

5  
24/ 11232



# Universidad Nacional Autónoma de México

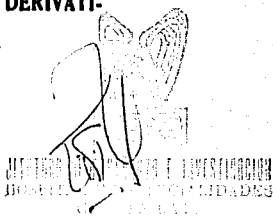
Facultad de Medicina  
División de Estudios de Postgrado  
Centro Médico "La Raza"  
I. M. S. S.

**ESTUDIO CLINICO COMPARATIVO ENTRE LOS  
DIFERENTES SISTEMAS VALVULARES DERIVATI-  
VOS DE LIQUIDO CEREBRO-ESPINAL.**

## Tesis de Postgrado

Que para obtener el título de:  
**ESPECIALISTA EN NEUROCIRUGIA**

Presenta:  
**DR. LUIS GARCIA MUÑOZ**



1990  
IMSS  
SEGURIDAD PARA TODOS

México, D. F.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

*VoBo.*  
*Medrano*



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

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

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

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

## INDICE

	Página
- Resumen.....	3
- Introducción.....	4
Anatomía del Sistema Ventricular.....	5
Formación del LCE.....	9
Absorción del LCE.....	12
Hidrocefalia	
Concepto.....	13
Clasificación.....	13
Etiología.....	18
Cuadro Clínico.....	18
Métodos Auxiliares de Diagnóstico.....	19
Tratamiento.....	25
Sistemas Valvulares Derivativos Actuales.....	35
Complicaciones.....	45
- Planteamiento del problema.....	47
- Objetivo del Estudio.....	48
- Material Clínico y Métodos.....	48
- Resultados.....	48
- Discusión.....	56
- Conclusiones.....	58
- Anexos.....	60
- Bibliografía.....	63

## RESUMEN

Se reporta la experiencia obtenida en el tratamiento quirúrgico de la hidrocefalia utilizando diferentes sistemas válvulares derivativos de Líquido Cerebro - Espinal (LCE).

Se realizó estudio retrospectivo y prospectivo con 2 años de duración, el cual incluyó a 489 pacientes del Servicio de Neurocirugía de adultos del Hospital de Especialidades del Centro Médico " La Raza ", del I.M.S.S. México D.F.

El diagnóstico se realizó en base al cuadro clínico más estudios de tomografía axial computada y/o ventriculografía.

Para el tratamiento quirúrgico se emplearon las siguientes válvulas: de diafragma (Pudenz, American Heyer - Schulte Corp.), de esfera-resorte (Hakim, Cordis Corp.), hendidura distal (Biomed, Biomédica Mexicana s.a.) y, de resistencia variable (Orbis - Sigma, Cordis Corp.).

Los resultados obtenidos mostraron que los sistemas valvulares derivativos (SVD) de baja resistencia son los más eficientes y el índice de disfunción valvular por rango de presión y complicaciones son menores. Los resultados preliminares obtenidos con la válvula Orbis - Sigma, sistema más reciente y que teóricamente se aproxima a los requisitos exigidos para la válvula " ideal ", han confirmado esta tendencia, pero debido a los pocos casos con los que cuenta esta casuística, aún no es posible tener una conclusión definitiva.

## INTRODUCCION

La hidrocefalia es una entidad clínica común en la práctica neurológica y neuroquirúrgica de todos los días.

El concepto actual que se tiene de dicha entidad, se define como un desequilibrio entre la formación y absorción de (LCE), que ocasiona una dilatación del sistema ventricular e hipertensión intracraneana.

La hidrocefalia ha sido conocida desde hace siglos, sin embargo debido a la carencia de bases anatómicas y fisiológicas de su época, fué mal entendida e interpretada y el tratamiento, nunca fué adecuado. La primera descripción anatómica de esta enfermedad fue realizada por A. Vesalio, quién la asoció con una estenosis del acueducto cerebral. En el presente siglo, los avances en los medios de diagnóstico y tratamiento han sido importantes, en la década de los 50's se desarrollaron los sistemas valvulares derivativos (SVD) que actualmente prevalecen y, en la década de los 70's, el advenimiento de la tomografía axial computada (TAC) y de la tomografía por resonancia magnética nuclear (RMN), marcaron un paso importante para el diagnóstico.

En la Actualidad, existe una variedad muy amplia de SVD tanto por sus mecanismos valvulares como por sus marcas comerciales, lo que hace difícil la selección de estos. Ante esta diversidad de equipos, se deberá siempre buscar, el SVD que ofrezca un mejor funcionamiento de acuerdo a la hidrodinámica del LCE y, que menos complicaciones produzca.

El presente trabajo, hace una breve revisión de los puntos que son básicos para el entendimiento de esta entidad patológica y un estudio clínico de los diferentes SVD utilizados.

## ANATOMIA DEL SISTEMA VENTRICULAR

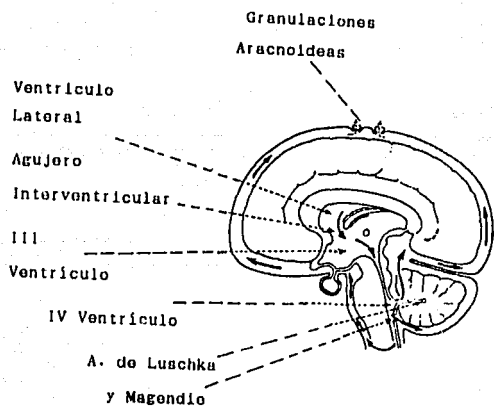
El sistema ventricular consta de una serie de cavidades dentro del encéfalo, dichas cavidades se encuentran revestidas de tejido ependimario y llenas de LCE. Cada hemisferio cerebral contiene un ventrículo lateral el cual se une al tercer ventrículo junto con su homólogo contralateral a través del agujero interventricular (de Monro), este a su vez se une con el cuarto ventrículo a través del acueducto cerebral mesencéfalico (de Silvio). Los ventrículos laterales, el tercer ventrículo y parte del acueducto cerebral se localizan por arriba de la tienda del cerebelo (supratentoriales). El cuarto ventrículo y parte del acueducto cerebral están por debajo de esta estructura dural (infratentorial). El conducto central de la médula espinal se une al cuarto ventrículo, rostral a la unión de la médula oblongada y la médula espinal (fig. 1).

Cada ventrículo lateral puede ser dividido en 4 partes: asta anterior (frontal o frontoparietal), cuerpo o trigono colateral (atrio), asta inferior (temporal o esfenoidal) y asta posterior (occipital), (1).

**ASTA ANTERIOR:** Localizada por delante del A. interventricular, de forma triangular al corte coronal. El techo y su pared rostral están formadas por el cuerpo calloso, la pared interna está constituida por el septum pellucidum, la pared externa está formada por la cabeza del núcleo caudado la cual hace proyección intraventricular.

Figura 1

ANATOMIA Y CIRCULACION DEL LCE



**CUERPO:** Se extiende caudalmente desde el a. interventricular hasta un punto impreciso, próximo al rodete del c. calloso. Esta porción arqueada y más estrecha se continúa hasta que el ventrículo comienza a ensancharse dentro del trigono colateral (Atrio). Se conoce como trigono colateral a la parte del ventrículo lateral próxima al rodete del c. calloso, donde el cuerpo del ventrículo lateral confluye en las astas temporal y occipital.

**ASTA INFERIOR:** Se incurva hacia abajo y hacia adelante alrededor de la cara posterior del tálamo y se prolonga rostralmente hasta la parte interna del lóbulo temporal, para terminar a unos 3 cm. del polo temporal. El techo y la pared externa del asta están formados por el tapetum y la radiación óptica; el piso contiene la eminencia colateral causada por el surco del mismo nombre. El asta inferior contiene a la formación del hipocampo en la pared interna que se extiende desde la región del rodete hasta el polo temporal del ventrículo. Siguiendo las caras superior e interna del hipocampo se encuentra el cuerpo franqueado (fimbria).

**ASTA POSTERIOR:** Se extiende desde el trigono colateral hasta el lóbulo occipital. El techo y su pared externa están constituidos por las fibras del tapetum del c. calloso, mientras que el piso es la sustancia blanca del lóbulo occipital. El calcar avis, es una eminencia longitudinal, se produce por la penetración en profundidad de la cisura calcarina.

El tercer ventrículo es una hendidura en la línea media que separa ambos tálamos y las mitades adyacentes del hipotálamo. Posee un techo, un suelo y cuatro paredes. El techo está formado por la tela coroidea. El suelo está constituido por el quiasma



óptico, el tuber cinerium y el infundíbulo, los cuerpos mamilares, la sustancia perforada posterior y la parte más superior de la calota mesencéflica. La pared anterior es la lámina terminal (Neuroporo anterior, embriológicamente) que se extiende desde el quiasma óptico hasta el pico; cerca de su extremo superior se encuentra la comisura blanca anterior y el a. interventricular. La pared posterior esta formada por el tallo de la glándula pineal y las comisuras blancas posterior y habenular. A cada lado del III ventrículo se encuentra limitado posterosuperiormente por las superficies mediales de los tálamos y anteroinferiormente, por las mitades opuestas del hipotálamo. La comisura gris intertalámica cubre el estrecho espacio interventricular.

El IV ventrículo es una cavidad amplia en forma de rombo que se encuentra en la protuberancia y el bulbo y, que se extiende desde el conducto del epéndimo de la porción superior de la médula cervical hasta el acueducto cerebral del mesencéfalo. Su techo lo forman el cerebelo y los velos medulares superior e inferior, que se extienden hacia una depresión dentro del cerebelo conocida como fastigio o receso del techo del IV ventrículo. El velo medular superior forma el techo de la porción protuberancial del ventrículo, mientras que el velo medular inferior y la tela coroidea forman el techo de su porción bulbar. La parte más ancha del IV ventrículo es inmediatamente caudal a los pedúnculos cerebelosos medios. En esta región existe a ambos lados un receso lateral que, se extiende sobre la cara del pedúnculo cerebeloso inferior para abrirse dentro de la cisterna magna. Estos recessos laterales contienen al plexo coroideo, que sobresale a través de los agujeros de Luschka dentro del espacio subaracnoideo (ESA).

Una pequeña abertura media en la región caudal del ventrículo es conocida como agujero de Magendie. A través de estos tres orificios fluye el LCE desde el espacio ventricular hacia el ESA.

Bajo condiciones fisiológicas, la mayoría del LCE es secretado por los plexos corooides y fluye en el sistema ventricular para emerger por el IV ventrículo al ESA y de ahí ser egresado en diferentes direcciones. La circulación puede ser medial a través de la cisterna prepónica, ambiens e interhemisférica o, circular anteriormente sobre las convexidades cerebrales para finalmente pasar a las vellocidades aracnoideas de los senos venosos duros y permitir su salida por canales unidireccionales, que solo permiten su apertura por un gradiente de presión hidrostática. También existe circulación posterior hacia la cisterna lumbar a través del A. medial (Magendie).

#### FORMACION DE LCE.

En el humano la mayor parte de los plexos corooides se ubican en los ventrículos laterales y se encuentran anclados en la pared medial de estos en donde, las arterias coroideas anterior y posterior le dan origen vascular. El restante plexo corooides "cuelga" en los techos del III y IV ventrículos y son irrigados por los ramos de las arterias coroidea posterior medial y arteria cerebelosa postero-inferior respectivamente.

