



## CIENCIAS BIOMÉDICAS

### Premio Anual de la Academia de Ciencias de Cuba, 2019

# Evaluación anatomofuncional de sistemas sensoriales en pacientes con epilepsia del lóbulo temporal mesial sometidos a tratamiento quirúrgico

Margarita M. Báez Martín<sup>1</sup> \* <https://orcid.org/0000-0002-1442-896X>  
Lilia M. Morales Chacón<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0205-0733>  
Iván García Maeso<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3531-3571>  
Lourdes Lorigados Pedre<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-4913-0706>  
Bárbara Estupiñán Díaz<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2084-2910>  
María Eugenia García Navarro<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-0857-0345>  
Otto Trápaga Quincoses<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-6010-4384>  
Ricardo Valdés Llerena<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8196-2022>  
Judith González González<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-5105-2789>  
Juan E. Bender del Busto<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-0422-2562>  
Ivette Cabrera Abreu<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8117-0885>  
Karla Batista García-Ramó<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-1042-7369>  
Reinaldo Galvizu Sánchez<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-9545-3421>

<sup>1</sup> Centro Internacional de Restauración Neurológica (CIREN). La Habana, Cuba

\*Autor para la correspondencia: [minou@infomed.sld.cu](mailto:minou@infomed.sld.cu)

## RESUMEN

### Palabras clave

*epilepsia del lóbulo temporal; perimetría; resonancia magnética; vía auditiva; vía visual*

**Introducción:** La presente investigación aborda por vez primera en nuestro país el estudio de las consecuencias del tratamiento quirúrgico en pacientes con epilepsia del lóbulo temporal fármaco-resistente para el funcionamiento de los sistemas sensoriales auditivo y visual. **Objetivos:** evaluar los cambios anatómicos y funcionales de los sistemas auditivo y visual secundarios a la lobectomía temporal anterior. **Métodos:** Se estudió una muestra de 28 pacientes con epilepsia del lóbulo temporal mesial fármaco-resistente intervenidos quirúrgicamente en el Centro Internacional de Restauración Neurológica entre los años 2002 y 2012. **Resultados:** Se constató la existencia de alteraciones funcionales en los sistemas sensoriales auditivo y visual antes de la intervención quirúrgica. Luego de la resección se detectaron cambios en el funcionamiento de la vía auditiva mediante los potenciales evocados auditivos, probablemente mediados por un efecto indirecto y a largo plazo de la remoción de estructuras específicas como la amígdala y el polo temporal medio. En la vía visual ocurrieron defectos del campo visual evidenciados por las técnicas de potenciales evocados visuales con estimulación por cuadrantes en combinación con la perimetría, y en correspondencia con la magnitud del tejido neocortical removido. La lesión de la vía visual pudo ser corroborada mediante la tractografía de la radiación óptica y el estado de su conectividad. **Conclusiones:** Los resultados evidenciaron cambios funcionales indirectos y a largo plazo de la vía auditiva, y se confirman las afectaciones directas de la vía visual con métodos de exploración objetivos y en correspondencia con la magnitud de la resección quirúrgica.



# Anatomic and functional evaluation of sensory systems in mesial temporal lobe epileptic patients after surgical treatment

## ABSTRACT

### Keywords

auditory pathway; magnetic resonance; perimetry; temporal lobe epilepsy; visual pathway

**Introduction:** The present investigation studies, for the first time in our country, the consequences on the sensory auditory and visual systems after surgery for drug resistant temporal lobe epileptic patients. **Objectives:** The aim of the study was to evaluate the anatomic and functional changes after electrocorticography-guided anterior-temporal lobectomy. **Methods:** A sample of 28 patients that underwent surgery for drug resistant temporal lobe epilepsy was studied. The surgery was performed at the International Center for Neurological Restoration (CIREN) between years 2002-2012. **Results:** Functional alterations in the visual and auditory systems were detected even before surgery. After surgery further auditory alterations were detected by auditory evoked potentials, likely as an indirect, long-term consequence of the resection of specific structures like the amygdala and the medial temporal pole. On the visual system, the resection of the epileptogenic zone provoked visual deficits, evidenced by visual perimetry combined with quadrant-restricted visual evoked potentials. The visual defects are in good correspondence with the amount of resected tissue. Lesions within the visual pathway were confirmed by optic radiation tractography and connectivity studies. **Conclusions:** indirect and long term functional changes of the auditory pathway were described, while direct lesions of the visual pathway were confirmed with objective methods of exploration, according to the surgical resection magnitude.

## INTRODUCCIÓN

La historia natural de la epilepsia del lóbulo temporal mesial (ELTm) es variable; entre el 20 % y el 40 % de los pacientes tienen crisis intratables farmacológicamente a pesar de haber sido incorporados al mercado en los últimos años más de 10 medicamentos antiepilépticos nuevos<sup>(1-4)</sup>. De ahí que la resección quirúrgica de la zona epileptogénica sigue siendo una importante y efectiva opción terapéutica para las personas con ELTm, desapareciendo totalmente las crisis en alrededor del 70 %-85 % de los casos<sup>(3,5,6)</sup>. Sin embargo, la apreciación del beneficio real debe tomar en cuenta, además de la mejoría del paciente, la morbilidad subsecuente al procedimiento en aras de contribuir a una calidad de vida superior.

En el caso de la vía auditiva, pocos estudios abordan los cambios relacionados con la resección quirúrgica de estructuras mesiales<sup>(7,8)</sup>. En cambio, es común la aparición de defectos parciales del campo visual según sea la extensión de la resección quirúrgica<sup>(9)</sup> y la extensión de las fibras de la vía visual al incursionar en el lóbulo temporal<sup>(10)</sup>. Una alternativa para la exploración objetiva de los efectos de la lobectomía temporal anterior sobre los sistemas sensoriales la ofrecen las técnicas de potenciales evocados y los estudios de imágenes por resonancia magnética nuclear (RMN).

Es bien conocido que para el estudio funcional de las porciones retroquiasmáticas de la vía visual se impone el uso de técnicas de potenciales evocados visuales (PEV) con estimulación parcial<sup>(11)</sup>. Sin embargo, no aparecen en la literatura evidencias de su uso en los pacientes sometidos a lobectomía temporal anterior. En el caso del sistema auditivo, los potenciales evocados auditivos de tallo cerebral (PEATC) y de latencia media (PEALM) posibilitan la evaluación funcional de la vía en toda su extensión hasta la corteza auditiva primaria en el giro de Heschl, y por tanto resultarían de utilidad en el estudio de los pacientes sometidos a lobectomía temporal anterior, a pesar de las escasas evidencias que sugieren la influencia de estas estructuras en la función auditiva primaria<sup>(7)</sup>.

