

Tratamiento de la hidrocefalia secundaria a hemorragia intraventricular en el prematuro. Revisión bibliográfica

P. Pulido-Rivas^a, F.J. Martínez-Sarries^b, M. Ochoa^b, R.G. Sola^a

TRATAMIENTO DE LA HIDROCEFALIA SECUNDARIA A HEMORRAGIA INTRAVENTRICULAR EN EL PREMATURO. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Resumen. Introducción. La hemorragia intraventricular en los prematuros de poco peso tiene una incidencia actual de un 20%. El porcentaje de pacientes que van a desarrollar hidrocefalia secundaria a esta hemorragia es muy variable. En los últimos 20 años se han descrito diferentes tratamientos médicos y quirúrgicos para evitar que se produzca la hemorragia y que se desarrolle una hidrocefalia. Desarrollo. En este trabajo se ha realizado una revisión bibliográfica de los diferentes tratamientos para controlar y tratar la hidrocefalia. Desde el punto de vista médico se ha comprobado que los tratamientos con fármacos como la acetazolamida o furosemida presentan más desventajas que beneficios en cuanto a la capacidad para prevenir la hidrocefalia. Los tratamientos con fibrinolíticos tienen un alto riesgo de provocar nuevas hemorragias, pero en los últimos años se ha reiniciado su utilización combinada con drenajes ventriculares. En cuanto al tratamiento quirúrgico de la hidrocefalia por la hemorragia, a pesar del riesgo de infección, es más aconsejable el drenaje ventricular que la colocación de reservorios subgaleales. En el momento actual, el mejor tratamiento definitivo para la hidrocefalia del prematuro continua siendo la derivación ventriculoperitoneal. El momento más oportuno es cuando el neonato presente un peso superior a 1.500 g y el líquido cefalorraquídeo tenga una cifra de proteínas inferior a 200 mg/dL. Conclusión. El desarrollo neurológico a largo plazo de estos niños depende principalmente de la gravedad de la hemorragia, pero se observa un peor pronóstico en aquellos casos en los que existen complicaciones derivadas de las revisiones de los sistemas derivativos valvulares. [REV NEUROL 2007; 44: 616-24]

Palabras clave. Drenaje subgaleal Drenaje ventricular. Hemorragia intraventricular prematuro. Hidrocefalia posthemorragia ventricular. Reservorio ventricular. Válvula ventriculoperitoneal.

INTRODUCCIÓN

La hemorragia intraventricular (HIV) es una de las complicaciones más graves y agudas que se pueden producir en los prematuros de poco peso. Mientras que en la década de los 70-80 la incidencia era del 40-50%, en los años 90 se describe del 20% [1]. Es más frecuente en prematuros de menos de 28 semanas y suele suceder en los cuatro primeros días posparto. Los avances en las unidades de cuidados intensivos (UCI) neonatales han conseguido una mayor supervivencia de los prematuros extremos, de manera que en los últimos años la supervivencia en prematuros de menos de 1.500 g es del 80% [2]. Pero, frente a esto, la incidencia de HIV es más elevada, por el mayor número de prematuros de alto riesgo. En muchas ocasiones pueden ser hemorragias silentes, por lo que muchos autores aconsejan realizar eco-Doppler transfontanelar (EDT) a todos los prematuros de menos de 34 semanas [3]. Clínicamente se sospecha cuando aparecen alteraciones en los signos vitales, con bradicardia o apnea, brusca disminución del hematocrito o crisis neonatales. El abombamiento de la fontanela, el incremento de perímetro craneal o la dehiscencia de suturas hacen sospechar una hidrocefalia aguda como complicación de la hemorragia. El porcentaje de niños que van a desarrollar hidrocefalia secundaria a esta hemorragia es muy variable, dependiendo de los estudios (20-70%), y un 15% de estos pacientes van a precisar sistemas de derivación permanente [4,5].

Se ha realizado una revisión bibliográfica de los diferentes tratamientos para controlar y tratar la hidrocefalia con sus indicaciones y complicaciones. Nuestra intención es exponer las posibles controversias existentes y ayudar a clarificar el tratamiento de estos pacientes.

ETIOPATOGENIA

La hemorragia intracraneal en los prematuros de poco peso ocurre en la matriz germinal, que es un tejido especializado muy vascularizado, localizado en la región subependimial ventrolateral a los ventrículos laterales. Con la hemorragia el tejido neural se ve afectado y es reemplazado por zonas de infarto, que posteriormente evolucionan a pequeñas cavidades quísticas con hemosiderina y gliosis [6].

En la patogenia de la hemorragia intervienen diferentes factores como las fluctuaciones del flujo sanguíneo cerebral por alteraciones respiratorias, la hipotensión arterial, los incrementos de la presión venosa central relacionados con partos traumáticos, el neumotórax o la presión ventilatoria positiva [7]. Otros hechos que pueden influir son las alteraciones de los factores de la coagulación. La hipótesis es que en el prematuro la autorregulación está pobremente desarrollada y la circulación periventricular es pasiva y dependiente de la presión de perfusión. Fluctuaciones en la presión sanguínea sistémica van a alterar el flujo sanguíneo cerebral, lesionando los vasos de la matriz germinal, que son tanto más vulnerables y frágiles cuanto menor es la maduración fetal [2].

Factores predisponentes prenatales

Existen estudios que relacionan una menor incidencia de HIV del prematuro cuando éste nace en un hospital con UCI neonatal, que si el prematuro nace en un hospital general y posterior-

Aceptado tras revisión externa: 27.02.07.

^a Unidad de Neurocirugía. ^b Unidad de Neuropediatría. Hospital Montepríncipe. Boadilla del Monte, Madrid, España.

Correspondencia: Dra. Paloma Pulido Rivas. Unidad de Neurocirugía. Hospital Montepríncipe. Avda. Montepríncipe, 25. E-28660 Boadilla del Monte (Madrid). E-mail: ppulido@neurorgs.com

© 2007, REVISTA DE NEUROLOGÍA



Figura 1. Ecografía cerebral correspondiente a un prematuro con hemorragia grado IV.

mente es trasladado a un centro que disponga de UCI. El traslado del prematuro intraútero es un factor protector frente al desarrollo de hemorragia [2,4]. Otro factor que se ha relacionado es el nivel de vitamina K, presentando los niños pretérminos un 30-60% de los niveles del adulto [8]. Otros fármacos protectores son el fenobarbital y los corticoides [9,10].

Factores predisponentes posnatales

Una vez que el feto ha nacido, se han descrito diversos fármacos y factores que pueden influir en disminuir la incidencia de las hemorragias. En el estudio de Perlman et al [11] sobre prematuros intubados se demuestra una menor incidencia de hemorragias en los casos en que se mantenían sedados con pancuronio durante las 72 primeras horas tras el parto.

Como fármacos se han utilizado también la indometacina, con resultados muy variados. Sí se demuestra una disminución de la incidencia de HIV, pero se ha observado también que por su efecto vasoconstrictor puede incrementar el riesgo de isquemia cerebral, por lo que no se recomienda su uso profiláctico [12].