Se acepta universalmente que la mayoría del LCE se forma en el sistema ventricular. Los sitios involucrados incluyen a los plexos corooides, el epéndimo y, el parénquima cerebral. En el humano, los plexos corooides constituyen el 80 % de la superficie interna del

cerebro y el epéndimo completa el restante porcentaje (2). Sato y cols. (3) en 1972, determinaron además que existe formación de LCE en el ESA de los perros.

El plexo coroideo consiste en una numerosa cantidad de microvelocidades las cuales dependen de una capa de epitelio cuboideo, siendo este último una capa de tejido ependimario modificado y que recubre a una matriz de tejido estromal derivado de una doble capa de la pia. En el centro de cada microvelocidad existe un endotelio capilar de tipo fenestrado con uniones muy estrechas dando por resultado una barrera de sangre-LCE. El epitelio coroideo tiene características histológicas de especialización para transporte de solutos y solventes. Varios estudios animales han mostrado diferencias morfológicas y funcionales entre los plexos coroideos de los ventriculos laterales y los del IV ventriculo (2). El plexo coroideo ha sido comparado con el túbulo contorneado proximal del riñon, ya que puede tanto secretar como absorber un gran número de sustancias (2).

Los resultados obtenidos con preparaciones aisladas de plexo coroideos indican, que el 80 % o más de la producción de LCE es originado en este lugar. En preparaciones del sistema ventricular carentes de plexos coroideos, han mostrado una producción de LCE que van desde el 30 hasta el 60 %.

La utilización de acetazolamida, un inhibidor de la anhidrasa carbónica, bloquea la formación de LCE en las preparaciones aisladas de plexo coroideos mientras que *in vivo* causa sólo una reducción del 50 al 60 %. La Furosemida disminuye la formación de LCE interfiriendo con el transporte de Cloro, más que por un efecto directo con la anhidrasa carbónica.

Estos hechos sugieren la presencia de otras fuentes productoras de LCE y que no dependen del plexo coroideo.

Los estudios animales *in vivo* realizados con marcadores extracelulares, han mostrado que el parénquima cerebral produce LCE en cantidad aproximada del 10 al 20 % del total (2).

Lo mencionado anteriormente, explica las fallas observadas a inicios del siglo cuando se pensó que realizando plexectomía coroidea, controlaría en forma adecuada a la hidrocefalia, también queda establecido que los tratamientos médicos a base de este tipo de medicación son de limitado valor terapéutico.

La formación del LCE, inicia con el paso de un ultrafiltrado plasmático a través de las uniones del endotelio capilar coroideo hacia las vellocidades coroideas, gracias a un gradiente de presión hidrostático. Este ultrafiltrado es posteriormente transformado a una secreción (LCE), por medio de un proceso metabólicamente activo. Estos mecanismos metabólicos aún se encuentran en investigación y son objeto de controversia, pero se sabe que la anhidrasa carbónica, cataliza la formación de bicarbonato con el ión hidrógeno dentro de la célula, e inicia el mecanismo de la bomba de sodio\potasio, necesario para la formación del LCE.

Los estudios clínicos muestran que la tasa de formación de LCE es de aproximadamente 0.33 ml/min. ó 20 ml/hr ó 500 ml/día (4). Conociendo, que el volumen total de LCE dentro del sistema ventricular y del ESA, es de aproximadamente 150 ml en un momento dado, es lógico pensar entonces, que existen 3 recambios de este al día.

Bajo condiciones fisiológicas la formación de LCE no depende de la

presión intraventricular, pero cuando esta aumenta disminuye la Presión de Perforación Cerebral, y probablemente interfiera con el primer paso de de la producción de LCE, reduciendo la cantidad de ultrafiltrado de los capilares coroideos.

A continuación se enumeran los factores que alteran la producción de LCE (5):

#### AUMENTO EN LA PRODUCCION

- 1). Estimulación colinérgica
- 2). Tóxina del cólera
- 3). Hipotonicidad sérica
- 4). Hipertermia

#### DISMINUCION EN LA PRODUCCION

- 1). Estimulación adrenérgica
- 2). Glicósidos cardiacos
- 3). Dinitrofenol
- 4). Glucocorticoides
- 5). Acetazolamida
- 6). Furosemide
- 7). Aumento en la presión del LCE
- 8). Hipertonicidad sérica
- 9). Hipotermia

#### ABSORCION DEL LCE.

Se ha intentado por mucho tiempo determinar que fuerzas se relacionan con la absorción de LCE. Weed (2), propuso que la absorción dependia de una fuerza coloidosmótica, además de un gradiente de presión hidrostático, sin embargo esta primera fue descartada y en la actualidad solo se acepta a la segunda.

También se ha identificado la existencia de un proceso de pinocitosis, en las células endoteliales aracnoideas dentro de los

senos venosos, el cual está determinado por la presión hidrostática y no, por un proceso metabólicamente activo, ya que este continúa a pesar de la muerte de los animales con hidrocefalia experimental.

La absorción de LCE ocurre principalmente en las granulaciones aracnoideas dentro de los senos venosos, sin embargo, no todo el LCE pasa por estas válvulas unidireccionales. También se sabe, que existe drenaje de LCE hacia el sistema linfático general, a través de unos pequeños canales de pared delgada que han sido observados en la adventicia de los vasos sanguíneos cerebrales, probablemente estos sean los análogos a los conductos linfáticos. Otra fuente de absorción lo constituye el tejido cerebral, sin embargo sus mecanismos aún no están claros (2).

Las características identificadas en el LCE, hacen suponer que tiene una gran cantidad de funciones, algunas no conocidas hasta la fecha, pero se sabe que este da protección, soporte, y transporte de hormonas dentro del encéfalo, además de proporcionar un medio interno constante para las funciones fisiológicas de conducción eléctrica.

## HIDROCEFALIA

### CONCEPTO

La hidrocefalia es un proceso patológico que resulta por un desequilibrio entre la formación y absorción de LCE, acompañado de dilatación ventricular e hipertensión intracraneana.

### CLASIFICACION

Existen diversas clasificaciones de esta entidad clínica en

base a su fisiopatología las cuales mencionaremos brevemente:

Hidrocefalia No Comunicante: Se conoce con este término a la hidrocefalia que resulta por una obstrucción dentro del sistema ventricular (también llamada hidrocefalia obstructiva) y, que desarrolla crecimiento ventricular asimétrico.

Hidrocefalia Comunicante: En esta variedad, el sistema ventricular se encuentra permeable y comunicado al ESA. Aquí el factor etiológico es extraventricular.

Hidrocefalia Congenita: Por su presentación, esta variedad se detecta desde el nacimiento o incluso en la vida uterina a través de métodos auxiliares de diagnóstico (B). -

Hidrocefalia Adquirida: En este caso el factor etiológico es adquirido y la hidrocefalia resultante puede ser comunicante o no comunicante.

Hidrocefalia Arrestada: Conocida también como H. Detenida, Abortada, o " ex vacuo ", en la cual los ventrículos permanecen dilatados, pero la presión intracraneana (PIC) regresa a los límites normales y, la absorción de LCE se balancea con la producción. Neurológicamente puede dejar secuelas o cursar sin estigmas. El diagnóstico de este tipo especial de hidrocefalia es difícil y siempre deberá descartarse de una hidrocefalia evolutiva.

Hidrocefalia de Presión Normal: Conocida también como hidrocefalia oculta, de baja presión, normotensa o demencial. De etiología incierta, probablemente exista un periodo previo a la enfermedad que impida el flujo normal de LCE, causando presión intraventricular (PIV) elevada y por consiguiente dilatación ventricular lo cual ocasiona síntomas, la presión del LCE es

normal (<de 180 mm. de agua), y la enfermedad se desarrolla en lapso de meses o años una vez que se instala el factor etiológico. Sus manifestaciones principales en orden de aparición son cambios en la esfera mental, trastornos en la marcha e incontinencia urinaria.

Cabe mencionar que en la hidrocefalia, en términos generales, no hay sobreproducción de LCE, sino como ya se mencionó, existe un desequilibrio entre la producción y la absorción. La única excepción lo constituye el papiloma de los plexos coroides siendo esta una causa relativamente rara.

#### ETIOLOGÍA

Existen múltiples causas que ocasionan hidrocefalia. La forma clásica de ordenarlas ha sido siempre desde el punto de vista de su presentación y tipo. Por lo tanto, hay hidrocefalias congénitas así como adquiridas y, cada una a su vez se subdivide en hidrocefalias comunicantes y no comunicantes. El siguiente cuadro muestra la etiología en base a este orden.



## HIDROCEFALIA NO COMUNICANTE

### LESIONES CONGENITAS

A. Obstrucción y / o Estenosis Acueductal, secundario a:

- 1). Gliosis
- 2). Bifurcación Acueductal.
- 3). Estenosis Real
- 4). Septación

B. Atrésia de los A. de Luschka y Magendie

Síndrome de Dandy - Walker

C. Tumores

- 1). Quistes Intracraneales Benignos
- 2). Malformaciones Vasculares
  - 2.1). Malformación ArterioVenosa
  - 2.2). Aneurisma de la Vena de Galeno

### LESIONES ADQUIRIDAS

A. Estenosis Acueductal

Adherencias secundarias a Infección o Hemorragia (7)

B. Inflamación o Cicatriz Ventriculares (7,8,9)

C. Tumores

1). Neoplásicos

1.1). Quiste Coloide (Intraventricular)

1.2). De la Región Pineal

1.3). De Fosa Posterior (10)

2) No Neoplásicos

2.1). Hematomas (Intraventricular / Fosa Posterior)(7)

2.2). Abscesos / Granulomas

2.3). Quistes Aracnoideos

2.4). Cisticercosis (8,9)

## HIDROCEFALIA COMUNICANTE

### LESIONES CONGENITAS

- A). Malformación de Arnold - Chiari (11)
- B). Encefalocele
- C). Lisencefalia
- D). Ausencia Congénita de Granulaciones Aracnoideas
- E). Engrosamiento de las Leptomeninges secundarias a:
  - 1). Hemorragia
  - 2). Infección

### LESIONES ADQUIRIDAS

- A). Inflamaciones Leptomeningeas secundaria
  - 1). Infección (Bacteriana, Tuberculosis, Hongos)
  - 2). Hemorragia Subaracnoidea (Espontánea, Traumática, Postop.)
  - 3). Cisticercosis (8,9)
  - 4). Carcinomatosis Meningea
- B). Tumores (Supratentoriales que causan Hernia Tentorial)
  - 1). Neoplásicos
  - 2). No Neoplásicos
- C). Platibasia
- D). Aumento de la Viscosidad del LCE por Aumento del Contenido de Proteínas
- E). Producción Excesiva de LCE
  - Papiloma del Plexo Coroides

Este cuadro intenta resumir en forma global la etiología de la hidrocefalia. Sin embargo, se han reportado otras causas de

hidrocefalia como la atresia congénita del a. de Monro que ocasiona dilatación ventricular asimétrica unilateral (12,13), y a la que resulta posterior a un traumatismo craneoencefálico (14).

#### CUADRO CLINICO

La presentación clínica de la hidrocefalia varía de acuerdo a la edad del paciente, es decir, las manifestaciones y el comportamiento clínico del paciente pediátrico y del paciente adulto son completamente diferentes, por tanto, es importante saber estas diferencias ya que el realizar un diagnóstico precoz nos da la posibilidad de recuperar a un paciente con el menor daño neurológico posible (15,16,17).

