

Weaning rapido Vs Weaning gradual de ventriculostomia externa en hidrocefalia secundaria a hemorragia subaracnoidea: Revisión sistematica de la literatura

Daniel Londoño Herrera*, **María Camila Agudelo Echeverri****, **Carlos Federico Molina Castaño*****

* Neurocirujano HPTU, **Médica universidad Cooperativa de Colombia, ***Toxicólogo PHD epidemiologia Universidad CES

Contacto: daniellondonherr@gmail.com

Resumen

Objetivo

Realizar una revisión sistemática de estudios epidemiológicos que comparen dos estrategias de weaning de Derivación Ventricular externa (DVE) en pacientes con hidrocefalia aguda y su asociación con la proporción de derivación definitiva, infección del sistema nervioso central y duración de la estancia hospitalaria en cada una de las estrategias.

Diseño

Revisión sistemática de la literatura.

Fuentes de datos

Se realizaron búsquedas en PubMed, Embase, Lilacs. Se incluyó literatura gris, realizando búsquedas en Google académico, Dialnet, Open gray, Teseo y Worldcat hasta el 10 de septiembre de 2019.

Métodos

Se realizó una búsqueda exhaustiva de estudios de los últimos 20 años en inglés, español y portugués, que compararan dos estrategias de weaning de DVE: rápida (WR) vs gradual (WG) en pacientes con hidrocefalia aguda. El resultado primario para esta Revisión Sistemática fue la proporción de derivación definitiva en cada uno de los regímenes. Se evaluó además, la proporción de infección del sistema nervioso central y la duración de la estancia hospitalaria. Dos investigadores extrajeron de forma independiente la información de los estudios y los resultados en concordancia con la Guía PRISMA.

Resultados

La revisión arrojó en total 3 artículos que cumplían con los criterios de inclusión y que se consideraron de calidad metodológica aceptable, con un número de 1198 participantes no superpuestos, 569 que fueron sometidos a weaning rápido (WR), 629 en el grupo de weaning gradual (WG). No se encontró asociación estadísticamente significativa entre estrategia de weaning y DVP OR 0.78 (Intervalo de confianza del 95% 0.3 a 2.06; $P= 0.001$; $I^2=85\%$), ni para infección del sistema nervioso central OR 0.54 (IC 95% 0,07 a 4.24); $P= 0,05$; $I^2= 74\%$) pero si se encontró diferencia estadísticamente significativa en la duración de la estancia hospitalaria a favor de la estrategia de weaning rápido, OR -4.34 (IC 95% -5.92 a -2.75, $P= <0,00001$; $I^2= 57\%$).

Conclusión

Con la evidencia disponible actualmente no es posible concluir cuál es la mejor estrategia de weaning para DVE. Con respecto a la proporción de derivación definitiva o infecciones del sistema nervioso central; sin embargo si se observa una tendencia clara frente a la duración de la estancia hospitalaria y la estrategia de WR. Se requiere establecer criterios claros en cuanto a la definición de WR o WG y a crear estándares en cuanto los tiempos y los modos de definir los fallos de estas pruebas, para posteriormente integrar y probar estos métodos en estudios idealmente prospectivos y aleatorizados.

INTRODUCCIÓN

La Derivación Ventricular Externa (DVE) ha sido el pilar del tratamiento para la hidrocefalia en múltiples patologías neuroquirúrgicas. Aun cuando se considera un procedimiento frecuente y de baja complejidad los problemas asociados a estas son comunes(1–3).