CLÍNICA Y DIAGNÓSTICO

El diagnóstico se realiza por estudio EDT y se sigue la escala de Papile para tener una graduación del tamaño y extensión de la hemorragia [13] (Fig. 1). Esta escala se ha utilizado también con fines pronósticos y de morbimortalidad [14]. Volpe [4] hace referencia a que el aumento del tamaño ventricular medido en estudios ecográficos precede al aumento del perímetro craneal. Por este motivo, muchos autores aconsejan la realización de estudios de flujo y medición de resistencias mediante EDT [15].

El EDT es un método diagnóstico rápido, no cruento, que se realiza en la misma UCI-neonatal, sin precisar traslados ni sedación. Permite determinar la localización, el tamaño y la extensión de la hemorragia y si existe hidrocefalia asociada. Su utilidad también es importante en el seguimiento de estos pacientes. A pesar de utilizar las ventanas mastoideas para valorar la fosa posterior, tiene una serie de limitaciones para detectar hemorragias pequeñas localizadas en ganglios basales y obstrucciones del acueducto [16,17].

Hanigan et al [18] defendieron la utilidad de la resonancia magnética (RM) para determinar la extensión de las hemorragias, su mejor definición y para valorar el tiempo transcurrido desde que se produjo, analizando el grado de degradación de la sangre. Otro de los beneficios de los estudios de RM es la mejor predicción del resultado neurológico a largo plazo. En el trabajo de Mirmiran et al [19] se demostraba la mayor sensibilidad y especificidad de la RM para predecir parálisis cerebral en los prematuros frente a los resultados obtenidos con el EDT.

HIDROCEFALIA POSTHEMORRAGIA

Las hemorragias grado III y IV, además de sangre intraventricular, presentan en un porcentaje elevado una hidrocefalia secundaria. La hidrocefalia se produce por obstrucción de las vías habituales de reabsorción y circulación del líquido cefalorraquídeo (LCR) por restos hemáticos y detritus. La sangre produce, además, una aracnoiditis química y reacción fibrótica, principalmente en la fosa posterior. La presentación clínica de la hidrocefalia puede ser aguda, subaguda o crónica.

No necesariamente una dilatación ventricular secundaria a la hemorragia significa un progresivo aumento de la presión intracraneal. En este sentido, por ejemplo, la dilatación ventricular puede aparecer también como una hidrocefalia *ex vacuo*, por pérdida de masa cerebral secundaria a infartos venosos o isquemia de la sustancia blanca periventricular. La diferenciación de ambos tipos de dilatación ventricular es importante, ya que si es hipertensiva, sí precisa tratamiento. En los pacientes con hidrocefalia *ex vacuo* no se aprecia fontanela a tensión y el perímetro craneal no se modifica, por lo que es muy dudoso que precisen realizar tratamientos derivativos. Sin embargo, lo habitual en las hidrocefalias secundarias a hemorragia prenatal es la presencia de fontanela a tensión, aumento de perímetro craneal y dehiscencia de suturas, acompañado de síntomas clínicos de vómitos, letargia, episodios de apnea y bradicardia [6,12] (Fig. 2).

La dilatación ventricular puede comenzar en los primeros días tras la hemorragia o presentarse de manera progresiva entre la primera y tercera semana. Volpe [4] ha establecido cuatro grupos de tratamiento de la hidrocefalia, según el tiempo de instauración:

- *Grupo A:* dilatación lentamente progresiva, que aparece a las cuatro semanas, requiere controles con EDT y, en la mayoría de los casos, se produce una detención espontánea de los ventrículos.
- *Grupo B:* dilatación lentamente progresiva persistente, posterior a las cuatro semanas, que no se detiene de forma espontánea y requiere tratamientos alternativos.
- *Grupo C:* dilatación ventricular rápidamente progresiva. Se basa en un crecimiento rápido del perímetro craneal, superior a 2 cm en una semana, con signos por EDT de hipertensión intracraneal.
- *Grupo D:* hidrocefalia tardía, que puede aparecer a lo largo del primer año de vida.

Se ha establecido una probabilidad de desarrollar hidrocefalia y de incidencia de mortalidad según el grado de hemorragia. De tal forma que en las hemorragias grado I la mortalidad, por la propia hemorragia, es del 5% y la incidencia de ventriculomegalia es también del 5%. Para el grado II, la mortalidad asciende al 10% y el desarrollo de dilatación ventricular es del 20%. En las hemorragias grado III estos porcentajes son del 20 y 55%,

respectivamente; mientras que en el grado IV, la mortalidad es del 50% y la posibilidad de desarrollar hidrocefalia del 80% [4]. Otras técnicas, como la monitorización neurofisiológica continua con electroencefalograma de amplitud integrada, muestran de una forma más precoz situaciones de hipertensión intracraneal por hidrocefalia activa [20].

En un cierto porcentaje de niños la hidrocefalia puede ser transitoria, por lo que se ha intentado realizar tratamientos preventivos para disminuir la producción de LCR, favorecer la circulación y el recambio del LCR, administrar sustancias fibrinolíticas que licuen el coágulo intraventricular, así como tratamientos que mejoren la circulación del LCR. Todo ello para evitar la implantación de un sistema permanente de derivación de LCR. A continuación, analizaremos las diferentes medidas propuestas en la literatura científica.

Tratamientos médicos

La administración de acetazolamida y la furosemida produce una disminución de la producción de LCR. Estos fármacos se han utilizado para disminuir la aparición de hidrocefalia secundaria a la hemorragia. Tienen efectos secundarios como las alteraciones en el equilibrio ácido-base, trastornos hidroelectrolíticos, alteraciones gastrointestinales, nefrocalcinosis y letargia [21].

Whitelaw et al [22] realizaron una revisión sobre la utilización de estos fármacos y concluyeron que no se recomendaban en prematuros por las múltiples complicaciones que pueden producir y porque no reducen la probabilidad de precisar sistemas de derivación por hidrocefalia. El último trabajo publicado sobre la utilización de estos fármacos es de Kennedy et al [23], quienes reafirman los resultados anteriores de poner en entredicho que disminuyan la posibilidad de precisar un *shunt*, además de que se asocia con aumento de la morbilidad neurológica.

Agentes fibrinolíticos intraventriculares

Estudios experimentales con agentes fibrinolíticos intraventriculares han demostrado una disminución de la dilatación ventricular secundaria a hemorragia, por lo que también se han utilizado en neonatos. En otra revisión Cochrane, Whitelaw et al [24] analizó los estudios que aportan casos problema y casos control, encontrando que hasta el año 2000 sólo un estudio cumplía estos requisitos. Los resultados mostraron que, en ambos grupos, la necesidad de derivación permanente fue la misma y, además, se unía el riesgo de resangrado [25].

No se han publicado artículos posteriores a la revisión Cochrane sobre la utilización sistemática de agentes fibrinolíticos en la hemorragia del prematuro.

Whitelaw et al [26] publicaron un nuevo proceso en 2003 utilizando como tratamiento fibrinolítico el activador tisular del plasminógeno (r-TPA), combinado con drenaje e irrigación –terapia DRIFT (drenaje, irrigación y tratamiento fibrinolítico–, en dosis de 0,5 mg/kg de r-TPA inyectado en un catéter ventricular frontal. Posteriormente, se realizaba irrigación con una solución artificial de LCR a 20 mL/h, que se drenaba por un catéter colocado en el ventrículo contralateral. La irrigación se mantenía durante unas 72-96 horas. Realizaban este tratamiento en un grupo de 24 pacientes: uno falleció y, de los restantes, seis precisaron derivación definitiva. El índice de infección fue del 8% y en dos pacientes se produjo una nueva hemorragia. Los autores consideraban que era un tratamiento altamente agresivo e invasivo, pero con menor incidencia de hidrocefalia hipertensiva.



