



N° 204 -2022-DG-INCEN

RESOLUCIÓN DIRECTORAL

Lima, 30 de Septiembre del 2022.

VISTOS:

Exp. Adm. N° 22-012979-001, que contiene el INFORME N° 110-2022-ANEST-DNC-INCEN, de fecha 09 de setiembre de 2022, de la Jefa del Servicio de Anestesia, Analgesia y Reanimación, INFORME N° 062-2022-INCEN-DENC, de fecha 09 de setiembre de 2022, del Director Ejecutivo de la Dirección Ejecutiva de Investigación, Docencia y Atención Especializada en Neurocirugía, INFORME N° 095-2022-UO-OEPE/INCEN, de fecha 15 de setiembre de 2022, del Jefe de la Unidad de Organización de la Oficina Ejecutiva de Planeamiento Estratégico, PROVEIDO N° 389-2022-OEPE/INCEN, de fecha 15 de setiembre de 2022, del Director Ejecutivo de la Oficina Ejecutiva de Planeamiento Estratégico y el INFORME N° 378 -2022-OAJ/INCEN, de fecha 27 de setiembre de 2022, de la Jefa de la Oficina de Asesoría Jurídica, y;

CONSIDERANDO:

Que, los artículos I y II del Título Preliminar de la Ley N° 26842-Ley General de Salud, establecen que "La salud, es condición indispensable del desarrollo humano y medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo", "La protección de la salud es de interés público. Por tanto, es responsabilidad del Estado regularla, vigilarla y promoverla";

Que, el artículo 5° del Reglamento de Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo, aprobado mediante Decreto Supremo N° 013-2006-SA, establece que los establecimientos de salud y servicios médicos de apoyo deben contar, en cada área, unidad o servicio, con manuales de procedimientos, guías de práctica clínica referidos a la atención de los pacientes, personal, suministros, mantenimiento, seguridad, y otros que sean necesarios, según sea el caso;

Que, a través de la Resolución Ministerial N° 826-2021/MINSA se aprueba las "Normas para la Elaboración de Documentos Normativos del Ministerio de Salud", que tiene por finalidad fortalecer el rol de Rectoría del Ministerio de Salud, ordenando la producción normativa de la función de regulación que cumple como Autoridad Nacional de Salud (ANS) a través de sus Direcciones y Oficinas Generales, Órganos Desconcentrados y Organismos Públicos Adscritos, y en el numeral 5.1 define al Documento Normativo del Ministerio de Salud, a todo aquel documento aprobado por el Ministerio de Salud que tiene por finalidad transmitir información estandarizada y aprobada sobre aspectos técnicos, sean estos asistenciales, sanitarios y/o administrativos, relacionados al ámbito del Sector Salud, en cumplimiento de sus objetivos; así como facilitar el adecuado y correcto desarrollo de competencias,



funciones, procesos, procedimientos y/o actividades, en los diferentes niveles de atención de salud, niveles de gobierno y subsectores de salud, según corresponda;

Que, el numeral 6.1.1 del artículo VI, del citado cuerpo normativo señala que la Guía Técnica *“Es el Documento Normativo del Ministerio de Salud, con el que se define por escrito y de manera detallada el desarrollo de determinados procesos, procedimientos y actividades administrativas, asistenciales o sanitarias. En ella se establecen metodologías, instrucciones o indicaciones que permite al operador seguir un determinado recorrido orientándolo al cumplimiento del objetivo de un proceso, procedimientos o actividades y al desarrollo de una buena práctica (...);”*

Que, el inciso e) del artículo 13° del Reglamento de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas, aprobado con Resolución Ministerial N° 787-2006/MINSA, establece que la Oficina Ejecutiva de Planeamiento Estratégico es la unidad orgánica encargada entre otras, de *Lograr el diagnóstico y análisis organizacional para formular y mantener actualizados los documentos de gestión en cumplimiento a las normas vigentes para organizar el Instituto Especializado;*

Que, a través del INFORME N° 110-2022-ANEST-DNC-INCN, de fecha 09 de setiembre de 2022, la Jefa del Servicio de Anestesia, Analgesia y Reanimación, solicita a la Dirección Ejecutiva de Investigación, Docencias y Atención Especializada en Neurocirugía, envíe a quien corresponda para la aprobación de la GUIA DE PROCEDIMIENTO DE ANESTESIA EN HIDROCEFALIA, siendo que con INFORME N° 062-2022-INCN-DENC, de fecha 09 de setiembre de 2022, el Director Ejecutivo de la Dirección Ejecutiva de Investigación, Docencia y Atención Especializada en Neurocirugía, traslada la solicitud formulada y remite la Guía antes indicada;

Que, con INFORME N° 095-2022-UO-OEPE/INCN, de fecha 15 de setiembre de 2022, el Jefe de la Unidad de Organización de la Oficina Ejecutiva de Planeamiento Estratégico, emite opinión técnica favorable acerca del anteproyecto de la **Guía Técnica: “Procedimiento de Anestesia en Hidrocefalia”**, elaborado por el Servicio de Anestesia, Analgesia y Reanimación y presentado por la Dirección de Investigación, Docencia y Atención Especializada en Neurocirugía del Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas (INCN) estando en cumplimiento con los criterios de la Resolución Ministerial N° 826-2021/MINSA, que aprueba las “Normas para la Elaboración de Documentos Normativos del Ministerio de Salud”, el mismo que es refrendado con el PROVEIDO N° 389-2022-OEPE/INCN, de fecha 15 de setiembre de 2022, del Director Ejecutivo de la Oficina Ejecutiva de Planeamiento Estratégico, y eleva su proveído con OPINION TECNICA FAVORABLE, para la prosecución del trámite correspondiente;

Que, la **Guía Técnica: “Procedimiento de Anestesia en Hidrocefalia”**, tiene por finalidad brindar anestesia segura e inducción y mantenimiento guiadas por objetivos, prevenir el mayor incremento de la presión intracraneana, con el objetivo de permitir una inducción y mantenimiento de anestesia intravenosa guiada por sistemas TCI (Target Controlled Infusion);

Que, con el propósito de continuar con el desarrollo de las actividades y procesos técnicos administrativos a nivel institucional, así como alcanzar los objetivos y metas en el Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas, resulta pertinente atender la propuesta presentada por el Director Ejecutivo de la Dirección de Investigación, Docencia y Atención Especializada





