

COAGULACIÓN DE PLEXO COROIDEO COMO PROCEDIMIENTO AISLADO EN EL TRATAMIENTO DE LA HIDROCEFALIA

Choroid plexus coagulation as an isolated procedure in the treatment of hydrocephalus

STEFANO SMOQUINA, S.¹, JOSÉ MANUEL ZULUETA.²

¹Neurocirugía, Universidad de Valparaíso, Chile

^a Becario de Neurocirugía. ^b Interno del VII año de Medicina

RESUMEN

Objetivos: El objetivo de esta revisión es determinar la efectividad de la coagulación de plexo coroideo (CPC) aislada como tratamiento para la hidrocefalia en diversos escenarios clínicos y las variables asociadas a su éxito.

Métodos: Se hizo la búsqueda en PubMed de los términos (choroid plexus coagulation) or (choroid plexus cauterization). Se incluyeron aquellos estudios publicados desde 1990, de manera que fueran relevantes para la práctica clínica actual. Se incluyeron todos aquellos estudios en que se evaluó la eficacia de la CPC como procedimiento aislado para tratar la hidrocefalia.

Resultados: La etiología, el abordaje y el grado de CPC se asociaron significativamente a la efectividad del procedimiento. La mayor efectividad se reportó en pacientes con hidranencefalia o hidrocefalia máxima (68.9%, $p = 0.001276$), cuando se usó un abordaje parietal (74.4%, $p = 0.000604$), y cuando se incluyó el plexo de los cuernos temporales (64.7%, $p = 0.048068$). Además, se describe un caso de hiperplasia de plexo coroideo (HPC) tratada eficazmente con CPC. Por otro lado, el tipo de electrodo ($p = 0.4631$), el tipo de endoscopio ($p = 0.0699$) y la presencia de una derivación ventriculoperitoneal previa ($p = 0.3241$) no se asociaron significativamente con la efectividad de la CPC.

Conclusiones: la CPC es una alternativa de tratamiento viable en el manejo de hidranencefalia, HPC y en casos seleccionados de hidrocefalia sin las características antes mencionadas. Sin embargo, se hacen necesarios estudios que comparen CPC con terapias de derivación antes de calificarla como una primera línea de tratamiento.

Palabras Claves: Plexo Coroideo, Cauterización, Hidrocefalia, Hidranencefalia, Derivación Ventriculoperitoneal (fuente: DeCS Bireme)

ABSTRACT

Objectives: The objective of this review is to determine the effectiveness of isolated choroid plexus coagulation (CPC) as a treatment for hydrocephalus in various clinical settings and the variables associated with its success.

Methods: PubMed was searched for the terms (choroid plexus coagulation) OR (choroid plexus cauterization). Those studies published since 1990 were included so that they were relevant to current clinical practice. All studies evaluating the efficacy of CPC as an isolated procedure for treating hydrocephalus were included.

Results: The etiology, approach, and degree of CPC were significantly associated with the effectiveness of the procedure. The greatest effectiveness was reported in patients with hydranencephaly or maximum hydrocephalus (68.9%, $p = 0.001276$), when a parietal approach was used (74.4%, $p = 0.000604$), and when the temporal horn plexus was included (64.7%, $p = 0.048068$). Furthermore, a case of choroid plexus hyperplasia (CPH) treated effectively with CPC is described. On the other hand, the type of electrode ($p = 0.4631$), the type of endoscope ($p = 0.0699$), and the presence of a previous ventriculoperitoneal shunt ($p = 0.3241$) were not significantly associated with the effectiveness of CPC.

Conclusions: CPC is a viable treatment alternative in the management of hydranencephaly, CPH, and in selected cases of hydrocephalus without the aforementioned characteristics. However, studies are needed to compare CPC with shunt therapies before qualifying it as the first line of treatment.

Keywords: Choroid Plexus, Cautery, Hydrocephalus, Hydranencephaly, Ventriculoperitoneal Shunt. (source: MeSH NLM)

Peru J Neurosurg 2021, 3 (2): 51-60

Enviado : 28 de enero del 2021

Aceptado : 30 de marzo del 2021

COMO CITAR ESTE ARTÍCULO: Smoquina S, Zulueta J-M. Coagulación de plexo coroideo como procedimiento aislado en el tratamiento de la hidrocefalia. *Peru J Neurosurg* 2021; 3 (2): 51-60

La coagulación de plexo coroideo (CPC) es un procedimiento que nace del intento histórico de tratar la hidrocefalia,¹⁻⁷ sin embargo, es reemplazada por terapias de derivación como estándar de tratamiento debido a mejores resultados.⁸ Las complicaciones de las derivaciones de LCR puede ser serias, por lo que cualquier método de reducción de dependencia de estas puede ser beneficiosa para los pacientes, sobretodo en contextos sociosanitarios con un acceso difícil a la atención y un sistema de salud con limitaciones económicas importantes. Se reporta hasta un 14% de falla de las derivaciones de LCR al mes, y un 20 a 50% en el primer año en población general con hidrocefalia.⁹

En la actualidad el principal uso de la CPC como procedimiento primario para el tratamiento de la hidrocefalia es en combinación con la tercer ventriculostomía endoscópica (CPC/TVE). Este procedimiento en conjunto ganó popularidad principalmente por trabajos publicados en África Subsahariana por Warf, en un intento de reducir el número de derivaciones ventriculares por la dificultad del acceso a salud en aquella zona y las complicaciones asociadas.¹⁰⁻¹⁷

No obstante, la CPC también tiene su lugar como tratamiento para la hidrocefalia como procedimiento aislado. Los casos con mayor beneficio de una CPC sola corresponden a casos en los que la colocación de una derivación de LCR puede tener mayores riesgos, como hidranencefalia e hidrocefalia máxima.¹⁸ Estos riesgos incluyen fuga de LCR por una corteza cerebral mínima o ausente, disfunción de la derivación, sobredrenaje, infección, y ruptura de la piel en el sitio de inserción.^{19,20}

Asimismo, la CPC tiene lugar en el manejo de la hiperplasia de plexo coroideo (HPC), un desorden pediátrico raro, con pocos casos reportados en la literatura, en el que la sobreproducción de LCR estaría siempre presente.²¹ La instalación de una derivación de LCR por sí sola en estos pacientes es de alto riesgo de complicación y no constituye un tratamiento etiológico.²¹ Parte del tratamiento definitivo que se le ha ofrecido a gran parte de estos pacientes es la plectomía microquirúrgica, que presenta alto riesgo de sangrado.²²

Estos riesgos son los que han llevado a los investigadores y clínicos a buscar una alternativa de tratamiento viable para estos casos de hidrocefalia. El objetivo de esta revisión es determinar la efectividad de la CPC aislada como tratamiento para la hidrocefalia en diversos escenarios clínicos y las variables asociadas a su éxito.