La hidrocefalia secundaria a hemorragia subaracnoidea espontánea es una complicación frecuente y grave que requiere generalmente la colocación de una derivación ventricular externa para su manejo. Todos los neurocirujanos que manejan dicha patología se ven enfrentados a tomar decisiones acerca de cuándo retirar la ventriculostomía externa y si el paciente requerirá una derivación definitiva de líquido cefalorraquídeo (LCR) o solo el retiro de la misma(4,5). A pesar de la frecuencia de la presentación de la patología, en el mundo no está definido de forma clara y homogénea cuándo un paciente requiere una derivación definitiva y el tiempo y forma de retiro de la derivación ventricular externa.(3,4,6,7)

Típicamente el periodo de transición entre la colocación de la DVE y el retiro de la misma con o sin la colocación de una derivación permanente requiere algún tipo de destete o Weaning (8). Los protocolos de weaning de DVE son muy variados en la literatura y las pruebas diagnósticas utilizadas difieren en los diferentes estudios(9).

Encontramos una tendencia aun no completamente uniforme en cuanto a la definición de 2 protocolos principales de weaning, el primero de ellos es el weaning gradual el cual consiste en incrementos graduales de la presión de apertura de la DVE hasta su cierre completo. Si el paciente no presentaba deterioro neurológico ni alteración en las imágenes de control ésta se retira. Sin embargo, otros autores refieren que no existe ninguna diferencia entre el cierre gradual y el segundo enfoque que es weaning rápido en donde se realiza un cierre inicial completo de la derivación, evitando los incrementos graduales y el tiempo que esto toma (10).

Los protocolos de weaning de la DVE también se han asociado con diferencias en el número de pacientes que requieren una derivación ventricular permanente (DVP)(11–14). Dado que aquellos pacientes en los cuales se realiza un incremento gradual de la presión parecen tener menores tasas de colocación de dispositivos de drenaje permanente pero mayores promedios de persistencia de la DVE es posible que se presenten mayores tasas de infección en estos últimos.

El weaning gradual comienza generalmente en un nivel de 10 a 15 cm H₂O durante 24 horas. A partir de entonces, el sistema se eleva progresivamente cada 24 horas, durante los siguientes 2 a 3 días hasta un nivel final de 25 cm H₂O para luego ser cerrado. Si es tolerado por el paciente se realiza TAC de control al día siguiente para finalmente retirarla si no se encuentra con signos de hidrocefalia. Sin embargo, de haber deterioro neurológico o si la PIC se eleva por encima de 25cmH₂O, se debe realizar nuevo TAC y reabrir el sistema. Para algunos autores si el paciente no tolera el destete con el primer intento, es posible regresar la PIC a 10cm H₂O y dar un intento adicional, para determinar la colocación de una derivación permanente luego de 2 intentos fallidos. (6)

El WR se completa en 24 horas. Cuando comienza el destete, la DVE se cierra de inmediato y no es necesario elevar el sistema de drenaje. Los criterios para reabrir el drenaje son idénticos a los del WG. Si el drenaje permanece cerrado durante 24 horas, se realiza una tomografía computarizada al día siguiente. (6,7)

La presente revisión tuvo como objetivo determinar cuál es el protocolo de weaning más adecuado para retirar una DVE en los pacientes con hidrocefalia aguda secundaria a hemorragia subaracnoidea, poniendo como principales desenlaces la proporción de pacientes que requirieron una DVP, el tiempo

requerido para tomar una decisión de retiro, las tasas de infección con cada protocolo y si existe diferencia en la duración de la estancia hospitalaria.

MÉTODOS

Este estudio fue conducido en concordancia con la Guía PRISMA (ver la fig 1). Se procuró identificar todos los estudios relevantes en inglés, español y portugués y sin importar su estado de publicación (publicado, inédito, impreso o en progreso de publicación)

Búsqueda electrónica. Se realizaron búsquedas exhaustivas en las bases de datos electrónicas Pubmed, Embase, Cochrane y Lilacs, para identificar estudios publicados durante los últimos 20 años hasta septiembre 10 de 2019 (fecha de la última búsqueda) utilizando como tesauro los términos MeSH “weaning”, “external ventricular drainage”, “external ventriculostomy” “Ventriculoperitoneostomy”, “ventriculoperitoneal shunt” y sus términos DeCS equivalentes en español. Se realizaron combinaciones, con los operadores booleanos AND, OR.