Figura 2. Tomografía axial computarizada craneal de neonato con hemorragia ventricular e hidrocefalia. Se puede observar la dehiscencia de las suturas como signo indirecto de hipertensión.

Punciones lumbares

Se postuló que la extracción precoz de LCR podría mejorar el pronóstico de los niños con hemorragia ventricular. La extracción física del LCR que contiene sangre y proteínas podría permitir que las vías de salida y reabsorción del LCR se reabran y favorezca una mejor circulación. Esta misma extracción de restos hemáticos y proteínas podría prevenir las reacciones fibróticas e inflamatorias y reducir el riesgo de desarrollar una hidrocefalia permanente. Artículos recientemente publicados refrendan una mejoría en el flujo sanguíneo cerebral con la extracción de LCR [27] y es quizá más llamativo el aumento del parénquima cerebral demostrado mediante RM tras el drenaje de LCR [28].

En 1985, Kkreusser et al [29] publicaron una revisión sobre 16 niños con HIV, en 12 de los cuales se controló la hidrocefalia y no fue preciso implantar sistemas de derivación. En el mismo año, Anwar et al [30] informaron que las punciones lumbares (PL) constituían una solución temporal, pero que no había diferencia a largo plazo frente a la colocación de *shunt*.

En la revisión Cochrane publicada en 2001, Whitelaw [31] analizaba cuatro estudios. Ninguno demostró un efecto significativo del drenaje de LCR por PL, en cuanto a la necesidad de derivación. Sí se hace referencia a un 9% de meningitis en un estudio [32] sobre 157 niños, en el cual se concluía que las PL no se recomendaban en el tratamiento de la hidrocefalia posthemorragia.

Posteriormente, no se han publicado trabajos que defiendan la realización de las PL. Su indicación sería exclusivamente en aquellos casos en que existe un aumento de la presión intracraneal y está totalmente contraindicada la colocación de sistemas de derivación ventricular. No hay que olvidar que en estos niños puede existir además una hemorragia en fosa posterior que obs-

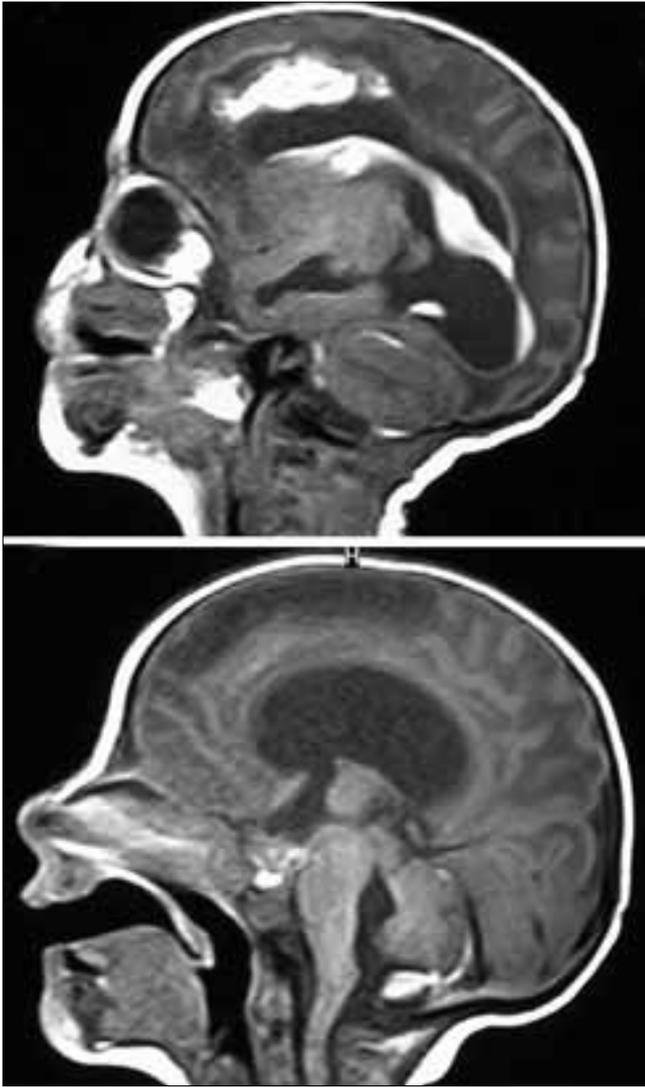


Figura 3. Resonancia magnética en proyección sagital. Se puede observar la distribución de la sangre por el sistema ventricular, así como en la fosa posterior, lo que contraindica la realización de punciones lumbares.

truya la circulación del líquido hacia el raquis y, por lo tanto, no sería eficaz realizar la PL para extraer LCR (Fig. 3).

Punciones ventriculares

Las punciones ventriculares están indicadas en situaciones graves de incremento de la presión intracraneal en niños en los que no hay comunicación entre los ventrículos y el espacio lumbar, que están inestables o que no toleran la posición de decúbito lateral. Técnicamente se realiza con una aguja del calibre 23 a través de la fontanela, en la línea media pupilar. Se pueden extraer 10 cm³/kg en cada punción. Las punciones se pueden repetir cuantas veces sean necesarias. El inconveniente de esta técnica es que se requieren perforaciones repetidas del córtex frontal, con riesgo consiguiente de hemorragias o epilepsia [3].

Catéter con reservorio

Para evitar las punciones ventriculares repetidas, algunos autores prefieren la colocación de un catéter ventricular conectado a un reservorio subcutáneo, tipo Ommaya, que permita realizar extracciones periódicas de LCR [33]. La punción de estos reser-

vorios se realiza de forma periódica cada 48 horas o bien dependiendo de las cifras de presión intracraneal [34,35].

En el estudio de Hudgins et al [36], serie muy amplia en la que se trataron de esta forma 149 niños, un 20% requirió revisión por obstrucción, atrapamiento ventricular e infección. La tasa de infección fue del 8% y hasta un 12% de fístulas de LCR. El 88% de los niños precisaron una derivación definitiva.

En el 2001, Richard et al [37] publicaron una serie de 64 pacientes a los que se colocaron reservorios tipo Ommaya para realizar extracciones periódicas de LCR. El porcentaje de infecciones fue del 21,8% y se describen dos fallecimientos relacionados con el propio reservorio.

En nuestra opinión, la utilización de los catéteres con reservorios tienen, además de los riesgos de infección, obstrucción y desplazamientos, otros posibles inconvenientes como es que la extracción del LCR no es constante, sino cada 24-48 horas, con lo cual la presión intracraneal oscila [34]. La colocación de un reservorio en el ámbito craneal precisa realizar una disección subcutánea amplia en niños en los que la propia hidrocefalia ha distendido el cráneo y la piel, haciéndola más frágil, más aun en los prematuros que tienen una piel muy delicada y fina, que fácilmente se puede erosionar. De ahí el riesgo de este procedimiento de provocar fugas de LCR tras repetidas punciones. Si para evitar esto se realiza tunelización a espacio supraclavicular, colocando el reservorio a distancia, se requiere una intervención quirúrgica con anestesia general, casi similar a la que se realizaría para colocar una derivación definitiva interna.