MÉTODOS

Se hizo la búsqueda en PubMed de los términos (choroid plexus coagulation) OR (choroid plexus cauterization). Se

incluyeron aquellos estudios publicados desde 1990, de manera que fueran relevantes para la práctica clínica actual. Se incluyeron todos aquellos estudios en que se evaluó la eficacia de la CPC como procedimiento aislado para tratar la hidrocefalia.

Una revisión detallada de las referencias de los trabajos seleccionados proveyó estudios adicionales. Se excluyeron reseñas históricas acerca del procedimiento y artículos exclusivos de revisión.

Se excluyeron de los resultados todos los pacientes en que la CPC estuvo asociada a otro procedimiento concomitante, o que el fin no era evaluarla como terapia para la hidrocefalia. Se excluyeron del análisis estadístico los resultados que correspondían al mismo paciente en diferentes estudios.

Se encontraron 329 resultados, de los cuales 12 fueron incluidos en el procesamiento de datos de los resultados de la revisión.

Se utilizó la prueba de χ^2 para determinar asociación entre variables y desenlace en población con una distribución normal asumida y la prueba exacta de Fisher al asociar alguna población en que no se podía asumir normalidad de distribución de la muestra.

RESULTADOS

El N total evaluado en esta revisión fue de 210 pacientes, con un éxito global de la CPC como tratamiento para la hidrocefalia de 46.7%. Se definió como éxito del procedimiento que los pacientes no necesiten de otra intervención para controlar de la hidrocefalia al terminar el seguimiento. Los datos de los estudios primarios están resumidos en la *Tabla 1*.

Los estudios no aportan información suficiente sobre el sexo, circunferencia craneana (CC), velocidad de progresión de la CC, ni edad al momento de la cirugía para determinar asociación con la efectividad del tratamiento. En la *Tabla 2* se muestra la efectividad según variables disponibles.

La etiología, el abordaje y el grado de CPC se asociaron a la efectividad del procedimiento. La mayor efectividad se reportó en pacientes con hidranencefalia o hidrocefalia máxima (casi hidranencefalia, escaso remanente cortical) (68.9%, $p = 0.001276$), cuando se usó un abordaje parietal (74.4%, $p = 0.000604$), y cuando se incluyó el plexo de los cuernos temporales (64.7%, $p = 0.048068$). En hidrocefalia extrema (corteza cerebral presente muy adelgazada, cualquier etiología) la efectividad fue de 37.5%. Ogiwara et al.⁴¹ reportó hidranencefalia como etiología en 1 paciente, pero no especificó si el procedimiento tuvo éxito o no, por lo que no se incluyó en el análisis de efectividad al comparar etiología.

Tabla Nro 1: Resumen de diversos estudios sobre Coagulación de Plexos Coroideos (CPC)

	Poppe y Ettles ³⁸	Griffith y Jampoon ³⁷	Morota y Fujiyama ³⁶	Okano et al. ⁴⁰	Ogiwara et al. ⁴¹	Pedrosa et al. ⁴²	Shitsama et al. ⁴³	Sandberg et al. ⁴⁴	Gomes et al. ⁴⁵	Kim et al. ⁴⁶	Ray et al. ⁴⁷	Hallaert et al. ²¹	Resumen de datos
Edad promedio (rango)	NE (7 días - 30 años)	NE (NE)	2 meses	NE (<2 años)	NE (<2 años)	Éxito 4 meses Fracaso 1.7 meses (<2 años)	NE (<3 años)	Éxito 2 meses Fracaso 0.2 meses (2 días - 2 meses)	Éxito 3 meses Fracaso: 49 meses (2 meses - 8 años)	2 semanas.	0.0 meses	36 meses	Éxito 4.6 meses (2 días - 3 años) Fracaso 8.6 meses (2 días - 8 años) NE (7 días - 30 años): 80.8%
Tiempo medio de seguimiento (rango)	10.5 años (<10.5 años - >16 años)	2.3 años (1 semana - 4 años)	1 año	NE (>36 meses)	NE (>17 meses)	NE (3 meses)	NE (1 - 50.7 meses)	NE (>2.5 meses)	1.7 meses (21 días - 90 días)	6 meses	1 mes	36 meses	8.6 años (3 semanas - >16 años) NE (1 mes - >42 años): 40.5%
Tiempo medio al fracaso (rango)	NE (<16 años)	2.5 meses (1 semana - 1 año)	No aplica	NE (<6 meses)	NE (<6 meses)	NE (<2 meses)	NE (6 - 606 días)	1 mes (1 mes)	2.2 meses (1.5 - 3 meses)	No aplica	No aplica	No aplica	2.5 meses (1 semana - 1 año) NE (6 días - 16 años): 86.7%
Tiempo operatorio medio	45 minutos.	40 minutos.	NE	NE	NE	47 minutos: 30% NE: 70%	NE	NE	NE	NE	NE	210 minutos.	45.5 minutos NE: 34.8%
DVP previa	No: 90 Si: 14	No	No	No	No	No	No	No	Si	No	No	Si	No: 91.4% Si: 8.6%
Electrodo	Monopolar	Monopolar	Monopolar	Monopolar	Monopolar	Monopolar	Monopolar	NE	Monopolar	Mono y bipolar	NE	Bipolar	Monopolar: 96.2% Mono y bipolar: 0.5% Bipolar: 0.5% NE: 2.9%
Endoscopio	Rígido	Rígido	Flexible	Flexible	Flexible	Rígido	Rígido	Rígido	Rígido	Rígido	NE	Rígido	Rígido: 83.8% Flexible: 5.7% NE: 0.5%
Etiología	Comunicante: 34 No comunicante: 18 Mielomeningocele: 30 Idiopática: 10 NE: 12	Mielomeningocele: 5 Posthemorrágica: 12 Congénita comunicante: 5 Postinfreciosa: 1	Posthemorrágica	Posthemorrágica: 2 Postinfreciosa: 1 Idiopática: 2	Posthemorrágica: 1 Postinfreciosa: 1 Hidrancefalia: 1 Porencefalia: 1	Hidrancefalia: 22 Hidrocefalia máxima: 8	Hidrancefalia: 10 Postinfreciosa 0 Congénita extrema: 20	Hidrancefalia: 2 NE extrema: 3	Hidrancefalia: 1 Hidroencefalía: 1 Congénita extrema: 1	Hidrancefalia	Hidrancefalia	Hidrancefalia HPC	Hidrancefalia + hidrocefalia máxima: 21.9% Otros: 71.0% NE: 7.1%
Abordaje	Bi-occipital	Bi-occipital	Parietal	Parietal	Parietal	Parietal	Fontanela anterior	Frontoparietal	Frontoparietal	Parietal	NE	Bi-occipital	Bi-occipital 61% Parietal 20.5% Fontanela anterior 14.3% Frontoparietal 3.8% NE 1: 0.5%
Grado de CPC	NE	Incluyó cuernos temporales	Incluyó cuernos temporales	Incluyó cuernos temporales	Incluyó cuernos temporales	Incluyó cuernos temporales	No incluyó cuernos temporales	NE	Incluyó cuernos temporales	NE	NE	NE	Incluyó cuernos temporales: 32.4% No incluyó cuernos temporales: 14.3% NE: 53.3%
Complicaciones	Meningitis: 4.8% Desplazamientos de drenaje: 3.8% Bloqueo o fuga de catéter ventricular: 3.8% Infecciones de dispositivos: 2.9% Convulsiones postoperatorias: 1.9% Sangrado intraoperatorio severo: 1.9% Evisión subdural: 1%	Meningitis 21.7%	NE	Sin complicaciones	Sin complicaciones	Sin complicaciones: 30% NE: 70%	Fuga de LCR: 10%	Sin complicaciones	NE	NE	Colapso aracnoideo	Colección subdural Infección de dispositivo	Meningitis: 5.4% Desplazamientos de drenaje: 2.2% Bloqueo o fuga de catéter ventricular: 2.2% Infecciones de dispositivos: 2.2% Convulsiones postoperatorias: 1.1% Sangrado intraoperatorio severo: 1.1% Colección subdural: 0.5% Evisión subdural: 0.5% Colapso aracnoideo: 0.5% NE 12.4%
Efectividad global	36/104 (34.6%)	12/23 (52%)	1/1 (100%)	4/5 (80%)	4/5 (88.7%)	22/30 (73.3%)	13/30 (43.3%)	2/5 (40%)	1/3 (33.3%)	1/1 (100%)	1/1 (100%)	1/1 (100%)	98/210 (46.7%)