Otras fuentes. Se realizaron además, búsquedas manuales en Google académico con los terminos “External ventricular drainage weaning”; se buscó también en Dialnet, Opengray, Teseo, Worldcat, usando los mismos términos. Finalmente se buscaron ensayos controlados, aleatorios en curso a través de MetaRegistro de ensayos controlados (metaRegister of Controlled Trialls – ISRCTN; hasta en septiembre de 2019) donde se usaron los términos Weaning, external ventricular drainage, external ventriculostomy con los operadores booleanos AND, OR, sin encontrar resultados.

El resultado de todas las estrategias de búsqueda se exportó al administrador de referencias ZOTERO, donde se eliminaron los duplicados.

Selección de los estudios.

Criterio de selección. Los estudios incluidos debían cumplir los criterios iniciales: propios de la búsqueda como que fuesen artículos médicos de los últimos 20 años, en los idiomas inglés, español y portugués, estudios observacionales o experimentales, cuya población de estudio fuera pacientes con hidrocefalia aguda manejados con una DVE, dentro de los cuales se compararán los dos regímenes de weaning, rápido y gradual.

Fueron excluidos: los estudios que no compararon las dos estrategias de weaning, estudios que no especificaron protocolo de retiro o el seguimiento del DVE, estudios en los cuales se haya realizado trombólisis intracatéter o se haya usado catéteres impregnados de antibiótico. Dos autores, de manera independiente evaluaron el resultado de las búsquedas de acuerdo con los criterios de selección, si se presentaba un desacuerdo éste fue resuelto por un tercer revisor que definió la situación.

Extracción de datos y evaluación de la calidad.

Los datos fueron extraídos de forma independiente por dos autores, estos debían ser descritos en cada uno de los estudios elegidos al interior de cada estrategia de weaning, para lo que se usó un método estandarizado, extrayendo tamaño de la muestra en cada estudio, diseño del estudio, lugar y fecha de la investigación, muestreo de la población, sexo, rango de edad de los participantes, media de la puntuación en la Escala de Fisher; media de la puntuación en la Escala de Hunt-Hess, duración del seguimiento en cada uno de los regímenes de weaning, número de DVP requeridas en cada grupo, número de días de estancia hospitalaria y número de infecciones por grupo de weaning.

Dos autores de forma independiente usaron la Escala de New Castle-Ottawa para evaluar la calidad de los estudios observacionales incluidos, la cual usa un sistema de valoración estelar (con un máximo de 9 estrellas) para evaluar la calidad de los estudios, categorizada dentro de tres dominios: selección de los grupos de estudio, comparabilidad de los grupos de estudio y resultados, en este último ítem determinación de la exposición para estudios de cohortes o el resultado de interés para estudios de casos y controles. Los estudios que obtuvieron ocho a nueve estrellas se consideraron de alta calidad, los estudios con seis a siete estrellas se consideraron de moderada calidad, los estudios con menor puntuación se consideran de baja calidad por lo que se excluyeron. Para los estudios experimentales, se usó la Herramienta de la Colaboración Cochrane para evaluar el Riesgo de sesgos. Sistema de valoración que utiliza la semaforización del riesgo de sesgo, clasificándolo en 7 dominios apoyados por evidencia científica: generación de la secuencia aleatoria, ocultamiento de la asignación, cegamiento de los participantes y del personal, cegamiento de los evaluadores y del resultado, datos de resultado incompletos, notificación selectiva de los resultados, otras fuentes de sesgo y que de acuerdo a la valoración de los revisores y al cumplimiento de los ítems que se especifican en cada dominio se califica como de bajo riesgo de sesgo (color verde), alto riesgo de sesgo (color rojo) o riesgo de sesgo no claro (amarillo).

Síntesis y análisis de datos.