Drenajes subgaleales

Otro de los tratamientos temporales publicados para la hidrocefalia es la colocación de los *shunts* subgaleales, que consisten en colocar un catéter ventricular conectado a un reservorio Rickman que drena en el espacio subgaleal, donde se ha dejado una cavidad en la cual el líquido se acumula y se reabsorbe posteriormente. En el estudio de Sklar et al [38], 62 niños fueron tratados por este sistema, presentando un 10% de infecciones y un fallecimiento por infección subgaleal con necrosis de la piel. 39 niños requirieron *shunt* permanente. Rahman et al [39] refirieron que en algunos pacientes fue preciso puncionar la colección por la tensión acumulada. Ambos trabajos defienden este tratamiento en prematuros de muy poco peso.

En 2005 se publicaron dos artículos sobre la utilización de esta técnica. Tubbs et al [40] efectuaron una revisión de 170 drenajes subgaleales colocados en 131 pacientes pediátricos por diversas patologías (hemorragias, tumores, infección valvular), de los que 28 presentaban hidrocefalia secundaria a hemorragia ventricular neonatal. Referían una incidencia de infecciones del 5,9%, hemorragia intraparenquimatosa del 1,1% y fístulas de LCR del 4,7%.

En el trabajo de Willis et al [41] se realizaba esta técnica en seis niños con hidrocefalia poshemorragia. En cinco de ellos fue preciso colocar posteriormente una derivación; cuatro de los seis pacientes desarrollaron infecciones (66,6%), uno del propio sistema subgaleal y los otros tres al convertir el sistema en una derivación ventriculoperitoneal. Los autores hacen referencia a un porcentaje de infecciones global del 1% en las derivaciones implantadas por otras etiologías y sin colocar previamente un *shunt* ventriculogaleal, motivo por el que no aconseja la utilización de este sistema.

Sobre la utilización de esta técnica, no creemos que sea muy aconsejable. Tiene la ventaja frente al catéter con reservorio que

no es preciso puncionar para evacuar el líquido, pero la distensión a la que se ve sometida la piel por el LCR estancado favorece los riesgos de infección y de fuga.

Drenaje ventricular

Con esta técnica se pretende realizar una extracción constante de LCR de las cavidades ventriculares, manteniendo una presión intracerebral normal y estable. Uno de los principales inconvenientes es el riesgo de infección (10%) [42], además de la obstrucción (Fig. 4).

En 1987, Rodees et al [43] publicaron su experiencia sobre la colocación de estos drenajes en la misma UCI neonatal, para evitar el traslado a quirófano de estos prematuros en situación delicada. Un 10% de los niños presentaron apnea cuando se insertaron los catéteres, un 8% hemorragia y un 6% ventriculitis. La mortalidad de este estudio fue del 27%, aunque no se relacionaba con el drenaje. El 70% de los 27 niños que sobrevivieron precisaron derivación permanente.

Otra serie publicada es la de Weninger et al [44], los cuales analizaron 27 pacientes con hidrocefalia secundaria a hemorragia grado III y IV. Aconsejaban la tunelización subcutánea para reducir el riesgo de infección y consideraban que la cantidad de líquido extraído debía ser de 10-15 cm³/kg, cerrando el drenaje cuando se realizaban intervenciones sobre el bebé que podrían incrementar la presión intracraneal y producir un sobredrenaje. Recomendaban la utilización de antibióticos durante todo el tiempo en que permaneciera el drenaje y la realización de seguimientos periódicos del LCR con recuento celular y de cultivos y recambios del sistema externo de forma periódica. Refirieron la necesidad de reimplantar el drenaje por salida espontánea u obstrucción. El drenaje se mantenía una media de 23 días y no se hizo referencia a infecciones.

Este mismo grupo [45] publicó una serie de 37 pacientes en un período posterior al trabajo previo. Referían un 5,4% de tasa de infección en esta serie e insistían en la importancia de continuar el tratamiento antibiótico mientras se mantuviera el drenaje.

La incidencia de infección referida en la bibliografía en los últimos 25 años oscila entre 0 [44,46] y el 10% [42,43,47]. El tiempo en el que permanece el drenaje varía entre 20 y 40 días. Otro de los puntos controvertidos es la utilización o no de antibióticos profilácticos. Rodes et al [43], que no los utilizan, presentan una tasa de infección del 10%. Otra serie más reciente [46] no refiere infecciones y no utiliza los antibióticos. Zingale et al [48] recomiendan la utilización profiláctica de antibióticos, si el drenaje va a ser por largos períodos de tiempo, aconsejando vancomicina o teicoplanina. La manipulación sobre el drenaje debe ser la menor posible y en cuanto a la colocación del drenaje en la propia UCI neonatal, puede indicarse en prematuros de alto riesgo en que los traslados estén contraindicados [49].

Frente a los riesgos de infección de las otras técnicas de drenaje de LCR, la incidencia media de un 5% de infecciones es aceptable. Estamos de acuerdo en que es importante la tunelización subcutánea, el mantenimiento de los antibióticos y los controles estrictos de la bioquímica y cultivos de LCR. En nuestra experiencia, en prematuros de muy poco peso, hemos realizado los controles bioquímicos de LCR cada 48 horas en la primera semana y posteriormente cada 24 horas. Cuando hemos observado una tendencia a aumentar el recuento de células blancas se ha procedido a retirar el drenaje ventricular y colocar un nuevo sistema en el hemisferio contralateral; esto nos ha permitido que el líquido se aclare de restos hemáticos y proteínas, así co-

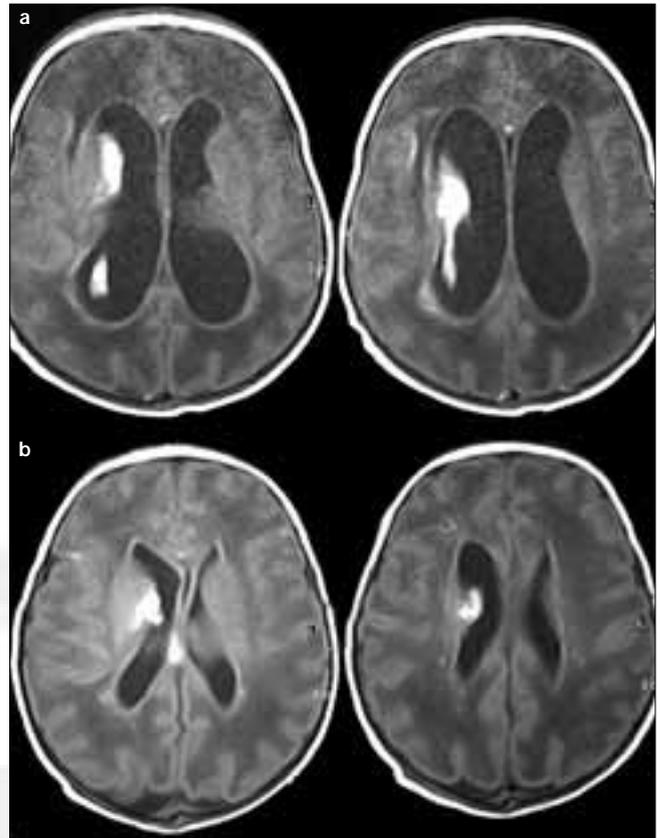


Figura 4. Resonancia magnética axial antes (a) y después (b) de la colocación del sistema de derivación. En el control posterior se observa, además de la disminución de la hidrocefalia, la reexpansión del parénquima cerebral.

mo que el paciente aumente de peso corporal. En un prematuro de muy poco peso (750 g) se colocaron tres drenajes durante un período de 45 días hasta que el neonato alcanzó un peso de 1.550 g, momento en el cual se consideró adecuado implantar una derivación definitiva, que no ha precisado ninguna complicación ni revisión quirúrgica tras tres años de seguimiento.