En el recién nacido y en los infantes, debido a falta de fusión de las suturas, existe un aumento progresivo del perímetro cefálico con dilatación masiva de los ventrículos, dejando como consecuencia, un manto cerebral reducido y con secuela neurológica obvia. Entre los hallazgos clínicos encontramos:

- 1). Un aumento de la circunferencia craneal con la cabeza redonda y la frente alta.
- 2). El aspecto facial de " sol en ocaso " debido a retracción palpebral e incapacidad para la supravisión, debido a la presión ejercida en el tectum mesencefálico por el III ventrículo.
- 3). El pericráneo se encuentra adelgazado y con sus venas dilatadas.
- 4). A la percusión se encuentra el signo de la " olla rajada ".
- 5). A la palpación, el cráneo es blando por la separación de suturas, la fontanela anterior se halla abierta y tensa.

- 6). En los estados graves, descompensados, el nivel de conciencia se encuentra alterado y se acompaña de vómito y,
- 7). En los estados de larga duración, el paciente inicia en forma gradual con retraso mental y muestra un desarrollo neurológico que no va de acuerdo a su edad.

En el adulto, el desarrollo de la hidrocefalia o bien es de inicio agudo o su evolución es crónica. El cuadro agudo se acompaña de signos y síntomas de PIC aumentada como cefalea holocraneana intensa, progresiva, que no cede con la administración de analgésicos y que se acompaña de vómitos en " proyectil " y papiledema.

La forma crónica de esta entidad en el adulto también se le conoce como hidrocefalia de " presión normal " (HPN) o, Síndrome de Hakim - Adams.

#### MÉTODOS AUXILIARES DE DIAGNOSTICO

Antes del desarrollo de la Tomografía Axial Computada (TAC) y de la Tomografía por Resonancia Magnética Nuclear (RMN), los estudios radiológicos de elección para el estudio de la enfermedad fueron la radiografía simple de cráneo, la neumoencefalografía, la angiografía carotídea y la ventriculografía.

La neumoencefalografía y la ventriculografía con medio de contraste radiolucido o radioopaco hidrosoluble, dan información útil sobre la morfología del sistema ventricular y del ESA en forma panorámica y orientan a la etiología, pero estos estudios por ser invasivos, laboriosos y con alta morbimortalidad, en muy contadas situaciones se realizan.

Actualmente el método de elección para el estudio de la hidrocefalia es la TAC y la RMN.

En la población pediátrica, el ultrasonido es el estudio de elección ya que no es invasivo, ni de naturaleza radiológica, da mucha información en relación a la morfología y tipo de sistema ventricular así como de su patología, desgraciadamente solo se puede realizar mientras las fontanelas persistan abiertas. Otra aplicación útil del Ultrasonido es durante la cirugía, ya que permite ubicar los cateteres tanto ventricular como distal atrial (18). El Ultrasonido no supera a la TAC.

En forma breve, describiremos los hallazgos más frecuentes encontrados en la radiografía simple de cráneo, angiografía carotídea y TAC, por ser los métodos más comunmente utilizados. La RMN es un estudio de desarrollo relativamente reciente, no radiológico y con gran calidad de imagen, sin embargo, por el costo del equipo, mantenimiento de este y el personal especializado que requiere, lo hacen un estudio poco accesible por sus costos, además de no estar disponible en todos los lugares.

Las radiografías simples de cráneo son útiles como estudio inicial, ya que sus hallazgos secundarios permiten sugerir la patología. Hay que aclarar que los datos proporcionados por este, son los resultantes de una PIC y no de una entidad en especial, queda claro entonces, que las radiografías simples de cráneo no permiten confirmar el diagnóstico de hidrocefalia. En forma global podemos decir que la PIC resulta por trastornos de la dinámica del LCE o por un aumento de la masa intracraneal secundario a una neoplasia (19). Lo observado de acuerdo a la edad es :

1). Agrandamiento craneal.

2). Ensanchamiento de suturas.

Las que con mayor frecuencia se afectan son la coronal y sagital, en casos graves se involucra también la lambdoidea.

3). Impresiones circunvolucionales.

También llamadas impresiones " digitales ". Este signo es de poco valor ya que puede encontrarse en cráneos normales. Además se confirmó que estas impresiones no coinciden bien con las circunvoluciones cerebrales. Por tanto una regla segura es no diagnosticar PIC elevada con este solo dato, deberá considerarse siempre y cuando haya una o más alteraciones de HIC.

4). Vascularidad aumentada.

5). Atrofia difusa o destrucción local de los huesos craneales. El hueso que más se afecta por HIC es el esfenoides.

6). Silla turca.

Se afecta dependiendo del vector de fuerza y duración:

6.1). Erosión de la pared cortical anterior del dorso de la silla.

6.2). Erosión de las apófisis clinoides posteriores y de la pared posterior del dorso de la silla.

6.3). Erosión del plano esfenoidal.

6.4). Agrandamiento (profundización) de la silla.

7). Se pueden encontrar defectos asociados como:

Platibasia e impresión basilar.

La angiografía carotídea (20), al igual que el estudio anterior, informa por datos indirectos de crecimiento ventricular. La elongación y estrechamiento de las venas subependimarias y de

las arterias cerebrales constituyen, un indicador angiográfico relativamente insensible ya que por lo general, su situación y distribución son normales en las hidrocefalias leves y moderadas. En la dilatación ventricular severa la distancia entre las arterias cerebrales anterior y media aumenta en las proyecciones anteroposterior, debido a que el ventrículo lateral crea un efecto de masa. En la Hidrocefalia simétrica las ramas de la a. cerebral anterior en la proyección a/p, se muestran tensas y rectificadas permaneciendo en la línea media, y en la proyección lateral, se les ven estrechas y desplazadas hacia arriba. La a. cerebral media en la proyección a/p, se le encuentra rechazada en forma lateral así como de sus ramas lenticuloestriadas. En la proyección a/p, de la fase capilar, el plexo pial pericallosa da la apariencia de una V. En la fase venosa con la misma proyección, se observa desplazamiento de la vena tálamo - estriada. En la hidrocefalia asimétrica, el patrón vascular se comporta de forma diferente, variando con desplazamientos dependientes del lado afectado.

La TAC (21) es el método radiodiagnóstico más útil en la evaluación del sistema ventricular y del ESA. Tiene la ventaja de ser un estudio no invasivo y determina la clasificación y etiología de la hidrocefalia (fig.2). En la hidrocefalia no comunicante existen 3 características importantes:

- 1). Agrandamiento de la porción superior y lateral de los cuernos frontales.
- 2). Dilatación de los cuernos temporales.
- 3). Hipodensidad periventricular.

Figura 2

HALLAZGOS RADIOLOGICOS POR TAC



LA PRESENCIA DE HIPODENSIDAD PERIVENTRICULAR Y SURCOS OBLITERADOS SUGIERE PRESION INTRACRANEANA AUMENTADA



III VENTRICULO DILATADO  
VENTRICULO LATERAL DILATADO  
IV VENTRICULO NORMAL

EL PATRON DE VENTRICULOMEGALIA AYUDA A DETERMINAR LA ETIOLOGIA

DILAT. VENT. LAT

DILAT DEL III VENT

IV VENT  
NORMAL

SUGIERE ESTENOSIS  
DEL ACUEDUCTO C.

IV VENT  
AUSENTE O  
DESVIADO

SUGIERE NEOPLASIA  
DE FOSA POSTERIOR



Sin embargo estos hallazgos no son absolutos. Si la TAC muestra dilatación de los ventriculos laterales, sugiere obstrucción a nivel del a. interventricular (de Monro). La dilatación tetraventricular sin visualización de las cisternas de la base, es consistente con obstrucción del IV ventriculo a nivel de los A. de Luschka y Magendie. Si esta dilatación tetraventricular se acompaña de agrandamiento de las cisternas de la base, sugiere obstrucción extraventricular al nivel del hiato tentorial.

La dilatación conjunta de los Ventriculos laterales y el III ventriculo con : 1). IV ventriculo normal, indica estenosis del acueducto cerebral (de Silvio) o, si el 2). IV ventriculo esta desviado o ausente, la etiología probable es una neoplasia de fosa posterior.

La hidrocefalia comunicante secundaria a obstrucción extraventricular se muestra como una dilatación tetraventricular, que se acompaña de aumento de tamaño de las cisternas de la base, silvianas y evidencia de surcos en las circunvoluciones corticales bajas.

La localización anatómica del sitio de obstrucción de LCE es teóricamente exacta por la TAC, sin embargo no siempre es esto posible y en casos difíciles, se requiere de ventriculografía / TAC con medio de contraste hidrosoluble, para determinar el sitio exacto.

La ausencia de hipodensidad periventricular y la presencia de surcos aumentados traduce un proceso atrófico.

La tomografía obtenida por RMN, informa de los mismos datos que la TAC, sin embargo existen mayores ventajas con este, tales como la ausencia de radiación ionizante, no se producen artefactos óseos, lo que permite visualizar en forma precisa el IV ventrículo y las lesiones de la fosa posterior y no requiere de medios de contraste, pero manejando los tiempos de recuperación de la señal, es posible dar un contraste, en T1 el cual es un tiempo de recuperación corto, la imagen del LCE es hiperintensa viéndose clara en el estudio, en T2 la recuperación es más prolongada y la imagen será hipointensa y de tonalidad oscura.

Existen otros métodos diagnósticos que son aplicables para estudiar la dinámica del LCE, como la cisternografía con radioisótopos. Este estudio, introduce un radionúclido en la cisterna lumbar ya sea RISA (albúmina sérica humana marcada con I 131) o, DTPA (ácido dietil-triamino-pentaacético) y, se le sigue por medio de un contador, si se detecta reflujo del radiofármaco hacia el sistema ventricular con una tasa de aclaramiento lento, el estudio es sugestivo de hidrocefalia comunicante o de presión normal.

Otro estudio auxiliar, lo constituye el monitoreo continuo de la PIC, que se utiliza para la investigación de HPN, lo cual se puede realizar con un catéter intraventricular o con registro parenquimatoso cerebral (22), la presencia de ondas  $\beta$  en más de un 5 % en un registro de 24 horas, sugiere alteración en la absorción de LCE, por lo que requerirá de una cirugía derivativa.

#### TRATAMIENTO I

El tratamiento médico se ha ensayado en múltiples ocasiones

intentando controlar la producción de LCE. Como ya vimos anteriormente, la acetazolamida *in vivo* solo reduce en forma parcial la formación de LCE en los animales de experimentación. En el humano esto no ha sido efectivo y se ha demostrado que el efecto de grandes dosis intravenosas de dicho fármaco, solo dura 30 segundos y la terapia crónica no es factible. También se ha utilizado isosorbide oral pero igualmente no ha sido eficaz para su uso crónico, ya que ocasiona deshidratación hipernatrémica después de 72 horas, este medicamento reduce la formación de LCE y produce remoción osmótica del LCE desde los ventrículos. El tratamiento con furosemide tampoco ha mostrado efectividad en su uso a largo plazo.

Por lo ya todo mencionado, el tratamiento de la hidrocefalia es de manejo quirúrgico únicamente y NO caben expectativas de terapia médica " conservadora ", sólo se justifica en algún momento dado, si el paciente se encuentra bien compensado y en espera de cirugía. Aún en los casos de urgencia absoluta, donde la preparación del paciente para tratamiento quirúrgico no sería factible por la brevedad de tiempo, se requerirá de punción ventricular evacuadora de LCE urgente, bien sea por twist drill frontal (23) o, por punción transorbitaria (24).