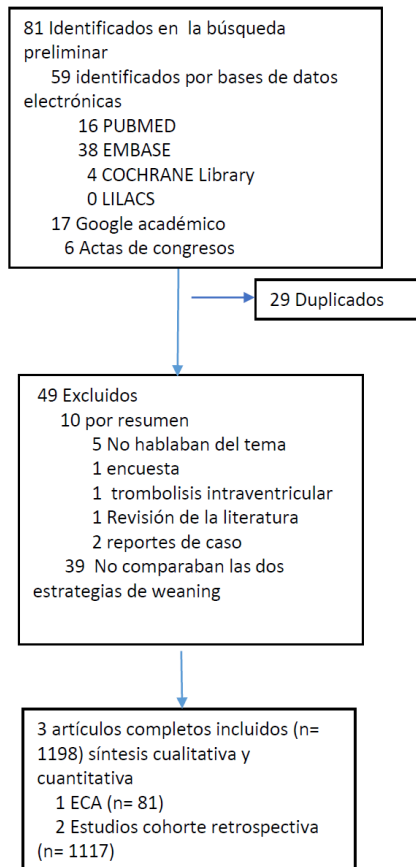
El resultado primario en esta revisión sistemática fue comparar la proporción de derivación definitiva (DVP) en cada uno de los regímenes, weaning rápido vs weaning gradual. Dentro de los resultados secundarios se evaluó el número de infecciones y días de estancia hospitalaria en cada uno de los grupos de weaning. Se realizaron tablas de 2x2 que resumen el número de pacientes que presentaron el evento de interés en cada grupo de evaluación y el número total de pacientes por grupo. Todos los cálculos estadísticos se realizaron con el software Review Manager versión 5.3. Los resultados fueron expresados en Odds Ratio (OR) con Intervalo de Confianza (IC) del 95% para variables dicotómicas y con diferencia de medias (IC 95%) para variables continuas; los valores de P 0.05 o menores se consideraron estadísticamente significativos. Se utilizó el modelo de efectos aleatorios Mantel-Haenszel en todos los análisis.

Para el análisis de la heterogeneidad entre los estudios se utilizaron técnicas gráficas como Meta-view y el estadístico I^2 de Higgins para valorar la heterogeneidad al interior de cada estudio y entre los estudios. Se buscó evidencia de sesgo de publicación usando el método gráfico de Funnel Plot (Gráfico de Embudo).

RESULTADOS

De nuestra búsqueda inicial en la literatura se encontraron 81 artículos (16 artículos iniciales en PUBMED, 38 en EMBASE, 4 en Cochrane, 0 en LILACS y 17 en Google académico). Posterior a la remoción de los duplicados que fueron 29, estos se redujeron a 52 artículos en total, 10 fueron eliminados por revisión del resumen y 39 porque no comparaban las dos estrategias de weaning. De estos, 49 artículos en total no cumplían los criterios de inclusión. Los 3 artículos restantes fueron evaluados independientemente por los autores.

Figura 1. Diagrama de flujo de PRISMA de la estrategia de búsqueda



Características de los estudios

Tabla. 1. Características de los estudios incluidos en la Revisión sistemática									
Estudio	País, año	Diseño	Población	N	Estrategia de weaning	Resultados			Recomendaciones
						DVP (%)	Días de estancia (Media, DS)	Infecciones (%)	
KLOPFENSTEIN	Estados Unidos, 2004	ECA	Pacientes con HSAa	81 (41 WR - 40 WG)	WR: primeras 24 horas desde la DVE WG: 96 horas con elevaciones de alturas diarias secuenciales y cierre durante 24 horas	WR=63.4 WG=62.5	WR= 19.1 (5.9) WG= 21.5 (4.6)	No evaluadas	WG presentó mayor duración en días de estancia hospitalaria. No diferencia en prevención de necesidad de DVP
JABBARLI et al.	Alemania, 2018.	Observacional	Pacientes con HSAa	965 (455 WR - 510 WG)	WR: cierre por 48 sin elevación gradual de la DVE. DVP solo si dos intentos fallidos WG: elevaciones diarias de 5cm hasta nivel final 25 cm H2O, si tolerancia cierre 48 horas y control tomográfico. Si no tolerancia disminución a 10 cm H2O y nuevo intento	WR= 34,73 WG= 27.45	WR= 34,4 (12.8) WG= 39 (14.6)	WR= 15.3% WG= 12.9%.	Pese tratamiento más prolongado, WG puede disminuir el riesgo de dependencia DVP sin riesgo adicional de infecciones, pero alto riesgo de dependencia secundaria
RAO et al.	Estados Unidos, 2019	observacional	Pacientes con HSAa	152 (73 WR - 79 WG)	WR: cerrado por defecto al asegurar el aneurisma, solo se abría si lo requería WG: elevaciones diarias y secuenciales de la DVE hasta 20 cm H2O, cierre al mejorar el vasoespasmó por 24 h	WR= 13 WG= 35	WR= 18.3(3.5) WG= 23.7 (5.5)	WR= 1.3% WG= 8.8%.	WR se asocia con menos DVP, menos complicaciones y menos estancia hospitalaria en comparación con un WG.