Derivaciones ventriculoperitoneales o ventriculoatriales

Los sistemas de derivación interna definitiva siguen siendo el tratamiento final de la hidrocefalia secundaria a HIV. Estos sistemas no se pueden implantar en la fase inicial de la hidrocefalia, por el alto índice de obstrucción por la sangre o por complicaciones debido al poco peso del prematuro y el riesgo de infecciones.

La mayoría de los trabajos publicados siguen refiriendo peores resultados en el desarrollo neurológico de los niños con HIV que precisaron una derivación. Por este motivo, la mayoría de los centros son reacios a que se coloquen sistemas de derivación internos. Pero no hay que olvidar que los niños que desarrollan hidrocefalia son los que presentan las hemorragias más graves (grado IV). Por tanto, gran parte de esa falta de desarrollo es secundaria a la propia hemorragia y no al hecho de colocación de una derivación de LCR. Pero es real que, en caso de complicación de estas derivaciones, las sucesivas revisiones por infección u obstrucción contribuyen al deterioro progresivo del prematuro.

Dependiendo de los estudios y tratamientos aplicados en la fase inicial de la hidrocefalia, así como de las complicaciones surgidas durante estos tratamientos, en la bibliografía se puede encontrar que entre un 10 y un 35% de niños con hidrocefalia

Tabla I. Series de más de 10 casos publicadas en los últimos 15 años, en las que se han utilizado diferentes sistemas temporales para el control de la hidrocefalia del prematuro. No se incluyen series en las que se han utilizado varios sistemas y no estaban claros los resultados y complicaciones de cada técnica.

Autores	Período	n	Tratamiento	Complicaciones del tratamiento	Derivación definitiva	Complicaciones de la derivación
Lin et al 1992 [50]		27	Drenaje ventricular		100%	48% infección 89% obstrucción
Weninger et al 1992 [44]	1984-1989	27	Drenaje ventricular	40,7% revisiones 25,9% infección	63%	
Sklar et al 1992 [38]		62	Drenaje subgaleal	1,6% fallecimientos 10% infección	64%	
McCallum et al 1994 [51]		50	Catéter con reservorio			17% infección 94% obstrucción 6% fallecimientos
Rahman et al 1995 [39]		15	Drenaje subgaleal		80%	
Cornips et al 1997 [46]	1993-1995	14	Drenaje ventricular	No infecciones	64%	
Levy et al 1997 [7]	1980-1996	72	Catéter con reservorio	3% infección	100%	6,3% infección 83% obstrucción 16,6% fallecimientos
Pikus et al 1997 [52]	1977-1987	19	Catéter con reservorio		94%	6,6%
Hudgins et al 1998 [36]	1988-1997	149	Catéter con reservorio	8% infección 12% fistulas 20% revisiones	88%	
Berger et al 2000 [45]	1989-1997	37	Drenaje ventricular	5,4% infección 5,4% obstrucción 5,4% fistulas	62%	
Heep et al 2001 [53]	1994-1998	20	Catéter con reservorio	25%	85%	
Richard et al 2001 [37]	1993-1997	64	Catéter con reservorio	21,8% infección 40% diferentes complicaciones 3,1% fallecimientos	68%	
Reinprecht et al 2001 [54]	1984-1999	76	Drenaje ventricular	30% diferentes complicaciones	65%	1,7% infección 45% obstrucción

poshemorrágica, ésta se va a resolver sin necesidad de colocar un sistema derivativo definitivo (Tabla I) [7,37,39,44-46,50-54].

En la revisión de Reinprecht et al [54] se analizó una serie de 76 niños, de los cuales 42 precisaron derivación. Colocaron drenaje ventricular externo hasta que el niño estuviera en condiciones de recibir la derivación o válvula. La necesidad de derivación fue del 66,7% y refirieron que su incidencia era menor que en las series en que se había colocado catéter con reservorio subcutáneo. Además, hacían referencia a otras series en que se colocó también drenaje ventricular, con una necesidad de *shunt* en el 64 y 68% [43,46], mientras que en las series donde se utilizó reservorio fue del 75-88% [36].

El sistema a implantar preferido por la mayoría de las publicaciones son las derivaciones ventriculoperitoneales (90%). Este sistema tiene la ventaja de permitir dejar más catéter distal para el crecimiento del niño, evitando las sucesivas revisiones. El peritoneo es una cavidad más amplia y con menor riesgo de infección. La cavidad atrial se utiliza en aquellos casos en los que se contraindique la cavidad peritoneal [54].

En cuanto al tipo de derivación a implantar, las series son muy variadas. Desde los sistemas neonatales *unishunt*, la válvula Hakin o la válvula Pudenz, hasta las válvulas programables referidas por algunos autores por sus mejores resultados, en cuanto evitan los hiperdrenajes [54] o los ventrículos colapsa-

dos [55]. En nuestra experiencia, los sistemas más sencillos y de menor perfil, como son las válvulas neonatales *unishunt*, presentan menos complicaciones.

En cuanto al momento oportuno para realizar esta intervención, se aconseja que el prematuro tenga un peso mínimo de 2.000 g y el LCR presente unas proteínas inferiores a 200 mg [44] y el peso mínimo para realizar esta intervención debe ser de 1.750 g. Sin embargo, otros autores han realizado los implantes incluso con 1.000 g y no refieren por ello más complicaciones [56]. Liechty et al [58] hacen referencia a una mortalidad del 10% en niños con peso inferior a 1.500 g y un 11,8% de infecciones. La propia prematuridad del niño se considera un factor de riesgo de desarrollar más infecciones y complicaciones. Los trabajos de Taylor et al [56] informan que la derivación no debería implantarse antes de las cinco semanas de vida, por presentar mayor índice de infecciones; no encuentran mayor tasa de infección en relación con poco peso.

Boop [6] apunta a un 13% de infecciones en las válvulas colocadas en el período perinatal, frente al 3,7% de infecciones globales en las derivaciones implantadas en cualquier edad.

Otro de los problemas que pueden presentar las válvulas es la compartimentalización del lecho ventricular, muy en relación con las infecciones, drenajes prolongados y el exceso de detritus sanguíneos [54]. Una de las soluciones a este problema pue-

Tabla II. Series publicadas de neonatos con hidrocefalia secundaria a hemorragia intraventricular de prematuro, en las que se analiza la evolución neurológica de los pacientes.