Los procedimientos quirúrgicos diseñados para el tratamiento de la hidrocefalia, intentarán eliminar la causa de ésta, siempre y cuando, sea identificable y susceptible de ser tratada. En los casos donde la etiología sea idiopática o no accesible, tendrán lugar las técnicas de drenaje de LCE (25).

En términos generales, el tratamiento quirúrgico de la

hidrocefalia se originó en la última década del siglo pasado y en las 2 primeras del actual. Históricamente la finalidad de estos procedimientos los podemos dividir de la siguiente manera (26):

- A). Reducción de la formación de LCE.
- B). Derivación de LCE a una estructura o área donde pueda ser absorbido o excretado.
- C). Derivación del LCE desde el sitio de obstrucción en el sistema ventricular hacia estructuras intracraneales o extracraneales donde pueda ser absorbido (By Pass).
- D). Derivación del LCE hacia otras cavidades por medio de sistemas válvulares derivativos.

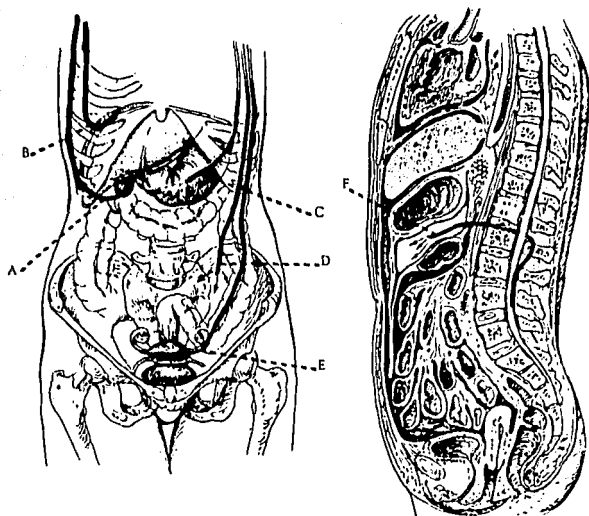
El tratamiento quirúrgico de la hidrocefalia destinado a controlar la formación de LCE, inició con Dandy al reseca los plexos coroides en 1918 y cauterizarlos en 1922 través de un ventriculoscópio. En la actualidad este procedimiento ha sido abandonado debido a la disparidad de los resultados y por su gran morbimortalidad, aunque en 1970, Scarff (27) con la misma técnica quirúrgica de cauterización de los plexos coroides aplicado en 39 casos de hidrocefalia comunicante, reportó hidrocefalia arrestada en 26 de ellos, con una tasa de mortalidad operatoria del 15 %. En 1972 Weiss y Roessmann (28), reportaron disminución en la producción de LCE en perros con hidrocefalia, por medio de la aplicación intraventricular de oro coloidal radiactivo.

El siguiente paso consistió en derivar el LCE hacia lugares donde la absorción fuera posible. Muchos investigadores (26) probaron sitios como la región subgaleal, el antro mastoideo, las

glándulas salivales, los sistemas venoso y linfático de la cabeza y cuello, la vena cava, el conducto torácico, la cavidad pleural, el atrio derecho y en abdomen (fig. 3), la cavidad peritoneal, la cavidad de los epiplones, el estómago, la vesícula biliar, el íleo, los uréteros (fig. 4), la vejiga urinaria y los oviductos. De todos los sitios mencionados, las cavidades con mejor índice de absorción y accesibilidad quirúrgica relativamente fácil son la cavidad peritoneal y el atrio derecho, vía vena yugular interna, sitios actualmente utilizados. La derivación hacia la cavidad pleural aunque técnicamente es más elaborada, es igualmente efectiva. El mayor problema de estas derivaciones para su época, fué la carencia de catéteres de material biocompatible, por lo que al emplear tubos rígidos de materiales diversos o injertos de vena safena, sus resultados fueron malos. Ya desde 1898, Ferguson realizó las primeras derivaciones de LCE hacia el peritoneo pero por la falta de elementos y ante sus malos resultados, su aportación fue olvidada.

Figura 3

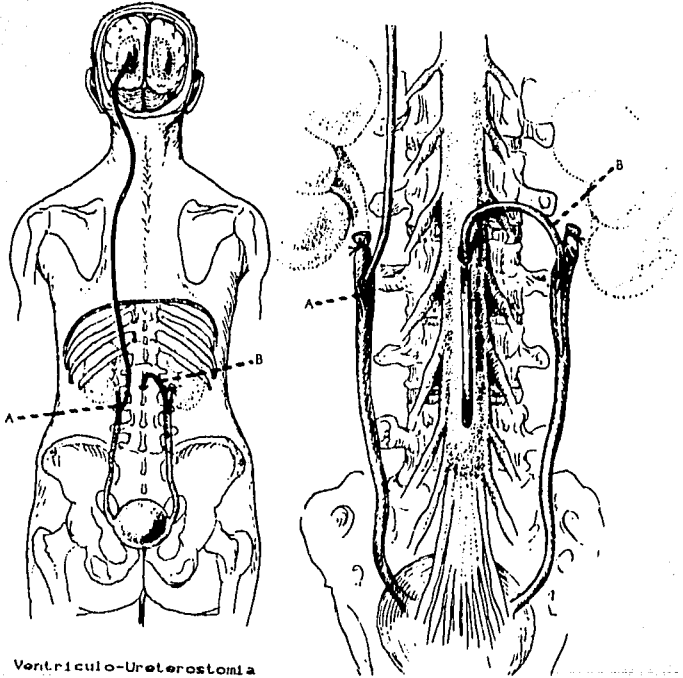
DERIVACIONES DE LCE A CAVIDAD ABDOMINAL



- AD. A la vesicula biliar
- BD. Al espacio suprahepático
- CD. Al estómago
- DD. Al peritoneo
- ED. A la trompa de Falopio
- FD. A la cavidad de los epilones

Figura 4

DERIVACION DE LCE HACIA URETEROS



A). Ventriculo-Ureterostomia

B). Del ESA Lumbar al uretero

El By pass de LCE del sistema ventricular hacia estructuras ya sean intracraneales o extracraneales, se utiliza únicamente en la hidrocefalia No comunicante. Estas técnicas solo son útiles si existen cisternas y ESA adecuados, los cuales deberán ser evaluados radiológicamente para determinar factibilidad quirúrgica.

Han sido descritos muchos procedimientos pero hoy en día solo dos han subsistido y continúan vigentes. El primero de este tipo fué la Tercer Ventriculostomía que desarrolló Dandy en 1922, esta cirugía en su forma original era realizada por craniotomía abierta pero se acompañaba de una alta mortalidad operatoria (10 al 15 %) y sin curación efectiva, aunque Dandy mencionó que en el 80 al 70 % de sus casos, la hidrocefalia se arrestaba. Debido a estos inconvenientes, Mc Nickle en 1947, desarrolló una técnica en la cual logró la tercer ventriculostomía por punción percutánea de la fontanela anterior, empleando una aguja y con esto fenestrando el piso del III ventrículo. Guiot y cols. en 1958, hicieron lo mismo, pero empleando el leucotómo de Bertrand y con estereotaxia. Ambos procedimientos no producen ni morbilidad ni mortalidad y se siguen empleando en ciertos casos.

La ventriculocisternostomía fué introducida por Torkildsen en 1939 para el tratamiento de la hidrocefalia no comunicante, secundaria a tumores que obliteraran el III ventrículo, el acueducto cerebral (estenosis acueductal) o al IV ventrículo. Torkildsen observó una mortalidad operatoria del 30 % con una tasa de éxito del 58 %. La técnica descrita realiza un trépano en la región parietal posterior con la inserción de un catéter intraventricular, de ser posible la punta de este se ubicará en el



cuerno frontal, se le coloca un reservorio y el catéter distal se tuneliza subdermicamente, la punta finalmente se coloca a nivel de la 10 ó 20., vértebras cervicales por debajo de la duramadre.

Otros sitios intracraneales útiles para derivación de LCE, son el seno sagital superior (d. ventrículo - sinusal), la cisterna pericallosa, cisterna ambiens y el espacio subdural (fig. 5).

#### TRATAMIENTO ACTUAL

El advenimiento de los SVD hizo que la cirugía se simplificara y redujera su dificultad técnica así como su morbimortalidad. La conducta actual para ofrecer tratamiento quirúrgico requiere de las siguientes características: (1) selección apropiada del paciente, (2) momento oportuno y, (3) técnica quirúrgica adecuada.

Las indicaciones para cirugía son, generales: (1) h progresiva,

(2) déficit potencialmente reversible y, (3) déficit previsible;

específicas: (1) h congénita no comunicante, (2) h adquirida no comunicante e, (3) h adquirida comunicante sintomática. Las

contraindicaciones para cirugía son, generales: (1) h. ex vacuo,

(2) restitución de vías de drenaje de LCE por cirugía directa y,

(3) h. extrema con ausencia "total" de manto cerebral;

específicas: (1) "ventriculitis activa", (2) hemorragia

intraventricular reciente, (3) infección sistémica activa, (4)

mielomeningocele abierto e, (5) hidranencefalia.

DETERIORO AGUDO. En estos casos se procede a drenaje ventricular de urgencia (23, 24) o, a derivación ventrículo-peritoneal (DVP)

o, derivación ventrículo-atrial (DVA). DETERIORO GRADUAL. Se

procede a DVP o a DVA. Si es hidrocefalia comunicante o HPN se

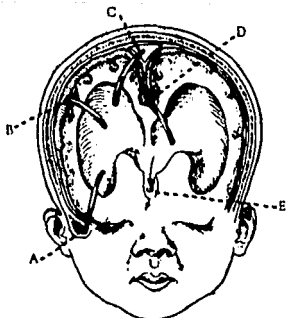
puede emplear la derivación lumbo-peritoneal. La figura 6 resume

los procedimientos quirúrgicos actuales.