**RESOLUCIÓN DIRECTORAL**

Lima, 30 de Septiembre del 2022.

en Neurocirugía, del Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas y emitir el acto resolutorio que apruebe la **Guía Técnica: "Procedimiento de Anestesia en Hidrocefalia"**;



En uso de las atribuciones conferidas en el inciso g) del artículo 11° del Reglamento de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas, aprobado con Resolución Ministerial N° 787-2006/MINSA, de conformidad con el TUO de la Ley N° 27444 Ley del Procedimiento Administrativo General, aprobado por el Decreto Supremo N° 004-2019-JUS,

Con la visación del Director Ejecutivo de la Dirección de Investigación, Docencia y Atención Especializada en Neurocirugía, Director Ejecutivo de la Oficina Ejecutiva de Planeamiento Estratégico y de la Jefa de la Oficina de Asesoría Jurídica del Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas;



**SE RESUELVE:**

**Artículo Primero.** - **APROBAR** la **Guía Técnica: "Procedimiento de Anestesia en Hidrocefalia"**, del Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas, y que a folios veintisiete (27) forma parte integrante de la presente Resolución Directoral.

**Artículo Segundo.** - **ENCARGAR** a la Dirección de Investigación, Docencia y Atención Especializada en Neurocirugía, cumpla con el monitoreo, implementación, aplicación y supervisión de la **Guía Técnica: "Procedimiento de Anestesia en Hidrocefalia"**, en el ámbito de su competencia.

**Artículo Tercero.** - **DEJAR SIN EFECTO** cualquier acto resolutorio que se oponga al acto resolutorio a emitirse.

**Artículo Cuarto.** - **ENCARGAR** a la Oficina de Comunicaciones la difusión y publicación de la presente Resolución Directoral en el portal de la página web del Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas de conformidad con las normas de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Regístrese, comuníquese y cúmplase

JEMR/LAAT/CLBV.

MINISTERIO DE SALUD  
Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas  
Dirección General

M.C. Esp. JORGE ENRIQUE MEDINA RUBIO  
Director del Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas



INCN



PERÚ

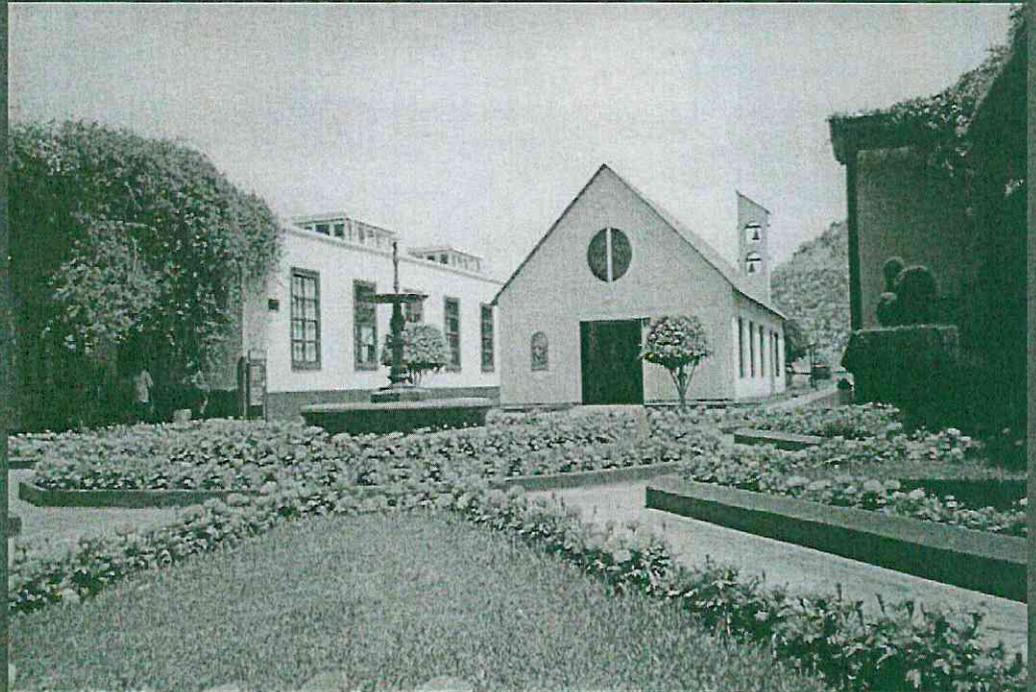
Ministerio  
de Salud

Viceministerio  
de Prestaciones y  
Aseguramiento en Salud

Instituto Nacional  
de Ciencias Neurológicas

## DIRECCIÓN EJECUTIVA DE INVESTIGACIÓN, DOCENCIA Y ATENCIÓN ESPECIALIZADA EN NEUROCIRUGIA

### SERVICIO DE ANESTESIA, ANALGESIA Y REANIMACIÓN



#### GUÍA TÉCNICA: "PROCEDIMIENTO DE ANESTESIA EN HIDROCEFALIA"



2022



# INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS NEUROLÓGICAS

## DIRECCIÓN EJECUTIVA DE INVESTIGACIÓN, DOCENCIA Y ATENCIÓN ESPECIALIZADA EN NEUROCIRUGIA

### SERVICIO DE ANESTESIA, ANALGESIA Y REANIMACIÓN



## GUÍA TÉCNICA: "PROCEDIMIENTO DE ANESTESIA EN HIDROCEFALIA"



DIRECTORIO:

**M.C. ESP. JORGE ENRIQUE MEDINA RUBIO**  
DIRECTOR GENERAL

**M.C. ESP. JOSÉ JAVIER CALDERÓN SANGUINEZ**  
EJECUTIVO ADJUNTO DE DIRECCIÓN GENERAL

**ECON. DAVID ALEJANDRO TEJADA PARDO**  
DIRECTOR EJECUTIVO DE LA OFICINA EJECUTIVA DE PLANEAMIENTO ESTRATÉGICO

**M.C. ESP. LUIS ALBERTO ANTONIO TOLEDO**  
DIRECTOR EJECUTIVO DE LA DIRECCIÓN EJECUTIVA DE INVESTIGACIÓN,  
DOCENCIA Y ATENCIÓN ESPECIALIZADA EN NEUROCIRUGÍA