Múltiples evidencias demuestran la relación que existe entre el tratamiento quirúrgico de los pacientes con ELTm y la lesión de la vía visual, a partir de la introducción de las técnicas de imágenes por RMN<sup>(9,12)</sup>, potenciadas con la medición de los tractos en la sustancia blanca (tracto-grafía) mediante las neuroimágenes de la difusión<sup>(13-17)</sup>. Nuevamente, la vía auditiva resulta ser menos estudiada mediante las técnicas de imágenes, encontrando escasas referencias de su compromiso en pacientes epilépticos sometidos a lobectomía temporal anterior.

Hipótesis: La resección quirúrgica de la zona epileptogénica en los pacientes con epilepsia del lóbulo temporal mesial fármaco-resistente provoca la afectación funcional directa o indirecta de los sistemas sensoriales auditivo y visual. Objetivo general: Evaluar el estado anatomofuncional de los sistemas sensoriales auditivo y visual en los pacientes con epilepsia del lóbulo temporal mesial farmacorresistente sometidos a tratamiento quirúrgico en el Centro Internacional de Restauración Neurológica.

## MÉTODOS

El universo estuvo conformado por pacientes con epilepsia resistente al tratamiento farmacológico. A partir de la población cubana con este diagnóstico, los pacientes fueron remitidos a la unidad de telemetría del CIREN desde las consultas especializadas de todo el país, una vez definida su intratabilidad a los medicamentos.

Se seleccionó una muestra de 28 pacientes con diagnóstico de ELTm resistentes a la medicación y tributarios a tratamiento quirúrgico. Los pacientes recibieron un programa de evaluación pre-quirúrgica protocolizado en nuestra institución para la definición de la zona epileptogénica, que comprendía historia clínica, anamnesis, examen físico general y neurológico completo, monitoreo prolongado video-EEG (Sistema de monitoreo Stellate Harmonie, Canadá), evaluación neuropsicológica y neuropsiquiátrica, RMN con estudios anatómicos y volumétricos, SPECT cerebral interictal e ictal (en los casos que fue posible) y espectroscopía por RMN. Se realizaron además estudios de inmunidad humoral y celular en periferia y dosificación de fármacos antiepilépticos. En todos los casos de pacientes que fueron sometidos a cirugía se les realizó el estudio histopatológico del tejido resecado. Paralelamente se estudió un grupo de sujetos sanos ( $n = 35$ ).

Las características demográficas de la muestra estudiada aparecen resumidas en la Tabla 1. El diseño experimental aparece resumido en la tabla 2

## RESULTADOS

A los 2 años de la cirugía el 71,4 % de los pacientes se mantuvo en nivel I de la escala de Engel modificada, lo que se corresponde con lo reportado en la literatura en la mayor parte de las series estudiadas<sup>(18-23)</sup>. El resto se mantuvo en nivel II, lo que demuestra la efectividad del tratamiento y confirma el diagnóstico presuntivo de ELTm.

Todos los pacientes mantuvieron el tratamiento medicamentoso como mínimo 2 años después de la intervención, independientemente del resultado de la cirugía.

El estudio microscópico del tejido resecado evidenció la presencia de displasia cortical focal (DCF) neocortical en 21 de los 28 pacientes incluidos en la muestra.

## Evaluación del sistema auditivo

Como hallazgos preoperatorios en los potenciales evocados auditivos encontramos diferencias estadísticamente significativas entre pacientes y sujetos sanos en la latencia de la onda V del PEATC bilateralmente, lo que provocó una mayor duración del intervalo I-V a expensas del III-V en ambos lados.

Se apreció además una significativa prolongación en la latencia de las ondas Pa y

Nb al comparar los pacientes con respecto a los controles (prueba U de Mann Whitney,  $p < 0,05$ )

Fueron cambios posoperatorios los siguientes. En los pacientes con lobectomía izquierda se evidenció una marcada prolongación de latencia en la onda I del PEATC ipsilateral a la resección seis meses después de la intervención quirúrgica con respecto a los valores iniciales, mientras que la resección en el hemisferio derecho provocó adicionalmente un corrimiento de latencia de la onda III del mismo lado y de la onda I contralateral al lado resecado (prueba de Wilcoxon,  $p < 0,05$ ). En las evaluaciones sucesivas no se constataron cambios significativos con respecto al estudio previo, y en ningún caso se observó un retorno a los valores preoperatorios.

Los pacientes con lobectomía derecha tuvieron un corrimiento en la latencia de la onda Na del PEALM que alcanzó significación estadística a los 12 meses de la intervención (prueba de Wilcoxon,  $p < 0,05$ ). Las ondas Na y Pa mostraron una tendencia al incremento de amplitud con respecto a los valores pre-quirúrgicos, que llegó a ser estadísticamente significativa a los 12 meses para el grupo con lobectomía derecha en el electrodo correspondiente a línea media (Cz), mientras que en los electrodos temporales T3-T4 ipsilaterales a la resección la significación estadística fue evidente solo para el componente Pa a los 12 meses considerando todo el grupo de pacientes (prueba de Wilcoxon,  $p < 0,05$ ).

Existen evidencias de modificaciones en el PEALM obtenido en pacientes con epilepsia resistente a la medicación y sometidos a lobectomía temporal que sugieren un deterioro de las influencias inhibitorias cortico-subcorticales<sup>(7)</sup>. Esto resulta parcialmente coincidente con nuestros hallazgos, específicamente para el componente Na, lo que sugiere que la remoción de la zona epileptogénica tuvo un efecto indirecto sobre el estado funcional de los colículos inferiores, estructuras vinculadas a la génesis de este componente.

En resumen, la lobectomía temporal anterior modificó el estado funcional de la vía auditiva tanto en tallo cerebral como en las porciones más rostrales, probablemente debido a una modificación en las influencias moduladoras ejercidas por el tejido resecado en el lóbulo temporal sobre la vía auditiva.