Autores	n	Hemorragia grado IV	Complicaciones de la derivación	Seguimiento global	Seguimiento motor	Seguimiento de las funciones superiores
Weninger et al 1992 [44]	23	26,08%			43% normal 8,6% leve 21,7% moderado 21,7% grave	30,4% normal 30,4% leve 17,4% importante 21,8% grave
Resch et al 1996 [60]	40	32,5%		10% normal 25% leve 45% moderado 20% grave		
Cornips et al 1997 [46]	14	28,57%			78% normal 7,1% leve 14,2% moderado	28,5% normal 21,4% leve 28,5% importante 21,4% grave
Levy et al 1997 [7]	41	43,9%	6,3% infección 83% obstrucción 16,7% fallecimientos		26,8% normal 12,2% leve 24,3% moderado 36,5% grave	41,5% normal 19,5% importante 39% grave
Pikus et al 1997 [52]	19	100%	6,6% global		0% normal 10,5% leve 26,3% moderado 63,15% grave	0 normal 21% leve 78,9% grave
Berger et al 2000 [45]	29	16,6%			31% normal 17,2% leve 10,34% moderado 31% grave	24,13% normal 20,6% leve 41,3% grave
Richard et al 2001 [37]	45	6%		15,5% normal 40,0% secuelas medias 26,6% secuelas graves 11,1% parálisis cerebral		
Reinprecht et al 2001 [54]	39	20,5%			38,4% normal 20,5% leves 23% moderado 18% grave	33,3% normal 30,7% moderado 35,8% grave
Taylor et al [56]	36	33,3%		1 normal 4 moderado 2 importante 9 grave		

den ser las fenestraciones endoscópicas de las membranas intraventriculares, mejor que colocar catéteres adicionales, aunque es frecuente que estas fenestraciones sea necesario repetirlas.

No existen series publicadas que hagan referencia al tratamiento endoscópico de la hidrocefalia del prematuro secundaria a hemorragia, mediante ventriculostomía. El propio tamaño del prematuro es de por sí un factor que limita la utilización de la técnica, y los trabajos publicados de tratamiento endoscópico en niños de menos de un año muestran un alto índice de fracaso por la capacidad regeneradora del niño [58]. Un estudio publicado en 2005 analizaba pacientes de menos de 2 años con una tasa global de buenos resultados inferior al 60% [59], y se relacionaban mejores resultados en las hidrocefalias de causa obstructiva.

El momento correcto para colocar la derivación tiene que ser pues un balance entre los riesgos de mantener la hipertensión intracraneal y la menor probabilidad de complicaciones por la derivación. Para Liechty et al [57], los niños a los cuales se les implantó una derivación en las primeras seis semanas presentaron un mejor desarrollo motor (no mental), en comparación con el grupo control al que se implantó la derivación después de las seis semanas. Otros autores, como Resch et al [60],

refieren unos mejores resultados si el *shunt* se coloca después de las seis semanas, pero las diferencias no son significativas. En lo que sí coinciden la mayoría de los autores es en el riesgo de un peor desarrollo neurológico en relación con revisiones múltiples de las derivaciones, bien por obstrucción o por infección [60]. Nuestra experiencia en estas HIV no es muy extensa, pero creemos que es preferible que el prematuro tenga un peso superior a los 1.500 g para evitar los problemas de cicatrización y erosión de la piel. Hemos implantado las válvulas una vez que el líquido se ha aclarado, en la bioquímica existían menos de 20 leucocitos y unas proteínas inferiores a 200 mg. Para ello, algunos niños han precisado previamente varios drenajes ventriculares, pero con ello hemos conseguido no tener infecciones, obstrucciones ni complicaciones una vez que se ha colocado el sistema definitivo (Fig. 4).

PRONÓSTICO A LARGO PLAZO

En 1997, Picus et al [52] analizaron los costes producidos tras el seguimiento de prematuros con hemorragia grado IV, en niños nacidos entre 1977 y 1987; identificaron 52 pacientes, de

los cuales sobreviven 19. Todos presentaron alteraciones motoras e intelectuales graves. Fueron tratados inicialmente con reservorio y posteriormente válvula. El número de revisiones de las derivaciones fue de 0-27, con una media de 6,6. Un 79% tenían un desarrollo intelectual dos desviaciones estándares por debajo de la media. Desde el punto de vista motor, un 63% presentaba tetraparesia espástica acusada, y 11, crisis epilépticas frecuentes. A la vista de los resultados a largo plazo, además de los costes elevados que supone, se plantea la necesidad de informar a los padres del pronóstico a largo plazo antes de decidir si merece la pena realizar tratamientos médicos agresivos en estos pacientes, lo que plantea un problema ético legal difícil de resolver.

Según Murphy et al [1], un 90% de los niños con hidrocefalia poshemorragia presentan alguna discapacidad motora, en un 76% es moderada y en un 56% es grave. Muchos estudios refieren un desarrollo neurológico normal en niños con HIV, porcentaje que oscila entre el 6 y el 29% [4]. En la revisión de Resch et al [60], un 25% de los niños presentan un desarrollo normal a la edad de 5 años. No encuentran diferencias entre los resultados valorados al año y a los 5 años. El 70% de los niños con hemorragia grado IV muestran graves alteraciones, mientras que en los grados II-III el porcentaje disminuye al 37%. Para estos au-

tores, los factores edad gestacional superior a 30 semanas, peso al nacer superior a 1.500 g y colocación de la derivación después de las 6 semanas, tienen mejor pronóstico, aunque no hay diferencias estadísticamente significativas. En la tabla II se pueden observar los resultados en cuanto a desarrollo motor y las funciones superiores de algunas series de pacientes con hidrocefalia poshemorragia [7,37,44-47,52,54,56,60].

CONCLUSIONES

El manejo de la hidrocefalia secundaria a hemorragia en el prematuro continúa planteando serios problemas en cuanto al mejor protocolo de tratamiento. Valorando los artículos publicados, el mejor tratamiento se consigue con los drenajes ventriculares. La probabilidad de precisar un sistema derivativo definitivo es del 65% de los casos. Las terapias combinadas de drenaje, irrigación y tratamientos fibrinolítico pueden ser una solución, sin olvidar la agresividad de la técnica y sus riesgos. El tratamiento definitivo es la implantación de una derivación ventriculoperitoneal. El momento más adecuado para realizar esta intervención es cuando el neonato supere los 1.500 g, tenga más de cinco semanas de vida y el líquido presente unas proteínas inferiores a 200 mg/dL.