**M.C. JACQUELINE DELIA GAMBOA ORÉ**  
JEFA DEL SERVICIO DE ANESTESIA, ANALGESIA Y REANIMACIÓN

COLABORADOR(ES):

**DRA. KARINA MAYTA CALDERON**  
SERVICIO DE ANESTESIA, ANALGESIA Y REANIMACIÓN

APOYO Y SOPORTE ADMINISTRATIVO:

**TEC. LUIS MIGUEL CRUZADO SALAZAR**  
JEFE DE LA UNIDAD DE ORGANIZACIÓN

**BACH. DIEGO ALEXANDER FERIA ROJAS**  
UNIDAD DE ORGANIZACIÓN  
OFICINA EJECUTIVA DE PLANEAMIENTO ESTRATÉGICO



Lima, Perú  
2022



## ÍNDICE

ÍNDICE .....	4
I. FINALIDAD .....	6
II. OBJETIVO.....	6
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	6
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
III. ÁMBITO DE APLICACIÓN .....	6
IV. NOMBRE DE PROCESO O PROCEDIMIENTO A ESTANDARIZAR.....	6
V. CONSIDERACIONES GENERALES.....	6
VI. CONSIDERACIONES ESPECÍFICAS.....	11
6.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE HOSPITALIZACIÓN .....	15
6.1.1. MEDIDAS GENERALES .....	16
6.1.2. MEDIDAS ESPECÍFICAS .....	19
VII. RECOMENDACIONES.....	24
VIII. ANEXOS .....	24
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	27





## GUÍA TÉCNICA: “PROCEDIMIENTO DE ANESTESIA EN HIDROCEFALIA”

ROL	ORGANO	FECHA	V° B°
ELABORADO	SERVICIO DE ANESTESIA, ANALGESIA Y REANIMACIÓN	SETIEMBRE, 2022	
REVISADO POR	DIRECCIÓN EJECUTIVA DE INVESTIGACIÓN, DOCENCIA Y ATENCIÓN ESPECIALIZADA EN NEUROCIRUGÍA	SETIEMBRE, 2022	
	OFICINA EJECUTIVA DE PLANEAMIENTO ESTRATÉGICO (UNIDAD DE ORGANIZACIÓN)	SETIEMBRE, 2022	
	OFICINA DE ASESORÍA JURÍDICA	SETIEMBRE, 2022	
APROBADO	DIRECCIÓN GENERAL	SETIEMBRE, 2022	

D. TEJADA P.

INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS NEUROLÓGICAS  
 OFICINA DE ASESORÍA JURÍDICA  
 V° B°  
 ABOG. C. BERROCAL V.

MINISTERIO DE SALUD  
 INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS NEUROLÓGICAS  
 DIRECCIÓN GENERAL

MINISTERIO DE SALUD  
 INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS NEUROLÓGICAS  
 DIRECCIÓN GENERAL



## GUÍA TÉCNICA: "PROCEDIMIENTO DE ANESTESIA EN HIDROCEFALIA"

### I. FINALIDAD

Brindar anestesia segura e inducción y mantenimiento guiada por objetivos, prevenir el mayor incremento de la presión intracraneana.

### II. OBJETIVO

#### 2.1. OBJETIVO GENERAL

Permitir una inducción y mantenimiento de anestesia intravenosa guiada por sistemas TCI (Target Controlled Infusion).

#### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar anestesia intravenosa guiada por TCI (Target Controlled Infusion) teniendo en cuenta la patología de cada paciente, que permita tener una inducción y mantenimiento óptimos.
- Mantener objetivos hemodinámicos, medidas para reducir el edema cerebral y mantener el cerebro relajado para evitar complicaciones en el intra y postoperatorio y facilitar el acto quirúrgico
- Realizar una educación que permita el despertar del paciente al término de la cirugía para su evaluación neurológica.
- Manejo del dolor postoperatorio con el uso de nuevas herramientas como la ecografía.

### III. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Esta guía será aplicada en los pacientes con diagnóstico de patología neuroquirúrgica, programados electivamente o de emergencia, que cumplan con los criterios por la naturaleza del procedimiento a realizar, la evolución natural de la enfermedad quirúrgica o las comorbilidades asociadas, requieran de su propia intervención y manejo perioperatorio (preoperatorio - intraoperatorio y posoperatorio inmediato).

### IV. NOMBRE DE PROCESO O PROCEDIMIENTO A ESTANDARIZAR

Procedimiento de Anestesia en Hidrocefalia.

#### CONSIDERACIONES GENERALES

La hidrocefalia es un trastorno en el que se acumula una cantidad excesiva de Líquido Cefalorraquídeo (LCR) en los ventrículos cerebrales y/o en los espacios subaracnoideos, lo que provoca dilatación ventricular y aumento de la presión intracraneal (PIC).

Es necesario tener en cuenta la fisiología del LCR por lo cual se describirá primero, luego se tomarán en cuenta las medidas relacionadas a la anestesia para el manejo óptimo de estos pacientes.

El líquido cefalorraquídeo (LCR) es producido principalmente por el plexo coroideo. Circula a través del sistema ventricular, luego a través del espacio subaracnoideo hasta las vellosidades aracnoideas, y desde allí se absorbe en la circulación sanguínea sistémica. El flujo de LCR es principalmente cefálico.





**Producción de LCR:** El LCR es producido principalmente por el plexo coroideo, que es responsable del 60 al 80 por ciento de la producción de LCR. El tejido del plexo coroideo se localiza en cada ventrículo cerebral y consiste en pliegues vellosos revestidos por epitelio con un núcleo central de tejido conectivo altamente vascularizado. Las células epiteliales coroideas producen LCR mediante transporte activo dependiente de la anhidrasa carbónica, que puede bloquearse con acetazolamida, un inhibidor de la anhidrasa carbónica. Además de la secreción activa, existe un componente de difusión que la acetazolamida no bloquea.

El resto del LCR es producido por tejido cerebral, que secreta LCR directamente al espacio extracelular. Este líquido fluye a través de la capa ependimaria hacia los ventrículos cerebrales o el canal central espinal.

