, M. (2008). Estructura de pérdidas en la adultez mayor: una propuesta de medida. *Salud Mental*, 31(6), 461-468.
28. Rivera-Ledesma, A. y Montero-López Lena, M. (2014). Ajuste psicológico y vida religiosa en adultos mayores. *Universitas Psychologica*, 13(3), 15-26.
29. Rodríguez, M., Fernández, M.L., Pérez, M.L. y Noriega, R. (2011). Espiritualidad variable asociada a la resiliencia. *Cuadernos Hispanoamericanos de Psicología*, 11(2), 24-49.
30. Rodríguez-Fernández, M. I. (2011). ¿Es la espiritualidad una fuente de salud mental o de psicopatología? *Revista Interpsiquis*, 15(1); 1-29.
31. Rolland, J. y Walsh, F. (2006). Facilitating family resilience with childhood illness and disability. *Current Opinion in Pediatrics*, 18, 527-538.
32. Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta. ed.). D.F., México: McGraw Hill.
33. Sánchez, B. (2004). Dimensión espiritual del cuidado de enfermería en situaciones de cronicidad y muerte. *Aquichán*, 4(4), 6-9.
34. Sánchez, M., González, C., Robles, R. y Andrade, P. (2012). Desarrollo y evaluación psicométrica de un índice de espiritualidad para adultos mayores en México. *Psicología Iberoamericana*, 20(2), 41-48.
35. Sánchez, R., Sierra, F. y Zárate, K. (2014). ¿Son la religiosidad y la espiritualidad dimensiones diferentes? *Revista Colombiana de Cancerología*, 18(2), 62-68.
36. Sierra, F. (2012). *Validación para la utilización en Colombia de la escala FACIT-Sp para evaluación de bienestar espiritual en pacientes con cáncer*. Tesis de Magíster en Epidemiología Clínica. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Medicina, Instituto de Investigaciones Clínicas Bogotá, Colombia.
37. Stoll, R.I. (1989). The essence of spirituality. En: Carson VB. *Spiritual Dimensions of Nursing Practice*, p. 14-23. Philadelphia: WB Saunders.
38. Zavala, M., Vázquez, M., y Whetsell, M. (2006). Bienestar espiritual en pacientes diabéticos. *Aquichán*, 6(1), 11-21.

Desarrollo y validación de la Escala Trifactorial de Espiritualidad en personas adultas mayores mexicanas

Items	Media	DE	Sesgo	Curtosis	t	r	α
1. Me siento guiado por Dios en mis actividades diarias.	3.97	.99	-1.09	1.16	12.00 ***	.78	.96
2. Cuando debo tomar alguna decisión busco la que convenga de igual manera a los otros y a mí.	3.82	.88	-.81	1.17	7.82 ***	.60	.96
3. Siento consuelo en Dios.	4.02	1.02	-1.11	1.01	11.18 ***	.80	.96
4. Siento compasión por la gente.	3.84	.98	-.72	.26	8.40 ***	.60	.96
5. Me siento vinculado con Dios.	3.93	1.02	-.81	.31	11.18 ***	.75	.96
6. Me siento conectado conmigo mismo.	3.84	.95	-.63	.12	8.10 ***	.59	.96
7. Mi vida se rige conforme a los mandatos de Dios.	3.60	1.92	-.51	-.263	11.73 ***	.75	.96
8. Vivo en armonía con la naturaleza.	3.73	.95	-.91	.89	7.35 ***	.61	.96
9. Siento que Dios me ama.	4.01	1.03	-1.11	1.08	12.30 ***	.79	.96
10. Servir a los otros es mi norma de vida.	3.52	1.05	-.28	-.39	11.89 ***	.71	.96
11. Creo que Dios cuida de mí.	4.13	.96	-1.26	1.77	12.92 ***	.83	.96
12. Busco contribuir con mi ejemplo a formar buenos seres humanos.	3.85	1.03	-.91	.64	8.65 ***	.65	.96
13. Creo que Dios tiene un propósito especial para mi vida.	3.95	1.01	-.82	.39	13.72 ***	.78	.96
14. Pienso que la felicidad de los otros es también mi felicidad.	3.53	1.06	-.39	-.39	9.64 ***	.63	.96
15. Deseo estar muy cerca de Dios.	3.96	1.02	-.86	.36	12.05 ***	.81	.96
16. Me siento vinculado con quienes me rodean.	3.75	.99	-.72	.44	8.06 ***	.62	.96

Tabla 1. Discriminación de ítems.

Díaz-Castillo, Montero-Lopez Lena, González-Escobar, González-Arratia López Fuentes

17. Creo que Dios guia mi vida.	3.93	1.04	-.76	.09	17.90 ***	.86	.96
18. Considero que las buenas acciones de la gente expresan sus sentimientos.	3.68	1.02	-.62	.11	8.11 ***	.64	.96
19. Mi relación con Dios contribuye a mi sensación de bienestar.	3.85	1.03	-.75	.18	13.09 ***	.81	.96
20. Me siento en paz.	3.94	.94	-.88	.63	7.92 ***	.65	.96
21. Agradezco por cada dia de vida.	4.12	1.07	-	.29	12.70 ***	.70	.96
22. Me encomiendo a Dios antes de salir de casa.	4.11	1.07	-	.29	11.87 ***	.72	.96
23. Comparto lo que tengo sin esperar nada a cambio.	3.92	1.04	-.48	-.73	9.81 ***	.60	.96
24. Asisto al templo de mi religión (Iglesia, Sinagoga).	3.43	1.27	-.23	-.98	9.51 ***	.59	.96
25. Reflexiono para sentirme en paz.	3.49	1.18	-.25	-.72	9.26 ***	.60	.96
26. Leo las escrituras sagradas (Biblia, Torá).	3.06	1.34	-.07	-	7.14 ***	.49	.96
27. Medito para mantener mi paz interior.	3.07	1.27	.06	-.98	7.68 ***	.51	.96
28. Practico rituales religiosos (Persignarme, rezar, orar, ceremonias).	3.77	1.29	-.73	-.56	10.90 ***	.67	.96
29. Actúo en beneficio de mi comunidad.	3.22	1.28	-.10	-	6.44 ***	.49	.96
30. Hago oración para sentirme tranquilo/a.	3.63	1.31	-.49	-.96	13.04 ***	.71	.96

DE: Desviación Estándar; t de Student; r de Pearson; α de Cronbach; ***: .001

Desarrollo y validación de la Escala Trifactorial de Espiritualidad en personas adultas mayores mexicanas