BIBLIOGRAFÍA

- Murphy BP, Inder TE, Rooks V, Taylor GA, Anderson NJ, Mogridge N, et al. Posthaemorrhagic ventricular dilatation in the premature infant: natural history and predictors of outcome. *Arch Dis Child* 2002; 87: 37-41.
- Tortorolo G, Luciano R, Papacci P, Tonelli T. Intraventricular hemorrhage: past, present and future, focusing on classification, pathogenesis and prevention. *Childs Nerv Syst* 1999; 15: 652-61.
- Frim DM, Scott RM, Madsen JR. Surgical management of neonatal hydrocephalus. *Neurosurg Clin N Am* 1998; 9: 105-10.
- Volpe JJ. *Neurology of the newborn*. 4 ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 2001.
- Kazan S, Güra A, Ucar T, Korkmaz E, Ongun H, Akyuz M. Hydrocephalus after intraventricular hemorrhage in preterm and low-birth weight infants: analysis of associated risk factors for ventriculoperitoneal shunting. *Surg Neurol* 2005; 64: 77-81.
- Boop FA. Posthemorrhagic hydrocephalus of prematurity. In Cinalli G, ed. *Pediatric hydrocephalus*. Milano: Springer; 2004. p. 121-31.
- Levy ML, Masri LS, McComb JG. Outcome for preterm infants with germinal matrix hemorrhage and progressive hydrocephalus. *Neurosurgery* 1997; 41: 1111-8.
- Pomerance JJ, Teal JG, Gogolok JF, Brown S, Stewart ME. Maternally administered antenatal vitamin K₁: effect on neonatal prothrombin activity, partial thromboplastin time, and intraventricular hemorrhage. *Obstet Gynecol* 1987; 70: 235-41.
- Morales WJ, Koerten J. Prevention of intraventricular hemorrhage in very low birth weight infants by maternally administered phenobarbital. *Obstet Gynecol* 1986; 68: 295-9.
- Moise AA, Wearden ME, Kozinetz CA. Antenatal steroids are associated with less need for blood pressure support in extremely premature infants. *Pediatrics* 1995; 95: 845-50.
- Perlman JM, McMenamin JB, Volpe JJ. Fluctuating cerebral blood flow velocity in respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 1983; 309: 204-9.
- Whitelaw A. Intraventricular haemorrhage and posthaemorrhagic hydrocephalus: pathogenesis, prevention and future interventions. *Semin Neonatol* 2001; 6: 135-46.
- Papile LA, Burstein J, Burstein R, Koffler H. Incidence and evolution of subependymal and intraventricular hemorrhage: a study of infants with birth weights less than 1500 g. *J Pediatr* 1978; 92: 529-34.
- Pinto-Martin J, Riolo S, Cnaan A, Holzman C, Susser MW, Paneth N. Cranial ultrasound prediction of disabling and nondisabling cerebral palsy at age two in a low birth weight population. *Pediatrics* 1995; 5: 249-54.
- Quinn MW, Ando Y, Levene MI. Cerebral arterial and venous flow-velocity measurements in post-haemorrhagic ventricular dilatation and hydrocephalus. *Dev Med Child Neurol* 1992; 34: 863-9.
- Maalouf EF, Duggan PJ, Counsell SJ, Rutherford MA, Cowan F, Azzopardi D, et al. Comparison of findings on cranial ultrasound and magnetic resonance imaging in preterm infants. *Pediatrics* 2001; 107: 719-27.
- Counsell SJ, Rutherford MA, Cowan FM, Edwards AD. Magnetic resonance imaging of preterm brain injury. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2003; 88: 269-74.
- Hanigan WC, Powell FC, Miller TC, Wright RM. Symptomatic intracranial hemorrhage in full-term infants. *Childs Nerv Syst* 1995; 11: 698-707.
- Mirmiran M, Barnes PD, Keller K, Constantinou JC, Fleisher BE, Hintz SR, et al. Neonatal brain magnetic resonance imaging before discharge is better than serial cranial ultrasound in predicting cerebral palsy in very low birth weight preterm infants. *Pediatrics* 2004; 111: 992-8.
- Olischar M, Klebermass K, Kuleck M, Messerschmidt A, Weninger M. Progressive posthemorrhagic hydrocephalus leads to changes of amplitude-integrated EEG activity in preterm infants. *Childs Nerv Syst* 2004; 20: 41-5.
- Shinnar S, Gammon K, Bergman EW Jr, Epstein M, Freeman JM. Management of hydrocephalus in infancy: use of acetazolamide and furosemide to avoid cerebrospinal fluid shunts. *J Pediatr* 1985; 107: 31-7.
- Whitelaw A, Kennedy CR, Brion LP. Diuretic therapy for newborn infants with posthemorrhagic ventricular dilatation [CD-Rom]. *Cochrane Database Syst Rev* 2001; 1: CD002270.
- Kennedy CR, Ayers S, Campbell MJ, Elbourne D, Hope P, Johnson A. Randomized controlled trial of acetazolamide and furosemide in posthemorrhagic ventricular dilatation in infancy: follow-up at 1 year. *Pediatrics* 2001; 108: 597-607.
- Whitelaw A. Intraventricular streptokinase after intraventricular hemorrhage in newborn infants [CD-Rom]. *Cochrane Database Syst Rev* 2001; 1: CD000498.
- Luciano R, Velardi F, Romagnoli C, Papacci P, De Stefano V, Tortorolo G. Failure of fibrinolytic endoventricular treatment to prevent neonatal post-haemorrhagic hydrocephalus. *Childs Nerv Syst* 1997; 13: 73-6.
- Whitelaw A, Pople I, Cherian S, Evans D, Thoresen M. Phase 1 Trial of prevention of hydrocephalus after intraventricular hemorrhage in newborn infants by drainage, irrigation and fibrinolytic therapy. *Pediatrics* 2003; 111: 759-65.
- Soul JS, Eichenwald E, Walter G, Volpe JJ, Du Plessis AJ. CSF removal in infantile posthemorrhagic hydrocephalus results in significant improvement in cerebral hemodynamics. *Pediatr Res* 2004; 55: 872-6.
- Hunt RW, Warfield SK, Wang H, Kean M, Volpe JJ, Inder TE. Assessment of the impact of the removal of cerebrospinal fluid on cerebral tissue volumes by advanced volumetric 3D-MRI in posthaemorrhagic hydrocephalus in a premature infant. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2003; 74: 658-60.
- Kreusser KL, Tarby TJ, Kovnar E, Taylor DA, Hill A, Volpe JJ. Serial lumbar punctures for at least temporary amelioration of neonatal posthemorrhagic hydrocephalus. *Pediatrics* 1985; 75: 719-24.