Las tasas de producción de LCR son constantes en condiciones fisiológicas a menos que se alcancen niveles extremadamente altos de presión intracraneal (ICP). Por lo tanto, la absorción de LCR generalmente coincide con la tasa de producción para acomodar el volumen de LCR que se forma cada día. En adultos, la tasa de producción de LCR es de aproximadamente 20 ml/hora, lo que da como resultado una renovación completa del LCR tres o cuatro veces al día. En recién nacidos y niños pequeños, la tasa de producción de LCR es proporcional al tamaño del cerebro. Las estimaciones de las tasas de producción de LCR en lactantes y niños se derivan de las mediciones de la producción horaria de LCR de los drenajes ventriculares externos. Estos estudios sugieren que la producción de LCR aumenta logarítmicamente con la edad y el peso corporal, en un rango de 0,1 a 26,5 ml/hora.

La producción aumenta rápidamente en la infancia; a la edad de dos años, la producción es aproximadamente dos tercios de los niveles de los adultos.

El volumen total de LCR en el recién nacido es de aproximadamente 50 ml, en comparación con los 125 a 150 ml de un adulto sano. En adultos, aproximadamente el 25 por ciento del LCR está dentro del sistema ventricular.

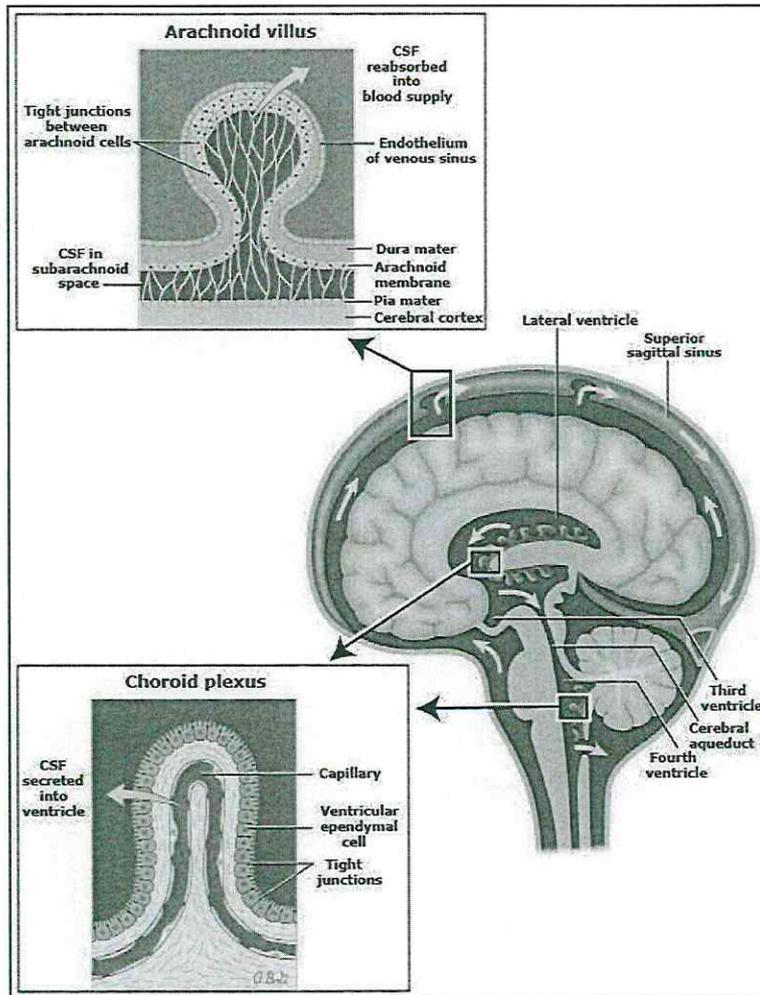
**Circulación del LCR:** el LCR que se origina en el plexo coroideo y en el tejido cerebral circula a través del sistema ventricular hacia el espacio subaracnoideo (Figura N° 1). El sistema ventricular se compone de un par de ventrículos laterales, cada uno de los cuales se conecta al tercer ventrículo de la línea media a través de un agujero interventricular (de Monro). No hay conexiones directas entre dos ventrículos laterales porque están separados por una membrana (el septum pellucidum). El tercer ventrículo está conectado a un cuarto ventrículo en la línea media por el acueducto cerebral (de Silvio). El líquido cefalorraquídeo sale del cuarto ventrículo hacia el espacio subaracnoideo a través de tres agujeros: los agujeros laterales de Luschka y un agujero de Magendie en la línea media. Las áreas focalmente agrandadas de los espacios subaracnoideos conocidas como cisternas están presentes en la base del cerebro. Las cisternas de la fosa posterior se conectan con los espacios subaracnoideos sobre las convexidades cerebrales a través de vías que cruzan la tienda del cerebelo. Las cisternas basales conectan los espacios subaracnoideos intracraneales y espinales.

**Absorción de LCR:** el LCR se absorbe en la circulación venosa sistémica principalmente a través de las vellosidades aracnoideas hacia los canales venosos de los senos principales (Figura 1). Las vellosidades aracnoideas consisten en un grupo de células que se proyectan desde el espacio subaracnoideo hasta la luz del seno; estos están cubiertos por una capa de endotelio con uniones estrechas que se continúan con la capa interna de los senos paranasales. Este conjunto actúa como una válvula unidireccional, lo que permite la absorción pasiva de LCR a favor de un gradiente de presión; si la presión del LCR es menor que la presión venosa, las vellosidades aracnoideas se cierran y no permiten que la sangre pase al sistema ventricular. La tasa de absorción es relativamente lineal en el rango fisiológico. Parte



de la absorción de LCR también se produce a través del revestimiento endodimario de los ventrículos y el plexo coroideo, así como desde el espacio subaracnoideo espinal hasta los espacios perineurales.

FIGURA N°1. Líquido cefalorraquídeo: Fisiología



### PRESIÓN INTRACRANEANA (PIC)

La PIC normalmente es  $\leq 15$  mmHg en adultos y la hipertensión intracraneal patológica (HIC) está presente con presiones  $\geq 20$  mmHg.