Items	Espiritalidad Religiosa			Religiosidad VE = 14.90% CI = 0.89	
	Comunalidad	Espiritalidad Existencial			
		VE = 22.32% CI = 0.96	VE = 21.99% CI = 0.92		
ETE3	.79	.738	.400	.165	
ETE9	.79	.707	.496	.107	
ETE13	.75	.697	.448	.235	
ETE15	.75	.694	.386	.328	
ETE11	.79	.688	.504	.189	
ETE1	.70	.680	.376	.258	
ETE17	.81	.677	.416	.351	
ETE5	.69	.668	.439	.144	
ETE7	.65	.634	.383	.299	
ETE19	.71	.621	.476	.296	
ETE6	.63	.193	.751	.033	
ETE8	.63	.264	.737	.024	
ETE16	.60	.192	.720	.182	
ETE10	.66	.306	.704	.268	
ETE20	.61	.306	.696	.096	
ETE14	.53	.308	.631	.191	
ETE18	.54	.319	.626	.205	
ETE12	.55	.394	.599	.079	
ETE2	.40	.294	.498	.197	
ETE4	.42	.405	.485	.129	
ETE27	.64	.054	.241	.761	
ETE24	.69	.325	.014	.740	
ETE30	.74	.395	.134	.692	
ETE26	.56	.321	.002	.676	
ETE29	.50	.044	.194	.668	
ETE28	.69	.451	.066	.611	
ETE25	.58	.047	.396	.597	
ETE22	.80	.516	.165	.352	
ETE21	.72	.505	.190	.327	
ETE23	.57	.161	.361	.345	

Tabla 2. Estructura factorial de la Escala Trifactorial de Espiritualidad. VE: Varianza explicada; CI: Consistencia interna

Díaz-Castillo, Montero-Lopez Lena, González-Escobar, González-Arratia López Fuentes

Modelos	X ² P	CMIN/	GFI	AGFI	RMSEA	CFI	NFI	PCFI	PGFI	PNFI
	=	DF	= .	=	=	=	=	=	=	=
	.05	= 2	.90	.85	.05	.90	.90	.05	.05	.05
Hipotetizado	.000	2.23	.85	.80	.09	.93	.88	.80	.65	.76
Re-especificado	.030	1.34	.93	.89	.05	.99	.95	.77	.63	.74

Tabla 3. Índices de ajuste de la Escala Trifactorial de Espiritualidad.

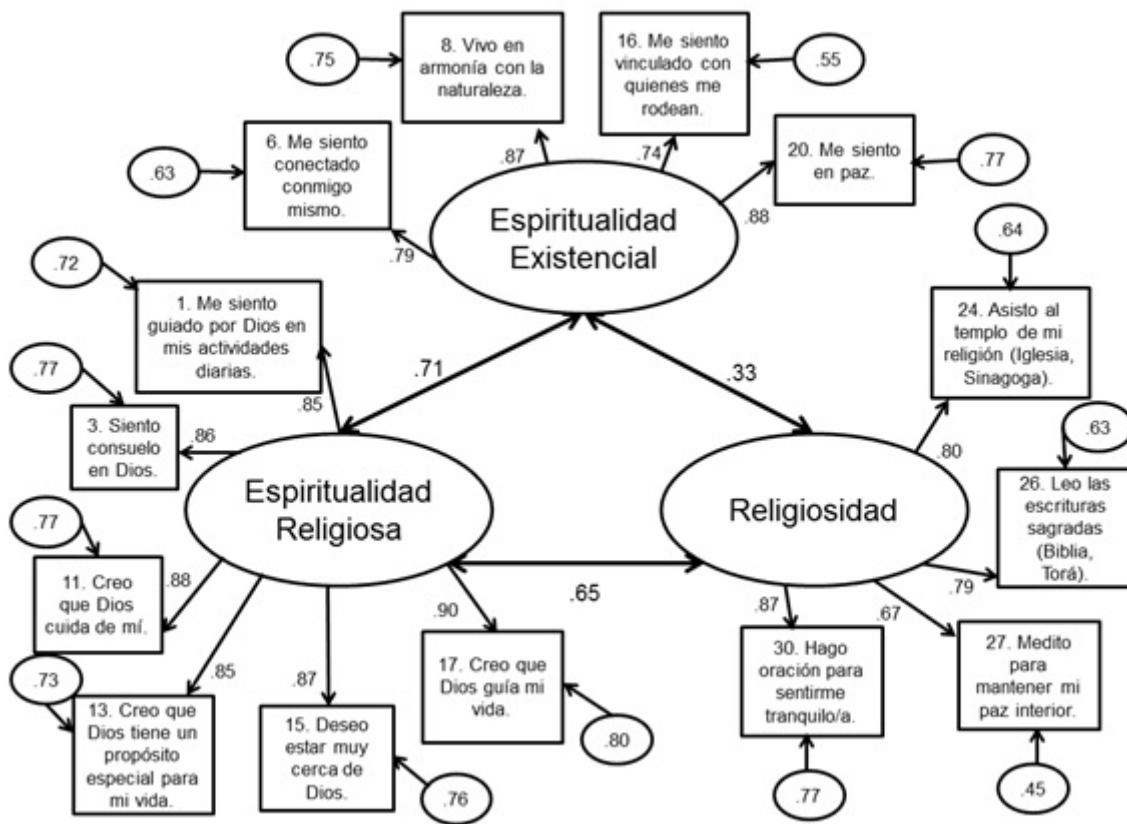


Figura 1. Modelo re-especificado de la Escala Trifactorial de Espiritualidad.

Desarrollo y validación de la Escala Trifactorial de Espiritualidad en personas adultas mayores mexicanas

	Escala de Espiritualidad y Religiosidad	Espiritualidad Religiosa	Espiritualidad Existencial	Espiritualidad Religiosidad
Escala de Espiritualidad y Religiosidad	-	.93**	.76**	.78**
Espiritualidad Religiosa	-	-	.66**	.58**
Espiritualidad Existencial	-	-	-	.31**
Sub-escala de Afrontamiento Religioso ante la Soledad	.79**	.75**	.44**	.71**

**: 0.01

Tabla 4. Validez de la Escala Trifactorial de Espiritualidad.



Instrumentos para la evaluación neurocognitiva del adulto mayor. Una revisión sistemática

Elizabeth Jiménez-Puig ¹, Zoylen Fernández-Fleites ², Yunier Broche-Pérez ³,
Rachel de la Caridad Abreu-Ferrer ⁴

Resumen

Introducción: El presente estudio se desarrolló con el objetivo de describir, mediante una revisión sistemática de la literatura científica, las propiedades psicométricas de los principales instrumentos de evaluación neuropsicológica que han sido utilizados durante los últimos 10 años para la evaluación neurocognitiva del adulto mayor.

Método: Se empleó la Declaración PRISMA. La búsqueda se realizó en las bases de datos: PubMed; PsycInfo: Scielo; Cochrane y EBSCO, de noviembre a diciembre de 2019.