**Tabla 1.** Características demográficas de la muestra

	Localización de zona epileptogénica	N	Sexo		Edad (años) $\mu$ (s)	Tiempo de evolución de enfermedad (años) $\mu$ (s)	Esclerosis temporomesial (RMN)
			M	F			
Pacientes	Temporal izquierdo	15	6	9	33,53 (8,91)	21,00 (8,77)	15
	Temporal derecho	13	7	6	34,69 (5,28)	22,69 (12,19)	13
	Total	28	13	15	34,07 (7,34)	21,78 (10,33)	28
Controles	-	35	17	18	35,00 (7,81)	-	-

**Tabla 2.** Diseño de la investigación

Sujetos	Evaluación inicial	Evaluación post-quirúrgica		
		6 meses	12 meses	24 meses
Pacientes	Clínica	Clínica	Clínica	Clínica
	PEATC PEALM PEVs-CC/HC	PEATC, PEALM PEV- CC/HC/Cu	PEATC, PEALM, PEV-CC/HC	PEATC, PEALM PEV-CC/HC
Controles	PEATC PEALM PEVs- CC/HC/CU	Perimetría DTI (tractografía, conectividad) Longitud de resección Volumetría		

Leyenda: PEATC: Potencial evocado auditivo de tallo cerebral; PEALM: Potencial evocado auditivo de latencia media; PEV: Potencial evocado visual. CC: campo completo; HC: hemicampo; Cu: cuadrante; DTI: imágenes por tensor de difusión.

## RMN cuantitativa

**Longitud de la resección.** Se evaluó en 22 pacientes, 11 con lobectomía izquierda y 11 derecha. El valor promedio de la longitud de resección neocortical fue de 40,74 mm, mientras que la resección mesial fue de 14,87 mm en todo el grupo de pacientes. En los pacientes con lobectomía izquierda la resección neocortical fue de 38,67 mm y la mesial de 17,74 mm, mientras que los casos en que se operó el lado derecho fue de 42,81 mm y 12,0 mm respectivamente. Estas diferencias entre grupos no alcanzaron la significación estadística (prueba U de Mann-Whitney,  $p > 0,05$ ).

**Volumetría.** Los volúmenes reseçados de las estructuras de interés (neocorticales y mesiales) fueron medidos en 10 pacientes, 7 con lobectomía izquierda y 3 derecha.

## Relaciones estructura-función

Para los análisis de correlación con los estudios anatómicos se unieron ambos grupos de pacientes considerando si la vía a evaluar era ipsi o contralateral al lado de la resección, y se utilizaron los datos normalizados del PEATC y PEALM.

No encontramos correlación estadísticamente significativa entre las variables del PEATC, el volumen y la longitud de la resección (prueba de correlaciones de Pearson,  $p > 0,05$ ). Solo en el análisis de la conectividad en las radiaciones auditivas se constató una correlación negativa entre la densidad de conexión y la latencia de la onda III ipsilaterales a la resección (prueba de correlaciones de Pearson,  $p < 0,05$ ,  $R = -0,76$ ), onda esta que mostró una significativa prolongación de latencia en el grupo con lobectomía derecha.

La Tabla 3 resume los resultados del análisis de correlación que tuvieron significación estadística entre las variables electrofisiológicas del PEALM, y los estudios anatómicos (prueba de correlaciones de Pearson,  $p < 0,05$ ), lo que sugiere la existencia de una modificación del estado funcional en la vía auditiva dado por una menor velocidad de propagación del impulso nervioso, en correspondencia con una reducción en el flujo de información desde el cuerpo geniculado medial hasta la corteza auditiva y una menor relación funcional entre estas estructuras, con repercusión a otros niveles inferiores en el neuroeje (colículos inferiores-complejo olivar superior).

Sin embargo, si consideramos que la amplitud de los componentes del PEALM lejos de disminuir mostró una tendencia al incremento a los 12 y 24 meses de la resección, podríamos estar en presencia de un fenómeno “paradójico” de liberación, caracterizado por una mejoría funcional a largo plazo una vez que se retira la zona epileptogénica.

### Evaluación del sistema visual

En los hallazgos preoperatorios de los potenciales evocados visuales, en el estudio a campo completo, no se detectaron diferencias significativas entre pacientes y controles, mientras que la evaluación por hemisferios mostró discretas diferencias entre grupos.

En cuanto a cambios posoperatorios, el seguimiento longitudinal posquirúrgico hasta 24 meses no mostró cambios significativos en la exploración a campo completo para ninguna de las variables estudiadas (prueba de Wilcoxon  $p > 0,05$ ) ni diferencias entre los grupos de pacientes con lobectomía derecha e izquierda (prueba U de Mann-Whitney,  $p > 0,05$ ).

A continuación, se resumen los resultados de la evaluación por cuadrantes.

**Comparación entre ojos.** Encontramos latencias más prolongadas de la onda P100 en el CSC del ojo ipsilateral a la resección en los pacientes con lobectomía izquierda (prueba de Wilcoxon,  $p < 0,05$ ), mientras que en los pacientes con lobectomía derecha no se alcanzó la significación estadística. Con respecto a la amplitud de P100 no encontramos diferen-

cias entre ojos para ambos grupos de pacientes (prueba de Wilcoxon,  $p > 0,05$ ). Estos hallazgos sugieren que, de existir un compromiso funcional de la vía visual, este involucra de preferencia al ojo ipsilateral a la resección, lo que se explica por la distribución de las fibras del asa de Meyer.

**Comparación entre grupos.** Constatamos diferencias significativas entre pacientes y controles en cuanto a la latencia de P100 en el cuadrante superior contralateral (CSC) (prueba U de Mann-Whitney,  $p < 0,05$ ), más prolongada entre los pacientes. En los pacientes con resección del lado derecho se sumó a este resultado el compromiso de amplitud de P100, tanto para el CSC como para el cuadrante inferior contralateral (CIC), con diferencias estadísticamente significativas con respecto a los controles (prueba U de Mann-Whitney,  $p < 0,05$ ).

Este resultado indica que existe un mayor compromiso funcional de la vía visual en los pacientes operados del lado derecho, ya que la afectación de latencia y amplitud de la onda P100 en el CSC sugieren un daño de mielina y axón respectivamente, además de la disfunción en el CIC que se aprecia en algunos de los pacientes de este grupo.

En general, estos hallazgos pueden estar relacionados a dos factores: la mayor extensión de la resección neocortical en el hemisferio derecho, o la disposición anatómica del asa de Meyer en las radiaciones ópticas de estos sujetos en particular, pudiendo coexistir ambas posibilidades.

**Tabla 3.** Correlaciones con significación estadística entre las variables electrofisiológicas del potencial evocado auditivo de latencia media y las variables anatómicas.

