



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE PSICOLOGÍA**

**División de Estudios Profesionales**

**FUNCIONAMIENTO NEUROPSICOLÓGICO EN  
PACIENTES CON MALFORMACIONES  
ARTERIOVENOSAS CEREBRALES CORTICALES  
DURANTE LA PRUEBA PROVOCATIVA  
SUPRASELECTIVA EN EL INSTITUTO  
NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIROGÍA  
MANUEL VELASCO SUÁREZ**

**T E S I S**

Que para obtener el título de  
**LICENCIADA EN PSICOLOGÍA**

**P R E S E N T A**

**STEPHANIA ESTRADA GASCA**

**DIRECTORA**

**MTRA. ANA RUTH DÍAZ VICTORIA**

**REVISORA**

**DRA. MAURA JAZMÍN RAMÍREZ FLORES**

**SINODALES**

**DRA. ITZEL GRACIELA GALÁN LÓPEZ**

**MTRA. ISABEL TORRES KNOOP**

**DR. GERARDO ORTIZ MONCADA**

**ASESORA METODOLÓGICA**

**DRA. MARÍA ESTHER GÓMEZ PÉREZ**



**CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., OCTUBRE 2021.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## *Dedicatoria*

*Dedico este trabajo a mis padres, sus enseñanzas me han dado cimientos sólidos para alcanzar mis metas, los quiero y los admiro.*

### *Agradecimientos*

*No existe una forma de agradecer que pueda expresar a través de palabras el apoyo y cariño incondicional de familiares, asociación, amigos y maestros que me acompañaron en este camino como estudiante y como persona, impulsándome a superarme en todos los sentidos, les agradezco eternamente el aprendizaje que cada uno de ustedes deja en mí, soy afortunada de coincidir con ustedes. A los seres que ya no están, los llevo en mi memoria, les tengo un amor que perdura más allá de la muerte, los extraño todos los días.*

*A la Mtra. Ana Ruth Díaz Victoria y a la Dra. María Esther Gómez Pérez por el apoyo, tiempo, dedicación y formación durante mi práctica en el Instituto de Neurología.*

*A los miembros de mi jurado la Dra. Maura Ramírez, la Dra. Itzel Galán, la Mtra. Isabel Torres y el Dr. Gerardo Ortiz por sus valiosos comentarios y contribución a este trabajo.*

*A mi querida Universidad, pertenecer a esta institución es uno de los honores más grandes de mi vida.*

*“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”.*



<b>RESUMEN</b> .....	6
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	7
<b>CAPÍTULO 1. MALFORMACIONES ARTERIOVENOSAS CEREBRALES</b> .....	10
Definición y Descripción Histopatológica .....	10
Angioarquitectura de las MAVc: Nido, Arterias Aferentes y Venas de Drenaje .....	12
Patogénesis de las MAVc .....	14
Antecedentes Históricos.....	16
Epidemiología de las MAVc .....	18
Clasificación .....	21
Presentación Clínica.....	22
Hemorragia .....	22
Crisis convulsivas y Epilepsia.....	23
Cefaleas.....	24
Déficits Neurológicos Focales.....	25
Soplos.....	27
Diagnóstico y Tratamiento .....	27
<b>CAPÍTULO 2. CORTEZA CEREBRAL</b> .....	32
Estructura y Funcionamiento .....	32
Funciones Psicológicas Superiores.....	32
Vasculatura .....	35
Aporte Arterial .....	36
<b>CAPÍTULO 3. FUNCIONAMIENTO NEUROPSICOLÓGICO EN PACIENTES CON MAVC</b> .....	41
Pacientes Integros .....	41
Pacientes con Disfunción Cognitiva .....	45
<b>CAPÍTULO 4. PRUEBA PROVOCATIVA SUPRASELECTIVA CEREBRAL EN PACIENTES CON MAV</b> .	57
Antecedente: Test de Wada.....	57
Descripción General.....	60
Técnica Específica .....	60
Preparación .....	60
Aplicación y Uso.....	63
Solución de Problemas .....	65
Fármaco Anestésico .....	65
Monitorización Neurológica y Cognitiva Durante las PPS en Pacientes con MAVc.....	66
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	71
Pregunta de Investigación .....	72
<b>MÉTODO</b> .....	72
Objetivos.....	72
Hipótesis .....	73
Diseño de Investigación.....	73
Variables .....	74
Participantes.....	75
Criterios de Selección del Estudio.....	75
Muestra .....	76
Instrumentos.....	77
Aparatos y Materiales .....	78
Procedimiento .....	79
Análisis de los Datos.....	81

<b>RESULTADOS</b> .....	82
Características Sociodemográficas y Clínicas .....	82
Casos Clínicos Identificados con Malformaciones Arteriovenosas Cerebrales Corticales.....	85
Caso 1 .....	85
Caso 2 .....	89
Caso 3 .....	93
Caso 4 .....	97
Caso 5 .....	101
Caso 6 .....	105
Caso 7 .....	109
Caso 8 .....	113
Caso 9 .....	116
Caso 10 .....	119
Caso 11 .....	122
Caso 12 .....	127
Distribución Normal Estandarizada (Puntaje Z) .....	132
Análisis Grupal Lobar y Hemisférico del Desempeño durante la ENBS .....	133
<b>DISCUSIÓN</b> .....	136
<b>CONCLUSIONES</b> .....	143
<b>LIMITACIONES E IMPLICACIONES FUTURAS</b> .....	144
<b>REFERENCIAS</b> .....	148
<b>ANEXOS</b> .....	163

## Resumen

Las Malformaciones Arteriovenosas cerebrales (MAVc) corticales son lesiones congénitas dinámicas e impredecibles que establecen una comunicación anómala entre arterias y venas. Sus manifestaciones clínicas son abordadas desde especialidades médicas. La exploración neuropsicológica no ha sido habitual, sin embargo, esta anomalía puede afectar las funciones psicológicas superiores (FPS). Para establecer el tratamiento es indispensable la angiografía, al ser estándar de oro en su diagnóstico, además permite realizar Pruebas Provocativas Supraselectivas (PPS) para predecir cambios clínicos y hemodinámicos previos a la intervención invasiva, aislando la función de territorios arteriales con propofol. Sobre su administración existe poca evidencia, particularmente no se ha descrito la evaluación neuropsicológica durante éste procedimiento con estímulos distintos, únicos y dirigidos a hispanohablantes. **Objetivo:** Describir el efecto de la PPS sobre el funcionamiento neuropsicológico de pacientes con MAVc corticales a nivel individual y grupal de acuerdo con la localización lobar de las lesiones y hemisferio comprometido. **Método:** Se trata de un estudio no experimental de corte longitudinal de panel con alcance exploratorio-descriptivo, la muestra se conformó por 12 pacientes en ausencia de tratamiento invasivo, con un promedio de 29 años y rango de 19 a 46 años. **Resultados:** Seis pacientes presentaron cambios (PPS positiva) en el funcionamiento neuropsicológico de acuerdo con la localización de la lesión y vinculados al aumento (3) o disminución (3) en el puntaje de aciertos. El resto de los pacientes no presentó cambios (PPS negativa). Se identificó un paciente (caso 2) con alteración en su rendimiento con uso de puntajes Z. El análisis grupal del funcionamiento neuropsicológico de acuerdo con la localización de las MAVc demostró una magnitud de cambio variable en el puntaje de aciertos, de manera que pacientes con lesiones: temporales disminuyen sutilmente, frontales aumentan moderadamente, parietales y occipitales disminuyen, y en afecciones de lateralidad derecha existió disminución moderada, en tanto que en presencia de lesiones izquierdas el aumento fue sutil. **Conclusiones:** Estos hallazgos sustentan la utilidad de la PPS para identificar posibles cambios en el funcionamiento neuropsicológico vinculados a la localización de la MAVc cortical que pueden presentar algunos pacientes, y que sugieren mejorías o dificultades.

**Palabras clave:** MAV, Angiografía Cerebral, Neuropsicología.

## Introducción

Las Malformaciones Arteriovenosas (MAV) son lesiones complejas cuyas manifestaciones clínicas más graves ocurren cuando comprometen el cerebro (MAVc), donde se ubican en la corteza cerebral principalmente (Thomas et al., 2016). El pico de mayor incidencia en cuanto a su presentación se sitúa en la cuarta década de la vida, debutando con hemorragias, crisis convulsivas, cefaleas y/o déficits neurológico focales, de modo que los pacientes pueden solicitar atención médica por estos problemas, así como por alteraciones de la función cortical superior, soplos o hidrocefalia (Bradley et al., 2010). Los déficits neurológicos resultan de la afección directa al tejido cerebral que puede ocurrir por: el síndrome de robo vascular, fenómenos compresivos, insuficiencia cardíaca congestiva, crisis epilépticas refractarias y/o hemorragia (Castro et al., 2016; Chamorro y Vila, 1995; Fernández et al., 2003; Padilla, 2016). También es posible que esta sintomatología no aparezca, de manera que las personas tengan una vida sin complicaciones relacionadas con la lesión (Díaz-Victoria, 2005), aunque las MAVc se han reconocido cada vez más como una causa importante de morbilidad a largo plazo (Al-Shahi y Warlow, 2001).

Desde que las MAVc fueron observadas clínicamente en 1887, han sido predominantemente estudiadas desde la especialidad médica. No obstante, es posible analizar el funcionamiento cognitivo de los pacientes a través de diversos estudios clínicos de resultado neuropsicológico (Al-Shahi y Warlow, 2001; Ding et al., 2015), donde se han reportado casos de pacientes integros y con disfunción cognitiva leve, moderada o severa. En este sentido, se ha observado que en el desempeño neuropsicológico de los pacientes con MAVc influyen factores individuales como la edad, reserva cognitiva, presentación clínica, localización y gradación de la

FUNCIONAMIENTO NEUROPSICOLÓGICO EN PACIENTES CON MAVC CORTICALES DURANTE LA PPS  
lesión, modalidad de tratamiento intervencionista, fenómenos asociados (robo vascular o plasticidad cerebral) y los cambios en el flujo sanguíneo cerebral.

Por otra parte, el diagnóstico de pacientes con MAVc se realiza con base en la historia clínica, exploración neurológica y técnicas de imagen cerebral, siendo fundamental la angiografía cerebral puesto que: aporta definición de los conductos arteriales y de la anatomía venosa; obtiene información de las características hemodinámicas de la lesión; y permite realizar Pruebas Provocativas Supraselectivas (PPS), que representan la evolución y adaptación del Test de Wada, siendo útiles para determinar la elocuencia de las áreas cerebrales afectadas.

En la práctica no se ha demostrado alta sensibilidad o especificidad con el uso rutinario de las PPS, puesto que han sido ignoradas en muchos centros que se apoyan en las teorías tradicionales de la neuroanatomía funcional para predecir la morbilidad relacionada con el tratamiento intervencionista y guiar las decisiones terapéuticas. Sin embargo, la anatomía funcional asociada con las MAVc suele ser diferente a los paradigmas tradicionales dado su origen congénito, en este sentido los resultados del tratamiento son difíciles de predecir sin la información específica del paciente obtenida durante la PPS (Brian et al., 2003).

A pesar de que en 1974 se reportó por primera vez la cateterización supraselectiva de los vasos cerebrales (Jordán, 2014; Prestigiacomo et al., 2017) existe un pequeño número de informes al respecto enfocados en el funcionamiento neurológico, cuyo déficit podría conducir a déficits cognitivos que a menudo no son evaluados (Moo et al., 2002), en consecuencia existen escasas investigaciones donde se han valorado limitados dominios cognitivos mediante adaptaciones de pruebas estándar como la Escala de Memoria de Wechsler (WMS), el Test de Boston para el Diagnóstico de la Afasia y Pruebas de Juicio Lineal (Brian et al., 2003; Lazar et al., 1997; Moo et al., 2002). Es por ello que el objetivo central de esta investigación es describir

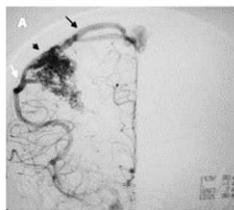
el efecto de la Prueba Provocativa Supraselectiva (PPS) sobre el funcionamiento neuropsicológico de pacientes con MAVc corticales a través de la aplicación de diversas tareas seleccionadas de acuerdo con perfil neuropsicológico del paciente, escolaridad, edad y localización exacta de la lesión, y que fueron elaboradas con estímulos distintos, únicos y reales para cada momento de Evaluación Neuropsicológica Breve Supraselectiva (ENBS), eliminando así los efectos del aprendizaje e interferencias relacionadas con la aplicación de las pruebas comprendidas en la Evaluación Neuropsicológica General (ENG). Se espera que los resultados obtenidos aporten información útil en la toma de decisiones terapéuticas, lo cual es un proceso complejo ya que aún no se sabe con exactitud cuál es el mejor tratamiento (embolización endovascular, resección quirúrgica y radioterapia estereotáctica) o combinación de tratamientos que conlleven los mejores resultados (Pérez, 2019) y evite no solo la muerte, déficits neurológicos, hemorragias o crisis convulsivas, sino también deterioro cognitivo (Carter et al., 1975).

Por consiguiente, se realizó una revisión teórica sobre: las MAVc, el funcionamiento neuropsicológico de los pacientes, la PPS cerebral en relación con sus antecedentes, descripción, técnica, aplicación y uso, solución de posibles dificultades, elección del fármaco anestésico, monitorización neurológica y cognitiva. También se abordaron algunos aspectos estructurales, funcionales y vasculares de la corteza cerebral. Posteriormente se planteó el método y los resultados obtenidos. Asimismo, se presenta la discusión de dichos resultados, conclusiones y finalmente limitaciones e implicaciones futuras de este estudio.

## Capítulo 1. Malformaciones Arteriovenosas Cerebrales

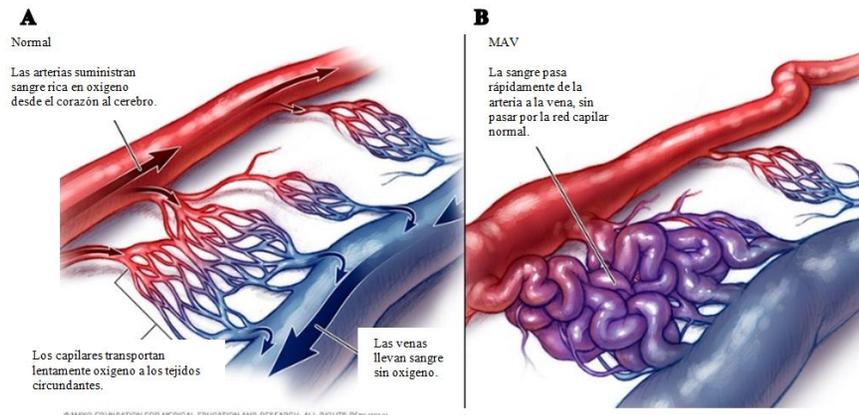
### Definición y Descripción Histopatológica

El término de malformación arteriovenosa (MAV) es utilizado para denominar una patología vascular congénita (Bradley et al., 2010; Grijalva, 1989; Guizado et al., 2019; Rodríguez, 2008) que puede ocurrir en cualquier parte del cuerpo, incluido el cerebro, corazón, hígado y la piel. Por lo tanto, las malformaciones arteriovenosas cerebrales (MAVc) son anomalías o lesiones complejas, heterogéneas y crónicas, de mayor importancia clínica que afectan al sistema nervioso central (SNC) y pueden causar alteraciones generalizadas de la circulación cerebral (Cao et al., 2009; Lazar et al., 2000; López et al., 2010; Martínez et al., 2009; Nogales et al., 2005; Spagnuolo et al., 2009). Se conoce que entre 70-93% son supratentoriales y se encuentran principalmente dentro de los hemisferios cerebrales, donde se distribuyen por igual, pues se sabe que aproximadamente 72% son corticales (Jordán, 2014; Kelly et al., 1969; López et al., 2010; Montesdeoca, 2018; Valavanis, 1996). Algunas series indican predilección por el lóbulo frontal en un 30% y parietal, pero pueden abarcar diversos lóbulos cerebrales y presentarse de forma única (90%) o múltiple (10%), cuando hay más de una (Chamorro y Vila, 1995; Lozano, 2017). Estos defectos vasculares que son capaces de establecer una comunicación anormal con el SNC (Guizado et al., 2019) constan de tres componentes estructurales: nido u ovillo compuesto por vasos displásicos que constituye el epicentro de la MAVc, ramas nutricias arteriales o aferentes y venas eferentes de drenaje (véase figura 1).



**Figura 1.** Angiografía diagnóstica cerebral con vista anteroposterior (A) que muestra la presencia de una MAVc en el lóbulo parietal derecho SM II. Ramas aferentes de la cerebral media (flecha blanca), nido de 3.8 cm (punta de la flecha) y venas de drenaje (flecha negra) al seno longitudinal superior. Recuperada de Martínez et al. (2009).

El nido es una malla de vasos anormales que conectan arterias directamente a venas sin una red capilar normal intermedia que es el principal sistema de resistencia vascular, resultando en una comunicación anómala entre arterias y venas que se muestra como una tortuosa conexión que implica un conglomerado, enredo o maraña de estos vasos anormalmente finos y débiles (Al-Shahi y Warlow, 2001; Chamorro y Vila, 1995; Gallardo, 2019). La ausencia de capilares produce una baja resistencia y expone al nido a presiones mayores. El alto flujo de sangre a través de la lesión con el tiempo hace dilatar y distender las arterias que obtienen una apariencia dismórfica, además de engrosar las paredes de las venas (véase figura 2).



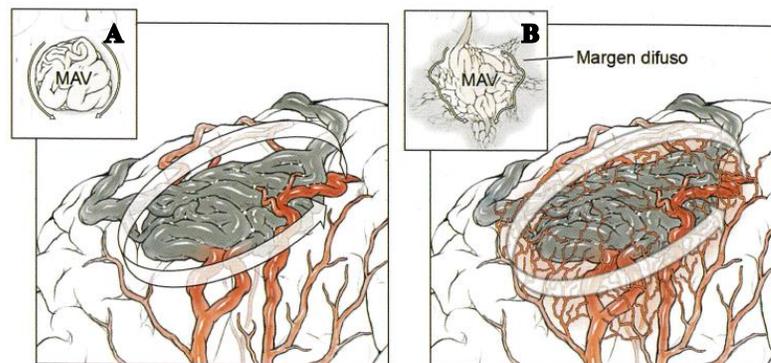
**Figura 2.** Esquema del flujo sanguíneo en la malformación arteriovenosa. Flujo sanguíneo en condiciones normales (A) y en presencia de una MAV (B). Recuperada de MAYO CLINIC (2019).

Algunos autores sugieren que no existe tejido nervioso viable en el nido, ni dentro de los límites de la lesión (López et al., 2010; Spagnuolo et al., 2009) debido al fenómeno de gliosis que afecta el tejido contenido dentro de las MAVc y se extiende fuera de los bordes de la misma, rodeandola. De modo que el nido está separado del parénquima cerebral normal por un halo de tejido gliótico y se supone que esta zona de gliosis puede relacionarse con la presencia de necrosis por anoxia y/o microhemorragias de este tejido que pueden ser silentes clínicamente. Por otro lado, en un análisis retrospectivo de Lasjaunias (2008) de más de 1400 MAVc, describieron la *angiopatía cerebral proliferativa* como un padecimiento diferente de las lesiones

convencionales que se refiere a un aspecto difuso de la lesión, cuyo análisis histológico sugiere la existencia de tejido cerebral viable entre los vasos nidales. Estas aportaciones permiten entender la complejidad del padecimiento (Martínez, 2009).

### Angioarquitectura de las MAVc: Nido, Arterias Aferentes y Venas de Drenaje

Esta patología involucra el tejido cerebral en que se asienta por infiltración (Garza, 1989). Existen anomalías con un nido (monocompartimental), con más de un nido en áreas adyacentes (multicompartimental) y las difusas con arterias y venas dispersas entre las que no puede reconocerse una conexión (López et al., 2010). De ahí que estas lesiones se consideran focales o difusas (véase figura 2). En opinión de Thomas et al. (2016) las MAVc focales o compactas no cuentan con parenquima cerebral intermedio y están separadas del cerebro adyacente, mientras que lesiones difusas contienen tejido cerebral normal atrapado entre los vasos sanguíneos anormales (Chin et al., 1992).



**Figura 2.** El nido de una MAVc puede ser compacto o difuso. Una lesión compacta (A) está enrollada con márgenes claros, sin parénquima cerebral entremezclado y separada del cerebro adyacente. Una MAVc difusa (B) está enrollada de forma holgada con márgenes no claros, cerebro entremezclado y poca separación. Recuperada de Lawton y Ojeda (2017).

En relación con las arterias nutricias, pueden incluir cualquier arteria dependiendo de la ubicación de la lesión (Lantz y Meyers, 2008), como ramas que surgen de las arterias cerebrales principales: arteria cerebral media (ACM), anterior (ACA) y posterior (ACP). También pueden

ser simples en un 3% a 5% de los casos, o múltiples en un 80% (Chamorro y Vila, 1995; López et al., 2010).

Las MAVc pueden tener una o múltiples venas de drenaje, que puede ser superficial o profundo (Mora, 2019). Defectos vasculares grandes cuentan con múltiples venas, dentro de las cuales se puede distinguir una vena primaria y venas secundarias. La vena primaria es generalmente la de mayor tamaño y su función es recoger la mayoría del flujo de salida de la lesión.

Una manera estructural de diferenciar los vasos sanguíneos de estas anomalías consiste en que las arterias tienen un límite de dilatación que no excede los 4 mm de diámetro. Entonces, cualquier vaso mayor de esta medida es una vena (Lawton y Ojeda, 2017).

En general, las MAVc son lesiones dinámicas e impredecibles a condición de que con el paso del tiempo pueden mantenerse estables, crecer, presentar regresión espontánea o recurrir después del tratamiento intervencionista (Prestigiacomio et al., 2017). Tienden a aumentar de volumen por reclutamiento de estructuras vasculares próximas, engrosando de los vasos de drenaje y dilatación de arterias (Martínez et al., 2009; Spagnuolo et al., 2009).

La recurrencia posterior al tratamiento puede ocurrir en el caso de anomalías compartimentalizadas que contienen sub-unidades hemodinámicas diferenciadas (con sus aferencias, nido, eferencias y combinaciones), que al sumarlas conforman la totalidad de una MAV sin límites reales, pues cambia de conformación ante los cambios hemodinámicos dentro de la lesión (Lozano, 2017). También se ha demostrado que el tratamiento incompleto de una MAVc produce angiogénesis, lo que conduce a encontrar lesiones más agresivas en estudios de seguimiento (Martínez et al., 2009).

### **Patogénesis de las MAVc**

La patogénesis es aún poco clara (Zaidat et al., 2020). Históricamente las MAVc se han considerado anomalías congénitas como lo manifestó Virchow en 1863 (Brol, 2013; Kelly et al., 1969) que surgen de la 4° – 8° semana en la fase embrionaria (Padilla, 2016). No obstante, se han descrito sólo cuatro casos en fetos y es poco usual hallarlas al nacimiento, por esto actualmente se sugiere que en el periodo embriológico durante la formación de los vasos sanguíneos ocurren alteraciones que dan origen a estas lesiones, que posteriormente a lo largo de la vida se desarrollan (Guizado et al., 2019; López et al., 2010; Pérez, 2019).

Propiamente, el desarrollo del sistema circulatorio inicia en la 3° semana de gestación y llega a conformarse con el patrón arterial venoso del adulto hacia las semanas 10° y 11°, continuado su maduración hasta después del periodo postnatal (López et al., 2010). La formación de los vasos sanguíneos incluye los siguientes procesos: *vasculogénesis* que es el mecanismo mediante el cual los vasos se forman a partir de los angioblastos que son precursores de los primeros vasos que al inicio son células endoteliales; *angiogénesis* se refiere al crecimiento de los vasos a partir de los preexistentes por proliferación de las células endoteliales; *remodelación* es el proceso por el que los vasos sanguíneos se adaptan al crecimiento y morfogénesis del embrión e incluye la fusión, crecimiento y eliminación o poda de los vasos; por último, la *maduración* se vincula con la diferenciación de las células endoteliales, es decir la formación de capilares, arterias y venas (Arteaga & García, 2017). En las MAV, existe variabilidad en las fuerzas hemodinámicas que genera una epigenética aberrante, conduciendo a la persistencia de conexiones directas entre la futura circulación arterial y venosa por fallas en la diferenciación normal de los canales vasculares combinada con pobre desarrollo de la red capilar interpuesta (Castro et al., 2015; Padilla, 2016; Thomas et al., 2016).

Dichos procesos son regulados por genes y moléculas, en esta patología se han investigado hipótesis moleculares para esclarecer los factores que inducen su aparición y que son motivo de controversia, ya que no se ha demostrado que alguno sea suficiente, pero quizá todos sean fundamentales. En este sentido, se ha identificado la sobreexpresión de proteínas como: el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF) involucrado en la vasculogénesis y angiogénesis; interleucina-6 (IL-6) que puede predecir el riesgo de hemorragia; metaloproteinasa de matriz-9 (MMP-9) que correlaciona con los niveles de IL-6 y participa en la regulación del VEGF; angiopoyetina-2 que actúa durante las fases finales de la angiogénesis; CD133 en mayor cantidad en el nido de la MAVc; mieloperoxidasa (MPO); y colágeno tipo IV, entre otras (López et al., 2010; Martínez et al., 2009; Padilla, 2016; Pérez, 2019; Reyna et al., 2017).

Recientes estudios están valorando genes asociados (Zaidat et al., 2020) y se ha encontrado la posible relación entre la mutación del oncogén KRAS (en el cromosoma 12) y la aparición o desarrollo de las MAVc. También se ha reportado el polimorfismo de nucleótidos únicos (SNPs) en varios genes asociados con riesgo de susceptibilidad a la lesión y/o progresión de ruptura como: ALK1, ENG y NOTCH4. Respecto a la inflamación de estas anomalías, algunos genes implicados son el TGF-Beta y NF-kB (López et al., 2010; Padilla, 2016; Pérez, 2019; Zyck y Sampath, 2020).

La mayoría de las MAVc son fenómenos aislados, pero pueden encontrarse en pacientes con enfermedades vasculares, como: telangiectasia hemorrágica hereditaria, enfermedad de Von Hippel-Lindau, síndrome de Sturge-Weber y síndrome de Wyburn-Manson (Prestigiacomo et al., 2017).

Queda mucho por investigar sobre la etiología y los factores implicados, inclusive el origen congénito se ha puesto en duda debido a casos de pacientes con lesiones de novo que se

informan cada vez más en la literatura, especialmente en mujeres jóvenes (Mahajan et al., 2010; Martínez, 2009). Sirva de ejemplo el estudio de Gonzalez et al. (2005) sobre el caso de una paciente que a la edad de 3 años que fue atropellada y sufrió una contusión frontal izquierda revelada en IRM (Imagen por Resonancia Magnética) con epilepsia postraumática. A 4 años del evento, la IRM mostró una MAV temporal derecha SM III verificada mediante angiografía que fue sometida a embolización y cirugía. A los 14 meses después del tratamiento, la paciente estaba asintomática y sin evidencia de MAV mediante estudios de IRM.

### **Antecedentes Históricos**

Las primeras observaciones clínicas de las MAVc fueron realizadas por Pfannestiel en 1887. Otros autores que fueron iniciadores en la descripción de la patología y reportaron casos aislados fueron D' Arcy Power (1888), Steinheil (1894) y Kaufmann (1897), pero fue Hoffman quien en 1898 realizó el primer diagnóstico clínico.

Giordano en 1889 intervino quirúrgicamente de modo parcial la primera MAVc y en el mismo año Pean logró la primera resección exitosa y completa de la lesión. En 1928, Harvey Cushing y Walter Dandy publicaron series de pacientes diagnosticados con MAVc y describieron alteraciones del patrón normal del flujo sanguíneo cerebral alrededor de las MAV (Bradley et al., 2010), descrito como *robo cerebral*.

La angiografía cerebral fue introducida en 1927, siendo pionero el neurólogo y psiquiatra portugués Antonio Cayetano Egas Moniz. Con este estudio fue posible visualizar radiográficamente la localización, morfología y componentes vasculares de un aneurisma o MAVc (Garza, 1989).

En 1957 durante el primer congreso de cirugía neurológica, se aceptó el tratamiento quirúrgico como el más efectivo. Desde entonces, otros sucesos contribuyeron a mejorar el

tratamiento, destacando: la introducción de técnicas de cateterización arterial por el radiólogo sueco Seldinger (1953) quien desarrolló el abordaje femoral para la introducción de catéteres.

En 1960 Luessenhop y Spence reportaron la primera embolización terapéutica de una MAVc. Para 1974, el neurocirujano ruso considerado el “padre de la neurocirugía endovascular” Fiodor Serbinenko reportó por vez primera la *cateterización supraselectiva* o también llamada *superselectiva* de vasos cerebrales y la oclusión de aneurismas mediante el empleo de un catéter balón. Gracias a dichas aportaciones, se observó que al ocluir las arteriales aferentes a la lesión se inducía reclutamiento vascular del nido por otros vasos arteriales, por consecuencia se obtuvo conocimiento sobre que el nido debía ser objetivo del tratamiento endovascular para la oclusión embólica (Jordán, 2014; Prestigiacomo et al., 2017).

En 1970 continúan en desarrollo las técnicas de embolización y surge el tratamiento de radioterapia. Para 1984, Spetzler y Selman plantean que las MAV condicionan isquemia cerebral, considerando el efecto de robo ya estudiado en relación con los déficits neurológicos. Más adelante, Tanaka et al. (1993) mencionaron que la disfunción hemodinámica atribuida a las MAV con el tiempo pueden causar cambios histológicos en áreas distales de la lesión por hipoperfusión, especialmente en lesiones que demuestran afección de los ganglios basales o aquellas con un nido de gran tamaño. Este mecanismo se ha equiparado a la diasquisis y puede explicar síntomas focales en regiones alejadas al sitio de localización de la anomalía, donde se ha reportado pérdida de masa neuronal (Kader y Young, 1996, citado en Díaz-Victoria, 2005). Kempisky en 1966 añadió que este mecanismo puede ser reversible, se da en MAV circunscritas y es posible identificar el tracto involucrado (Tanaka et al., 1993).

En 1997, el Dr. Marco Antonio Zenteno Castellanos sugiere la aplicación de PPS con exploración neuropsicológica en el INNN MVS.

La evolución de las especialidades en neurocirugía vascular, terapia endovascular neurológica (TEN) y radioneurocirugía ha mejorado los resultados terapéuticos, sin embargo, aún no se sabe con exactitud cual es el mejor tratamiento o combinación de tratamientos que conlleven los mejores resultados (Pérez, 2019).

### **Epidemiología de las MAVc**

Se producen con la misma frecuencia en hombres y mujeres (Chamorro y Vila, 1995; Gutiérrez, 2019; López et al., 2010). Pueden presentarse clínicamente a cualquier edad (Jordán, 2014), suelen presentarse en la segunda y tercera décadas, aunque el pico de mayor incidencia se sitúa en la cuarta década y a los 50 años el 80% de los pacientes se vuelven sintomáticos (Bradley et al., 2010; Chamorro y Vila, 1995; Gutiérrez, 2019; López et al., 2010; Martínez et al., 2009).

Debido a la rareza de la enfermedad y a que muchos casos pueden no presentar síntomas, es complejo determinar la verdadera prevalencia e incidencia en cualquier población (Berman et al., 2000). En este sentido, la mayoría de los estudios se han enfocado en detectar pacientes con manifestaciones hemorrágicas que representa la más común, temida y grave complicación al tener una mortalidad asociada de un 10-15% en el primer episodio de sangrado y una morbilidad neurológica de 20-35% (Nogales et al., 2005) que puede ser permanente del 2-3% (Fernández et al., 2003). En sangrados subsecuentes, la mortalidad es del 29% y a los 10 años de evolución es del 29-40% para los pacientes que sangraron y del 11-18% para los que convulsionaron, segundo síntoma más frecuente (Gutiérrez, 2019).

Estas lesiones constituyen un problema de salud al ser responsables del 1-8% de los eventos cerebro vasculares (López et al., 2010) y en ausencia de traumatismo craneal (Jain, 2019) son la principal causa de hemorragia intracraneal espontánea en pacientes jóvenes (Melo

et al., 2017) menores de 15 años (Fernández et al., 2003), quienes son más aptos para recuperarse del sangrado inicial en un 80-90%.

Por estas razones, a pesar de que actualmente no existe un informe sistematizado de estos indicadores a nivel mundial (Al-Shahi y Warlow, 2001; Barrera, 2019), se han sumado aportaciones de diversos países para analizar las características epidemiológicas de estas lesiones con base en series de autopsias hospitalarias, estudios comparativos de aneurismas que en pacientes con MAV pueden alcanzar una incidencia del 58%, hemorragia subaracnoidea y estudios en población general (Berman et al., 2000; Gutiérrez, 2019; López et al., 2010).

Berman et al. (2000) realizaron una revisión de la literatura relevante hasta ese momento para establecer mejores valoraciones de incidencia y prevalencia. Estos autores concluyen que se ha sobreestimado la aparición de este tipo de lesiones cuya incidencia o "tasa de detección general" es el resultado de la combinación de la tasa de enfermedad sintomática y asintomática, se calcula en un 1.1 por 100,000 habitantes-año y señalan que tiene mayor confiabilidad y precisión la tasa de detección específica de MAV sintomáticas que es de 0.94 por 100,000 personas-año. Con respecto a la prevalencia, refieren que no excede de 10.3 por 100,000 habitantes (Al-Shahi y Warlow, 2001; Bradley et al., 2010; Brown et al., 1996; Gutiérrez, 2019; Jessurun et al., 1993; Pérez, 2019).

En otra revisión poco más reciente sobre la frecuencia de MAVc se sugiere una prevalencia en adultos de hasta 18 por 100,000 personas (Al-Shahi y Warlow, 2001; Beijnum et al., 2011; Derdeyn et al., 2017). Y en investigaciones sobre hallazgos incidentales en resonancia magnética se han encontrado en 0.05% de la población (Morris et al., 2009).

En el caso de la población mexicana hay pocos reportes de incidencia con fuentes dispares, lo que posiblemente se deba a la rareza de la enfermedad (Barrera, 2019). A pesar de

esto, es posible tener un panorama actual del número de personas que solicita atención médica a causa de esta anomalía, para muestra el departamento de epidemiología del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez (INNN MVS) que representa el centro más importante del país (y quizá de Latinoamérica) en cuanto a número de casos diagnósticos así como terapéuticos, reportó que el número de pacientes registrados con MAV de los vasos cerebrales en el año 2016 fue de 170 pacientes, en 2017 de 155, en 2018 de 69 y en 2019 de 94. Obteniendo un total de 488 pacientes en el periodo de elaboración comprendido en esta investigación. En este sentido, es cuestionable la notoria baja en el número de casos atendidos año con año y en comparación con el censo del periodo 2012 al 2015 donde se registraron 585 pacientes, la causa se relaciona con los escasos recursos con los que se trabaja, falta de subsidio y necesidad de cobertura económica en el tratamiento por parte de los pacientes y/o familiares (Gutiérrez, 2019).

De los pacientes registrados en el periodo de investigación del año 2016 al 2019, 162 fueron atendidos en la Unidad de Cognición y Conducta (UCC) para evaluación neuropsicológica. Cabe resaltar algunos hallazgos relacionados con la localización de las anomalías a nivel hemisférico y lobar. En relación con la lateralidad, el 52.46% (85 pacientes) se encontraron en el hemisferio derecho y 47.53% (77 pacientes) en el izquierdo. Además, 82% (133 pacientes) afectaron a un lóbulo, 16% (26 pacientes) a dos lóbulos y 2% (3 pacientes) abarcaron tres lóbulos. De las MAVc circunscritas en un lóbulo el 32.71% (53 pacientes) eran frontales, 17.90% (29 pacientes) parietales, 16.66% (27 pacientes) temporales, 11.72% (19 pacientes) occipitales y 3.08% (5 pacientes) insulares. A propósito de la distribución lobar-hemisférica, se distribuyeron homogéneamente salvo en el caso de las anomalías frontales donde

el 62.26% (33 pacientes) correspondieron a una lateralidad derecha y 37.73% (20 pacientes) izquierda.

### Clasificación

El sistema de clasificación universalmente utilizado para facilitar la toma de decisiones terapéuticas es el propuesto en 1986 por Robert F. Spetzler y Neil Martin (SM). Se trata de una escala que valora diferentes parámetros, como el tamaño del nido, patrón de drenaje venoso y la elocuencia neurológica del tejido cerebral subyacente a la lesión (véase tabla 1) para determinar el grado de una MAVc durante la fase de diagnóstico, estableciendo así el pronóstico de morbimortalidad quirúrgica.

**Tabla 1.**  
*Clasificación de Spetzler-Martin para MAV.*

Característica	Puntaje
<b>Tamaño</b>	
Pequeñas (< 3 cm)	1
Medianas (3-6 cm)	2
Grandes (> 6 cm)	3
<b>Drenaje Venoso</b>	
Superficial	0
Profundo	1
<b>Localización</b>	
Zona no elocuente	0
Zona elocuente	1

*Nota.* Tomado de Castro (2016); Jordán (2014).

Por zonas elocuentes se entienden aquellas áreas que al ser afectadas producen un déficit mayor que puede llegar a ser permanente e incapacitante, estas son: la corteza sensorio-motora, corteza visual, auditiva, zonas del lenguaje, ganglios basales, tallo cerebral, tálamo e hipotálamo, cápsula interna y núcleos cerebelosos. Incluso, la proximidad de las lesiones a estas áreas aumenta el riesgo quirúrgico (Lee et al., 2013).

La gradación refleja la suma de los puntos asignados para cada característica, de manera que va desde grado I al V. Se considera que el riesgo operatorio es mayor de manera progresiva

particularmente después del grado I y II. Por ejemplo, lesiones de grado  $\leq 3$  tienen una morbimortalidad quirúrgica menor del 3%, en comparación con aquellas de grado IV o V que alcanzan un riesgo del 20% (Paúl, 2013). De ahí que cobra relevancia la discusión sobre el manejo médico conservador o intervencionista y de que tipo, aspecto detallado ulteriormente. Aunque esta escala fue diseñada para predecir resultados quirúrgicos, la fácil aplicación ha extendido su uso a especialidades como TEN y neurorradiología (Bradley et al., 2010; Guizado et al., 2019; López et al., 2010; Lozano, 2017; Martínez et al., 2009; Spagmuolo et al., 2009).

### **Presentación Clínica**

La presentación clínica es variable, los síntomas y signos predominantes con los que se ha reportado debuta una MAVc son hemorragias principalmente, seguido de crisis convulsivas, cefaleas y déficits neurológicos focales. Los pacientes pueden solicitar atención médica por estos problemas y habría que decir también alteraciones de la función cortical superior, soplos, insuficiencia cardíaca o hidrocefalia. En algunos casos con la edad, el sexo y la localización de la lesión existe alguna sintomatología más propia que puede aparecer de forma independiente, pero con frecuencia se combinan (Bradley et al., 2010; Fernández et al., 2003; Mahalick et al., 1991; Padilla, 2016) o posiblemente no aparezcan, de manera que las personas portadoras tengan una vida sin complicaciones relacionadas con la lesión (Díaz-Victoria, 2005). Se debe agregar que algunos factores que contribuyen a que se manifiesten son: trauma, isquemia, hipertensión venosa, factores de crecimiento exógenos o infecciones (Montesdeoca, 2018).

### ***Hemorragia***

Como se ha dicho antes, la presentación clínica de mayor frecuencia de las MAVc es la hemorragia intracraneal (50-56%), de la cual el 31% es de tipo subaracnoidea, el 23% de tipo parenquimatoso, el 16% intraventricular y 31% son hemorragias combinadas (Padilla, 2016;

Rinaldi et al., 2015). Es habitual entre los 21-30 años y pueden ser microscópicas con síntomas poco significativos o bien, ocurrir hemorragias masivas de impacto catastrófico. Estas anomalías sangran con mayor frecuencia en su porción venosa que tiene un menor daño sobre estructuras neurovasculares adyacentes (Laasko y Hernesniemi, 2012, citado en Montesdeoca, 2018). Los factores anatómicos y hemodinámicos que hace de las MAVc susceptibles a sangrar son: pequeño tamaño (<2.5 cm), drenaje venoso profundo y/o único, elevada presión en el nido, hemorragia previa, alta velocidad del flujo en aportes vasculares (>120 cm/s) que condiciona déficits transitorios, presencia de aneurismas intranidales o localizados en arterias de alimentación distal a consecuencia de la debilidad estructural (Al-Shahi y Warlow, 2001; Arias, 2009; Padilla et al., 2017; Pasqualin et al., 1991).

En un metaanálisis reciente (Goldberg et al., 2018) de estudios publicados entre 1980 y 2018 sobre las tasas de hemorragia, se informó un promedio anual de sangrado del 2.2% en lesiones no rotas y del 4.3% en MAVc rotas. Específicamente, el riesgo de resangrado es alto durante el primer y segundo año tras la ruptura, y dependiendo la edad del paciente varía de 5.8 a 53%, posteriormente disminuye de un 2 a 4% anual por los siguientes 20 años (Martínez et al., 2009) comportandose como en el caso de lesiones no rotas.

En MAV de gradaciones altas, se ha puesto en evidencia que el riesgo de sangrado es de 1.5%, menor al intervalo general referido previamente. Esto puede relacionarse con la menor presión de perfusión con que se asocian MAV grandes (Fernández et al., 2003).

### ***Crisis convulsivas y Epilepsia***

Representan el segundo síntoma común, entre 17 y 40% se presenta con verdaderas crisis epilépticas secundarias, pese a el 46-70% que se experimenta con algún tipo de crisis. Es usual entre los 11-20 años de edad, a medida que avanza la edad el porcentaje de presentar este

síntoma es menor. La probabilidad aumenta cuando la localización es cortical y se trata de lesiones grandes con irrigación de la ACM (Al-Shahi y Warlow, 2001; Bradley et al., 2010; Fernández et al., 2003; Jordan et al., 2013; Montesdeoca, 2018).

El origen de las crisis convulsivas no es claro, pero se sabe contribuyen la hemorragia, gliosis o isquemia. Se reconoce un efecto mecánico y hemodinámico: el primero, resultante del efecto de masa cortical, al que se asocia el efecto pulsátil producido por las dilataciones venosas, y el segundo, es una manifestación de isquemia crónica por robo hemodinámico.

Se han reportado todo tipo de crisis convulsivas que poco se correlacionan con la localización exacta de la MAVc, con excepción de lesiones en el lóbulo temporal que con frecuencia causan crisis convulsivas (46%). Lantz y Meyers (2008) mencionan que el 49% de la actividad convulsiva se asocia en su mayoría a crisis generalizadas tónico-clónicas, el 22% a crisis focales y 22% a crisis focales con generalización secundaria, el 4% pertenece a crisis parciales complejas y el resto no se clasificaron.

### *Cefaleas*

Pueden producirse en el 5-35% de los pacientes, clínicamente pueden ser continuas, intermitentes, focales, generalizadas y en mayor medida unilaterales (Montesdeoca, 2018) que suelen no responder favorablemente a medicación y tienden a ser ipsilaterales a la MAV, correspondiendo con su ubicación en un 80-97.4% (Ghossoub et al., 2001). Se asocian a lesiones con irrigación de arterias meníngeas o ramas de la circulación posterior, estas últimas se acompañan de síntomas visuales (Fernández et al., 2003).

La cefalea es el síntoma más común en la población general por tanto si no existe hemorragia, crisis convulsivas o hidrocefalia, la relación con la lesión no es clara (Bradley et al.,

2010; Fernández et al., 2003). También, se pueden presentar otros tipos de cefaleas por dilatación de arterias y/o distensión de la duramadre o seno venoso.

### ***Déficits Neurológicos Focales***

Comunmente se observan en casos de grandes MAV y tienen un curso que puede ser transitorio, persistente o con menos frecuencia, progresivamente lento. Ocurren en el 1-40% de los pacientes y únicamente del 3-15% refieren déficit neurológico focal no relacionado con hemorragia que puede diferir según el sexo, siendo descritos con mayor constancia en población femenina (66.7%) cuyas lesiones han demostrado compartir ciertas características: localización profunda, grado SM de III a V, más de tres arterias nutricias y venas de drenaje (Al-Shahi y Warlow, 2001; Lv et al., 2013; Nogales et al., 2005).

Estos déficits resultan de la afeción directa al tejido cerebral que ocurre por una fisiopatología multifactorial que se explicará a continuación, incluye: el tradicionalmente estudiado síndrome de robo vascular, fenómenos compresivos, insuficiencia cardíaca congestiva, crisis epilépticas retractarias al tratamiento, además de la ya mencionada hemorragia (Bradley et al., 2010; Castro et al., 2016; Chamorro y Vila, 1995; Fernández et al., 2003; Padilla, 2016).

El *fenómeno de robo o secuestro vascular* se refiere al cambio hemodinámico que ocurre cuando la sangre es derivada del tejido estructuralmente normal adyacente para nutrir a una MAV de alto flujo y baja presión. En la angiografía se observa hipoperfusión en los vasos de la corteza circundante a la lesión a niveles considerados dentro de un rango isquémico, además puede afectar áreas cerebrales distantes a la MAVc. Clínicamente provoca un déficit neurológico focal progresivo e incluso signos relacionados con dificultades cardíacas.

Aún cuando numerosas MAV de alto flujo presentan este síndrome, no todas producen síntomas isquémicos por la respuesta inicial autorreguladora de los vasos cerebrales normales

ante la hipoperfusión, no obstante si esta es crónica, los vasos nutricios que rodean una MAV pierden la autorregulación del área dando lugar a que el territorio cerebral adyacente que comparte flujo sanguíneo con la MAV sea afectado, siendo susceptible progresivamente a isquemia cerebral. En ocasiones después de la trombosis parcial de una MAVc de forma espontánea o secundaria al tratamiento endovascular, existe la posibilidad de que desarrollen vasos colaterales de la circulación adyacente por donde se deriva sangre desde el tejido normal a la MAV, generando nuevamente síntomas clínicos (Díaz-Victoria, 2005; López et al., 2010; Martínez et al., 2009; Spagmuolo et al., 2009).

Por lo que se refiere a los *fenómenos compresivos*, estos pueden ser *globales y locales*. Los primeros se deben a un incremento de la presión intracraneal que resulta de hidrocefalia, efecto de masa por lesiones grandes o hematomas en expansión. Mientras que en el segundo caso, resultan de la compresión local directa de nervios craneales y pueden expresarse con hemiespasma facial, neuralgia trigeminal o pérdida de la visión por compresión de nervios ópticos (Fernández et al., 2003).

En las MAV de la vena de Galeno debido a la baja resistencia y alto flujo se produce un cuadro de *insuficiencia cardíaca* de alto gasto (Piloña et al., 2010) que puede hacerse evidente con el desarrollo de cardiomegalia y/o complicaciones neurológicas en la época prenatal o durante la primera infancia (Veliz et al., 2018).

Otra fuente potencial de morbilidad neurológica son las *crisis epilépticas* refractarias al tratamiento anticonvulsivante, produciendo daño cerebral difuso (Chamorro y Vila, 1995).

Lo dicho hasta aquí supone las causas de trastornos neurológicos de importancia que condicionan dificultades neuropsicológicas que se abordarán más adelante. De manera general, dependiendo de la localización, tamaño y drenaje de la lesión se ha observado que los pacientes

pueden presentar: parálisis muscular, hemiparesia progresiva, monoparesia, hemiplejía, monoplejía, vértigo, ataxia, apraxia, hipoestesia, parestesia, disestesia, afasia, hemianopsia homónima, cuadrantanopsia, papiledema, incapacidad para controlar el movimiento de los ojos, diplopia, pérdidas de memoria y confusión (Bordallo et al., 2007; Crawford et al., 1986; Choi et al., 2009, citado en Barrera, 2019; Díaz-Victoria, 2005; Montesdeoca, 2018; NIH, 2016; Reyna et al., 2010; Rinaldi et al., 2015; Slade y Rabiner, 1971).

### ***Soplos***

Es un indicador auditivo rítmico que sugiere la presencia de una MAVc. Se trata de un efecto físico detectable causado por el paso rápido de la sangre al atravesar las arterias y venas de la lesión, y puede comprometer la audición y el sueño (NIH, 2016).

### **Diagnóstico y Tratamiento**

El diagnóstico de pacientes con MAVc se realiza con base en la historia clínica, exploración neurológica y técnicas de imagen cerebral como la TAC (Tomografía Axial Computarizada), IRM, Angiografía por Resonancia Magnética (ARM) y/o Angiografía Cerebral (Bradley et al., 2010; Chamorro y Vila, 1995; Vilanova et al., 2013).

La TAC usualmente es el primer estudio, indica la presencia de una MAVc mayor a un 1 cm en el 85% - 90% de los pacientes con cefalea, crisis epilépticas o déficit neurológico. Se obtienen imágenes con o sin contraste, la imagen *sin contraste* puede establecer la evidencia y localización de hemorragia secundaria a la lesión. Mientras que *con contraste* se produce acumulación de dicho material y se aprecia un patrón de realce en “serpentina” que permite la medición del nido, pero no aclara más detalles de la lesión (Spagnuolo et al., 2009).

La IRM es un estudio sensible en la detección de estas lesiones, aporta mayor resolución anatómica y en el caso de la Resonancia Magnética Funcional (RMf) informa aspectos

funcionales. Las secuencias estándar potenciadas en T1 y T2 brindan información sobre la lesión en relación con su tamaño, localización, arterias nutricias y venas de drenaje, así como antiguas hemorragias. También permite conocer el estado del tejido perimalformativo y especificar los límites de la MAVc que se aprecia hipointensa o hiperintensa si implica la administración de contraste paramagnético. La RMf ayudan a analizar los efectos de la MAV en el flujo sanguíneo y la capacidad reguladora del cerebro.

En la ARM se visualiza la circulación intracraneal y es superior a la IRM tanto en la detección del nido, como en la localización de arterias nutricias y venas de drenaje.

Estas modalidades de imagen no invasivas pueden ser útiles para complementar el estudio de estas anomalías, pero es indispensable la Angiografía Cerebral para establecer el tratamiento óptimo de las MAVc (Bradley et al., 2010) al ser el estándar de oro en su evaluación y diagnóstico, puesto que: aporta definición de los conductos arteriales y de la anatomía venosa; es sensible en la identificación de aneurismas de la arteria aferente o intranidales; estudia la presencia de anomalías múltiples; obtiene información sobre las características hemodinámicas de la lesión; distingue la MAVc de cualquier otra anomalía vascular; permite realizar PPS para determinar la elocuencia de las áreas cerebrales afectadas, procedimiento que se detallara más adelante; tiene la ventaja de combinar diagnóstico y tratamiento en algunos pacientes que pueden someterse a un procedimiento endovascular; y sirve como herramienta de seguimiento después del tratamiento de la lesión (Allín, 2013; Carvalho et al., 2019; Mayfield Brian & Spine, 2020; Montesdeoca, 2018). Considerando que es un método invasivo trae consigo un pequeño riesgo de complicaciones neurológicas entre 1 y 4%, con déficit permanente entre 0.4 y 1% (Prestigiacomio et al., 2017). La angiografía debe realizarse lo más cercano a la administración de

tratamiento intervencionista, teniendo en cuenta que estas lesiones pueden cambiar su tamaño y patrón de drenaje con el tiempo (Fernández et al., 2003; Martínez et al., 2009).