Evaluación de calidad

Los estudios de Rao et al(20) y Jabbarli et al(15) fueron observacionales y ambos presentaron una calificación de 8 en la Escala de New Castle-Ottawa categorizándolo en estudios de alta calidad metodológica ver tabla 2

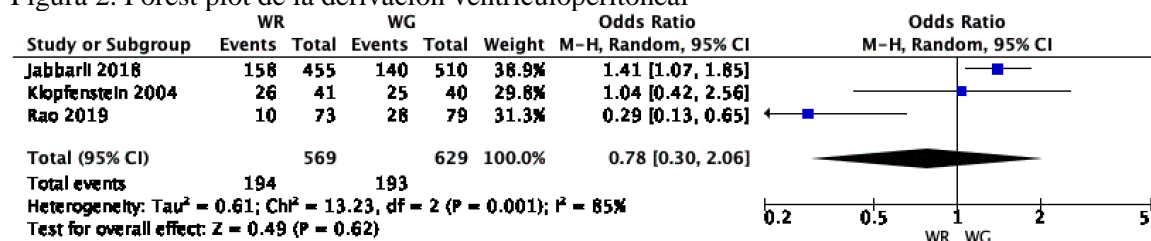
<i>Autor, año (Pubmed ID)</i>	Selección (max= 4)	Comparabilidad (max=2)	Resultado (max=3)	Calidad general (max=9)
<i>Jabbarli, 2018(29490068)</i>	4	2	2	8
<i>Rao, 2019 (31026832)</i>	4	2	2	8

El único ensayo clínico de Klopfenstein et incluido en la revision presento una muy buena calidad obteniendo un bajo riesgo de sesgos en todas las categorías evaluadas

Derivación ventriculoperitoneal

Los resultados individuales de los 3 estudios en cuanto al riesgo de derivación ventriculoperitoneal son contradictorios; por un lado, no se encuentran diferencias estadísticamente significativas en las tasas de colocación de DVP en el estudio de Klopfenstein et al, y se encuentran frecuencias más altas en el grupo de Weaning rápido en Rao et al(20) y más altas en el estudio de Jabbarli et al(15). (figura 2).

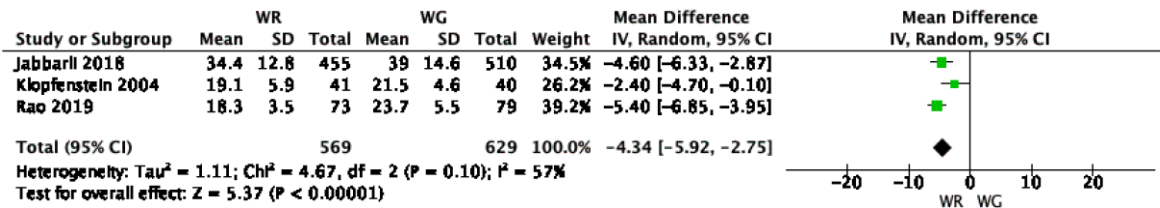
Figura 2. Forest plot de la derivación ventriculoperitoneal



Días de estancia

Los datos arrojados por los 3 estudios en cuanto a los días de estancia total entre los grupos de Weaning rápido (WR) y Weaning gradual (WG) son mas homogéneos y reflejan una tendencia clara en favor del WR (figura 3.) en cuanto disminución de los días de estancia total.