Resultados: La búsqueda inicial arrojó una piscina de citas (pool citations) de 11939. En el análisis preliminar de títulos se determinó que 102 podían ser considerados como población de estudio, tras mostrar amplias posibilidades de ser elegibles. Luego de aplicados los criterios selección, conformaron la muestra un total de 8. Los principales instrumentos de evaluación neurocognitiva encontrados en la modalidad de revisión, fueron el Montreal Cognitive Assessment (MoCa) Addenbrooke's Cognitive Examination (ACE) y el Cambridge Cognitive Examination (CAMCOG). En el caso de los estudios de adaptación y validación, se centraron en el Short Form-MoCa (SF-MoCA), el Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease (CERAD), el Memory Binding Test (MBT) y el Foto-Test. Conclusiones: Se encontró que las propiedades psicométricas de los instrumentos mostraron similitudes en sus valores de sensibilidad y especificidad. La revisión desarrollada se caracterizó por su heterogeneidad, lo cual indicó la no existencia de un consenso en la comunidad científica, acerca de los instrumentos de cribado, baterías, o herramientas de exploración por dominios, que sean los idóneos para la evaluación neuropsicológica en la actualidad.

Palabras clave: Evaluación neurocognitiva; adulto mayor; instrumentos; propiedades psicométricas

ISSUE N°1

JUNIO

2021

Recibido:

19/02/2021

Aceptado:

06/04/2021

Abstract

Introduction: The present study was developed with the objective of describing, through of a systematic review of the scientific literature, the psychometric properties of the main instruments of the neuropsychological evaluation that have been used during the last 10 years for the elderly's cognitive evaluation.

Method: It was used The Declaration PRISMA. The search was carried out in the databases: PubMed; PsycInfo: Scielo; Cochrane and EBSCO, November to December of 2019. **Results:** The initial search threw a pool citations of 11939. In the preliminary analysis of the titles, it was determined that 102 could be considered as a study population, after

(1) Licenciada en Psicología. Máster en Psicopedagogía. Profesora Asistente. Departamento de Psicología. Facultad de Ciencias Sociales. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Correspondencia: elizabethjp@nauta.cu Dirección Postal: Calle Armando Machado, No. 133; entre Calle 2da y Calle 3ra. Reparto Osvaldo Herrera. Santa Clara. Villa Clara. Cuba

(2) Licenciada en Psicología. Máster en Psicología Médica. Profesora Instructora. Departamento de Psicología. Facultad de Ciencias Sociales. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

(3) Licenciado en Psicología. Máster en Psicología Médica. Doctor en Ciencias Psicológicas. Profesor Titular. Departamento de Psicología. Facultad de Ciencias Sociales. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

(4) Licenciada en Psicología. Departamento de Psicología. Facultad de Ciencias Sociales. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

Instrumentos para la revisión neurocognitiva del adulto mayor. Una revisión sistemática

showing wide possibilities to be eligible. After having applied the approaches selection, they conformed the sample a total of 8. The main instruments of neurocognitive evaluation found in the review modality, they were the Montreal Cognitive Assessment (MoCa) Addenbrooke's Cognitive Examination (ACE) and the Cambridge Cognitive Examination (CAMCOG). In the case of the studies of adaptation and validation, they were centered in the Short Form-MoCa (SF-MoCA), the Consortium to Establish to Registry for Alzheimer's Wants (CERAD), the Memory Binding Test (MBT) and the Foto-Test.

Conclusions: It was found that the psychometric properties of the instruments showed similarities in their values of sensibility and specificity. The developed revision was characterized by its heterogeneity, which indicates the non-existence of a consent in the scientific community, about the instruments of screening, batteries, or exploration tools by domains, that are suitable for the neuropsychological evaluation at the present time.

Key Words: neuropsychological evaluation; elderly; instruments; psychometric properties.

INTRODUCCIÓN

El incremento en la expectativa de vida a nivel mundial, ha mostrado que el grupo generacional del adulto mayor se está ampliando cada vez más, siendo objetivo de investigaciones en los últimos años (Rincón, Páez, Domínguez, & Rincón, 2017). De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud (OPS), la esperanza de vida en el continente americano, en el último medio siglo, se ha incrementado en más de 20 años (Informe ADI/Bupa, 2013). Esta problemática ha traído consigo un aumento exponencial en el diagnóstico de síndromes demenciales de diversa índole (World Health Organization, 2015).

Centrados en el impacto que supone el fenómeno del envejecimiento poblacional y el diagnóstico de cuadros demenciales, la práctica asistencial eficaz y efectiva. El proceso de evaluación neuropsicológica del adulto mayor debe iniciarse atendiendo a las quejas de memoria (son las más comunes), para luego

proceder a la aplicación de pruebas generales de cribaje y detección. Si estas pruebas de screening global muestran indicios de deterioro, se procede a la evaluación específica por dominios, estableciendo aquellos que se encuentran conservados y afectados (Montenegro, Montejo, Llanero, & Reinoso, 2012). Entre los instrumentos más empleados en el proceso de evaluación, neuropsicológica, se encuentra el Minimental Test Examination (MMSE). No obstante a su extendido uso, desde hace más de dos décadas se ha venido sugiriendo la necesidad de emplear otras herramientas de screening cognitivo breve, en lugar del MMSE, aludiendo a sus dificultades estructurales y psicométricas (Wind et al.): poca capacidad para discriminar entre los pacientes que presentan DCL de personas cognitivamente sanas (Bravo & Hebert, 1998); no cuenta con la exploración del funcionamiento ejecutivo (Broche-Pérez, 2017).

Precisamente por ello, es imprescindible contar con instrumentos de evaluación neuropsicológica que permitan obtener la mayor cantidad posible de información sobre el funcionamiento cognitivo en el menor tiempo posible. Resulta importante que los instrumentos puedan ser empleados por un variado número de profesionales de la salud, que posean elevados niveles de sensibilidad y especificidad diagnósticas, y que sean válidos ecológicamente (Broche-Pérez, 2017).

Los elementos ofrecidos anteriormente justifican que se comiencen a utilizar otras alternativas de evaluación que, hasta la fecha, y en estudios comparados con el MMSE, han demostrado poseer mejores propiedades para su empleo en la investigación y asistencia clínica. Por ello, se planteó como objetivo de la presente investigación: describir, mediante una revisión sistemática de la literatura, la sensibilidad y especificidad de algunos instrumentos de evaluación neurocognitiva que han sido utilizados durante los últimos 10 años para la evaluación del adulto mayor.

Material y Métodos

Metodológicamente, se empleó la Declaración PRISMA (Hutton, Catalá-López, & Moher, 2016). Criterios de elegibilidad: se empleó la guía PICOS (por sus siglas en inglés).

• Participantes: adultos mayores (a partir de 55 años

Jiménez-Puig, Fernández-Fleites, Broche-Pérez, Abreu-Ferrer

de edad) que sean cognitivamente saludables, o presenten algún tipo de DCL y/o demencia.