30. Anwar M, Kadam S, Hiatt IM, Hegyi T. Serial lumbar punctures in prevention of posthemorrhagic hydrocephalus in preterm infants. *J Pediatr* 1985; 107: 446-50.
31. Whitelaw A. Repeated lumbar or ventricular punctures in newborns with intraventricular hemorrhage [CD-Rom]. *Cochrane Database Syst Rev* 2001; 1: CD000216.
32. Ventriculomegaly Trial Group. Randomised trial of early tapping in neonatal posthaemorrhagic ventricular dilatation. *Arch Dis Child* 1990; 65: 3-10.
33. McComb JG, Ramos AD, Platzker AC, Henderson DJ, Segall HD. Management of hydrocephalus secondary to intraventricular hemorrhage in the preterm infant with a subcutaneous ventricular catheter reservoir. *Neurosurgery* 1983; 13: 295-300.
34. Bass JK, Bass WT, Green GA, Gurtner P, White LE. Intracranial pressure changes during intermittent CSF drainage. *Pediatr Neurol* 2003; 28: 173-7.
35. Maertzdorf WJ, Vles JS, Beuls E, Mulder AL, Blanco CE. Intracranial pressure and cerebral blood flow velocity in preterm infants with post-hemorrhagic ventricular dilatation. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2002; 87: 185-8.
36. Hudgins RJ, Boydston WR, Gilreath CL. Treatment of posthemorrhagic hydrocephalus in the preterm infant with a ventricular access device. *Pediatr Neurosurg* 1998; 29: 309-13.
37. Richard E, Cinalli G, Assis D, Pierre-Kahn A, Lacaze-MasmonTEIL T. Treatment of post-haemorrhage ventricular dilatation with an Ommaya's reservoir: management and outcome of 64 preterm infants. *Childs Nerv Syst* 2001; 17: 334-40.
38. Sklar F, Adegbite A, Shapiro K, Miller K. Ventriculosubgaleal shunts: management of posthemorrhagic hydrocephalus in premature infants. *Pediatr Neurosurg* 1992; 18: 263-5.
39. Rahman S, Teo C, Morris W, Lao D, Boop FA. Ventriculosubgaleal shunt: a treatment option for progressive posthemorrhagic hydrocephalus. *Childs Nerv Syst* 1995; 11: 650-4.
40. Tubbs RS, Banks JT, Soleau S, Smyth MD, Wellons JC III, Blount JP, et al. Complications of ventriculosubgaleal shunts in infants and children. *Childs Nerv Syst* 2005; 21: 48-51.
41. Willis BK, Kumar CR, Wylen EL, Nanda A. Ventriculosubgaleal shunts for posthemorrhagic hydrocephalus in premature infants. *Pediatr Neurosurg* 2005; 41: 178-85.
42. Kreusser KL, Tarby TJ, Taylor D, Kovnar E, Hill A, Conry JA, et al. Rapidly progressive posthemorrhagic hydrocephalus. Treatment with external ventricular drainage. *Am J Dis Child* 1984; 38: 633-7.
43. Rhodes TT, Edwards WH, Saunders RL, Harbaugh RE, Little CL, Morgan LJ, et al. External ventricular drainage for initial treatment of neonatal posthemorrhagic hydrocephalus: surgical and neurodevelopmental outcome. *Pediatr Neurosci* 1987; 13: 255-62.
44. Weninger M, Salzer HR, Pollak A, Rosenkranz M, Vorkapic P, Korn A, et al. External ventricular drainage for treatment of rapidly progressive posthemorrhagic hydrocephalus. *Neurosurgery* 1992; 31: 51-8.
45. Berger A, Weninger M, Reinprecht A, Haschke N, Kohlhauser C, Pollak A. Long-term experience with subcutaneously tunneled external ventricular drainage in preterm infants. *Childs Nerv Syst* 2000; 16: 103-10.
46. Cornips E, Van Calenberg F, Plets C, Devlieger H, Casaer P. Use of external drainage for posthemorrhagic hydrocephalus in very low birth weight premature infants. *Childs Nerv Syst* 1997; 13: 369-74.
47. Allan WC, Holt PJ, Sawyer LR, Tito AM, Meade SK. Ventricular dilatation alter neonatal periventricular-intraventricular hemorrhage. *Am J Dis Child* 1982; 136: 589-93.
48. Zingale A, Ippolito S, Pappalardo P, Chibbaro S, Amoroso R. Infections and re-infections in long-term external ventricular drainage. *J Neurosurg Sci* 1999; 43: 125-33.
49. Finer NN, Woo BC, Hayashi A, Hayes B. Neonatal surgery: intensive care unit versus operating room. *J Pediatr Surg* 1993; 28: 645-9.
50. Lin JP, Goh W, Brown JK, Steers AJ. Neurological outcome following neonatal post-haemorrhagic hydrocephalus: the effects of maximum raised intracranial pressure and ventriculo-peritoneal shunting. *Childs Nerv Syst* 1992; 8: 190-7.
51. McCallum JE, Turbeville D. Cost and outcome in a series of shunted premature infants with intraventricular hemorrhage. *Pediatr Neurosurg* 1994; 20: 63-7.
52. Pikuš HJ, Levy ML, Gans W, Mendel E, McComb JG. Outcome, cost analysis and long-term follow-up in preterm infants with massive grade IV germinal matrix hemorrhage and progressive hydrocephalus. *Neurosurgery* 1997; 40: 983-9.
53. Heep A, Engelskirchen R, Holschneider A, Groneck P. Primary intervention for posthemorrhagic hydrocephalus in very low birthweight infants by ventriculostomy. *Childs Nerv Syst* 2001; 17: 45-71.
54. Reinprecht A, Dietrich W, Berger A, Bavinzski G, Weninger M, Czech T. Posthemorrhagic hydrocephalus in preterm infants: long-term follow-up and shunt-related complications. *Childs Nerv Syst* 2001; 17: 663-9.
55. Gurtner P, Bass T, Gudeman SK, Penix JO, Philput CB, Schinco FP. Surgical management of posthemorrhagic hydrocephalus in 22 low-birth-weight infants. *Childs Nerv Syst* 1992; 8: 198-202.
56. Taylor AG, Peter JC. Advantages of delayed VP shunting in post-haemorrhagic hydrocephalus seen in low-birth-weight infants. *Childs Nerv Syst* 2001; 17: 328-33.
57. Buxton N, Macarthur D, Malluci C, Punt J, Vloeberghs M. Neuroendoscopic third ventriculostomy in patients less than 1 year old. *Pediatr Neurosurg* 1998; 29: 73-6.
58. Liechty EA, Bull MJ, Bryson CQ, Kalsbeck JE, Jansen RD, Lemons JA, et al. Developmental outcome of very low birth weight infants requiring a ventriculo-peritoneal shunt. *Childs Brain* 1983; 10: 340-9.
59. Étus V, Ceylan S. Success of endoscopic third ventriculostomy in children less than 2 years old age. *Neurosurg Rev* 2005; 28: 284-8.
60. Resch B, Geder mann A, Maurer U, Ritschl E, Müller W. Neurodevelopmental outcome of hydrocephalus following intra-periventricular hemorrhage in preterm infants: short and long-term results. *Childs Nerv Syst* 1996; 12: 27-33.

TREATMENT OF HYDROCEPHALUS SECONDARY TO INTRAVENTRICULAR HAEMORRHAGE IN PRETERM INFANTS. A REVIEW OF THE LITERATURE

Summary. Introduction. *The current incidence of intraventricular haemorrhage in low-weight preterm infants is 20%. The percentage of patients who are going to develop hydrocephalus secondary to this haemorrhage varies greatly. In the last 20 years different medical and surgical treatments have been put forward to prevent both the occurrence of haemorrhage and the development of hydrocephalus.* Development. *In this study we review the literature on the different treatments used to control and treat hydrocephalus. From the medical point of view, treatment with pharmacological agents such as acetazolamide or furosemide offers more drawbacks than advantages as far as their capacity to prevent hydrocephalus is concerned. Treatments involving fibrinolytic agents offer a high risk of triggering new haemorrhages but in recent years their use has been taken up again in combination with ventricular drains. As regards surgical treatment of hydrocephalus due to haemorrhage, despite the risk of infection, it is more advisable to use ventricular drains than to introduce subgaleal reservoirs. At the present time, the best definitive treatment for hydrocephalus in preterm infants is still the ventriculoperitoneal shunt. The most suitable time is when the weight of the newborn infant exceeds 1500 g and the cerebrospinal fluid offers a protein count above 200 mg/dL.* Conclusions. *The long-term neurological development of these children depends mainly on the severity of the haemorrhage, but poorer prognoses are observed in cases in which complications arise from the control examinations of the valve shunt systems.* [REV NEUROL 2007; 44: 616-24]

Key words. *Preterm intraventricular haemorrhage. Subgaleal drain. Ventricular drain. Ventricular post-haemorrhage hydrocephalus. Ventricular reservoir. Ventriculoperitoneal valve.*