Los mecanismos homeostáticos estabilizan la PIC, con elevaciones transitorias ocasionales asociadas con eventos fisiológicos, como estornudos, tos o maniobras de Valsalva.

El compartimiento intracraneal está protegido por el cráneo, una estructura rígida con un volumen interno fijo de 1400 a 1700 ml. En condiciones fisiológicas, los contenidos intracraneales incluyen (por volumen):

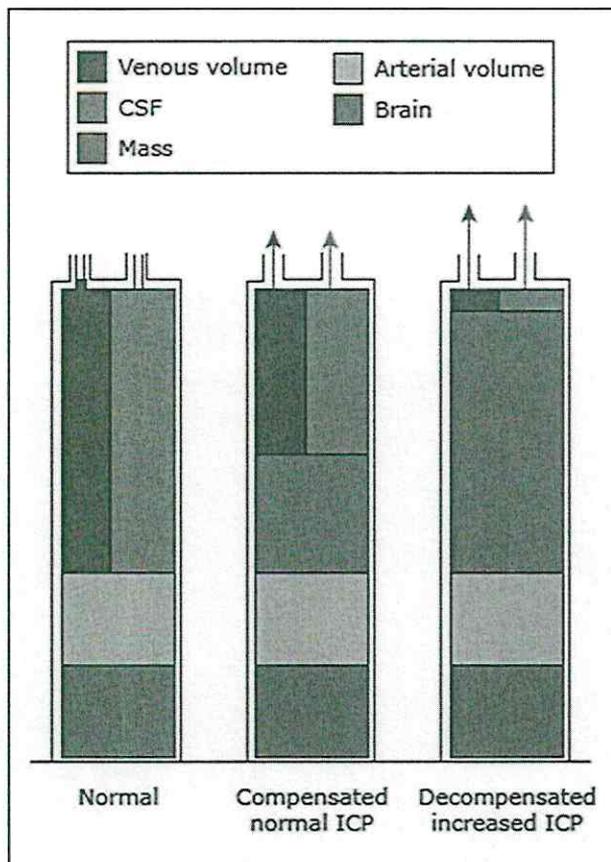
- Parénquima cerebral – 80 por ciento
- Líquido cefalorraquídeo (LCR) – 10 por ciento
- Sangre – 10 por ciento



D. TEJADA P.



FIGURA N°2. Presión intracranenana: factores



### FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL (FSC o CBF)

Después de un aumento significativo de la PIC, la lesión cerebral puede resultar de la compresión del tronco encefálico y/o una reducción del FSC. El CBF es una función de la caída de presión a través de la circulación cerebral dividida por la resistencia cerebrovascular, como predice la ley de Ohm:  $CBF = (CAP - JVP) \div CVR$ , donde CAP es la presión arterial carotídea, JVP es la Presión Venosa Yugular y CVR es la Resistencia Cerebrovascular.

La Presión de Perfusión Cerebral (PPC) es un sustituto clínico de la idoneidad de la perfusión cerebral. La PPC se define como la Presión Arterial Media (PAM) menos la PIC.

$$PPC = PAM - PIC$$

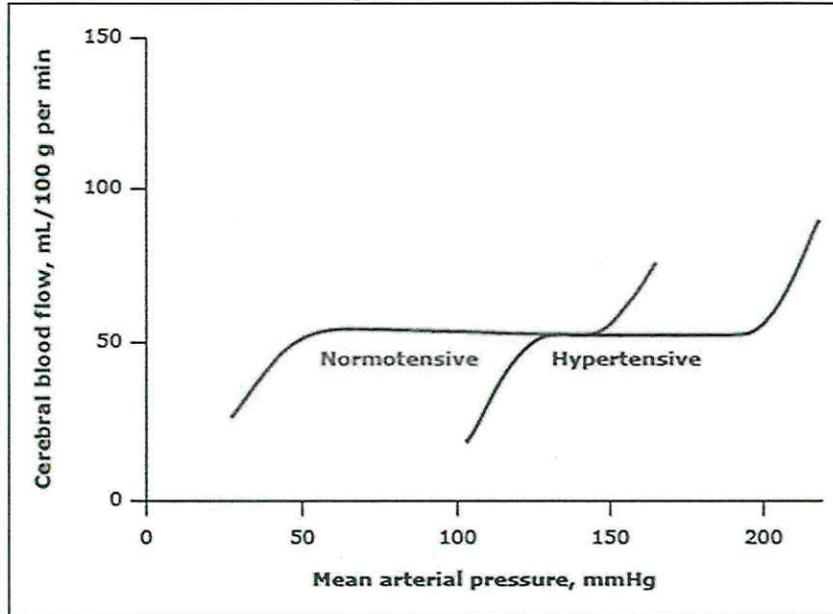
### AUTORREGULACIÓN

El FSC normalmente se mantiene en un nivel relativamente constante mediante la autorregulación cerebrovascular del RCV en un amplio rango de CPP (50 a 100 mmHg) (Figura 3). Sin embargo, la autorregulación de CVR puede volverse disfuncional en ciertos estados patológicos, más notablemente en accidentes cerebrovasculares o traumatismos. En este contexto, el cerebro se vuelve extremadamente sensible incluso a cambios menores en la CPP.

Otra consideración importante es que el punto de ajuste de la autorregulación también cambia en pacientes con hipertensión crónica. Con elevaciones leves a moderadas de la presión arterial (PA), la respuesta inicial es la vasoconstricción arterial y arteriolar. Este proceso de autorregulación mantiene la perfusión tisular a un nivel relativamente constante y evita que el aumento de la presión se transmita a los vasos más pequeños y distales. Como resultado, las reducciones agudas de la PA, incluso si el valor final permanece dentro del rango normal, pueden producir síntomas isquémicos en pacientes con hipertensión crónica (Figura 3).



FIGURA N° 3. Autorregulación cerebral en hipertensión



### PRESIÓN DE PERFUSIÓN CEREBRAL (PPC o CPP)

Las condiciones asociadas con una PIC elevada, incluidas las lesiones masivas y la hidrocefalia, pueden estar asociadas con una reducción de la CPP. Esto puede resultar en una isquemia focal o global devastadora. Por otro lado, una elevación excesiva de la PPC puede provocar encefalopatía hipertensiva y edema cerebral debido a la eventual ruptura de la autorregulación, particularmente si la PPC es >120 mmHg. Los pacientes con hipertensión crónica toleran un nivel más alto de CPP porque la curva de autorregulación se ha desplazado hacia la derecha (Figura 3).