• Intervenciones: revisiones de la literatura científica (revisiones sistemáticas y/o metaanálisis), y estudios originales de validación de instrumentos y/o baterías de screening neurocognitivo.

• Comparaciones: entre las propiedades psicométricas de instrumentos y/o baterías de screening cognitivo.

• Resultados: referentes a la validez, confiabilidad y especificidad de los instrumentos o baterías que se encuentren en proceso de validación, o que han sido validados.

• Diseño de los estudios: validación de instrumentos y/o baterías de screening cognitivo, y revisiones de la literatura que aborden dicho proceso.

• Criterio temporal para la selección: publicaciones entre 2009 y 2019.

• Criterio lingüístico: publicaciones en español e inglés.

• Criterio de salida: efecto de solapamiento.

Fuentes de información: PubMed; PsycInfo; Scielo; Cochrane y EBSCO. La búsqueda se realizó desde noviembre hasta diciembre de 2019. Búsqueda: los descriptores empleados fueron: herramientas de screening cognitivo; batería neuropsicológica; herramientas de screening cognitivo para déficit cognitivo; test de deterioro cognitivo. Todos ellos combinados con el criterio lingüístico y de participantes.

Selección de los estudios: los procedimientos de búsqueda se centraron primeramente en el título de los artículos, luego en las palabras clave y por último en el resumen. Los estudios que cumplieren los criterios de elegibilidad y que pasaran por los filtros anteriores, se seleccionaron para su análisis a texto completo. Riesgo de sesgo de los estudios: se empleó la evaluación basada en dominios (Green, Higgins, Alderson, Clarke, & Mulrow, 2011).

Medidas de resumen: criterios de validez, confiabilidad y especificidad de los instrumentos y/o baterías en el proceso de validación.

Síntesis de resultados: La búsqueda inicial arrojó una piscina de citas (pool citations) de 11939. En el análisis preliminar se determinó que 102 podían ser considerados como población de estudio, tras mostrar posibilidades de ser elegibles. Luego de aplicados los criterios selección, conformaron la muestra un total de 8 artículos. De ellos, 3 corresponden a la modalidad

de revisiones de la literatura; 4 corresponden a estudios de adaptación y validación de instrumentos; y 1 se trata de una revisión sistemática que aporta datos para realizar la validez externa instrumental. Las revisiones de la literatura estuvieron centradas en los diferentes procesos de validación de instrumentos como el Montreal Cognitive Assessment (MoCa) en diferentes versiones, el Mini-Cog., y el establecimiento de predictores neuropsicológicos sobre la base de las puntuaciones del Addenbrooke's Cognitive Examination (ACE) y el Cambridge Cognitive Examination (CAMCOG). En el caso de los estudios de adaptación y validación, se centraron en el Short Form-MoCa (SF-MoCA), el Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease (CERAD), el Memory Binding Test (MBT) y el Foto-Test.

Resultados

(Ver en Anexo, Figura 1. Diagrama de flujo).

Características y resultados de los estudios individuales

Revisiones de la literatura

Una de las revisiones investigó la certeza diagnóstica del MoCA para varios subtipos de demencia. Se buscaron diseños transversales, y se excluyeron estudios de casos; estudios de demencia temprana, demencia por una causa secundaria; y estudios donde se seleccionaron los participantes en base a un tipo de enfermedad específica. Fueron seleccionadas investigaciones realizadas en Clínicas de Memoria, Hospitalares, Centros de Cuidado Primario y Centros Comunitarios. La revisión arrojó una muestra de 8 artículos. Los totales muestrales independientes fueron siempre pequeños. En los 4 estudios que emplearon el punto de corte del MoCA en 26/27, el instrumento mostró una alta sensibilidad (94%), pero una baja especificidad (60%). En estudios en los cuales el punto de corte se encontraba por debajo de 26 (18/19 puntos), el MoCA detectó correctamente el 94% de los casos con demencia; pero también produjo un alto porcentaje de falsos positivos (40% de los casos). Cuando se emplea el MoCA en la detección de subtipos de demencia, a medida que aumenta la sensibilidad, disminuye la especificidad (Davis et al., 2015).

Instrumentos para la revisión neurocognitiva del adulto mayor. Una revisión sistemática

Seitz y coautores (2018), investigaron en su revisión, la certeza diagnóstica del Mini-Cog para la demencia tipo Alzheimer y otras demencias, en el nivel de atención primaria. Fueron incluidos un total de 4 estudios. La sensibilidad del Mini-Cog varió entre 76% a 100% en los estudios, mientras que la especificidad varió entre 27% a 85%. Los estudios incluidos fueron heterogéneos en metodologías y poblaciones clínicas, que no permitieron que el metaanálisis fuera completado. Se encontró que casi todos los estudios incluidos fueron de alto riesgo de sesgo, con limitaciones en la selección de sus participantes.

Belleville, Fouquet, Hudon, Tchala, y Croteau (2017) desarrollaron una revisión para determinar la probabilidad predictiva que tienen las medidas cognitivas en la progresión desde el DCL hacia la demencia de tipo Alzheimer. Para ello, se emplearon las puntuaciones de los dominios cognitivos y ejecutivos contenidos en el ACE y el CAMCOG. Los resultados aportaron un total de 28 artículos y fueron extraídas por separado, 61 puntuaciones de pruebas específicas que respondían a un total de 14 dominios cognitivos y/o ejecutivos. Las medidas de memoria y fluidez verbal, resultaron las mejores predictoras desde el DCL hacia la demencia tipo Alzheimer, con índices de sensibilidad superiores a 70%. La memoria visual y el funcionamiento ejecutivo, mostraron mejor especificidad que sensibilidad. Los autores consideraron que los dominios cognitivos evaluados a través del ACE (punto de corte en 88/89) y en el CAMCOG, resultan importantes predictores en la progresión desde el DCL hacia la demencia de tipo Alzheimer. La mayor fuente de sesgos residió en que las muestras habitualmente no resultaban representativas de la población en cuestión.