La decisión de tratar la MAVc de un paciente es un proceso complejo. Nogales et al., (2005) recomienda que previo al planteamiento terapéutico se conozcan los factores individuales como la angioarquitectura, historia natural y grado SM de la lesión, además de considerar la edad del paciente, patologías agregadas, estado neurológico, presentación clínica y grado de robo vascular asociado a la anomalía. También, es primordial valorar el riesgo y beneficio de las diferentes opciones terapéuticas que se enfocan en obliterar completamente la lesión con un riesgo aceptablemente bajo, por lo tanto evitar déficits neurológicos o la muerte que pueden ocurrir con la hemorragia, considerada para iniciar el tratamiento (Martínez et al., 2009). Las crisis convulsivas, los déficits neurológicos progresivos y el deterioro cognitivo (Carter et al., 1975) aunque no amenazan la vida, se consideran en el tratamiento intervencionista que incluye modalidades como la *embolización endovascular*, *resección quirúrgica* y/o *radioterapia estereotáctica*, todas son compatibles y complementarias (Bradley et al., 2010). En este sentido, el tratamiento definitivo consiste en una combinación de estas modalidades.

Es importante realizar un abordaje multidisciplinario integrado por especialistas con experiencia en dichas estrategias que aporten recomendaciones terapéuticas, pero son los pacientes quienes dictan la decisión final (Lawton y Ojeda, 2017).

El objetivo para el *tratamiento endovascular* es ocluir los vasos patológicos con protección de la vasculatura normal circundante y tejido neurológico. Se utiliza un agente embólico para penetrar en el nido o en la arteria aferente proximal. Mediante esta terapia se busca: destruir la lesión, facilitar la cirugía o radioterapia y/o proporcionar tratamiento paliativo

en el caso de grandes MAV de alto flujo que generan déficits neurológicos progresivos a causa del secuestro vascular (Prestigiacomio et al., 2017).

La eliminación de la lesión resultante de la embolización por si sola es poco común, ocurriendo del 10 al 15% de los casos en MAV pequeñas con un número limitado de arterias aferentes, por lo que generalmente es parte de un régimen de tratamiento multimodal donde se realiza previo a la cirugía o radioterapia para reducir el tamaño de MAV grandes y mejorar los resultados del procedimiento (Bradley et al., 2010; Martínez et al., 2009).

Este procedimiento a pesar de que es mínimamente invasivo conlleva una mortalidad del 1 al 2% y morbilidad neurológica del 4 al 39% (Moo et al., 2002) que puede ser permanente en el 10% de los casos (Brian et al., 2003). El riesgo de complicaciones que pueden ser isquémicas o hemorrágicas, incrementa para lesiones en áreas elocuentes y cuando se produce la embolización de la vena de drenaje. Las complicaciones isquémicas resultan de la oclusión del flujo venoso del tejido normal o por oclusión accidental de las arterias que suministran el páncrenquima cerebral normal. Mientras que las complicaciones hemorrágicas incluyen la ruptura de la lesión durante o después del tratamiento.

La *resección quirúrgica* mantiene un papel central en el tratamiento de las MAVc de grado SM I y II que son lesiones pequeñas, superficiales y en áreas no elocuentes con bajo índice de morbimortalidad. En las MAVc grado III, es precedida por una o varias sesiones de TEN o radioterapia. Una de sus ventajas es la protección inmediata frente a la hemorragia, aunque las secuelas pueden aparecer poco después de la intervención (Nogales et al., 2005).

La mortalidad varía entre el 1% y el 11%, mientras que la morbilidad oscila entre el 5% y el 28%. Sobre los parámetros predictivos de complicaciones se ha identificado que lesiones localizadas en el diencéfalo, ganglios basales y en el tronco cerebral se consideran de alto riesgo,

mientras que las más superficiales y en áreas no elocuentes son de menor riesgo. Chamorro y Vila (1995) recomiendan que ante la aparición de cualquier déficit neurológico, en especial motriz, se inicie un plan de rehabilitación para evitar secuelas mayores.

La *radioterapia estereotáctica* es un método no invasivo que se refiere a la radiación entregada al nido de la MAVc para producir trombosis. Puede ser fraccionada o por etapas e involucrar la administración de radiación en más de una sesión para el caso de lesiones grandes, con el fin de reducir su volumen, sin embargo, implica mayor posibilidad de tener efectos adversos que pueden ser transitorios o permanentes.

Esta terapia es eficaz en la obliteración de MAV profundas pequeñas o medianas, especialmente si no han sangrado, indicándose ante la inaccesibilidad y riesgo quirúrgico elevado (Lawton y Ojeda, 2017). La evaluación de los resultados es compleja, ya que se debe esperar de 2-3 años para determinar el resultado y conocer el efecto sobre el tejido cerebral sano adyacente a la MAVc. Durante este periodo el paciente se encuentra expuesto al mismo riesgo de hemorragia que antes de recibir radioterapia (Bradley et al., 2010; Moreno et al., 2006).

Finalmente, en algunos casos la *observación conservadora* con terapia farmacológica para síntomas neurológicos, es la mejor alternativa (Lawton y Ojeda, 2017). Para muestra los resultados del estudio multicéntrico prospectivo aleatorizado (ARUBA) que comparó el tratamiento conservador versus la intervención en 226 pacientes con MAVc sin ruptura y asintomáticas entre 2007 y 2013, donde se reportó morbilidad 3 veces mayor en el grupo de tratamiento intervencionista que en el grupo de tratamiento médico (30.7% vs 10.1%). Debido a esto, se suspendió el reclutamiento, pero el estudio continúa en observación y se recomienda el manejo médico conservador en pacientes con lesiones sin ruptura y asintomáticas (Al-Shahi et al., 2014; Jaureguiberry, 2018; Lozano, 2017; Mohr et al., 2014; Prestigiacomo et al., 2017).

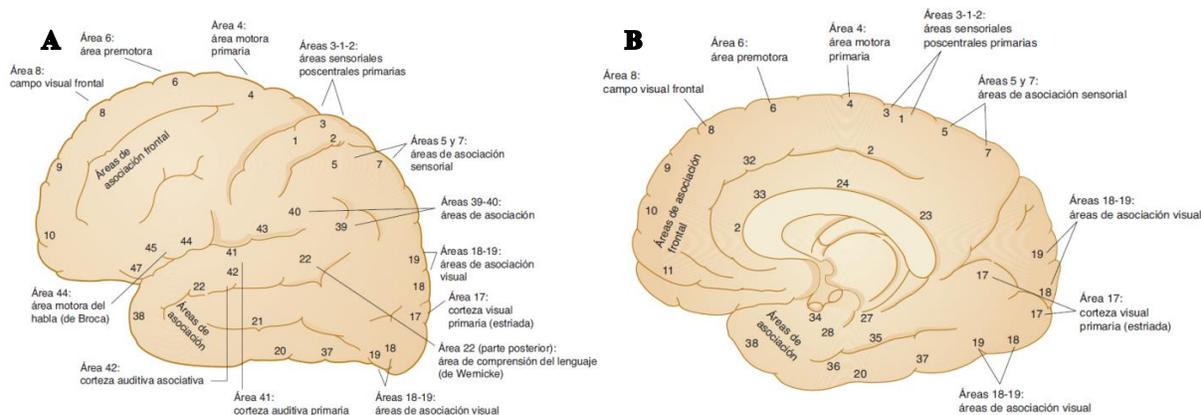
## Capítulo 2. Corteza Cerebral

### Estructura y Funcionamiento

La corteza cerebral se ha identificado como el asiento de las funciones intelectuales superiores, por lo que adquiere importancia para la disciplina neuropsicológica que estudia las relaciones existentes entre la función cerebral y la conducta (Ardila y Ostrosky, 1991; Haines, 2002; Portellano, 2005; Purves et al., 2016; Valadez y Granados, 2014).

Consta de una capa de sustancia gris de gran plasticidad por la variedad de conexiones que establece intra e interhemisféricas en forma de tractos de sustancia blanca. Este órgano forma la cubierta de los hemisferios cerebrales derecho e izquierdo. Cada hemisferio controla el lado opuesto del cuerpo y es dividido en cinco lóbulos: occipital, parietal, temporal, frontal e insular, que constan de áreas funcionales primarias y asociativas secundarias y terciarias (Carter et al., 2010; Crossman y Neary, 2007; López, 1990; Nuñez, 2012; Ojeda y Icardo, 2004; Portellano, 2005; Purves et al., 2016; Rains, 2004; Turlough et al., 2012).

Los mapas citoarquitectónicos desarrollados por Korbinian Brodmann en 1909 (véase figura 3) actualmente se utilizan para la localización relativa de las áreas funcionales corticales (Luria, 2015; Portellano, 2005).



**Figura 3.** Cara lateral (A) y medial (B) del cerebro. Se muestran las áreas corticales según Brodmann (AB) con localizaciones funcionales. Recuperada de Waxman (2011).

En 1947, A. R. Luria caracterizó las funciones corticales superiores (FCS) en sus relaciones con los mecanismos cerebrales. Éstas son la motricidad, coordinación audiomotriz, cutáneo-cinestésicas, visuales, mnésicas, verbales (lenguaje impresivo y expresivo), lectura y escritura, destreza aritmética y procesos de pensamiento (Luria, 2015; Christensen, 1987).

La corteza cerebral se considera el nivel más alto de análisis y síntesis de las señales recibidas por el organismo (Luria, 2015), comprende zonas que soportan diversas funciones (véase tabla 2) que deben entenderse como el producto de las interacciones funcionales simultáneas de la corteza con estructuras subcorticales y de la interrelación funcional de las áreas corticales (López, 1990; Valadez y Granados, 2014).

El cerebro presenta una asimetría funcional (Peña y Pérez, 1985) de manera que cada hemisferio, a nivel de las zonas asociativas, tiene una dominancia relativa para la ejecución de tareas específicas. Es así que el *hemisferio izquierdo* se especializa en el lenguaje, razonamiento matemático, funciones analíticas, expresión de emociones positivas, funciones motoras simbólicas, memoria y aprendizaje verbal. El *hemisferio derecho* se considera dominante para el procesamiento perceptivo-espacial o no verbal, control atencional, expresión de emociones negativas, reconocimiento de rostros, procesamiento de información auditiva no verbal, integración del esquema corporal, actividades motoras que no requieren control verbal, identificación táctil, memoria visual y espacial, cognición social y metacognición, además interviene en la regulación de la prosodia, entonación y creatividad literaria (Afifi y Bergman, 2006; Flores y Ostrosky, 2008; Flores, 2006; Hernández y Yáñez, 2013; López, 1990; Portellano, 2005; Portellano 2009). Es así que cada hemisferio tiene un papel en la percepción, cognición y la vida emocional y social del ser humano (Castro, 2008).

**Tabla 2.**  
*Funcionamiento de las Zonas Corticales.*

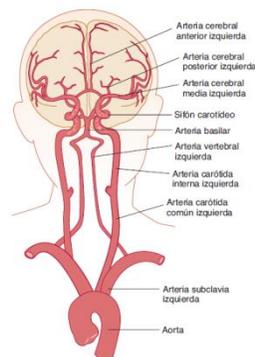
Zona (Lóbulo)	Áreas de Brodmann (AB)	Funciones
Occipital	17, 18, 19.	Se relaciona con la recepción, reconocimiento, integración y memoria de impulsos visuales. Identifica la forma, color, movimiento, brillo, tamaño y profundidad o distancia de los objetos. Además realiza el análisis perceptivo de las palabras escritas o leídas, permite la denominación de objetos presentados de forma simultánea y/o superpuesta, y participa en la orientación espacial de estímulos visuales.
Temporal	41, 42, 22, 21, 37, 38, 20.	Se encarga del procesamiento sensorial de estímulos auditivos. Comprende la percepción de propiedades como el tono, la ubicación, el ritmo y el timbre. Las áreas de asociación son responsables de la interpretación de sonidos lingüísticos, musicales o ambientales. Participa en los procesos de memoria, lenguaje impresivo (AB 22) y regulación emocional (AB 38). Las AB 20, 21 y 37 son áreas de asociación visual.
Parietal	3, 1, 2, 43, 39, 40, 5, 7.	Recibe información cutáneo-cinestésico del tacto, dolor, temperatura, vibración, posición corporal y movimiento del cuerpo (AB 3, 1, 2). El AB 43 es la zona cortical primaria para la sensibilidad gustativa. El área 5 se considera una zona para la sensibilidad somestésica y el AB 7 se relaciona con la coordinación de estímulos visuales y los movimientos de la mano, de manera que se asocia con la extracción de información sobre “dónde” está un objeto o “cómo” ejecutar una acción guiada visualmente. Otra función de las áreas 5 y 7 se relaciona con los elementos sensoriales y la coordinación somestésica de los movimientos voluntarios complejos fundamentales en las praxias. Las áreas 39 y 40 se relacionan con los procesos cognitivos llamados gnosias. En el AB 39 tiene lugar la representación del esquema corporal.
Frontal	4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 24, 32, 44, 45, 46, 47.	El AB 4 se ocupa del control de los movimientos voluntarios del lado opuesto del cuerpo, incluyendo los movimientos de deglución, laríngeos, fonatorios y de articulación de las palabras. El AB 6 premotora se encarga de la planeación y programación de los movimientos que serán ejecutados por el área motora. Las áreas 8, 6, 9 y 46 participan en el control de los movimientos oculares complejos, como los movimientos sacádicos voluntarios. Y las áreas 44 y 45 corresponden al área de Broca cuya función se relaciona con la planeación motriz del lenguaje expresivo en el hemisferio izquierdo, mientras que en el derecho se asocia con la prosodia y entonación emocional. La región prefrontal se considera una zona multimodal de alta jerarquía relacionada con las funciones ejecutivas y se subdivide en una porción: dorsolateral (AB 8, 9, 10, 11, 44, 45, 46 y 47), medial (AB 8, 9, 10, 12, 24 y 32) y orbitofrontal o ventral (AB 10, 11, 13, 47). La corteza dorsolateral se relaciona con procesos de planeación, memoria de trabajo, fluidez (diseño y verbal), solución de problemas, flexibilidad mental, seriación, secuenciación, metacognición, cognición social y el autoconocimiento. La corteza orbitofrontal se encuentra vinculada con el procesamiento y regulación de emociones y estados afectivos, así como la regulación y control de la conducta. Además, participa en la toma de decisiones. La corteza frontomedial participa en los procesos de inhibición, detección y solución de conflictos, regulación y esfuerzo atencional, así como en la regulación de la agresión y de los estados motivacionales.
Ínsular	13, 14, 15, 16.	Se relaciona con funciones olfatorias, límbicas, emocionales y cognoscitivas. El AB 13 participa en la producción y comprensión del lenguaje, así como en la repetición, adquiriendo una función lingüística coordinadora por su ubicación.

*Nota.* Tomado de Afifi y Bergman (2006); Ardila et al. (2016); Contreras y Trejo (2013); Flores y Ostrosky (2008); Hernández y Yáñez, 2013; Kanwisher y Wojciulik, 2000; Kolb y Whishaw (2003); Luria (2005); Portellano (2005); Rains (2004); Valdez y Granados (2014). En rojo se indican las áreas primarias y en azul las áreas de asociación.

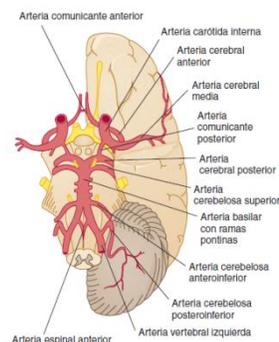
## Vasculatura

Se conoce que los centros nerviosos mantienen una actividad permanente y tienen escasa capacidad para almacenar nutrientes, por lo que requieren un flujo sanguíneo continuo que asegure el aporte arterial de oxígeno, glucosa, aminoácidos, iones y vitaminas. Esta necesidad es mayor en la sustancia gris ocupada por los cuerpos neuronales que en la sustancia blanca (García y Hurlé, 2015). Una vez que la sangre ha llevado dichos nutrientes al cerebro, las venas regresan la sangre al corazón, eliminando los residuos metabólicos resultantes que podrían ser perjudiciales (Valadez y Granados, 2014).

El encéfalo está irrigado por dos arterias carótidas internas, que son ramificaciones de las carótidas comunes, y dos arterias vertebrales, que surgen a partir de las arterias subclavias (véase figura 4). Las cuatro arterias se encuentran en el espacio subaracnoideo y sus ramas se unen en la base del encéfalo para formar el círculo arterial cerebral o *Polígono de Willis* (véase figura 5) que muestra variaciones entre individuos. Como resultado, la vascularización del encéfalo va a depender de dos sistemas arteriales: el sistema anterior carotídeo y el sistema posterior o vertebro-basilar (Crossman y Neary, 2007; García y Hurlé, 2015; Snell, 2007). Las carótidas se encuentran interconectadas por las ACA y por la arteria comunicante anterior; las carótidas también están conectadas a las ACP del sistema vertebral por medio de dos arterias comunicantes posteriores (Waxman, 2011).



**Figura 4.** Arterias cerebrales principales. Recuperada de Waxman (2011).



**Figura 5.** Polígono de Willis. Recuperada de Waxman (2011).

### ***Aporte Arterial***

En particular, la irrigación de la corteza cerebral proviene de la ACA y ACM, ramas terminales de la arteria carótida interna, y la ACP se forma por la bifurcación de la arteria basilar. Dependiendo del alcance dominante de cada arteria sobre las áreas funcionales corticales, se observarán diversas manifestaciones clínicas (Valadez y Granados, 2014).

**Arteria Cerebral Anterior.** La ACA sigue la curvatura dorsal del cuerpo caloso, ramificándose sobre la cara medial de los lóbulos frontal y parietal. Sus ramas corticales (véase tabla 3) irrigan toda la superficie medial del hemisferio y llegan hasta el surco parietooccipital (Crossman y Neary, 2007; Snell, 2007).

**Tabla 3.**

*Ramas Corticales de la Arteria Cerebral Anterior.*

Rama	Territorio
Orbitofrontal	Cara orbitaria o superficie basal del lóbulo frontal, bulbo y tractos olfatorios.
Frontopolar	Porciones medial y lateral de la parte anterior del giro frontal superior.
Callosomarginal (emite tres ramas, las arterias frontales internas anterior, media y posterior).	Giros del cíngulo y frontal superior, la superficie medial del lóbulo frontal, las porciones superiores de los giros pre y postcentral, y el lobulillo paracentral en la cara medial.
Pericallosa (emite arterias parietales internas anterior y posterior).	Cuerpo caloso, porción anterior de la precuña y sobre la convexidad del hemisferio irriga el lóbulo parietal superior.

*Nota.* Tomado de López (1990); Turlough et al. (2012); Valadez y Granados (2014).

**Síndrome de la ACA.** La oclusión de una ACA produce hemiplejía contralateral en el miembro inferior. Mientras que la obstrucción de ambas ACA se asocia con parálisis bilateral, en especial en miembros inferiores, alteración de la sensibilidad y déficit intelectual (López, 1990; Carpenter, 1994). También se ha reportado evidencia sobre cambios conductuales (labilidad emocional, desinhibición, confusión e impulsividad) y dificultad en la iniciación del acto verbal, a causa de un evento cerebrovascular en dicho territorio arterial (Ardila y Ostrosky, 2012).

**Arteria Cerebral Media.** Es la principal continuación de la carótida interna, recibe el 60-80% del flujo sanguíneo carotídeo y se considera la más gruesa de las arterias cerebrales.

Irriga la mayoría de la superficie lateral e inferior del hemisferio cerebral, específicamente la totalidad de la superficie insular y opercular, la porción lateral de la superficie orbitaria, la superficie dorsolateral del lóbulo frontal, el polo temporal y la parte lateral de los lóbulos temporal, parietal y occipital (Turlough et al., 2012; Valadez y Granados, 2014). Se divide en cuatro segmentos: M1 o esfenoidal, M2 o insular, M3 y opercular y M4 o cortical. Y existen doce ramas corticales que actualmente están bien delimitadas (véase tabla 4).

**Tabla 4.**  
*Ramas Corticales de la Arteria Cerebral Media.*

Rama	Territorio
Orbitofrontal	Porción orbitaria de los giros frontales medio e inferior.
Prefrontal	La región superior de la parte orbitaria, la pars triangularis, la región anterior de la parte opercular del giro frontal inferior y medio.
Precentral o Prerrolándica	La parte posterior de la porción opercular del giro frontal inferior y el giro frontal medio, así como las porciones media e inferior del giro precentral.
Central o Rolándica	Parte superior del giro precentral y mitad inferior del giro postcentral.
Parietal anterior	Se distribuye en la parte superior del giro postcentral, la porción superior del surco central, la parte anterior del lóbulo parietal inferior y la parte anteroinferior del lóbulo parietal superior.
Parietal posterior	Parte posterior de los lóbulos parietales superior e inferior, incluyendo el giro supramarginal.
Angular	Parte posterior del giro temporal superior, giro angular y supramarginal, así como la porción superior de los giros occipitales laterales.
Temporoccipital	Para la mitad posterior del giro temporal superior, extremo posterior del giro temporal medio e inferior de los giros occipitales laterales.
Temporal posterior	Se distribuye en las partes media y posterior del giro temporal superior, el tercio posterior del giro temporal medio y el extremo posterior del giro temporal inferior.
Temporal media	Irriga al giro temporal superior, la parte media del giro temporal medio y la parte media y posterior del giro temporal inferior.
Temporal anterior	Parte anterior de los giros temporales superior, medio e inferior.
Temporopolar o arteria temporal polar	Polo anterior de los giros temporales superior, medio e inferior.

*Nota.* Tomado de López (1990); Turlough et al. (2012); Valadez y Granados (2014).

**Síndrome de la ACM.** La oclusión o ruptura de esta arteria produce lesiones extensas por el amplio territorio que tiene a su cargo. Se presenta hemiplejía y hemianestesia por isquemia de las áreas sensoriomotoras, y hemianopsia contralateral por afección del haz genículocalcarino.

Uno de los territorios en el que existe mayor frecuencia de eventos cerebrovasculares es la región de la ACM izquierda que produce alteraciones afásicas globales, afectando todos los niveles del lenguaje (oral y escrito, expresivo y comprensivo). Si la lesión ocurre en la arteria orbitofrontal, se produce afasia expresiva o de Broca. Mientras que en la afección de la arteria prerrolándica, predomina el componente disártrico. Cuando se afecta la arteria parietal anterior, se detectan trastornos en el lenguaje repetitivo (afasia de conducción), apraxia verbal y astereognosia. La oclusión de la arteria parietal posterior se ha asociado con afasia semántica, astereognosia y apraxia. Si la arteria angular está afectada, aparece alexia literal (con agrafia), acalculia, confusión derecha-izquierda y afasia amnésica. Si se ocluye la temporal posterior, se presenta anomia y afasia auditiva receptiva o de Wernicke. La lesión de las arterias angular y temporal posterior, además de la afasia receptiva puede causar hemianopsia homónima contralateral. Finalmente, la lesión de la arteria temporal anterior produce desintegración fonológica, jergafasia y sordera pura a las palabras (López, 1990; Ardila y Ostrosky, 2012).

**Arteria Cerebral Posterior.** Su territorio vascular es el más pequeño de las tres arterias cerebrales. Suministra riego sanguíneo a la parte posterior de los hemisferios, o bien, a las superficies mediales de los lóbulos occipital, temporal y parietal caudal. Se divide en cuatro segmentos designados como P1 a P4 y de su porción o segmento cortical salen dos ramas terminales (véase tabla 5) que son las arterias occipitales: lateral y medial (Afifi y Bergman, 2006; Ojeda y Icardo, 2004; Valadez y Granados, 2014; Waxman, 2011).

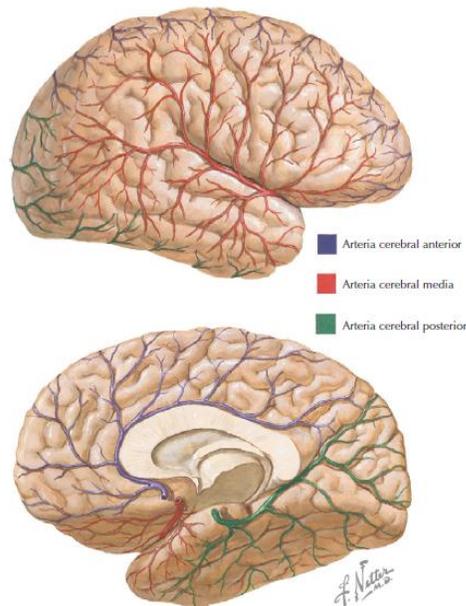
**Tabla 5.**  
*Ramas Corticales de la Arteria Cerebral Posterior.*

Rama	Arteria	Territorio
Occipital lateral	Temporal anterior	Corteza temporal anterior
	Temporal posterior	Corteza temporal posterior
	Occipitotemporal	Corteza temporal posterior y occipital
Occipital medial	Calcarina	Corteza calcarina
	Parietooccipital	Cuña y precuña
	Callosa	Espleno del cuerpo calloso

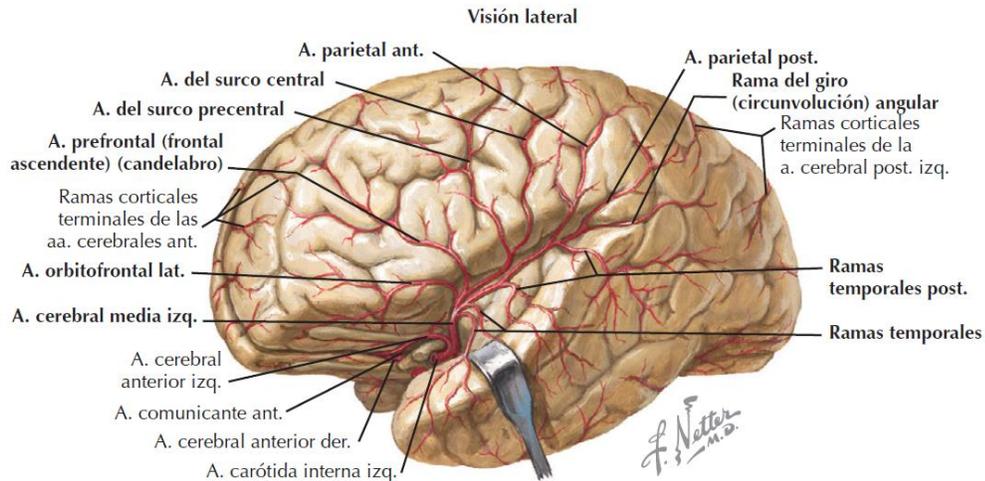
*Nota.* Tomado de López (1990); Turlough et al. (2012).

**Síndrome de la ACP.** Su afectación origina hemianopsia homónima contralateral y si se trata de accidentes en el hemisferio izquierdo puede generar agnosia visual con anomia, alexia verbal, dificultades para revisualizar el referente de una palabra, agnosia al color y dificultades mnésicas. En el hemisferio derecho, su lesión puede provocar alteraciones en el reconocimiento de rostros (prosopagnosia), reconocimiento de lugares (agnosia topográfica) y el seguimiento de rutas o agnosia espacial (López, 1990; Ardila y Ostrosky, 2012).

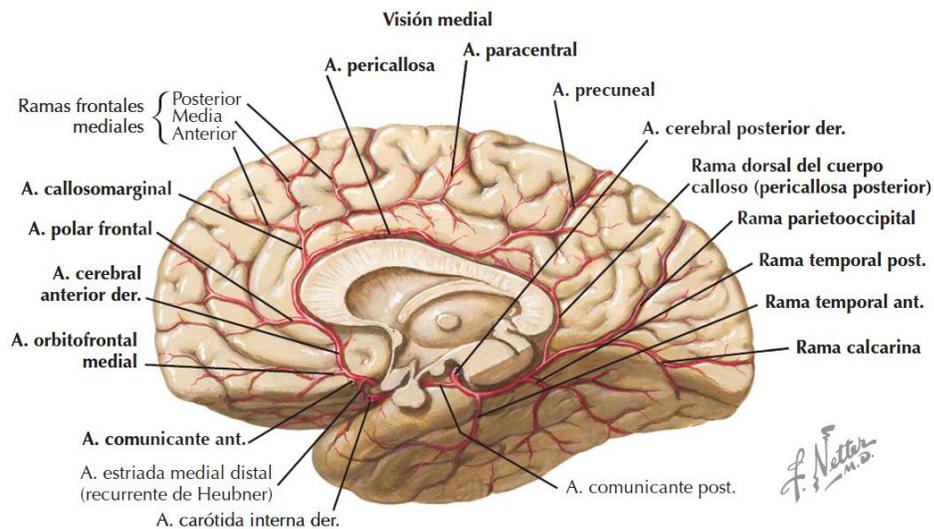
**Distribución Arterial Ilustrada.** En las siguientes figuras (6-8) se aprecian los territorios corticales de las tres arterias cerebrales, así como sus respectivas ramas.



**Figura 6.** Distribución arterial cortical. Recuperada de Rubin y Safdieh (2008).



**Figura 7.** Ramas de la Arteria Cerebral Media. Recuperada de Rubin y Safdieh (2008).



**Figura 8.** Ramas de las Arterias Cerebrales: Anterior y Posterior. Recuperada de Rubin y Safdieh (2008).

Es importante conocer la estructura, función y vasculatura de la corteza cerebral ya que sus áreas asociativas son la base de las FCS (Portellano, 2005). Dichas funciones pueden estar comprometidas en presencia de una afección cortical, tal es el caso de las MAVc que en algunas personas pueden causar alteraciones con un nivel de severidad variable, donde sus manifestaciones más graves tienen un impacto desfavorable en la cognición y estado afectivo-emocional de las personas, produciendo deterioro funcional en su vida cotidiana, como se describirá más adelante en este trabajo.

### **Capítulo 3. Funcionamiento Neuropsicológico en Pacientes con MAVc**

La exploración neuropsicológica no ha sido habitual en presencia de este tipo de lesiones, de modo que existen pocos datos al respecto desde esta disciplina. Sin embargo, es posible analizar el funcionamiento cognitivo de los pacientes a través de informes de casos, series o diversas investigaciones de resultado neuropsicológico que se han llevado a cabo previamente, durante o posterior al tratamiento de la lesión (Al-Shahi y Warlow, 2001; Ding et al., 2015) y que hacen uso de métodos de evaluación o estudios como la RMf, Magnetoencefalografía (MEG), Imagen por Tensor de Difusión (DTI), Prueba de Wada, Angiografía Supraselectiva, Estimulación Magnética Transcraneal (EMT), Estimulación Eléctrica Intraoperatoria (EEI) y/o Tomografía por Emisión de Positrones (PET).

A continuación se describirán algunos de los hallazgos más relevantes sobre el desempeño neuropsicológico de pacientes con MAVc, donde diversos estudios clínicos han reportado casos de pacientes íntegros y con disfunción cognitiva.

#### **Pacientes Integros**

La preservación de las funciones neuropsicológicas en presencia de una MAVc se debe a la patogénesis que generalmente es congénita y puede inducir el fenómeno de plasticidad cerebral que resulta en la reorganización de las áreas funcionales con desplazamiento a otras regiones para promover un funcionamiento mejorado o adaptativo (Brown et al., 1996; Ding et al., 2015; Lee et al., 2013). En algunas lesiones la redistribución dentro del área no puede ser suficiente para restaurar la función, por lo que se pueden reclutar otras regiones que pertenecen a la misma red funcional: en primera instancia las áreas perilesionales; luego, si la compensación funcional no es suficiente, entran las estructuras ipsihemisféricas lejanas. En última instancia, se

pueden reclutar estructuras homólogas funcionales del hemisferio contralateral (Duffau, 2016, citado en Quezada, 2018).

Ding et al. (2015) realizaron una revisión sobre la evidencia de plasticidad cortical en pacientes con MAVc. Incluyeron 22 estudios realizados entre 1996 y 2015 que evaluaron dicho fenómeno previo a la intervención de la lesión en 109 pacientes, y durante o después del tratamiento en 18 casos. Las funciones neurológicas y neuropsicológicas evaluadas fueron: motricidad, lenguaje, cognición, memoria y habilidad musical. Antes de la intervención la RMf fue el método de evaluación por excelencia, seguido de DTI, Prueba de Wada y ETM. Mientras que dentro de los estudios realizados durante o después de la intervención se incluyó la RMf, evaluación neuropsicológica y PET. Concluyeron que la plasticidad cerebral puede afectar favorablemente los resultados después del tratamiento de la lesión, de manera que permita la recuperación de posibles déficits.

De esta manera, la suposición tradicional sobre la elocuencia de las regiones cerebrales puede no ser válida para algunos pacientes con MAVc (Lazar, 2001) pues se ha documentado la organización atípica de las funciones neuropsicológicas (Mine et al., 1999; Palacios, 2018), para muestra los siguientes trabajos:

Martin et al. (1993) reportaron el caso de un paciente diestro de 25 años con una MAV temporal izquierda en área de Wernicke, el cual fue sometido a un estudio de MEG para estimar el riesgo de cirugía y así determinar la relación topográfica de lesión y las áreas del lenguaje receptivo. Se emplearon estímulos de discriminación fonemática durante el estudio. Los resultados indicaron el desplazamiento de la función de lenguaje dado que se activaron regiones superiores y anteriores adyacentes a la lesión, que fue corroborado mediante los estudios de angiografía superselectiva y EEI.

Lazar et al. (1997) estudiaron los cambios en la localización de la función del lenguaje en 6 pacientes (2 hombres y 4 mujeres) diestros con lesiones temporoparietales izquierdas y edad media de 29 años. Se utilizaron técnicas angiográficas superselectivas para explorar vasos nutricios y vasos alejados a lesión en territorio ipsilateral. Como herramienta de evaluación se utilizó una adaptación del Test de Boston para el Diagnóstico de la Afasia. Los investigadores no identificaron déficits de lenguaje relacionados con la localización de las MAV, sin embargo las inyecciones anestésicas en los vasos que no alimentaban a la lesiones en el área frontal izquierda (área de Broca) produjeron alteraciones en la comprensión del lenguaje y se propone una organización atípica de la función del lenguaje receptivo en regiones del hemisferio ipsilateral a la lesión que indicó translocación postero-anterior.

Más tarde, Lazar et al. (2000) analizaron la localización de la función del lenguaje expresivo y receptivo en 3 pacientes (2 hombres y 1 mujer) diestros con una edad media de 44 años que portaban una MAV frontal izquierda. Para este propósito se utilizó la inyección anésteica superselectiva, seguida de un estudio de RMf. La prueba superselectiva se realizó en los vasos localizados en el área de Wernicke y Broca para evaluar las funciones de lenguaje por medio de un paradigma integrado por tareas que fueron adaptadas de igual forma del Test de Boston para el Diagnóstico de la Afasia, como: fluidez verbal, comprensión, denominación, repetición y lectura de palabras. La inyección de vasos en el lóbulo frontal izquierdo no produjo dificultades en el lenguaje expresivo, mientras que el lenguaje receptivo estaba controlado por la región temporoparietal izquierda ya que la inyección en esta área generó hallazgos típicos de la afasia de Wernicke. Por lo que se planteó la hipótesis sobre que algunos aspectos del lenguaje expresivo residían en el hemisferio derecho, lo cual se ha informado en otros estudios (Close et al., 1977) y para corroborar dicha hipótesis se realizaron estudios de RMf empleando tareas de

generación de listas de palabras. Los resultados mostraron activación del hemisferio derecho en la ínsula, opérculo frontal, pares operculares y giro frontal inferior, áreas homólogas al área de Broca en el hemisferio izquierdo involucradas en el lenguaje expresivo. También se reportó activación en regiones posteriores a la lesión en el hemisferio izquierdo, que generalmente no se asocia con la función del lenguaje. Estos hallazgos sugieren la transferencia interhemisférica del lenguaje expresivo al hemisferio contralateral.

Lee et al. (2013) realizaron una investigación sobre la reorganización cortical de áreas funcionales motoras en 22 pacientes con MAV, 16 hombres y 6 mujeres que fueron sometidos a una evaluación mediante RMf con un paradigma motor de los dedos y flexión de rodilla. La ubicación de las lesiones fue variable en relación con el área motora primaria (M1), de tal forma que se formaron 3 grupos: grupo 1, lejos de áreas motoras por más de dos giros (13 pacientes); grupo 2, adyacentes a M1 (3 pacientes); y grupo 3, en M1 (6 pacientes). Los resultados indicaron que el grupo 1 y 2 no mostraron reorganización cortical, mientras que en el grupo 3 todos los pacientes presentaron el fenómeno de plasticidad. El subanálisis del grupo 3 en relación con la presentación clínica, indicó que uno de los pacientes tenía ruptura de la lesión con hemiplejía secundaria y en el resto de los pacientes no se observó debilidad motora. En tres casos se llevó a cabo la escisión de la lesión sin reportar déficits motores, y la hemiplejía preoperatoria que presentaba uno de los pacientes no empeoró, posteriormente a los 9 meses de iniciar rehabilitación aumentó la fuerza. Dos casos no recibieron tratamiento de la lesión y un caso fue tratado con tecnología Gamma Knife sin presentar déficit neurológico. Los autores explican que las MAV en M1 pueden no generar déficits motores salvo en el caso de ruptura.

Las investigaciones antes descritas sustentan el fenómeno de plasticidad cerebral (Vikingstad et al., 2000) que explica la integridad de procesos motrices o de lenguaje en

presencia de una MAVc pese a la hipoperfusión cerebral crónica asociada al fenómeno de robo que no necesariamente afecta la cognición de manera significativa en la mayoría de los pacientes (Mast et al., 1995) e inclusive se ha demostrado en algunas series que los pacientes presentan un coeficiente intelectual (CI) normal (Waltimo y Putkonen, 1974) o por encima de la media en ciertos casos (Andersen et al., 1988). Asimismo, en estudios con uso de evaluación neuropsicológica se ha mostrado la ausencia de afectación en otras funciones, sirva de ejemplo el estudio de Constans y Assal (1971) quienes analizaron el curso postoperatorio de las funciones de lenguaje, cálculo, praxias, somatognosia, gnosias visuales y espaciales en 6 pacientes diestros (4 hombres y 2 mujeres) con edad media de 32 años y neurológicamente íntegros que portaban MAV en regiones retro-rolándicas de lateralidad derecha e izquierda. No se reportaron déficits neuropsicológicos previos a la intervención, pero sí alteraciones inmediatas como consecuencia de la cirugía, y que evolucionaron favorablemente. Con base en los resultados, proponen la alternativa quirúrgica en lesiones localizadas en territorio parieto-temporo-occipital.

### **Pacientes con Disfunción Cognitiva**

Si bien, las primeras sugerencias de que los trastornos cognitivos afectan hasta al 50% de las personas con MAV fueron descritas en 1948 por Olivecrona y Riives, existen pocos datos sobre su prevalencia actual. No obstante, es posible analizar la gravedad y tipo de alteración de los procesos psicológicos superiores que presentan algunos pacientes, sirva de ejemplo los estudios subsecuentes.

Kelly et al. (1969) llevaron a cabo una revisión clínica en 70 pacientes, cuya edad media fue de 30 años. Los síntomas iniciales fueron: hemorragia (51%), crisis epilépticas (37%), hemiparesia progresiva (3%), neuralgia del trigémino y proptosis (9%). Se documentó que el 82% (57 casos) de la muestra correspondía a lesiones hemisféricas de los cuales, 6 pacientes

tenían antecedentes de cambios en la personalidad y labilidad emocional, inclusive 2 de ellos fueron ingresados a una institución mental.

Moody y Poppen (1970) investigaron la presentación de síntomas y trabajaron con 105 casos (66 hombres y 39 mujeres), con edad promedio de 30 años. Observaron 30 casos con déficit mental, de los cuales, 15 casos presentaron hemorragia, 4 se trataron de lesiones pequeñas y 11 portaban lesiones de gran tamaño.

Carter et al. (1975) describieron la mejoría neuropsicológica de un paciente de 53 años de edad que fue sometido a la resección quirúrgica de una MAV frontal derecha sin hemorragia. Previo a la cirugía se encontraba neurológicamente íntegro, sin embargo, recibe atención médica debido a deterioro mental progresivo, razón por la cual es sometido al procedimiento. Como parte del padecimiento se revelaron antecedentes de crisis convulsivas, dificultad para concentrarse, incapacidad para laborar, adinamia, ideas paranoicas y alucinaciones visuales. Fue atendido por el servicio de psiquiatría y se sugirió tratamiento antipsicótico por diagnóstico de esquizofrenia. Se realizó una evaluación neuropsicológica previa y posterior a la intervención. La evaluación inicial se llevó a cabo en dos periodos, el primero fue 4 años antes de la resección y el segundo a 1 mes. Mientras que la exploración postratamiento fue al primer y segundo mes. Dentro del protocolo se administraron las siguientes pruebas: la Escala de Inteligencia para Adultos de Wechsler (WAIS), Escala de Memoria de Wechsler (WMS), Figura de Taylor, Figura compleja de Rey (FCR), Inventario Multifásico de Personalidad de Minnesota (MMPI), prueba de memoria para diseños de Graham y Kendall, Trail Making Test (TMT) parte A y B. Respecto a los resultados preoperatorios, los autores indicaron deterioro en el CI, funciones visuomotoras y memoria. En este sentido, la memoria visual estaba significativamente deteriorada en comparación con la memoria verbal. El funcionamiento visuoespacial no presentó alteración. El rendimiento

durante las tareas del TMT se vio afectado y el MMPI indicó un perfil con alteraciones graves en la personalidad. Después de la cirugía el paciente se observó más alerta, sociable y expresivo, además mostró mejoría en el CI, funciones visuomotoras, comportamiento e incluso la memoria visual se situó en parámetros normales. También se reportó una pequeña variación en la habilidad verbal, de modo que mejoraron las funciones asociadas al hemisferio no dominante, por lo que se sugiere no estaban localizadas en el tejido resecado. Las funciones visuoespaciales continuaron sin afectación y el perfil del MMPI señaló alteración moderada de la personalidad. Se concluye que el comportamiento paranoico no impresionaba esquizofrénico y los cambios conductuales podían ser atribuidos a la lesión y estrés ambiental. En este estudio se enfatiza la importancia del seguimiento neuropsicológico para predecir el resultado quirúrgico que debe considerarse opción terapéutica en presencia de deterioro cognitivo y así prevenir mayor declive e incluso favorecer el funcionamiento cognitivo.

Overbeeke et al. (1987) presentaron el caso de una paciente de 16 años con una MAV temporoparietooccipital izquierda sin datos de hemorragia, que fue sometida a cirugía. Los autores analizaron el funcionamiento neuropsicológico pre y postoperatorio, para este fin, se aplicó lo siguiente: la escala de inteligencia de Wechsler para niños revisada (WISC-R), Test de Bourdon-Wiersma, Retención Visual de Benton, memoria de 15 palabras, Organización Visual de Hooper, Percepción Visual de Ayres, Sustitución de Bloques de Grassi, Batería neuropsicológica de Halstead-Reitan y tareas de rendimiento motriz. Previo a la intervención, la paciente presentaba crisis epilépticas, hemianopsia homónima y déficits neuropsicológicos como: deterioro en las funciones intelectuales, disminución de memoria a corto plazo, dificultades en la organización visoespacial, alexia, amusia, acalculia y apraxia constructiva. En la valoración postquirúrgica mejoraron dichas dificultades y el defecto visual desapareció. Los

autores concluyen que la alterativa quirúrgica es el método de elección para estas anomalías y sugieren que las dificultades fueron causadas por el síndrome de robo cerebral.

Andersen et al. (1988) reportaron el seguimiento médico y neuropsicológico realizado a 25 pacientes con MAVc tratadas de forma conservadora. La muestra consistió en 14 hombres y 11 mujeres, cuya edad media al inicio del estudio fue de 29 años y al seguimiento de 44 años. En el hemisferio derecho se localizaron 15 lesiones y en el izquierdo 10. Se aplicó el instrumento WAIS y una batería no especificada. De los 25 pacientes, 10 presentaron deterioro intelectual leve, 5 casos con deterioro de moderado a severo, el resto de los pacientes estaban conservados e incluso 8 casos obtuvieron un CI por encima de la media. En los pacientes con deterioro moderado a severo, se observó que 3 casos tenían atrofia cerebral difusa, 1 caso con hidrocefalia y 1 caso con secuelas de infarto cerebral. Se analizó la disfunción cognitiva de los 15 pacientes con deterioro y se encontró que en 12 casos la semiología correspondía al sitio anatómico de la lesión. Por ejemplo, de los pacientes con lesiones en el hemisferio derecho, 9 evidenciaron problemas visoespaciales. En el caso de pacientes con lesiones de lateralidad izquierda, 3 tenían problemas de tipo verbal. Cabe resaltar que en 3 casos las dificultades cognitivas no se relacionaron con la localización hemisférica de lesión por fenómeno de robo vascular.

Mahalick et al. (1991) analizaron las secuelas neuropsicológicas en relación con la lateralidad hemisférica de la lesión. Para este propósito estudiaron 24 casos, 16 mujeres y 8 hombres, con edad y escolaridad media de 34 y 11 años respectivamente. Con lateralidad izquierda de la lesión se presentaron 12 casos, de igual modo con lesiones de lateralidad derecha. La presentación clínica de los pacientes fue el déficit neurológico focal. Se realizó una valoración audioverbal y visoespacial de funciones como memoria (inmediata, a corto y largo plazo), aprendizaje, fluidez verbal, inteligencia y habilidades motoras, a través de los siguientes

instrumentos: WMS, WAIS, Test del recuerdo verbal selectivo de Buschke, el Examen multilingüe de las afasias, Test de golpeteo de Halstead-Reitan (FTT), FCR y la Prueba de aprendizaje Ruft-Light. Se reportó que los pacientes presentaron dificultades en el procesamiento verbal y visoespacial de las funciones valoradas dependiendo de la localización de la lesión en el hemisferio dominante o no dominante. No obstante, se observó déficit asociado con el hemisferio contralateral a la MAVc que fue menor en comparación con el déficit ipsilateral, donde el funcionamiento neuropsicológico estuvo significativamente comprometido. Los investigadores sugieren que el síndrome de robo cerebrovascular puede explicar este fenómeno, afectando regiones proximales y distales a la lesión como lo demuestra el siguiente estudio.

Okabe et al. (1983) realizaron mediciones del flujo sanguíneo cerebral en pacientes con MAV sin sangrado antes y después de la escisión total de la lesión, que inicialmente presentaban alteraciones neurológicas y psicológicas. Previo a la cirugía, describieron la reducción del flujo sanguíneo principalmente en zonas adyacentes e ipsilaterales a la anomalía, pero también en el hemisferio contralateral. Posterior a la intervención, los valores del flujo sanguíneo se situaron en parámetros normales en ambos hemisferios, lo que correlacionó con mejoras neurológicas y psicológicas. Esta investigación proporciona evidencia de que el grado de robo vascular, que puede ser interhemisférico, explica la etiología de los déficits. Los autores añaden que el tamaño de la lesión es un factor importante asociado con el robo vascular, pues reportan 10 pacientes con lesiones de grandes y alteraciones severas, como: cefalea, crisis convulsivas recurrentes, nistagmo horizontal, hemiparesia, deterioro cognitivo (particularmente en memoria), apraxia, acalculia, disartria, ataxia, hemianopsia, alexia y disfasia.

Mahalick et al. (1993) realizaron el seguimiento neuropsicológico de los pacientes estudiados en 1991 posterior a la operación de la lesión, para evaluar si las disfunciones

ipsilaterales y contralaterales se resolvían. Su muestra consistió en 14 pacientes diestros, 9 de ellos con lateralidad izquierda de la MAV y derecha en 5 casos. La cirugía se llevó a cabo 6 semanas después de la presentación clínica y la evaluación neuropsicológica se aplicó a los 2 días de la intervención y a los 7 meses. Al comparar los resultados obtenidos en la evaluación inicial, hubo mejoras en el funcionamiento neuropsicológico posterior al tratamiento asociadas con áreas ipsilaterales y contralaterales a la lesión en los dominios de memoria verbal a corto y largo plazo, memoria visual-espacial y aprendizaje.

Stabell y Nornes (1994) realizaron una investigación prospectiva sobre el funcionamiento neuropsicológico en pacientes sometidos a escisión de la lesión, con el propósito de identificar mejoras o secuelas. Su muestra fue de 31 casos, 15 hombres y 16 mujeres con una edad media de 33 años, cuya manifestación clínica inicial fueron crisis epilépticas (12 casos, 38.70%), cefalea (8 casos, 25.80%), hemorragia (6 casos, 19.99%), déficits sensoriomotores (2 casos, 6.45%), trastornos visuales (2 casos, 6.45%) y síncope (1 caso, 3.22%). Como parte de la evaluación, se administró lo siguiente: WAIS, TMT parte A y B, Token Test, Fluidez verbal, prueba de aprendizaje auditivo-verbal de 12 palabras, Retención visual de Benton, Test de Bender y FTT. Los resultados de la evaluación preoperatoria indicaron que la mayoría de los pacientes tuvieron un rendimiento promedio de acuerdo con la edad, sin embargo, en 7 casos los puntajes se situaron por debajo del promedio en tareas de aprendizaje, memoria y velocidad de procesamiento. Los autores indicaron que estas alteraciones cognitivas pueden presentarse independientemente de la causa o localización de una disfunción cerebral. Después de 4 meses postcirugía, existió deterioro leve a moderado en tareas cognitivas y perceptivas. Para los 12 meses subsiguientes, se reporta el retorno al nivel premorbido en la mayoría de los casos, con excepción de 3 pacientes con hemianopsia y 2 pacientes con afasia y hemianopsia homónima

derecha. Los autores concluyen que la intervención quirúrgica aunque tempranamente tuvo un impacto focal moderado sobre las funciones cognitivas en 5 pacientes, tiene un desarrollo neuroconductual benigno con alteraciones reversibles. Además, los resultados no sustentaron la hipótesis sobre el fenómeno de robo cerebral como causa de los déficits cognitivos.

Benjamin et al. (2000) reportaron el caso de un paciente diestro de 41 años que desarrolló hipomanía después de la resección de una MAV prefrontal (dorsolateral) izquierda. Los antecedentes personales patológicos incluyeron el tratamiento quirúrgico de meningocele occipital, pérdida de la conciencia por un accidente deportivo y cefalea bitemporal. El examen neurológico no indicó alteración y la IRM demostró la lesión y leve aumento ventricular izquierdo. A los 11 días después de la intervención se presentaron diversos cambios. La IRM mostró hemorragia frontal medial de lateralidad izquierda y edema en la circunvolución frontal superior. Se realizaron pruebas neuropsicológicas que indicaron integridad en el funcionamiento del hemisferio derecho y alteraciones en fluidez verbal, lenguaje espontáneo y anomia leve. El paciente mostró cambios conductuales como realizar actividades domésticas 22 horas al día, euforia, insomnio e irritabilidad, cumpliendo con los criterios del DMS-IV para trastorno del estado de ánimo por afección médica neurológica tipo maníaco y se decide implementar tratamiento farmacológico antiepiléptico, ansiolítico y antipsicótico. A los tres meses, el medicamento tuvo efectos favorables tanto en el funcionamiento neuropsicológico como en los síntomas hipomaníacos. Se concluye que la hipomanía, aunque es un trastorno asociado a lesiones del hemisferio derecho, puede explicarse en este caso por atrofia leve preexistente, daño en las conexiones de la corteza orbitofrontal durante la cirugía u organización atípica de las funciones cognitivas.