Tabla Nro 2: Efectividad de la Coagulación de Plexos Coroideos (CPC) según diferentes variables

Abordaje	Bi-occipital: 49/128 (38.3%)	Parietal: 32/43 (74.4%)	Fontanela anterior: 13/30 (43.3%)	Frontoparietal: 3/8 (37.5%)		p = 0.0006
Grado de CPC	Incluyó cuernos temporales: 44/68 (64.7%)	No incluyó cuernos temporales: 13/30 (43.3%)				p = 0.0480
Etiología	Hidranencefalia + hidrocefalia máxima: 31/45 (68.9%)	Comunicante: 27/57 (47.4%)	Mielomeningocele 16/35	Idiopática 5/12	No comunicante 2/18 (11.1%)	p = 0.0012
DVP previa	No: 92/192 (47.9%)	Sí: 6/18 (33.3%)				p = 0.3241
Electrodo	Monopolar: 93/202 (46.0%)	Bipolar 1/1: (100%)				p = 0.4631
Endoscopio	Rígido: 88/197 (44.7%)	Flexible: 9/12 (75%)				p = 0.0699

Por otro lado, el tipo de electrodo ($p = 0.4631$), el tipo de endoscopio ($p = 0.0699$) y la presencia de una DVP previa ($p = 0.3241$) no se asociaron significativamente con la efectividad de la CPC.

DISCUSIÓN

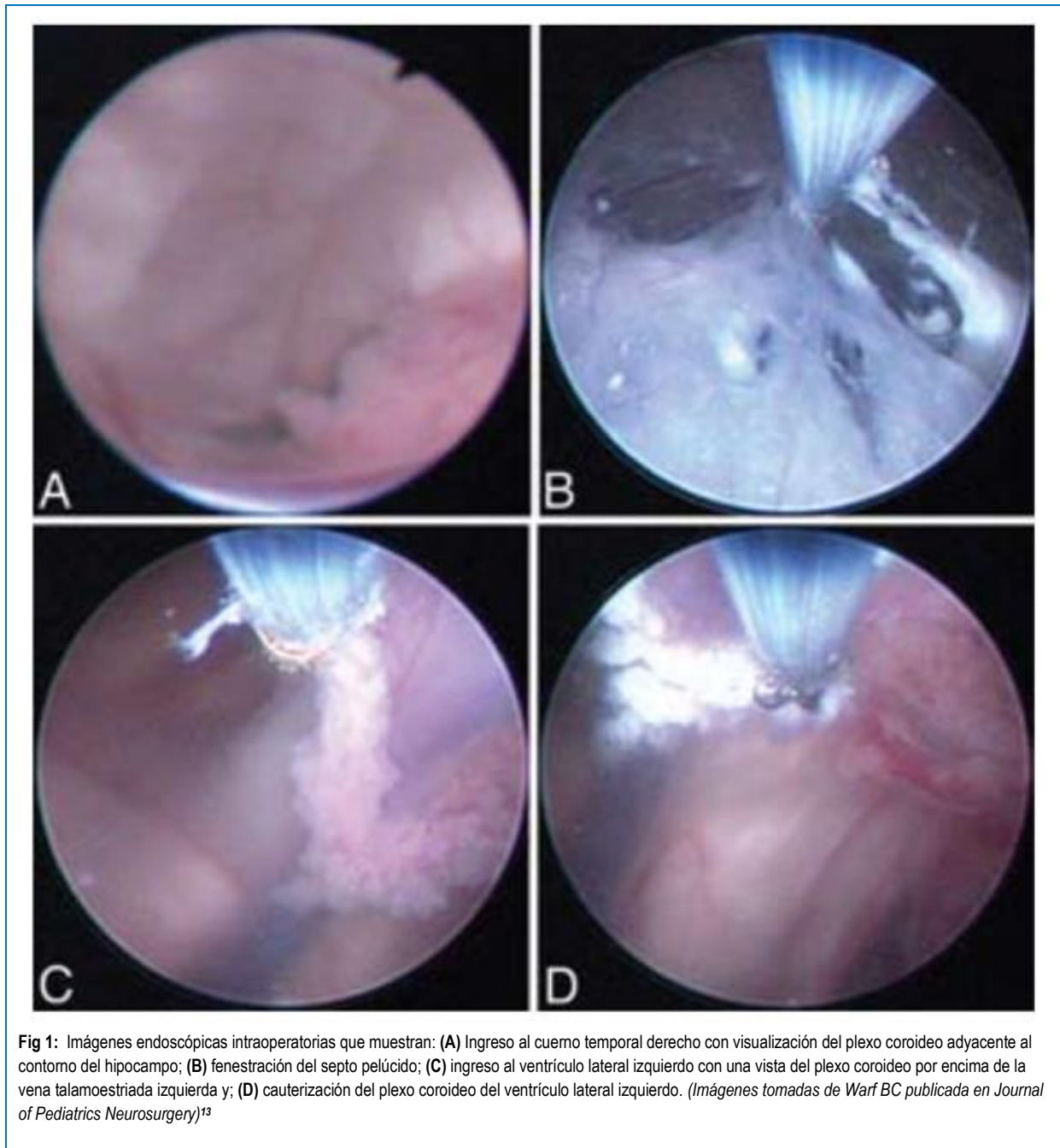
La hidrocefalia es una patología con una mortalidad reportada de hasta 80% sin tratamiento,⁴⁹ por lo tanto, en la práctica médica es esencial la implementación de terapias efectivas. La CPC reaparece como alternativa de tratamiento para la hidrocefalia por los riesgos inherentes de una derivación ventrículo peritoneal (DVP)⁹. El principal uso de la CPC en la actualidad es juntamente con la TVE para aumentar la efectividad de esta última.¹⁰⁻¹⁷ No obstante, la CPC también tiene un rol como procedimiento aislado.