***Artículos originales de adaptación y validación de instrumentos**

La investigación desarrollada por Liew (2019) en Singapur, tuvo como objetivo determinar si puede ser añadida al MoCA, una pequeña batería de exploración neuropsicológica, a fin de igualar los valores que pudieran ser ofrecidos por una Batería de Exploración Neuropsicológica Completa (FNB, por sus siglas en Inglés), en la discriminación de adultos mayores que presentan DCL y/o demencia, de aquellos con un funcionamiento cognitivo normal. Participaron 9187 adultos mayores de 50 años. La batería breve incluía 3 elementos esenciales: MoCA, Benson Complex Figure Recall, y Craft Story 21 Delayed Recall. Esta composición se denominó MoCA+. La herramienta mostró excelentes resultados

con un área bajo la curva de 90%; frente a los valores aportados por la FNB, cuya área fue de 89.2%. En Argentina, Roman y colaboradores (2016) validaron el MBT para el diagnóstico temprano del DCL, en una muestra de 46 ancianos saludables y 42 ancianos con DCL. Para la evaluación se utilizó un protocolo semiestructurado (historia demográfica, historia personal y familiar, medicación actual, diagnóstico, examen clínico y neurológico); seguido por una batería neuropsicológica extensa: MMSE, test del Dibujo del Reloj, batería de memoria verbal de Signoret, Trail Making Test, fluidez verbal, versión española del Boston Naming Test y el Digit Span (forward and backward). Se obtuvo que todas las subescalas del MBT fueron predictivas del DCL. El MBT mostró alta sensibilidad y especificidad (69% y 88% respectivamente). Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas al comparar el área bajo la curva del MBT (88%) y el MMSE (70%).

La investigación en Brasil realizada por Ferreira, Bronzini, Tolentino, Medyk, y Schultz-Pereira (2017) tuvo como fin, analizar la eficacia del uso del CERAD, en pacientes con enfermedad de Parkinson. La muestra estuvo conformada por 49 pacientes, asignados a 2 grupos (uno con demencia y otro control). Los participantes se asignaron al grupo con demencia, siguiendo los criterios de diagnóstico del Parkinson's Disease Society Brain Bankel. Las dificultades cognitivas fueron evaluadas mediante el Clinical Dementia Rating Scale. La curva ROC para la batería de CERAD tenía un área bajo la curva igual del 98%. El subtest de fluidez verbal, mostró peores índices de eficacia, mientras que el aprendizaje de listas de palabras, evidenció mejores valores. Los autores establecieron que la batería de CERAD puede ser eficaz para la valoración de déficits cognitivos en los pacientes con enfermedad de Parkinson. Zegarra-Valdivia, Denegri, y Chino-Vilca (2019) realizaron un estudio instrumental con un muestreo no probabilístico, para conocer la sensibilidad y especificidad del Foto-Test frente a MMSE, en el cribado del DCL en población peruana. Se evaluaron 107 adultos mayores a 60 años de ambos sexos, que acudían al servicio de Psicología. No se incluyeron participantes que tuvieran una enfermedad psiquiátrica o neurológica reportada, así como un diagnóstico de demencia anterior. Se utilizó la Escala de Depresión Geriátrica para detectar sintomatología depresiva, lo cual arrojó una muestra final de 59 sujetos. Posteriormente se aplicaron los test cogniti-

Jiménez-Puig, Fernández-Fleites, Broche-Pérez, Abreu-Ferrer

cognitivos en orden aleatorio: MMSE; Foto-Test; Cuestionario de Actividad Funcional. Se señaló una mayor exactitud diagnóstica a favor del Foto-Test (100 % y 93% respectivamente). Adicionalmente, el porcentaje total obtenido entre el cribado cognitivo y la evaluación clínica fue de un 95%, puntuación superior a lo encontrado en el MMSE que fueron de 83% y 34% para ambas medidas.

En la revisión y validación realizada por McDicken y coautores (2019), el objetivo fue colectar evidencia sobre la eficacia diagnóstica del MoCA abreviado, y conducir la validez externa de estas herramientas. El tamaño muestral total fue de 6477 participantes. Se encontraron 13 versiones del SF-MoCA. En todas ellas, se mantenían los ítems de recuerdo diferido, orientación y fluidez. La subescala más omitida fue el spam de dígitos. La versión más empleada fue la de 5 minutos de aplicación: recomendada por el National Institute of Neurological Disorder and Stroke, y la Canadian Stroke Network. Fueron siempre incluidas las puntuaciones del MoCA original para realizar comparaciones, con un punto de corte en 26/27. Existieron dos grupos de datos para el análisis: un grupo proveniente de pacientes con DCL secundario a accidentes cerebrovasculares (ACV), y otro grupo proveniente de Clínicas de Memoria. Todas las versiones del MoCA correlacionaron fuertemente con la prueba original. En pacientes con ACV, la sensibilidad media fue de 99% y la especificidad media, de 40%. La mejor versión del instrumento para estos pacientes resultó ser el Horton's MoCA. En el caso de los pacientes provenientes de Clínicas de Memoria, la especificidad media fue de 96% y la especificidad fue de 36%. La mejor versión del instrumento, para adultos mayores sin historia de otras enfermedades neurodegenerativas, resultó ser el Cercato's MoCA. Los autores consideran que, no obstante a los resultados obtenidos en su estudio, estos están basados en aplicación de instrumentos, pacientes y datos colectados por otros investigadores.

Riesgo de sesgos en los estudios

En las revisiones se analizaron las tablas de riesgo de sesgos aportadas por los autores. Ello permitió establecer que en la investigación de Davis y colaboradores (2015), primaron estudios con bajo riesgo de sesgo. En cambio, la revisión desarrollada por Belleville y coautores (2017), arrojó estudios con bajo, poco claro, y alto riesgo de sesgo: centrados en el empleo de muestras no representativas en los estu-

dios tomados como referentes. Por su parte, en la revisión de Seitz y colaboradores (2018) primaron las investigaciones con bajo riesgo de sesgo; no obstante, 3 de ellas presentaron un alto riesgo de sesgo (selección y cegamiento de los participantes). En el estudio de McDicken y colaboradores (2019) no fue presentado el análisis de sesgos. A continuación, se muestra el análisis de riesgo de sesgo para los estudios de adaptación y validación.

Discusión.

Resumen de la evidencia

La figura 3 muestra las principales modalidades de artículos incluidos en la revisión, así como los instrumentos a los cuales se refiere cada uno de ellos. El instrumento más utilizado fue el MoCA (presente en todas las modalidades de investigación). Los rangos de sensibilidad y especificidad variaron en las diferentes investigaciones. Con el empleo del punto de corte en 26/27, se reportaron altos niveles de sensibilidad, y bajos niveles de especificidad (Davis et al., 2015). De igual manera sucedió en pacientes con ACV y DCL (McDicken et al., 2019). En cambio, en pacientes con DCL y demencia, el área mostrada bajo la curva ROC, fue del 90%, en comparación con los resultados arrojados por una FNB (Liew, 2019). En una investigación desarrollada en Cuba en pacientes con una media de edad de 34.3 años y la existencia de anemia drepanocítica, se obtuvieron también valores de sensibilidad (84.2 %) superiores a los de especificidad (77%) (García, Martínez, & Machado, 2017). Este resultado debería ser manejado a discreción en el contexto de la presente revisión, tomando como referencia la edad de los participantes. Sin embargo, autores como Aguilar-Navarro y colaboradores (2018), reportaron en México, en una muestra de adultos sanos, adultos con DCL y con demencia, altos niveles de sensibilidad y especificidad (DCL: sensibilidad del 80%; especificidad de 75%; demencia: sensibilidad de 98%; especificidad de 93%). Las principales diferencias parecen estar relacionadas con la población a la que estuvo dirigida la evaluación. También pudiese explicarse debido a los instrumentos tomados en cada caso como regla de oro, o bien, con los parámetros que se siguen en cada estudio para la determinación de la demencia y el DCL. Coherente con estos resultados, y en un estudio con muestras similares en Bogotá, el MoCA mostró

Instrumentos para la revisión neurocognitiva del adulto mayor. Una revisión sistemática

capacidad para discriminar entre diferentes grupos diagnósticos, donde el área bajo la curva fue 76% para DCL y 81% para demencia (Pedraza et al., 2016).