Díaz-Victoria (2005) describió las regularidades neuropsicológicas en 27 pacientes con MAVc sin sangrado (17 hombres y 10 mujeres) con edad y escolaridad media de 31.62 y 11.92 años respectivamente, fueron sometidos a evaluación a través del PIEN “Test Barcelona” para el análisis cuantitativo y cualitativo de los resultados. El análisis cuantitativo indicó lo siguiente: la mayoría de los pacientes (21 casos) mostró sintomatología relacionada con la localización de la lesión y áreas adyacentes; 1 caso tuvo síntomas no relacionados con la localización de la lesión, pero que implicaron disfunción en otras zonas del hemisferio ipsilateral; 4 casos con dificultades relacionadas con el funcionamiento de regiones homólogas y contralaterales a la MAV; y 1 caso con un perfil íntegro. Cualitativamente, 26 pacientes presentaron alteraciones como lentificación y necesidad de facilitaciones, que se sugieren como síntomas clínicos comunes independientemente de la localización de la lesión. Se concluyó que las alteraciones generalmente no son severas, pero están presentes en la mayoría de los casos y se explican por el fenómeno de robo y/o una reorganización funcional diferente (Díaz-Victoria y Idrovo, 2006).

Cao et al. (2009) reportaron el caso de una paciente diestra de 35 años con hipersexualidad por resección de una MAV occipital izquierda. La paciente fue atendida por sufrir de cefalea, vómito y alteración de la conciencia. Se realizó una TAC que evidenció un hematoma occipital izquierdo con hemorragia subdural y subaracnoidea, además del desplazamiento de la línea media. El examen neurológico reveló parálisis parcial del nervio oculomotor y disminución de la fuerza en las extremidades izquierdas. Se administraron las escalas de Hamilton para la depresión (HDRS) y ansiedad (HARS), donde la paciente mostró depresión leve. Un mes después se evacuó el hematoma y se realizó la disección de la MAV. A dos días de la intervención la paciente mostró libido creciente. El seguimiento a los 3 meses con estudios de angiografía y TAC mostraron un estado postoperatorio normal sin lesión residual y

las pruebas afectivo-emocionales precisaron depresión moderada y ansiedad leve. En vista del cambio conductual que tuvo impacto en la calidad de vida de la paciente al grado de cambiar de trabajo y recurrir a muchas formas de medicina alternativa, se decide complementar con estudios de PET y se identifica hipometabolismo en el giro del hipocampo anterior izquierdo e hipermentabolismo en el giro del hipocampo posterior y en el lóbulo frontal izquierdos. Con estos resultados se decidió implementar tratamiento farmacológico antipsicótico y antidepresivo, logrando atenuar los síntomas. Se sugiere que los cambios en el metabolismo cerebral explican el comportamiento hipersexual y no la cirugía de dicha lesión. Además, se sugiere que los trastornos de la circulación cerebral y la reperfusión del tejido hipoperfundido después de la obliteración de la MAV pueden facilitar el desarrollo de lesiones preexistentes del uncus y el hipocampo, como la presencia de una hernia local detectada antes de la cirugía.

Sánchez (2011) estudió el funcionamiento cognitivo de pacientes diestros sin tratamiento invasivo de la lesión con sangrado (11 casos) y sin sangrado (11 casos), además se incluyó un grupo control de 21 participantes. La edad media de los pacientes fue de 32 años y se realizó una evaluación con los siguientes instrumentos: Cognistat Versión en Español, WMS, Aprendizaje de palabras de Rey, FCR, TMT, TAVEC, Test de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin (WCST), Inventario de Beck para Depresión, IQCODE, Listado de síntomas SCL-90 y el Test de inteligencia Raven. Los resultados indicaron que la mayoría de los pacientes mostraron alteraciones neuropsicológicas, síntomas depresivos y su desempeño fue menor en comparación con el grupo control. Al analizar la ejecución de los pacientes en relación con el sangrado de la lesión, se observó mejor ejecución en el grupo con hemorragia. En este sentido, se sugiere que el sangrado podría ser un mecanismo de defensa ante el fenómeno de robo y crecimiento de una MAV, no obstante esto debe tomarse con reserva debido a los severos daños que puede provocar.

Chávez et al. (2016) investigaron el funcionamiento neuropsicológico de tres pacientes con edad media de 15 años que fueron sometidos a resección de una lesión vascular focal en el lóbulo frontal. Dos pacientes portaban una MAV de lateralidad derecha e izquierda respectivamente y un paciente con angioma cavernoso derecho. Se realizó una evaluación en tres momentos, previo y posterior (a los 6 y 24 meses) a la intervención quirúrgica, que consideró los procesos cognitivos, ejecutivos, afectivo-emocionales y habilidades sociales en la elección de una batería integrada por los siguientes instrumentos: Escala de inteligencia Wechsler para niños (WISC-IV), WCST, Prueba de Stroop, Torre de Londres y el Sistema de Evaluación de la Conducta de Niños y Adolescentes (BASC). Los resultados indicaron que el funcionamiento ejecutivo (FE) de los pacientes mejoró, en tanto que los cambios cognitivos en dominios de comprensión verbal, razonamiento perceptivo y coeficiente intelectual después de la cirugía no fueron homogéneos. El paciente con angioma cavernoso mostró disminución en comprensión verbal y razonamiento perceptivo. Los pacientes con MAV mejoraron en comprensión verbal y razonamiento perceptivo, uno de ellos (con lesión frontal izquierda) aumento 10 puntos en el CI. Las habilidades sociales y regulación emocional mejoraron en dos casos, estos fueron pacientes con lesiones de lateralidad derecha, mientras que el paciente con MAV frontal izquierda en la última evaluación mostró deterioro en estas capacidades con síntomas de depresión. Los investigadores concluyen que las FE se benefician de la intervención quirúrgica y resaltan el valor de incluir en la evaluación los procesos y dominios abordados, aún cuando los déficits no se presenten en la fase aguda.

Bradac et al. (2016) analizaron el funcionamiento neuropsicológico de pacientes con MAVc a dos años de recibir tratamiento y compararon los resultados con un grupo control integrado por 10 sujetos. La muestra se conformo de 66 pacientes (39 hombres y 27 mujeres) con

edad media de 38 años, de los cuales 35 fueron sometidos a resección, 17 con embolización y 14 en observación. La gradación de las lesiones fue variable: 32 de grado SM I-II, 18 con SM III y 16 casos de SM IV-V. La evaluación consistió en la administración de las siguientes pruebas: Vana's Intelligence Test (VIT), fluidez verbal fonológica (FAS), TMT, Test of Intellect Potential (TIP), Visual Object and Space Perception Battery (VOSP) y Auditory Verbal Learning Test (AVLT). Los resultados no indicaron diferencias entre los grupos (control, por modalidad de tratamiento, género, presentación clínica o dominio hemisférico), no obstante, los pacientes con MAV sin obliteración SM IV-V tuvieron peor rendimiento que pacientes con lesiones de grado I-III a causa del fenómeno de robo. Los autores enfatizan que el conocimiento del funcionamiento neuropsicológico de los pacientes es un factor que influye en la decisión terapéutica.

Dozzi y Pinheiro (2016) describieron el caso de una paciente analfabeta de 63 años con diagnóstico de demencia por una MAV frontotemporoparietal izquierda grado SM V con hipoperfusión crónica y compresión parenquimatosa. A la edad de 23 años inició con convulsiones parciales motoras derechas y a partir de los 60 años presentó dificultad en las actividades instrumentales de la vida diaria, adquisición de información, orientación y mostró apatía. El examen neurológico reveló hemiparesia derecha, hipoestesia táctil, poca fluidez y desorientación, además se administró el Mini Mental State Examination (MMSE) con puntaje de 5. Se indicó un tratamiento de la lesión conservador y los investigadores señalan que el deterioro no implicó atrofia del hipocampo ni antecedentes heredofamiliares relacionados, de ahí que fue una manifestación poco usual de una MAV masiva, pero ya reportada en otros estudios (Crawford et al., 1986).

Raghunath et al. (2016) estudiaron el impacto del tratamiento por radiocirugía Gamma Knife en el funcionamiento cognitivo de 18 pacientes. La edad de los participantes fue de 29

años en promedio y fueron sometidos a dos momentos de evaluación previa y posterior (a los 2 años) al procedimiento. Se administró la batería neuropsicológica NIMHANS enfocada en tareas de velocidad de procesamiento, atención, funciones ejecutivas, aprendizaje y memoria. Los resultados de la evaluación inicial indicaron que más del 50% de los casos tenían déficits en atención, memoria verbal, memoria de trabajo visual y verbal. Al seguimiento, el 66% mostró mejoría y sólo dos pacientes requirieron del cambio en su ocupación a causa de hemiparesia. También se encontró que pacientes con MAV de mayor grado SM demostraron un cambio signitivamente favorable en las pruebas de seguimiento. Finalmente, se observaron cambios por radiación como necrosis, isquemia regional o gliosis en 4 pacientes, quienes tuvieron peor desempeño. Los autores también subrayaron que los pacientes no tenían queja previa a la intervención de disfunción cognitiva y el examen clínico los situó en parámetros normales, a pesar de que la mayoría de los casos tenían disfunción cognitiva en uno o más dominios. Se concluye que la mayoría de los pacientes tratados con esta modalidad muestran mejoría en el funcionamiento neuropsicológico, salvo los casos con cambios inducidos por radiación.

Barrera (2019) comparó las características neuropsicológicas de 10 pacientes con MAVc sin hemorragia (SH), 10 con hemorragia (CH) y 20 participantes neurológicamente sanos (NS), cuya edad y escolaridad media fue de 30 y 11 años respectivamente. Las pruebas aplicadas fueron Cognistat Versión en Español, FCR, la subprueba de aprendizaje seriado de palabras del Test de Bacerlona, TMT y el Inventario de Depresión de Beck. No se encontraron datos significativos en el análisis diferencial de grupos. Sin embargo, los pacientes con MAV SH mostraron mayores déficits neuropsicológicos en comparación con los pacientes CH debido al tamaño del nido malformativo que fue mayor en el grupo SH y por lo tanto condicionó el

aumento de hipoperfusión, generando alteraciones. Finalmente, se reportó que los síntomas depresivos más severos se presentaron en pacientes con lesiones en el hemisferio izquierdo.

En resumen, existen múltiples factores individuales que influyen en el desempeño neuropsicológico de los pacientes con MAVc como la edad, reserva cognitiva, presentación clínica, localización y gradación de la lesión, modalidad de tratamiento, fenómenos asociados (robo vascular o plasticidad cerebral) y los posibles cambios en el flujo sanguíneo cerebral. De modo que existen casos de pacientes íntegros y con disfunción cognitiva leve, moderada o severa. Por otro lado, habría que mencionar la escasez de investigaciones con métodos de evaluación como la Prueba Provocativa Supraselectiva para el estudio del funcionamiento neuropsicológico en pacientes con este tipo de lesiones.

#### **Capítulo 4. Prueba Provocativa Supraselectiva Cerebral en Pacientes con MAV**

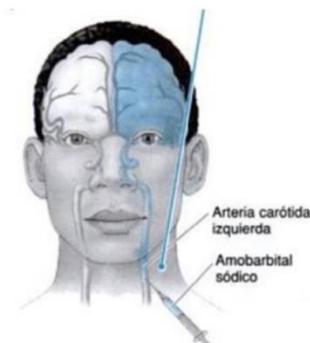
##### **Antecedente: Test de Wada**

La PPS cerebral es la evolución y adaptación del *Test de Wada*, también denominada *Técnica de la inyección intracarotídea de amobarbital sódico* que desarrolló el neurólogo Juhn Atsuhiko Wada en 1949 para lateralizar el lenguaje y memoria en pacientes con psicosis que iban a ser tratados con Terapia Electroconvulsiva (TEC) y de manera que el procedimiento se efectuara de forma unilateral, restringiendo la TEC al hemisferio no dominante para dichas funciones, reduciendo efectos secundarios (Emde, 1999; Cano et al., 2019; Lazar et al., 1997).

En la década de los 50, se describieron casos en los que se produjo amnesia severa como resultado de una lobectomía temporal izquierda, que se llevó a cabo para tratar pacientes con epilepsia farmacorresistente. Por esta razón, se introdujo el Test de Wada (Milner et al., 1962) para explorar la lateralización hemisférica de las funciones mnésicas y de lenguaje previo a la

cirugía, y así predecir los efectos neuropsicológicos de la resección, especialmente en pacientes de dudosa lateralidad.

Este procedimiento invasivo implica la inyección de un barbitúrico de corta acción en una de las arterias carótidas internas (ACI), habitualmente se utilizan 75 mg de amobarbital para suprimir la actividad neuronal (véase figura 9) aunque otras opciones farmacológicas son el metohexital, etomidato y propofol. El anestésico inactiva las áreas irrigadas por la ACI durante algunos minutos y en ese tiempo, se pide al paciente realizar tareas de lenguaje, memoria o movimiento (Cano et al., 2019; Gonzalez et al., 2016; Lacruz, 2006; Ticyana et al., 2000). Además, ha proporcionado datos sobre la lateralización de otras funciones como la atención, conciencia y procesamiento emocional (Kurthen, 1992).

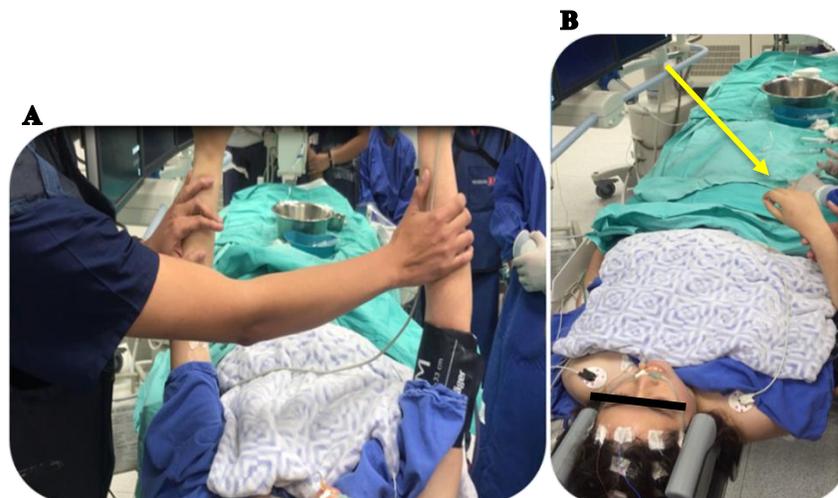


**Figura 9.** El amobarbital sódico anestesia el hemisferio del lado en el que se aplicó la inyección (en este caso, el hemisferio izquierdo), de este modo se puede determinar si se trata del hemisferio dominante para el lenguaje. Recuperada de Kolb y Whishaw (2003).

Usualmente, se hace primero una prueba sin el fármaco con el objetivo de que el paciente se familiarice con las tareas que serán administradas durante y después de la inyección del fármaco. Estableciendo así un nivel base de rendimiento con el que se podrá comparar el registrado después de la inyección (Kolb y Whishaw, 2003). La inyección realizada en la ACI derecha puede producir síntomas sensitivos y motores en el lado izquierdo, pero no altera el lenguaje, a menos que el hemisferio derecho sea dominante para esta función. Mientras que en la

inyección de la ACI izquierda, el hemisferio izquierdo queda anestesiado y la persona no puede hablar, mover el brazo derecho o ver el campo derecho.

La ventaja de este test es que permite estudiar de forma precisa y confiable cada hemisferio de forma separada, en ausencia de la función del otro (Kolb y Whishaw, 2003), por lo que es adecuado en pacientes con lesiones cerebrales o inicio de la epilepsia a edades tempranas, que pueden tener una representación cerebral atípica del lenguaje, ya sea una dominancia hemisférica derecha, o bien, bilateral (Martínez et al., 2007; Rasmussen y Milner, 1977; Kurthen, 1992). Por otro lado, algunas limitantes son lo invasivo de la técnica y que sólo aporta información sobre la distribución de las funciones corticales en dos hemisferios, por lo que datos específicos sobre la localización de las funciones dentro de un mismo hemisferio podrían ser útiles ya que actualmente se administra en la evaluación prequirúrgica realizada en pacientes con epilepsia (véase figura 10) dado su alto valor pronóstico sobre déficits neuropsicológicos y neurológicos (Andrade et al., 2013; Binder et al., 1996; Emde, 1999; Kurthen, 1993; Lacruz, 2006; Martínez et al., 2007).



**Figura 10.** Test de Wada prequirúrgico administrado a una paciente con epilepsia en la sala de TEN del INNN MVS. Se llevó a cabo una evaluación motriz y de lenguaje en dos momentos, previo a la administración del fármaco (A) y durante la inyección intraarterial de propofol en la ACI izquierda (B) donde se observó ausencia transitoria del lenguaje expresivo y hemiparesia derecha (flecha en amarillo).

Algunos investigadores han reportado la correlación entre el Test de Wada y la RMf en pacientes con epilepsia respecto a la lateralidad de lenguaje. Por lo que se sugiere la RMf como una alternativa prometedora y no invasiva (Binder et al., 1996).

### **Descripción General**

El manejo de las MAVc es una tarea compleja y retadora, por esta razón algunas instituciones recomiendan realizar la PPS durante la Angiografía Cerebral para predecir los cambios clínicos y hemodinámicos previos a la intervención invasiva de la lesión, aislando la función de diferentes territorios arteriales usando métodos farmacológicos reversibles. Esta prueba fisiológica también ha sido considerada en el tratamiento para la epilepsia, tumores y otras malformaciones vasculares (Gonzalez et al., 2016).

### **Técnica Específica**

#### ***Preparación:***

1) Se realiza un chequeo médico básico que incluye historial y examen físico, neurológico y neuropsicológico, análisis clínicos, Electrocardiograma (ECG), Electroencefalograma (EEG) y estudios de imagenología cerebral, principalmente de IRM potenciada en T1 y ARM para determinar la anatomía vascular y existencia de la lesión. El paciente debe autorizar el estudio y el personal médico brinda una explicación detallada a este y/o a sus familiares sobre del procedimiento, indicaciones, riesgos y beneficios. A pesar de que los riesgos son pocos, las complicaciones más frecuentes son: reacciones alérgicas, sedación excesiva que produzca supresión pulmonar o cardiovascular, daño renal, infección, accidente cerebrovascular, pérdida de la función neurológica, hipotensión, crisis convulsivas, formación de trombos, hematoma en la ingle o en nervio femoral, lesión arterial y muerte (Chamorro y Vila, 1995; Prestigiacomo et al., 2017).

2) El paciente es ingresado a una institución de asistencia especializada para realizar un estudio ambulatorio de Angiografía Cerebral con PPS, con duración de 1 a 3 horas. Se brinda atención por parte de especialidades como enfermería, anestesiología, TEN y neuropsicología. En el caso de personas con condiciones comórbidas, se requiere la participación de otros servicios.

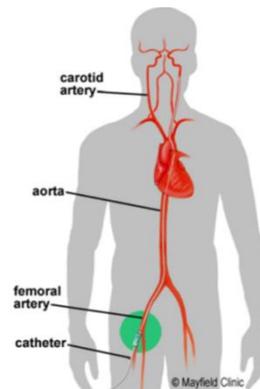
3) El procedimiento se lleva a cabo en un lugar de alta tecnología, se trata de una sala de hemodinamia (véase figura 11) donde se posiciona al paciente sobre una mesa de rayos X, la cabeza debe colocarse de forma cómoda para garantizar un mínimo de movimiento. El pulso, la presión sanguínea y la respiración se monitorean durante la exploración angiográfica. Esta prueba utiliza un catéter hidrofílico MAGIC, rayos X como guía generados por una máquina de fluoroscopia llamada angiógrafo y una inyección de material de contraste que contiene yodo para capturar imágenes que son digitalizadas por un sistema de cómputo para su visualización nítida en proyecciones anteroposteriores y laterales, con o sin sustracción digital del cráneo para examinar los vasos sanguíneos e identificar la lesión (Allín, 2013; RSNA, 2020).



**Figura 11.** Sala de hemodinamia del INNN MVS. Se aprecia un brazo en C (fluoroscópio) que es una pieza del equipo en forma de arco que genera los rayos X para la obtención de imágenes radiológicas en un monitor.

La cateterización se realiza mediante la técnica de Seldinger (véase figura 12), que consiste en introducir el catéter a través de una punción transfermoral percutánea. Es importante que el área de punción sea preparada con afeitado bilateral de la ingle y uso de lavado,

posteriormente la zona es cubierta de manera estéril y se aplica anestesia local previo a la incisión (Prestigiacomio et al., 2017). Esta técnica tiene varias ventajas: no requiere de anestesia general, una punción permite observar todos los vasos intracraneales e implica menor riesgo de disección arterial (Chamorro y Vila, 1995).



**Figura 12.** Un catéter es insertado en la arteria femoral en la ingle y se le guía a través del sistema arterial a las arterias en el cerebro. Recuperada Mayfield Brian y Spine (2020).

4) Una vez que se obtiene acceso femoral, el especialista en TEN gana el acceso de la ACI en cuestión para realiza series angiográficas en etapas, que son complementarias: primero, una angiografía no selectiva (abarcando toda el área anatómica), después una angiografía selectiva diagnóstica de la MAVc y de la vascularización cerebral, y a continuación, la angiografía supraselectiva del nido malformativo. La angiografía selectiva diagnóstica brinda información sobre: territorios arteriovenosos envueltos en la irrigación y drenaje de la lesión; cambios angiopáticos secundarios al alto flujo arteriales (estenosis, dilataciones arteriales o aneurismas) y venosos (trombosis venosa, dilataciones o estenosis venosas, presencia de varices); evaluación general del nido; y signos de robo vascular. Aunque esta modalidad angiográfica es muy útil, una limitación es la dificultad en la visualización de pequeñas arterias aferentes o aneurismas relacionados con el flujo, especialmente en las cercanías del nido. Por esta razón se añade la angiografía supraselectiva para obtener datos específicos sobre: la anatomía, configuración y hemodinamia de los segmentos distales de las arterias aferentes y de

los segmentos proximales de las venas de drenaje; y una valoración más detallada de la unión arterionidal y venonidal (Fernandez, 2003; Górriz, 2008; Gonzalez et al., 2016).

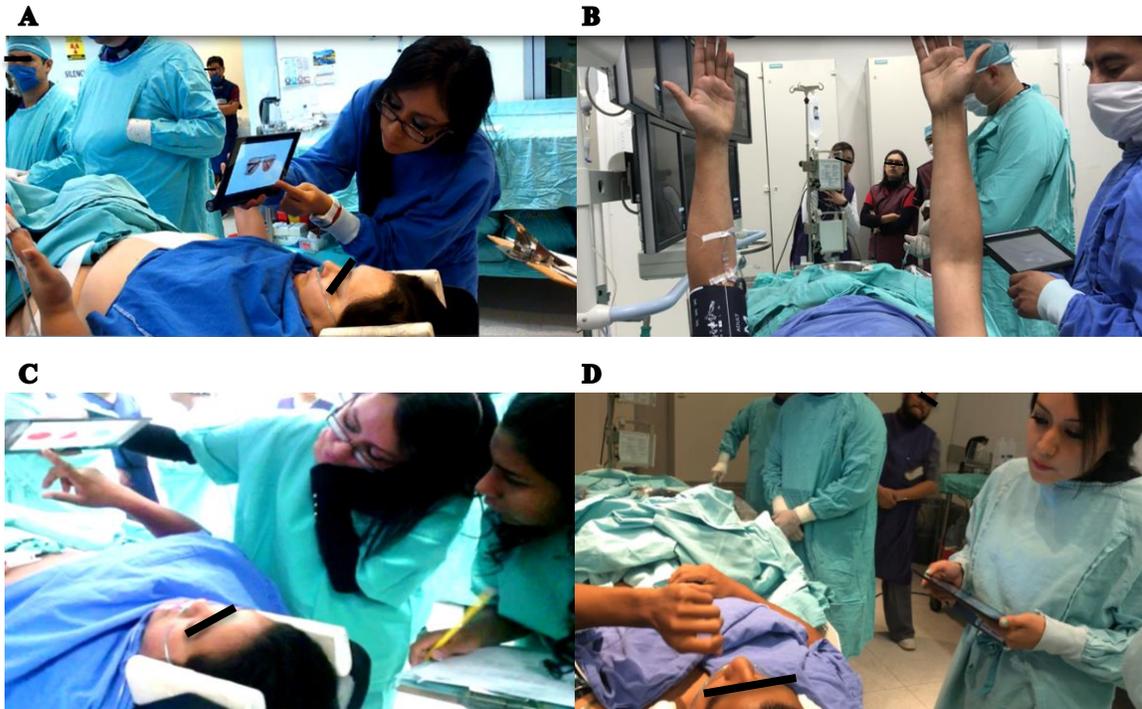
### ***Aplicación y Uso***

1) En el caso de la PPS, que es un adjunto de la Angiografía Supraselectiva se obtiene acceso a cada uno de los pedículos alimentadores de la MAVc para que a través del microcatéter MAGIC se inyecte un agente anestésico de acción ultrarrápida lo más proximal al nido y así determinar si el vaso alimenta tejido funcional.

2) En este momento, el personal neurointervencionista realiza una prueba neurológica, lo que requiere cooperación del paciente y sobre la cual existen escasos reportes en el mundo (Jordán et al., 2013; Jordán, 2014). En el INNN MVS se incorpora el equipo de neuropsicología para explorar del funcionamiento neuropsicológico de los pacientes, motivo del presente trabajo. Previo a la administración del anestésico se realiza una evaluación para establecer un nivel de rendimiento base (véase figura 13), con el que se compara la ejecución posterior a la inyección del fármaco (véase figura 14) cuyo efecto declina en 5 minutos.



**Figura 13.** Sala de hemodinamia del INNN MVS. El paciente recibe atención neurointervencionista e ingresa el equipo de neuropsicología para realizar una evaluación basal (previa a la inyección del anestésico).



**Figura 14.** En sala de hemodinamia del INNN MVS el equipo de neuropsicología realiza una exploración durante la PPS denominada Evaluación Neuropsicológica Breve Supraselectiva (ENBS) por el momento en que se ejecuta. Se observa la aplicación de algunas tareas administradas a los pacientes en función de la localización de la lesión, tales como: lenguaje expresivo (denominación) en A, funciones motoras y lenguaje expresivo (automatizado) en B, lenguaje impreso (comprensión de estructuras lógico gramaticales) en C y funciones motoras de las manos (praxias a la orden) en D.

3) No se recomienda repetir la inyección del anéstrico más tres o cuatro veces, ya que el tiempo de recuperación aumenta después de cada PPS. Si se requiere repetir la inyección, el especialista en TEN debe mover el catéter cerca del nido, tan cerca como sea posible al sitio que se desea embolizar o tratar, ya sea en el mismo u otro pedículo (Gonzalez et al., 2016).

4) Una vez confirmado que las arterias aferentes a la lesión no vascularizan corteza funcional, se puede plantear la embolización o alguna modalidad de tratamiento intervencionista. Si los vasos alimentadores irrigan tejido elocuente se deben preservar para evitar el déficit, valorando el riesgo-beneficio del tratamiento (Chamorro y Vila, 1995; Jordán y Prince, 2010; Gonzalez et al., 2016).

***Solución de Problemas:***

1) El equipo médico debe estar preparado para la desinhibición conductual del paciente y debe restringirlo si esto ocurre.

2) Si la PPS es positiva, o bien existen cambios, es posible usar la embolización en algunas arterias que son seleccionadas en función de la ejecución del paciente durante las PPS (Gonzalez et al., 2016).

***Fármaco Anestésico:***

El fármaco usado con más frecuencia es el amobarbital, otras opciones son el metohexital, tiopental sódico, lidocaína y el propofol (Brian et al., 2003; Gonzalez et al., 2016). En el INNN MVS el anestésico utilizado durante las PPS dirigidas a pacientes con MAVc corticales por su disponibilidad es el propofol (1 ml). Su aplicación se realiza en bolo o bolos subsecuentes, que consisten en la administración intraarterial rápida, pero controlada.

El propofol es eficaz y seguro, de efecto rápido y corta duración que induce sedación consciente, disminuye el flujo sanguíneo cerebral por constricción de las arterias, causa silencio en la actividad eléctrica cerebral y puede abolir la memoria sin riesgo de secuelas psicológicas para el paciente. Este fármaco atraviesa la barrera hematoencefálica y actúa en el SNC a modo de depresor, al estar gobernado por los principios que se aplican a los barbitúricos. Los mecanismos de acción del propofol se realizan a través de; el incremento en el efecto del principal neurotransmisor (NT) inhibitorio del SNC, GABA actuando de manera agonista en su receptor GABA A inhibiendo las neuronas postsinápticas en la sustancia gris cortical; el bloqueo de los receptores glutamatérgicos NMDA que modulan los influjos de Ca<sup>2+</sup> y están asociados con los procesos de aprendizaje y memoria; producción de inhibición simpática (Andrade et al., 2013; Brian et al., 2003; Brunton et al., 2007; García, 2014; Jaramillo, 2011;

Jordán, 2014; Martínez et al., 2007; Muñoz, 2005; Navarrete, 2020; Neira y Ortega, 2004; Volcy, 2008).

### **Monitorización Neurológica y Cognitiva Durante las PPS en Pacientes con MAVc**

En la práctica no se ha demostrado alta sensibilidad o especificidad con el uso rutinario de PPS en pacientes con MAVc, puesto que han sido ignoradas en muchos centros que se apoyan en las teorías tradicionales de la neuroanatomía funcional para predecir la morbilidad relacionada con el tratamiento y guiar las decisiones terapéuticas. Sin embargo, la anatomía funcional asociada con las MAVc suele ser diferente a los paradigmas tradicionales como se mencionó, en este sentido los resultados del tratamiento son difíciles de predecir sin la información específica del paciente obtenida durante la PPS (Brian et al., 2003).

Existe un pequeño número de informes al respecto enfocados en el funcionamiento neurológico, cuyo déficit podría conducir a déficits cognitivos que a menudo no son evaluados (Moo et al., 2002), sirvan de ejemplo los siguientes estudios:

Rauch et al. (1992) evaluaron la capacidad de la PPS con amobarbital para predecir la disfunción neurológica en pacientes con MAVc antes de la embolización. Reportaron 87 casos, de los cuales: 82 pacientes tuvieron una PPS negativa y fueron embolizados sin complicaciones; y de 5 embolizaciones realizadas después de una PPS positiva, dos fueron seguidas de déficits. Los autores concluyeron que los datos de las PPS con amobarbital aumentan la seguridad de las embolizaciones, lo que se ha reportado en otros estudios (Tawk et al., 2011).

Han et al. (1994) realizaron PPS con tiopental sódico para la evaluación neurológica antes de la embolización en 38 pacientes con MAVc. Se inyectó el anestésico en 68 arterias previo de la administración del agente embólico. La PPS fue negativa en 57 arterias y hubo disfunción neurológica en 3 de ellas después de la embolización. Estos déficits se asociaron al

reflujo del material embólico o espasmo arterial, pero no hubo pruebas falso negativo. La embolización no se realizó en 9 arterias con PPS positivas, pero se trataron 2 arterias con PPS positivas y síntomas aceptables que desarrollaron los mismos déficits con la embolización, solucionándose sin tratamiento específico. Los investigadores indican que la PPS con tiopental sódico son herramientas seguras y confiables para la evaluación funcional preembolización.

Moo et al. (2002) buscaron determinar si un método de evaluación neurológico y cognitivo durante la PPS con amobarbital dirigida a pacientes con MAVc reduce la incidencia de déficits asociados con el tratamiento endovascular. Para este objetivo, un neurólogo examinó previo a la embolización a 12 pacientes (8 mujeres y 4 hombres) con edad media de 37 años, en los dominios de: lenguaje, memoria, atención, aritmética y funciones visoespaciales. También, personalizó una batería de pruebas adaptadas a sus habilidades mediante estímulos (no reales) seleccionados de pruebas cognitivas estándar para explorar regiones del cerebro relacionadas con la ubicación de la lesión durante la PPS, que se realizó en cada aferencia arterial de las lesiones. Si los resultados de dicha prueba eran negativos, la arteria nutricia era tratada con un agente embólico. Los resultados indicaron que de 29 PPS, 27 fueron negativas y tratadas sin déficits. Sin embargo, 2 PPS en individuos diferentes revelaron déficits cognitivos, por lo que se optó por no embolizar las aferencias relacionadas. Estos hallazgos sugieren que las PPS realizadas antes de la embolización son útiles para identificar territorios vasculares donde esta intervención invasiva e irreversible podría conducir a déficits neurológicos o cognitivos.

Brian et al. (2003) estudiaron la administración de lidocaína y/o amobarbital durante PPS realizada antes de la embolización de MAVc en 4 pacientes diestras con edad media de 33 años. Antes e inmediatamente después de la inyección del anestésico se aplicó una evaluación neurológica (motriz y sensorial) y cognitiva enfocada en el lenguaje, memoria y funcionamiento

visual-espacial a través de tareas pertenecientes a pruebas estándar que fueron seleccionadas de acuerdo con la localización de las lesiones. La paciente 1 tenía una MAV temporal izquierda y por lo tanto, se evaluó con una prueba de memoria verbal adaptada de WMS. Las pacientes 2 y 4 portaban una MAV frontoparietal izquierda y se evaluaron con una adaptación del Test de Boston para el Diagnóstico de la Afasia, cuyas pruebas de lenguaje incluyeron: fluidez verbal, comprensión, denominación, repetición de oraciones y lectura de palabras. En la paciente 3, con una MAV frontoparietal derecha, se valoró la negligencia visual-espacial mediante el uso de una prueba de juicio lineal (Marshall et al., 1998).

En la paciente 1, las pruebas de memoria de referencia indicaron una puntuación de 15. Posterior a la inyección de amobarbital y lidocaína, la puntuación se redujo a 4 y a los 20 minutos subsecuentes a la inyección, se documentó el retorno a la línea base. Las pruebas neurológicas no indicaron deterioro. En vista del riesgo de producir un déficit de memoria, no se realizó la embolización de la aferencia arterial evaluada.

En la paciente 2, se administró una PPS con amobarbital en una arteria aferente a la lesión, sin déficits neurológicos. Luego se inyectó lidocaína en el mismo pedículo que produjo paresia temporal de la mano derecha, por lo que la arteria no se embolizó. Se examinó otra aferencia arterial y no se produjeron déficits motores con la inyección de amobarbital o lidocaína. También se realizaron pruebas de lenguaje, donde las inyecciones no causaron dificultades. Con estos resultados, se logró la embolización del vaso sin causar déficits.

En la paciente 3 se realizó una inyección de amobarbital que resultó en una leve debilidad del pulgar izquierdo. Con la inyección posterior de lidocaína en la misma rama arterial, se produjo una debilidad más extensa de lateralidad izquierda. La prueba de negligencia visual-

espacial no reveló déficits. No se logro hallar otra arteria aferente a MAVc que no generara paresia, por lo que la paciente no fue sometida al tratamiento endovascular.

En la paciente 4, la PPS preembolización de un alimentador arterial de la lesión con amobarbital y lidocaína, en conjunto, indujo debilidad significativa del brazo derecho y astereognosia en la mano derecha. No mostró signos de afasia y la acalculia que presentaba de base no tuvo cambios. Posteriormente, el catéter se avanzó en el mismo pedículo, pero se inyectó amobarbital sin detectar debilidad, pasado el tiempo de acción del fármaco se administró lidocaína y se observó paresia moderada de la mano derecha sin otras alteraciones motoras, sensoriales o de lenguaje. Se decidió que el beneficio de tratar la MAVc justificaba la embolización de dicho vaso y como era de esperar, la paciente desarrolló debilidad leve idéntica a la causada con la inyección de lidocaína y que produjo mínimo deterioro en su vida cotidiana.

En los cuatro casos, la inactivación cerebral focal con lidocaína produjo déficits clínicos que no se observaron con amobarbital. Los investigadores señalan que se debe a que la lidocaína es un anestésico local que produce inactivación neuronal al bloquear los canales de sodio dependientes de voltaje presentes en todas las membranas de las células nerviosas, inhibiendo así las estructuras de la sustancia gris y blanca. A diferencia del amobarbital, que sólo actúa en la sustancia gris por su agonismo GABAérgico. Por lo que es importante considerar los tractos de sustancia blanca en la detección de la función cerebral elocuente en las MAVc, de manera que la coadministración de ambos fármacos puede aumentar la sensibilidad y valor predictivo de la PPS, reduciendo la frecuencia de morbilidad relacionada con el tratamiento.

Feliciano et al. (2010) realizaron un estudio sobre el uso del propofol en las PPS previas a los procedimientos de embolización en las MAVc. Examinaron una serie de 20 pacientes sometidos a PPS con valoración neurológica. Se encontraron déficits en 3 pacientes, por lo que

no se administró tratamiento endovascular en estos casos y sólo un paciente con una PPS negativa desarrolló leve paresia como resultado de la embolización. Los autores indican que el uso del propofol en las PPS es una alternativa eficaz y segura, lo que se ha reportado en otros estudios de corte neurológico (Jordán y Prince, 2010; Jordán et al., 2013).

Jordán (2014) realizó una investigación sobre la embolización y los factores predictores de complicaciones neurológicas en pacientes con MAVc. En su estudio reportó 178 PPS con propofol preembolización, de ellos 166 (93.3%) fueron negativos y 12 (6.7%) positivos. Los pacientes con PPS negativas fueron sometidos a embolización de la lesión y no presentaron déficit. Mientras que de los 12 pacientes con PPS positivas, en 8 casos se decidió embolizar tomando en cuenta el riesgo-beneficio del tratamiento y 6 pacientes con sangrado secundario a la lesión y alto riesgo de resangrado presentaron déficits postembolización similares a los observados en las PPS, por ejemplo: un paciente con una MAV cerebelosa desarrolló nistagmo y disartria; otro paciente con lesión cerebelosa mostró nistagmo, disartria y disimetría; un paciente con lesión parietal izquierda SM III durante la segunda sesión de embolización en la cual se había cateterizado la arteria angular, presentó síndrome de Gerstmann; en otro paciente con MAV frontal se observó paresia fasciobraquial; un paciente con lesión frontotemporal presentó hemiparesia e impresión confusa; finalmente, en un paciente con lesión frontal se evidenció paresia fasciobraquial y disartria. Se concluye que estos hallazgos resaltan la eficacia de las PPS en la determinación de áreas elocuentes, siendo herramientas útiles e indispensables para elevar la seguridad del proceder y pueden contribuir a la disminución de complicaciones postembolización, o predecirlas con un alto nivel de certeza para que se inicie con un plan de fisioterapia o rehabilitación.

Es así que los estudios hasta el momento se han centrado en la valoración del funcionamiento neurológico donde se han reportado complicaciones durante la PPS que se mantienen con el tratamiento intervencionista en algunos casos. Sin embargo, poco se ha estudiado sobre funcionamiento neuropsicológico de los pacientes y en las escasas investigaciones al respecto se han identificado tanto la ausencia como la presencia de déficits. En los próximos años se espera ver el progreso en esta área (Prestigiacomo et al., 2017).

### **Justificación**

En vista de que la mayoría de las MAVc son corticales y a la indudable evidencia de posible disfunción cognitiva asociada, existe la necesidad de continuar investigando la relación entre estas lesiones y sus consecuencias sobre el funcionamiento neuropsicológico.

Recientemente en el INNN MVS se está incorporando al protocolo de atención dirigido a pacientes con esta patología la PPS en la sala de TEN para obtener datos pretratamiento sobre la predicción de posibles secuelas o cambios neuropsicológicos.

La evaluación neuropsicológica durante la PPS es un procedimiento innovador y los resultados obtenidos aportarán información útil y complementaria que permitirá un mayor nivel de seguridad en la toma de decisiones acerca del tratamiento intervencionista o conservador de las MAVc corticales, de manera que no sólo sea tratada la anomalía y se reduzca la morbimortalidad asociada (Nogales et al., 2005), sino también se busca evaluar y analizar los riesgos o beneficios que implica el tratamiento sobre el funcionamiento neuropsicológico. Por lo que la disciplina neuropsicológica cobra relevancia en el manejo actual de los pacientes con estas lesiones para lograr una atención integral y coordinada, y que tenga un impacto favorable en la calidad de vida de las personas. Y desde esta disciplina, se describe por primera vez el efecto de la PPS sobre el funcionamiento neuropsicológico en presencia de una MAVc cortical, mediante

la aplicación de diversas tareas con uso de estímulos distintos, únicos y reales, que fueron seleccionadas de acuerdo con el perfil neuropsicológico del paciente, escolaridad, edad y localización exacta de la lesión. En este sentido, se han informado déficits mayores relacionados con la ubicación y lateralidad de la lesión (Andersen et al., 1988; Conley et al., 1980; Díaz-Victoria, 2005; Mahalick et al., 1991; Okabe et al., 1983), por lo que en la presente investigación la localización es un criterio que se considera importante, debido a los momentos de evaluación breves en la PPS.

### **Pregunta de Investigación**

La pregunta central que se plantea en la investigación radica en: ¿cuál es el efecto de la Prueba Provocativa Supraselectiva (PPS) sobre el funcionamiento neuropsicológico de pacientes con MAV cerebrales corticales?

## **Método**

### **Objetivos**

#### ***Objetivo General***

Describir el efecto de la Prueba Provocativa Supraselectiva sobre el funcionamiento neuropsicológico de pacientes con MAV cerebrales corticales a nivel individual y grupal de acuerdo con la localización lobar de las lesiones y hemisferio comprometido.

#### ***Objetivos Específicos***

- Describir los cambios en el funcionamiento neuropsicológico de los pacientes en los distintos momentos de la PPS.
- Describir la semiología en función de la localización de la MAV cerebral cortical.
- Identificar pacientes con posible alteración en su rendimiento con uso de puntajes Z.

- Describir la magnitud de los cambios grupales en el funcionamiento neuropsicológico de acuerdo con la localización lobar de la lesión y hemisferio comprometido durante la PPS.

### **Hipótesis**

Hi. El funcionamiento neuropsicológico de los pacientes presentará cambios en los diferentes momentos de la PPS.

Ho. El funcionamiento neuropsicológico de los pacientes no presentará cambios en los diferentes momentos de la PPS.

Hi. Los pacientes con una MAV cerebral cortical presentarán semiología neuropsicológica relacionada con la localización de la lesión.

Ho. Los pacientes con una MAV cerebral cortical no presentarán semiología neuropsicológica relacionada con la localización de la lesión.

Hi. Será posible identificar pacientes con alteración en su rendimiento con uso de puntajes Z.

Ho. No será posible identificar pacientes con alteración en su rendimiento con uso de puntajes Z.

Hi. El funcionamiento neuropsicológico a nivel grupal presentará cambios de acuerdo con la localización lobar de la lesión y hemisferio comprometido durante la PPS.

Ho. El funcionamiento neuropsicológico a nivel grupal no presentará cambios de acuerdo con la localización lobar de la lesión y hemisferio comprometido durante la PPS.

### **Diseño de Investigación**

Se trata de un estudio no experimental, debido a que no se hizo manipulación de las variables, únicamente se observó el fenómeno (funcionamiento neuropsicológico en pacientes con MAV cerebrales corticales) durante la PPS para realizar un análisis de datos implementando

medidas de tendencia central y variabilidad. El diseño es de tipo longitudinal de panel dado que el perfil neuropsicológico de los pacientes fue obtenido y analizado mínimo en tres momentos, con un máximo de seis, es decir; momento 1: ENG; momento 2: ENBS antes de la inyección intraarterial de propofol en la sala de TEN; momento 3: después de la inyección intraarterial del fármaco; momentos 4-6: dependen de la exploración endovascular. Su alcance es exploratorio-descriptivo a causa de que se investigó un tema poco estudiado y formalmente no abordado desde la disciplina neuropsicológica, mediante una perspectiva innovadora como lo es la ENBS. En este sentido, se buscó describir el efecto de la PPS sobre el funcionamiento neuropsicológico.

## Variables

A continuación se enlistan las variables atributivas, independientes y dependientes, en relación con su tipo e instrumento empleado para su obtención (véase tabla 6).

**Tabla 6.**  
*Variables*

<b>Atributivas</b>	<b>Tipo</b>	<b>Instrumento</b>
Edad	Numérica-Razón	Anamnesis
Sexo	Categoría-Dicotómica	Anamnesis
Escolaridad	Numérica-Razón	Anamnesis
Ocupación	Categoría-Politémica	Anamnesis
Grado de la MAV cerebral cortical	Categoría-Politémica	IRM y Angiografía Cerebral
Antecedente de hemorragia de la lesión	Categoría-Dicotómica	IRM
<b>Independientes</b>		
Localización de la MAV cerebral cortical	Categoría-Politémica	IRM
Momento de la evaluación (ENG y ENBS)	Categoría-Politémica	Pruebas neuropsicológicas Tareas de la ENBS
<b>Dependientes</b>		
*Cambios en el funcionamiento neuropsicológico (PPS positiva).	Categoría-Dicotómica	Tareas de la ENBS PPS
*Ausencia de cambios en el funcionamiento neuropsicológico (PPS negativa).		

*Nota:* MAV = Malformación Arteriovenosa, IRM = Imagen por Resonancia Magnética, ENG = Evaluación Neuropsicológica General, ENBS = Evaluación Neuropsicológica Breve Supraselectiva, PPS = Prueba Provocativa Supraselectiva.

## **Participantes**

La selección de la muestra fue no probabilística, sujeto-tipo, que cumplieran con los siguientes criterios de inclusión:

### ***Criterios de Selección del Estudio***

#### **Criterios de Inclusión.**

- Pacientes ingresados al servicio de TEN en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suárez” durante el periodo comprendido de febrero de 2016 a marzo de 2019 para ENG (véase anexo) a través de los siguientes instrumentos: Cognistat Versión en Español (López y Villaseñor, 2006), Figura Compleja de Rey-Osterrieth (Rey, 1941; Osterrieth, 1944), Aprendizaje Seriado de Palabras (Peña-Casanova, 2005), Trail Making Test (Partington y Leiter, 1949; Reitan y Wolfson, 1985), Stroop (Stroop, 1935; Golden, 1978), Inventario de Depresión de Beck (Beck et al., 1996) e Inventario de Ansiedad de Beck (Beck et al., 1988).
- Diagnóstico de MAVc corticales mediante estudios de IRM.
- Pacientes de 18 a 49 años, con dominancia manual diestra.
- Autorización del uso de la información sobre la ejecución durante la PPS e imágenes estructurales cerebrales, para fines de investigación a través del consentimiento informado.

#### **Criterios de exclusión.**

- Presentar comorbilidad con otro tipo de lesiones cerebrales, enfermedades neurológicas o trastornos del desarrollo preexistentes.
- Historia de adicción a sustancias.
- Embarazo.

- Tratamiento intervencionista previo de la lesión.

#### **Criterios de eliminación.**

- Decisión voluntaria de abandonar el estudio en cualquier momento del procedimiento.
- Que el paciente no coopere, atienda, comprenda (Ríos, 2008) las tareas o no siga instrucciones sencillas.
- No concluir la evaluación neuropsicológica: general y supraselectiva breve.
- Crisis epilépticas durante la PPS.

#### **Muestra**

Se obtuvo una población de 162 pacientes referidos por el departamento de TEN a la UCC con diagnóstico de MAVc cortical cuyo sistema de gradación fue SM, para la aplicación de ENG y posteriormente PPS durante el periodo comprendido de febrero de 2016 a marzo de 2019. Al momento del estudio de angiografía diagnóstica con PPS fueron ingresados 67 pacientes, 55 de ellos fueron descartados por no cumplir con los criterios de inclusión: 6 pacientes tenían historia de adicción a sustancias, 3 recibieron tratamiento previo de la lesión, 2 contaban con una dominancia manual izquierda, 3 presentaban una lesión con localización cortico-subcortical, 2 evidenciaron regresión espontánea de la lesión durante la angiografía, 2 eran menores de edad, 1 presentó comorbilidad con otro tipo de lesión vascular y 36 no fueron sometidos a la ENBS específica. De modo que la muestra quedó conformada por los estudios de 12 personas.

Este trabajo forma parte de una línea de investigación en relación con la neuropsicología de las MAVc, que incluye: a) las características neuropsicológicas de los pacientes con y sin hemorragia; b) los resultados del presente estudio sobre el funcionamiento neuropsicológico durante la PPS; c) la migración de las funciones del lenguaje cuando estas

lesiones se localizan en área de Broca o Wernicke, y su investigación a través de RMf; y d) el análisis de casos vinculados con regresión espontánea de la lesión.

## **Instrumentos**

### ***Evaluación Neuropsicológica Supraselectiva Breve (ENBS).***

A través de diversas tareas se realiza una exploración breve de las funciones neuropsicológicas durante la PPS, tales como: lenguaje (expresivo y receptivo); procesamiento mnésico (visual y verbal); percepción de las estructuras rítmicas, de las relaciones tonales y de sonidos ambientales; fluidez verbal (semántica y fonológica); destreza aritmética; funciones motoras de las manos (praxias a la orden e imitación); memoria de trabajo (verbal, visoespacial y por reconocimiento); movilidad voluntaria de los globos oculares; control inhibitorio; funciones visuales (color, forma, movimiento, simultagnosia, tamaño y figuras superpuestas); atención visual (vías dorsal y ventral); orientación espacial; sensibilidad exteroceptiva (temperatura y dolor); funciones cutáneas y cinestésicas (estereognosia); esquema corporal; cognición social (procesamiento emocional) y metacognición (Afifi y Bergman (2006); Ardila et al. (2016); Contreras y Trejo (2013); Flores y Ostrosky (2008); Hernández y Yáñez, 2013; Kanwisher y Wojciulik, 2000; Kolb y Whishaw (2003); Luria (2005); Portellano (2005); Rains (2004); Valadez y Granados (2014).

Para la selección y elaboración de tareas aplicadas, la ENBS toma en consideración el perfil neuropsicológico del paciente, escolaridad, edad y localización exacta de la MAVc cortical. Su aplicación se realiza en mínimo dos momentos, con un máximo de cinco, cada momento mantiene secuencia de tareas con la variante en la presentación de estímulos originales, reales y distintos, para eliminar los efectos del aprendizaje sobre las funciones neuropsicológicas y evitar interferencias relacionadas con la aplicación de las pruebas comprendidas dentro de la

ENG. Los estímulos verbales fueron seleccionados en función de las palabras frecuentes en población hispanohablante (RAE, 2016). Momento 1: antes de la inyección intraarterial de propofol en la sala de TEN (basal); momento 2: después de la inyección intraarterial del fármaco; momentos 3-5: dependen de la exploración endovascular que toma en consideración el acceso arterial de la lesión (número y alcance de los pedículos). Para la interpretación de resultados en las tareas se establece una diferencia del 30% con respecto a la evaluación basal, de modo que permita identificar dificultades, mantenimiento y/o mejorías.