	Latencia Na	Latencia Pa	Latencia Nb	Amplitud Na	Amplitud Pa
Longitud mesial		+0,51	+0,48		
Longitud neocortical**	+0,61				
Volumen amígdala *		+0,77	+0,81		
Índice residual amígdala					-0,59
Índice residual GTI					-0,67
Índice residual PTM				-0,89	-0,79
Volumen PTM				+0,84	+0,65
Probabilidad de conexión (AF)**	-0,88		-0,89	+0,92	
Fuerza de conexión (AF)**		-0,89	-0,89		

Nota: La tabla hace referencia a la correlación de las variables anatómicas ipsilaterales, a la resección con los valores normalizados del potencial evocado auditivo de latencia media registrados en Cz. Los signos + y - indican si la relación es positiva o negativa, y los números corresponden a la R de cada correlación (prueba de correlaciones de Pearson,  $p < 0,05$ ). AF: anisotropía fraccional; GTI: giro temporal inferior; PTM: polo temporal medio. \*Pacientes con lobectomía izquierda. \*\*Pacientes con lobectomía derecha.

**Tabla 4.** Correlaciones con significación estadística entre las variables anatómicas, las variables electrofisiológicas de los potenciales evocados visuales por cuadrantes, y la perimetría.

	Latencia P100			Amplitud P100			Perimetría
	O1	Oz	O2	O1	Oz	O2	
<b>Radiaciones ópticas</b>							
Perimetría	+0,53	+0,50	+0,50				-
Longitud neocortical	+0,61	+0,60	+0,59				+0,72
Volumen GTM				-0,72	-0,76	-0,78	+0,83
Volumen GTI				-0,66	-0,71	-0,70	+0,77
AF *	-0,96	-0,98	-0,97				-0,73
CD *	+0,98	+0,97	+0,98				
Difusividad axial *	+0,99	+0,99	+0,99				
Difusividad radial *	+0,99	+0,99	+0,99				
Densidad de conexión	-0,79	-0,78	-0,78				+0,76
Probabilidad de conexión	-0,89	-0,87	-0,86				
Fuerza de conexión	-0,88	-0,88	-0,89				+0,74
<b>Corteza occipital</b>							
Número de tractos							+0,86
Volumen de tractos				+0,87	+0,94	+0,80	
AF					+0,82		-0,71

Nota: La Tabla hace referencia a la correlación de las variables anatómicas con los valores normalizados del potencial evocado visual por cuadrantes (máxima latencia y mínima amplitud) en el cuadrante superior contralateral a la resección. Los signos + y - indican si la relación es positiva o negativa, y los números corresponden a la R de cada correlación (prueba de correlaciones de Pearson,  $p < 0,05$ ). GTM: giro temporal medio; GTI: giro temporal inferior. \*Pacientes con lobectomía derecha, ojo derecho.

## Evaluación perimétrica

Solo 4 de los pacientes estudiados mostraron defectos del campo visual en la evaluación clínica (perimetría por confrontación). Encontramos en los pacientes una mayor incidencia de defectos visuales con la perimetría computarizada en el CSC (73,91 %), superior en aquellos con lobectomías derechas (80,0 %) al comparar con las izquierdas (69,0 %).

Los defectos parciales incongruentes fueron los más frecuentes, evidenciándose una mayor afectación del campo nasal que se corresponde con las fibras procedentes del ojo ipsilateral (77,0 % en el grupo con lobectomía izquierda y 75,0 % en el derecho), resultado similar al constatado en el registro de PEVs por cuadrantes antes mencionado.

## RMN cuantitativa

Con imágenes por tensor de difusión (DTI) se estudiaron 8 pacientes, 6 con lobectomía derecha y 2 izquierda. Se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas para todo el grupo de pacientes con respecto a la longitud de los tractos (prueba de Wilcoxon,  $p = 0,03$ ) así como su anisotropía fraccional (prueba de Wilcoxon,  $p = 0,01$ ), siendo menor en el lado operado. Cuando limitamos el análisis al grupo con lobectomía derecha, el número de tractos fue también signi-

ficativamente diferente (prueba de Wilcoxon,  $p = 0,027$ ). En la corteza occipital se encontraron diferencias entre lados para el número de tractos, su anisotropía fraccional y difusividad radial (prueba de Wilcoxon,  $p = 0,027$ ), inferiores también en el lado operado.

## Relaciones estructura-función

La Tabla 4 resume los resultados del análisis de correlación que tuvieron significación estadística entre las variables electrofisiológicas, la perimetría y los estudios anatómicos (prueba de correlaciones de Pearson,  $p < 0,05$ ).

Como se puede apreciar, la latencia de la onda P100 obtenida con estimulación por cuadrantes correlacionó con el daño de las fibras en las radiaciones ópticas, demostrado por el efecto de la extensión de la resección en la neocorteza del lóbulo temporal (positivo) y el valor de la conectividad entre el cuerpo geniculado lateral y la corteza occipital (negativo), sobre esta variable electrofisiológica. Esta relación se hizo además evidente con los resultados de la perimetría (positiva), y para los 3 electrodos de registro.

La amplitud de la onda P100 en los 3 electrodos de registro correlacionó negativamente con los volúmenes de tejido resecado en los giros temporales medio e inferior.

De igual forma la amplitud de P100 correlacionó con el volumen de los tractos relacionados con la corteza occipital. La densidad y fuerza de la conexión entre las regiones de interés tuvieron una relación positiva con esta variable, selectivamente para el electrodo O2, lo que nos parece congruente dado que la mayoría de los pacientes incluidos en el estudio anatómico de los tractos tuvieron resección del lóbulo temporal anterior del lado derecho (6 de 8).

Nótese que la perimetría, clásicamente considerada la "regla de oro" para la evaluación de los defectos del campo visual, tuvo también una relación estadísticamente significativa con el volumen de tejido resecaado en los giros temporales medio e inferior, con la longitud neocortical de la resección y con los valores de anisotropía fraccional, tanto de la radiación óptica como de la corteza occipital (véase la Tabla 4).

Al evaluar las variables de la tracto-grafía en las radiaciones ópticas no encontramos ninguna relación estadísticamente significativa con las restantes mediciones en el grupo de sujetos estudiados (prueba de correlaciones de Pearson,  $p > 0.05$ ).

Sin embargo, al considerar el lado de la resección y las respuestas de cada ojo por separado, se evidenció una correlación negativa de la latencia de P100 en el CSC del ojo ipsilateral con los valores de anisotropía fraccional, y una correlación positiva con el coeficiente de difusión y la difusividad (axial y radial) en los pacientes con lobectomía derecha. Este resultado sugiere, al igual que ocurrió con el potencial visual y la perimetría, que existe mayor probabilidad de lesionar fibras procedentes del ojo del mismo lado de la resección que derivan de la retina temporal (campo visual nasal) y que trascurren más ventralmente en el asa de Meyer provocando los defectos visuales incongruentes<sup>(24)</sup>.