En investigaciones en las cuales se ha estudiado la precisión diagnóstica del MoCA frente al MMSE, los valores reportados de especificidad y sensibilidad han sido altos. De este modo, Pereira-Manrique y Reyes (2013) encontraron una alta sensibilidad (96%) y una alta especificidad (74%) para el diagnóstico del DCL. Sucedió de modo similar en la investigación desarrollada por Delgado, Araneda, y Behrens (2017) en Chile con adultos mayores de 60 años con DCL de tipo amnésico, no amnésico y demencia leve. Los resultados arrojados por el MoCA en contraste con el MMSE fueron de una sensibilidad de 75% para diferenciar controles de DCL-a, y la especificidad de 85%. Para la diferenciación entre controles y sujetos con demencia, los valores de sensibilidad fueron de 90% y de especificidad de 86%.

En cuanto al MBT los resultados arrojaron una sensibilidad alta (69%) y una especificidad alta (88%) en pacientes con DCL (Roman et al., 2016). Mientras que Buschke et al. (2017), en población con demencia y DCL-a en los Estados Unidos, obtuvieron una sensibilidad del 74% y una especificidad del 73%; para demencia y DCL-a. Para diferenciar demencia de DCL-a y el grupo control, los resultados fueron de una sensibilidad de 95% y especificidad de 87%. Los valores arrojados en ambos estudios son similares, existiendo pequeñas diferencias en los resultados. Las mismas podrían estar dadas por la población en cuestión, ya que a pesar de que ambos estudios trabajan con población con DCL, uno de ellos se enfoca en el subdominio de DCL-a. El CERAD, en población con enfermedad de Parkinson, arrojó niveles de sensibilidad y especificidad altos, mostrando el mayor corte con un 100% de sensibilidad y un 93% de especificidad (Ferreira et al., 2017). Para una muestra colombiana de adultos mayores con demencia de tipo Alzheimer, Aguirre-Acevedo et al. (2007) mostraron que el instrumento posee una consistencia interna y una reproducibilidad test-retest altas, donde el grupo con demencia de tipo Alzheimer mostró puntuaciones más bajas y significativas frente al grupo control. Resultados similares se hallaron en la investigación de Henao-Arboleda et al. (2010), en adultos mayores con DCL y demencia de tipo Alzheimer. El grupo con demencia tipo Alzheimer mostró un rendimiento significativamente menor en todas las pruebas que

conformaban el protocolo. No obstante a las altas puntuaciones obtenidas por la prueba en los estudios abordados, resulta importante destacar que, las poblaciones a las cuales estuvieron dirigidas, varían en cuanto al diagnóstico. Quizás, el CERAD pudiera considerarse como un instrumento de evaluación sensible para el diagnóstico de la demencia en la enfermedad de Parkinson, y para la demencia de tipo Alzheimer, pero ello requeriría de mayor sistematización en la práctica investigativa y asistencial.

En cuanto al Foto-Test, en población peruana con DCL, en adultos entre 60 y 89 años, los resultados arrojaron una especificidad de 100 % y una sensibilidad de 92.68% (Zegarra-Valdivia et al., 2019). En investigaciones similares, este instrumento ha mostrado valores igualmente altos de sensibilidad y especificidad en diferentes contextos. De este modo, Sáez, Gurpegui, and Carnero (2009) obtuvieron, para el diagnóstico de demencia, una sensibilidad de 88% y una especificidad de 87%. Para el DCL se obtuvieron valores de sensibilidad de 68% y especificidad de 89%. Por su parte la investigación de Ramos y coautores (2018) en Perú, evaluó la precisión diagnóstica del Foto-Test frente al MMSE en adultos mayores 60 años con demencia. Los resultados indicaron una sensibilidad de 92% y una especificidad de 85%. Los resultados arrojaron valores altos de sensibilidad y especificidad similares en las tres investigaciones, siendo las edades coincidentes, así como en las poblaciones en los estudios, pero en escenarios diferentes donde podrían estar encontrándose las mínimas diferencias.

Limitaciones

Podrían señalarse algunas dificultades muestrales en los estudios subyacentes a las revisiones incorporadas: muestras pequeñas; sesgos en la selección de los participantes.

En los estudios de validación, existieron sesgos de cegamiento de participantes y personal (no se declaran medidas estandarizadas o procedimientos que esclarecieran si se llevó a cabo o no, y cómo se hizo). Empleo de muestras no probabilísticas, con escasos índices de normalidad.

La investigación que aborda la validez externa del MoCA a partir de datos colectados en una revisión sistemática, podría ser considerada como el estudio que mayor cantidad de riesgos genera en la presente

Jiménez-Puig, Fernández-Fleites, Broche-Pérez, Abreu-Ferrer

revisión. Los análisis parten de puntuaciones y poblaciones no obtenidas directamente por los autores, y estos tampoco realizan un análisis de sesgos como parte de su investigación.

Como parte de las limitaciones del propio proceso de revisión, pudiera valorarse la necesidad de sustituir en próximas revisiones, el término neurocognitivo, por categorías más específicas como evaluación cognitiva y/o evaluación neuropsicológica. Incluir, además, los términos adaptación y validación, en los descriptores a colocar en los motores de búsqueda. De este modo, se podría ampliar la muestra de investigaciones a considerar.

Conclusiones

La revisión desarrollada se caracterizó por su heterogeneidad en cuanto a instrumentos de evaluación, muestras a las cuales fueron aplicados, así como resultados en cuanto a la especificidad y sensibilidad. Ello indica la no existencia de un consenso en la comunidad científica, acerca de los instrumentos de cribado, baterías, o herramientas de exploración por dominios, que resulten idóneos para la evaluación neuropsicológica del adulto mayor en la actualidad.