Su diseño fue supervisado y dirigido por la Mtra. Ana Ruth Díaz Victoria y la Dra. María Esther Gómez Pérez. Hecho en colaboración con el Mtro. Carlos Daniel Aguilar Gallegos. Su elaboración abarcó un periodo comprendido de 2016-2019, por lo que se piloteó con 36 pacientes hasta obtener la versión final.

### **Aparatos y Materiales**

- Tablet Yoga Lenovo con pantalla QHD de 10.1”, audio de 4 bocinas JBL integrado con sonido tipo Home Theater.
- Dos cronómetros Steren modelo CLK.150.
- Cámara digital Sony modelo DSC-W230-12,1 megapíxeles.
- Ordenador con el programa informativo Excel® para realizar las tareas contables en hojas de cálculo y Power Point® para la elaboración y presentación de la ENBS.
- Protocolos para el registro de respuestas en la ENBS.
- Durante la ENBS enfocada en la exploración de funcionamiento del lóbulo parietal relacionado con sensibilidad exteroceptiva y funciones cutáneas-cinestésicas, se utilizaron: 4 frascos (2 con agua caliente y 2 con agua fría), aguja de canevá, hisopos, llave, moneda, cepillo de dientes, papel, cuchara y lápiz.

## **Procedimiento**

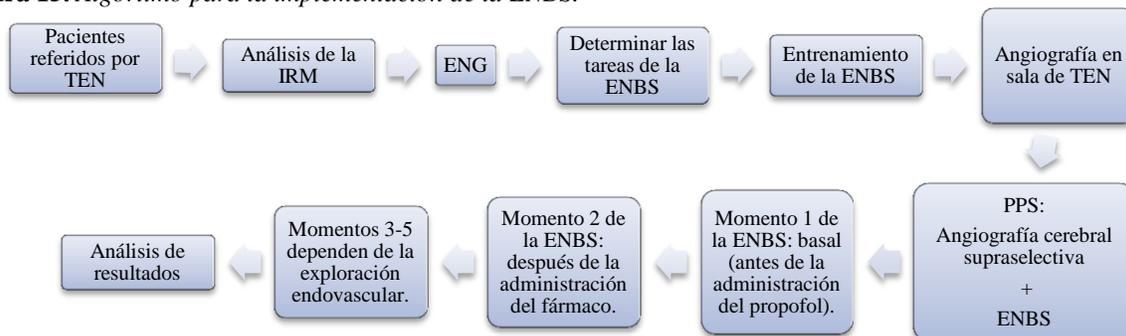
El departamento de TEN y la UCC del INNN MVS están en contacto para tener conocimiento sobre los pacientes que requieren de PPS, así como la fecha de la misma. Una vez que se conocen los pacientes que serán sometidos posiblemente al procedimiento, se realiza una búsqueda en el archivo electrónico o físico para verificar los criterios de inclusión y exclusión, además de analizar la imagen de IRM y/o ARM, en caso de ausencia del estudio en el sistema, se solicita al departamento de TEN. Seguido de esto, se verifica la disponibilidad para citar al paciente vía telefónica y mínimo 24 horas antes de la PPS se hace una anamnesis y entrevista semiestructurada, seguida de la ENG (véase anexo) con duración máxima de 2 horas para obtener información sobre las características clínicas a través de la elección de una batería que considere los procesos: cognitivos, ejecutivos o volitivos y afectivo-emocionales (Chávez et al., 2016; Díaz-Victoria y Villa-Rodríguez, 2016). En esta etapa se explican los objetivos del procedimiento posterior (PPS) y se solicita el consentimiento sobre el uso de información para fines de investigación referente a los estudios de imagen cerebral y resultados de las evaluaciones neuropsicológicas: general y supraselectiva breve.

Para determinar las tareas de evaluación que integran la ENBS se toma en consideración el perfil neuropsicológico del paciente, escolaridad, edad, síntomas, limitaciones e imágenes de RM y/o ARM que indiquen la localización exacta de la lesión.

Ahora bien, si el paciente presenta respuestas de ansiedad durante la ENG, se explicarán y practicarán técnicas de relajación que serán recomendadas durante la PPS. Estas consisten en el entrenamiento de respiración diafragmática lenta para facilitar la calma, equilibrio mental y reducir los niveles de activación (Ruiz et al., 2012).

En la fecha de aplicación de la PPS, el departamento de TEN prepara al paciente. A partir de dicho momento, se realiza un entrenamiento previo de la ENBS con el propósito de que el paciente conozca la estructura general de las tareas, que más tarde se realizarán dentro del angiógrafo, de manera que se optimice su ejecución. Propiamente, durante la angiografía cerebral diagnóstica se realiza la PPS que consiste en la aplicación de una angiografía supraselectiva y una ENBS basal (sin propofol) y posteriormente con los bolos o bolo de anestésico requeridos que van desde uno hasta cuatro, obteniendo así un máximo de 5 momentos de evaluación. Cada momento consta de una duración máxima de 5 minutos por la eliminación breve del fármaco. Su registro, aplicación y grabación es tarea simultánea de tres personas respectivamente. Cabe señalar que el registro de resultados considera el tiempo total por cada momento de ENBS y el tiempo específico de ciertas tareas. Adicionalmente, la presentación de los estímulos visuales y auditivos requiere del uso de una Tablet. Es posible sintetizar los pasos para la implementación de la ENBS en el siguiente algoritmo (véase figura 15).

**Figura 15.** Algoritmo para la implementación de la ENBS.



*Nota:* TEN = Terapia Endovascular Neurológica, IRM = Imagen por Resonancia Magnética, ENG = Evaluación Neuropsicológica General, ENBS = Evaluación Neuropsicológica Breve Supraselectiva, PPS = Prueba Provocativa Supraselectiva.

Al terminar el procedimiento, el personal de enfermería conduce al paciente con el responsable legal o acompañante a piso de hospitalización. Finalmente, cada momento de ENBS se registra en una base de datos en Excel que comprende los datos personales del paciente (nombre, sexo, escolaridad, dominancia manual, ocupación y edad), características de la MAV

(localización, presencia o ausencia de hemorragia, grado y modalidad de debut de la lesión) y de la ENBS (fecha de aplicación y selección de tareas) para realizar un análisis sobre datos cuantitativos de aciertos (porcentaje de respuestas correctas de las tareas y promedio de los porcentajes de aciertos en cada momento de ENBS) y los hallazgos referentes a la semiología relacionada con el funcionamiento neuropsicológico. Los datos obtenidos tras la ENG y ENBS son integrados en un informe y analizados en una sesión colegiada con los servicios de neurocirugía vascular, terapia endovascular neurológica y radioneurocirugía, para el abordaje multidisciplinario sobre el tratamiento que recibirán los pacientes con MAVc.

### **Análisis de los Datos**

Se realizó un análisis descriptivo de las variables sociodemográficas (edad, sexo, años de escolaridad y ocupación) y clínicas (localización, grado, antecedente de hemorragia de la lesión y funcionamiento neuropsicológico durante la PPS) de los pacientes, por medio del cálculo de medidas de frecuencia, medias, desviaciones estándar (DE) y distribución normal estandarizada (puntaje Z). Los puntajes Z indican el número de desviaciones estándar (Ardila y Ostrosky, 2012) y se ha sugerido como punto de corte que demarca alteración en rendimientos que caen 1.5 DE debajo de la media (Bickel et al., 2006; Busse et al., 2006; Cortés, 2015; Jak et al., 2009; Tuokko y McDowell, 2006). Este puntaje permitió observar el rendimiento global de los pacientes en la PPS, de manera que es posible identificar casos con alteración.

Se describió el funcionamiento neuropsicológico de los pacientes durante la PPS y se analizó la semiología en función de la localización de la lesión. Por cada tarea comprendida en la ENBS se calculó el porcentaje de respuestas correctas, además del promedio de los porcentajes de aciertos en cada momento de evaluación, y en este sentido se estableció como criterio

arbitrario el 5% para diferenciar entre la positividad (cambios) y negatividad (ausencia de cambios) de la(s) PPS subsiguiente(s) a la evaluación basal (Gonzalez et al., 2016).

Igualmente, se realizaron análisis grupales sobre el funcionamiento neuropsicológico de acuerdo con la localización lobar de lesión y hemisferio comprometido. Para este propósito, se consideró por paciente el promedio de los porcentajes de aciertos obtenido en la PPS basal. Y también se calculó un promedio de los porcentajes aciertos de la(s) PPS(s) subsiguiente(s) a la administración del fármaco. Después se realizó una agrupación por lóbulos que contempló: el promedio de los porcentajes de aciertos en la PPS basal; y el promedio de los porcentajes de aciertos después de la inyección intraarterial de propofol, obteniendo así 4 grupos que representan al lóbulo frontal, parietal, occipital y temporal. También se obtuvo una agrupación de acuerdo con la lateralidad de la lesión, de manera que se obtuvieron 2 grupos de comparación (de lateralidad izquierda y derecha) respecto al porcentaje de aciertos.

Se calculó el Tamaño del Efecto (TE) para dicho el análisis grupal, teniendo en cuenta el criterio “d de Cohen”, que establece 3 puntos de corte para la interpretación: efecto *pequeño* o sutil (0.20), efecto *medio* o moderado (0.50) y efecto *grande* (0.80). Esta medida es útil para informar sobre la magnitud de los cambios en el funcionamiento neuropsicológico respecto a la PPS basal y post propofol (Avello, 2020; Centre for Evaluation & Monitoring, 2020; Caycho, Ventura y Castillo, 2016; Ledesma, Macbeth y Cordada, 2008; López, Cruzado y Feliu, 2012).

## **Resultados**

### **Características Sociodemográficas y Clínicas**

La muestra se conformó por 12 estudios de pacientes con MAVc corticales, para llevar a cabo este trabajo se contó con 8 casos de mujeres (67%) y 4 de hombres (33%), sus características sociodemográficas y clínicas se muestran en la tabla 7. Las edades de los

pacientes comprendían un rango de los 19 años hasta los 46 años, con una media de 29.58 años y DE 9.23 años. El promedio de años de escolaridad fue de 13 años y DE 3.24 años, el grado máximo de escolaridad de los pacientes fue de licenciatura (17 años) y el mínimo de primaria (6 años), el grado escolar más frecuente fue preparatoria (12 años). La ocupación de los pacientes fue variable, 4 se dedican al hogar, 4 son empleados, 3 son estudiantes y 1 estudia y trabaja.

Por lo que se refiere a las características clínicas de los pacientes, los sujetos eran mexicanos y de dominancia manual diestra. Con lateralidad hemisférica derecha de la lesión, se tuvieron 7 pacientes, de los cuales 5 son mujeres (2 temporal, 1 occipital, 1 parietal y 1 frontal) y 2 hombres (1 temporal y 1 parietal). Mientras que con lateralidad hemisférica izquierda de la lesión, se obtuvieron 5 pacientes, de los cuales 3 son mujeres (1 temporal, 1 frontal y 1 parietal) y 2 hombres (1 frontal y 1 occipital). En lo que respecta a la clasificación de la lesión, el grado más frecuente fue SM II (6 pacientes), seguido del grado SM I (3 pacientes), SM III (2 pacientes) y SM IV (1 paciente). Además, se observó que 4 pacientes presentan hemorragia de la lesión, por tanto 8 pacientes no muestran antecedentes de hemorragia.

Acerca del funcionamiento neuropsicológico de los pacientes, se obtuvieron casos con una PPS negativa (6) y positiva (6). Como hallazgo adicional, se presentaron dos tipos de positividad que se vinculan con la disminución (3 casos) y aumento (3 casos) en el puntaje de aciertos en la ENBS post propofol respecto a la ENBS basal.

FUNCIONAMIENTO NEUROPSICOLÓGICO EN PACIENTES CON MALFORMACIONES ARTERIOVENOSAS CEREBRALES CORTICALES DURANTE LA PPS

**Tabla 7.**

*Características Sociodemográficas y Clínicas.*

Sujetos	Edad	Sexo	Escolaridad	Ocupación	Localización cortical de la lesión	Grado de la lesión	Debut de la MAV	Antecedente de hemorragia de la lesión	PPS
1	41	F	Primaria 6 años	Hogar	Temporal Derecha	SM II	Cefalea secundaria a sangrado ventricular	Sí	Positiva (elevó el puntaje)
2	37	F	Secundaria 9 años	Empleada (secretaria)	Temporal Derecha	SM IV	Episodios de dolor y rigidez del pie derecho.	No	Positiva (disminuye el puntaje)
3	36	M	Licenciatura 17 años	Empleado (contador)	Temporal Derecha	SM II	Cefalea y tinnitus en oído izquierdo.	No	Positiva (disminuye el puntaje)
4	20	F	Preparatoria 12 años	Empleada y estudiante (estilista)	Temporal Izquierda	SM I	Crisis convulsiva	Sí	Negativa
5	22	F	Preparatoria 12 años	Hogar	Frontal Izquierda	SM I	Cefalea y crisis convulsivas TCG	Sí	Negativa
6	27	M	Licenciatura 17 años	Empleado (médico)	Frontal Izquierdo	SM III	Crisis TCG	No	Positiva (elevó el puntaje)
7	36	M	Licenciatura 16 años	Empleado (docente)	Occipital Izquierda	SM II	Tinnitus bilateral y cefalea	No	Negativa
8	21	F	Licenciatura 14 años	Estudiante	Occipital Derecha	SM I	Cefalea	No	Negativa
9	19	M	Preparatoria 12 años	Estudiante	Parietal Derecha	SM II	Visión borrosa, caída del propio plano de sustentación con pérdida del estado de alerta. Somnolencia y mareo.	Sí	Negativa
10	28	F	Preparatoria 12 años	Hogar	Parietal Derecha	SM II	Cefalea y crisis TCG.	No	Positiva (disminuye el puntaje)
11	46	F	Licenciatura 15 años	Hogar	Parietal Izquierda	SM II	Cefalea en región parietal izquierda asociado a parestesias en miembro superior derecho intermitentes, eventualmente con disminución de la fuerza en miembro superior derecho.	No	Negativa
12	22	F	Licenciatura 14 años	Estudiante	Frontal Derecha	SM III	Cefalea y debilidad en miembros izquierdos.	No	Positiva (elevó el puntaje)
Media	29.58	F 8	13	HG 4	T 4	SM I: 3		H 4	Positivas 6
±	±	M 4	±	ES 3	F 3	SM II: 6		SIN H 8	Negativas 6
DE	9.23		3.24	EM 4	O 2	SM III: 2			
				ES-EM 1	P 3	SM IV: 1			

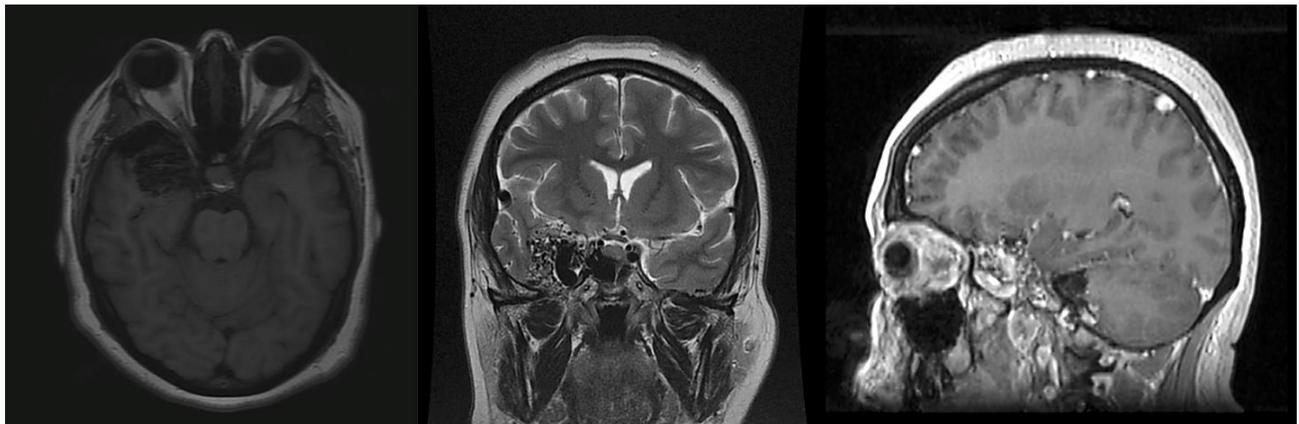
*Nota:* DE = Desviación Estándar, F = Femenino, M = Masculino, HG = Hogar, ES = Estudiante, EM = Empleado, ES-EM = Estudiante y Empleado, SM = Spetzler-Martin, T = Temporal, F = Frontal, O = Occipital, P = Parietal, H = Hemorragia, SIN H = Sin Hemorragia, PPS = Prueba Provocativa Supraselectiva.

## Casos Clínicos Identificados con Malformaciones Arteriovenosas Cerebrales Corticales

### *Caso 1*

Paciente femenino, diestra, con 41 años de edad, escolaridad primaria (6 años) y actualmente se dedica al hogar.

#### **Imagen de Resonancia Magnética.**

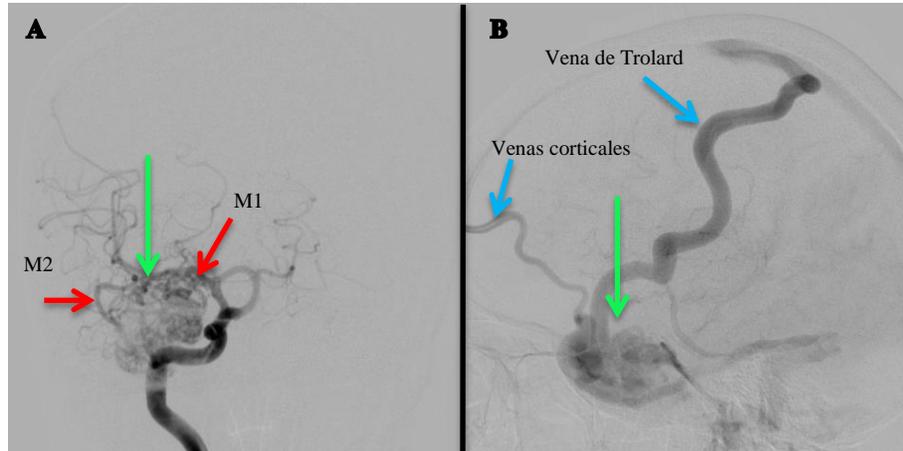


**Figura 16.** IRM cerebral en corte axial (T1), coronal (T2) y sagital (T2) con evidencia de una MAV en el lóbulo temporal derecho. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

**Evaluación Neuropsicológica General.** La paciente presentó un cuadro neuropsicológico de severidad leve, caracterizado por alteraciones en praxias constructivas gráficas con errores de planeación, desproporción, precisión y omisión de elementos situados a la izquierda de la FCR, y en menor medida memoria visual, así como velocidad de procesamiento. Estos datos indican compromiso del funcionamiento parietotemporal derecho. Además, presenta un nivel de depresión leve.

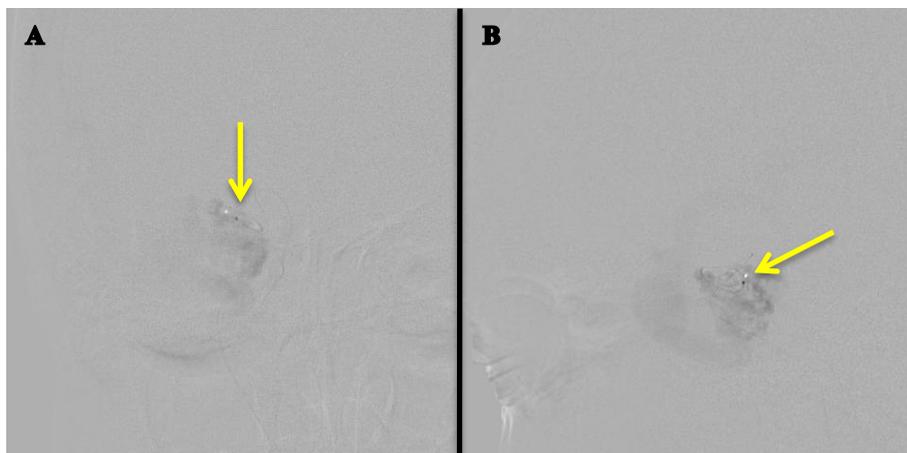
**Prueba Provocativa Supraselectiva.**

*Angiografía Diagnóstica Cerebral.*



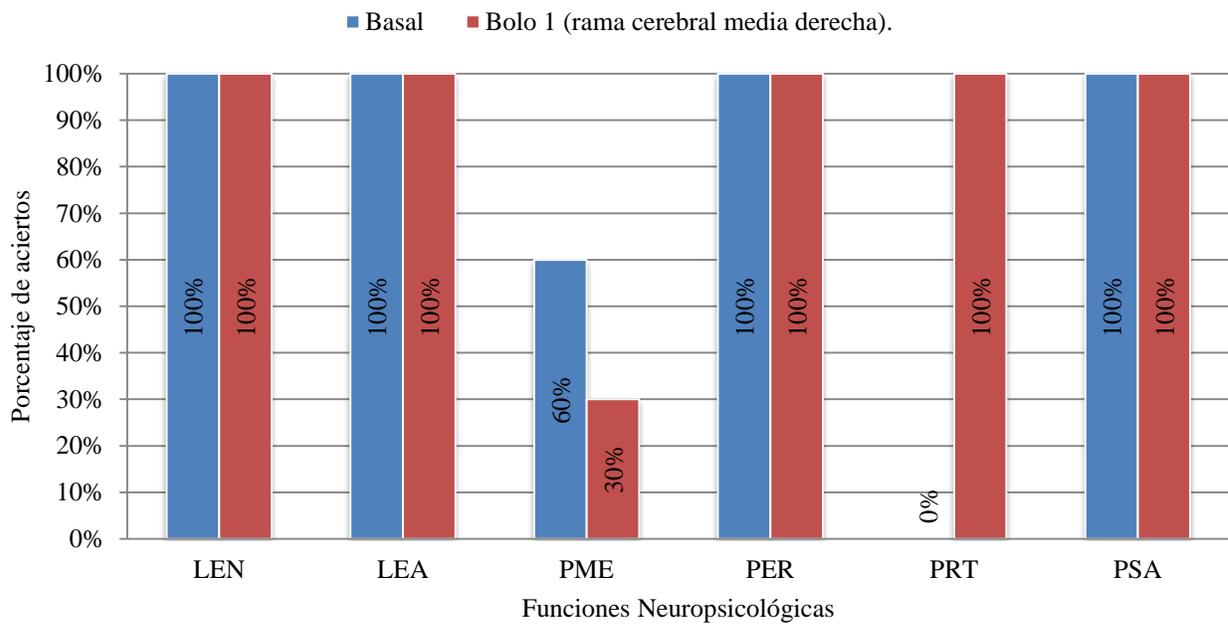
**Figura 17.** Angiografía diagnóstica cerebral con vista anteroposterior (A) y lateral (B) que muestra la aferencia arterial en rojo (segmentos M1 y M2 en la rama ventral de la arteria cerebral media derecha) y drenaje venoso en azul (hacia el seno longitudinal superior a través de la vena de Trolard y venas corticales) de la MAV en el lóbulo temporal derecho (verde) SM II con hemorragia. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

*Angiografía Cerebral Supraselectiva.*



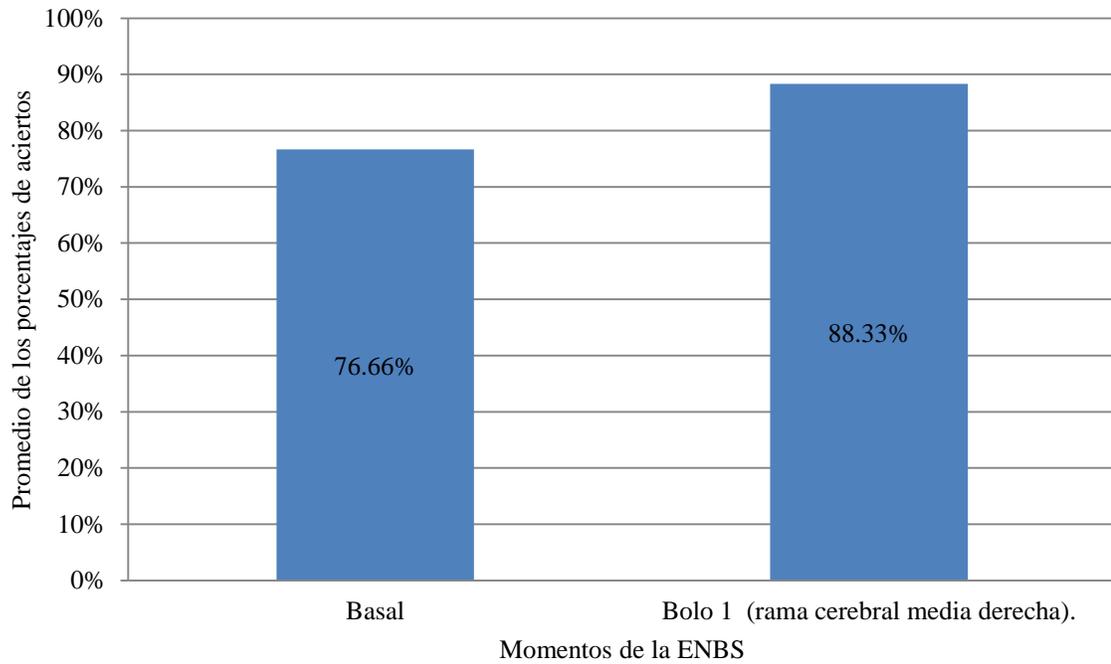
**Figura 18.** Angiografía cerebral supraselectiva con vista anteroposterior (A) y lateral (B) que muestra el microcatéter MAGIC en pedículo arterial de acceso a la MAV en el lóbulo temporal derecho. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

***Evaluación Neuropsicológica Breve Supraselectiva.***



**Figura 19.** ENBS del lóbulo temporal derecho. Representa los porcentajes de aciertos en las tareas de evaluación de las funciones neuropsicológicas en dos momentos (basal y bolo 1). *LEN* = Lenguaje Expresivo (función Nominativa), *LEA* = Lenguaje Expresivo (Automatizado), *PME* = Proceso Mnésico (Evocación de imágenes), *PER* = Percepción de las Estructuras Rítmicas, *PRT* = Percepción de las Relaciones Tonales de los sonidos, *PSA* = Percepción de Sonidos Ambientales.

En el Bolo 1 (rama cerebral media derecha) manifestó mejoría en percepción de relaciones tonales de los sonidos y dificultad en el procesamiento mnésico visuo verbal (véase figura 19). De forma general, en la figura 20 se ilustra el promedio de los porcentajes de aciertos en los momentos de evaluación.



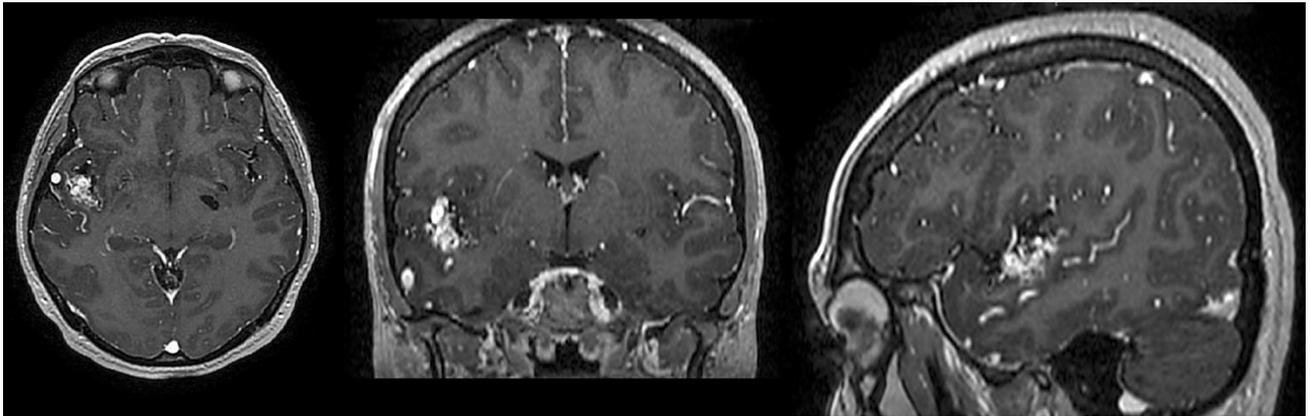
**Figura 20.** Promedio de los porcentajes de aciertos durante la ENBS.

**Semiología Neuropsicológica.** En la ENG, la paciente presentó déficits que comprometen el funcionamiento parietotemporal derecho y durante la ENBS existieron cambios en funciones relacionadas con la localización de la lesión, obteniendo una PPS positiva (elevó el puntaje de aciertos).

## **Caso 2**

Paciente femenino, diestra, con 37 años de edad, escolaridad secundaria (9 años) y actualmente trabaja como secretaria.

### **Imagen de Resonancia Magnética.**

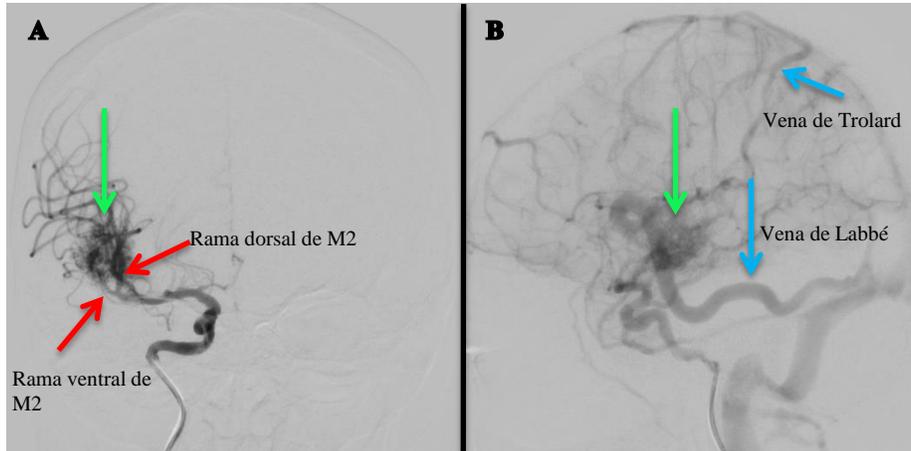


**Figura 21.** IRM cerebral en corte axial (T1), coronal (T1) y sagital (T1) con evidencia de una MAV en el lóbulo temporal derecho. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

**Evaluación Neuropsicológica General.** La paciente presentó un cuadro neuropsicológico de severidad leve a moderada, caracterizado por alteraciones en: praxias constructivas gráficas con errores de rotación, desproporción, precisión, desplazamiento y omisión de elementos; memoria visual y verbal; velocidad de procesamiento; control inhibitorio; habilidad constructiva; cálculo; y errores de juicio relacionados con su escolaridad. Con niveles elevados de ansiedad y depresión leve. Estos datos sugieren compromiso del funcionamiento parietotemporo-frontal derecho.

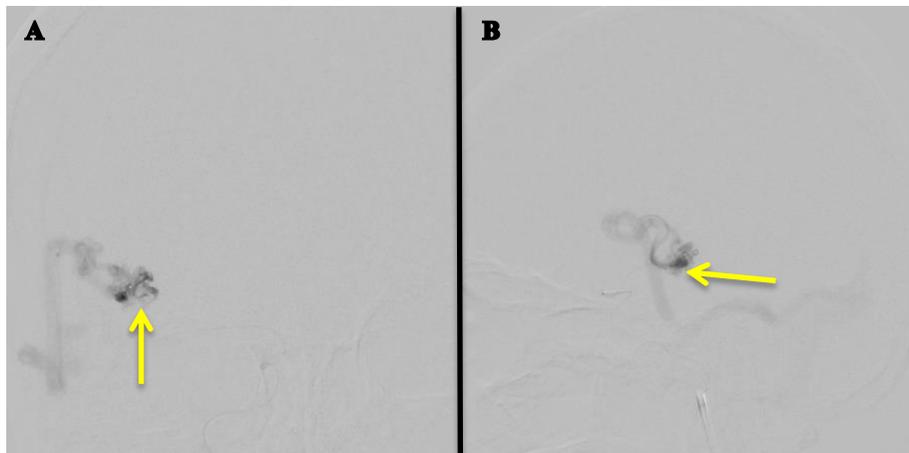
**Prueba Provocativa Supraselectiva.**

*Angiografía Diagnóstica Cerebral.*



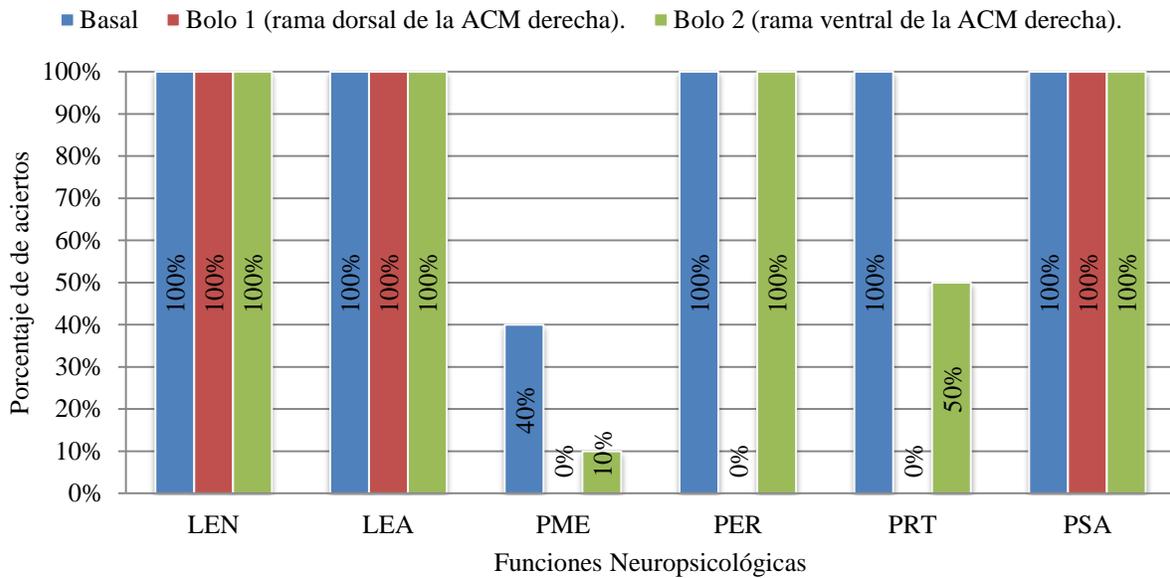
**Figura 22.** Angiografía diagnóstica cerebral con vista anteroposterior (A) y lateral (B) que muestra la aferencia arterial en rojo (por la rama dorsal y rama ventral del segmento M2 de la arteria cerebral media derecha) y drenaje venoso en azul (hacia el seno transversal derecho a través de la vena de la Labbé y vena de Trolard) de la MAV en el lóbulo temporal derecho (verde) SM IV sin hemorragia. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

*Angiografía Cerebral Supraselectiva.*



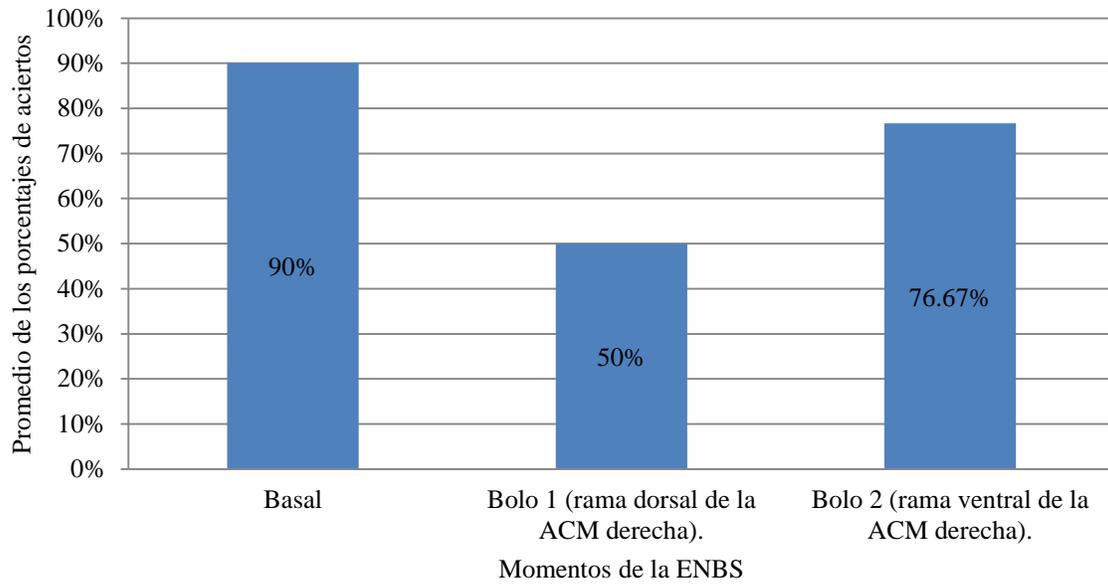
**Figura 23.** Angiografía cerebral supraselectiva con vista anteroposterior (A) y lateral (B) que muestra el microcatéter MAGIC en pedículo arterial de acceso a la MAV en el lóbulo temporal derecho. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

***Evaluación Neuropsicológica Breve Supraselectiva.***



**Figura 24.** ENBS del lóbulo temporal derecho. Representa los porcentajes de aciertos en las tareas de evaluación de las funciones neuropsicológicas en tres momentos (basal, Bolo 1 y Bolo 2). *LEN* = Lenguaje Expresivo (función Nominativa), *LEA* = Lenguaje Expresivo (Automatizado), *PME* = Proceso Mnésico (Evocación de imágenes), *PER* = Percepción de las Estructuras Rítmicas, *PRT* = Percepción de las Relaciones Tonales de los sonidos, *PSA* = Percepción de Sonidos Ambientales, *ACM* = Arteria Cerebral Media.

En el Bolo 1 (rama dorsal de la ACM derecha) presentó dificultad en el procesamiento mnésico visuoverbal, percepción de las estructuras rítmicas y de las relaciones tonales de los sonidos. En el Bolo 2 (rama ventral de la ACM derecha) mostró dificultad en el procesamiento mnésico visuoverbal y percepción de las relaciones tonales de los sonidos (véase figura 24). De forma general, en la figura 25 se ilustra el promedio de los porcentajes de aciertos en los momentos de evaluación.

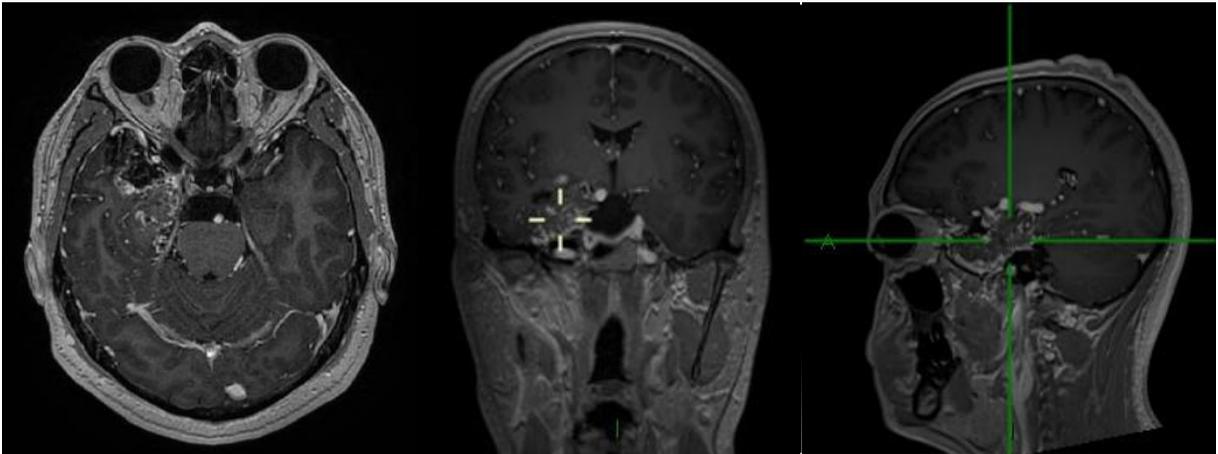


**Figura 25.** Promedio de los porcentajes de aciertos durante la ENBS.

**Semiología Neuropsicológica.** En la ENG, la paciente presentó déficits que comprometen el funcionamiento parietotemporofrontal derecho y durante la ENBS existieron cambios en funciones relacionadas con la localización de la lesión, obteniendo PPS positivas (disminuye el puntaje de aciertos).

**Caso 3**

Paciente masculino, diestro, con 36 años de edad, escolaridad licenciatura en contabilidad (17 años) y actualmente es empleado.

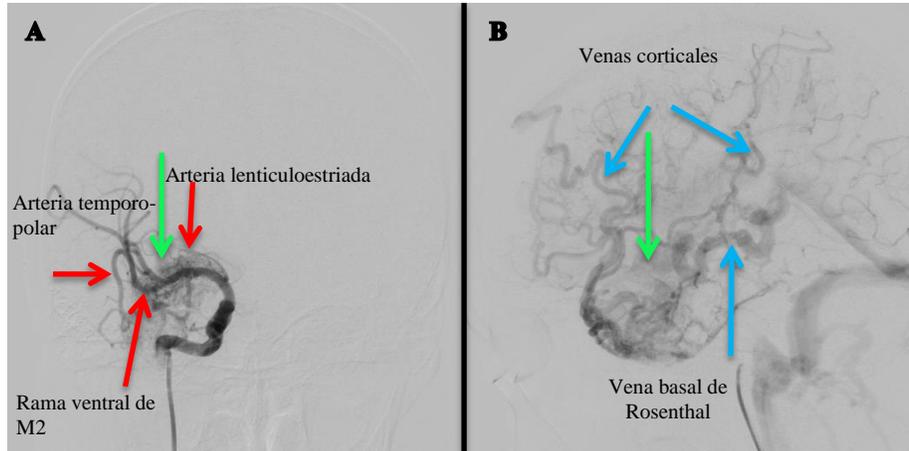
**Imagen de Resonancia Magnética.**

**Figura 26.** IRM cerebral en corte axial (T1), coronal (T1) y sagital (T1) con evidencia de una MAV en el lóbulo temporal derecho. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

**Evaluación Neuropsicológica General.** El paciente presentó un cuadro neuropsicológico de severidad muy leve, caracterizado por alteraciones en: atención fásica; evidencia de problemas relacionados con la codificación y evocación de información visual; dificultades de planeación, precisión, desproporción y desplazamiento en praxias constructivas gráficas. Estos datos sugieren compromiso parietotemporal y frontal (área dorsolateral) derechos.

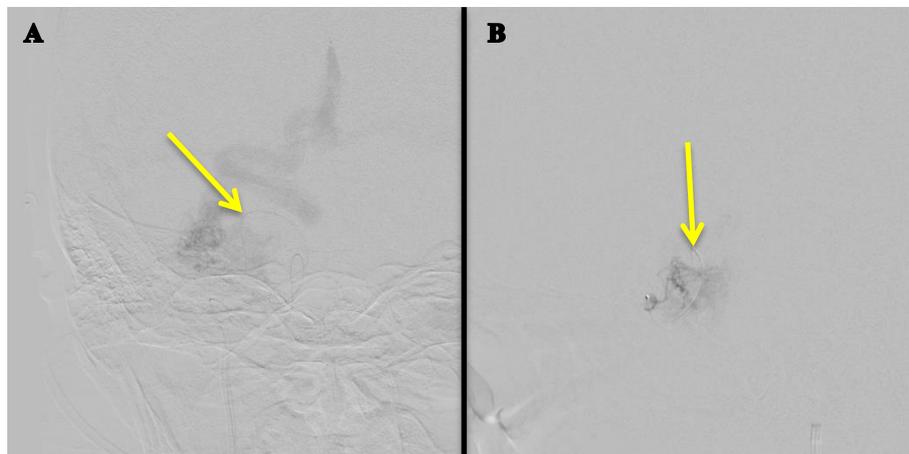
**Prueba Provocativa Supraselectiva.**

*Angiografía Diagnóstica Cerebral.*



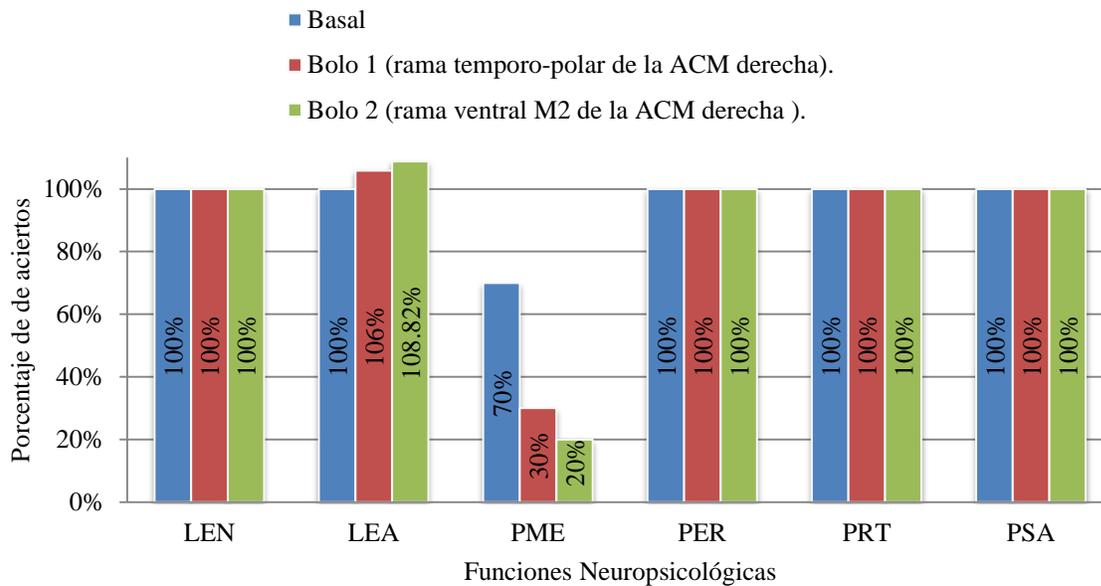
**Figura 27.** Angiografía diagnóstica cerebral con vista anteroposterior (A) y lateral (B) que muestra la aferencia arterial en rojo (arteria lenticuloestriada M1, rama ventral de M2 y rama temporo-polar de la arteria cerebral media derecha) y drenaje venoso en azul (vena basal de Rosenthal hacia la vena de Galeno y hacia seno longitudinal superior por venas corticales) de la MAV en el lóbulo temporal derecho (verde) SM II sin hemorragia. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 del TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

*Angiografía Cerebral Supraselectiva.*



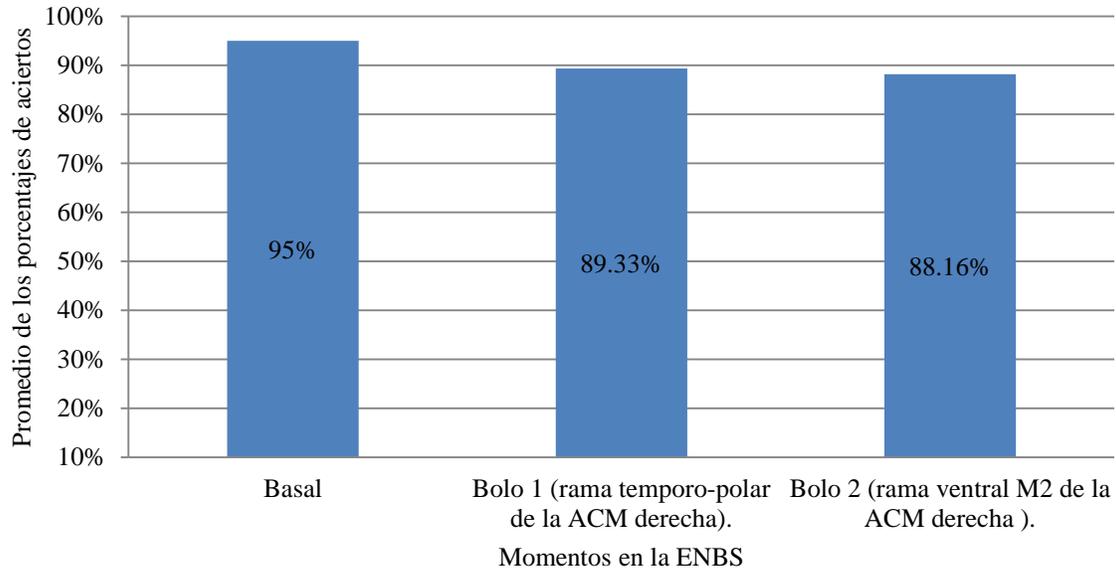
**Figura 28.** Angiografía cerebral supraselectiva con vista anteroposterior (A) y lateral (B) que muestra el microcatéter MAGIC en pedículo arterial de acceso a la MAV en el lóbulo temporal derecho. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

***Evaluación Neuropsicológica Breve Supraselectiva.***



**Figura 29.** ENBS del lóbulo temporal derecho. Representa los porcentajes de aciertos en las tareas de evaluación de las funciones neuropsicológicas en tres momentos (basal, Bolo 1 y Bolo 2). *LEN* = Lenguaje Expresivo (función Nominativa), *LEA* = Lenguaje Expresivo (Automatizado), *PME* = Proceso Mnésico (Evocación de imágenes), *PER* = Percepción de las Estructuras Rítmicas, *PRT* = Percepción de las Relaciones Tonales de los sonidos, *PSA* = Percepción de Sonidos Ambientales, *ACM* = Arteria Cerebral Media.

Se presentaron dificultades en el procesamiento mnésico visuoverbal durante el Bolo 1 (rama temporo-polar de la ACM derecha) y 2 (rama ventral M2 de la ACM derecha). De forma general, en la figura 30 se ilustra el promedio de los porcentajes de aciertos en los momentos de la evaluación.



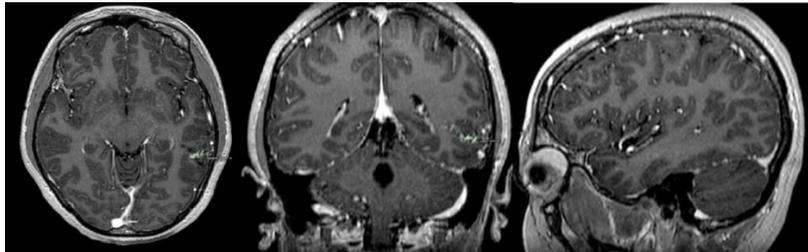
**Figura 30.** Promedio de los porcentajes de aciertos durante la ENBS.

**Semiología Neuropsicológica.** En la ENG, el paciente presentó déficits que comprometen el funcionamiento parietotemporal y frontal (área dorsolateral) derechos y durante la ENBS existieron cambios en el procesamiento mnésico visuoverbal, obteniendo PPS positivas (disminuye el puntaje de aciertos).