Por último, vale señalar que encontramos una correlación negativa estadísticamente significativa del volumen de los tractos y la anisotropía fraccional de la corteza occipital del lado operado con la latencia de P100 en el CIC (prueba de correlación de Pearson,  $p < 0,05$ ,  $R = -0,87$  y  $R = -0,89$  respectivamente), y con la amplitud de P100 en el mismo cuadrante (prueba de correlación de Pearson,  $p < 0,05$ ,  $R = 0,94$  y  $R = 0,92$  respectivamente). Lo anterior fue válido solo cuando se realizó el análisis de los pacientes con lobectomía temporal derecha. Una vez más, los resultados apuntan a un mayor compromiso anatómico y funcional de la radiación óptica cuando se trata del hemisferio no dominante para el lenguaje.

En resumen, los mayores valores de latencia de P100 en el CSC indican un probable daño de mielina en las radiaciones ópticas avalado con los estudios de neuroimágenes de la difusión (tracto-grafía y conectividad) y en correspondencia con los resultados perimétricos, mientras que las menores

amplitudes de esta respuesta electrofisiológica sugieren la existencia de un daño axonal de la vía visual en concordancia con los resultados de los estudios volumétricos. Todos estos hallazgos confirman la existencia de una disfunción parcial y selectiva de la vía visual, en particular de las radiaciones ópticas en el lado de la lobectomía temporal, que se expresa como una cuadrantanopsia homónima superior contralateral a la resección, imperceptible para la mayoría de los pacientes con epilepsia resistente a la medicación y sometidos a este proceder quirúrgico.

## DISCUSIÓN

La cirugía de epilepsia como opción terapéutica para los pacientes con ELTm resistente a la medicación produjo cambios estructurales y funcionales en los sistemas sensoriales auditivo y visual, detectados mediante el empleo de las técnicas electrofisiológicas y en correspondencia con las variaciones estructurales evidenciadas con las técnicas de neuroimágenes.

La presencia de DCF histológicamente demostrada en la mayoría de los pacientes podría constituir un elemento que justifique la disfunción de áreas corticales donde se ubica la zona epileptogénica y que secundariamente modulen la actividad de áreas corticales vecinas vinculadas al procesamiento sensorial, o incluso más allá, en los niveles subcorticales.

La evolución crónica de esta enfermedad, caracterizada por una duración promedio de veinte años con crisis resistentes a la medicación en los sujetos estudiados, pudiera contribuir también a este resultado.

Se conoce que las descargas eléctricas provocadas por las crisis inducen pérdida neuronal, con el consiguiente daño funcional en las regiones donde ellas ocurren, y a la vez comprometen áreas de neuronas vecinas estrechamente relacionadas. Tal podría ser el caso de las áreas corticales vinculadas al procesamiento sensorial y que por retroalimentación modulan el nivel de actividad en las estaciones de relevo. A esto se adiciona el hecho conocido de que las descargas epilépticas interictales afectan la actividad de reposo de diversas estructuras en los pacientes con epilepsias del lóbulo temporal que presentan crisis parciales complejas. Así lo demuestran los resultados de Laufs y cols., quienes detectan un incremento en la actividad del hipocampo ipsilateral en pacientes con este tipo de epilepsia utilizando imágenes de RMN correlacionadas con el EEG durante los períodos intercrisis<sup>(25)</sup>.

Luego de la extirpación quirúrgica de la zona epileptogénica se produjeron otros cambios funcionales demostrados por los estudios de potenciales evocados auditivos y cuya dimensión estuvo vinculada a la magnitud de la resección, predominantemente del mismo lado de la resección a nivel de tallo

encefálico lo que se justifica, porque las fibras que participan del control eferente ejercido por la corteza sobre los niveles inferiores de la vía auditiva (mesencéfalo-protuberancia-receptor coclear) son en su mayoría ipsilaterales.

Debe recordarse que en el sistema auditivo el mecanismo de retroalimentación de la aferencia sensorial llega hasta las células ciliadas del receptor coclear, de manera que las modificaciones en la corteza auditiva, provocadas por el efecto modulador que pueden ejercer las áreas reseadas (polo temporal, amígdala) podrían conducir a cambios funcionales en niveles inferiores dentro de la vía.

Se conoce que la corteza auditiva primaria, preservada durante la cirugía, inhibe la conducción de los impulsos ascendentes mediante el sistema de control de la aferencia sensorial, modificando la actividad en las estaciones de relevo de la vía (colículos inferiores y complejo olivo-coclear) ipsilateralmente, mientras que la estimulación de áreas auditivas secundarias potencia los impulsos ascendentes<sup>(8)</sup>. Estas últimas áreas podrían recibir el influjo de las zonas removidas, especialmente en los pacientes con lobectomía derecha donde la resección es más amplia. Como resultado de este desbalance excitatorio-inhibitorio, domina la inhibición de la aferencia en el mismo lado de la cirugía, lo que se expresa por un retardo de la conducción en los niveles subcorticales de la vía.

En los niveles superiores de la vía (radiaciones auditivas-corteza auditiva primaria) la influencia de la magnitud de la resección se hizo evidente en todo el grupo de pacientes de nuestro estudio. La corteza temporopolar constituye un probable sitio de convergencia para la aferencia auditiva y límbica involucradas en el procesamiento auditivo. Por tanto, asumimos que la lesión de estas estructuras refuerza la supresión eferente y retarda la aparición de la respuesta evocada cortical.

Se conoce además por evidencias obtenidas en estudios con animales que el polo temporal y la amígdala participan en el procesamiento auditivo, aunque en el caso de los humanos son escasas las evidencias, llegando a plantearse incluso su influencia en el déficit cognitivo que pueden mostrar los pacientes con epilepsia del lóbulo temporal<sup>(26)</sup>.

Los resultados del presente estudio apoyan la existencia de este vínculo en el humano, toda vez que los resultados de los estudios estructurales (longitud de la resección, volumen reseado en el polo temporal medio y amígdala, y conectividad de las radiaciones auditivas) se correspondieron con las modificaciones electrofisiológicas detectadas en la vía auditiva después de la intervención.