Figura 5

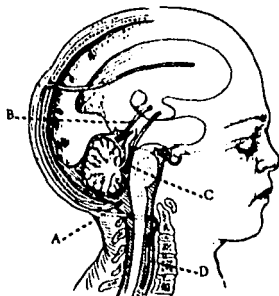
DERIVACIONES DE L.C.E INTRACRANEALES

Y TORACICAS

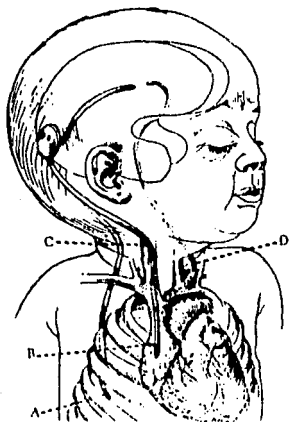


DERIVACIONES INTRACRANEALES

- A. VENTRICULOMASTOIDOSTOMIA
- B. VENTRICULO-ESPACIO SUBDURAL
- C. VENTRICULO-SENO SAGITAL
- D. VENTRICULO-CISTERNA PERICALLOSA
- E. TERCER VENTRICULOSTOMIA



- A. VENTRICULOCISTERNOSTOMIA
- B. TERCER VENTRICULO-CISTERNA AMBIENS
- C. TERCER-CUARTO INTERVENTRICULOSTOMIA
- D. VENTRICULO-ESPACIO SUBARACNOIDEO CERVICAL

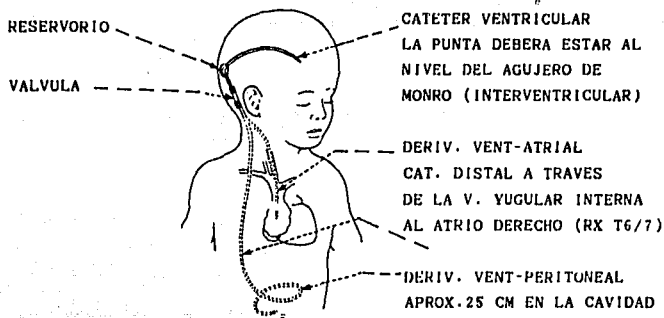


DERIVACIONES CERVICALES Y TORACICAS

- A. VENTRICULO-CAVIDAD PLEURAL
- B. VENTRICULO-ATRIO DERECHO
- C. VENTRICULO-YUGULAR INTERNA Y VENA CAVA
- D. VENTRICULO-CONDUCTO TORACICO

Figura 8

TRATAMIENTO ACTUAL DE LA HIDROCEFALIA

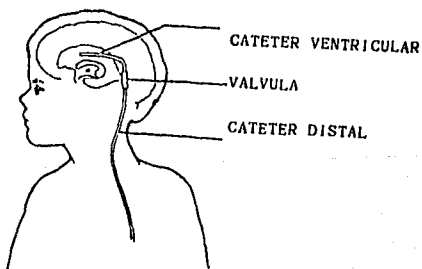


## SISTEMAS VALVULARES DERIVATIVOS ACTUALES

El tratamiento de la hidrocefalia con SVD, inició en 1952 cuando Nulsen y Spitz reportaron con éxito, la primera derivación de LCE hacia la vena yugular interna con un sistema valvular. Desde entonces y hasta la fecha, los avances técnicos en estos sistemas han progresado a tal grado, que existen múltiples válvulas y configuraciones (29), los cuales mencionaremos brevemente. Basicamente, todos los sistemas actuales constan de 3 partes: (a): un catéter ventricular, (b): una válvula unidireccional de presión diferencial y, (c): un catéter distal (fig. 7)

Figura 7

### CONFIGURACION BASICA DE UN SVD



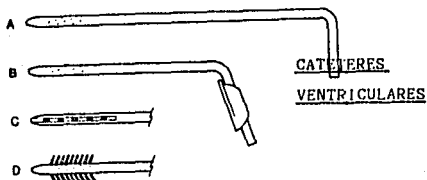
En la actualidad todos los componentes de los SVD están fabricados de silicón " grado médico ", el cual está compuesto por polidimetilsiloxano de alta viscosidad, sílica y peróxido de diclorobenzol, además de bario para hacerlos radiopacos. Este material es biocompatible y es bien tolerado por los tejidos, causando una mínima reacción tisular o trombosis intravascular.

Los catéteres ventriculares tienen 2 configuraciones básicas, siendo rectos o angulados y éstos a su vez en su extremo fenestrado, pueden estar con la punta libre o con aletas que le dan el aspecto de "cepillo" (fig. 8).

La colocación de los catéteres ventriculares es mostrado en la figura 9.

Figura 8

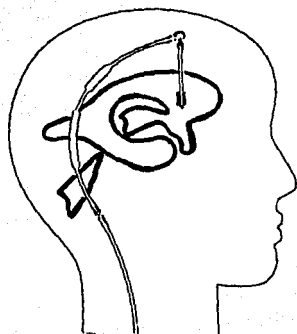
CONFIGURACION DE CATETERES VENTRICULARES



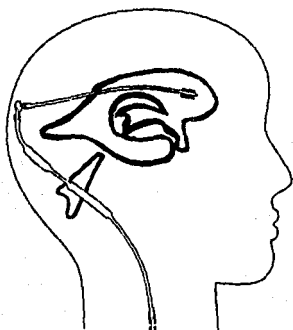
- A. CAT ANGULADO CON PERFORACION MULTIPLE EN LA PUNTA
- B. CAT ANGULADO CON RESERVORIO INTEGRADO
- C. CAT CON ORIFICIOS EN ACANALADURA
- D. CAT CON ORIFICIOS Y CEPILLO

Figura 9

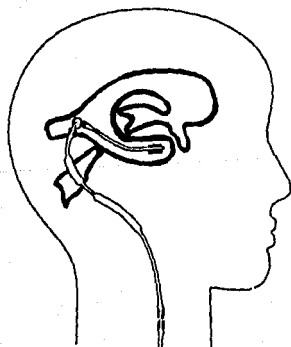
UBICACION DE LOS CATETERES VENTRICULARES



ABORDAJE FRONTAL



ABORDAJE PARIETAL POSTERIOR



ABORDAJE TEMPORAL

En cuanto al sistema valvular, podemos decir que es un dispositivo mecánico que previene el sobredrenaje de LCE y evita el reflujo de sangre o de otras secreciones dentro de los ventriculos laterales. El SVD es un dispositivo mecánico el cual esta compuesto por uno o más tubos y una válvula.

El flujo (F) por el SVD está determinado por la presión diferencial a través de éste ( $\Delta P$ ), y por la resistencia del mismo (R). Por tanto el flujo lo podemos conceptualizar en la siguiente ecuación :

$$F = \frac{\Delta P}{R}$$

La resistencia que presenta el tubo al flujo de liquido es despreciable, por lo que la válvula define la cantidad de resistencia del SVD (R).

Por otro lado, la presión que determina el flujo del LCE a través del SVD se puede expresar de la siguiente manera:

$$PP = PIV + PH - (PCD + PC)$$

Donde:

PP = Presión Perfusión del SVD

PIV = Presión Intraventricular

PH = Presión Hidrostática

( Positiva, cuando la cabeza está hacia arriba y, Negativa,  
cuando está hacia abajo)

PCD = Presión de Cavidad Distal ( Peritoneal o Auricular )

PC = Presión de Cierre del SVD

El flujo del LCE a través del SVD, será continuo hasta que la PP

se iguale a cero. En la posición supina, la PH es cero y, la válvula permanecerá cerrada mientras la PIV sea igual a la PCD + PC. Cuando el paciente se levanta, la PH se hace significativa. Si la PH rebasa a la PCD + PC, la PIV cae por debajo de la presión atmosférica antes de que el SVD cese el flujo, pudiendo caer a valores tan bajos como - 400 mm. de agua (efecto " sifón ") (fig. 10).

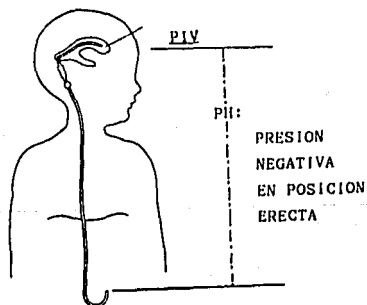
Figura 10

EFEECTO SIFON

PIV



POSICION SUPINA  
NO HAY EFECTO SIFON



POSICION ERECTA =  
EFECTO SIFON

PIV - PRESION INTRAVENTRICULAR

PH = PRESION HIDROSTATICA



Todas las válvulas actuales son de presión diferencial simple, esto significa que la válvula se abre y se cierra en base a la presión diferencial existente entre la entrada y la salida del SVD.

Existen basicamente 2 tipos de válvulas de presión diferencial las de baja resistencia y las de alta resistencia.

#### Valvulas de baja resistencia

En esta categoria se encuentran ubicadas las válvulas de Hakim, esfera-resorte (Cordis Corp., Miami, Florida), y la de Pudenz, diafragma (American Heyer Schulte Corp., Goleta, California). En este tipo de válvulas, su apertura se acompaña de una rápida caída de la resistencia dentro del sistema, esto es, que no obstruye en forma efectiva y prolongada el flujo del fluido y, la resistencia del flujo a través del sistema derivativo se aproxima a la de un simple tubo. De esta manera, la presión intraventricular se mantiene por encima de la presión de cierre de la válvula.

#### Valvulas de alta resistencia

Todas la válvulas con hendidura y mitra corresponden a esta categoria. Las primeras están representadas principalmente por las firmas comerciales Biomed (Biomédica Mexicana, S.A. México), y Holter (Codman & Shurtleff, Inc. USA). Los sistema Ames, denver y Raimondi también pertenecen a esta categoria. Las de mitra son fabricadas por la American Heyer - Schulte Corp. USA. Las válvulas de hendidura son los sistemas más sencillos y más viejos de la historia.

En estos tipos de sistema valvular, la hendidura y la mitra no se

abren en forma amplia una vez que se ha alcanzado la presión de apertura. En la válvula de hendidura una vez obtenida la presión suficiente, separa los labios de ésta, lo cual representa un aumento gradual de la sección transversal del orificio al flujo del líquido. Esta relación entre la presión y la sección transversal del orificio, resulta en un aumento del flujo en forma no lineal con el aumento de presión.

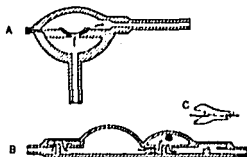
Las variaciones en el flujo a través de la válvula dentro de un rango normal de formación de LCE, provocan una diversidad de presiones internas en el sistema, por esto, es más difícil mantener una presión intraventricular específica utilizando un sistema valvular de alta resistencia que con uno de baja . Las figuras 11 y 12 ilustran los mecanismos valvulares.

Las válvulas frecuentemente se identifican de acuerdo a sus presiones de cierre. Las categorías más comunes son las siguientes: baja presión (20 a 40 mm. agua), media presión (40 a 70 mm. agua) y alta presión (80 a 100 mm. agua). Sin embargo esto varía de acuerdo a los fabricantes (ver anexo I).

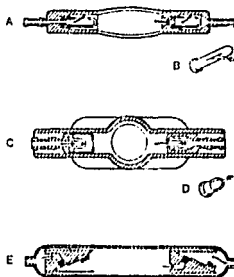
Actualmente y a pesar del desarrollo de estos SVD, aún no se ha encontrado el sistema ideal, el cual sólo deberá drenar el exceso de LCE manteniendo una PIC normal y sin complicaciones. Recientemente apareció una válvula de resistencia y presión variables, (Orbis - Sigma Cordis Corp., Miami, Florida), (ver anexo II), la cual se aproxima al sistema antes mencionado.

Figura 11

MECANISMOS VALVULARES



- A. VALV. DE DIAFRAGMA (PUDENZ)  
(AMERICAN HEYER-SCHULTE CORP.)
- B. VALV. DE MITRA. ESTE SISTEMA  
ES DE CONSTRUCCION HORIZONTAL CON  
UNA CAMARA DE FLUJO.  
LA MITRA SE MUESTRA A LA DERECHA (C).