**Caso 4**

Paciente femenino, diestra, con 20 años de edad, escolaridad preparatoria (12 años) y actualmente es estudiante y labora como estilista.

**Imagen de Resonancia Magnética.**

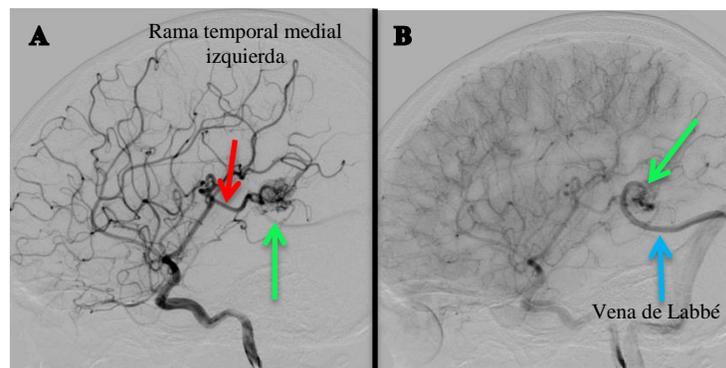


**Figura 31.** IRM cerebral en corte axial (T1), coronal (T1) y sagital (T1) con evidencia de una MAV en el lóbulo temporal izquierdo. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

**Evaluación Neuropsicológica General.** La paciente presentó un cuadro neuropsicológico de severidad leve, caracterizado por alteraciones en memoria verbal y velocidad de procesamiento. Muestra niveles leves en el componente afectivo emocional (ansiedad y depresión). Estos hallazgos sugieren el compromiso temporal izquierdo.

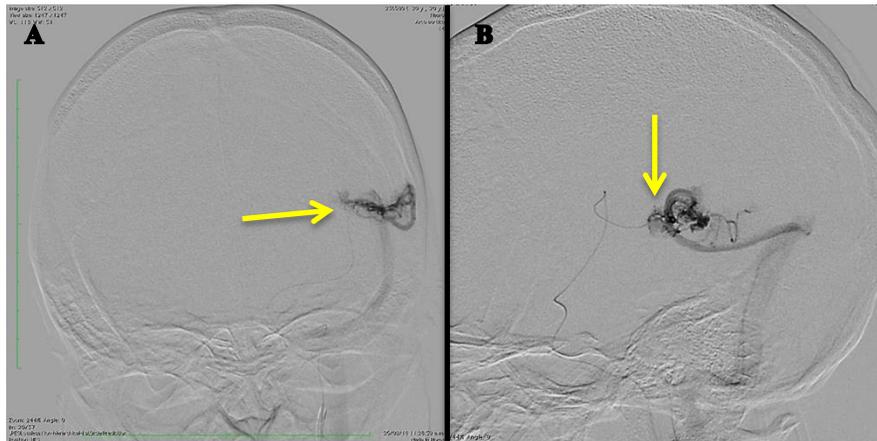
**Prueba Provocativa Supraselectiva.**

**Angiografía Diagnóstica Cerebral.**



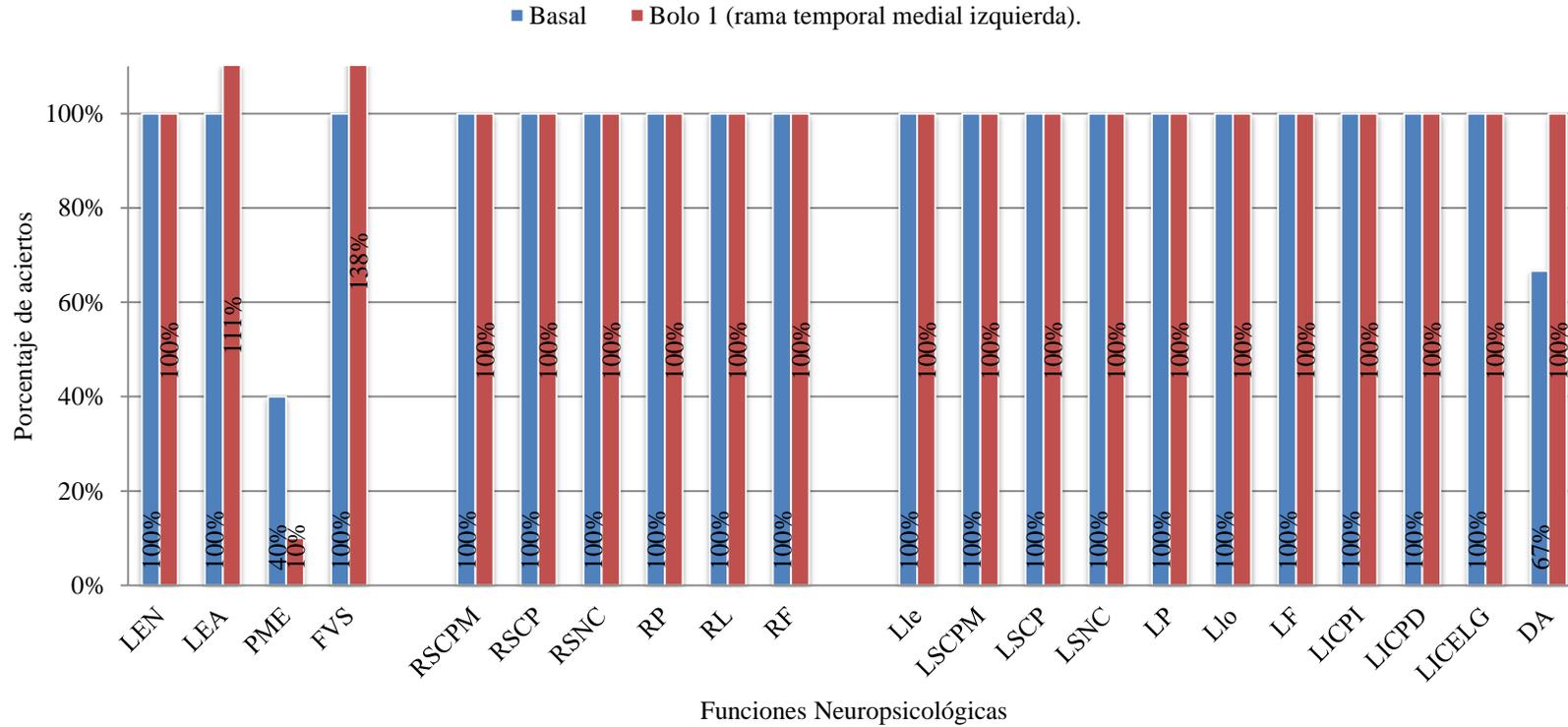
**Figura 32.** Angiografía diagnóstica cerebral con vistas laterales que muestran la aferencia arterial (A) en rojo (por rama temporal medial izquierda de la arteria cerebral media) y drenaje venoso (B) en azul (por la vena de Labbé hacia el seno transversal izquierdo) de la MAV en el lóbulo temporal izquierdo (verde) SM I con hemorragia. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

***Angiografía Cerebral Supraselectiva.***



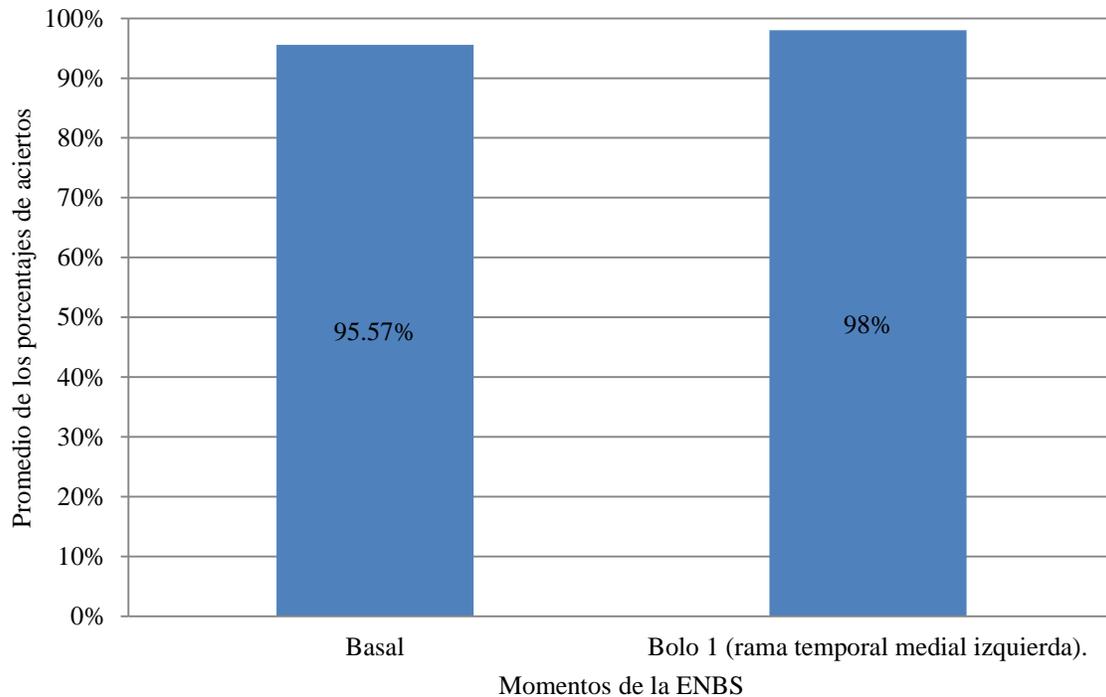
**Figura 33.** Angiografía cerebral supraselectiva con vista anteroposterior (A) y lateral (B) que muestra el microcatéter MAGIC en pedículo arterial de acceso a la MAV en el lóbulo temporal izquierdo. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

**Evaluación Neuropsicológica Breve Supraselectiva.**



**Figura 34.** ENBS del lóbulo temporal izquierdo. Representa los porcentajes de aciertos en las tareas de evaluación de las funciones neuropsicológicas en dos momentos (basal y Bolo 1). *LEN* = Lenguaje Expresivo (función Nominativa), *LEA* = Lenguaje Expresivo (Automatizado), *PME* = Proceso Mnésico (Evocación de imágenes), *FVS* = Fluidez Verbal Semántica, *RSCPM* = Repetición de Sílabas Cercanas por Punto y Modo de articulación, *RSCP* = Repetición de Sílabas Cercanas por Punto de articulación, *RSNC* = Repetición de Sílabas No Cercanas, *RP* = Repetición de Palabras, *RL* = Repetición de Logatomos, *RF* = Repetición de frases, *Lle* = Lectura de letras, *LSCPM* = Lectura de Sílabas Cercanas por Punto y Modo de Articulación, *LSCLP* = Lectura de Sílabas Cercanas por Punto de articulación, *LSNC* = Lectura de Sílabas No Cercanas, *LP* = Lectura de Palabras, *Llo* = Lectura de logatomos, *LF* = Lectura de Frases, *LICPI* = Lenguaje Impresivo (Comprensión de Palabras-Identificación), *LICPD* = Lenguaje Impresivo (Comprensión de Palabras-Definición), *LICELG* = Lenguaje Impresivo (Comprensión de Estructuras Lógico Gramaticales), *DA* = Destreza Aritmética.

En el Bolo 1 (rama temporal medial izquierda) presenta mejoría en fluidez verbal semántica y destreza aritmética. Además, dificultad en el procesamiento mnésico visuoverbal (véase figura 34). De forma general, en la figura 35 se ilustra el promedio de los porcentajes de aciertos en los momentos de evaluación.



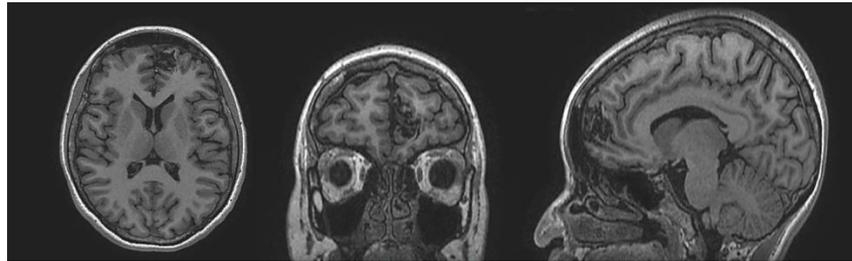
**Figura 35.** Promedio de los porcentajes de aciertos durante la ENBS.

**Semiología Neuropsicológica.** En la ENG, la paciente presentó déficits que comprometen el funcionamiento del lóbulo temporal izquierdo y durante la ENBS existieron cambios sutiles en funciones relacionadas con la localización de la lesión, sin embargo, dichos cambios no rebasan el criterio establecido de 5%, por lo que se trata de una PPS negativa.

**Caso 5**

Paciente femenino, diestra, con 22 años de edad, escolaridad preparatoria (12 años) y actualmente se dedica al hogar.

**Imagen de Resonancia Magnética.**

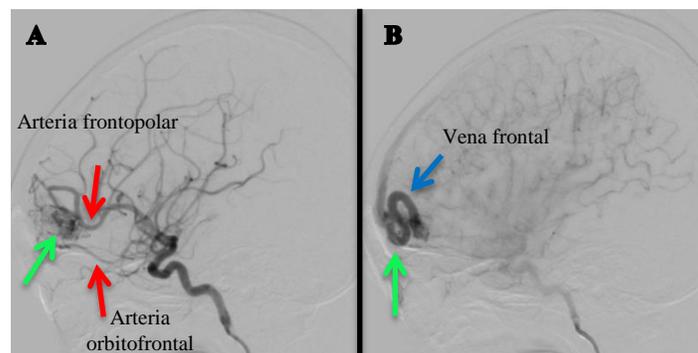


**Figura 36.** IRM cerebral en corte axial (T1), coronal (T1) y sagital (T1) con evidencia de una MAV en el lóbulo frontal izquierdo. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

**Evaluación Neuropsicológica General.** La paciente presentó un cuadro neuropsicológico de severidad leve con alteraciones en atención selectiva y memoria verbal. Llama la atención el aplanamiento afectivo durante toda la exploración. Se sugirió revaloración por psiquiatría. Estos datos sugieren compromiso del funcionamiento frontal izquierdo.

**Prueba Provocativa Supraselectiva.**

**Angiografía Diagnóstica Cerebral.**



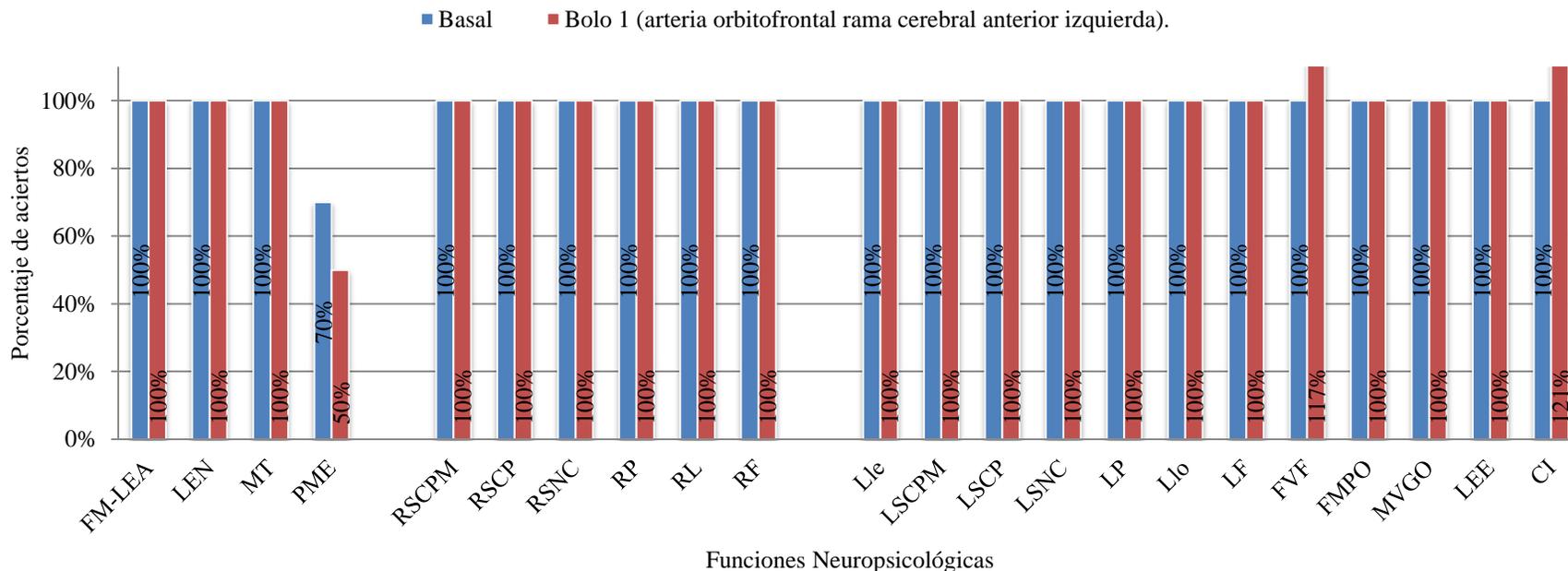
**Figura 37.** Angiografía diagnóstica cerebral con vistas laterales que muestran la aferencia arterial (A) en rojo (por ramas de la arteria cerebral anterior izquierda: orbitofrontal y frontopolar) y drenaje venoso (B) en azul (vena frontal al seno sagital superior) de la MAV en el lóbulo frontal izquierdo (verde) SM I con hemorragia. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

***Angiografía Cerebral Supraselectiva.***



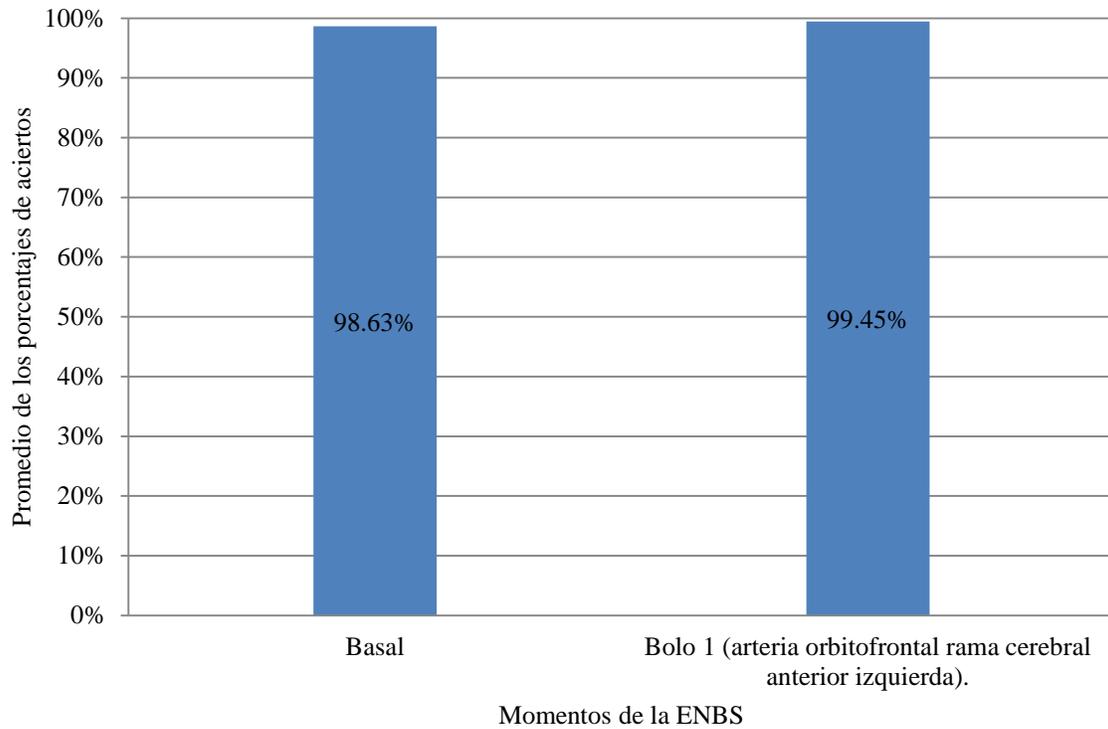
**Figura 38.** Angiografía cerebral supraselectiva con vista lateral (A) que muestra el microcatéter MAGIC en pedículo arterial de acceso a la MAV en el lóbulo frontal izquierdo. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

**Evaluación Neuropsicológica Breve Supraselectiva.**



**Figura 39.** ENBS del lóbulo frontal izquierdo. Representa los porcentajes de aciertos en las tareas de evaluación de las funciones neuropsicológicas en dos momentos (basal y Bolo 1). *FM-LEA* = Funciones Motoras – Lenguaje Expresivo (Automatizado), *LEN* = Lenguaje Expresivo (función Nominativa), *MT* = Memoria de Trabajo, *PME* = Procesamiento Mnésico (Evocación de imágenes), *RSCPM* = Repetición de Sílabas Cercanas por Punto y Modo de articulación, *RSCP* = Repetición de Sílabas Cercanas por Punto de articulación, *RSNC* = Repetición de Sílabas No Cercanas, *RP* = Repetición de Palabras, *RL* = Repetición de Logatomos, *RF* = Repetición de Frases, *Lle* = Lectura de letras, *LSCPM* = Lectura de Sílabas Cercanas por Punto y Modo de Articulación, *LSCP* = Lectura de Sílabas Cercanas por Punto de articulación, *LSNC* = Lectura de Sílabas No Cercanas, *LP* = Lectura de Palabras, *Llo* = Lectura de logatomos, *LF* = Lectura de Frases, *FVF* = Fluidez Verbal Fonológica, *FMPO* = Funciones Motoras de las manos (Praxias a la Orden), *MVGO* = Movilidad Voluntaria de los Globos Oculares, *LEE* = Lenguaje Expresivo (Espontáneo), *CI* = Control Inhibitorio.

Existe tendencia al mantenimiento en los procesos psicológicos superiores durante el Bolo 1 (arteria orbitofrontal rama cerebral anterior izquierda), los hallazgos leves con respecto a dificultades (en el procesamiento mnésico de información visuoverbal) y mejorías (en fluidez verbal fonológica, así como en control inhibitorio) que no superan el parámetro establecido ( $\neq 30\%$ ). De forma general, en la figura 40 se ilustra el promedio de los porcentajes de aciertos en los momentos de evaluación.



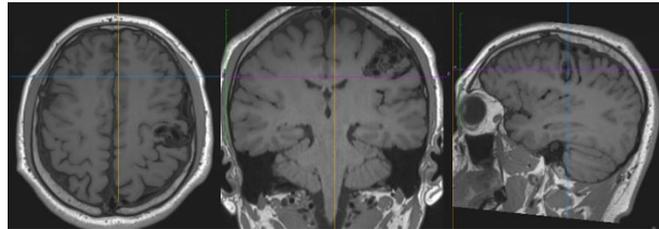
**Figura 40.** Promedio de los porcentajes de aciertos durante la ENBS.

**Semiología Neuropsicológica.** En la ENG, la paciente presentó déficits leves que comprometen el funcionamiento frontal izquierdo y durante la ENBS se presentaron sutiles cambios en funciones relacionadas con la localización de la lesión, sin embargo, dichos cambios no rebasan el criterio establecido del 5%, por lo que se trata de una PPS negativa.

**Caso 6**

Paciente masculino, diestro, con 27 años de edad, escolaridad licenciatura en medicina (17 años) y actualmente trabaja en su campo profesional.

**Imagen de Resonancia Magnética.**

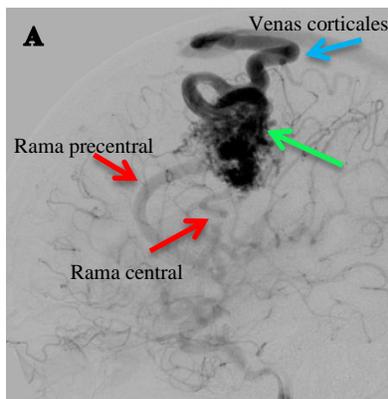


**Figura 41.** IRM cerebral en corte axial (T1), coronal (T1) y sagital (T1) con evidencia de una MAV en el lóbulo frontal izquierdo. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

**Evaluación Neuropsicológica General.** El paciente presentó un cuadro neuropsicológico de severidad leve con alteraciones en control inhibitorio y planeación. Implica compromiso frontal (área dorsolateral).

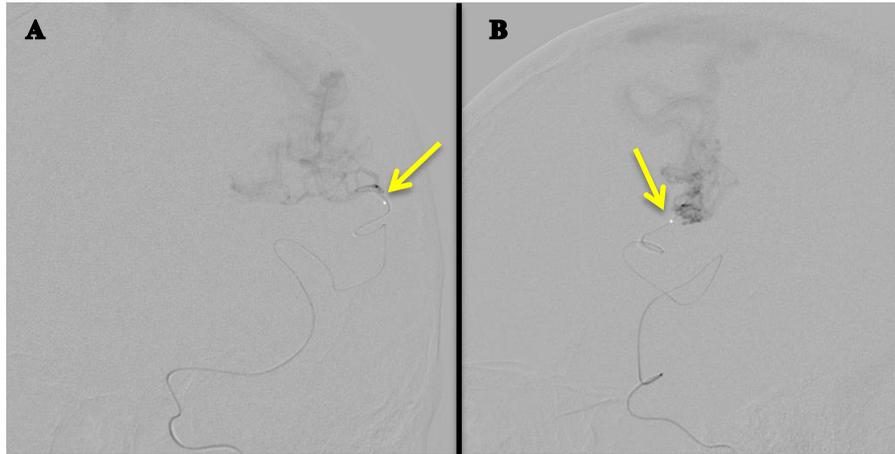
**Prueba Provocativa Supraselectiva.**

**Angiografía Diagnóstica Cerebral.**



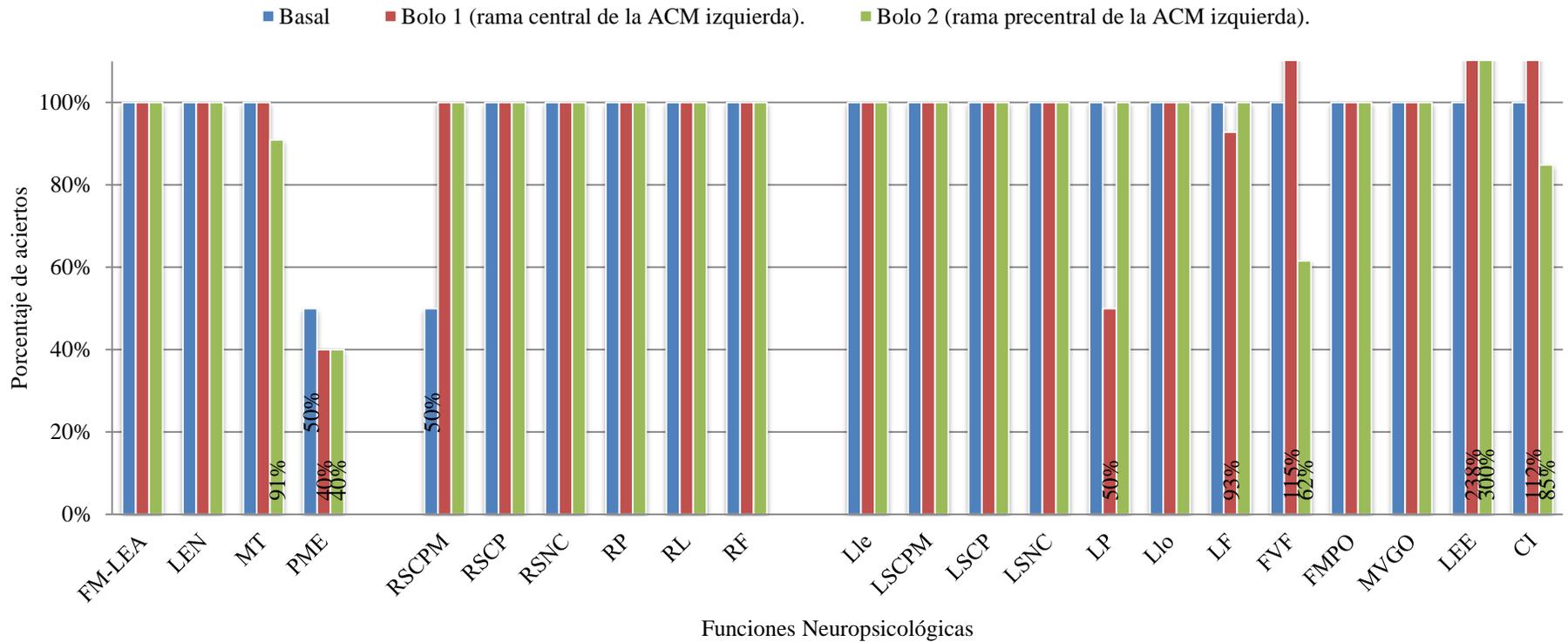
**Figura 42.** Angiografía diagnóstica cerebral con vista lateral (A) que muestra la aferencia arterial en rojo (por rama precentral y rama central en segmento M4 izquierdo de la arteria cerebral media) y drenaje venoso en azul (por venas corticales hacia el seno longitudinal superior) de la MAV en el lóbulo frontal izquierdo (verde) SM III sin hemorragia. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

*Angiografía Cerebral Supraselectiva.*



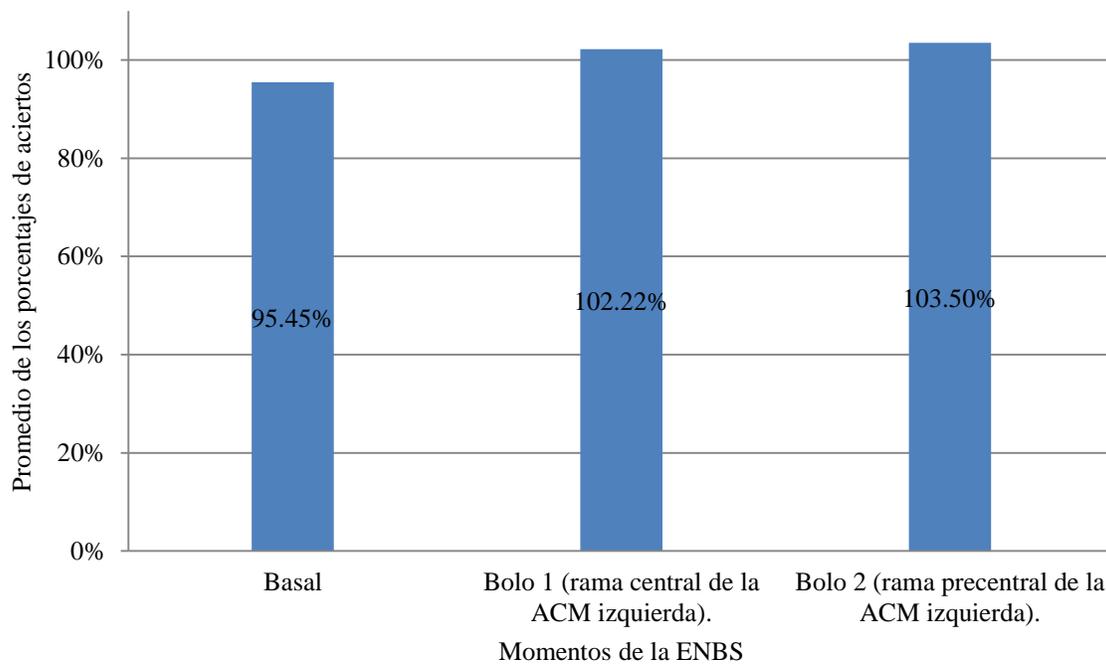
**Figura 43.** Angiografía cerebral supraselectiva con vista anteroposterior (A) y lateral (B) que muestra el microcatéter MAGIC en pedículo arterial de acceso a la MAV en el lóbulo frontal izquierdo. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

**Evaluación Neuropsicológica Breve Suprselectiva.**



**Figura 44.** ENBS del lóbulo frontal izquierdo. Representa los porcentajes de aciertos en las tareas de evaluación de las funciones neuropsicológicas en tres momentos (basal, Bolo 1 y Bolo 2). *FM-LEA* = Funciones Motoras – Lenguaje Expresivo (Automatizado), *LEN* = Lenguaje Expresivo (función Nominativa), *MT* = Memoria de Trabajo, *PME* = Procesamiento Mnésico (Evocación de imágenes), *RSCPM* = Repetición de Sílabas Cercanas por Punto y Modo de articulación, *RSCP* = Repetición de Sílabas Cercanas por Punto de articulación, *RSNC* = Repetición de Sílabas No Cercanas, *RP* = Repetición de Palabras, *RL* = Repetición de Logatomos, *RF* = Repetición de Frases, *Lle* = Lectura de letras, *LSCPM* = Lectura de Sílabas Cercanas por Punto y Modo de Articulación, *LSCP* = Lectura de Sílabas Cercanas por Punto de articulación, *LSNC* = Lectura de Sílabas No Cercanas, *LP* = Lectura de Palabras, *Llo* = Lectura de logatomos, *LF* = Lectura de Frases, *FVF* = Fluidez Verbal Fonológica, *FMPO* = Funciones Motoras de las manos (Praxias a la Orden), *MVGO* = Movilidad Voluntaria de los Globos Oculares, *LEE* = Lenguaje Expresivo (Espontáneo), *CI* = Control Inhibitorio, *ACM* = Arteria Cerebral Media.

Se presentaron mejorías en el Bolo 1 (rama central de la ACM izquierda) en repetición (de sílabas cercanas por punto y modo de articulación) y en lenguaje expresivo (espontáneo), además de dificultades en lectura de palabras (1 paralexia). En el Bolo 2 (rama precentral de la ACM izquierda) se mantuvo la mejoría en repetición (de sílabas cercanas por punto y modo de articulación) y en lenguaje expresivo (espontáneo), sin embargo existió dificultad en fluidez verbal fonológica (véase figura 44). De forma general, en la figura 45 se ilustra el promedio de los porcentajes de aciertos en los momentos de evaluación.



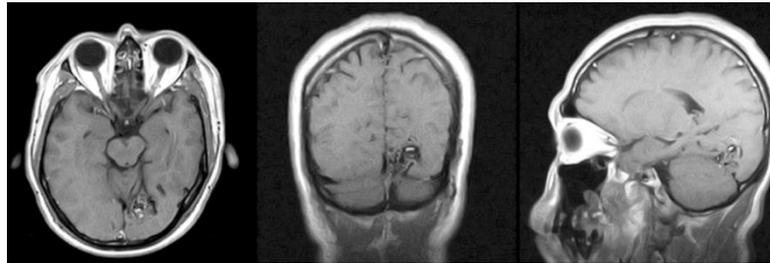
**Figura 45.** Promedio de los porcentajes de aciertos durante la ENBS.

**Semiología Neuropsicológica.** En la ENG, el paciente presentó déficits que comprometen el funcionamiento frontal (área dorsolateral) y durante la ENBS existieron cambios en funciones relacionadas con la localización de la lesión, obteniendo PPS positivas (elevó el puntaje de aciertos).

**Caso 7**

Paciente masculino, diestro, con 36 años de edad, escolaridad licenciatura en educación primaria (16 años) y actualmente labora como docente.

**Imagen de Resonancia Magnética.**

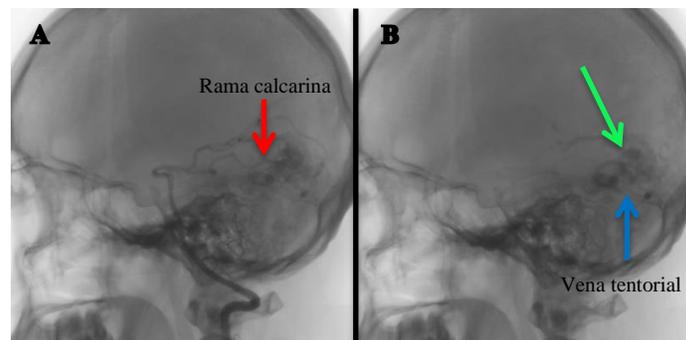


**Figura 46.** IRM cerebral en corte axial (T1), coronal (T1) y sagital (T1) con evidencia de una MAV en el lóbulo occipital izquierdo. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

**Evaluación Neuropsicológica General.** Se observó un paciente neuropsicológicamente integro. Llama la atención que en la copia de la FCR obtuvo un promedio deficitario mientras que en su ejecución a la memoria se sitúa en un promedio superior, lo cual es un dato incongruente pero que no afecta el resto de la valoración. No se observaron rasgos afectivos de importancia.

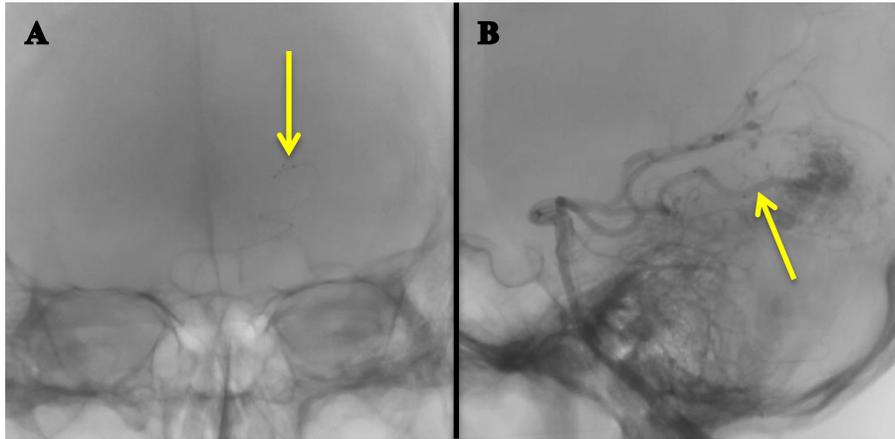
**Prueba Provocativa Supraselectiva**

**Angiografía Diagnóstica Cerebral.**



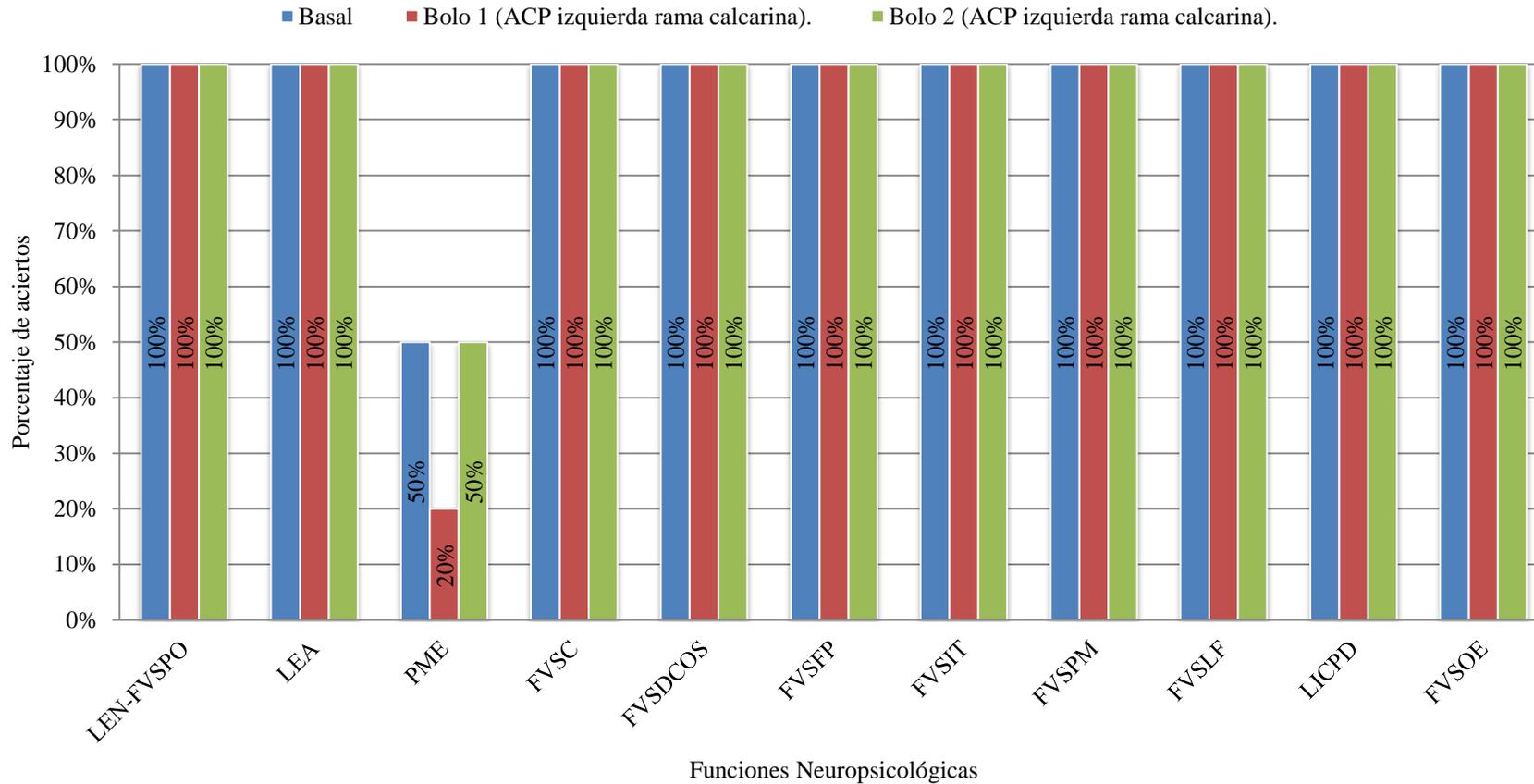
**Figura 47.** Angiografía diagnóstica cerebral con vistas laterales que muestran la aferencia arterial (A) en rojo (segmento P4 por la rama calcarina de la arteria cerebral posterior izquierda) y drenaje venoso (B) en azul (por una vena tentorial hacia seno transversal izquierdo) de la MAV en el lóbulo occipital izquierdo (verde) SM II sin hemorragia. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

*Angiografía Cerebral Supraselectiva.*



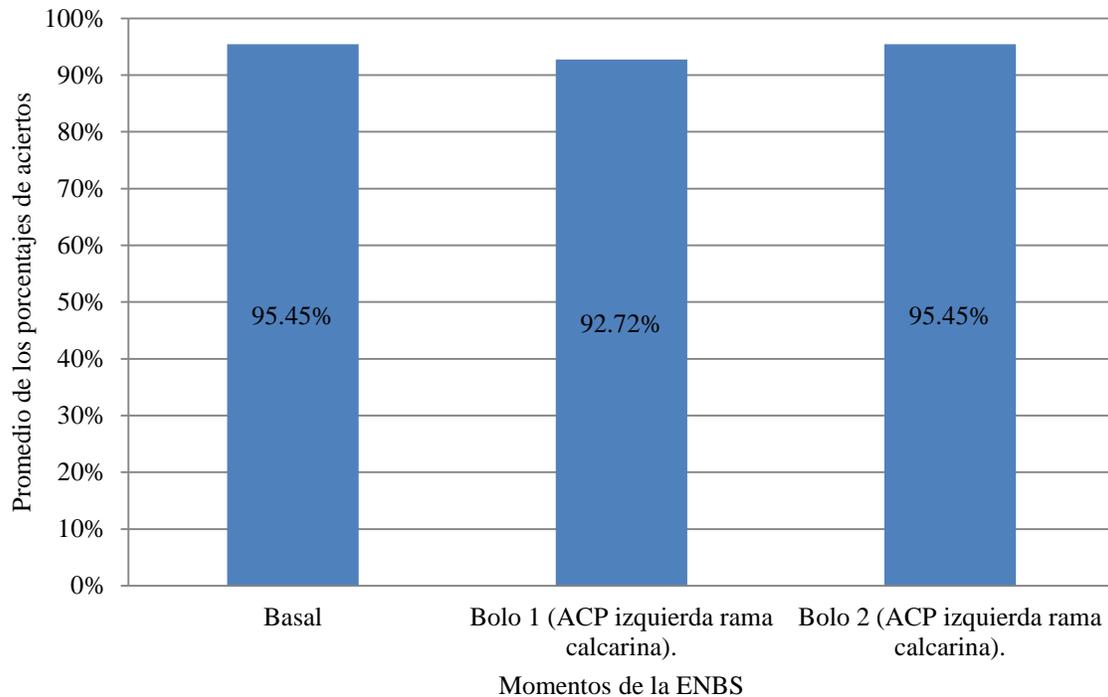
**Figura 48.** Angiografía cerebral supraselectiva con vista anteroposterior (A) y lateral (B) que muestra el microcatéter MAGIC en pedículo arterial de acceso a la MAV en el lóbulo occipital izquierdo. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

***Evaluación Neuropsicológica Breve Supraselectiva.***



**Figura 49.** ENBS del lóbulo occipital izquierdo. Representa los porcentajes de aciertos en las tareas de evaluación de las funciones neuropsicológicas en tres momentos (basal, Bolo 1 y Bolo 2). *LEN-FVSPO* = Lenguaje Expresivo (función Nominativa)-Funciones Visuales Superiores (Percepción de Objetos), *LEA* = Lenguaje Expresivo (Automatizado), *PME* = Proceso Mnésico (Evocación de imágenes), *FVSC* = Funciones Visuales Superiores (Colores), *FVSDCOS* = Funciones Visuales Superiores (Denominación y Cuantificación de Objetos Simultáneos), *FVSFP* = Funciones Visuales Superiores (Figuras Pérdidas), *FVSIT* = Funciones Visuales Superiores (Identificación de Tamaños), *FVSPM* = Funciones Visuales Superiores (Percepción del Movimiento), *FVSLF* = Funciones Visuales Superiores (Lectura de Frases), *LICPD* = Lenguaje Impresivo (Comprensión de Palabras-Definición), *FVSOE* = Funciones Visuales Superiores (Operaciones Espaciales), *ACP* = Arteria Cerebral Posterior.

Se presentaron dificultades en el procesamiento mnésico visuoverbal durante el Bolo 1 (arteria cerebral posterior izquierda). En el Bolo 2 (arteria cerebral posterior rama calcarina) mantiene su ejecución respecto a la evaluación basal (véase figura 49). De forma general, en la figura 50 se ilustra el promedio de los porcentajes de aciertos en los momentos de evaluación.



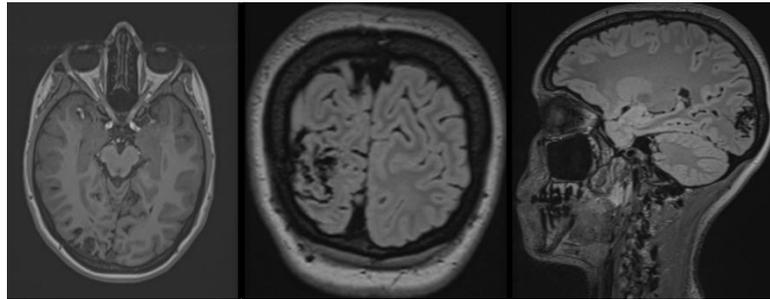
**Figura 50.** Promedio de los porcentajes de aciertos durante la ENBS.

**Semiología Neuropsicológica.** En la ENG, se observó un paciente integró y durante la ENBS existieron dificultades sutiles en el procesamiento mnésico visuoverbal durante el bolo 1, sin embargo, dichos cambios no rebasan el criterio establecido de 5%, por lo que se trata de una PPS negativa, de igual modo en el bolo 2 no se registraron cambios (PPS negativa).

**Caso 8**

Paciente femenino, diestra, con 21 años de edad, escolaridad licenciatura en psicología (14 años) en curso.

**Imagen de Resonancia Magnética.**

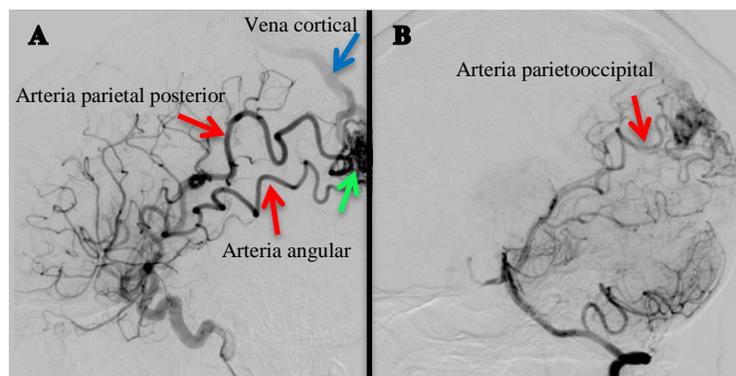


**Figura 51.** IRM cerebral en corte axial (T1), coronal (T1) y sagital (T1) con evidencia de una MAV en el lóbulo occipital derecho. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

**Evaluación Neuropsicológica General.** La paciente presentó un cuadro neuropsicológico de severidad leve con alteraciones en velocidad de procesamiento, resto integro.