El mecanismo por el cual se desarrolla la hidrocefalia no está del todo elucidado, pero lo más aceptado es que se generaría por un desequilibrio entre la producción y absorción de LCR.²³ El modelo tradicional de flujo neto de LCR se basa en la producción de LCR en el plexo coroideo, su posterior distribución por el espacio subaracnoideo y finalmente su absorción en las vellosidades aracnoideas.

La presencia de plexo coroideo ha sido reportada como necesaria para la producción de ventriculomegalia.²⁴⁻²⁶ Otros estudios han mostrado que en un modelo de hidrocefalia comunicante los ventrículos fallan en su expansión en la ausencia de pulsatilidad normal del plexo coroideo.²⁷ Más aun, se reporta el rol de una secreción aumentada de LCR por el plexo coroideo en el desarrollo de la hidrocefalia.²⁸ Hipótesis plantean una absorción disminuida de LCR en niños, en parte debido a vellosidades aracnoideas inmaduras más sensibles a cambios en la presión intracraneal (PIC), con gran disminución de la resorción frente a leves aumentos de PIC.²⁹⁻³² Esto último asociado a un cráneo con mayor distensibilidad puede enmascarar la severidad del cuadro.³³ Estos estudios representan, en parte, la base teórica de la CPC como tratamiento para la hidrocefalia.

En respuesta a este modelo surge una teoría que trata de explicar escenarios que el modelo clásico no puede responder del todo como la hidrocefalia sin hipertensión intracraneal, hidrocefalia detenida, hidrocefalia sin una gradiente de presión transmantelar y obstrucción del circuito de LCR sin hidrocefalia. El nuevo modelo hidrodinámico plantea que el líquido intersticial (LI) y el volumen de LCR (agua) constituyen una unidad funcional y están regulados por cambios en las presiones hidrostáticas y osmóticas de microvasos a lo largo de todo el sistema nervioso central (SNC). El recambio continuo del volumen de LI-LCR (agua) sería creado por la filtración de agua a través de las paredes de los capilares arteriales a alta presión hidrostática con retención plasmática de osmolitos (coeficiente de reflexión los electrolitos principales Na^+ y Cl^- es 0.98) y la reabsorción de agua desde el intersticio hacia los capilares venosos y vénulas postcapilares por contrapresión osmótica resultante. Los cambios de volumen del LCR dependerían de procesos fisiológicos y fisiopatológicos que causan diferencias en la osmolaridad entre los compartimientos del SNC.³⁴ Apoya esta teoría el desarrollo de edema cerebral en condiciones de osmolaridad sanguínea disminuida en relación a parénquima cerebral y el LCR.^{35, 36} De modo inverso, las soluciones hiperosmolares se usan en la práctica clínica para disminuir la presión intracraneal por medio del movimiento osmótico de agua desde el tejido cerebral.³⁴ También se ha observado acumulación de agua en tejido cerebral por aumento de la osmolaridad post trauma y en isquemia.^{37, 38} Es así como según esta teoría la hidrocefalia sería un estado patológico más que una patología en sí misma y su origen no radicaría principalmente en una sobreproducción de LCR en los plexos coroideos, una alteración en su circulación, ni una absorción insuficiente a nivel de las vellosidades aracnoideas, sino del resultado de diversos procesos fisiopatológicos que afectarían la regulación del volumen extracelular al igual que en otras partes del cuerpo.³⁴