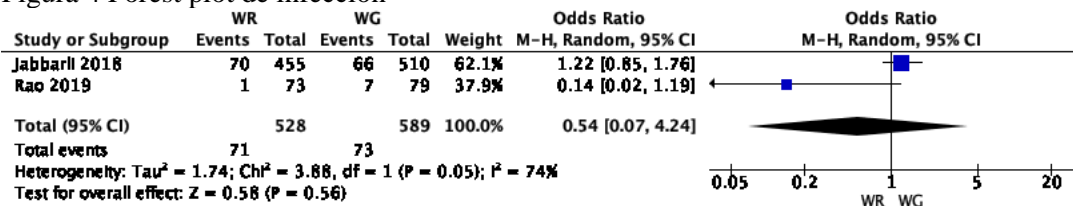
Figura 3. . Forest plot de los Días de estancia



Infección

Para evaluar los resultados de infección entre WR y WG se excluyó del análisis el estudio de Klopfenstein et al., pues en este estudio los pacientes con infección fueron excluidos; En el estudio de Rao et al. el número de infecciones es más alto en los pacientes expuestos al protocolo de WR y al contrario en el estudio de Jabbarli et al. (figura 4)

Figura 4 Forest plot de infección



Metaanálisis

En ninguno de los análisis de los desenlaces estudiados se obtuvo una heterogeneidad (I^2) menor al 50%. No es posible obtener resultados confiables que nos permitan definir actualmente cuál es el mejor método de Weaning en los pacientes con hemorragia subaracnoidea.

DISCUSIÓN

La presente revisión pretendió responder la pregunta cuál es el protocolo de weaning más adecuado para retirar un DVE en los pacientes con hidrocefalia aguda secundaria a hemorragia subaracnoidea dado las dificultades cotidianas que se ven enfrentados los neurocirujanos en cuanto a esta decisión y al no encontrar claridad en la literatura para la toma de la misma. Nos enfocamos en una dificultad del proceso en particular, y esta es el weaning de la derivación, encontrándonos con 2 tendencias que comienzan a ser predominantes: el weaning rápido y el weaning gradual. Nuestra hipótesis inicial era que un weaning gradual daría mayor oportunidad de que los ventrículos redujeran la mayor cantidad

de residuos hemáticos, y que si el sistema de absorción de LCR eventualmente iba a regresar a su funcionamiento normal, este era el mejor método de retiro de la DVE, en el cual los pacientes tendrían la mejor probabilidad de no ser llevados a derivación. Pero a priori, también pensábamos que el mayor tiempo que tomaba realizar este protocolo de elevación gradual de la presión podría acarrear riesgos como infección y sobrecostos por la mayor estancia hospitalaria.

Durante nuestra búsqueda identificamos que una gran parte de los artículos enfocaban el problema de cuáles pacientes requerirían eventualmente una DVP con un enfoque de factores de riesgo propios de la patología; e.g. Hunt & Hess, Hemorragia intraventricular, Fisher, características de LCR etc., pero pocos daban importancia al método de retiro de la derivación ventricular externa y aún menos lo hacían comparando las dos técnicas mencionadas anteriormente. Esto es una limitante importante para llegar a conclusiones válidas que permitan dar recomendaciones clínicas.