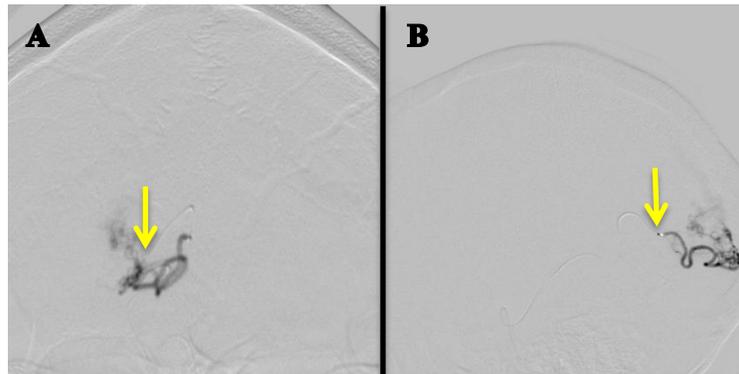
**Prueba Provocativa Supraselectiva.**

**Angiografía Diagnóstica Cerebral.**



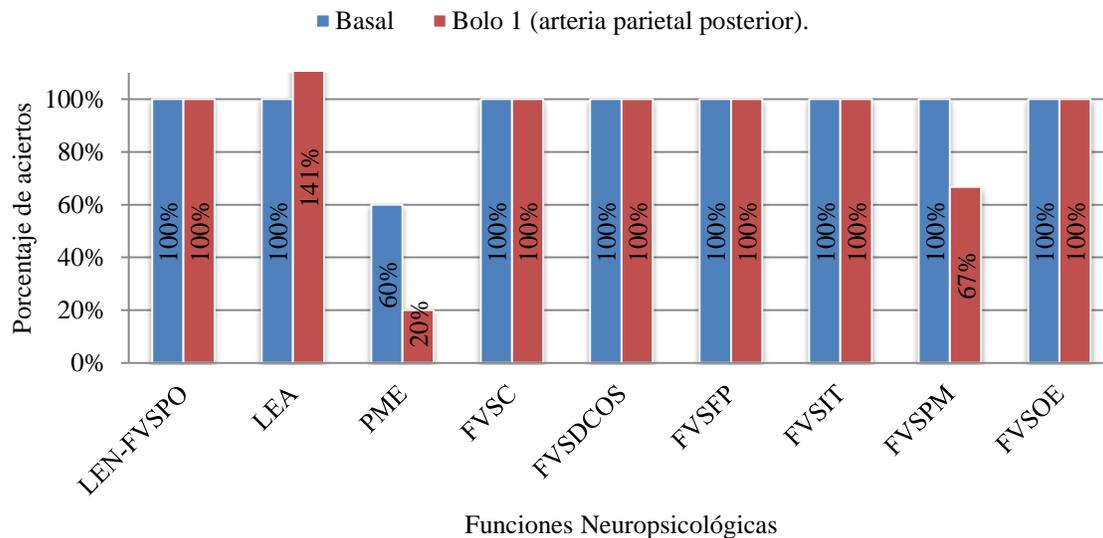
**Figura 52.** Angiografía diagnóstica cerebral con vistas laterales (A y B) que muestran la aferencia arterial en rojo (por circulación anterior por rama parietal posterior y angular, ramas de la arteria cerebral media derecha. Y por circulación posterior por arteria parietooccipital, rama de la arteria cerebral posterior derecha) y drenaje venoso en azul (hacia el seno longitudinal superior por una vena cortical) de la MAV en el lóbulo occipital derecho (verde) SM I sin hemorragia. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

**Angiografía Cerebral Supraselectiva.**



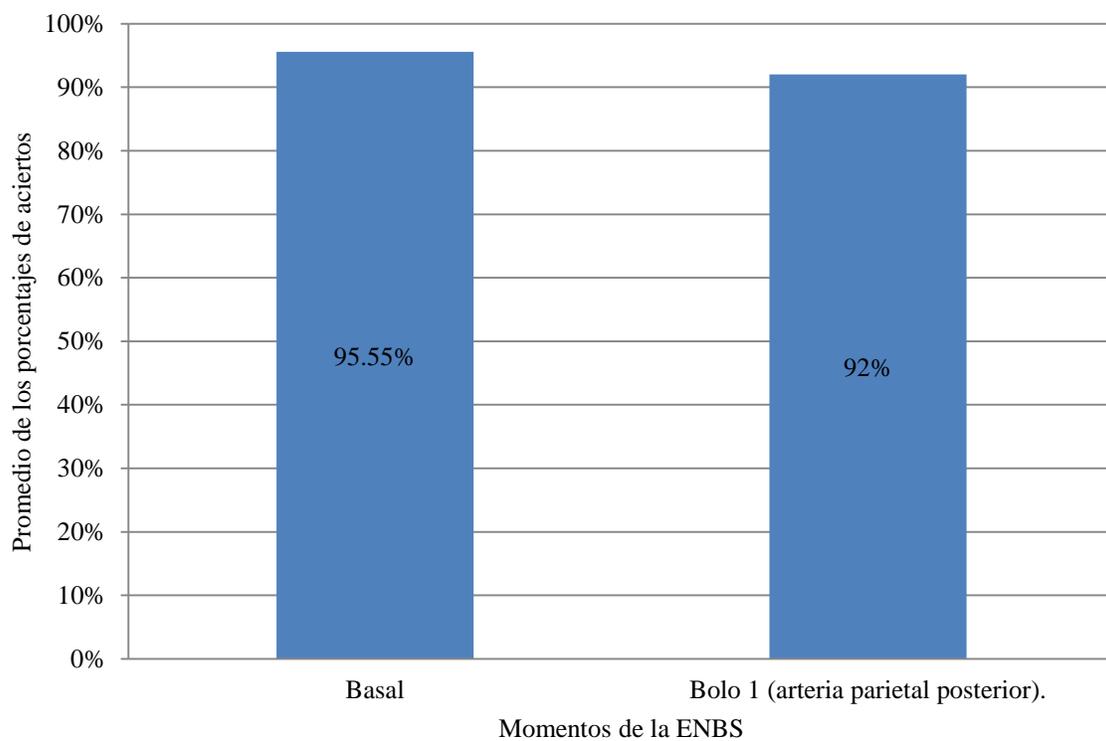
**Figura 53.** Angiografía cerebral supraselectiva con vista anteroposterior (A) y lateral (B) que muestra el microcatéter MAGIC en pedículo arterial de acceso a la MAV en el lóbulo occipital derecho. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

**Evaluación Neuropsicológica Breve Supraselectiva.**



**Figura 54.** ENBS del lóbulo occipital derecho. Representa los porcentajes de aciertos en las tareas de evaluación de las funciones neuropsicológicas en dos momentos (basal y Bolo 1). *LEN-FVSPO* = Lenguaje Expresivo (función Nominativa)-Funciones Visuales Superiores (Percepción de Objetos), *LEA* = Lenguaje Expresivo (Automatizado), *PME* = Proceso Mnésico (Evocación de imágenes), *FVSC* = Funciones Visuales Superiores (colores), *FVSDCOS* = Funciones Visuales Superiores (Denominación y Cuantificación de Objetos Simultáneos), *FVSFP* = Funciones Visuales Superiores (Figuras Pérdidas), *FVSIT* = Funciones Visuales Superiores (Identificación de Tamaños), *FVSPM* = Funciones Visuales Superiores (Percepción del Movimiento), *FVSOE* = Funciones Visuales Superiores (Operaciones Espaciales).

En el Bolo 1 (arteria parietal posterior) presentó mejoría en lenguaje expresivo (automatizado). Sin embargo, mostró dificultades en el procesamiento mnésico de información visuoverbal y en funciones visuales superiores (percepción del movimiento), de modo que ante dos estímulos iguales en movimiento (situados a la izquierda y derecha) refiere que “el izquierdo va lento”. De forma general, en la figura 55 se ilustra el promedio de los porcentajes de aciertos en los momentos de evaluación.



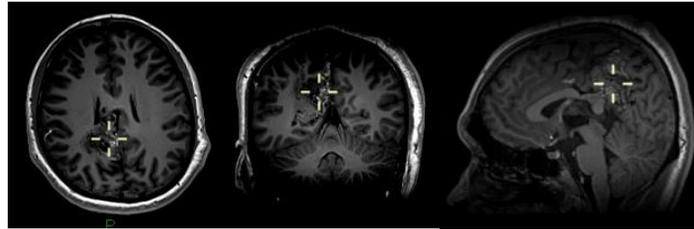
**Figura 55.** Promedio de los porcentajes de aciertos durante la ENBS.

**Semiología Neuropsicológica.** En la ENG, la paciente presentó alteraciones en velocidad de procesamiento y durante la ENBS existieron cambios en funciones relacionadas con la localización de la lesión, sin embargo, dicho cambios no rebasan el criterio establecido del 5%, por lo que se trata de una PPS negativa.

**Caso 9**

Paciente masculino, diestro, de 19 años de edad, con escolaridad preparatoria (12 años).

**Imagen de Resonancia Magnética.**

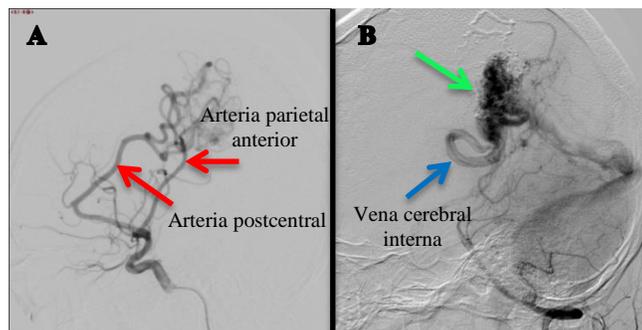


**Figura 56.** IRM cerebral en corte axial (T1), coronal (T1) y sagital (T1) con evidencia de una MAV en el lóbulo parietal derecho. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS.

**Evaluación Neuropsicológica General.** Se observó un cuadro neuropsicológico de severidad leve, caracterizado por alteraciones: espaciales (desplazamiento y proporción) y de planeación en praxias constructivas graficas; memoria verbal; memoria de trabajo; flexibilidad mental; atención selectiva y dividida. Estos datos sugieren compromiso frontal (área dorsolateral) y parietales derechos.

**Prueba Provocativa Supraselectiva.**

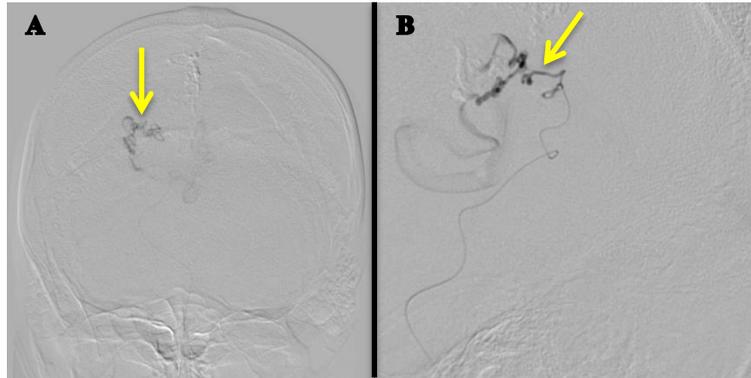
**Angiografía Diagnóstica Cerebral.**



**Figura 57.** Angiografía diagnóstica cerebral con vistas laterales que muestran la aferencia arterial (A) en rojo (por circulación anterior por rama parietal anterior y postcentral, ramas de la arteria cerebral media derecha) y drenaje venoso (B) en azul (por la vena cerebral interna hacia la vena de Galeno) de la MAV en el lóbulo parietal derecho (verde) SM II con hemorragia. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS.

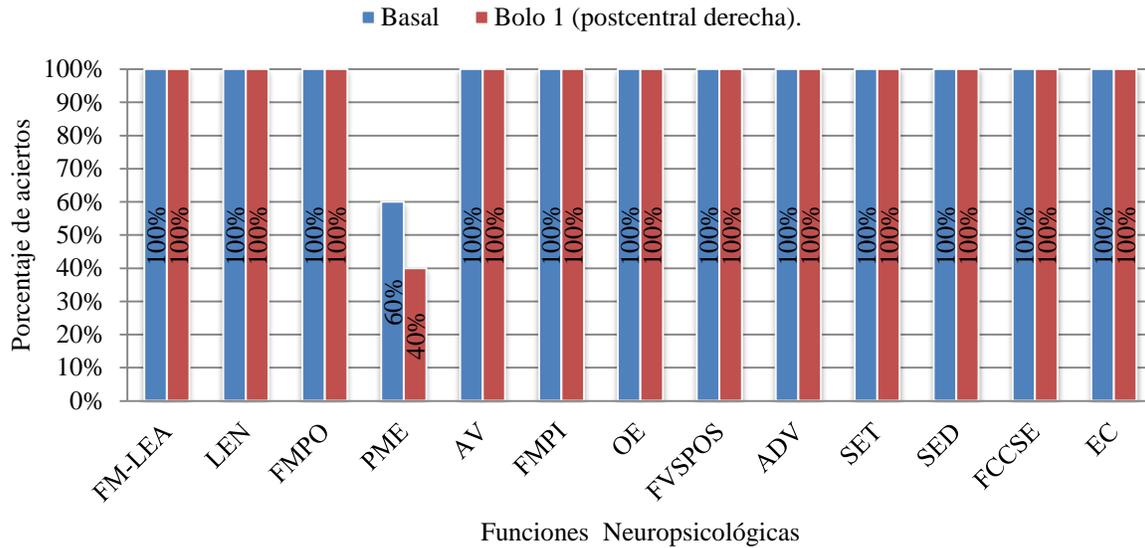
Impreso con permiso.

**Angiografía Cerebral Supraselectiva.**



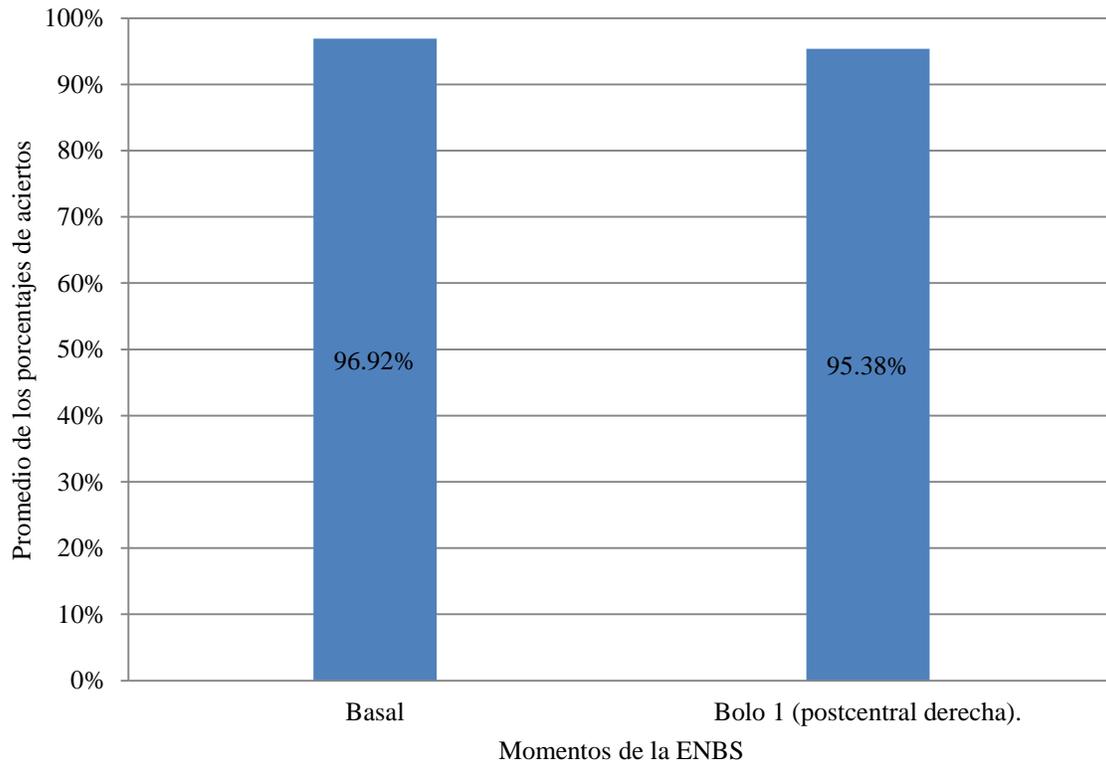
**Figura 58.** Angiografía cerebral supraselectiva con vista anteroposterior (A) y lateral (B) que muestra el microcatéter MAGIC en pedículo arterial de acceso a la MAV en el lóbulo parietal derecho. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

**Evaluación Neuropsicológica Breve Supraselectiva.**



**Figura 59.** ENBS del lóbulo parietal derecho. Representa los porcentajes de aciertos en tareas de evaluación de las funciones neuropsicológicas en dos momentos (basal y Bolo 1). *FM-LEA* = Funciones Motoras de las manos-Lenguaje Expresivo (Automatizado), *LEN* = Lenguaje Expresivo (función Nominativa), *FMPO* = Funciones Motoras de las manos (Praxias a la Orden), *PEM* = Proceso Mnésico (Evocación de imágenes), *AV* = Atención Visual, *FMPI* = Funciones Motoras de las manos (Praxias a la Imitación), *OE* = Orientación Espacial, *FVSPOS* = Funciones Visuales Superiores (Percepción de Objetos Simultáneos), *ADV* = Atención: vía Dorsal y Ventral, *SET* = Sensibilidad Exteroceptiva (Temperatura), *SED* = Sensibilidad Exteroceptiva (Dolor), *FCCSE* = Funciones Cutáneas y Cinestésicas Superiores (Estereognosia), *EC* = Esquema Corporal.

Se presentaron dificultades en el procesamiento mnésico visuoverbal durante el Bolo 1 (postcentral derecha). De forma general, en la figura 60 se ilustra el promedio de los porcentajes de aciertos en los momentos de evaluación.



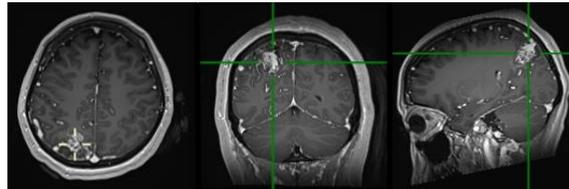
**Figura 60.** Promedio de los porcentajes de aciertos durante la ENBS.

**Semiología Neuropsicológica.** En la ENG, el paciente presentó déficits que comprometen el funcionamiento frontal (área dorsolateral) y parietal derecho. Durante la ENBS existieron cambios en el procesamiento mnésico visuoverbal, sin embargo, dichos cambios no rebasan el criterio establecido de 5%, por lo que se trata de una PPS negativa.

**Caso 10**

Paciente femenino, diestra, con 28 años de edad, escolaridad preparatoria (12 años) y actualmente se dedica al hogar.

**Imagen de Resonancia Magnética.**

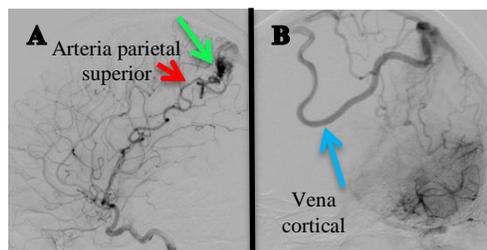


**Figura 61.** IRM cerebral en corte axial (T1), coronal (T1) y sagital (T1) con evidencia de una MAV en el lóbulo parietal derecho. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS.

**Evaluación Neuropsicológica General.** La paciente presentó un cuadro neuropsicológico de severidad leve a moderada, caracterizado por alteraciones: espaciales (desproporción) y de planeación en praxias constructivas gráficas en la FCR, de velocidad de procesamiento, en atención sostenida y selectiva. Con respecto al componente afectivo emocional se sitúa en un nivel de depresión moderado y severo en ansiedad. Estos hallazgos sugieren compromiso del funcionamiento parietal y frontal (área dorsolateral) derechos.

**Prueba Provocativa Supraselectiva.**

**Angiografía Diagnóstica Cerebral.**



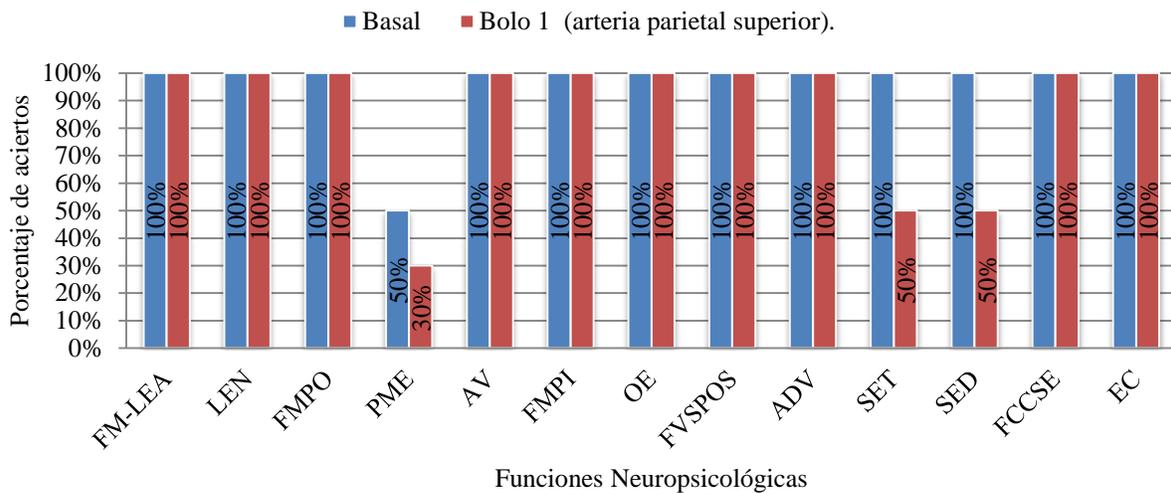
**Figura 62.** Angiografía diagnóstica cerebral con vistas laterales que muestran la aferencia arterial (A) en rojo (por rama parietal superior de la arteria cerebral anterior derecha) y drenaje venoso (B) en azul (por venas corticales hacia el seno longitudinal superior) de la MAV en el lóbulo parietal derecho (verde) SM II sin hemorragia. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

**Angiografía Cerebral Supraselectiva.**



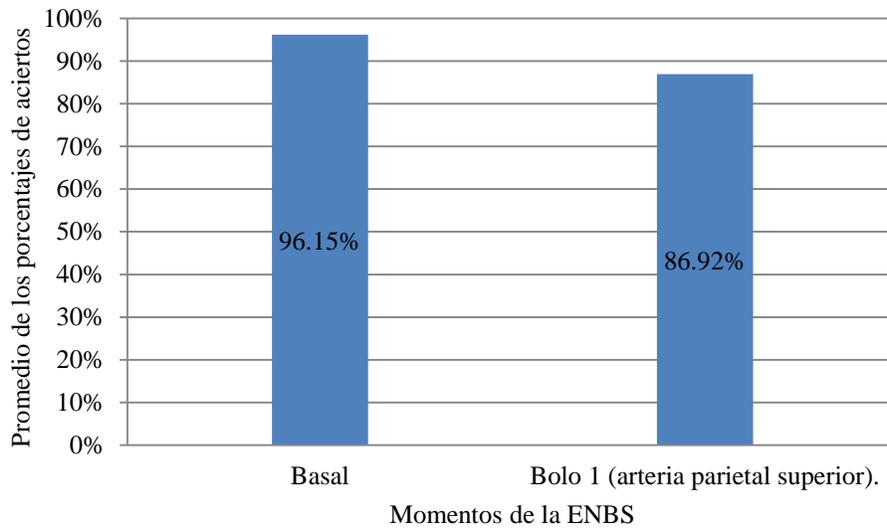
**Figura 63.** Angiografía cerebral supraselectiva con vista anteroposterior (A) y lateral (B) que muestra el microcatéter MAGIC en pedículo arterial de acceso a la MAV en el lóbulo parietal derecho. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

**Evaluación Neuropsicológica Breve Supraselectiva.**



**Figura 64.** ENBS del lóbulo parietal derecho. Representa los porcentajes de aciertos en tareas de evaluación de las funciones neuropsicológicas en dos momentos (basal y Bolo 1). *FM-LEA* = Funciones Motoras de las manos-Lenguaje Expresivo (Automatizado), *LEN* = Lenguaje Expresivo (función Nominativa), *FMPO* = Funciones Motoras de las manos (Praxias a la Orden), *PEM* = Proceso Mnésico (Evocación de imágenes), *AV* = Atención Visual, *FMPI* = Funciones Motoras de las manos (Praxias a la Imitación), *OE* = Orientación Espacial, *FVSPOS* = Funciones Visuales Superiores (Percepción de Objetos Simultáneos), *ADV* = Atención: vía Dorsal y Ventral, *SET* = Sensibilidad Exteroceptiva (Temperatura), *SED* = Sensibilidad Exteroceptiva (Dolor), *FCCSE* = Funciones Cutáneas y Cinestéticas Superiores (Estereognosia), *EC* = Esquema Corporal.

En el Bolo 1 (arteria parietal superior) se observaron dificultades ipsilaterales a la lesión en sensibilidad exteroceptiva relacionados con la temperatura y dolor (véase figura 64). De forma general, en la figura 65 se ilustra el promedio de los porcentajes de aciertos en los momentos de evaluación.

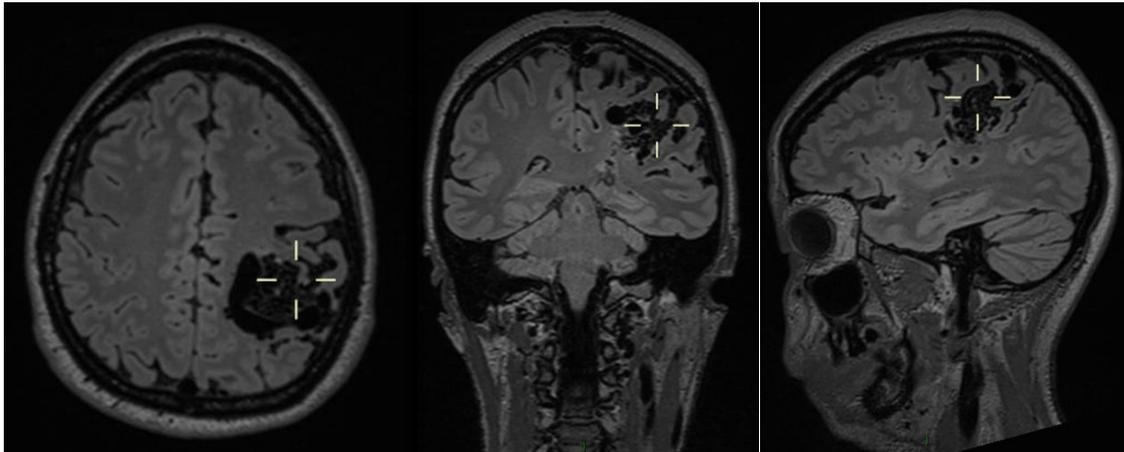


**Figura 65.** Promedio de los porcentajes de aciertos durante la ENBS.

**Semiología Neuropsicológica.** En la ENG, la paciente presentó déficits que comprometen el funcionamiento parietal y frontal (área dorsolateral) derechos. Durante la ENBS existieron cambios en funciones relacionadas con la localización ipsilateral a la lesión, obteniendo una PPS positiva (disminuye el puntaje).

**Caso 11**

Paciente femenino, diestra, con 46 años de edad, escolaridad licenciatura en diseño de modas (15 años) y actualmente se dedica al hogar.

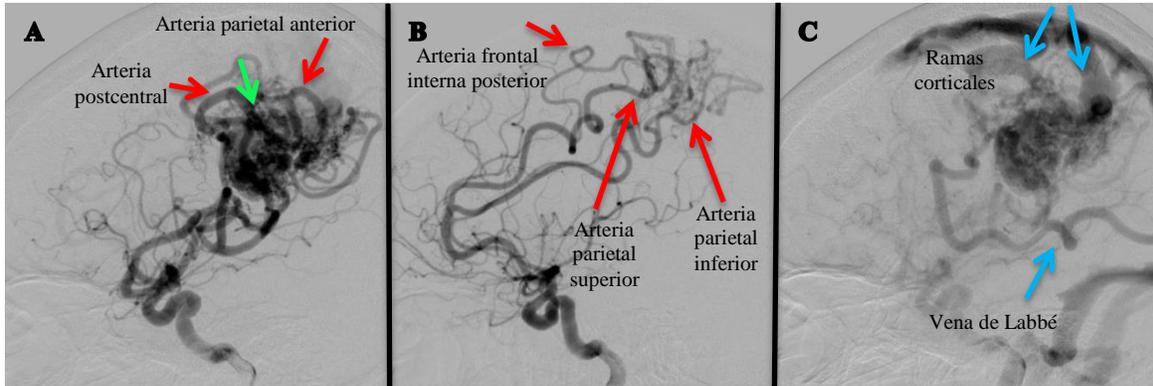
**Imagen de Resonancia Magnética.**

**Figura 66.** IRM cerebral en corte axial (T1), coronal (T1) y sagital (T1) con evidencia de una MAV en el lóbulo parietal izquierdo. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

**Evaluación Neuropsicológica General.** La paciente presentó un cuadro neuropsicológico de severidad leve, caracterizado por alteraciones en: praxias constructivas gráficas relacionadas con errores de desproporción, planeación y precisión; memoria verbal y no verbal; velocidad de procesamiento; y niveles leves en el componente afectivo emocional. Estos hallazgos sugieren compromiso del funcionamiento parietal derecho, temporal y frontal (área dorsolateral) bilateral.

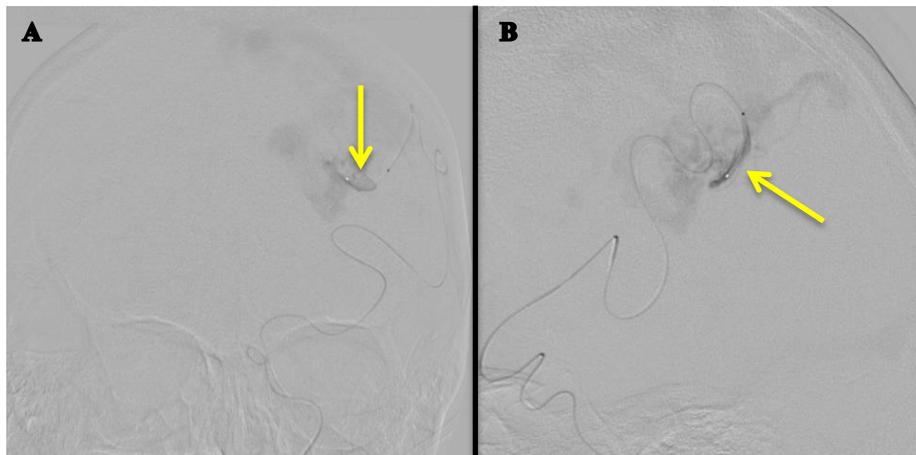
**Prueba Provocativa Supraselectiva.**

*Angiografía Diagnóstica Cerebral.*



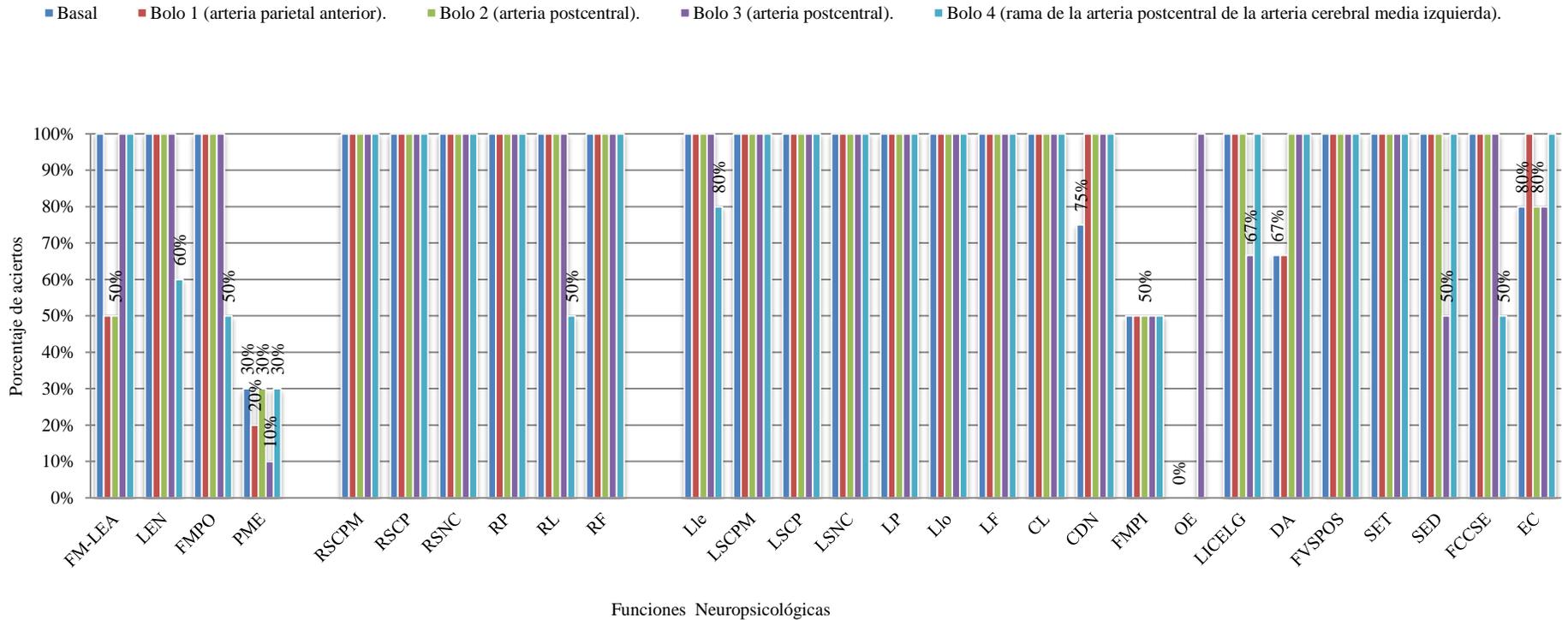
**Figura 67.** Angiografía diagnóstica cerebral con vistas laterales que muestran la aferencia arterial (A y B) en rojo (por rama postcentral y parietal anterior de la arteria cerebral media izquierda, y por rama frontal interna posterior, parietal superior y parietal inferior de la arteria cerebral anterior izquierda) y drenaje venoso (C) en azul (por ramas corticales hacia el seno longitudinal superior y por la vena de Labbé hacia el seno transversal izquierdo) de la MAV en el lóbulo parietal izquierdo (verde) SM II sin hemorragia. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

*Angiografía Cerebral Supraselectiva.*



**Figura 68.** Angiografía cerebral supraselectiva con vista anteroposterior (A) y lateral (B) que muestra el microcatéter MAGIC en pedículo arterial de acceso a la MAV en el lóbulo parietal izquierdo. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

**Evaluación Neuropsicológica Breve Supraselectiva.**



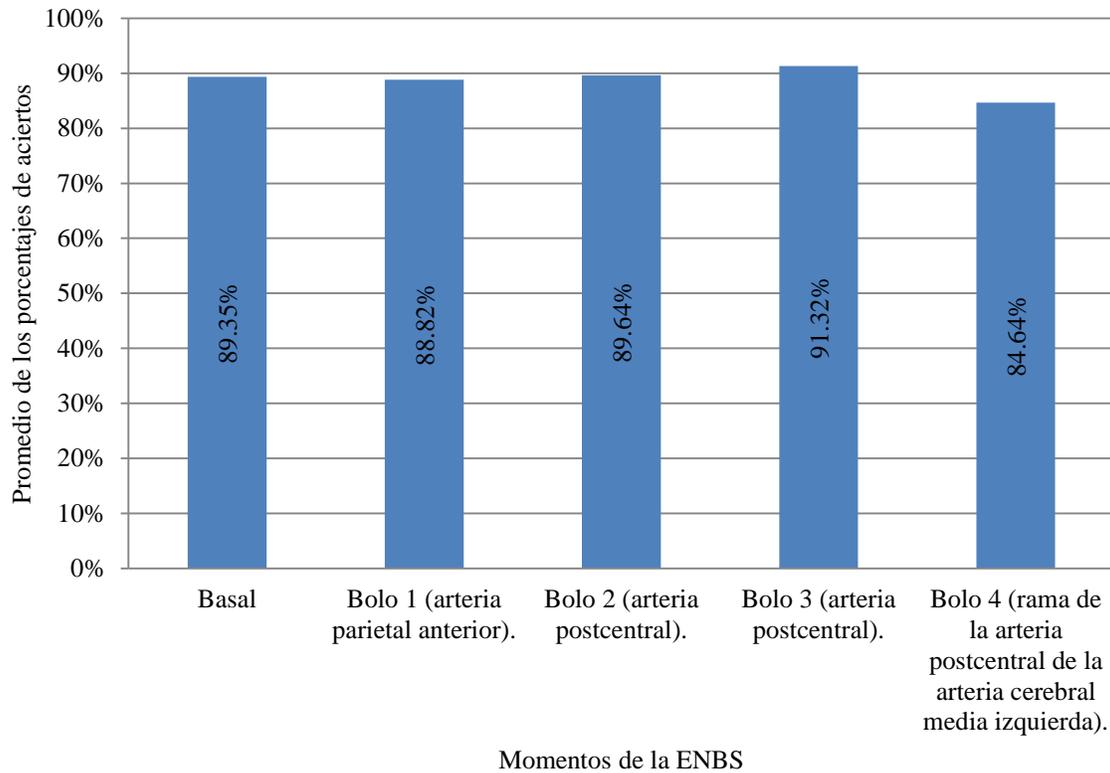
**Figura 69.** ENBS del lóbulo parietal izquierdo. Representa los porcentajes de aciertos en las tareas de evaluación de las funciones neuropsicológicas en cinco momentos (basal, Bolo 1, 2, 3 y 4). *FM-LEA* = Funciones Motoras-Lenguaje Expresivo (Automatizado), *LEN* = Lenguaje Expresivo (función Nominativa), *FMPO* = Funciones Motoras de las manos (Praxias a la Orden), *PME* = Proceso Mnésico (Evocación de imágenes), *RSCPM* = Repetición de Sílabas Cercanas por Punto y Modo de articulación, *RSCP* = Repetición de Sílabas Cercanas por Punto de articulación, *RSNC* = Repetición de Sílabas No Cercanas, *RP* = Repetición de Palabras, *RL* = Repetición de Logatomos, *RF* = Repetición de Frases, *LLe* = Lectura de Letras, *LSCPM* = Lectura de Sílabas Cercanas por Punto y Modo de articulación, *LSCP* = Lectura de Sílabas Cercanas por Punto de articulación, *LSNC* = Lectura de Sílabas No Cercanas, *LP* = Lectura de Palabras, *Llo* = Lectura de Logatomos, *LF* = Lectura de Frases, *CL* = Comprensión Lectora, *CDN* = Comprensión de Diferencias Numéricas, *FMPI* = Funciones Motoras de las manos (Praxias a la Imitación), *OE* = Orientación Espacial, *LICELG* = Lenguaje Impresivo (Comprensión de Estructuras Lógico Gramaticales), *DA* = Destreza Aritmética, *FVSPoS* = Funciones Visuales Superiores (Percepción de Objetos Simultáneos), *SET* = Sensibilidad Exteroceptiva (Temperatura), *SED* = Sensibilidad Exteroceptiva (Dolor), *FCCSE* = Funciones Cutáneas y Cinestésicas Superiores (Esterognosia), *EC* = Esquema Corporal.

En el Bolo 1 (arteria parietal anterior) presentó mejoría en comprensión de diferencias numéricas, dificultad en funciones motoras de las manos (con temblor en extremidades superiores) y alteraciones en el procesamiento mnésico de información visuoverbal.

Durante el Bolo 2 (arteria postcentral) mostró mejoría en comprensión de diferencias numéricas y destreza aritmética, además de dificultad en funciones motoras de las manos (con temblor en extremidad superior derecha).

En el Bolo 3 (arteria postcentral) mejoró en comprensión de diferencias numéricas, orientación espacial, destreza aritmética. Mientras que tuvo dificultad en el procesamiento mnésico de información visuoverbal, lenguaje impresivo (comprensión de estructuras lógico gramaticales) y sensibilidad exteroceptiva (al dolor) en mano izquierda.

Finalmente, en el Bolo 4 (rama de la arteria postcentral de la arteria cerebral media izquierda) obtuvo mejoría en comprensión de diferencias numéricas y destreza aritmética, asimismo dificultad en lenguaje expresivo (función nominativa), funciones motoras de las manos (por precisión), repetición de logatomos (1 parafasia literal), funciones cutáneas y cinestésicas superiores (astereognosia de la mano derecha). De forma general, en la figura 70 se ilustra el promedio de los porcentajes de aciertos en los momentos de evaluación.

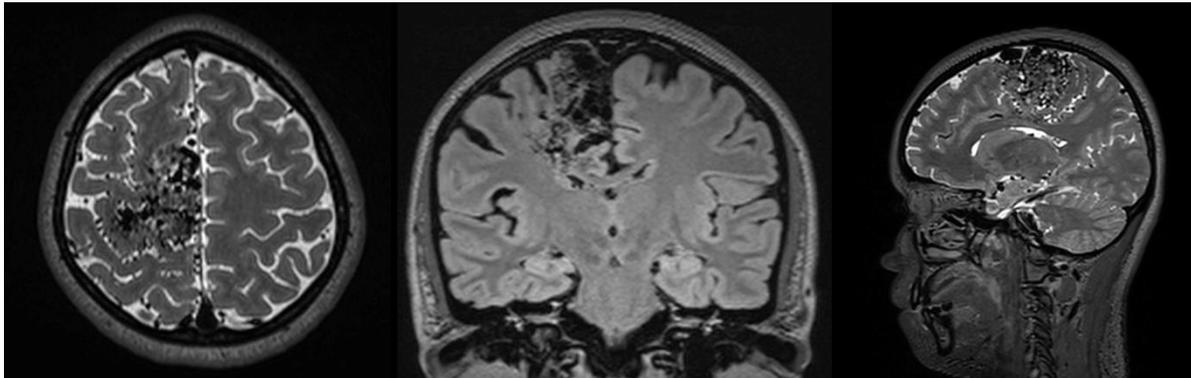


**Figura 70.** Promedio de los porcentajes de aciertos durante la ENBS.

**Semiología Neuropsicológica.** En la ENG, la paciente presentó déficits que comprometen el funcionamiento parietal derecho, temporal y frontal (área dorsolateral) bilateral. Durante la ENBS existieron cambios en funciones relacionadas con la localización de la lesión, sin embargo, dichos cambios no rebasan el criterio establecido de 5%, por lo que se trata de una PPS negativa.

**Caso 12**

Paciente femenino, diestra, con 22 años de edad, escolaridad licenciatura en psicología en curso (14 años).

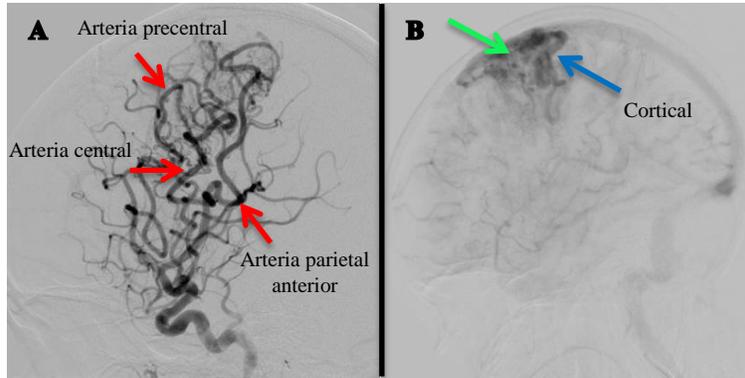
**Imagen de Resonancia Magnética.**

**Figura 71.** IRM cerebral en corte axial (T2), coronal (T1) y sagital (T2) con evidencia de una MAV en el lóbulo frontal derecho. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

**Evaluación Neuropsicológica General.** La paciente presentó un cuadro neuropsicológico de severidad moderada, caracterizado por alteraciones de tipo espacial (desproporción), en planeación, memoria verbal y visual, disminución en la velocidad de procesamiento y lenguaje receptivo (comprensión). Con respecto al componente afectivo emocional se manifiestan niveles leves. Estos datos sugieren compromiso frontal (área dorsolateral) y parietal derechos, así como temporal bilateral.

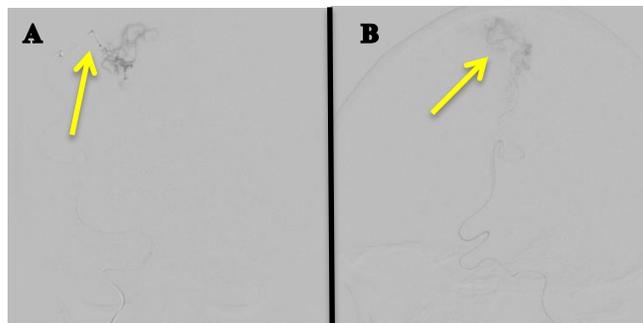
**Prueba Provocativa Supraselectiva.**

*Angiografía Diagnóstica Cerebral.*



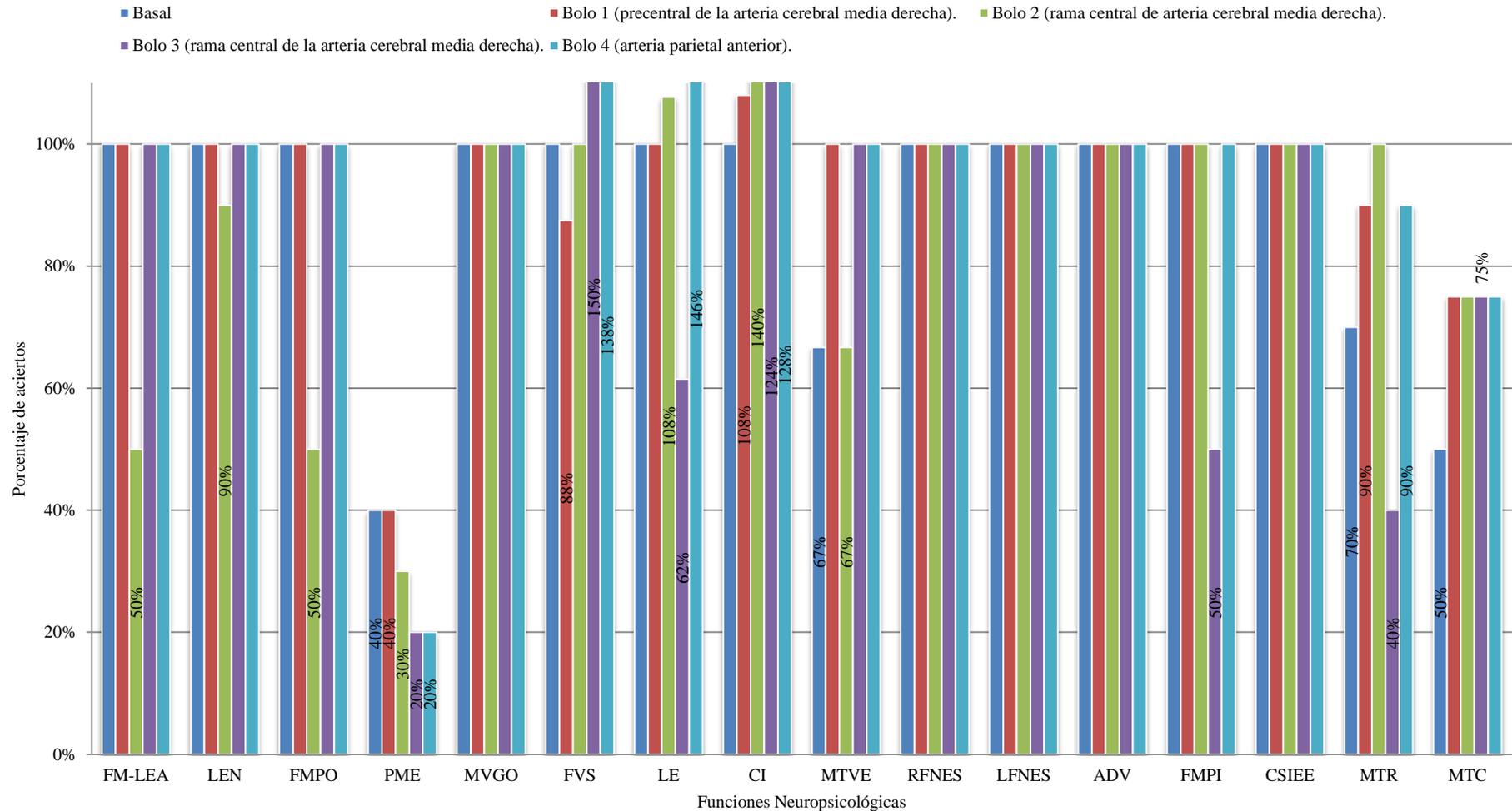
**Figura 72.** Angiografía diagnóstica cerebral con vistas laterales que muestra la aferencia arterial (A) en rojo (llena por rama precentral, central y parietal anterior, ramas de la arteria cerebral media derecha) y drenaje venoso (B) en azul (cortical hacia seno longitudinal superior) de la MAV en el lóbulo frontal derecho (verde) SM III sin hemorragia. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

*Angiografía Cerebral Supraselectiva.*



**Figura 73.** Angiografía cerebral supraselectiva con vista anteroposterior (A) y lateral (B) que muestra el microcatéter MAGIC en pedículo arterial de acceso a la MAV en el lóbulo frontal derecho. Copyright 2019 por el Dr. Daniel Eduardo Murga R2 de TEN del INNN MVS. Impreso con permiso.

**Evaluación Neuropsicológica Supraselectiva Breve.**

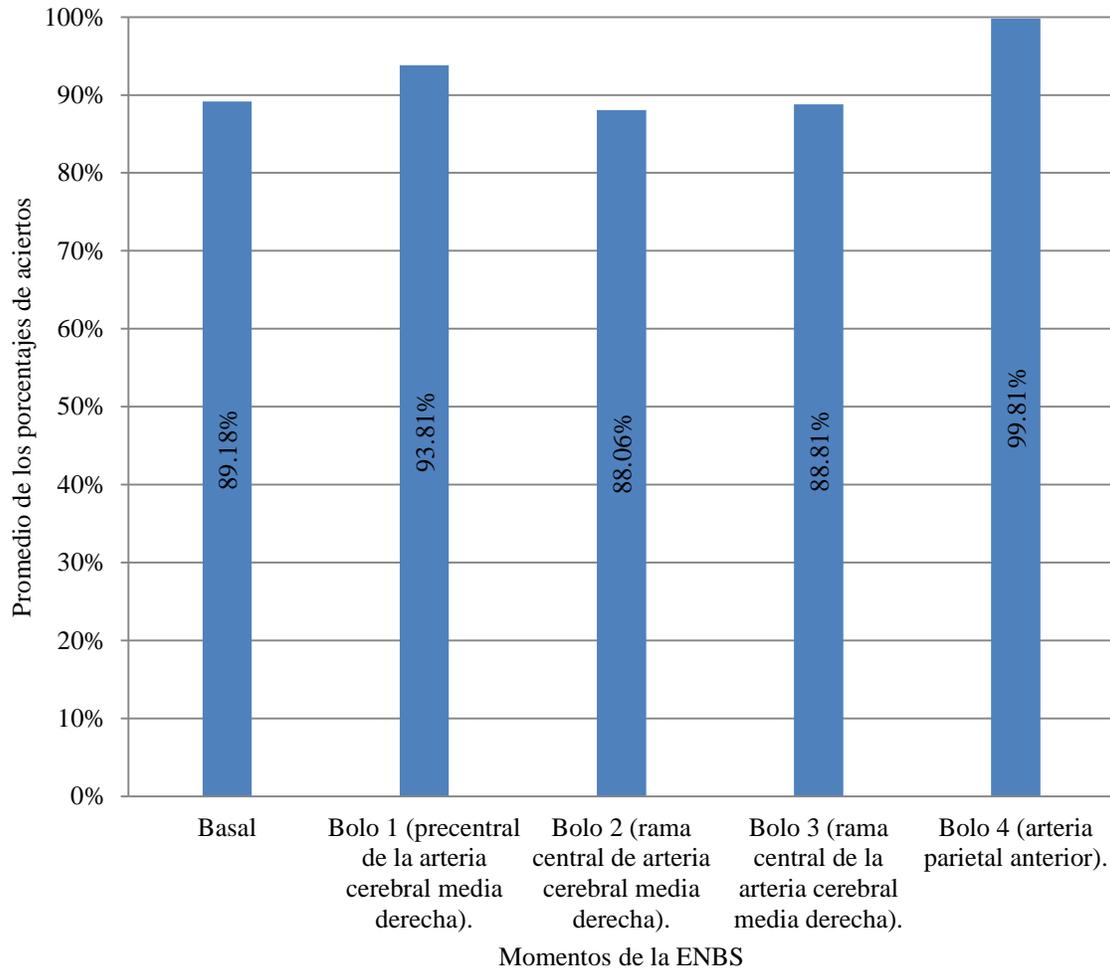


**Figura 74.** ENBS del lóbulo frontal derecho. Representa los porcentajes de aciertos en las tareas de evaluación de las funciones neuropsicológicas en cinco momentos (basal, Bolo 1, 2, 3 y 4). *FM-LEA* = Funciones Motoras de las manos-Lenguaje Expresivo (Automatizado), *LEN* = Lenguaje Expresivo (función Nominativa), *FMPO* = Funciones Motoras de las manos (Praxias a la Orden), *PME* = Proceso Mnésico (Evocación de imágenes), *MVGO* = Movilidad Voluntaria de los Globos Oculares, *FVS* = Fluidez Verbal Semántica, *LE* = Lenguaje Espontáneo, *CI* = Control Inhibitorio, *MTVE* = Memoria de Trabajo (material Visual-Espacial), *RFNES* = Repetición de Frases (Neutra y Error Semántico), *LFNES* = Lectura de Frases (Neutra y Erros Semántico), *ADV* = Atención vía: Dorsal y Ventral), *FMPI* = Funciones Motoras de las manos (Praxias a la Imitación), *CSIEE* = Cognición Social: procesamiento emocional (Identificación de Expresiones Emocionales), *MTR* = Memoria de trabajo (Reconocimiento), *MTC* = Metacognición.