Un comentario adicional merece el cambio funcional de la vía detectado en el estudio de seguimiento a los doce meses posteriores al tratamiento quirúrgico. Asumimos que es-

tamos en presencia de un fenómeno de neuroplasticidad del sistema auditivo, donde la remoción de la zona epileptogénica eliminó la influencia desincronizante de un tejido con cambios neuropatológicos evidentes, lo que repercutió progresivamente en la mayor magnitud de la respuesta evocada.

Con respecto al estudio del sistema visual, también pudimos detectar discretas anomalías en la exploración pre-operatoria de los pacientes con ELTm utilizando las técnicas electrofisiológicas de exploración por hemicampos, que no cumplieron un patrón de lesión. Pero sin lugar a dudas, la intervención quirúrgica provocó un déficit visual evidenciado mediante las diferentes técnicas de exploración (perimetría-PEV por cuadrantes) a pesar de que la mayor parte de los pacientes no estuvieron conscientes del mismo.

Tal y como se reporta en la literatura, pudimos constatar una pérdida parcial o total de visión en el cuadrante superior contralateral a la resección, congruente o no, en dependencia del grado de compromiso para cada ojo. Este defecto es provocado por un daño prácticamente inevitable de las radiaciones ópticas a nivel del asa de Meyer al incursionar estas fibras en la porción anterior del lóbulo temporal.

Múltiples y diversos han sido los reportes en la literatura sobre el porcentaje de pacientes que pueden sufrir estas secuelas, de 50 % a 100 %<sup>(13,27-31)</sup>, con las consiguientes limitaciones a que conlleva, por ejemplo para la conducción de vehículos<sup>(32-34)</sup>. En un trabajo recientemente publicado Beisse y cols. encuentran que el 50 % de los pacientes que exhiben un defecto del campo visual poslobectomía no cumplen con los requerimientos legales para obtener una licencia de conducción, y más aún, el 56 % no cumple con los criterios para manejar vehículos pesados según la legislación vigente en Alemania<sup>(35)</sup>.

Teniendo en cuenta la variabilidad reportada decidimos evaluar mediante otras herramientas, además de la perimetría convencional clásicamente empleada, la posible afectación de la vía visual.

Los PEV con estimulación parcial multifocal tienen una utilidad demostrada en la evaluación de defectos del campo visual en diferentes patologías<sup>(15,32,36-39)</sup>, y los estudios de neuroimágenes de la difusión han brindado evidencias objetivas del daño de la vía visual en pacientes con ELTm sometidos a tratamiento quirúrgico<sup>(9,10,13-16,29,30,36,40-43)</sup>.

Al no disponer de la técnica de PEV multifocal, utilizamos una variante novedosa de exploración con PEV por cuadrantes en combinación con la perimetría, encontrando una estrecha correspondencia entre sus resultados, y de ambas técnicas a su vez con los valores de anisotropía fraccional medidos en la radiación óptica y en la corteza occipital del lado de la resección, todo lo cual sugiere la existencia de un

daño de mielina en las fibras del asa de Meyer, dependiente además de la extensión del tejido neocortical removido.

La relación adicional evidenciada entre los PEV por cuadrantes, el volumen de tejido resecado en los giros temporales medio e inferior, y la reducción en el volumen y número de tractos en la propia corteza occipital, hablan a favor de un daño axonal añadido en las fibras geniculocalcarinas.

A diferencia de los postulados esgrimidos en la evaluación de la vía auditiva, en el caso de la vía visual las secuelas de la lobectomía temporal anterior sí constituyen, una consecuencia de la agresión directa de las fibras de las radiaciones ópticas, dependiente del proceder quirúrgico empleado, matizado por la conocida variabilidad intersujetos con respecto a la trayectoria de la vía <sup>(44)</sup> y la distancia entre la punta del asa de Meyer y el borde posterior del polo temporal <sup>(45)</sup>. Su disposición anatómica predispone para que ocurra este tipo de afectación, especialmente en los pacientes con lobectomía derecha, en donde no existe el riesgo de lesionar áreas elocuentes para el lenguaje, con lo cual se pueden realizar remociones más generosas de la zona epileptogénica guiadas por la electrocorticografía transoperatoria.

En una amplia revisión de la literatura (1954-2010) Mandelstam resume la casuística de diferentes autores que evalúan el efecto del tamaño de la resección sobre el defecto visual, y encuentra resultados muy diversos, tanto para el tamaño de la resección como para el porcentaje de pacientes con déficit visual <sup>(46)</sup>. Para estimar la distancia entre el límite anterior del asa de Meyer y la punta del polo temporal algunos estudios se basan en los resultados de la resección quirúrgica, otros en la disección de cadáveres, y los más recientes en los estudios de tractografía con imágenes de difusión. De ahí que los hallazgos sean tan diversos de 60 mm a 20 mm, y que no exista una distancia de resección 100 % segura para evitar los defectos visuales.

## Conclusiones

La lobectomía temporal anterior en los pacientes con epilepsia resistente al tratamiento farmacológico convencional produjo una mejoría clínica evidente, en concordancia con lo reportado por otros grupos de trabajo en el mundo. A la par se constataron los cambios perimétricos esperados, corroborados por las técnicas electrofisiológicas conjuntamente con los estudios de neuroimágenes de la difusión.

En cambio, las modificaciones detectadas en el estudio de la vía auditiva con técnicas similares fueron novedosas y sugestivas de cambios neuroplásticos a largo plazo en el sistema auditivo.

Estas secuelas no limitan en lo absoluto el uso de la técnica quirúrgica para el tratamiento de pacientes que no dispo-