En última instancia, las reducciones globales o locales del CBF son responsables de las manifestaciones clínicas de la PIC elevada. Estas manifestaciones se pueden dividir además en respuestas generalizadas a la PIC elevada y síndromes de hernia.

### FISIOPATOLOGÍA

Cada vez se reconoce más que muchos casos de hidrocefalia tienen componentes obstructivos y de absorción. Esto explica la respuesta variable a la ventriculostomía del tercer ventrículo en casos de hidrocefalia que antes se suponía que era puramente obstructiva, como se analiza por separado.

### OBSTRUCCIÓN

El mecanismo más común de hidrocefalia es la obstrucción anatómica o funcional del flujo de LCR (conocida como hidrocefalia obstructiva o no comunicante). La obstrucción ocurre en el foramen de Monro, en el acueducto de Sylvius o en el cuarto ventrículo y sus salidas. La dilatación del sistema ventricular ocurre proximal a la obstrucción. El ventrículo justo proximal a la obstrucción por lo general se dilata de manera más prominente. Ejemplos incluyen:

- La obstrucción del acueducto de Silvio (estenosis del acueducto) provoca la dilatación de los ventrículos lateral y tercero, mientras que el tamaño del cuarto ventrículo permanece relativamente normal.
- Esta es una causa muy común de hidrocefalia en bebés y niños.





- La obstrucción en el cuerpo del ventrículo lateral provoca la dilatación del asta temporal distal y la aurícula
- La obstrucción de un foramen de Monro provoca dilatación del ventrículo lateral de ese lado
- La obstrucción del flujo de salida del cuarto ventrículo provoca la dilatación de los cuatro ventrículos.

### DETERIORO DE LA ABSORCIÓN

Con menos frecuencia, la hidrocefalia es causada por un deterioro de la absorción del LCR, lo que se conoce como hidrocefalia comunicante. Por lo general, esto se debe a la inflamación de las vellosidades subaracnoideas, pero también puede deberse a una absorción deficiente del líquido cefalorraquídeo o al aumento de la presión en los senos venosos. El sello radiográfico de la hidrocefalia comunicante es la dilatación de todo el sistema ventricular, incluido el cuarto ventrículo. La absorción alterada del LCR también puede ocurrir cuando la presión del seno venoso craneal es elevada.

### PRODUCCIÓN EXCESIVA

La producción excesiva de LCR es una causa rara de hidrocefalia. Esta condición puede ocurrir con un papiloma de plexo coroideo funcional. Conduce a un agrandamiento de todo el sistema ventricular y de los espacios subaracnoideos, con un aspecto radiográfico similar al de la hidrocefalia comunicante por otras causas.

## VI. CONSIDERACIONES ESPECÍFICAS

Se tiene que tener en cuenta el monitoreo de la PIC que se puede realizar previa a la operación durante la cirugía y después de la misma. Además de realizar medidas para disminuir la presión intracraneana aparte de la cirugía que se le va a realizar con el mismo objetivo.

### MONITOREO DE LA PIC

La terapia empírica para la PIC presuntamente elevada no es satisfactoria porque la presión de perfusión cerebral (CPP) no se puede monitorear de manera confiable sin la medición de la PIC. Además, la mayoría de las terapias dirigidas a reducir la PIC son efectivas por períodos de tiempo limitados y variables. Además, estos tratamientos pueden tener efectos secundarios graves. Por lo tanto, mientras que los pasos iniciales para controlar la PIC pueden, por necesidad, realizarse sin el beneficio de la monitorización de la PIC, un objetivo inicial importante en el tratamiento del paciente con una presunta PIC elevada es la colocación de un dispositivo de monitorización de la PIC.

El propósito de monitorear la PIC es mejorar la capacidad del médico para mantener una PPC y una oxigenación adecuada. La única manera de determinar de forma fiable la CPP (definida como la diferencia entre la presión arterial media [PAM] y la PIC) es monitorizar continuamente tanto la PIC como la presión arterial (PA).

### Tipos de monitores

Hay cuatro sitios anatómicos principales utilizados en la medición clínica de la PIC: intraventricular, intraparenquimatosa, subaracnoidea y epidural ( Figura n° 4 ) También se ha estudiado la monitorización no invasiva y metabólica de la PIC, pero el valor clínico de estos métodos no está claro en la actualidad. Cada técnica requiere un sistema de seguimiento único y tiene ventajas y desventajas asociadas.



D. TEJADA P.



J. MEDINA

## Intraventricular

Los monitores intraventriculares se consideran el "estándar de oro" de los catéteres de monitoreo de la PIC. Se colocan quirúrgicamente en el sistema ventricular y se fijan a una bolsa de drenaje y un transductor de presión con una llave de paso de tres vías. La monitorización intraventricular tiene la ventaja de la precisión, la sencillez de la medición y la característica única de permitir el tratamiento de algunas causas de elevación de la PIC mediante el drenaje del líquido cefalorraquídeo (LCR).

La principal desventaja es la infección, que puede ocurrir en hasta el 20 por ciento de los pacientes. Este riesgo aumenta cuanto más tiempo se coloca un dispositivo. Los cambios de catéter profiláctico no parecieron reducir el riesgo de infección

Otra desventaja de los sistemas intraventriculares incluye un pequeño (aproximadamente 2 por ciento) riesgo de hemorragia durante la colocación; este riesgo es mayor en pacientes coagulopáticos. Además, puede ser técnicamente difícil colocar un drenaje intraventricular en un ventrículo pequeño, particularmente en el contexto de un traumatismo y edema cerebral complicado por compresión ventricular.

## Intraparenquimatoso

Los dispositivos intraparenquimatosos consisten en un cable delgado con un transductor electrónico o de fibra óptica en la punta. El dispositivo más utilizado es el sistema Camino de fibra óptica. Estos monitores se pueden insertar directamente en el parénquima cerebral a través de un pequeño orificio perforado en el cráneo. Las ventajas incluyen la facilidad de colocación y un menor riesgo de infección y hemorragia (<1 por ciento) que con los dispositivos intraventriculares.