VALVULAS DE TIPO  
HORIZONTAL

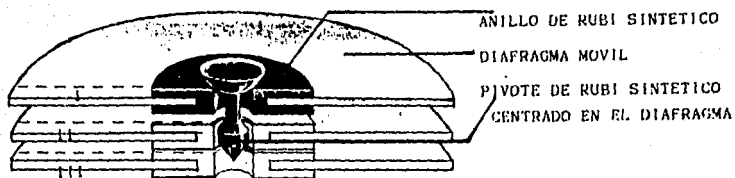
- ESTOS SISTEMAS LLEVAN 2 VALVULAS EN SERIE
- A. HOLTZER. VAL. DE HENDIDURA CON CAMARA DE BOMBEO
  - B. DETALLE DEL SISTEMA DE HENDIDURA
  - C. HOLTZER-HAUSNER. VALV CON CAMARA DE BOMBEO
  - D. DETALLE DEL SISTEMA EN CRUZ
  - E. HAKIM. VALV. DE HALON Y RESORTE

Los requisitos para considerar a una válvula como " ideal " son,:

- 1). Mantener una relación constante de la presión del LCE, independientemente de la presión intraventricular.
- 2). Drenar una cantidad constante de LCE, aproximadamente 20 ml/hr., (la producción normal del LCE por hora es de 18 ml).
- 3). Que no tenga efecto alguno, la presión de gravedad sobre el sistema valvular ; esto se refiere a que aumenta el drenaje de LCE cuando se está de pie y, disminuye o cesa cuando se está en decúbito, estas alteraciones producen disfunción valvular por drenaje inadecuado de LCE (efecto " Sifón ").
- 4). Permitir la salida de proteínas sin que se obstruya el sistema.
- 5). Que su función sea fácilmente evaluable ya sea por estudios radiológicos simples (material radiopaco) o, que permita realizar ventriculografías, es decir, que sea puncionable.
- 6). Que exista mínima intolerancia al material utilizado.
- 7). Que sea re-esterilizable.
- 8). Que tenga costos económicos accesibles.

Figura 12

VALVULA DE RESISTENCIA VARIABLE



POSICION DE RESISTENCIAS

Los reservorios son otra parte importante del sistema derivativo, que si bien no son estrictamente necesarios si son muy útiles para tener acceso a las cavidades ventriculares, ya sea para tomar muestras de LCE o para aplicar medicamentos. La configuración de éstos es variable pero su función es la misma.

Los catéteres distales están hechos del mismo material que los catéteres ventriculares, su extremo distal puede ser abierto con o sin hendiduras auxiliares laterales o, estar totalmente cerrado y tener una válvula de hendidura.

Existen otros dispositivos que no son constantes como el de on/off, el cual sirve para cerrar transitoriamente la válvula a través de maniobras externas, el dispositivo antisifón, el cual se utiliza para evitar el sobredrenaje de LCE y filtros, que se colocan para evitar la diseminación de metástasis por el LCE.

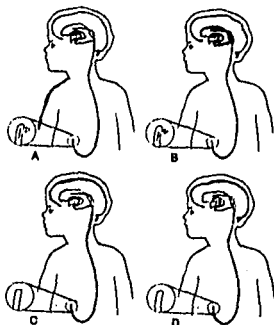
Finalmente, conjuntando todos los componentes mencionados, existen 4 configuraciones básicas de los SVD los cuales se muestran (fig. 13).

#### COMPLICACIONES

Ningún sistema derivativo está exento de complicaciones, las que se han reportado son paro cardíaco por drenaje rápido de LCE (32), cor pulmonale en las derivaciones ventriculo-atriales (33), neumoencefalo (34), Hematomas subdurales (35,36), hemorragia parenquimatosa tardía (37), metástasis via ventriculoperitoneal en pacientes con meduloblastoma (38), reacción subcutánea al silicón de los sistemas (39), estenosis del canal espinal (40) y colonización del sistema derivativo (41). Otras complicaciones observadas son el síndrome de ventrículos en hendidura o estado de baja presión y, la obstrucción del sistema.

Figura 13

CONFIGURACIONES BASICAS DEL SVD



CONFIGURACIONES DEL SISTEMA DERIVATIVO

- A. CAT. VENTRICULAR, CAT. DISTAL Y VAL. DE HENDIDURA  
NO EXISTEN CONEXIONES
- B. LO MISMO QUE A PERO INCLUYE UNA CAMARA DE FLUJO  
(SISTEMA BIOMED)
- C. CAT. VENTRICULAR, VALVULA DE COLOCACION PROXIMAL  
Y CAT. DISTAL PERITONEAL ABIERTO. NO HAY ACCESO A  
LOS VENTRICULOS POR AUSENCIA DE RESERVORIO
- D. IGUAL AL ANTERIOR E INCLUYE RESERVORIO

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los procedimientos derivativos de LCE constituyen una parte significativa en los registros generales de cirugías de cualquier unidad neuroquirúrgica. Estos procedimientos son rutinarios por 2 razones, la primera es que prácticamente cualquier alteración o lesión ya sea en el tejido cerebral, sistema vascular, LCE o envolturas del encéfalo alteran la dinámica del LCE con la consiguiente hidrocefalia, y la segunda, es que las complicaciones más frecuentes de los SVD son la disfunción valvular y la colonización.

A pesar del desarrollo de numerosos SVD, aún no se ha llegado a encontrar uno que sea funcional al 100 % y este libre de complicaciones. El hecho de que en la actualidad existan una gran variedad de mecanismos valvulares, habla por sí mismo, de que la válvula " ideal " aún esta lejos de ser encontrada.

La gran mayoría de estudios publicados en relación a la función de las válvulas han sido *in vitro* , sin darseles la atención requerida a sus efectos y complicaciones así como de sus condiciones de trabajo *in vivo*.

En la actualidad existe ante un mercado tan competido demasiada información relacionada con los SVD ( que cada autor apoya en base a su experiencia), que ocasiona confusión. Por lo que no sería objetivo emitir un juicio sobre cual es el mejor SVD, lo que si es válido es afirmar que SVD son los que menos complicaciones presentan.



## OBJETIVO DEL ESTUDIO

En base a esto, el presente trabajo no pretende determinar que SVD son los mejores sino cuales, son los que menos complicaciones presentan, obteniéndose esta información por medio de un estudio clínico comparativo entre los SVD más utilizados en nuestro medio, como lo son el Biomed, Hakim, Pudenz, Lumbo-peritoneal Cordis y Orbis-Sigma, describiendo su comportamiento " *in vivo* " y sus complicaciones.

## MATERIAL CLINICO Y METODOS

El estudio se realizó en el servicio de Neurocirugía de adultos del Hospital de Especialidades del Centro Médico " La Raza ". Del Instituto Mexicano del Seguro Social, México D.F. La investigación incluyó todos los procedimientos derivativos de LCE realizados en los años de 1988 y 1989, realizándose estudio retrospectivo y prospectivo respectivamente. Ambos estudios registrarán edad, sexo, etiología de la hidrocefalia, métodos auxiliares de diagnóstico, procedimientos quirúrgicos realizados, tipo de válvulas empleadas y sus complicaciones.

## RESULTADOS

En los 2 años de estudio, se registró en forma general un total de 2 923 cirugías, de las cuales, 469 correspondieron a procedimientos derivativos de LCE lo cual representó el 16 % del total. Los procedimientos se muestran en la siguiente tabla.

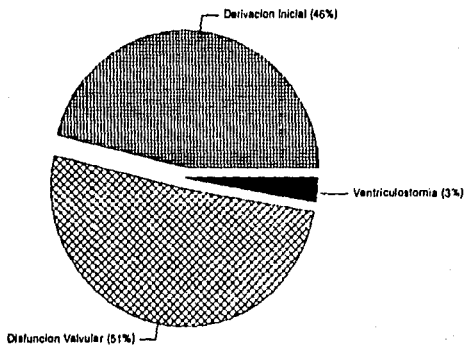
Tabla I

PROCEDIMIENTOS DERIVATIVOS DE LCE

PROCEDIMIENTO REALIZADO	No. CASOS	%
DERIVACION LCE INICIAL	217	46.3
REVISION DE SVD POR DISF.	239	50.9
VENTRICULOSTOMIA. 1o. VEZ	7	1.5
DISF.	6	1.3
TOTAL :	480	

Los procedimientos realizados fueron derivación ventricular inicial (DVI) con aplicación de SVD definitivo en 217 casos, revisión del SVD por disfunción en 239 y ventriculostomías en 13. De éstos, 224 se realizaron de primera vez (47.8 %) y el restante 245 subsecuentes (52.2 %).

## CIRUGIA DERIVATIVA DE L.C.E.



En relación al sexo, el masculino predominó en ambos grupos tal como se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla II  
PROCEDIMIENTOS DERIVATIVOS DE LCE POR SEXO

SEXO	1o. VEZ		SUBSECUENTE		TOTAL No.
	No.	%	No.	%	
MASCULINO	123	54.9	158	64.5	281
FEMENINO	101	45.1	87	35.5	188
TOTAL	224		245		469

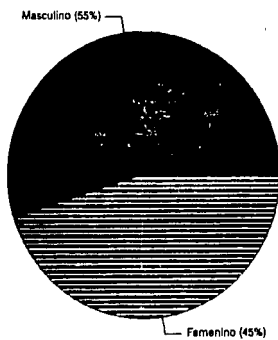
En relación a la edad, predominó la población joven, el grupo de 1a. vez masculino tuvo un promedio de edad de 39.23 años (rango: 18 - 68) y el femenino de 38.24 años (rango: 20 - 66). El grupo de pacientes subsecuentes mostró para el sexo masculino un promedio de edad de 39.42 años (rango: 22 - 64) y para el femenino de 38.67 años (rango: 22 - 70).

El tipo de hidrocefalia observado para el grupo de 1a. vez fue No comunicante en 85 casos (29 %) y Comunicante en 159 (71 %). Para el grupo subsecuente fue No comunicante 48 casos (19.6 %) y Comunicante en 197 (80.4 %).

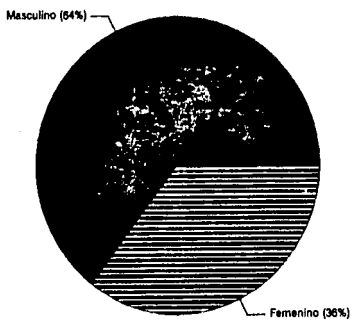
La etiología de la hidrocefalia fue múltiple y se muestra en la siguiente tabla:

## PROCEDIMIENTOS DERIVATIVOS DE LCE POR SEXO

### PRIMERA VEZ



### SUBSECUENTE



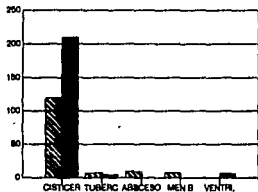
ETIOLOGIA DE LA HIDROCEFALIA

## NUMERO DE CASOS

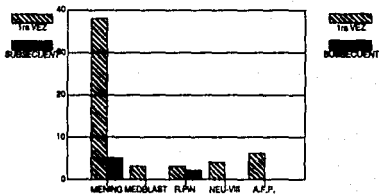
	1o. VEZ	SUBSEC	TOTAL
<u>INFLAMATORIA</u>	<u>142</u>	<u>219</u>	<u>361</u>
Cisticercosis	119	209	328
Tuberculosis	7	4	11
Absceso Cer.	9	0	9
Meningitis B.	7	0	7
"Ventriculitis"	0	6	6
<u>NEOPLASICA</u>	<u>54</u>	<u>7</u>	<u>61</u>
Meningiomas	38	5	43
Meduloblastoma	3	0	3
R. Pineal	3	2	5
Neurinoma VIII	4	0	4
Astroc. Fosa P.	6	0	6
<u>VASCULAR</u>	<u>16</u>	<u>6</u>	<u>22</u>
HSA	2	6	8
HIV	7	0	7
MAV F. Post.	5	0	5
Tromb Seno Lat.	2	0	2
<u>OTRAS</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>25</u>
TCE	4	5	9
Normotensa	8	3	11
Congénita	0	5	5
<u>TOTAL</u>	<u>224</u>	<u>245</u>	<u>469</u>