REFERENCIAS

1. Aguilar-Navarro, S. G., Mimenta-Alvarado, A. J., Palacios-García, A. A., Samudio-Cruz, A., Gutiérrez-Gutiérrez, L. A., & Ávila-Funesa, J. A. (2018). Validez y confiabilidad del MoCA (Montreal Cognitive Assessment) para el tamizaje del deterioro cognoscitivo en México. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 47(4), 237–243. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rcp.2017.05.003>
2. Aguirre-Acevedo, D. C., Gómez, R. D., Moreno, S., Henao-Arboleda, E., Motta, M., Muñoz, C., . . . Lopera, F. (2007). Validez y fiabilidad de la batería neuropsicológica CERAD-Col. *Neurología*, 45(11), 655-660.
3. Belleville, S., Fouquet, C., Hudon, C., Tchala, H., & Croteau, J. (2017). Neuropsychological Measures that Predict Progression from Mild Cognitive Impairment to Alzheimer's type dementia in Older Adults: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Neuropsychol Rev*. doi: [10.1007/s11065-017-9361-5](https://doi.org/10.1007/s11065-017-9361-5)
4. Bravo, G., & Hebert, R. (1998). Age and education specific reference values for the mini-mental and modified Mini-Mental State Examinations derived from a non-demented elderly population. *Int J Geriatr Psychiatry*, 12. doi: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1166\(199710\)12:10<1008::AID-GGPS676>3.0CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1166(199710)12:10<1008::AID-GGPS676>3.0CO;2-A)
5. Broche-Pérez, Y. (2017). Alternativas instrumentales para la exploración cognitiva breve del adulto mayor: más allá del Minimental Test. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 33(2), 251-265.
6. Buschke, H., Mowrey, W. B., Ramratan, W. S., Zimmerman, M. E., Loewenstein, D. A., Katz, M. J., & Lipton, R. B. (2017). Memory Binding Test distinguishes Amnestic Mild Cognitive Impairment and Dementia from cognitively normal Elderly. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 32, 29-39. doi: [10.1093/arclin/acw083](https://doi.org/10.1093/arclin/acw083)
7. Davis, D. H., Creavin, S. T., Yip, J. L., Noel-Storr, A. H., Brayne, C., & Cullum, S. (2015). Montreal Cognitive Assessment for the diagnosis of Alzheimer's Disease and other dementias. *Cochrane Database Syst Rev*, 10. doi: [10.1002/14651858.CD010775.pub2](https://doi.org/10.1002/14651858.CD010775.pub2)
8. Delgado, C., Araneda, A., & Behrens, M. I. (2017). Validación del instrumento Montreal Cognitive Assessment en español en adultos mayores de 60 años. *Neurología*, 34(6), 376-385. doi: [http://doi.org/10.1016/j.nrt.2017.01.013](https://doi.org/10.1016/j.nrt.2017.01.013)
9. Ferreira, C. H., Bronzini, A., Tolentino, E., Medyk, C., & Schultz-Pereira, G. L. (2017). Can the CERAD neuropsychological battery be used to assess cognitive impairment in Parkinson's disease? *Arq Neuropsiquiatr*, 76(3). doi: <https://doi.org/10.1590/0004-282X20180003>
10. García, A., Martínez, R., & Machado, T. (2017). Validación de la prueba evaluación cognitiva de Montreal (MoCA) en pacientes con anemia drepanocítica. *Revista Cubana de Hematología, Inmunol y Hemoter*, 33(2).

Instrumentos para la revisión neurocognitiva del adulto mayor. Una revisión sistemática

11. Green, S., Higgins, J. P. T., Alderson, P., Clarke, M., & Mulrow, C. D. (2011). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions* (5th ed.). London: Cochrane Library.
12. Henao-Arboleda, E., Muñoz, C., Aguirre-Acevedo, D. C., Lara, E., Pineda, D. A., & Lopera, F. (2010). Datos normativos de pruebas neuropsicológicas en adultos mayores en una población Colombiana. *Rev. chil. neuropsicol.*, 5(3), 214-226.
13. Huttona, B., Catalá-López, F., & Moher, D. (2016). La extensión de la declaración PRISMA para revisiones sistemáticas que incorporan metaanálisis en red: PRISMA-NMA. *Medicina Clínica*, 147(6).
14. Informe ADI/Bupa. (2013). *La demencia en América: El coste y la prevalencia del Alzheimer y otros tipos de demencia*. : . Illinois: International Federation of Alzheimer's Disease and Related Disorders Societies, Inc.
15. Liew, T. (2019). Developing a brief neuropsychological battery for early diagnosis of cognitive impairment. *Jamda*, 20. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2019.02.028>
16. McDicken, J. A., Elliot, E., Blayney, G., Makin, S., Ali, M., Larner, J. A., & Quinn, T. J. (2019). Accuracy of the short-form Montreal Cognitive Assessment: Systematic review and validation. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 34(10). doi: 10.1002/gps.5162
17. Montenegro, M., Montejo, P., Llanero, M., & Reinoso, A. (2012). Evaluación y diagnóstico del Deterioro Cognitivo Leve. *Revista de Logopedia, Foniatria y Audiología*, 32, 47-56. doi: 10.1016/j.rlfa.2012.03.002
18. Pedraza, O. L., Salazar, A. M., Sierra, F. A., Soler, D., Castro, J., Castillo, P., . . . Piñeros, C. (2016). Confiabilidad, validez de criterio y discriminante del Montreal Cognitive Assessment (MoCA) test, en un grupo de adultos de Bogotá. *Acta Médica Colombiana*, 41(4), 224-227.
19. Pereira-Manrique, F., & Reyes, M. F. (2013). Confiabilidad y Validez del Test Montreal Cognitive Assessment (MoCA) en población mayor de Bogotá, Colombia. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 13(2), 39-61.
20. Ramos, L. F., Soto, M. C., Escobar, G., Millares, G. B., Martínez, K. X., & Cutipa, J. M. (2018). Utilidad diagnóstica y propiedades psicométricas del Foto-Test en adultos mayores con y sin demencia. *Neurama*, 5(2), 40-43.
21. Rincón, Á. P., Páez, G., Domínguez, W., & Rincón, C. (2017). Desempeño neuropsicológico en adultos mayores. *Arch Neurocienc*, 22(4), 7-14.
22. Roman, F., Iturry, M., Rojas, G., Barceló, E., Buschke, H., & Allegri, R. F. (2016). Validation of the argentine version of the Memory Binding Test (MBT) for early detection of Mild Cognitive Impairment. *Dement Neuropsychol*, 10(3), 217-226. doi: 10.1590/S1980-5764-2016DN1003008
23. Sáez, C., Gurpegui, M., & Carnero, C. (2009). Utilidad diagnóstica, fiabilidad y validez del Foto-Tes en la detección de deterioro cognitivo y demencia. (Tesis Doctoral), Universidad de Granada, España.
24. Seitz, D. P., Chan, C. C., Newton, H. T., Gill, S. S., Herrmann, N., Smalagic, N., . . . Fage, B. A. (2018). Mini-Cog for the diagnosis of Alzheimer's disease dementia and other dementias within a primary care setting. *Cochrane Database Syst Rev*, 2. doi: 10.1002/14651858
25. Wind, A. W., Schellevis, F. G., Van-Staversen, G., Scholten, R. P., Jonker, C., & Van-Eijk, J. T. Limitations of the Mini-Mental State Examination in Diagnosing Dementia in General Practice. *Int J Geriatr Psychiatry*, 12(1), 101-108. doi: [http://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1166\(199701\)12:1](http://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1166(199701)12:1)
26. World Health Organization. (2015). *The Epidemiology and Impact of Dementia: Current State and Future Trends*. Recuperado de http://www.who.int/mental_health/neurology/dementia/en/
27. Zegarra-Valdivia, J., Denegri, L., & Chino-Vilca, B. (2019). Efectividad del Foto-Test Frente al MMSE, para el cribado del deterioro cognitivo en población peruana. *Rev. Ecuat. Neurol*, 28(1).