De los tres estudios que ingresaron para los análisis cuantitativos y un posible metaanálisis, dos eran estudios de cohorte y un estudio era prospectivo aleatorizado; pero al interior de cada estudio los criterios para determinar falla del weaning fueron ligeramente diferentes, al igual que el tiempo de definición de WR, el número de fallos de weaning que se toleraban y la presión inicial y final en el weaning gradual. Estas diferencias consideramos que son las fuentes principales, aunque no las únicas, de la heterogeneidad encontrada al intentar realizar un análisis cuantitativo de los resultados de los estudios.

Dicha dificultad pasa por varias conductas encadenadas que aún no han sido definidas, como el tiempo de inicio del weaning, la definición de la falla del mismo, el número de intentos y las pruebas para hacerlo. Es así como encontramos una gran diversidad de conductas para el retiro de las derivaciones ventriculares externas y la decisión de derivación definitiva del paciente

Aun cuando no es posible con estos tres artículos encontrar un resultado claro en cuanto al riesgo de requerir una derivación definitiva de LCR o en cuanto a infecciones, la tendencia de la estancia hospitalaria parece mostrar una disminución en los pacientes de grupo de WR.

Consideramos que los resultados obtenidos en este estudio son un llamado a establecer criterios claros en cuanto a la definición de WR o WG y a crear estándares en cuanto los tiempos y los modos de definir los fallos de estas pruebas, para posteriormente integrar y probar estos métodos en estudios idealmente prospectivos y aleatorizados.

Conclusión

El determinar cuáles pacientes con hidrocefalia aguda secundaria a hemorragia subaracnoidea requerirán una derivación definitiva de LCR depende de muchos factores. Algunos de los cuales son propios del paciente e inmodificables (la edad, el sexo, la gravedad de la enfermedad, ubicación del aneurisma etc.), otros factores depende de las decisiones que tomamos, tales como realizar terapia endovascular o clipaje, fenestración de la lámina terminal etc; entre estos últimos la forma en la que retiramos las derivaciones ventriculares externas y los criterios que utilizamos para tomar dicha decisión creemos que tiene un impacto sobre el número de pacientes que terminaran con un drenaje definitivo. La revisión sistemática sobre este punto parece arrojar más que conclusiones definitivas una exposición de la falta de claridad sobre las definiciones de weaning y sus diferentes tipos. Variaciones que actualmente se trata de agrupar en 2 bloques no homogéneos de weaning rápido y weaning gradual. Hay una asombrosa escasez de literatura que de forma sistemática compare estos dos tipos de weaning, lo cual se demuestra por solo 3 artículos encontrados. Los resultados obtenidos

en el análisis cuantitativo reflejan una heterogeneidad que nunca llega a ser menor del 50%, resultado de los pocos estudios encontrados y la heterogeneidad entre los mismos.