## ETIOLOGIA DE LA HIDROCEFALIA

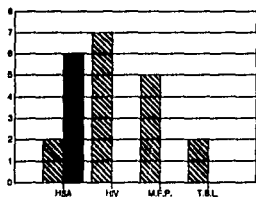
### INFLAMATORIA



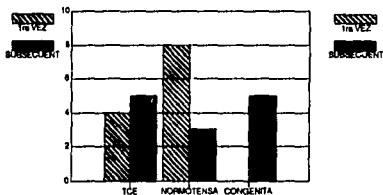
### NEOPLASICA



### VASCULAR



### OTRAS



### Tabla III

Abreviaturas: HSA = Hemorragia Subaracnoidea  
HIV = Hemorragia Intraventricular  
MAV = Malformación Arterio Venosa

Para el grupo de 10. vez se colocaron 217 válvulas en forma definitiva, de las cuales 98 correspondieron a hendidura distal (Biomed), 69 de esfera/resorte Hakim (Cordis), 37 de diafragma (Pudenz American Heyer-Schulte Corp), 4 de esfera/resorte para derivación lumbo-peritoneal (Cordis) y 9 de resistencia/presión variables Orbis Sigma (Cordis). Cabe mencionar que la colocación de SVD estuvo determinado por el suministro que da la Institución al servicio de Neurocirugía. En este grupo, las derivaciones de LCE se hicieron en 204 casos hacia la cavidad peritoneal, 9 al atrio derecho y 4 fueron lumbo-peritoneales. La preferencia de la vía peritoneal sobre la atrial, estuvo basada en el hecho de que ésta tiene facilidad técnica y presenta menos complicaciones, tal como lo ha mencionado Ignelzi y Kirsch (42).

En el grupo con disfunción del sistema derivativo, se observó que la hendidura distal presentó el mayor índice de complicaciones, 131 casos. El de esfera/resorte presentó 74 casos, el sistema de diafragma reportó 23, el Orbis-Sigma 8 y el de esfera/resorte lumboperitoneal 3. Las causas se analizan en el siguiente cuadro.



Tabla IV  
DISFUNCION VALVULAR  
NUMERO DE CASOS

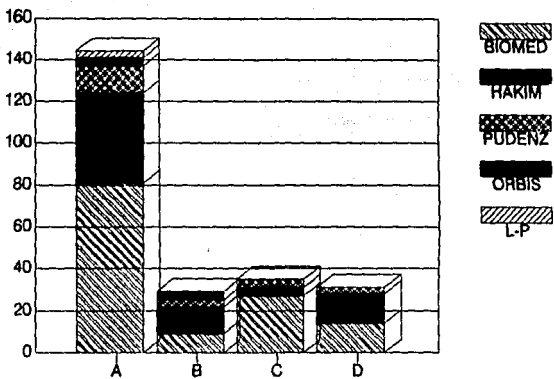
CAUSA	BIOMED	HAKIM	PUDENZ	ORBIS	L/P	TOTAL
OBSTRUCC SIST	81	43	13	4	3	144
MALA COLOC.	9	13	3	4	0	29
DEFECTO VALV.	27	4	4	0	0	35
COLONIZACION	14	14	3	0	0	31
TOTAL	131	74	23	8	3	239

L/P = Válvula lumbo-peritoneal

Defecto valvular = Rango de presión alterado

Del análisis de la tabla podemos entender, que la disfunción valvular es más frecuente en el mecanismo de hendidura distal, ya que el rango de presión estuvo alterado en 27 casos (20.6 %). También los sistemas de esfera/resorte y diafragma se vieron afectados presentando ambos 4 casos en su serie. La siguiente tabla muestra esta información en porcentajes de acuerdo a su grupo.

## DISFUNCION VALVULAR



- A) OBSTRUCCION SIST.
- B) MALA COLOCACION
- C) DEFECTO VALVULAR
- D) COLONIZACION

Tabla V  
DISFUNCION VALVULAR  
%

CAUSA	BIOMED	HAKIM	PUDENZ	ORBIS	L/P	TOTAL
OBSTRUCC SIST	61.8	58.1	56.8	50	100	60.2
MALA COLOC.	6.9	17.6	13	50	0	12.2
DEFECTO VALV.	20.6	5.4	17.4	0	0	14.6
COLONIZACION	10.7	18.9	13.1	0	0	13
TOTAL	54.8	31	9.6	3.3	1.3	100

Defecto Valvular = Rango alterado de presión

Las causas restantes de disfunción de los sistemas derivativos, se consideran generales, ya que afectan a cualquier equipo de derivación y no están en relación a su función mecánica valvular. Los problemas técnicos de colocación del SVD varían con cada paciente y no con el diseño del equipo. La obstrucción del sistema tanto proximal como distal obedece a factores externos como sangre, detritus cerebrales, LCE y/o la presencia de material extraño. El análisis de los sitios de obstrucción en los SVD estudiados se muestra a continuación.

Tabla VI

SITIOS DE OBSTRUCCION DEL SISTEMA DERIVATIVO DE LCE

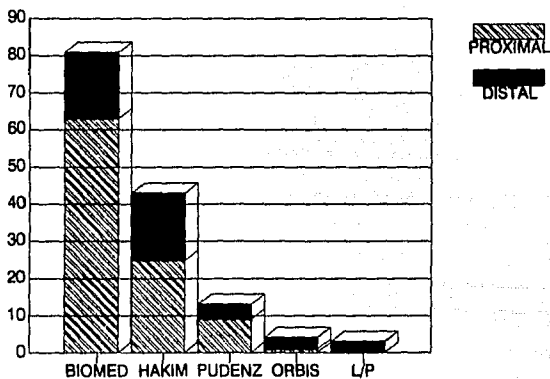
SITIO	BIOMED	HAKIM	PUDENZ	ORBIS	L/P	TOTAL
<u>PROXIMAL</u>	63	25	9	1	0	98
<u>DISTAL</u>	18	18	4	3	3	46
<u>TOTAL</u>	81	43	13	4	3	144

En este grupo, las derivaciones disfuncionantes estuvieron ubicadas en la cavidad peritoneal en 205 casos, en el atrio derecho en 31 y a nivel lumbo-peritoneal en 3.

Las complicaciones inherentes al SVD observadas en nuestros pacientes estuvieron relacionadas con el sistema de hendidura distal, tales como hematoma frontal bilateral (1 caso), higromas frontales (1 caso), Síndrome de ventrículos en hendidura (15 casos), colonización del sistema (28 casos, 14 con sistema Hakim y 14 con Biomed).

Las complicaciones por problemas técnicos durante la colocación del SVD fueron hemorragia intraventricular en 2 casos, hemiparesia corporal transitoria en 8, incapacidad para colocar el catéter distal hacia el atrio derecho, (por trombosis de la vena yugular interna) en un caso y apertura de asa intestinal en un caso.

## SITIOS DE OBSTRUCCION DEL SISTEMA DERIVATIVO DE LCE



La parte final del estudio incluyó el empleo de la válvula Orbis-Sigma en 9 pacientes, todas fueron colocadas posterior al retiro de otros SVD con rango de presión alterado (7 Biomed y 2 Hakim). Los diagnósticos de esta serie incluyeron 8 casos de Neurocisticercosis y 1 de neuroinfección. Todos los pacientes manejaron cifras altas de proteínas en LCE (hasta 360 mg/ml). Aunque presentó disfunción ésta no se relacionó con su sistema valvular, en 4 casos la obstrucción de sus extremos tanto proximal como distal se debió a mala colocación de éstos por problemas de técnica quirúrgica, 2 pacientes requirieron 2 cirugías para recolocar los catéteres, los restantes 4 casos también tuvieron relación con este factor. En la actualidad, los pacientes portadores de este sistema se encuentran en excelentes condiciones neurológicas y generales, su periodo de seguimiento hasta el momento (febrero 1990) ha sido de 15 meses para el primer caso y de 6 meses para el último.

#### DISCUSION

La experiencia obtenida en nuestro servicio con los SVD, nos permiten entender que las válvulas de hendidura distal son poco eficientes y por lo general se acompañan de complicaciones. Portnoy (30) ya anteriormente había llamado la atención de este hecho, al comentar que los SVD de alta resistencia difícilmente regulan la PIC.

Autores como García de Llano y cols (43), han reportado en estudios comparativos de SVD con esfera/resorte Hakim (Cordis) y hendidura distal (Biomed), " número similar de complicaciones " y, " evolución clínica semejante ". A decir de los autores,

estadísticamente no hubo significación entre ambos sistemas en cuanto a función y complicaciones. Esta situación es difícil de entender, ya que no es posible comparar SVD tan diferentes, sabemos que la válvula de hendidura distal es un sistema primitivo, e hidráulicamente muy simple y que históricamente en su época fue eficiente, no así el sistema Hakim el cual es más elaborado en su mecanismo y relativamente reciente, esta situación sería el equivalente a querer comparar la radiografía simple de cráneo con la TAC con la idea de visualizar las estructuras intracraneales. En este tipo de investigación los estudios retrospectivos, son de más utilidad que los prospectivos ya que no están sometidos a influencias externas, y porque los hechos pasados hablan por sí solos.

En 1989 Sparrow (44) demostró en pruebas de laboratorio tanto estáticas como dinámicas, que las presiones de apertura y cierre de los sistemas derivativos con válvula de hendidura distal de presión media y baja, no se ajustaban a las especificaciones del fabricante, su estudio tuvo significación estadística. En el servicio de Neurocirugía del Hospital de Especialidades Centro médico " La Raza " I.M.S.S. México D.F., empleando SVD del tipo Hakim, Biomed, Pudenz, y Félix, se han evaluado parámetros como la cantidad del líquido drenado por hora, presión de cierre y, efecto en la cantidad de líquido drenado por la presión atmosférica. Encontramos que en todos los sistemas evaluados, existe una variabilidad con respecto a la cantidad de líquido drenado, en algunas ocasiones va de 10 a 15 ml/hr. y en otras hasta 50 ó 60 ml/hr., el rango de presión de cierre no siempre se encuentra de acuerdo a los parámetros establecidos por el fabricante y, en

todos existen efectos importantes de la presión atmosférica sobre el drenaje de LCE.

Para prevenir las complicaciones del SVD, por causas no relacionadas a la función de éste, Sekhar (45) sugiere las siguientes recomendaciones: (1) colocación óptima de los catéteres ventriculares dentro del ventrículo lateral, (2) prevención de la infección utilizando antibióticos profilácticos y, (3) evitar la contaminación del equipo con fibras de algodón, pelo, piel y/o talco.

#### CONCLUSIONES

(1). El estudio muestra que el sistema valvular basado en una hendidura distal no es el más idóneo para su uso en la actualidad, ya que existen otros sistemas más eficientes y desarrollados que controlan la PIC y la PIV en forma más fisiológica. En la actualidad se sabe que los SVD de baja resistencia son muy superiores en función a los SVD de alta resistencia.

(2). Los costos de los SVD no justifican la preferencia por alguno, ya que los más económicos son sistemas valvulares muy simples que no siempre son sinónimo de eficacia. Los SVD disfuncionan por causas inherentes a sus componentes y por factores técnicos quirúrgicos y biológicos, el primero es el más determinante, ya que gran número de las complicaciones son debidas a este factor. Finalmente a la larga aumentan sus costos al ocasionar otros problemas clínicos que ameritan de nuevas hospitalizaciones del paciente, sin contar el daño neurológico que en un momento dado puedan dejar como secuela.