Jiménez-Puig, Fernández-Fleites, Broche-Pérez, Abreu-Ferrer

Selección de los estudios

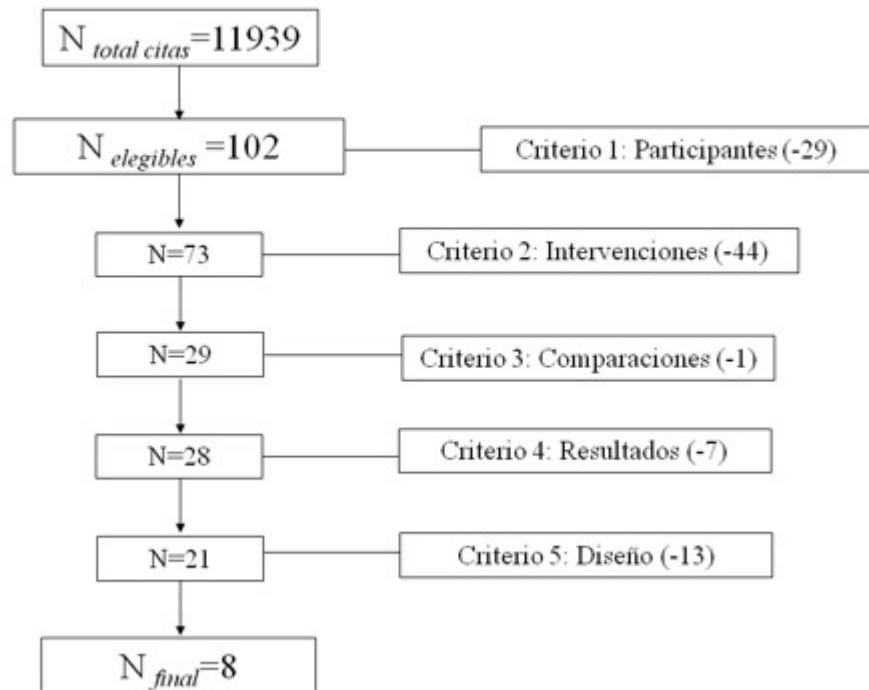


Fig.1. Diagrama de flujo: Selección muestral

	Selección	Realización	Detección	Desgaste	Notificación
Román 2016	+	?	?	+	+
Ferrera 2017	+	?	?	+	+
Liew 2019	+	?	?	+	+
Zegarra-Valdivia 2019	+	?	?	+	+

Bajo riesgo de sesgo	+	Riesgo poco claro de sesgo	?	Alto riesgo de sesgo	-
----------------------	---	----------------------------	---	----------------------	---

Fig.2. Riesgo de sesgo en los estudios

Instrumentos para la revisión neurocognitiva del adulto mayor. Una revisión sistemática

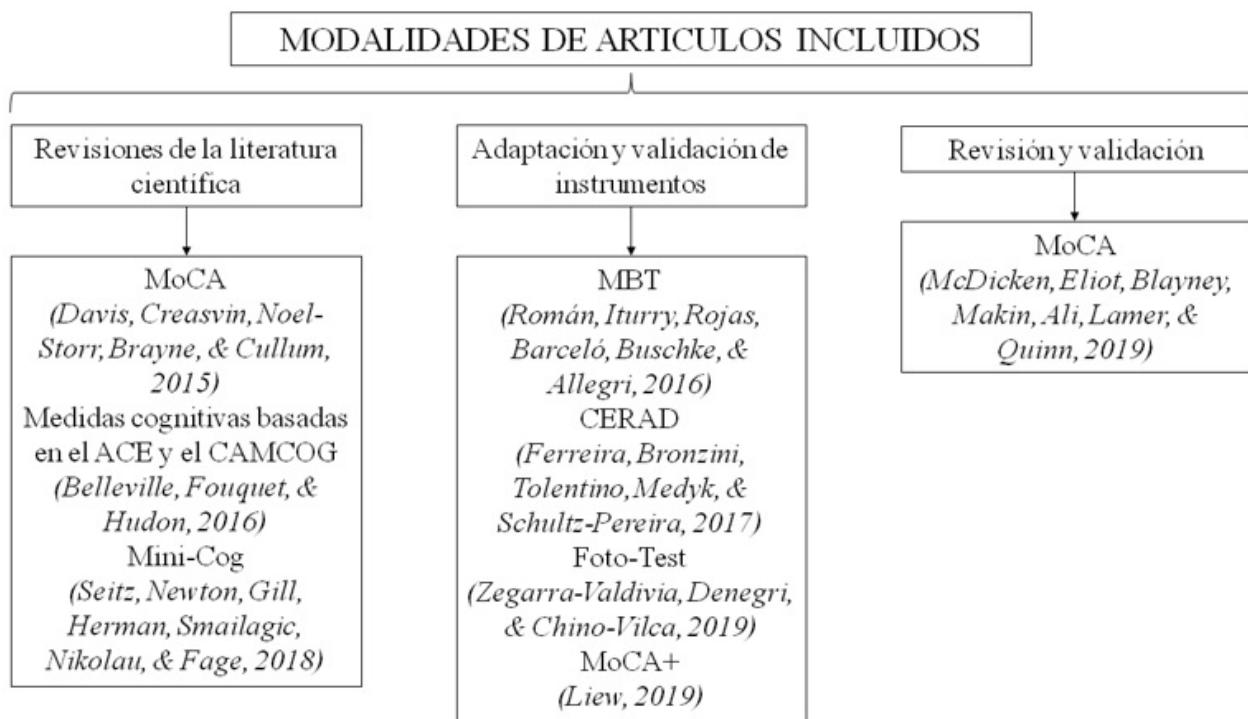


Fig.3. Resumen de la evidencia.