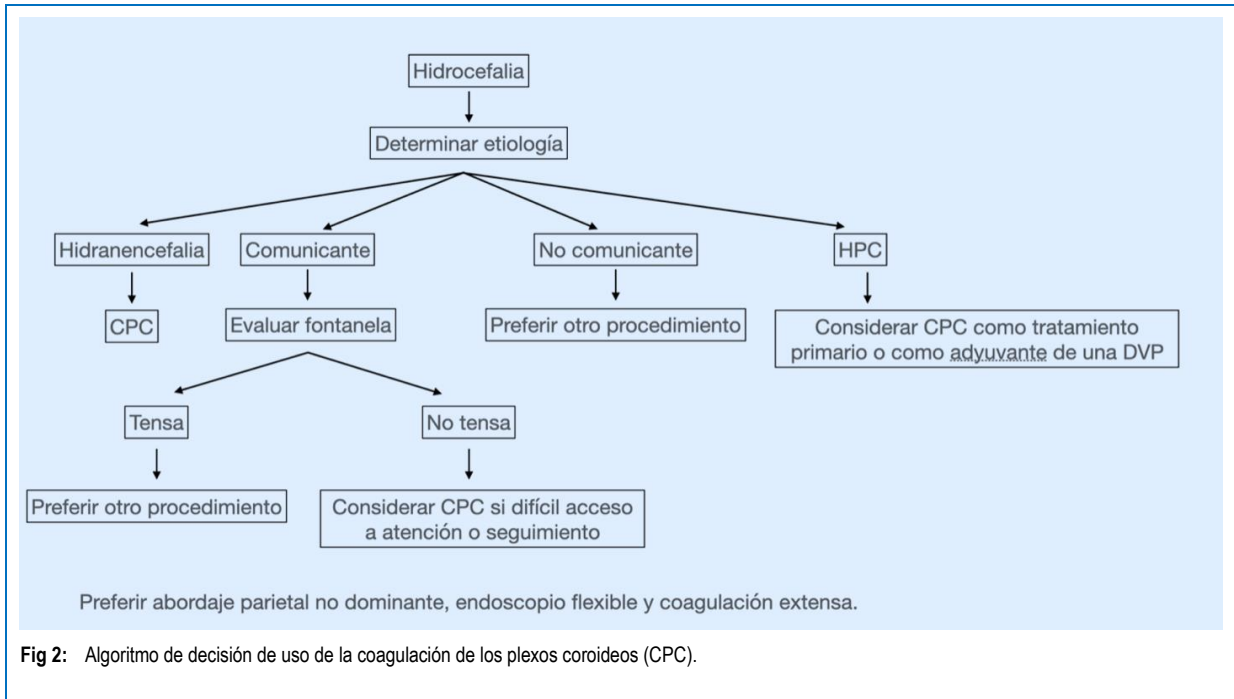
La CPC tendría como fin ayudar al equilibrio hidrodinámico del LCR, pero es difícil saber si la CPC tiene un efecto a largo plazo en reducir la producción de LCR y de esta manera ayuda al equilibrio dinámico del LCR, o durante el tiempo



que actúa le permite al cuerpo aumentar la reabsorción de este.^{18, 23}

Los estudios hechos en población con hidrocefalia muestran tasas de éxito variables de acuerdo con las características de los pacientes (33.3% – 73.3%) con una tasa global de efectividad del 46.7%. Todos los estudios incluidos en el análisis correspondieron a estudios retrospectivos, en su mayoría también con un tamaño poblacional pequeño. El sesgo de selección es alto, en pocos estudios se habla de un sistema de selección de pacientes para usar este procedimiento. Además, se reportan pérdidas de seguimiento importantes sin asignarlos como fracaso. Para minimizar el sesgo de confusión se calculó la significancia estadística de distintos factores, de modo que no se asignara mayor peso a uno en específico o a la asociación con otro.

Pople y Ettles³⁹ describen en su serie que en aquellos pacientes con hidrocefalia rápidamente progresiva (fontanela tensa) la CPC fue menos efectiva (11% vs 46%, $p = 0.03$), pero esto representa un importante sesgo de medición por representar la evolución de un parámetro por medio de una estimación clínica subjetiva en un momento determinado. Shitsama et al.⁴³ describen el mismo efecto ($p = 0.045$), pero no se menciona cómo se llegó a esta conclusión. Los resultados positivos encontrados en este grupo de pacientes podrían en parte deberse a hidrocefalias más leves, con incluso una posible detención espontánea del progreso de la enfermedad independiente del procedimiento. Sin embargo, no es posible sacar una conclusión sin saber la progresión de un parámetro



determinado el tiempo hasta el momento de la cirugía y establecer puntos de corte para separar la “lentamente” de la “rápidamente progresiva”. En la **Figura 2** se propone un algoritmo original para decidir la realización de una CPC, basada en las variables estudiadas en esta revisión.

En población con hidrocefalia comunicante las tasas de éxito son mayores que en hidrocefalia no comunicante (47.4% vs 11.1%) y similares a mielomeningocele (45.7%). Esto puede tener que ver con una explicación fisiopatológica, ya que en la hidrocefalia no comunicante el principal problema estaría determinado por una obstrucción a nivel del espacio subaracnoideo y/o en el sistema ventricular, por lo que la ablación del plexo no tendría mayor rol en su resolución. Es por esta razón que la CPC no tendría indicación en hidrocefalia obstructiva.

La etiología se asoció significativamente a la efectividad del procedimiento, siendo esta última la más alta en pacientes con hidranencefalia o hidrocefalia máxima (68.9%, p = 0.001276). Es importante no confundir hidranencefalia o hidrocefalia máxima con hidrocefalia extrema, en este último grupo el procedimiento fue exitoso solo en un 37.5% de los casos. La hidranencefalia es un cuadro con alta mortalidad, mayormente en los dos primeros años de vida, en que la principal causa de muerte son complicaciones pulmonares e infecciones.⁵⁰ Una corteza ausente o un remanente de esta hace que en estos pacientes una derivación de LCR tenga mayor riesgo de complicación, principalmente fuga de LCR, disfunción de la derivación y daño en la piel por adelgazamiento del “Scalp”.^{19, 20} Por esta razón la CPC surge como una opción de manejo para este tipo complejo de pacientes con el objetivo de reducir las complicaciones asociadas a las intervenciones para el tratamiento de la hidrocefalia, reducir el número de intervenciones y mejorar la calidad de vida de los pacientes.

A pesar de que múltiples estudios han establecido que la mayor parte del LCR se produciría en el epéndimo,⁵¹⁻⁵³ en estos pacientes en particular, la falta de parénquima cerebral como productor de LCR y la mayor facilidad para realizar el procedimiento por la distorsión anatómica, principalmente ausencia o adelgazamiento del septo pelúcido para la coagulación del plexo contralateral, podrían ser la causa de los resultados favorables. El único estudio prospectivo⁴¹ que comparó CPC con DVP para el tratamiento de hidranencefalia demostró que no existe diferencia significativa entre sus tasas de éxito. Además, mostró que el costo asociado a DVP es más del doble que el de una CPC, debido a los insumos utilizados, a las reintervenciones y el total de días cama extra usados. En contextos de recursos limitados esto último puede ser determinante a la hora de elegir un procedimiento.