(3). Los problemas para escoger una marca en especial de válvula son muchos. Cada neurocirujano tiene su propia opinión basado en: (a) su entrenamiento, (b) en su experiencia personal con 1 o más SVD, (c) en la información que le proporcionan otros médicos y, (d) en la información que le proporciona el fabricante. Todos estos puntos son válidos, sin embargo siempre habrá que tomar en reserva el último y valorarlo de acuerdo a la experiencia personal y de otros.

(4). El presente estudio de ninguna manera está a favor de algún sistema valvular derivativo en especial, simplemente su objetivo fue mostrar que sistema se acompañó de menos complicaciones.

(5). Se requerirá de mayor experiencia con el nuevo SVD Orbis-Sigma para determinar su eficacia. Aún es prematuro emitir un juicio.

Anexo I

VALORES DE LAS PRESIONES DE LOS SVD DE ACUERDO A SU TIPO

HAKIM

PRESION	COLOR CODIGO	PRESION DIFERENCIAL (MM. AGUA)
MUY BAJA	AZUL	5-20
BAJA	BLANCO	21-55
MEDIA	AMARILLO	56-90
ALTA	MARRON	91-135
MUY ALTA	VERDE	136-165

SISTEMA LUMBO/PERITONEAL H-V (CORDIS)

CODIGO COLOR	PRESION HORIZONTAL (MM. AGUA)	PRESION VERTICAL (MM. AGUA)
ROJO	50-80	170-240
AZUL	85-125	205-285
BLANCO	50-80	230-320
AMARILLO	85-125	265-365
MARRON	50-80	290-400
VERDE	85-125	325-445

BIOMED

PRESION	MM. AGUA
EXTRA-BAJA	5-12
BAJA	25-55
MEDIA	55-105
ALTA	105-140
EXTRA-ALTA	140-185

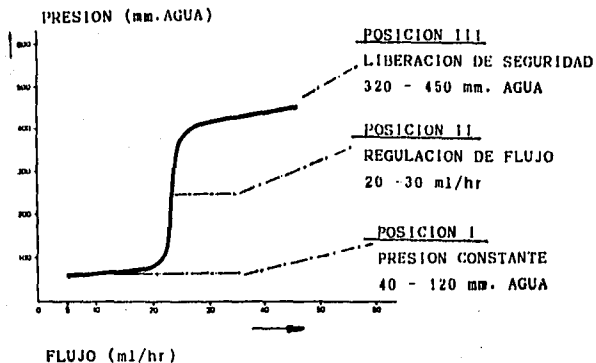
PUDENZ

	FUNCIONAMIENTO VALVULAR CMM. AGUAD		
	BAJA	MEDIA	ALTA
CON FLUJO DE 5 ML/HR.	5	60	120
CON FLUJO DE 50 ML/HR.	75	140	220
CODIGO	0	00	000

Anexo II

VALVULA DE RESISTENCIA VARIABLE CORBIS-SIGMA

CURVA DE DRENAJE DE LCE



## BIBLIOGRAFIA

1. Carpenter M: Anatomía Macroscópica del Encéfalo En: Neuroanatomía Humana. Ed. El Ateneo. Buenos Aires. Quinta Ed. pp 31-33
2. McComb J: Recent research into the nature of cerebrospinal fluid formation and absorption. J Neurosurg 59:369-379, 1983
3. Sato O, Asai T, Amano Y, et al: Extraventricular origin of the cerebrospinal fluid: formation rate quantitatively measured in the spinal subarachnoid space of dogs. J Neurosurg 38:278-282, 1972
4. Cutler RWP, Page L, Galicich J, et al: Formation and absorption of cerebrospinal fluid in man. Brain 91:707-720, 1988
5. Sullivan HG, Allison JD: Physiology of Cerebrospinal Fluid. In: Neurosurgery. Vol III. Ed. RH Wilkins & SS Rengachary. USA. 1985; pp 2125-2135
6. Cochrane D, Myles T: Management of intrauterine hydrocephalus. J Neurosurg 57:590-598, 1982
7. Mihorac T: Acute hydrocephalus after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. Neurosurgery 20:15-20, 1987

8. Estaffol B, Kleriga E, Loyo M, et al: Mechanisms of hydrocephalus in cerebral cysticercosis: Implications for therapy. *Neurosurgery* 13:119-123, 1983
9. Sotelo J, Marin C: Hydrocephalus secondary to cysticercotic arachnoiditis. A long-term follow-up review of 92 cases. *J Neurosurg* 66:686-688, 1987
10. Raimondi A, Tomita T: Hydrocephalus and infratentorial tumors. Incidence, clinical picture, and treatment. *J Neurosurg* 55:174-182, 1981
11. Chiari H: Concerning alterations in the cerebellum resulting from cerebral hydrocephalus. *Pediatr Neurosci* 13:3-8, 1987
12. Wilberger J, Vertosick F, Vries J: Unilateral hydrocephalus secondary to congenital atresia of the foramen of Monro. Case report. *J Neurosurg* 59:899-901, 1983
13. Marions O, Boethius J: Congenital constriction of the foramen of Monro. Case reports. *Neuroradiology* 28:275-278, 1986
14. Cardoso E, Galbraith S: Posttraumatic hydrocephalus - A retrospective review. *Surg Neurol* 23:261-264, 1985
15. Milhorat TH: Hydrocephalus: Pathophysiology and Clinical Features. In: *Neurosurgery*. Vol III. Ed. RH Wilkins & SS Rengachary. USA, 1985; pp 2135-2140

16. Ojeman RG, Black PM: Hydrocephalus in Adults. In: Neurological Surgery. A Comprehensive Reference Guide to the Diagnosis and Management of Neurosurgical Problems. Vol III. Ed. J Youmans. W.B Saunders Company. USA. 1982; pp 1423-1436
17. O'Brien MS: Hydrocephalus in Children. In: Neurological Surgery. A Comprehensive Reference Guide to the Diagnosis and Management of Neurosurgical Problems. Vol III. Ed. J Youmans. W.B Saunders Company. USA. 1982; pp 1381-1422
18. Nishimoto A, Shimada H, Ueda S, Yagyu Y: Ultrasound placement of cardiac tube in ventriculoatrial shunt. Technical note. J Neurosurg 33:602-605, 1970
19. Taveras-Wood: 1a. Parte Cráneo. Hipertensión endocraneal En: Diagnóstico Neurorradiológico. Ed. Panamericana. Buenos Aires. 1988; pp 141-185
20. Osborn AG: The Anterior Cerebral Artery. The Middle Cerebral Artery. In: Introduction to Cerebral Angiography. Harper & Row Publishers. Philadelphia. USA. 1980; pp 185-293
21. Weisberg LA: Increased Intracranial Pressure. In: Cerebral Computed Tomography. A Text-Atlas. 2a. Ed. W. B. Saunders Company. USA. 1984; pp 193-200
22. Sundbärg G, Nordström C, Messeter K, Söderström S: A comparison of intraparenchymatous and intraventricular pressure recording in clinical practice. J Neurosurg 67:841-845, 1987

23. Kaufmann G, Clark K: Emergency frontal twist drill ventriculostomy. Technical note. *J Neurosurg* 33:226-227, 1970
24. Madrazo I, Garcia J, Rosas H, Del Castilli M. Transorbital ventricular puncture for emergency ventricular decompression. Technical note. *J Neurosurg* 54:273-274, 1981
25. McCullough DC: Hydrocephalus Treatment. In: *Neurosurgery*. Vol III. Ed. RH Wilkins & SS Rengachary. USA, 1985; pp 2140-2150
26. Pudenz R: The surgical treatment of hydrocephalus - An historical review. *Surg Neurol* 15:15-27, 1981
27. Scarff J: The treatment of nonobstructive (communicating) hydrocephalus by endoscopic cauterization of the choroid plexuses. *J Neurosurg* 33:1-18, 1970
28. Weiss M, Roessmann U: Radioactive tissue changes induced to control experimental hydrocephalus. *J Neurosurg* 30:266-275, 1972
29. Post E: Currently available shunt systems: A review. *Neurosurgery* 16:257-260, 1985
30. Portnoy H: Treatment of hydrocephalus In: *Pediatric Neurosurgery. Surgery of the developing nervous system. Section of pediatric neurosurgery of A AN (editors)*. Gruner & Stratton, N.Y. 1982; pp 211-227



31. Sainte-Rose C, Hooven M, Hirsch J: A new approach in the treatment of hydrocephalus. *J Neurosurg* 66:213-226, 1987
32. Alfery D, Shapiro H, Gagnon R: Cardiac arrest following rapid drainage of cerebrospinal fluid in a patient with hydrocephalus. *Anesthesiology* 62:443-444, 1980
33. Syamasundar P, Molthan M, Lipow H: Cor pulmonale as a complication of ventriculoatrial shunts. Case report. *J Neurosurg* 33:221-225, 1970
34. Aoki N: Pneumocephalus after ventriculoperitoneal shunting. *Neurosurgery* 20:687-688, 1987 (Carta).
35. McCullough D, Fox J: Negative intracranial pressure hydrocephalus in adults with shunts and its relationship to the production of subdural hematoma. *J Neurosurg* 40:372-375, 1974
36. Illingworth R: Subdural haematoma after the treatment of chronic hydrocephalus by ventriculocaval shunts. *J Neurol. Neurosurg. Psychiat.* 33:95-99, 1970
37. Snow R, Zimmerman R, Devinsky O: Delayed intracerebral hemorrhage after ventriculoperitoneal shunting. *Neurosurgery* 2:305-307, 1986

38. Hoffman H, Hendrick B, Humphreys R: Metastasis via ventriculoperitoneal shunt in patients with medulloblastoma. *J Neurosurg* 44:562-566, 1976
39. Sugar O, Bailey O: Subcutaneous reaction to silicone in ventriculoperitoneal shunts. Long-term results. *J Neurosurg* 41:367-371, 1974
40. Kobayashi A, Hashi K: Secondary spinal canal stenosis associated with long-term ventriculoperitoneal shunting. *J Neurosurg* 59:854-860, 1983
41. Shapiro S, Boaz J, Kleiman M, Kalsbeck J, Mealey J: Origin of organisms infecting ventricular shunts. *Neurosurgery* 22:868-872, 1988
42. Ignelzi R, Kirsch M: Follow-up analysis of ventriculoperitoneal and ventriculoatrial shunts for hydrocephalus. *J Neurosurg* 42:679-682, 1975
43. Garcia C, Mateos J, Kleriga E: Estudio comparativo de dos sistemas para la derivación del líquido cefalorraquídeo en hidrocefalia. *Rev Méd IMSS* 20:199-204, 1988
44. Sparrow O: Laboratory performance of single-piece ventriculoperitoneal shunts with distal slit-valve control. *J Neurosurg* 70:946-953, 1989

45. Sekhar L, Moossy J, Guthkelch N: Malfunctioning ventriculoperitoneal shunts. Clinical and pathological features. J Neurosurg 56:411-416, 1982

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

**Lo lei y lo olvidé**  
**Lo vi y lo entendí**  
**Lo hice y lo aprendí**

**México, D.F. Marzo 1990.**