nen de otras opciones terapéuticas, pero deben ser consideradas si se desea ofrecer a estos una mejor calidad de vida.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gronich G, Arno L, Dualib K. Neurofisiología nao-invasiva (EEG) das diferentes síndromes epilépticas. In: Cukiert A, editor. Tratamento clínico e cirúrgico das epilepsias de difícil controle. Sao Paulo: Lemos; 2002. p. 157.
2. Hauser W. The natural history of temporal lobe epilepsy. In: Lunders H, editor. Epilepsy surgery. New York: Raven Press; 2000. p. 133-41.
3. Olivera Viera Jr. Tratamento cirúrgico da epilepsia do lobo temporal. In: Cukiert A, editor. Tratamento Clínico e cirúrgico das epilepsias de difícil controle. Sao Paulo: Lemos; 2002. p. 269-89.
4. Bonilha L, Marzt G, Glazier, Edwards JC. Subtypes of medial temporal lobe epilepsy: Influence on temporal lobectomy outcomes? *Epilepsia* 2012;53(1):1-6.
5. Bazil C, Morrell MJ, Peddley T. Epilepsy. In: Rowland L, editor. Merritt's Neurology. 11ª ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005. p. 990-1008.
6. Karceski S, Morrell M. Principles of epilepsy management: Diagnosis and treatment. In: John H. Noseworthy, editor. Neurological therapeutics. Principles and practice. 2<sup>th</sup> ed. Rochester: Informa Healthcare; 2006. p. 341-54.
7. Jacobson GP, Privitera M, Neils JR, Grayson AS, Yeh HS. The effects of anterior temporal lobectomy (ATL) on the middle-lateny auditory evoked potential (MLAEP). *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1990 Mar;75(3):230-41.
8. Khalifa S, Bougeard R, Morand N, Veillet E, Isnard J, Guenot M, et al. Evidence of peripheral auditory activity modulation by the auditory cortex in humans. *Neuroscience* 2001;104(2):347-58.
9. Barton JJ, Hefter R, Chang B, Schomer D, Drislane F. The field defects of anterior temporal lobectomy: a quantitative reassessment of Meyer's loop. *Brain* 2005 Sep;128(Pt 9):2123-33.
10. Taoka T, Sakamoto M, Nakagawa H, Nakase H, Iwasaki S, Takayama K, et al. Diffusion tensor tractography of the Meyer loop in cases of temporal lobe resection for temporal lobe epilepsy: correlation between postsurgical visual field defect and anterior limit of Meyer loop on tractography. *AJNR Am J Neuroradiol* 2008 Aug;29(7):1329-34.
11. Celesia G. Visual evoked potentials in Clinical Neurology. In: Michael J. Aminoff, editor. *Electrodiagnosis in Clinical Neurology*. 5th ed. Philadelphia: Elsevier; 2005. p. 453-71.
12. Krolak-Salmon P, Guenot M, Tiliket C, Isnard J, Sindou M, Mauguere F, et al. Anatomy of optic nerve radiations as assessed by static perimetry and MRI after tailored temporal lobectomy. *Br J Ophthalmol* 2000 Aug;84(8):884-9.
13. Jeelani NU, Jindahra P, Tamber MS, Poon TL, Kabasele P, James-Galton M, et al. Hemispherical asymmetry in the Meyer's Loop: a prospective study of visual-field deficits in 105 cases undergoing anterior temporal lobe resection for epilepsy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2010 Sep;81(9):985-91.
14. McDonald CR, Hagler DJ, Jr., Girard HM, Pung C, Ahmadi ME, Holland D, et al. Changes in fiber tract integrity and visual fields after anterior temporal lobectomy. *Neurology* 2010 Nov 2;75(18):1631-8.

15. Yogarajah M, Focke NK, Bonelli S, Cercignani M, Acheson J, Parker GJ, et al. Defining Meyer's loop-temporal lobe resections, visual field deficits and diffusion tensor tractography. *Brain* 2009 Jun;132(Pt 6):1656-68.
16. Winston GP, Mancini L, Stretton J, Ashmore J, Symms MR, Duncan JS, et al. Diffusion tensor imaging tractography of the optic radiation for epilepsy surgical planning: a comparison of two methods. *Epilepsy Res* 2011 Nov;97(1-2):124-32.
17. Kolbe S, Bajraszewski C, Chapman C, Nguyen T, Mitchell P, Paine M, et al. Diffusion tensor imaging of the optic radiations after optic neuritis. *Hum Brain Mapp* 2012 Sep;33(9):2047-61.
18. Engel J, Jr., Van Ness PC, Rasmussen T, Ojemann LM. Outcome with respect to epileptic seizures. In: Engel J., editor. *Surgical treatment of the epilepsies*. 2nd ed. New York: Raven Press; 1993. p. 609-21.
19. Engel J, Jr. Overview of Surgical Treatment for Epilepsy. In: S. Shorvon EPaJE, editor. *The treatment of epilepsy*. Third ed. Oxford: Wiley-Blackwell; 2009. p. 743-56.
20. Tellez-Zenteno JF, Ladino LD. Epilepsia temporal: aspectos clínicos, diagnósticos y de tratamiento. *Rev Neurol* 2013;56:229-42.
21. Helmstaedter C, Kurthen M, Lux S, Johanson K, Quiske A, Schramm J, et al. Temporal lobe epilepsy: longitudinal clinical, neuropsychological and psychosocial follow-up of surgically and conservatively managed patients. *Nervenarzt* 2000 Aug;71(8):629-42.
22. Helmstaedter C, Kurthen M, Lux S, Reuber M, Elger CE. Chronic epilepsy and cognition: a longitudinal study in temporal lobe epilepsy. *Ann Neurol* 2003 Oct;54(4):425-32.
23. Little AS, Smith KA, Kirlin K, Baxter LC, Chung S, Maganti R, et al. Modifications to the subtemporal selective amygdalohippocampectomy using a minimal-access technique: seizure and neuropsychological outcomes. *J Neurosurg* 2009 Dec;111(6):1263-74.
24. Hughes TS, Abou-Khalil B, Lavin PJ, Fakhoury T, Blumenkopf B, Donahue SP. Visual field defects after temporal lobe resection: a prospective quantitative analysis. *Neurology* 1999 Jul 13;53(1):167-72.
25. Laufs H, Hamandi K, Salek-Haddadi A, Kleinschmidt AK, Duncan JS, Lemieux L. Temporal lobe interictal epileptic discharges affect cerebral activity in "default mode" brain regions. *Hum Brain Mapp* 2007 Oct;28(10):1023-32.
26. Bougeard R, Fischer C. The role of the temporal pole in auditory processing. *Epileptic Disord* 2002 Sep;4 Suppl 1:S29-S32.
27. Delgado MF, Nguyen NT, Cox TA, Singh K, Lee DA, Dueker DK, et al. Automated perimetry: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2002 Dec;109(12):2362-74.
28. Lutz MT, Mayer T, Schiefer U. Recommendations for a standardized perimetry within the framework of epilepsy surgery. *Ophthalmologie* 2011 Jul;108(7):628-36.
29. Winston GP, Yogarajah M, Symms MR, McEvoy AW, Micallef C, Duncan JS. Diffusion tensor imaging tractography to visualize the relationship of the optic radiation to epileptogenic lesions prior to neurosurgery. *Epilepsia* 2011 Aug;52(8):1430-8.
30. Winston GP, Daga P, Stretton J, Modat M, Symms MR, McEvoy AW, et al. Optic radiation tractography and vision in anterior temporal lobe resection. *Ann Neurol* 2012 Mar;71(3):334-41.
31. Yeni SN, Tanriover N, Uyanik O, Ulu MO, Ozkara C, Karaagac N, et al. Visual field defects in selective amygdalohippocampectomy for hippocampal sclerosis: the fate of Meyer's loop during the transsylvian approach to the temporal horn. *Neurosurgery* 2008 Sep;63(3):507-13.
32. Spencer EL, Harding GF. Examining visual field defects in the paediatric population exposed to vigabatrin. *Doc Ophthalmol* 2003 Nov;107(3):281-7.
33. Pathak-Ray V, Ray A, Walters R, Hatfield R. Detection of visual field defects in patients after anterior temporal lobectomy for mesial temporal sclerosis-establishing eligibility to drive. *Eye (Lond)* 2002 Nov;16(6):744-8.
34. Ray A, Pathak-Ray V, Walters R, Hatfield R. Driving after epilepsy surgery: effects of visual field defects and epilepsy control. *Br J Neurosurg* 2002 Oct;16(5):456-60.
35. Beisse F, Lagreze WA, Schmitz J, Schulze-Bonhage A. Visual field defects after epilepsy surgery: Implications for driving license tenure. *Ophthalmologie* 2014 Mar 1;doi:10.1007/s00347-013-3013-9.
36. Yukawa E, Matsuura T, Kim YJ, Taketani F, Hara Y. Usefulness of multifocal VEP in a child requiring perimetry. *Pediatr Neurol* 2008 May;38(5):360-2.
37. Kim YJ, Yukawa E, Kawasaki K, Nakase H, Sakaki T. Use of multifocal visual evoked potential tests in the objective evaluation of the visual field in pediatric epilepsy surgery. *J Neurosurg* 2006 Mar;104(3 Suppl):160-5.
38. Betsuin Y, Mashima Y, Ohde H, Inoue R, Oguchi Y. Clinical application of the multifocal VEPs. *Current Eye Research* 2001;22(1):54-63.
39. Harding GF, Spencer EL, Wild JM, Conway M, Bohn RL. Field-specific visual-evoked potentials: identifying field defects in vigabatrin-treated children. *Neurology* 2002 Apr 23;58(8):1261-5.
40. Chen X, Weigel D, Ganslandt O, Buchfelder M, Nimsky C. Prediction of visual field deficits by diffusion tensor imaging in temporal lobe epilepsy surgery. *Neuroimage* 2009 Apr 1;45(2):286-97.
41. Van Baarsen KM, Porro GL, Wittebol-Post D. Epilepsy surgery provides new insights in retinotopic organization of optic radiations. A systematic review. *Curr Opin Ophthalmol* 2009 Nov;20(6):490-4.
42. Nilsson D, Starck G, Ljungberg M, Ribbelin S, Jonsson L, Malmgren K, et al. Intersubject variability in the anterior extent of the optic radiation assessed by tractography. *Epilepsy Res* 2007 Oct;77(1):11-6.
43. Compston A. From the archives. 'Visual field changes following anterior temporal lobectomy: their significance in relation to "Meyer's loop" of the optic radiation' and 'The architecture of the optic radiation in the temporal lobe of man'. *Brain* 2005 Sep;128(Pt 9):1959-61.
44. Wu W, Rigolo L, O'Donnell LJ, Norton I, Shriver S, Golby AJ. Visual pathway study using in vivo diffusion tensor imaging tractography to complement classic anatomy. *Neurosurgery* 2012 Mar;70(1 Suppl Operative):145-56.
45. Wang YX, Zhu XL, Deng M, Siu DY, Leung JC, Chan Q, et al. The use of diffusion tensor tractography to measure the distance between the anterior tip of the Meyer loop and the temporal pole in a cohort from Southern China. *J Neurosurg* 2010 Dec;113(6):1144-51.
46. Mandelstam SA. Challenges of the Anatomy and Diffusion Tensor Tractography of the Meyer Loop. *AJNR Am J Neuroradiol* 2012 Mar 15;33(7):1204-10.