La CPC tiene lugar en el tratamiento de la HPC, un desorden pediátrico raro que cursaría siempre con aumento de la producción de LCR.²¹ Este aumento de la producción de LCR determinaría mayor riesgo de complicación de una derivación, una revisión ²⁴ mostró que 16 de 17 pacientes con HPC desarrollaron ascitis asociada a una DVP. En la mayoría de los casos el procedimiento final es una plectomía, pero este es un procedimiento con alto riesgo de sangrado,²² por lo que la CPC aparece como una opción más segura. La evidencia es escasa y solo son reportes de casos. El diagnóstico se sospecha con un plexo coroideo difusamente aumentado de tamaño bilateral en RMN preoperatoria y se confirma con una histología con plexo normal, sin figuras mitóticas ni Ki67 elevado. En todos los casos se presenta a la CPC como un procedimiento secundario para el tratamiento de la HPC cuando la DVP ha fallado. En el único paciente en que la CPC se evaluó como procedimiento definitivo para tratar hidrocefalia secundaria

a HPC el procedimiento fue exitoso.²¹ En los demás estudios encontrados no se intentó dejar a los pacientes libres de derivación, por lo tanto, no podemos sacar conclusiones respecto a la efectividad de la CPC como manejo de la hidrocefalia en ese grupo y tampoco se incluyeron en los resultados de esta revisión. En estos últimos estudios mencionados se encontró que en 3 pacientes⁵⁴⁻⁵⁶ se redujo la producción de LCR y en 1 caso⁵⁷ se mantuvo igual. Tomando en cuenta la calidad de la evidencia disponible y la baja probabilidad de un estudio prospectivo debido a la epidemiología de esta patología, posiblemente la CPC tenga utilidad como tratamiento definitivo para este desorden y con más seguridad también tenga utilidad en disminuir el riesgo de desarrollo de ascitis cuando se asocie a una DVP, como también evitar los riesgos asociados a una plexectomía.

El grado de CPC se asocia a la efectividad del procedimiento, con una mayor tasa de éxito en aquellos que incluían la coagulación del plexo coroideo de los cuernos temporales (64.7 vs 43.3%, $p = 0.048068$). Esto probablemente se explica por un mayor control de la producción del LCR en los plexos coroideos, por lo tanto, se recomienda la cauterización extensa de los plexos, que incluya ambos plexos correspondientes a los cuernos temporales.

El uso de endoscopio flexible reportó una mayor tasa de éxito que el endoscopio rígido (75% vs 44.7%, $p = 0.0699$). Esta diferencia cercana a la significancia estadística se puede explicar por un tamaño de muestra pequeño en el grupo de endoscopio flexible (5.7% de la muestra total). El uso de un endoscopio flexible se asociaría a éxito debido a que facilitaría técnicamente la coagulación de una mayor proporción del plexo con relación a un endoscopio rígido.^{58,59}

El tipo de abordaje también se asoció significativamente a la efectividad del procedimiento ($p = 0.000604$). La máxima efectividad se logró por medio de un abordaje parietal (74.4%), mientras que los demás abordajes tuvieron tasas de éxito similares entre sí (37.5 – 43.3%). Una de las ventajas del abordaje parietal, es que no se necesita más de un punto de ingreso, a diferencia del abordaje bioccipital en que se requiere de 2 *burr holes*, que en ciertos casos incluso se menciona que fueron colocados con ayuda de neuronavegación, recurso no siempre disponible.

Similar a lo que ocurrió con el uso casi exclusivo de endoscopio rígido, el electrodo monopolar fue de elección en 96.2% de la muestra. Así, el tipo de electrodo no se asoció significativamente a la efectividad del procedimiento ($p = 0.4631$). En el único paciente que se reportó uso exclusivo de electrodo bipolar el procedimiento fue exitoso. Con los presentes resultados no se puede hacer una valoración sobre el rol del electrodo bipolar en la CPC, pero no se descarta que pueda ser empleado en centros con experiencia en su uso. En los demás casos es prudente proceder con electrodo monopolar por el grueso de evidencia publicada con su uso.

La presencia de una DVP previa no se asoció significativamente a una menor efectividad de la CPC ($p = 0.3241$). Esto posiblemente debido a procesos en que los que primaba era una sobreproducción de LCR por el plexo y que la derivación no era capaz de equilibrar.

CONCLUSIÓN

La CPC aislada es una opción de tratamiento viable para la hidranencefalia, hiperplasia de plexo coroideo y en menor medida para la hidrocefalia comunicante con fontanela no tensa. Factores que se asocian a su éxito son un mayor grado de coagulación del plexo coroideo, un abordaje parietal y probablemente el uso de endoscopio flexible.

Finalmente, aún se necesita más evidencia prospectiva que compare directamente la CPC con terapias de derivación, y evalúe desenlaces funcionales y neurocognitivos a largo plazo cuando sea posible, como también la satisfacción y calidad de vida del paciente y su familia. Este último es de especial importancia en pacientes que tienen un pronóstico de supervivencia reservado como en hidranencefalia. Todo esto de manera de ofrecer la mayor información a la familia a la hora de tomar la decisión acerca de un procedimiento a realizar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dandy WE. Extirpation of the choroid plexus of the lateral ventricles in communicating hydrocephalus. *Ann Surg* 1918;68: 569-579.
- Dandy WE. The operative treatment of communicating hydrocephalus. *Ann Surg* 1938;108: 194-202.
- L'Espinasse VL: in Davis (ed): *Neurological Surgery. Philadelphia*, Lea & Febiger, 1943, ed 2, p 442.
- Scarff JE. Evaluation of treatment of hydrocephalus. Results of third ventriculostomy and endoscopic cauterization of choroid plexuses compared with mechanical shunts. *Arch Neurol* 1966; 14:382-391.
- Putnam TJ. Treatment of hydrocephalus by endoscopic coagulation of choroid plexuses: description of new instrument. *N Engl J Med* 1934; 210:1373– 1376.
- Davidoff LM. Hydrocephalus and hydrocephalus with meningocele: Their treatment by choroid plexectomy. *Surg Clin North Am* 1948; 28:416-431.
- Sachs E. Hydrocephalus: An analysis of 98 cases. *J Mt Sinai Hosp* 1942; 9:767-791
- Milojević AJ, Radojčić BS, Meljnikov ID. Hydrocephalus – History of surgical treatment over the centuries. *Sanamed* 2012; 7(2): 119–125.
- Wu Y, Green NL, Wrensch MR, et al. Ventriculoperitoneal shunt complications in California: 1990 to 2000. *Neurosurgery*. 2007; 61(3):557-563.
- Warf BC. Comparison of endoscopic third ventriculostomy alone and combined with choroid plexus cauterization in infants younger than 1 year of age: a prospective study in 550 African children. *J Neurosurg* 2005; 103: 475-481.
- Warf B, Ondoma S, Kulkarni A, et al. Neurocognitive outcome, and ventricular volume in children with myelomeningocele treated for hydrocephalus in Uganda. *J Neurosurg Pediatr* 2009;4:564-570.
- Warf BC. Congenital idiopathic hydrocephalus of infancy: the results of treatment by endoscopic third