Se presentaron mejorías en memoria de trabajo (material visual-espacial) en el Bolo 1 (precentral de la arteria cerebral media derecha). En el Bolo 2 (rama central de la arteria cerebral media derecha) mostró mejoría en control inhibitorio y memoria de trabajo (por reconocimiento), además de dificultad en funciones motoras de las manos (con paresia de la extremidad superior izquierda y dificultades de precisión).

En el Bolo 3 (rama central de la arteria cerebral media derecha) presentó mejoría en fluidez verbal semántica y memoria de trabajo (material visual-espacial). También hubo dificultad en el procesamiento mnésico de información visuoverbal, lenguaje espontáneo, funciones motoras de las manos a la imitación (carece de precisión en la extremidad superior izquierda) y memoria de trabajo (por reconocimiento).

Finalmente, en el Bolo 4 (arteria cerebral anterior derecha) mostró dificultad en el procesamiento mnésico de información visuoverbal y mejoría en fluidez verbal semántica, lenguaje espontáneo y memoria de trabajo (material visual-espacial). De forma general, en la figura 75 se ilustra el promedio de los porcentajes de aciertos en los momentos de evaluación.



**Figura 75.** Promedio de los porcentajes de aciertos durante la ENBS.

**Semiología Neuropsicológica.** En la ENG, la paciente presentó déficits que comprometen el funcionamiento frontal (área dorsolateral) y parietal derechos, así como temporal bilateral. Durante la ENBS existieron cambios en funciones relacionadas con la localización de la lesión, algunos cambios fueron sutiles (bolos 1, 2 y 3) y no rebasan el criterio establecido de 5%, por lo que se trata de PPS negativas, mientras que se obtuvo una PPS positiva (bolo 4) donde se hizo evidente el incremento en el puntaje.

**Distribución Normal Estandarizada (Puntaje Z)**

A continuación, se puede observar el rendimiento global de los pacientes en la PPS, que para cada caso se resumió en el puntaje Z (véase tabla 8). Se identificó el caso 2 con alteración en su rendimiento.

**Tabla 8.**

*Promedio de Porcentajes y Puntuaciones Z del Rendimiento Global de los Pacientes en la PPS.*

Casos	Promedio de los porcentajes de aciertos en la PPS (%)	Puntuación Z
1	82.49	-1.4
<b>2</b>	<b>76.66</b>	<b>-2.27</b>
3	91.87	0
4	96.78	0.74
5	99.04	1.08
6	99.15	1.10
7	94.76	0.44
8	93.77	0.29
9	96.15	0.65
10	91.35	-0.07
11	88.97	-0.42
12	90.9	-0.13

*Nota: PPS = Prueba Provocativa Supraselectiva.*

## **Análisis Grupal Lobar y Hemisférico de los Cambios en el Funcionamiento Neuropsicológico Durante la PPS**

### ***Análisis Lobar de los Cambios en el Funcionamiento Neuropsicológico Durante la PPS***

En la tabla 9 se muestran los promedios y desviaciones estándar de los datos obtenidos durante la PPS basal y post propofol en relación con el funcionamiento neuropsicológico para los grupos de lesiones: temporales, frontales, parietales y occipitales. Asimismo, se calculó el Tamaño del Efecto (TE) para los cuatro grupos (véase tabla 10).

El análisis grupal lobar de los cambios en el funcionamiento neuropsicológico tomando en consideración el promedio de los porcentajes de aciertos mostró a nivel estadístico que en pacientes con lesiones temporales existe un TE pequeño ( $d = -0.38$ ), indicativo de disminución sutil en la PPS post propofol respecto a la basal. Pacientes con lesiones frontales presentan una magnitud de cambio medio ( $d = 0.78$ ), con aumento moderado en el puntaje de aciertos en la PPS post propofol. Mientras que pacientes con lesiones parietales y occipitales obtuvieron un TE grande ( $d = -0.89$  y  $d = -2.36$  respectivamente), de manera que disminuyen el puntaje de aciertos en la PPS post propofol.

**Tabla 9.**

*Funcionamiento Neuropsicológico Durante la PPS de acuerdo con la Localización Lobar de la Lesión.*

Casos	Localización lobar de la lesión	Funcionamiento Neuropsicológico en la PPS-Basal. % de aciertos	Funcionamiento Neuropsicológico en la PPS-Post propofol. % de aciertos
1	Temporal	76.66	88.33
2	Temporal	90	63.33
3	Temporal	95	88.74
4	Temporal	95.57	98
	<b>Media</b>	<b>89.30</b>	<b>84.6</b>
	DE	8.79	14.86
5	Frontal	98.63	99.45
6	Frontal	95.45	102.86
12	Frontal	89.18	92.62
	<b>Media</b>	<b>94.42</b>	<b>98.31</b>
	DE	4.80	5.21
9	Parietal	96.92	95.38
10	Parietal	96.15	86.92
11	Parietal	89.35	88.60
	<b>Media</b>	<b>94.14</b>	<b>90.30</b>
	DE	4.16	4.47
7	Occipital	95.45	94.08
8	Occipital	95.55	92
	<b>Media</b>	<b>95.5</b>	<b>93.04</b>
	DE	0.07	1.47

*Nota: DE = Desviación Estándar, PPS = Prueba Provocativa Supraselectiva.*

**Tabla 10.**

*Tamaño del Efecto para el Análisis Grupal Lobar de los Cambios en el Funcionamiento Neuropsicológico Durante la PPS.*

Localización de la lesión	Valor del TE e interpretación de la magnitud del cambio en el funcionamiento neuropsicológico
Temporal	-0.38 / pequeño
Frontal	0.78 / medio
Parietal	-0.89 / grande
Occipital	-2.36 / grande

*Nota: PPS = Prueba Provocativa Supraselectiva, TE = Tamaño del Efecto.*

***Análisis Hemisférico de los Cambios en el Funcionamiento Neuropsicológico Durante la PPS***

En la tabla 11 se muestran los promedios y desviaciones estándar de los datos obtenidos durante la PPS basal y post propofol en relación con el funcionamiento neuropsicológico para los grupos de lesiones hemisféricas: derechas e izquierdas. Igualmente, se calculó el TE para los dos grupos (véase tabla 12).

El análisis grupal hemisférico de los cambios en el funcionamiento neuropsicológico tomando en cuenta el promedio de los porcentajes de aciertos mostró a nivel estadístico que pacientes con lesiones derechas existe un TE medio ( $d = -0.50$ ) con disminución moderada en la PPS post propofol respecto a la basal. Pacientes con lesiones de lateralidad izquierda presentan una magnitud de cambio pequeño ( $d = 0.38$ ), indicativo de aumento sutil en el puntaje de aciertos.

**Tabla 11.**  
*Funcionamiento Neuropsicológico Durante la PPS de acuerdo con la Lateralidad Hemisférica de la Lesión.*

Casos	Lateralidad hemisférica de la lesión	Funcionamiento Neuropsicológico en la PPS-Basal. % de aciertos	Funcionamiento Neuropsicológico en la PPS-Post propofol. % de aciertos
1	Derecha	76.66	88.33
2	Derecha	90	63.33
3	Derecha	95	88.74
8	Derecha	95.55	92
9	Derecha	96.92	95.38
10	Derecha	96.15	86.92
12	Derecha	89.18	92.62
	<b>Media</b>	<b>91.35</b>	<b>86.76</b>
	DE	7.15	10.73
4	Izquierda	95.57	98
5	Izquierda	98.63	99.45
6	Izquierda	95.45	102.86
7	Izquierda	95.45	94.08
11	Izquierda	89.35	88.60
	<b>Media</b>	<b>94.89</b>	<b>96.60</b>
	DE	3.38	5.46

*Nota: DE = Desviación Estándar, PPS = Prueba Provocativa Supraselectiva*

**Tabla 12.**

*Tamaño del Efecto para el Análisis Grupal Hemisférico de los Cambios en el Funcionamiento Neuropsicológico Durante la PPS.*

Localización de la lesión	Valor del TE e interpretación de la magnitud del cambio en el funcionamiento neuropsicológico
Derecha	-0.50 / medio
Izquierda	0.38 / pequeño

*Nota: PPS = Prueba Provocativa Supraselectiva, TE = Tamaño del Efecto.*

### Discusión

El estudio del funcionamiento neuropsicológico en presencia de una MAVc cortical resulta relevante por tratarse de una patología que puede generar disfunción cognitiva con un nivel de severidad variable, incluso existe evidencia de cambios conductuales asociados, demencia y alteraciones de la personalidad en personas con la afección (Andersen et al., 1988; Barrera, 2019; Benjamin et al., 2000; Brown et al., 1989; Bradac et al., 2016; Díaz-Victoria, 2005; Dozzi y Pinheiro, 2016; Kelly et al., 1969; Lazar et al., 1999; Mahalick et al., 1991; Moody y Poppen, 1970; Sánchez, 2011; Slade y Rabiner, 1971; Svien y McRae, 1965). Sin embargo, poco se ha examinado sobre el riesgo de desarrollar trastornos cognitivos secundarios al tratamiento intervencionista, por lo que actualmente no existen datos contundentes y se ha informado tanto la mejoría en el funcionamiento cognitivo (Carter et al., 1975; Chávez et al., 2016; Conley et al., 1980; Mahalick et al., 1993; Okabe et al., 1983; Overbeeke et al., 1987), como la alteración (Chávez et al., 2016; Levine y Calvanio, 1978; Raghunath et al., 2016; Stabell y Nornes, 1994), inclusive se han reportado cambios secundarios a la resección de la MAVc cortical como hipersexualidad (Cao et al., 2009) y trastorno del estado de ánimo tipo maníaco (Benjamin et al., 2000). En este sentido, el conocimiento del funcionamiento neuropsicológico de los pacientes con MAVc es uno de los factores que influye en la toma de decisiones terapéuticas (Bradac et al., 2016), debido a que las diferentes modalidades de tratamiento tienen

el propósito de evitar no sólo la muerte, déficits neurológicos, hemorragias, crisis convulsivas, sino también el deterioro cognitivo. En consecuencia, el seguimiento neuropsicológico es crucial para predecir los resultados del tratamiento y prevenir mayor declive en presencia de deterioro e incluso favorecer el funcionamiento cognitivo (Carter et al., 1975).

Por consiguiente, las PPS son herramientas útiles para predecir y estudiar los cambios clínicos y hemodinámicos previos a la intervención invasiva de la MAVc en pacientes que pueden tener un representación atípica de las funciones neuropsicológicas, a causa del origen congénito de la anomalía (Gonzalez et al., 2016; Martínez et al., 2007). Sobre este procedimiento invasivo existen pocos datos en el mundo, con enfoque en el funcionamiento neurológico (Feliciano et al., 2010; Han et al., 1994; Jordán, 2014; Rauch et al., 1992) y los déficits cognitivos habitualmente no son evaluados (Moo et al., 2002), por lo que en este estudio se realizó una evaluación neuropsicológica durante la PPS en el INNN MVS para describir su efecto sobre el funcionamiento de 12 pacientes con edad media de 29.58 años y rango de 19 a 46 años, que son portadores de una MAVc cortical con ausencia o presencia de sangrado. Para cumplir con ese objetivo fueron seleccionadas diversas tareas de acuerdo con el perfil neuropsicológico de los pacientes, escolaridad, edad y localización exacta de las lesiones, que se elaboraron con estímulos distintos, únicos y reales por cada momento de ENBS para eliminar los efectos del aprendizaje y evitar interferencias relacionadas con la aplicación de pruebas incluidas en la ENG.

Al analizar los datos sociodemográficos de los pacientes de este estudio referentes a la edad existió correspondencia con lo observado en otras investigaciones, donde se ha indicado que las MAVc suelen presentarse clínicamente de la segunda a la cuarta décadas (Bradley et al., 2010; Chamorro y Vila, 1995; Gutiérrez, 2019; López et al., 2010; Martínez et al., 2009; Pérez,

2019). También se identificó predominio de MAVc en mujeres, aunque es pertinente tomar como referencia estudios con una muestra mayor, en la literatura se ha reportado la misma frecuencia en hombres y mujeres (Chamorro y Vila, 1995; Gutiérrez, 2019; López et al., 2010). La escolaridad, que en promedio fue de 13 años corresponde con un nivel educativo alto (Ostrosky et al., 2007), lo que también se ha informado en otros estudios (Barrera, 2019; Brown et al., 1989; Díaz-Victoria, 2005; Mahalick et al., 1991). En relación con la ocupación de los pacientes hubo variabilidad con integridad funcional en la vida cotidiana, puesto que las alteraciones neuropsicológicas a pesar de que pueden estar presentes, generalmente no son severas (Díaz-Victoria, 2005) y los pacientes pueden no reportar quejas relacionadas con disfunción cognitiva aunque presenten alteraciones en uno o más dominios (Raghunath et al., 2016) como se examinó en las ENG.

En relación con las características clínicas se observó que las MAVc afectaron en mayor medida al hemisferio derecho y lóbulo temporal, aunque de igual manera, dado el tamaño reducido de la muestra, estos datos deben tomarse a reserva y es preciso tomar en cuenta lo señalado por la literatura donde se ha reportado una distribución por igual en ambos hemisferios cerebrales, con predilección por el lóbulo frontal y parietal (Jordán, 2014; Kelly et al., 1969; López et al., 2010; Montesdeoca, 2018; Valavanis, 1996).

La gradación de las lesiones fue de predominio SM I-II, seguido de SM III y IV, como se ha observado en otros estudios (Bradac et al., 2016). La presentación clínica de los pacientes implicó la combinación de síntomas y signos como cefalea, crisis convulsivas, déficits neurológicos, hemorragia y/o soplos, similar a lo reportado (Fernández et al., 2003; Padilla, 2016). Además, contrario al predominio de la hemorragia de acuerdo con Rinaldi et al. (2015),

en este estudio se observó un menor número de pacientes con antecedentes de sangrado secundario a la lesión.

Por lo que se refiere al funcionamiento neuropsicológico de los pacientes, se obtuvieron casos con PPS positivas (6) y negativas (6) . Estos hallazgos se añaden a otras investigaciones que han perseguido un objetivo similar (Brian et al., 2003; Lazar et al., 1997; Moo et al., 2002) pero que han hecho énfasis en la detección de probables déficits, por el contrario en esta investigación se hizo evidente dos tipos de positividad, que se relacionan con la disminución y el aumento en el puntaje de aciertos en la ENBS post propofol respecto a la ENBS basal.

Esta variabilidad en el funcionamiento neuropsicológico de los pacientes posiblemente se relacione con diversos factores. La PPS positiva asociada a la disminución en el puntaje de aciertos en tareas de evaluación relacionadas con la localización de la lesión, puede explicarse por la existencia de tejido nervioso viable entre los vasos anormales (Chin et al., 1992; Lasjaunias, 2008). Mientras que la positividad vinculada con el aumento en el puntaje de aciertos en las tareas de la ENBS, así como la negatividad (entendida como la ausencia de cambios en la PPS) probablemente se asocien con el fenómeno de plasticidad cerebral, de manera que en algunos casos la PPS sugirió reorganización de las áreas funcionales vinculadas con la localización de la lesión, con desplazamiento a otras regiones debido a la presencia de esta patología vascular congénita (Brown et al., 1996; Ding et al., 2015; Lazar, 2001; Lee et al., 2013).

A pesar de que en esta investigación no se estudió el impacto del sangrado secundario a la lesión sobre el funcionamiento neuropsicológico, se observó que esta sintomatología no condicionó necesariamente la disminución en el puntaje de aciertos de los pacientes en la PPS,

ya que de 4 casos con hemorragia, 3 pacientes tuvieron una PPS negativa y 1 paciente positiva con aumento en el puntaje de aciertos que sugirió mejoría en la percepción de relaciones tonales de los sonidos. Esto apoya lo expuesto en estudios donde se señala que el sangrado de este tipo de anomalías puede implicar síntomas poco significativos o bien, ocurrir hemorragias masivas de impacto catastrófico (Lassko y Hernesniemi, 2012, citado en Montesdeoca, 2018) lo cual no ocurrió en este trabajo.

Se debe agregar que en algunos casos (7, 11 y 12) se inyectó más de un bolo de propofol en el mismo pedículo arterial, pero el catéter estuvo dispuesto de manera distal y proximal al nido de la lesión, lo que causó cambios en el funcionamiento neuropsicológico en el caso 7 y 11. En el caso 7 el bolo 1 distal en la ACP izquierda rama calcarina produjo dificultades en el procesamiento mnésico que regresaron al nivel de base con el bolo 2 proximal. En el caso 11 se administraron 4 bolos, el primero en la arteria parietal anterior y los subsecuentes en la arteria postcentral de manera distal a proximal, obteniendo mayor puntaje de aciertos en el bolo 3 con mejoría en comprensión de diferencias numéricas, orientación espacial y destreza aritmética. En el caso 12 se aplicaron 4 bolos: 1 bolo en la arteria precentral; 2 bolos en la arteria central (primero de forma distal y en seguida proximal) en los cuales no se identifican cambios en el funcionamiento neuropsicológico; y 1 bolo en la arteria parietal anterior donde se identificó incremento en el puntaje de aciertos y por tanto, mejoría en fluidez verbal semántica, lenguaje espontáneo y memoria de trabajo (visual-espacial). Por otro lado, en el caso 10 se observaron dificultades ipsilaterales a la lesión en sensibilidad exteroceptiva durante el bolo 1, esto quizá se explica por la falta de proximidad de la inyección intraarterial de propofol al nido (Gonzalez et al., 2016).

Por otra parte, el análisis sobre la distribución normal estandarizada (Puntaje Z) del rendimiento global de los pacientes en la PPS indicó que el caso 2 presentó alteración en su rendimiento, con dificultades en el procesamiento mnésico visuoverbal, percepción de estructuras rítmicas y de las relaciones tonales de los sonidos. Aún cuando no se estudió la repercusión del grado de la lesión sobre el funcionamiento neuropsicológico, posiblemente la alteración que presentó la paciente se deba al grado SM IV de la lesión temporal derecha sin sangrado, pues se ha identificado que en lesiones de grado IV-V además de implicar mayor riesgo quirúrgico, los pacientes muestran peor rendimiento durante las tareas cognitivas en comparación con sujetos cuyas lesiones son de menor gradación (Bradac et al., 2016; Paúl, 2013).

Continuando con los objetivos de esta investigación, el análisis grupal lobar y hemisférico del funcionamiento neuropsicológico demostró una magnitud de cambio variable en el puntaje de aciertos durante la PPS post propofol respecto a la basal. Pacientes con lesiones temporales presentan una disminución sutil, mientras que los pacientes con MAVc frontales obtuvieron un aumento moderado. En tanto que pacientes con lesiones parietales y occipitales disminuyen el puntaje de aciertos. Además, pacientes con lesiones localizadas en el hemisferio derecho presentaron disminución moderada y en presencia de lesiones izquierdas existió aumento sutil.

Con base en estos resultados es posible identificar cambios relacionados con la localización de las lesiones, principalmente en el funcionamiento neuropsicológico de los pacientes durante la PPS post propofol respecto a la basal, en este sentido la magnitud el cambio alcanzado promueve una mejoría de moderada a sutil en presencia de lesiones con localización frontal y/o lateralidad izquierda, por lo que la aplicación de la PPS es conveniente para obtener

información específica de los pacientes con MAVc corticales (Brian et al., 2003), especialmente en pacientes con lesiones temporales, parietales y occipitales de lateralidad derecha quienes están sujetos a posible disminución en el puntaje de aciertos en la PPS subsiguiente a la inyección intraarterial de propofol, y por tanto pueden presentar dificultades asociadas con la localización de la lesión.

Resulta interesante que en 10 casos hubo dificultad en el proceso mnésico durante la PPS y sólo 2 pacientes (casos 7 y 11) lograron un puntaje de aciertos que correspondió con su ejecución basal. Dicha tarea se administró a todos los pacientes por tratarse de una función supramodal que depende del funcionamiento integrado de circuitos que se localizan en distintas estructuras neurales del encéfalo, desde la corteza cerebral hasta el cerebelo (Portellano, 2005) por lo que las alteraciones mnésicas se presentaron independientemente de la localización de la lesión, similar a lo referido por Stabell y Nornes (1994). Otra posible explicación de estas dificultades se debe al mecanismo de acción del propofol, a través del bloqueo de los receptores glutamatérgicos NMDA que están asociados con los procesos de aprendizaje y memoria, de manera que puede abolir el proceso mnésico (Andrade et al., 2013; Brunton et al., 2007; García, 2014; Jaramillo, 2011; Muñoz, 2005; Navarrete, 2020; Neira y Ortega, 2004; Volcy, 2008).

En vista de que no hay dos MAVc iguales (Lawton y Ojeda, 2017), cada vez que se aborda a un paciente con esta compleja afección se debe desarrollar una estrategia única que involucra habilidades de diversas especialidades en neurocirugía vascular, terapia endovascular neurológica, radiocirugía y con este trabajo se incorpora en su manejo multimodal la disciplina neuropsicología en el INNN MVS durante la PPS dirigida a pacientes con MAVc corticales para la exploración del funcionamiento neuropsicológico a través de diversas tareas seleccionadas en función de las características de los pacientes y adaptadas de acuerdo con las condiciones que

conlleva la ENBS. Queda mucho por investigar respecto a los factores implicados en la positividad o negatividad de la PPS dirigida a pacientes MAVc, sin embargo, se espera que los resultados obtenidos aporten información útil y complementaria para evitar o disminuir el posible déficit neuropsicológico secundario al tratamiento intervencionista.

En la práctica clínica sería pertinente añadir la RMf al protocolo de estudios en imagenología cerebral administrados a los pacientes con MAVc que son candidatos a tratamiento intervencionista, con el fin de identificar regiones corticales participantes en diferentes funciones (Montesdeoca, 2018) en vista de que la anatomía funcional asociada con las MAVc suele ser diferente a los paradigmas tradicionales (Brian et al., 2003), de modo que se obtenga información que facilite la opción terapéutica. Especialmente en la resección quirúrgica de la lesión sería importante tener en cuenta estudios previos de tractografía por tensor de difusión, pues Brian et al. (2003) enfatiza la importancia de estudiar los tractos de sustancia blanca en la detección de la función cerebral elocuente en las MAVc corticales para conservar las fibras de sustancia blanca de los pacientes, disminuyendo las complicaciones postquirúrgicas (Quezada, 2018). Incluso en la elección del fármaco anestésico empleado durante la PPS, se ha optado por medicamentos que produzcan inhibición de la sustancia gris y blanca para aumentar la sensibilidad y el valor predictivo del procedimiento (Brian et al., 2003).

### **Conclusiones**

Los resultados obtenidos en la presente investigación permiten realizar las conclusiones que se exponen a continuación:

- La PPS es útil para identificar cambios en el funcionamiento neuropsicológico relacionados con la localización de las MAVc corticales que pueden presentar algunos pacientes, en

ausencia o presencia de sangrado secundario. Dichos cambios se expresan en la positividad de la PPS, en este sentido como hallazgo adicional se presentaron dos tipos de positividad vinculados al aumento o disminución en el puntaje de aciertos en las tareas de evaluación durante la PPS post propofol respecto a la basal, de manera que pueden presentarse dificultades o promover mejorías.

- Se identificó un caso (2) con alteración en su rendimiento con uso de puntajes Z. El paciente presentó dificultades en el procesamiento mnésico visuoverbal, percepción de estructuras rítmicas y de las relaciones tonales de los sonidos.
- La magnitud de los cambios grupales en el funcionamiento neuropsicológico de acuerdo con el lóbulo afectado y hemisferio comprometido por la lesión permitió identificar mejorías de sutiles a moderadas en presencia de lesiones con localización lobar frontal y/o lateralidad izquierda. Mientras que pacientes con lesiones temporales, parietales y occipitales, en especial de lateralidad derecha, están sujetos a posibles dificultades en la PPS post propofol respecto a la basal.
- En el 83.33% de los casos (10) independientemente de la localización de la patología vascular, existe dificultad en el procesamiento mnésico en la PPS post propofol respecto a la basal, quizá por tratarse de una función supramodal o bien, debido al mecanismo de acción del propofol a través del bloqueo de los receptores glutamatérgicos NMDA que están asociados con los procesos de aprendizaje y memoria.

### **Limitaciones e Implicaciones Futuras**

Esta investigación presenta algunas limitaciones que corresponden con el tamaño reducido de la muestra, pues a pesar de la cantidad de pacientes registrados inicialmente para posible PPS, no todos fueron sometidos al procedimiento por parte del departamento

de TEN y de los pacientes ingresados, varios fueron descartados por no cumplir con los criterios establecidos, sin embargo se optó por tener una muestra lo más cuidada posible. Con la ampliación del tamaño de la muestra y homogeneidad del número de casos en los grupos de acuerdo con la localización lobar-hemisférica de las lesiones, se puede llegar a conclusiones más precisas sobre el funcionamiento neuropsicológico de los pacientes.

Los resultados obtenidos sobre el funcionamiento neuropsicológico de los pacientes en función del pedículo arterial donde se inyecta propofol durante la PPS, podrían orientar a los especialistas en TEN respecto a la elección del vaso patológico a ocluir con protección de los vasos que irrigan tejido funcional (Gonzalez et al., 2016), de manera que se reduzcan las dificultades neuropsicológicas que puedan subyacer al tratamiento intervencionista. Cabe señalar que la inyección intraarterial de más de un bolo de propofol en el mismo pedículo arterial con el catéter dispuesto de manera distal y proximal al nido de la lesión, puede generar cambios en el funcionamiento neuropsicológico de los pacientes, de manera que se identifican mejorías en bolos proximales en el 66.6% de los casos (7 y 11) con dicha administración.

Sería pertinente realizar una valoración posterior al tratamiento intervencionista para conocer la aparición de cualquier déficit que requiera de un plan de rehabilitación neuropsicológica. Finalmente, se sugiere considerar en estudios subsecuentes el papel que juegan otras variables sobre el funcionamiento neuropsicológico de los pacientes durante la PPS, como: edad (principalmente con presentación clínica en la niñez o adolescencia), escolaridad, sexo, lateralidad, presentación clínica, gradación de la lesión, el alto flujo sanguíneo y estado afectivo-emocional, cuya alteración puede tener un impacto desfavorable en los procesos cognitivos (Barrera, 2019; Pérez y Ruíz, 2008). Igualmente sería valioso implementar la exploración neuropsicológica durante la PPS en pacientes cuyas MAVc tengan la siguientes características:

- Se trate de lesiones múltiples o que abarquen diversos lóbulos cerebrales.
- Esten parcialmente tratadas, de manera que puedan desarrollar vasos colaterales de la circulación adyacente por donde se deriva sangre desde el tejido normal a la anomalía, generando nuevamente síntomas clínicos (Spagmuolo et al., 2009).
- MAV insulares que aunque son menos frecuentes, tienen gran relevancia por su localización profunda y participación en funciones emocionales y cognoscitivas (Afifi y Bergman, 2006; Valadez y Granados, 2014).
- Localizadas en zonas elocuentes como los ganglios basales, ya que pueden causar cambios histológicos en áreas distales a la afección por hipoperfusión, además de que son estructuras implicadas no sólo en el movimiento, sino también en el aspecto cognitivo y afectivo (Koziol y Budding, 2009).
- Anomalías situadas en el cuerpo calloso y cerebelo, pues su lesión puede afectar las funciones psicológicas superiores y/o la regulación de la actividad emocional (López, 1990; Portellano, 2005; Tirapu et al., 2011).

Es así que un reto en los próximos años referente a la evaluación neuropsicológica de pacientes con estas anomalías es la selección y elaboración de paradigmas precisos, personalizados y ajustados a las condiciones que implica la PPS para el análisis del funcionamiento neuropsicológico, pues los resultados son de importancia para el tratamiento, es así que la disciplina neuropsicológica cobra relevancia en el manejo actual de los pacientes para lograr un abordaje integral y coordinado, con mayor nivel de seguridad en la toma de decisiones acerca del tratamiento intervencionista o conservador de las MAVc corticales, de manera que se evalúen riesgos o beneficios que implica el tratamiento sobre las funciones psicológicas superiores, lo cual tenga un impacto

favorable en la calidad de vida de las personas y se anticipe mayor declive en presencia de deterioro o se favorezca el funcionamiento cognitivo.

## Referencias

- Afifi, A. y Bergman, R. (2006). *Neuroanatomía funcional. Texto y Atlas*. 2da edición (pp. 228-257). México: Mc Graw Hill.
- Allín, M. (2013). *Salas de hemodinamia: aspectos físicos y funcionales para una buena práctica*. [trabajo monográfico de posgrado, Universidad Nacional de Lanús]. Asociación Argentina de Arquitectura e Ingeniería Hospitalaria. <http://aadaih.org.ar/get/monografias/Monografia-Salas-de-Hemodinamia.pdf>
- Al-Shahi, R. y Warlow, C. (2001). A systematic review of the frequency and prognosis of arteriovenous malformations of the brain in adults. *Brain*, 124 (10), 1900-1926. <https://doi.org/10.1093/brain/124.10.1900>
- Al-Shahi, R., White, P., Counsell, C., Plessis, J., Beijnum, J., Josephson, C., Wilkinson, T., Wedderburn, C., Chandy, Z., George, J., Sellar, R. y Warlow, C. (2014). Outcome After Conservative Management or Intervention for Unruptured Brain Arteriovenous Malformations. *JAMA*, 311(16), 1661-1669. <https://doi.org/10.1001/jama.2014.3200>
- Andersen, E., Petersen, J., Lykke, E. y Udesen, H. (1988). Conservatively treated patients with cerebral arteriovenous malformation: mental and physical outcome. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 51(9), 1208-1212. <http://dx.doi.org/10.1136/jnnp.51.9.1208>
- Andrade, R., Goicoechea, A., Llibre, J., Jordán, J., López, M., Amílcar D., Pino, F., Fuentes Z. y Estrada, G. (2013). Evaluación de la reserva funcional de memoria en candidatos a cirugía de la epilepsia en Cuba mediante el test de Wada con propofol: reporte de casos. *Rev Mex Neuroci*, 14(5), 281-285.
- Arango, J., Rivera, D., Aguayo, A., Rodríguez, W., Garza, M., Saracho, C., Rodríguez, Y., Aliaga, A., Weiler, G., Luna, M., Longoni, M., Ocampo, N., Galarza, J., Panyavin I., Guerra, A., Esenarro, L., García, P., Martínez, C. y Perri, P. (2015). Trail Making Test: Normative data for the Latin American Spanish speaking adult population. *Neuro Rehabilitation*, 639-661. DOI:10.3233/NRE-151284
- Ardila, A. y Ostrosky, F. (1991). *Diagnóstico del daño cerebral. Enfoque neuropsicológico*. (pp. 13-32, 57-102). México: Trillas.
- Ardila, A. y Ostrosky, F. (2012). *Guía para el diagnóstico neuropsicológico*. Florida: American Board of Professional Neuropsychology.
- Ardila, A., Bernal, B. y Rosselli, M. (2016). Área cerebral del lenguaje: una reconsideración funcional. *Rev Neurol*, 62(3), 97-106. <https://doi.org/10.33588/rn.6203.2015286>
- Arias, S. (2009). *Neurorreparación en la hemorragia intracerebral* [tesis de doctorado, Universidad de Santiago de Compostela]. Repositorio Institucional USC. <http://hdl.handle.net/10347/2613>
- Arteaga, S. y García, M. (2017). *Embriología Humana y Biología del Desarrollo*. 2da edición (pp. 99-109). México: Panamericana.

- Avello, R. (2020). ¿Por qué reportar el tamaño del efecto? *Revista Comunicar*. Recuperado el 27 de enero de 2021 de <https://www.revistacomunicar.com/wp/escuela-de-autores/por-que-reportar-el-tamano-del-efecto/>
- Barrera, B. (2019). *Caracterización neuropsicológica de pacientes con malformaciones arteriovenosas con/sin hemorragia y participantes neurológicamente sanos*. [tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio UNAM. <http://132.248.9.195/ptd2019/febrero/0786060/Index.html>
- Beijnum, J., Van der Worp, B., Buis, D., Al-Shahi, R., Kappelle, J., Rinkel, G., Berkelbach, J., Vandertop, P., Algra, A. y Klijn, C. (2011). Treatment of Brain Arteriovenous Malformations. A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA*, 306(18), 2011-2019. <https://doi:10.1001/jama.2011.1632>
- Benjamin, S., Kirsch, D., Visscher, T., Ozbayrak, K., Weaver, J. (2000). Hypomania from left frontal AVM resection. *Neurology*, 54(6), 1389-1390. <https://doi:10.1212/wnl.54.6.1389>
- Berman, M., Sciacca, R., Spellman, P., Stapf, J., Connolly, E., Mohr, J. y Young, W. (2000). The Epidemiology of Brain Arteriovenous Malformations. *Neurosurgery*, 47(2), 389-397. <https://doi.org/10.1097/00006123-200008000-00023>
- Bickel, H., Mösch, E., Seigerschmidt, E., Siemen, M. y Förstl, H. (2006). Prevalence and Persistence of Mild Cognitive Impairment among Elderly Patients in General Hospitals. *Dement Geriatr Cogn Disord*, 21(4), 242-250. <https://doi.org/10.1159/000091397>
- Binder, J. Swanson, S., Hammeke, T., Morris, G., Muller, W., Fischer, M., Benbadis, S., Frost, J., Rao, S. y Houghton, V. (1996). Determination of language dominance using functional MRI. A comparison with the Wada test. *Neurology*, 46(4), 978-984. <https://doi.org/10.1212/WNL.46.4.978>
- Bordallo, P., Conesa, E., Ruiz, M., Otero, M., Lozano, M. y Ramírez, N. (2007). Hemianopsia homónima secundaria a la malformaciones arteriovenosas cerebrales en la infancia. *Arch Soc Esp Oftalmol*, 82(10), 635-640. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-66912007001000008&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-66912007001000008&lng=es&nrm=iso)
- Bradac, O., Pulkrabkova, A., De Lacy, P. y Benes, V. (2016). Neuropsychological Performance after Brain Arteriovenous Malformations Treatment. *J Neurol Surg A*, 78(04), 321-328. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0036-1592420>
- Bradley, W., Daroff, R., Fenichel, G. y Jankovic, J. (2010). *Neurología Clínica*. 4ta edición. Barcelona: Elsevier.
- Brian, F., Marshall, R., Spellman, J. y Lazar, R. (2003). Neurobehavioral Differences in Superselective Wada Testing with Amobarbital versus Lidocaine. *American Journal of Neuroradiology*, 24(7), 1456-1460. PMID: 12917146
- Brown, G., Spicer, K., Robertson, W., Baird, A. y Ghaus, M. (1989). Neuropsychological Signs of Lateralized Arteriovenous Malformations: Comparison with Ischemic Stroke. *The Clinical Neuropsychologist*, 3(4), 340-352. <http://dx.doi.org/10.1080/13854048908401483>

- Brown, R., Wiebers, D., Torner, J. y O'Fallon, W. (1996). Incidence and prevalence of intracranial vascular malformations in Olmsted Country, Minnesota, 1965 to 1992. *Neurology*, 46(4), 949-952. doi: 10.1212 / wnl.46.4.949
- Brunton, L., Lazo., J. y Parker, K. (2007). *Las bases farmacológicas de la Terapéutica*. Undécima edición. Colombia: Mc Graw Hill.
- Busse, A., Hensel, A., Gühne, U., Angermeyer, M. y Riende, S. (2006). Mild cognitive impairment: long-term course of four clinical subtypes. *Neurology*, 67(12), 2176-2185. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000249117.23318.e1>
- Cano, I., Hidalgo, V. y González, E. (2019). *Evaluación Neuropsicológica prequirúrgica mediante el test de Wada*. España: Síntesis.
- Cao, Yong., Zhu, Z., Wang, R., Wang, S. y Zhao, J. (2009). Hypersexuality from resection of left occipital arteriovenous malformation: Case report. *Neurosurgical Review* 33, 107-114. <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1007/s10143-009-0232-2>
- Carpenter, M. (1994). *Neuroanatomía: fundamentos*. 4ta edición (pp. 370-435). Buenos Aires: Pamericana.
- Carter, L., Morgan, M. y Urrea, D. (1975). Psychological improvement following arteriovenous malformation excision: Case report. *J. Neurosurg*, 42(4), 452-456. <https://thejns.org/view/journals/j-neurosurg/42/4/article-p452.xml>
- Carter, R., Aldridge, S., Parker, S. y Page, S. (2010). *El cerebro humano: una guía de su estructura, funciones y trastornos*. Reino Unido: Altea.
- Carvalho, T., Araújo, T., Hitallo, A., Rodríguez, L., Suimey, Y., Gadelha, B., Leite, N., Freitas, K. y Wagner, M. (2019). A importância da angiografia cerebral no diagnóstico das malformações arteriovenosas / The importance of cerebral angiography in the diagnosis of arteriovenous malformations. *Brazilian Journal of Health Review*, 2(3), 1918-1929.
- Castro, A. (2008). Especialización Hemisférica de los Lóbulos Corticales. *Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud*, 5(2), 167-172. 3era edición (pp. 59-65).
- Castro, O., Covalada, J., García, M., Torres, J., Caballero, A. y Riveros, W. (2016). Malformaciones arteriovenosas cerebrales, manejo multimodal: Serie de casos. *Neurociencias en Colombia*, 23(1), 51-60.
- Caycho, T., Ventura, J. y Castillo, R. (2016). Magnitud del efecto para la diferencia de dos grupos en ciencias de la salud. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 39(3).
- Centre for Evaluation & Monitoring. (2020). *Effect Size Calculator*. <https://www.cem.org/effect-size-calculator>
- Chamorro A, Vila N. (1995). Capítulo 24 Malformaciones Arteriovenosas. En Castillo, J. (Ed.) *Manual de Enfermedades Vasculares Cerebrales*. (pp. 184-194) Barcelona: JR Prous Ed.

- Chávez, C., Yáñez, G., Catroppa, C., Rojas, S., Escartin, E., Hearps, S. y García, A. (2016). Adolescents with vascular frontal lesion: A neuropsychological follow up case study. *Neurocirugía*, 27(3), 136-143. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neucir.2015.09.001>
- Chin, L., Raffel, C., Gonzalez, I., Giannotta, S. y McComb, J. (1992). Diffuse arteriovenous malformations: a clinical, radiological, and pathological description. *Neurosurgery*, 31(5), 863-869. PMID: 1436409
- Christensen, A. (1987). *El diagnóstico neuropsicológico de Luria*. 2da edición. España: Visor.
- Close, R., O'Keefe, M. y Buchheit, A. (1977). The determination of Speech Organization in a Patient with an Arteriovenous Malformation. *Neurosurgery*, 1(2), 111-113.
- Conley, F., Moses, J. y Helle, T. (1980). Deficit of Higher Cortical Functioning in Two Patients with Posterior Parietal Arteriovenous Malformations: Use of the Standardized Luria-Nebraska Neuropsychological Battery for pre- and postoperative Assessment. *Neurosurgery*, 7(3), 230-237.
- Constans, J. y Assal, G. (1971). Evolution de la symptomatologie neuropsychologique d'une série d'anévrismes arterio-veineux opérés. *Neurochirurgia advances fortschritte progres*, 14(6), 201-216.
- Contreras, N. y Trejo, J. (2013). *Manual para la exploración neurológica y de las funciones cerebrales superiores*. 4ta edición (pp. 75-106). México: Manual Moderno.
- Cortés, G. (2015). *Perfil neuropsicológico en pacientes con deterioro cognitivo leve*. [tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio UNAM. <http://132.248.9.195/ptd2015/enero/0724396/Index.html>
- Crawford, P., West, C., Chadwick, D. y Shaw, M. (1986). Arteriovenous malformations of the brain: natural history in unoperated patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 49(1), 1-10. doi: 10.1136/jnnp.49.1.1.
- Crossman, A. y Neary, D. (2007). *Neuroanatomía: Texto y Atlas en Color*. España: Elsevier Masson.
- Derdeyn, C., Zipfel, G., Albuquerque, F., Cooke, D., Feldmann, E., Sheehan, J. y Torner, J. (2017). Management of Brain Arteriovenous Malformations: A Scientific Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*, 48(8), 200-224. <https://doi.org/10.1161/STR.000000000000134>
- Díaz-Victoria, A. (2005). *Caracterización de los procesos psicológicos superiores en pacientes con malformaciones arteriovenosas*. [tesis de maestría, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. Repositorio Institucional BUAP.
- Díaz-Victoria, A. y Idrovo, A. (2006). Perfil neuropsicológico en pacientes con malformaciones arteriovenosas. *Rev Mex Neuroci*, 7(6), 550-557.
- Díaz-Victoria, A. y Villa, M. (2016). Parámetros para la evaluación neuropsicológica en las demencias. *Archivos de Neurociencias*, 21(1), 39-44. ISSN 0187 – 4705

- Ding, D., Starke, R., Liu, K., Crowley, R. (2015). Cortical plasticity in patients with cerebral arteriovenous malformations. *Journal of Clinical Neuroscience*, 15, 1857-1861. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jocn.2015.06.014>
- Dozzi, S. y Pinheiro, S. (2016). Arteriovenous malformation and dementia: A case report. *Dementia Neuropsychologia*, 10(3), 244-246. doi: 10.1590/S1980-5764-2016DN1003012
- Emde, W. (1999). Juhn A. Wada and the Sodium Amytal Test The first (and last?) 50 years. *Journal of the History of the Neurosciences: Basic and Clinical Perspectives*, 8(3), 286-292. <http://dx.doi.org/10.1076/jhin.8.3.286.1819>
- Feliciano, C., León, R., Hernández, M., Torres, H., Creagh, O. y Rodríguez, R. (2010). Provocative test with propofol: experience in patients with cerebral arteriovenous malformations who underwent neuroendovascular procedures. *AJNR. American journal of neuroradiology*, 31(3), 470-475. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A1855>
- Fernández, R., López, G., Cruz, O., Jordán, J., Morán, A., Benavides, J. y Mosquera, B. (2003). Diagnóstico de las malformaciones arteriovenosas cerebrales. *Revista de Neurología*, 37(9), 870-878.
- Fernández, R., López, G., Estupiñán, B., Cruz, O., Bouza, W., García, I. y Benavides, J. (2003). Malformaciones arteriovenosas cerebrales. *Rev Mex Neuroci*, 4(1), 39-46.
- Flores, J. (2006). *Neuropsicología de Lóbulos Frontales*. 1era edición. México: Colección Juan Manzur Ocaña, Vida y Saludo Social.
- Flores, J. y Ostrosky, F. (2008). Neuropsicología de Lóbulos Frontales, Funciones Ejecutivas y Conducta Humana. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), 47-58.
- García, J. (2014). Neuroprotección en enfermedades neuro y heredo degenerativas. 1era edición. Cuba: Omnia Science. <http://dx.doi.org/10.3926/oms.41>
- García, J. y Hurlé, J. (2015). *Neuroanatomía Humana*. España: Panamericana.
- Garza, R. (1989). *Malformaciones Arteriovenosas Trigonaes*. [tesis para obtener el grado de doctor en medicina, Universidad Autónoma de Nuevo León]. Repositorio UANL. <http://eprints.uanl.mx/5735/1/1080125924.PDF>
- Ghossoub, M., Nataf, F., Merienne, L., Devaux, B., Turak, B. y Roux, F. (2001). Characteristics of epileptic seizures associated with cerebral arteriovenous malformations. *Neurochirurgie*, 47(2), 168-176.
- Goldberg, J., Raabe, A. y Bervini, D. (2018). Natural history of brain arteriovenous malformations: systematic review. *Journal of neurosurgical sciences*, 62(4), 437-443. <https://doi.org/10.23736/S0390-5616.18.04452-1>
- Gonzalez, F., Albuquerque, F. y McDougall, C. (2016). *Técnicas de Neurointervencionismo*. 1era edición. Nueva York: AMOLCA.

- Gonzalez, F., Bristol, R., Porter, R. y Spetzler, R. (2005). De novo presentation of an arteriovenous malformation: Case report and review of the literature. *Journal of Neurosurgery*, 102(4), 726-729. <https://doi.org/10.3171/jns.2005.102.4.0726>
- Górriz, E. (2008). *Malformaciones vasculares periféricas: guía de valoración y tratamiento*. (pp. 14-15). España: Elsevier Doyma.
- Grijalva, M. (1989). *Diagnóstico por imágenes en las malformaciones vasculares cerebrales*. [tesis para obtener el grado de Especialista en Radiodiagnóstico, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio UNAM. <http://132.248.9.195/pmig2018/0096963/Index.html>
- Guizado, V., Mejía, N. y Carrera, D. (2019). Malformación arteriovenosa cerebelosa. Caso clínico. *Revista Eugenio Espejo*, 13(2), 71-78.
- Gutiérrez, A. (2019). *Estudio epidemiológico de pacientes mexicanos en el Departamento de Terapia Endovascular Neurológica del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía "Manuel Velasco Suárez"*. [tesis para obtener el título de especialista en Terapia Endovascular Neurológica, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio UNAM. <http://132.248.9.195/ptd2019/julio/0791065/Index.html>
- Haines, D. (2002). *Principios de Neurociencia*. 2da edición. España: Elsevier Science.
- Haines, D. y Mihailoff, G. (2018). *Principios de Neurociencia: Aplicaciones básicas y clínicas*. 5ta edición. España: Elsevier.
- Han, M., Chang, K., Han, D., Yeon, K. y Han, M. (1994). Preembolization functional evaluation in supratentorial cerebral arteriovenous malformations with superselective intraarterial injection of thiopental sodium solution. *Acta radiologica*, 35(3), 212-216.
- Hernández, A. y Yáñez, M. (2013). Evaluación de la Cognición Social en Adultos Mayores: Presentación de la Batería COGSOC-AM. *Revista Argentina de Clínica Psicológica*, 22(3), 269-278.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metología de la investigación*. 5ta edición. México: Mc Graw Hill.
- Jain, M., Do, H. y Massoud, T. (2019). Computational Network Modeling of Intranidal Hemodynamic Compartmentalization in a Theoretical Three-Dimensional Brain Arteriovenous Malformation. *Frontiers in Physiology*, 10(1259), 1-9. doi: 10.3389/fphys.2019.01250
- Jak, A., Bondi, M., Delano, L., Wierenga, C., Corey, J., Salmon, D. y Delis, D. (2009). Quantification of Five Neuropsychological Approaches to Defining Mild Cognitive Impairment. *Geriatric Psychiatry*, 17(5), 368-375. <https://doi.org/10.1097/JGP.0b013e31819431d5>
- Jaramillo, J. (2011). Manejo anestésico de aneurismas intracraneales. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 34(1), 235-242.
- Jaureguiberry, A. (2018). *Malformaciones Arteriovenosas Cerebrales*. Consultado el 7 de mayo de 2020. [https://www.osecac.org.ar/ARCHIVOS/NEU\\_RNT\\_8\\_MALFORMACIONES\\_ARTERIOVENO\\_SAS\\_CEREBRALES\\_V0\\_2018\\_160.PDF](https://www.osecac.org.ar/ARCHIVOS/NEU_RNT_8_MALFORMACIONES_ARTERIOVENO_SAS_CEREBRALES_V0_2018_160.PDF)

- Jessurun, G., Kamphuis, D., Van der Zande, H. y Nossent, J. (1993). Cerebral arteriovenous malformations in The Netherlands Antilles. High prevalence of hereditary hemorrhagic telangiectasia-related single and multiple cerebral arteriovenous malformations. *Clinical neurology and neurosurgery*, 95(3), 193–198. [https://doi.org/10.1016/0303-8467\(93\)90123-x](https://doi.org/10.1016/0303-8467(93)90123-x)
- Jordán, J. (2014). *Tratamiento endovascular de malformaciones arteriovenosas cerebrales: resultados y factores predictores de complicaciones*. [tesis de doctorado, Universidad de Ciencias Médicas de la Habana]. Repositorio de investigaciones médico quirúrgicas.
- Jordán, J. y Prince, J. (2010). Uso del propofol para la determinación de elocuencia en las embolizaciones de las malformaciones arteriovenosas cerebrales. *Investigaciones Medicoquirúrgicas*, 11(2), 11-14.
- Jordán, J., Llibre, J., Prince, J., Vázquez, F., Rodríguez, R. y Ugarte, J. (2013). Tratamiento endovascular de malformaciones arteriovenosas intracerebrales con n-butil cianoacrilato. Métodos de trabajo y experiencia en 58 casos. *Neurocirugía*, 24(3), 110-120. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neucir.2012.12.003>
- Jordán, J., Llibre, J., Prince, J., Vázquez, F., Rodríguez, R. y Ugarte, J. (2013). Feasibility of the superselective test with propofol for determining eloquent brain regions in the endovascular treatment of arteriovenous malformations. *Interventional Neuroradiology : Journal of Peritherapeutic Neuroradiology, Surgical Procedures and Related Neurosciences*, 19(3), 320-328. DOI: 10.1177/159101991301900309.
- Jurado, S., Villega, M., Méndez, L., Rodríguez, F., Loperena, V. y Varela, R. (1998). La estandarización del Inventario de Depresión de Beck para los residentes de la Ciudad de México. *Salud Mental*, 21(3), 26-31.
- Kanwisher, N. y Wojciulik, E. (2000). Visual Attention: Insights From Brain Imagins. *Nature*, 1, 91-100.
- Kelly, D., Alexander, E., Davis, C. y Maynard, D. (1969). Intracranial Arteriovenous Malformations: Clinical Review and Evaluation of Brain Scans. *Neurosurgery*, 31, 422-428.
- Kolb, B., y Whishaw, I. (2003). *Neuropsicología Humana*. 5ta edición. Madrid: Panamericana .
- Koziol, L. y Budding, D. (2009). *Subcortical Structures and Cognition. Implications for Neuropsychological Assessment*. New York: Springer.
- Kurthen, M. (1992). The intra-carotid amobarbital test: indications, procedure y results. *Der Nervenarzt*, 63(12), 713-724.
- Kurthen, M., Solymosi, L. y Linke, D. (1993). The intracarotid amobarbital test. Neuroradiologic and neuropsychologic aspects. *Der Radiologe*, 33(4), 204–212.
- Lacruz, M. 2006. *Estudio neurofisiológico de la memoria declarativa en el hombre*. [tesis de doctorado, Universidad Complutense de Madrid]. Repositorio institucional. <https://eprints.ucm.es/7410/1/T29247.pdf>
- Lantz, E. y Meyers, P. (2008). Neuropsychological Effects of Brain Arteriovenous Malformations. *Neuropsychol Rev*, 18, 167-177. DOI 10.1007/s11065-008-9060-3

- Lawton, M. y Ojeda, M. (2017). *Siete Malformaciones Arteriovenosas del Cerebro (MAV). Principios y Técnicas para la resección*. China: AMOLCA.
- Lazar, R., Marshal, R., Pile, J., Duong, H., Mohr, J., Young, W., Solomon, R., Perera, G. y De la Paz, R. (2000). Interhemispheric transfer of language in patients with left frontal cerebral arteriovenous malformation. *Neuropsychologia*, 38, 1325-1332.
- Lazar, R. (2001). Neuropsychological function and brain arteriovenous malformations: redefining eloquence as a risk for treatment. *Neurosurg Focus*, 11(5), 1-4.
- Lazar, R., Connaire, K., Marshall, R., Pile, J., Hacin, L., Solomon, R., Sisti, M., Young, W. y Mohr, J. (1999). Developmental Deficits in Adult Patients With Arteriovenous Malformations. *Arch Neurol.*, 56, 103-106.
- Lazar, R., Marshall, R., Pile, J., Hacin, L., Young, W., Mohr, J. y Stein, B. (1997). Anterior translocation of language in patients with left cerebral arteriovenous malformation. *American Academy of Neurology*, 49, 802-808.
- Lee, L., Yian, Y., Ng, I. y Hoe, W. (2013). Cortical reorganization of motor functional areas in cerebral arteriovenous malformations. *Journal of Clinical Neuroscience*, 20, 649-653.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jocn.2012.07.007>
- Ledesma, R., Macbeth, G. y Cortada, N. (2008). Tamaño del efecto: revisión teórica y aplicaciones con el sistema estadístico vista. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 40, 425-439.
- Levine, B. y Calvanio, R. (1978). A study of the visual defect in verbal alexia-simultagnosia. *Brain*, 101, 65-81.
- López, A. (1990). *Anatomía funcional del Sistema Nervioso*. 4ta edición (pp. 617-687). México: LIMUSA.
- López, E. y Morales, G. (2009). Cognistat-Versión en Español (NCSE). Una Opción para Realizar la Exploración Cognoscitiva en la Población Hispanohablante en los Estados Unidos. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 9(1), 65-74.
- López, E. y Villaseñor, T. (2006). *Manual del Cognistat: Versión en Español*, 2 edición.
- López, F., Gil, A., López, L., Boto, G. y Serna, C. (2010). Malformaciones arteriovenosas cerebrales: Desde el diagnóstico, sus clasificaciones y patofisiología, hasta la genética. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 11(6), 470-479.
- López, G., Fernández, R. y Cruz, O. (2010). Etiopatogenia y fisiopatología de las malformaciones arteriovenosas cerebrales. *Arch. Neurocienc (Mex)*, 15(4), 252-259.
- López, S., Cruzado, J. y Feliu, J. (2012). Daños Neuropsicológicos asociados a los tratamientos quimioterapéuticos: Una Propuesta de Evaluación. *Clínica y Salud*, 23(1), 3-24.
- Lozano, F. (2017). *Seguridad y eficacia en la embolización de malformaciones arteriovenosas compartimentalizadas por pedículo único y uso de balones en demás pedículos aferentes*. [tesis para obtener el título de médico subespecialista en Terapia Endovascular Neurológica, Universidad

- Nacional Autónoma de México]. Repositorio UNAM.  
<http://132.248.9.195/ptd2017/julio/0762061/Index.html>
- Lv, X., Li, Y., Jiang, C. y Wu, Z. (2013). Characteristics of brain arteriovenous malformations in patients presenting with nonhemorrhagic neurologic deficits. *World neurosurgery*, 79(3-4), 484–488.  
<https://doi.org/10.1016/j.wneu.2012.04.006>
- Mahajan, A., Manchandia, T., Gould, G. y Bulsara, K. (2010). De novo arteriovenous malformations: case report and review of the literature. *Neurosurgical Review*, 33(1), 115-119.  
<https://doi.org/10.1007/s10143-009-0227-z>
- Mahalick, D., Ruff, R. y Sang, H. (1991). Neuropsychological Sequelae of Arteriovenous Malformations. *Neurosurgery*, 29(3), 351-357.
- Mahalick, D., Ruff, R., Heary, R. y Sang, H. (1993). Preoperative Versus Postoperative Neuropsychological Sequelae of Arteriovenous Malformations: Clinical Study. *Neurosurgery*, 33(4), 563-571.
- Marshall, R., Lazar, R. y Krakauer, J. (1998). Stimulus context in hemineglect. *Brain: a journal of neurology*, 121(10), 2003–2010. <https://doi.org/10.1093/brain/121.10.2003>
- Martin, N., Jackson, B., Russell, A., Collaer, M., Viñuela, F., Becker, D. y Nuwer, M. (1993). Magnetoencephalographic localization of a language processing cortical area adjacent to a cerebral arteriovenous malformations: Case report. *J Neurosurg*, 79, 584-588.
- Martínez, A., Alanís, H., Elizondo, G., Cabañas, E. y Morales, V. (2009). Malformaciones arteriovenosas cerebrales: evolución natural e indicaciones de tratamiento. *Medicina Universitaria*, 11(42), 44-54.
- Martínez, A., Ramírez, J., López, M. y Vanegas, M. (2007). Una propuesta para la evaluación de la Prueba de Wada en pacientes analfabetos: Presentación de un caso. *Rev. Ecuat. Neurol.*, 15(2-3).
- Martínez, Z., Lugo, G. y Esquivel, V. (2007). Sedación consciente en pacientes sometidos a colonoscopia: Estudio aleatorizado y doble ciego de la combinación propofol-ketamina versus propofol-fentanyl. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 30(4), 220-224.
- Mast, H., Mohr, J., Osipov, A., Pile, J., Marshall, R., Lazar, R., Stein, B. y Young, W. (1995). ‘Steal’ Is an Unestablished Mechanism for the Clinical Presentation of Cerebral Arteriovenous Malformations. *Stroke*, 26(7), 1215-1220. <https://doi.org/10.1161/01.STR.26.7.1215>
- Mayfield Brian y Spine. (s.f.). *Angiograma*. Consultado el 3 de marzo de 2020.  
<https://www.mayfieldclinic.com/pe-angiosp.htm>
- MAYO CLINIC. (2019). *Malformación Arteriovenosa Cerebral*. Consultado el 28 de Octubre de 2019.  
<https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/brain-avm/symptoms-causes/syc-20350260>
- Melo, G., Padilla, F., Escobar, V. y Mendizábal, R. (2017). Experiencia en el manejo de malformaciones arteriovenosas cerebrales en el Hospital Juárez de México. *Revista Mexicana de Neurociencias*, 18(2), 65-75.