REFERENCIAS

1. Hepburn-Smith M, Dynkevich I, Spektor M, Lord A, Czeisler B, Lewis A. Establishment of an External Ventricular Drain Best Practice Guideline: The Quest for a Comprehensive, Universal Standard for External Ventricular Drain Care. *J Neurosci Nurs*. 2016 Feb;48(1):54–65.
2. Germanwala AV, Huang J, Tamargo RJ. Hydrocephalus After Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *Neurosurg Clin N Am*. 2010 Apr 1;21(2):263–70.
3. Caplan JM, Colby GP, Coon AL, Huang J, Tamargo RJ. Managing Subarachnoid Hemorrhage in the Neurocritical Care Unit. *Neurosurg Clin N Am*. 2013 Jul 1;24(3):321–37.
4. Irani DN, editor. *Cerebrospinal fluid in clinical practice* [Internet]. Philadelphia: Elsevier, Saunders; 2009. 317 p. Available from: https://drive.google.com/file/d/1KBg1B-0wxx0MxUajkInlOb-QNIUITwTk/view?usp=sharing_eip&ts=5be47852&usp=embed_facebook
5. Chung DY, Mayer SA, Rordorf GA. External Ventricular Drains After Subarachnoid Hemorrhage: Is Less More? *Neurocrit Care*. 2018 Apr;28(2):157–61.
6. Vivancos J, Gilo F, Frutos R, Maestre J, García-Pastor A, Quintana F, et al. Clinical management guidelines for subarachnoid haemorrhage. Diagnosis and treatment. *Neurol Engl Ed*. 2014 Jul 1;29(6):353–70.
7. Vivancos J, Gilo F, Frutos R, Maestre J, García-Pastor A, Quintana F, et al. Guía de actuación clínica en la hemorragia subaracnoidea. Sistemática diagnóstica y tratamiento. *Neurología*. 2014 Jul 1;29(6):353–70.
8. Klopfenstein JD, Kim LJ, Feiz-Erfan I, Hott JS, Goslar P, Zabramski JM, et al. Comparison of rapid and gradual weaning from external ventricular drainage in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a prospective randomized trial. *J Neurosurg*. 2004 Feb;100(2):225–9.
9. Jabbarli R, Pierscianek D, RÖlz R, Reinhard M, Darkwah Oppong M, Scheiwe C, et al. Gradual External Ventricular Drainage Weaning Reduces The Risk of Shunt Dependency After Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage: A Pooled Analysis. *Oper Neurosurg Hagerstown Md*. 2018 Nov 1;15(5):498–504.
10. Chung D.Y., Leslie-Mazwi T.M., Patel A.B., Rordorf G.A. Management of External Ventricular Drains After Subarachnoid Hemorrhage: A Multi-Institutional Survey. *Neurocrit Care*. 2017;26(3):356–61.
11. Fried HI, Nathan BR, Rowe AS, Zabramski JM, Andaluz N, Bhimraj A, et al. The Insertion and Management of External Ventricular Drains: An Evidence-Based Consensus Statement: A Statement for Healthcare Professionals from the Neurocritical Care Society. *Neurocrit Care*. 2016 Feb;24(1):61–81.
12. Karamanakos PN, Koivisto T, Vanninen R, Khallaf M, Ronkainen A, Parviainen I, et al. The impact of endovascular management on the outcome of aneurysmal subarachnoid hemorrhage in the elderly in eastern Finland. *Acta Neurochir (Wien)*. 2010 Sep;152(9):1493–502.
13. Siesjö P. The enigma of external ventricular drain placement. *World Neurosurg*. 2014 Nov;82(5):597–8.
14. Widen J, Eriksson B-M, Ronne-Engstrom E, Enblad P, Westman G. Ventriculostomy-related infections in subarachnoid hemorrhage patients—a retrospective study of incidence, etiology, and antimicrobial therapy. *Acta Neurochir (Wien)*. 2017 Feb;159(2):317–23.
15. Jabbarli R, Pierscianek D, RÖlz R, Reinhard M, Darkwah Oppong M, Scheiwe C, et al. Gradual External Ventricular Drainage Weaning Reduces The Risk of Shunt Dependency After Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage: A Pooled Analysis. *Oper Neurosurg Hagerstown Md*. 2018 Nov 1;15(5):498–504.

16. Klopfenstein JD, Kim LJ, Feiz-Erfan I, Hott JS, Goslar P, Zabramski JM, et al. Comparison of rapid and gradual weaning from external ventricular drainage in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a prospective randomized trial. *J Neurosurg.* 2004 Feb;100(2):225–9.
17. Ottawa Hospital Research Institute [Internet]. [cited 2019 Nov 6]. Available from: http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp
18. Higgins JPT, Altman DG, Gøtzsche PC, Jüni P, Moher D, Oxman AD, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ.* 2011 Oct 18;343:d5928.
19. RevMan 5 [Internet]. [cited 2019 Oct 6]. Available from: <https://community.cochrane.org/help/tools-and-software/revman-5>
20. Rao SS, Chung DY, Wolcott Z, Sheriff F, Khawaja AM, Lee H, et al. Intermittent CSF drainage and rapid EVD weaning approach after subarachnoid hemorrhage: association with fewer VP shunts and shorter length of stay. *J Neurosurg.* 2019 Apr 26;1–6.