- ventriculostomy with or without choroid plexus cauterization and suggestions for how it works. *Childs Nerv Syst* 2013; 29:935-940.
13. Warf BC, Campbell JW. Combined endoscopic third ventriculostomy and choroid plexus cauterization as primary treatment of hydrocephalus for infants with myelomeningocele: long-term results of a prospective intent-to-treat study in 115 East African infants. *J Neurosurg Pediatr* 2008;2:310-316.
 14. Warf BC, Campbell JW, Riddle E. Initial experience with combined endoscopic third ventriculostomy and choroid plexus cauterization for post-hemorrhagic hydrocephalus of prematurity: the importance of prepontine cistern status and the predictive value of FIESTA MRI imaging. *Childs Nerv Syst.* 2011;27(7):1063-1071.
 15. Warf BC, Dewan M, Mugamba J. Management of Dandy-Walker complex-associated infant hydrocephalus by combined endoscopic third ventriculostomy and choroid plexus cauterization. *J Neurosurg Pediatr* 2011;8:377-383.
 16. Warf BC, Stagno V, Mugamba J. Encephalocele in Uganda: ethnic distinctions in lesion location, endoscopic management of hydrocephalus, and survival in 110 consecutive children. *J Neurosurg Pediatr* 2011; 7: 88-93.
 17. Warf BC, Tracy S, Mugamba J. Long-term outcome for endoscopic third ventriculostomy alone or in combination with choroid plexus cauterization for congenital aqueductal stenosis in African infants. *J Neurosurg Pediatr* 2012; 10: 108-111.
 18. Morota N, Fujiyama Y. Endoscopic coagulation of choroid plexus as treatment for hydrocephalus: indication and surgical technique. *Childs Nerv Syst* 2004; 20:816-820.
 19. Wellons JC 3rd, Tubbs RS, Leveque JC, et al. Choroid plexectomy reduces neurosurgical intervention in patients with hydranencephaly. *Pediatr Neurosurg.* 2002; 36(3):148-152.
 20. Griffith HB, Jamjoom AB. The treatment of childhood hydrocephalus by choroid plexus coagulation and artificial cerebrospinal fluid perfusion. *Br J Neurosurg.* 1990;4(2):95-100.
 21. Hallaert GG, Vanhauwaert DJ, Logghe K, et al. Endoscopic coagulation of choroid plexus hyperplasia. *J Neurosurg Pediatr.* 2012;9(2):169-177.
 22. Piastra M, Di Rocco C, Tempera A, et al. Massive blood transfusion in choroid plexus tumor surgery: 10-years' experience. *J Clin Anesth* 2007;19:192-197.
 23. Orešković D, Radoš M, Klarica M: Role of choroid plexus in cerebrospinal fluid hydrodynamics. *Neuroscience* 2017; 354:69- 87.
 24. Bering EA Jr. Circulation of the cerebrospinal fluid. Demonstration of the choroid plexuses as the generator of the force for flow of fluid and ventricular enlargement. *J Neurosurg* 1962; 19:405-413.
 25. Egnor M, Zheng L, Rosiello A, et al. A model of pulsations in communicating hydrocephalus. *Pediatr Neurosurg* 2002; 36:281-303.
 26. Wilson CB, Bertan V. Interruption of the anterior choroidal artery in experimental hydrocephalus. *Arch Neurol* 1967; 17:614- 619.
 27. Di Rocco C, Pettorossi VE, Caldarelli M, et al. Communicating hydrocephalus induced by mechanically increased amplitude of the intraventricular cerebrospinal fluid pressure: experimental studies. *Exp Neurol* 1978; 59:40-52.
 28. Karimy JK, Duran D, Hu JK, et al. Cerebrospinal fluid hypersecretion in pediatric hydrocephalus. *Neurosurg Focus.* 2016;41(5):E10.
 29. Grunert P, Charalampaki P, Hopf N, Filippi R. The role of third ventriculostomy in the management of obstructive hydrocephalus. *Minim Invasive Neurosurg* 2003; 46:16-21.
 30. Javadpour M, Mallucci C. The role of neuroendoscopy in the management of tectal gliomas. *Childs Nerv Syst.* 2004;20(11-12):852-857.
 31. Teo C, Jones R. Management of hydrocephalus by endoscopic third ventriculostomy in patients with myelomeningocele. *Pediatr Neurosurg.* 1996;25(2):57-63.
 32. Oi S, Di Rocco C. Proposal of "evolution theory in cerebro-spinal fluid dynamics" and minor pathway hydrocephalus in developing immature brain. *Childs Nerv Syst* 2006; 22:662-669.
 33. Zandian A, Haffner M, Johnson J, et al. Endoscopic third ventriculostomy with/without choroid plexus cauterization for hydrocephalus due to hemorrhage, infection, Dandy-Walker malformation, and neural tube defect: a meta-analysis. *Childs Nerv Syst.* 2014;30(4):571-578.
 34. Orešković D, Klarica M. Development of hydrocephalus and classical hypothesis of cerebrospinal fluid hydrodynamics: facts and illusions. *Prog Neurobiol.* 2011;94(3):238-258.
 35. Go KG. The normal and pathological physiology of brain water. *Adv. Tech. Stand. Neurosurg.* 1997; 23:47-142.
 36. Verbalis JG. Brain volume regulation in response to changes in osmolality. *Neuroscience.* 2010;168(4):862-870.
 37. Hossman KA. The pathophysiology of ischemic brain swelling. 1985, In: Inaba, Y., Klatzo, I., Spatz, M. (Eds.), **Brain Edema.** Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, pp. 365-384.
 38. Kawamata T, Mori T, Sato S, Katayama Y. Tissue hyperosmolality and brain edema in cerebral contusion. *Neurosurg Focus.* 2007;22(5):E5.
 39. Pople IK, Ettles D. The role of endoscopic choroid plexus coagulation in the management of hydrocephalus. *Neurosurgery* 1995;36(4):698-702.
 40. Okano A, Ogiwara H. Long-term follow-up for patients with infantile hydrocephalus treated by choroid plexus coagulation. *J Neurosurg Pediatr* 2018; 22(6):638-645.
 41. Ogiwara H, Uematsu K, Morota N. Obliteration of the choroid plexus after endoscopic coagulation. *J Neurosurg Pediatr.* 2014;14(3):230-233.
 42. Pedrosa HA, Lemos SP, Vieira C, et al. Choroid plexus cauterization on treatment of hydranencephaly and maximal hydrocephalus. *Childs Nerv Syst.* 2017;33(9):1509-1516.
 43. Shitsama S, Wittayanakorn N, Okechi H, Albright L. Choroid plexus coagulation in infants with extreme hydrocephalus or hydranencephaly. *J Neurosurg Pediatr* 14:55-57, 2014.
 44. Sandberg DI, Chamiraju P, Zoeller G, et al. Endoscopic choroid plexus coagulation in infants with hydranencephaly or hydrocephalus with a minimal cortical mantle. *Pediatr Neurosurg* 2012;48(1):6-12.
 45. Gomes FL, Loduca RD, Homa MN, Collange NZ. Endoscopic coagulation of choroid plexus in three children with severely advanced forms of hydrocephalus. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg* 2015; 76 (1): 25-29.
 46. Kim SY, Cho JH, Kim KH. Endoscopic Coagulation of Choroid Plexus in Hydranencephaly. *J Korean Neurosurg Soc* 2014;55(6):375-378.
 47. Ray C, Mobley J, Thompson M, Nagy L. Hydranencephaly: Considering Prolonged Survival and Treatment by Endoscopic Choroid Plexus Coagulation. *Turk Neurosurg.* 2015;25(5):788-792.
 48. Malheiros JA, Trivelato FP, Oliveira MM, et al. Endoscopic choroid plexus cauterization versus ventriculoperitoneal shunt for hydranencephaly and near hydranencephaly: a prospective study. *Neurosurgery* 2010; 66:459-464; discussion 464.
 49. Laurence KM, Coates S. The natural history of hydrocephalus. Detailed analysis of 182 unoperated cases. *Arch Dis Child.* 1962;37(194):345-362.
 50. Merker B. Life expectancy in hydranencephaly. *Clin Neurol Neurosurg* 2008;110(3):213-214.
 51. Milhorat TH, Hammock MK, Chien T, Davis DA. Normal rate of cerebrospinal fluid formation five years after