- Milner, B., Branch, C. y Rasmussen, T. (1962). Study of short term memory after intracarotid injection of sodium amobarbital. *Trans Am Neurol Assoc*, 87, 224-226.
- Mine, S., Hira, S., Yamakami, I., Yamaura, A. y Nakajima, Y. (1999). Location of primary somatosensory area in cerebral arteriovenous malformation involving sensorimotor area. *No to shinkei = Brain and nerve*, 51(4), 331-337. PMID: 10363268.
- Mohr, J., Parides, M., Stapf, C., Moquete, E., Moy, C., Overbey, J., Al-Shahi, R., Vicaut, E., Young, W., Houdart, E., Cordonnier, C., Stefani, M., Hartmann, A., Kummer, R., Biondi, A., Berkefeld, J., Klijn, C., Harkness, K., Libman, R., Barreau, X. y Moskowitz, A. (2014). Medical management with or without interventional therapy for unruptured brain arteriovenous malformations (ARUBA): a multicentre, non-blinded, randomised trial. *Lancet (London, England)*, 383(9917), 614-621. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)62302-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)62302-8)
- Montesdeoca, L. (2018). *Caracterización de las malformaciones arteriovenosas cerebrales en niños del Hospital Dr. Roberto Gilbert E., 2013-2016*. [tesis de doctorado, Universidad de Especialidades Espiritu Santo]. Repositorio UEES.
- Moo, L., Murphy, K., Gailloud, P., Tesoro, M. y Hart, J. (2002). Tailored cognitive testing with provocative amobarbital injection preceding AVM embolization. *AJNR. American journal of neuroradiology*, 23(3), 416-421.
- Moody, R. y Poppen, J. (1970). Arteriovenous Malformations. *Journal of Neurosurgery*, 32(5), 503-511. <https://doi.org/10.3171/jns.1970.32.5.0503>
- Mora, V., Rodríguez, D., Sánchez, M., Navas, Z., Rodríguez, V. y Ferreira, H. (2019). Fístula arteriovenosa pial no galénica como causa de hipertensión pulmonar y falla cardiaca en un latante. *Acta Neurológica Colombiana*, 35(1), 22-29. <https://doi.org/10.22379/24224022229>
- Moreno, S., Celis, M., Lárraga, M., Herrera, M., Suárez, J., García, A. y Hernández, M. (2006). Malformaciones arteriovenosas intracraneales y radiocirugía con LINAC: artículo de revisión. *Neurocirugía*, 17(4), 317-324.
- Morris, Z., Whiteley, W., Longstreth, W., Lee, Y. y Tsushima, Y. (2009). Incidental findings on brain magnetic resonance imaging: systematic review and meta-analysis. *The BMJ*, 339, 547-551. doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.b3016>
- Muñoz, J., Ángel, M. y Olivero, Y. (2005). Propofol ayer y hoy. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 28(3), 148-158.
- National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NIH). (2016). *Malformaciones arteriovenosas*. Consultado el 7 de diciembre de 2018. [https://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/malformaciones\\_arteriovenosas.htm](https://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/malformaciones_arteriovenosas.htm)
- Navarrete, Z. (s. f.). *Propofol (diprivan) en anestesia y reanimación neuroquirúrgica*. Consultado el 5 mayo de 2020. <https://www.uninet.edu/neuroc99/text/propofol.htm#up>
- Neira, F. y Ortega, J. (2004). Antagonistas de los receptores glutamatérgicos NMDA en el tratamiento del dolor crónico. *Rev. Soc. Esp. Dolor*, 11(4), 210-222.

- Nogales, J., Donoso, A., y Verdugo, R. (2005). *Tratado de Neurología Clínica*. 1era edición. Chile: Universitaria.
- Núñez, J. (2012). *Psicología (acerca de ti)*. 1era edición (pp. 31-33). España: Paraninfo.
- Ojeda, J. y Icardo, J. (2004). *Neuroanatomía Humana: Aspectos funcionales y clínicos*. España: MASSON.
- Okabe, T., Meyer, J., Okayasu, H., Harper, R., Rose, J., Grossman, R., Centeno, R., Tachibana, H., Lee, Y. (1983). Xenon-enhanced CT CBF measurements in cerebral AVM's before and after excision. Contribution to pathogenesis and treatment. *J Neurosurg*, 59, 21-31.
- Olivecrona, H. y Riives, J. (1948). Arteriovenous aneurysms of the brain, their diagnosis and treatment. *Archives of neurology and psychiatry*, 59(5), 567-602.  
<https://doi.org/10.1001/archneurpsyc.1948.02300400003001>
- Ostrosky, F., Gómez-Pérez, M., Matute, E., Rosselli, M., Ardila, A. y Pineda, D. (2007). *NEUROPSI: ATENCIÓN Y MEMORIA*. American Book Store & Teleton. Manual.
- Overbeeke, J., Bosma, N., Verdonck, A. y Huffelen, M. (1987). Higher Cortical Disorders: An Unusual Presentation of an Arteriovenous Malformation. *Neurosurgery*, 21(6), 839-842.
- Padilla, F. (2016). Determinación de los parámetros hemodinámicos en las malformaciones arteriovenosas cerebrales. [tesis para obtener el título de Especialista en Terapia Endovascular Neurológica]. Repositorio UNAM. <http://132.248.9.195/ptd2015/agosto/0733390/Index.html>
- Padilla, F., Zenteno, M., Balderrama, J., Escobar, V., San Juan, D. y Trenado, C. (2017). A proposed classification for assessing rupture risk in patients with intracranial arteriovenous malformations. *Surgical Neurology International*, 8(303). doi: 10.4103/sni.sni\_273\_17
- Palacios, A. (2018). *Organización funcional del lenguaje expresivo y movimiento en pacientes con una malformación arteriovenosa frontal izquierda a través de un estudio de RMf*. [tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio UNAM. <http://132.248.9.195/ptd2018/diciembre/0783631/Index.html>
- Pasqualin, A., Barone, G., Cioffi, F., Rosta, L., Scienza, R. y Pian, R. (1991). The relevance of anatomic and hemodynamic factors to a classification of cerebral arteriovenous malformations. *Neurosurgery*, 28(3), 370-379. doi: 10.1097/00006123-199103000-00006
- Paúl, L. (2013). *Influencia de la hemodinámica y la angioarquitectura de las malformaciones arteriovenosas cerebrales en el resultado de su tratamiento con radiocirugía Gamaknife*. [tesis de doctorado, Universidad Complutense de Madrid]. Repositorio institucional. <https://eprints.ucm.es/19855/1/T34276.pdf>
- Peña-Casanova, J. (2005). *Normalidad, semiología y patología neuropsicológicas*. 2da edición. Barcelona: MASSON.
- Peña-Casanova, J. y Pérez, M. (1985). La neuropsicología de Vigotski y Luria: El cerebro lesionado. *Anuario de Psicología*, Núm. 33, 31-42.

- Pérez, E. y Ruíz, R. (2008). Proceso de enfermería en la angiografía coronaria. *Revista Mexicana de Enfermería Cardiológica*, 16(3), 105-110.
- Pérez, R. (2019). *Estudio comparativo de los resultados del tratamiento con intención curativa con embolización y radiocirugía en malformaciones arteriovenosas cerebrales de alto grado. Validación de escalas predictivas y pronósticas*. [tesis de doctorado, Universidad Complutense de Madrid]. Repositorio institucional. <https://eprints.ucm.es/57778/1/T41445.pdf>
- Piloña, S., Sarmiento, Y., Crespo, A., Sánchez, A., León, O. y Rosa, M. (2010). Aneurisma de la Vena de Galeno. *Revista Cubana de Pediatría*, 82(3), 76-82.
- Portellano, J. (2005). *Introducción a la neuropsicología*. 1era edición. España: Mc Graw Hill.
- Portellano, J. (2009). Right Brain, Left Brain: Neuropsychological Implications of Hemispheric Asymmetries in a School Context. *Psicología Educativa*, 15(1), 5-12.
- Prestigiacomo, C., Duffis, E. y Gandhi, C. (2017). *Neurorradiología Envovascular Quirúrgica: Teoría y Práctica Clínica*. 1era edición. EUA: AMOLCA.
- Purves, D., Augustine, G., Fitzpatrick, D., Hall, W., Lamantia, A., Mcnamara, J. y Williams, S. (2016). *Neurociencia*. 3era edición. Buenos Aires: Panamericana.
- Quezada, R. (2018). *Relación entre el nivel de Actividad Funcional-Bold y DTI ante una tarea de fluidez verbal semántica en resonancia magnética funcional en pacientes con esclerosis mesial temporal*. [tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio UNAM. <http://132.248.9.195/ptd2018/septiembre/0780125/Index.html>
- Radiological Society Of North America (RSNA). (2020). *Angiografía cerebral*. Consultado el 3 de mayo de 2020. [https://www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=angiocerebral#:~:text=La%20angiograf%C3%ADa%20cerebral%20utiliza%20un,como%20la%20aterosclerosis%20\(placa\)](https://www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=angiocerebral#:~:text=La%20angiograf%C3%ADa%20cerebral%20utiliza%20un,como%20la%20aterosclerosis%20(placa)).
- Raghunath, A., Bennet, N., Arimappamagan, A., Bhat, B., Srinivas, D., Thennarasu, K., Jamuna, R. y Somanna, S. (2016). Impact on cognitive functions following gamma knife radiosurgery for cerebral arteriovenous malformations. *Journal of Neurosciences in Rural Practice*, 7(1), 28-35. doi: 10.4103/0976-3147.172158
- Rains, D. (2004). *Principios de Neuropsicología Humana*. 1era edición. México: Mc Graw Hill.
- Rasmussen, T. y Milner, B. (1977). The role of early left-brain injury in determining lateralization of cerebral speech functions. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 299, 355-369. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1977.tb41921.x>
- Rauch, R., Vinuela, F., Dion, J., Duckwiler, G., Amos, E., Jordán, S., Martin, N., Jensen, M. y Bentson, J. (1992). Preembolization functional evaluation in brain arteriovenous malformations: the ability of superselective Amytal test to predict neurologic dysfunction before embolization. *AJNR. American journal of neuroradiology*, 13(1), 309-314.
- Real Academia Española (RAE). (s. f.). *Listado de frecuencias*. Consultado el 4 de enero de 2017.

- Reyna, E., Mejía, J., Santos, J., Torres, D., Reyna, N. y Fernández, A. (2017). Plasma angiopoietin-2 in the second trimester as a predictor of the development of preeclampsia. *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia*, 63(1), 11-17.
- Reyna, E., Santos, J., Pérez, M. y González, O. (2010). Hemorragia intracraneal por malformación arteriovenosa cerebral y embarazo. *Clínica e Investigación en Ginecología y Obstetricia*, 37(2), 79-81. DOI: 10.1016/j.gine.2008.08.002
- Rinaldi, M., Mezzano, E., Berra, M., Parés, H., Olocco, R. y Papalini, F. (2015). Malformaciones arteriovenosas revisión y análisis descriptivo de 52 mavs tratadas durante el periodo de 2000-2010. *Surgical Neurology International*, 6(20), 511-523. doi: 10.4103/2152-7806.167198
- Ríos, M. (2008). Neuropsicología y Resonancia Magnética Funcional: Conceptos Generales. *Radiología*, 50, 351-365.
- Rivera, D., Perrin, P., Morlett, A., Galarza, J., Martínez, C., Garza, M., Saracho, C., Rodríguez, W., Rodríguez, Y., Rábago, B., Aliaga, A., Schebela, S., Luna, M., Longoni, M., Ocampo, N., Fernández, E., Esenarro, L., García, P. y Arango, J. (2015). Rey–Osterrieth Complex Figure – copy and immediate recall: Normative data for the Latin American Spanish speaking adult population. *NeuroRehabilitation*, 37, 677-698. DOI:10.3233/NRE-151285
- Rivera, D., Perrin, P., Stevens, L., Garza, M., Weil, C., Saracho, C., Rodríguez, W., Rodríguez, Y., Rábago, B., Weiler, G., García, C., Longoni, M., Martínez, C., Ocampo, N., Aliaga, A., Galarza, J., Guerra, A., Esenarro, L. y Arango, J. Stroop Color-Word Interference Test: Normative data for the Latin American Spanish speaking adult population. *NeuroRehabilitation*, 37, 591-624. DOI:10.3233/NRE-151281
- Rodríguez, L., Pulido, N. y Pineda, C. (2016). Psychometric Properties of the Stroop color-word Test in non-pathological Colombian Population. *Univ. Psychol.*, 15(2), 255-272. doi:10.11144/Javeriana.upsy15-2.ppst
- Rodríguez, V. (2008). *Descripción de factores clínicos y angiográficos asociados a hemorragia en malformaciones arteriovenosas cerebrales tratadas con embolización*. [tesis para obtener el diploma de la Especialidad en Terapia Endovascular Neurológica]. Repositorio UNAM. <http://132.248.9.195/ptd2008/octubre/0634176/Index.html>
- Románovich-Luria, A. (2015). *Las Funciones Corticales Superiores del Hombre*. 3 era edición. México: fontamara.
- Rubin, M. y Safdieh, J. (2008). *Netter. Neuroanatomía Esencial*. New York: Elsevier MASSON.
- Ruiz, A., Díaz, M., y Villalobos, A. (2012). *Manual de técnicas de intervención cognitivo conductuales*. España: Desclée-Uned.
- Sánchez, M. (2011). *Funcionamiento cognoscitivo en pacientes con malformaciones arteriovenosas cerebrales*. [tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio UNAM. <http://132.248.9.195/ptb2011/junio/0670398/Index.html>
- Slade, W. y Rabiner, A. (1971). Concerning intracerebral arteriovenous malformations clinical syndromes treatment and prognosis. *Angiology*, 23(1), 55-66. Doi:10.1177/000331977202300108. PMID: 5009987

- Snell, R. (2007). *Neuroanatomía Clínica*. 6ta edición. España: Panamericana.
- Spraggon, L. (2015). *Test de la Figura Compleja de Rey-Osterrieth y Neuropsiquiatría: análisis cuantitativo y cualitativo de los tipos de errores más frecuentes en poblaciones clínicas*. [tesis de maestría, Instituto Universitario y Hospital Italiano de Buenos Aires]. Repositorio institucional TROVARE. <http://trovare.hospitalitaliano.org.ar/descargas/tesisytr/20160825153038/tesis-spraggon-lucia.pdf>
- Spagnuolo, E., Lemme, L., Revilla, F., Quintana, L. y Antico, J. (2009) Recomendaciones para el manejo de las malformaciones arteriovenosas cerebrales. Actualización y modificaciones a las recomendaciones del Comité Vascular de la Federación Latinoamericana de Neurocirugía (FLANC) del año 2003. *Neurocirugía*, 20, 5-14.
- Stabell, K. y Nornes, H. (1994). Prospective Neuropsychological Investigation of Patients with Supratentorial Arteriovenous Malformations. *Acta Neurochirurgica*, 131(1-2), 32-44. doi: 10.1007 / BF01401452.
- Svien, H. y Mcrae, J. (1965). Arteriovenous Anomalies of the Brain. *Journal of Neurosurgery*, 23(1), 23-28. <https://thejns-org.pbidi.unam.mx:2443/view/journals/j-neurosurg/23/1/article-p23.xml>
- Tanaka, K., Yonekawa, Y., Kahu, Y. y Kazckawa, K. (1993). Arteriovenous Malformation and Diaschisis. *Acta Neurochirurgica*, 120, 26-32.
- Tawk, R., Tummala, R., Memon, M., Siddiqui, A., Hopkins, L. y Levy, E. (2011). Utility of pharmacologic provocative neurological testing before embolization of occipital lobe arteriovenous malformations. *World neurosurgery*, 76(3-4), 276–281. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2011.02.037>
- Thomas, J., Surendran, S., Arumugam, M. y Chandrasekharan, C. (2016). Genetic and epigenetic mechanisms in the development of arteriovenous malformations in the brain. *Clinical Epigenetics*, 8(1), 1-8. doi: 10.1186 / s13148-016-0248-8
- Ticyana, M., Hernández, O., Bueno, M., Hernández, O., Varela, A. y Machado, S. (2000). The wada test with propofol in a patient with epilepsy. *Arq. Neuro-Psiquiatr.*, 58(2), 348-350. <https://doi.org/10.1590/S0004-282X2000000200024>
- Tirapu, J., Luna, P., Iglesias, M. y Hernáez, P. (2011). Contribución del cerebelo a los procesos cognitivos: avances actuales. *Neurología*, 53(5), 301-315.
- Tuokko, H. y McDowell, I. (2006). An overview of mild cognitive impairment. In: Tuokko HA, Hultsch DF, editors. *Mild Cognitive Impairment: International Perspectives*. Taylor and Francis, 3–28.
- Turlough, M., Gruener, G. y Mtui, E. (2012). *Neuroanatomía Clínica y Neurociencia*. 6ta edición. España: Elsevier Saunders.
- Valadez, J. y Granados, L. (2014). *Neuroanatomía funcional para neuropsicólogos*. México: Ediciones de Neurociencias.
- Valavanis, A. (1996). The role of angiography in the evaluation of cerebral vascular malformations. *Neuroimaging clinics of North America*, 6(3), 679–704.

- Veliz, V., Zamorano, C. y Rojas, A. (2018). Aneurisma de la vena de Galeno: diagnóstico prenatal y manejo. *Revista Chilena de Obstetricia y Ginecología*, 83(5), 507-512.  
<http://dx.doi.org/10.4067/s0717-75262018000500507>
- Vikingstad, E., Cao, Y., Thomas, A., Johnson, A., Malik, G., Kenneth, M. y Welch, M. (2000). Language Hemispheric Dominance in Patients with Congenital Lesions of Eloquent Brain. *Neurosurgery*, 47(3), 562-570.
- Vilanova, P., Muñiz, B. y Moreno, J. (2013). Magnetic resonance angiography: Technique and applications for the study of carotid artery stenosis. *Imagen Diagnóstica*, 5(1), 24-31.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.imadi.2013.10.002>
- Volcy, M. (2008). Cephalgia in the emergency department: new concepts in diagnosis, epidemiology and treatment. *Acta Neurol Colomb*, 24(4), 118-133.
- Waltimo, O. y Putkonen, A. (1974). Intellectual performance of patients with intracranial arteriovenous malformations. *Brain*, 97, 511-520.
- Waxman, S. (2011). *Neuroanatomía Clínica*. 26ta edición. México: Mc Graw Hill.
- Zaidat, O., Douglas, J. y Lerner, A. (2020). *El pequeño libro de la Neurología*. 6ta edición. España: Elsevier.
- Zyck, S., y Sampath, R. (2020). Arteriovenous Malformations. *StafPearls*.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK531479/>

## Anexos

### Evaluación Neuropsicológica General (ENG).

#### Caso 1

Fecha de Nacimiento: 14/03/1976

Edad: 41 años

Escolaridad: Primaria (6 años).

Preferencia Manual: diestra.

Ocupación: Hogar

Fecha de evaluación: 25/07/2017

Instrumentos aplicados: Cognistat, FCR, Aprendizaje de palabras de Rey, TMT, Stroop, Inventario de ansiedad y depresión de Beck.

#### Resumen de Instrumentos Utilizados.

Instrumento	ENG	Observaciones
FCR copia	23/36 Puntaje = 10	Promedio bajo Se observan alteraciones leves en planeación, desproporción, precisión, omisión de elementos situados a la izquierda (segmento superior y líneas paralelas).
FCR memoria inmediata	9/36 Puntaje = 10	Promedio bajo
Palabras de Rey (curva de aprendizaje)	87/100	Promedio Curva de aprendizaje ascendente
TMT parte A	Pc = 50	Promedio
TMT parte B	Pc = 5	Promedio deficitario No es confiable porque no conoce el abecedario.
Stroop	Palabras, Pc = 5 Colores, Pc = 15 Palabras/Colores, Pc = 40 Interferencia, Pc = 70	Promedio deficitario Promedio bajo Promedio Promedio
Inventario de depresión de Beck	Puntúa = 13	Nivel de depresión leve
Inventario de Ansiedad de Beck	Puntúa = 2	Nivel de ansiedad mínima

#### Cognistat.

	NDC	ORI	ATE	LENGUAJE			CONST	MEM	CALC	RAZONAMIENTO	
				COMP	REP	NOM				ANAL	JUIC
PROMEDIO	ALERTA	12	8 (P)7	(P)6	(P)11	(P)7	6 (P)5	12 11 9 8	(P)4	8 (P)6	6 P(5)
MENOR	DAÑO	8	4	4	8	4	3	7	2	4	3
MODERADO		6	3	3	7	3	2	6	1	3	2
SEVERO		4	1	2	5	2	0	4	0	2	1
Punt. si es más baja		12	5	5	10	6	4	12	4	7	3

FUNCIONAMIENTO NEUROPSICOLÓGICO EN PACIENTES CON MAVC CORTICALES DURANTE LA PPS

**Evaluación Neuropsicológica General (ENG).**

**Caso 2**

Fecha de Nacimiento: 28/01/1980

Edad: 37 años

Escolaridad: Secundaria (9 años).

Preferencia Manual: diestra.

Ocupación: Administración de correos (secretaria).

Fecha de evaluación: 24/07/2017

Instrumentos aplicados: Cognistad, FCR, Aprendizaje de palabras de Rey, TMT, Stroop, Inventario de ansiedad y depresión de Beck.

Resumen de Instrumentos Utilizados.

Instrumento	ENG	Observaciones
FCR copia	13/36 Puntaje = 5	Promedio deficitario Dificultades relacionadas con precisión, rotación, desproporción, desplazamiento, omisión de elementos (evidencia heminegligente, sitúa la figura del lado derecho de la hoja).
FCR memoria inmediata	8.5/36 Puntaje = 5	Promedio deficitario
Palabras de Rey (curva de aprendizaje)	69/100	Promedio deficitario Curva de aprendizaje fluctuante (1 contaminación).
TMT parte A	Pc = 10	Promedio bajo Correcta ejecución, se penaliza por velocidad de procesamiento
TMT parte B	Pc = 5	Promedio deficitario No es confiable debido a que no conoce el abecedario
Stroop	Palabras, Pc = 5 Colores, Pc = 20 Palabras/Colores, Pc = 5 Interferencia, Pc = 15	Promedio deficitario Promedio bajo Promedio deficitario Promedio bajo
Inventario de depresión de Beck	Puntúa = 11	Nivel de depresión leve
Inventario de Ansiedad de Beck	Puntúa = 19	Nivel de ansiedad moderada

Cognistat.

	NDC	ORI	ATE	LENGUAJE			CONST	MEM	CALC	RAZONAMIENTO	
				COMP	REP	NOM				ANAL	JUIC
PROMEDIO	ALERTA	12	8 (P)7	(P)6	(P)11 10	(P)7 6	6 (P)5	12 11 9	(P)4	8 (P)6	6 P(5)
MENOR	DAÑO	10	5	5	9	5	4	8	3	5	4
MODERADO		8	4	4	8	4	3	7	2	4	3
SEVERO		6	3	3	7	3	2	6	1	3	2
Punt. si es más baja		4	1	2	5	2	0	4	0	2	1
		12	3	5	8	8	2	8	1	5	2

FUNCIONAMIENTO NEUROPSICOLÓGICO EN PACIENTES CON MAVC CORTICALES DURANTE LA PPS

**Evaluación Neuropsicológica General (ENG).**

**Caso 3**

Fecha de Nacimiento: 30/08/1981

Edad: 36 años

Escolaridad: Licenciatura en contabilidad y derecho (17 años).

Preferencia Manual: diestra.

Ocupación: Empleado

Fecha de evaluación: 31/05/2018

Instrumentos aplicados: Cognistad, FCR, Aprendizaje de palabras de Rey, TMT, Stroop, Inventario de ansiedad y depresión de Beck.

Resumen de Instrumentos Utilizados.

Instrumento	ENG	Observaciones
FCR copia	24/36 Puntaje = 10	Promedio bajo Planeación leve, precisión, desproporción, desplazamiento.
FCR memoria inmediata	9/36 Puntaje = 5	Promedio deficitario
Palabras de Rey (curva de aprendizaje)	88/100	Promedio Curva de aprendizaje ascendente (1 contaminación).
TMT parte A	Pc = 60	Promedio
TMT parte B	Pc = 40	Promedio
Stroop	Palabras, Pc = 15 Colores, Pc = 50 Palabras/Colores, Pc = 60 Interferencia, Pc = 80	Promedio bajo Promedio Promedio Promedio alto
Inventario de depresión de Beck	Puntúa = 0	Nula
Inventario de Ansiedad de Beck	Puntúa = 4	Nivel de ansiedad mínima

Cognistat.

	NDC	ORI	ATE	LENGUAJE			CONST	MEM	CALC	RAZONAMIENTO	
				COMP	REP	NOM				ANAL	JUIC
PROMEDIO	ALERTA	12	8 (P)7	(P)6	(P)11	(P)7	6 (P)5	12 11	(P)4	8 (P)6	6 (P)5
MENOR	DAÑO	8	5	5	9	5	4	8	3	5	4
MODERADO		6	3	3	7	3	2	6	1	3	2
SEVERO		4	1	2	5	2	0	4	0	2	1
Punt. si es más baja		12	4	6	11	7	4	9	4	8	5

FUNCIONAMIENTO NEUROPSICOLÓGICO EN PACIENTES CON MAVC CORTICALES DURANTE LA PPS

**Evaluación Neuropsicológica General (ENG).**

**Caso 4**

Fecha de Nacimiento: 18/10/1997

Edad: 20 años

Escolaridad: Preparatoria (12 años).

Preferencia Manual: diestra.

Ocupación: Estudiante, estilista y maestra de religión.

Fecha de evaluación: 26/02/2018

Instrumentos aplicados: Cognistad, FCR, Aprendizaje de palabras de Rey, TMT, Stroop, Inventario de ansiedad y depresión de Beck.

Resumen de Instrumentos Utilizados.

Instrumento	ENG	Observaciones
FCR copia	27/36 Puntaje = 20	Promedio bajo
FCR memoria inmediata	19/36 Puntaje = 40	Promedio
Palabras de Rey (curva de aprendizaje)	74/100	Promedio deficitario Curva de aprendizaje fluctuante.
TMT parte A	Pc = 5	Promedio deficitario Correcta ejecución, se penaliza por velocidad de procesamiento.
TMT parte B	Pc = 20	Promedio bajo Correcta ejecución, se penaliza por velocidad de procesamiento.
Stroop	Palabras, Pc = 20 Colores, Pc = 50 Palabras/Colores, Pc = 60 Interferencia, Pc = 70	Promedio bajo Promedio Promedio Promedio
Inventario de depresión de Beck	Puntúa = 14	Nivel de depresión leve
Inventario de Ansiedad de Beck	Puntúa = 14	Nivel de ansiedad leve

Cognistat.

	NDC	ORI	ATE	LENGUAJE			CONST	MEM	CALC	RAZONAMIENTO	
	ALERTA			COMP	REP	NOM				ANAL	JUIC
PROMEDIO		12	8 (P)7	(P)6	(P)11	(P)7	6 (P)5	12 11 9	(P)4	8 (P)6	6 P(5)
MENOR	DAÑO	8	5 4	5	10 9	6 5	4	7 8	3	5	4
MODERADO		6	3	4	8	4	3	2	2	4	3
SEVERO		4	1	3	7	3	2	6	1	3	2
Punt. si es más baja		12	4	2	5	2	0	4	0	2	1
				6	12	8	5	7	3	8	5

FUNCIONAMIENTO NEUROPSICOLÓGICO EN PACIENTES CON MAVC CORTICALES DURANTE LA PPS

**Evaluación Neuropsicológica General (ENG).**

**Caso 5.**

Fecha de Nacimiento: 30/11/1994

Edad: 22 años

Escolaridad: Preparatoria (12 años).

Preferencia Manual: diestra.

Ocupación: Hogar

Fecha de evaluación: 13/09/2017

Instrumentos aplicados: Cognistad, FCR, Aprendizaje de palabras de Rey, TMT, Stroop, Inventario de ansiedad y depresión de Beck.

Resumen de Instrumentos Utilizados.

Instrumento	ENG	Observaciones
FCR copia	30/36 Puntaje = 40	Promedio
FCR memoria inmediata	18.5/ Puntaje = 30	Planeación leve y dificultades de precisión.
Palabras de Rey (curva de aprendizaje)	89/100	Promedio Curva de aprendizaje ascendente.
TMT parte A	Pc = 30	Promedio
TMT parte B	Pc = 40	Promedio
Stroop	Palabras, Pc = 5 Colores, Pc = 20 Palabras/Colores, Pc = 40 Interferencia, Pc = 80	Promedio deficitario Promedio bajo Promedio Promedio alto
Inventario de depresión de Beck	Puntúa = 2	Nivel de depresión mínima
Inventario de Ansiedad de Beck	Puntúa = 7	Nivel de ansiedad mínima

Cognistat.

	NDC	ORI	ATE	LENGUAJE			CONST	MEM	CALC	RAZONAMIENTO	
				COMP	REP	NOM				ANAL	JUIC
PROMEDIO	ALERTA	12	8 (P)7	(P)6	(P)11	(P)7	6 (P)5	12 11 9	(P)4	8 (P)6	6 P(5)
MENOR	DAÑO	8	5 4	5	9	5	4	8 7	3	5	4
MODERADO		6	3	4	8	4	3	7	2	4	3
SEVERO		4	1	3	7	3	2	6	1	3	2
Punt. si es más baja		12	6	6	10	7	4	7	3	6	4

FUNCIONAMIENTO NEUROPSICOLÓGICO EN PACIENTES CON MAVC CORTICALES DURANTE LA PPS

**Evaluación Neuropsicológica General (ENG).**

**Caso 6**

Fecha de Nacimiento: 02/09/1990

Edad: 27 años

Escolaridad: Licenciatura en medicina (17 años).

Preferencia Manual: diestra.

Ocupación: Atención médica (empleado).

Fecha de evaluación: 30/08/2017

Instrumentos aplicados: Cognistat, FCR, Aprendizaje de palabras de Rey, TMT, Stroop, Inventario de ansiedad y depresión de Beck.

Resumen de Instrumentos Utilizados.

Instrumento	ENG	Observaciones
FCR copia	3036/ Puntaje = 30	Promedio Dificultades de precisión y planeación moderada.
FCR memoria inmediata	21/36 Puntaje = 40	Promedio
Palabras de Rey (curva de aprendizaje)	90/1000	Promedio Curva de aprendizaje ascendente (1 perseveración).
TMT parte A	Pc = 40	Promedio
TMT parte B	Pc = 40	Promedio
Stroop	Palabras, Pc = 50 Colores, Pc = 50 Palabras/Colores, Pc = 10 Interferencia, Pc = 5	Promedio Promedio Promedio bajo Promedio deficitario
Inventario de depresión de Beck	Puntúa = 0	Nula
Inventario de Ansiedad de Beck	Puntúa = 3	Nivel de ansiedad mínima

Cognistat.

	NDC	ORI	ATE	LENGUAJE			CONST	MEM	CALC	RAZONAMIENTO	
				COMP	REP	NOM				ANAL	JUIC
PROMEDIO	ALERTA	12	8 (P)7	(P)6	(P)11	(P)7	6 (P)5	12 11	(P)4	8 (P)6	6 (P)5
		10	5	5	10	6	4	9	3	5	4
MENOR	DAÑO	8	4	4	8	4	3	7	2	4	3
MODERADO		6	3	3	7	3	2	6	1	3	2
SEVERO		4	1	2	5	2	0	4	0	2	1
Punt. si es más baja		11	6	5	12	8	6	12	4	7	5

FUNCIONAMIENTO NEUROPSICOLÓGICO EN PACIENTES CON MAVC CORTICALES DURANTE LA PPS

**Evaluación Neuropsicológica General (ENG).**

**Caso 7**

Fecha de Nacimiento: 17/10/1981

Edad: 36 años

Escolaridad: Licenciatura en educación primaria (16 años).

Preferencia Manual: diestra.

Ocupación: Docente

Fecha de evaluación: 07/12/2017

Instrumentos aplicados: Cognistad, FCR, Aprendizaje de palabras de Rey, TMT, Stroop, Inventario de ansiedad y depresión de Beck.

Resumen de Instrumentos Utilizados.

Instrumento	ENG	Observaciones
FCR copia	25/36 Puntaje = 10	Promedio bajo Se observa desplazamiento, perseveraciones (2) y desproporción.
FCR memoria inmediata	31/36 Puntaje = 90	Promedio superior
Palabras de Rey (curva de aprendizaje)	94/100	Promedio Curva de aprendizaje ascendente
TMT parte A	Pc = 70	Promedio alto
TMT parte B	Pc = 60	Promedio
Stroop	Palabras, Pc = 30 Colores, Pc = 80 Palabras/Colores, Pc = 30 Interferencia, Pc = 40	Promedio Promedio alto Promedio Promedio
Inventario de depresión de Beck	Puntúa = 3	Nivel de depresión mínima
Inventario de Ansiedad de Beck	Puntúa = 9	Nivel de ansiedad leve

Cognistat.

	NDC	ORI	ATE	LENGUAJE			CONST	MEM	CALC	RAZONAMIENTO	
				COMP	REP	NOM				ANAL	JUIC
PROMEDIO	ALERTA	12	8 (P)7	(P)6	(P)11 10 6	(P)7 6	6 (P)5	12 11 9	(P)4	8 (P)6	6 P(5)
MENOR	DANO	8	4	4	8	4	3	7	2	4	3
MODERADO		6	3	3	7	3	2	6	1	3	2
SEVERO		4	1	2	5	2	0	4	0	2	1
Punt. si es más baja		12	6	6	12	8	6	11	4	8	6

FUNCIONAMIENTO NEUROPSICOLÓGICO EN PACIENTES CON MAVC CORTICALES DURANTE LA PPS

**Evaluación Neuropsicológica General (ENG).**

**Caso 8**

Fecha de Nacimiento: 12/04/1996

Edad: 21 años

Escolaridad: Licenciatura (14 años).

Preferencia Manual: diestra.

Ocupación: Estudiante

Fecha de evaluación: 28/02/2018

Instrumentos aplicados: Cognistad, FCR, Aprendizaje de palabras de Rey, TMT, Stroop, Inventario de ansiedad y depresión de Beck.

Resumen de Instrumentos Utilizados.

Instrumento	ENG	Observaciones
FCR copia	33/36 Puntaje = 40	Promedio Dificultades de precisión.
FCR memoria inmediata	20.5/36 Puntaje = 30	Promedio
Palabras de Rey (curva de aprendizaje)	92/100	Promedio Curva de aprendizaje fluctuante
TMT parte A	Pc = 5	Promedio deficiente Correcta ejecución, se penaliza por velocidad de procesamiento.
TMT parte B	Pc = 20	Promedio bajo Correcta ejecución, se penaliza por velocidad de procesamiento.
Stroop	Palabras, Pc = 5 Colores, Pc = 40 Palabras/Colores, Pc = 70 Interferencia, Pc = 90	Promedio deficiente Promedio Promedio Promedio superior
Inventario de depresión de Beck	Puntúa = 8	Nivel de depresión mínima
Inventario de Ansiedad de Beck	Puntúa = 7	Nivel de ansiedad mínima

Cognistat.

	NDC	ORI	ATE	LENGUAJE			CONST	MEM	CALC	RAZONAMIENTO	
				COMP	REP	NOM				ANAL	JUIC
PROMEDIO	ALERTA	12	8 (P)7	(P)6	(P)11	(P)7	6 (P)5	12 11	(P)4	8 (P)6	6 (P)5
		10	5	5	9	5	4	8	3	5	4
MENOR	DAÑO	8	4	4	8	4	3	7	2	4	3
MODERADO		6	3	3	7	3	2	6	1	3	2
SEVERO		4	1	2	5	2	0	4	0	2	1
Punt. si es más baja		12	6	6	12	8	5	12	4	8	5

FUNCIONAMIENTO NEUROPSICOLÓGICO EN PACIENTES CON MAVC CORTICALES DURANTE LA PPS

**Evaluación Neuropsicológica General (ENG).**

**Caso 9**

Fecha de Nacimiento: 10/10/1998

Edad: 19 años

Escolaridad: Preparatoria (12 años).

Preferencia Manual: diestra.

Ocupación: Estudiante

Fecha de evaluación: 12/01/2018

Instrumentos aplicados: Cognistad, FCR, Aprendizaje de palabras de Rey, TMT, Stroop, Inventario de ansiedad y depresión de Beck.

Resumen de Instrumentos Utilizados.

Instrumento	ENG	Observaciones
FCR copia	28/36 Puntaje = 30	Promedio Se observa desplazamiento, desproporción, así como dificultades de precisión y planeación leve.
FCR memoria inmediata	23/36 Puntaje = 60	Promedio
Palabras de Rey (curva de aprendizaje)	79/100	Promedio bajo Curva de aprendizaje fluctuante (6 perseveraciones).
TMT parte A	Pc = 50	Promedio
TMT parte B	Pc = 20	Promedio bajo
Stroop	Palabras, Pc = 20 Colores, Pc = 5 Palabras/Colores, Pc = 10 Interferencia, Pc = 30	Promedio bajo Promedio deficitario Promedio deficitario Promedio
Inventario de depresión de Beck	Puntúa = 0	Nula
Inventario de Ansiedad de Beck	Puntúa = 2	Nivel de ansiedad mínima

Cognistat.

	NDC	ORI	ATE	LENGUAJE			CONST	MEM	CALC	RAZONAMIENTO	
	ALERTA			COMP	REP	NOM				ANAL	JUIC
PROMEDIO	12	8 (P)7	6 (P)6	11 (P)11	7 (P)7	5 (P)5	12	11 (P)4	8 (P)6	6 (P)5	
MENOR	10	5	4	9	5	4	7	8	5	4	
DAÑO	8	4	4	8	4	3	7	2	4	3	
MODERADO	6	3	3	7	3	2	6	1	3	2	
SEVERO	4	1	2	5	2	0	4	0	2	1	
Punt. si es más baja	12	6	6	11	7	6	12	3	7	5	

FUNCIONAMIENTO NEUROPSICOLÓGICO EN PACIENTES CON MAVC CORTICALES DURANTE LA PPS

**Evaluación Neuropsicológica General (ENG).**

**Caso 10**

Fecha de Nacimiento: 29/11/1990

Edad: 28 años

Escolaridad: Preparatoria (12 años).

Preferencia Manual: diestra.

Ocupación: Hogar

Fecha de evaluación: 08/03/2019

Instrumentos aplicados: Cognistad, FCR, Aprendizaje de palabras de Rey, TMT, Stroop, Inventario de ansiedad y depresión de Beck.

Resumen de Instrumentos Utilizados.

Instrumento	ENG	Observaciones
FCR copia	31/36 Puntaje = 50	Promedio Dificultades relacionadas con desproporción y planeación.
FCR memoria inmediata	25/36 Puntaje = 80	Promedio alto
Palabras de Rey (curva de aprendizaje)	91/100	Promedio Curva de aprendizaje ascendente (5 perseveraciones).
TMT parte A	Pc = 5	Promedio deficitario (correcta ejecución, se penaliza por velocidad de procesamiento).
TMT parte B	Pc = 30	Promedio
Stroop	Palabras, Pc = 5 Colores, Pc = 5 Palabras/Colores, Pc = 20 Interferencia, Pc = 70	Promedio deficitario (dificultades de velocidad de procesamiento). Promedio deficitario Promedio bajo Promedio
Inventario de depresión de Beck	Puntúa = 28	Nivel de depresión moderada
Inventario de Ansiedad de Beck	Puntúa = 36	Nivel de ansiedad severa

Cognistat.

	NDC	ORI	ATE	LENGUAJE			CONST	MEM	CALC	RAZONAMIENTO	
	ALERTA			COMP	REP	NOM				ANAL	JUIC
PROMEDIO		12	8 (P)7	(P)6	(P)11	(P)7	6 (P)5	12 11 9	(P)4	8 (P)6	6 P(5)
MENOR	DAÑO	10	5	5	10	6	4	8	3	5	4
MENOR		8	4	4	8	4	3	7	2	4	3
MODERADO		6	3	3	7	3	2	6	1	3	2
SEVERO		4	1	2	5	2	0	4	0	2	1
Punt. si es más baja		12	4	5	10	8	6	8	4	7	6

FUNCIONAMIENTO NEUROPSICOLÓGICO EN PACIENTES CON MAVC CORTICALES DURANTE LA PPS

**Evaluación Neuropsicológica General (ENG).**

**Caso 11**

Edad: 46 años

Escolaridad: Licenciatura en diseño de modas (15 años)

Preferencia Manual: diestra.

Ocupación: Hogar

Fecha de evaluación: 16/01/2019

Instrumentos aplicados: Cognistad, FCR, Aprendizaje de palabras de Rey, TMT, Stroop, Inventario de ansiedad y depresión de Beck.

Resumen de Instrumentos Utilizados.

Instrumento	ENG	Observaciones
FCR copia	26/36 Puntaje = 15	Promedio bajo Se observa desproporción leve, dificultades de planeación moderadas y problemas de precisión.
FCR memoria inmediata	14/36 Puntaje = 15	Promedio bajo
Palabras de Rey (curva de aprendizaje)	76/100	Promedio bajo (6 perseveraciones). Curva de aprendizaje fluctuante.
TMT parte A	Pc = 15	Promedio bajo Correcta ejecución, se penaliza por velocidad de procesamiento.
TMT parte B	Pc = 20	Promedio bajo Correcta ejecución, se penaliza por velocidad de procesamiento.
Stroop	Palabras, Pc = 10 Colores, Pc = 5 Palabras/Colores, Pc = 10 Interferencia, Pc = 60	Promedio bajo Promedio deficitario Promedio bajo Promedio
Inventario de depresión de Beck	Puntúa = 12	Nivel de depresión leve
Inventario de Ansiedad de Beck	Puntúa = 14	Nivel de ansiedad leve

Cognistat.

	NDC	ORI	ATE	LENGUAJE			CONST	MEM	CALC	RAZONAMIENTO	
				COMP	REP	NOM				ANAL	JUIC
PROMEDIO	ALERTA	12	8 (P)7	(P)6	(P)11	(P)7	6 (P)5	12 11	(P)4	8 (P)6	6 (P)5
MENOR	DAÑO	10	5	5	9	5	4	8	3	5	4
MODERADO		8	4	4	8	4	3	7	2	4	3
SEVERO		6	3	3	7	3	2	6	1	3	2
		4	1	2	5	2	0	4	0	2	1
Punt. si es más baja		12	4	6	12	8	5	6	4	7	5

FUNCIONAMIENTO NEUROPSICOLÓGICO EN PACIENTES CON MAVC CORTICALES DURANTE LA PPS

**Evaluación Neuropsicológica General (ENG).**

**Caso 12**

Fecha de Nacimiento: 18/11/1996

Edad: 22 años

Escolaridad: Licenciatura en psicología (14 años).

Preferencia Manual: diestra.

Ocupación: Estudiante

Fecha de evaluación: 4/11/2018

Instrumentos aplicados: Cognistad, FCR, Aprendizaje de palabras de Rey, TMT, Stroop, Inventario de ansiedad y depresión de Beck.

Resumen de Instrumentos Utilizados.

Instrumento	ENG	Observaciones
FCR copia	30/36 Puntaje = 30	Promedio Se observa desproporción y omisión, así como dificultades de precisión y planeación leves.
FCR memoria inmediata	9.5/36 Puntaje = 5	Promedio deficitario
Palabras de Rey (curva de aprendizaje)	87/100	Promedio (3 perseveraciones). Curva de aprendizaje fluctuante
TMT parte A	Pc = 5	Promedio deficitario Correcta ejecución se penaliza por velocidad de procesamiento.
TMT parte B	Pc = 15	Promedio bajo Correcta ejecución se penaliza por velocidad de procesamiento.
Stroop	Palabras, Pc = 5 Colores, Pc = 5 Palabras/Colores, Pc = 10 Interferencia, Pc = 60	Promedio deficitario Promedio deficitario Promedio bajo Promedio
Inventario de depresión de Beck	Puntúa = 13	Nivel de depresión leve
Inventario de Ansiedad de Beck	Puntúa = 10	Nivel de ansiedad leve

Cognistat.

	NDC	ORI	ATE	LENGUAJE			CONST	MEM	CALC	RAZONAMIENTO	
				COMP	REP	NOM				ANAL	JUIC
PROMEDIO	ALERTA	12	8 (P)7	(P)6	(P)11	(P)7	6 (P)5	12 11	(P)4	8 (P)6	6 (P)5
MENOR	DAÑO	10	5	5	10	5	4	9 8	3	5	4
MODERADO		8	4	4	8	4	3	7	2	4	3
SEVERO		6	3	3	7	3	2	6	1	3	2
		4	1	2	5	2	0	4	0	2	1
Punt. si es más baja		12	7	4	11	6	5	4	4	5	5