### Agradecimientos

A los siguientes colaboradores: Dr. C. Jorge Bergado Rosado, Dra. Yamila Pérez Tellez, M. Sc. Rafael Rodríguez Rojas, D Dr. C. Nelson Quintanal Cordero, Dr. Randis Garbey Fernández, Dra Gladys Soto Rodríguez y Dra. C. Lídice Galán García.

### Conflictos de interés

No existen conflictos de interés.

### Contribución de autoría

1. Conceptualización: Margarita Minou Báez Martín, Lilia M. Morales Chacón,
2. Curación de datos: Margarita Minou Báez Martín
3. Análisis formal: Margarita Minou Báez Martín, Iván García Maeso, Lourdes Lorigados Pedre, Otto Trápaga Quincoses.
4. Adquisición de fondos: no
5. Investigación: Margarita Minou Báez Martín, Lilia M. Morales Chacón, Iván García Maeso, Lourdes Lorigados Pedre, Bárbara Estupiñán Díaz, María Eugenia García Navarro, Otto Trápaga Quincoses, Judith González González, Juan E. Bender del Busto, Ivette Cabrera Abreu, Karla Batista García-Ramó, Reinaldo Galvizu Sánchez.
6. Metodología: Margarita Minou Báez Martín, Lilia M. Morales Chacón.

7. Administración del proyecto: Margarita Minou Báez Martín, Lilia M. Morales Chacón.
8. Recursos: Iván García Maeso, Lourdes Lorigados Pedre, Bárbara Estupiñán Díaz, Otto Trápaga Quincoses, Judith González González, Juan E. Bender del Busto, Karla Batista García-Ramó, Reinaldo Galvizu Sánchez.
9. Software: -
10. Supervisión: Margarita Minou. Báez Martín, Lilia M. Morales Chacón.
11. Validación: Lilia M. Morales Chacón, Iván García Maeso.
12. Visualización: Margarita Minou. Báez Martín.
13. Redacción-borrador original: Margarita Minou Báez Martín.
14. Redacción-revisión y edición: Margarita Minou Báez Martín, Lilia M. Morales Chacón, Lourdes Lorigados Pedre.

### Declaración de financiación

No existió ninguna financiación para esta investigación.

### Cómo citar este artículo

Báez Martín MM, Morales Chacón LM, García Maeso I, Lorigados Pedre L, Estupiñán Díaz B, García Navarro ME, et al. Evaluación anatomofuncional de sistemas sensoriales en pacientes con epilepsia del lóbulo temporal mesial sometidos a tratamiento quirúrgico. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba* [Internet]. 2021 [citado en día, mes, año]; 11(2):e841. Disponible en: <http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/view/841>