- bilateral choroid plexectomy. Case report. *J Neurosurg.* **1976**;44(6):735-739.
52. Pollay M, Curl F. Secretion of cerebrospinal fluid by the ventricular ependyma of the rabbit. *Am J Physiol.* **1967**;213(4):1031-1038.
 53. Sato O, Bering EA. Extra-ventricular formation of cerebrospinal fluid. *No To Shinkei.* **1967**;19(9): 883-885.
 54. Tamburrini G, Caldarelli M, Di Rocco F, et al: The role of endoscopic choroid plexus coagulation in the surgical management of bilateral choroid plexuses hyperplasia. *Childs Nerv Syst* **2006**; 22:605–608.
 55. Philips MF, Shanno G, Duhaime AC. Treatment of villous hypertrophy of the choroid plexus by endoscopic contact coagulation. *Pediatr Neurosurg* **1998**; 28:252–256.
 56. Bucholz RD, Pittman T. Endoscopic coagulation of the choroid plexus using the Nd:YAG laser: initial experience and proposal for management. *Neurosurgery* **1991**; 28:421–427.
 57. Kasper J, Krause M, Siekmeyer M, Gräfe D, Meixensberger J, Wilhelmy F. Choroid plexus coagulation in trisomy 9 mosaic-related hydrocephalus-a case report [published online ahead of print, 2020 May 8]. *Childs Nerv Syst.* **2020**;10.1007/s00381-020-04643-1.

Declaración de conflicto de intereses

El autor reporta que no existe conflicto de interés en lo concerniente a los materiales y métodos usados en este estudio o a los hallazgos específicos en el mismo.

Contribución de los autores

Concepción y diseño: Smoquina, Zulueta. Redacción del artículo: Smoquina. Revisión crítica del artículo: Smoquina. Revisó la versión reenviada del artículo: Smoquina, Zulueta. Aprobó la versión final del artículo: Smoquina.

Correspondence

Stefano Smoquina. Becario Neurocirugía. Universidad de Valparaíso, Chile. Correo-e: stefano.smoquina@gmail.com

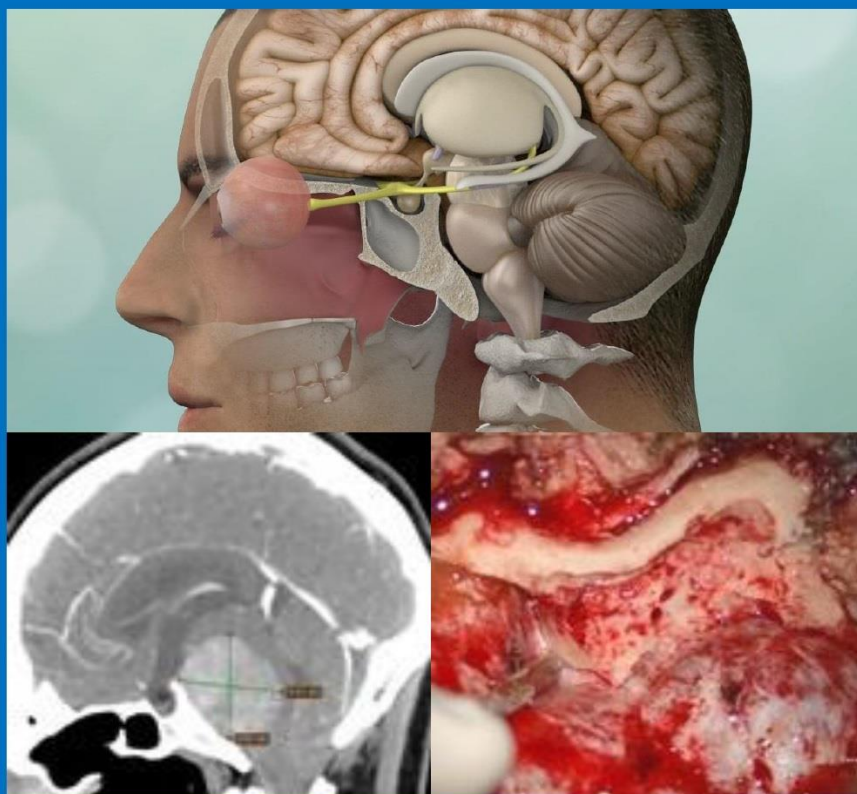
PRÓXIMO NÚMERO

PJNS

**PERUVIAN JOURNAL OF
NEUROSURGERY**

Vol 3 | Num 3 | Jul-Sep 2021

CIRUGÍA DE BASE DE CRÁNEO



Abordaje Transpetroso, Abordaje Minipterional