Las desventajas incluyen la imposibilidad de drenar el LCR con fines diagnósticos o terapéuticos y la posibilidad de perder precisión (o "desviación") durante varios días, ya que el transductor no se puede recalibrar después de la colocación inicial. Además, existe un mayor riesgo de fallo mecánico debido al complejo diseño de estos monitores. Se ha debatido la fiabilidad de los dispositivos intraparenquimatosos. Un grupo encontró solo una pequeña desviación (1 mmHg) en un grupo de 163 pacientes; sin embargo, un segundo informe encontró que las lecturas variaron en >3 mmHg en más de la mitad de los 50 pacientes estudiados.

## Subaracnoideo

Los pernos subaracnoideos son sistemas acoplados por líquido dentro de un tornillo hueco que se puede colocar a través del cráneo adyacente a la duramadre. Luego se perfora la duramadre, lo que permite que el LCR se comunique con la columna de líquido y el transductor. El monitor subaracnoideo más utilizado es el perno de Richmond (o Becker); otros tipos incluyen el tornillo Philly, el tornillo Leeds y el tornillo Landy. Estos dispositivos tienen un bajo riesgo de infección y hemorragia, pero a menudo se obstruyen con desechos y no son confiables; por lo tanto, rara vez se utilizan. Además, se cree que son menos precisos que los dispositivos de PIC ventricular.

## Epidural

Los monitores epidurales contienen transductores ópticos que descansan contra la dura después de atravesar el cráneo. A menudo son inexactos, ya que la duramadre amortigua la presión transmitida al espacio epidural y, por lo tanto, tienen una utilidad clínica limitada. Se utilizan en el tratamiento de pacientes coagulopáticos con encefalopatía hepática complicada



con edema cerebral. En este entorno, el uso de estos catéteres se asocia con un riesgo significativamente menor de hemorragia intracerebral (4 frente a 20 y 22 por ciento para dispositivos intraparenquimatosos e intraventriculares, respectivamente) y hemorragia mortal (1 frente a 5 y 4 por ciento, respectivamente).

FIGURA N°4. Monitores invasivos de la presión intracraneal

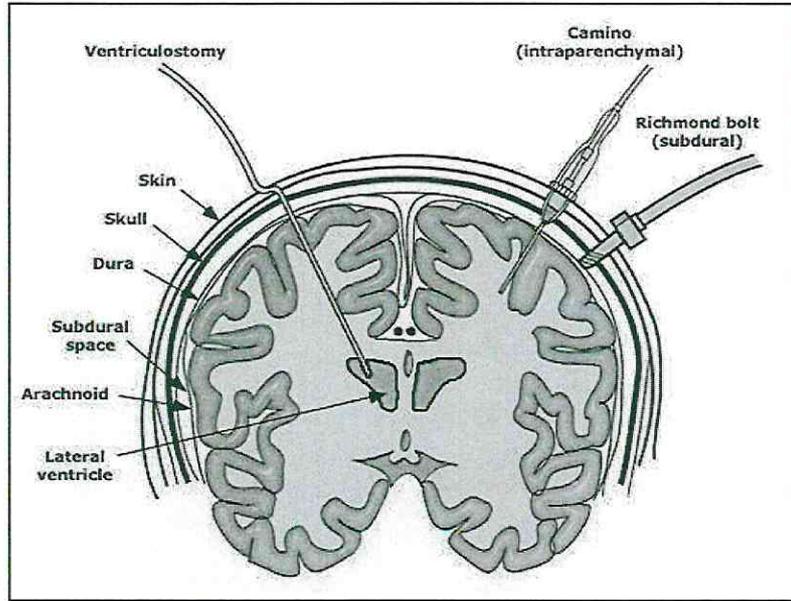
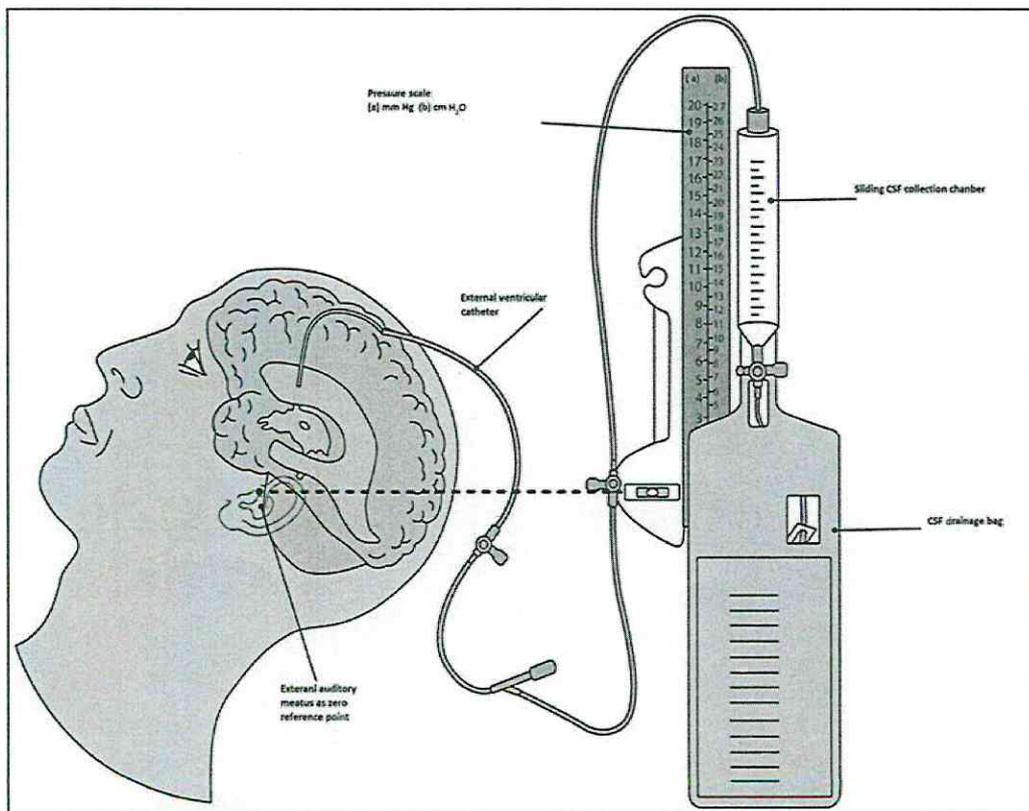


FIGURA N°5. Medida de presión intracraneana



MINISTERIO DE SALUD  
D. TEJADA A.

INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS NEUROLÓGICAS  
JEFATURA DE ASESORIA JURÍDICA  
VºBº  
ABOG. C. BERROCAL V.

MINISTERIO DE SALUD  
INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS NEUROLÓGICAS

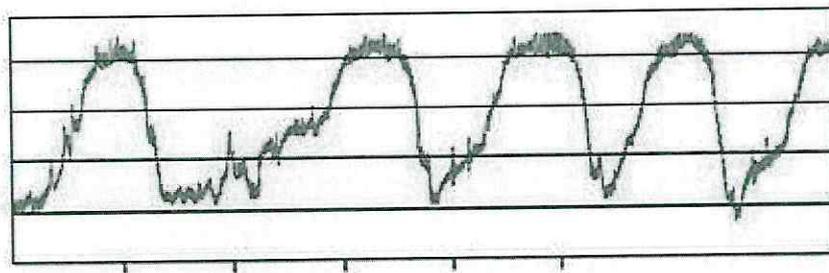
MINISTERIO DE SALUD  
DIRECCIÓN GENERAL  
INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS NEUROLÓGICAS  
J. MEDINA

## Análisis de forma de onda

La PIC no es un valor estático; exhibe una variación cíclica basada en los efectos superpuestos de la contracción cardíaca, la respiración y la distensibilidad intracraneal. En condiciones fisiológicas normales, la amplitud de la forma de onda suele ser pequeña, con ondas B relacionadas con la respiración y ondas C más pequeñas (u ondas de Traube-Hering-Mayer) relacionadas con el ciclo cardíaco.

Las ondas A patológicas (también llamadas ondas de meseta) son elevaciones abruptas y marcadas en la PIC de 50 a 100 mmHg, que generalmente duran de minutos a horas. La presencia de ondas A significa una pérdida de la distensibilidad intracraneal y presagia una descompensación inminente de los mecanismos de autorregulación. Por lo tanto, la presencia de ondas A debería sugerir la necesidad de una intervención urgente para ayudar a controlar la PIC.

FIGURA N° 6. Ondas A patológicas



## Sistemas no invasivos

Se han estudiado varios dispositivos diseñados para registrar la PIC de forma no invasiva, pero la mayoría no ha demostrado un éxito clínico reproducible o no se ha estudiado en ensayos clínicos grandes. No los utilizamos en la práctica clínica.

- El Doppler Transcraneal (TCD) mide la velocidad del flujo sanguíneo en la circulación cerebral proximal. El TCD se puede utilizar para estimar la PIC en función de los cambios característicos en las formas de onda que se producen en respuesta al aumento de la resistencia al Flujo Sanguíneo Cerebral (FSC). En general, la TCD es un predictor deficiente de la PIC, aunque en los pacientes con trauma los hallazgos de la TCD pueden correlacionarse con el resultado a los seis meses.
- El Análisis de Resonancia de Tejidos (TRA), un método basado en ultrasonido, se ha mostrado prometedor. En un ensayo, 40 pacientes se sometieron a monitorización de la PIC tanto invasiva como TRA, con una buena correlación entre las mediciones invasivas y TRA concomitantes
- La ecografía ocular puede proporcionar una medida no invasiva del diámetro de la vaina del nervio óptico, que se ha encontrado que se correlaciona con la PIC. Varios estudios han encontrado que los diámetros de 5 a 6 mm tienen la capacidad de discriminar entre una PIC normal y elevada en pacientes con hemorragia intracraneal y lesión cerebral traumática
- La presión intraocular se puede evaluar de forma no invasiva utilizando un tonómetro óptico portátil ultrasónico. Si bien algunas pruebas sugieren que la presión intraocular se correlaciona con la PIC en ausencia de traumatismo oculofacial o glaucoma, los hallazgos de la mayoría de los otros estudios no están de acuerdo
- El desplazamiento de la membrana timpánica (medido con un audiómetro de impedancia) se ha comparado con la monitorización directa, basándose en la hipótesis





de que el aumento de la PIC transmitirá una onda de presión a la membrana timpánica a través de la perilinfa.

**Neuromonitorización avanzada:** para complementar la monitorización de la PIC, se han desarrollado varias tecnologías para el tratamiento de lesiones cerebrales traumáticas graves. Estas técnicas permiten la medición de parámetros metabólicos y fisiológicos cerebrales relacionados con el suministro de oxígeno, el CBF y el metabolismo con el objetivo de mejorar la detección y el tratamiento de la lesión cerebral secundaria. Estos se discuten por separado.

### 6.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE HOSPITALIZACIÓN

#### EVALUACIÓN PREANESTÉSICA

Dada la relativa urgencia del tratamiento definitivo, la evaluación previa a la anestesia debe ser sucinta y dirigida (Anexo 1: Hoja de evaluación preanestésica) con el enfoque para facilitar el tratamiento temprano y definitivo (Anexo 2: Flujograma de evaluación preanestésica).

La evaluación debe incorporar la evaluación clínica según la WFNS (World Federation of Neurosurgical Societies) y la escala de Glasgow, que nos ayudará para el manejo intraoperatorio y destino en el postoperatorio.

**Tabla N°1:** Sistemas de clasificación según WFNS (World Federation of Neurosurgical Societies)

Escala de WFNS	
I	Escala de coma de Glasgow: 15 sin hemiparesia.
II	Escala de coma de Glasgow: 13-14 sin hemiparesia
III	Escala de coma de Glasgow: 13-14 con hemiparesia
IV	Escala de coma de Glasgow: 7-12 con o sin hemiparesia
V	Escala de coma de Glasgow: 3-6 con o sin hemiparesia

**Tabla N°2:** Sistemas de clasificación según escala de Glasgow

ESCALA DE GLASGOW DE NIVEL DE CONCIENCIA					
APERTURA OCULAR		RESPUESTA VERBAL		RESPUESTA MOTORA	
Espontánea	4	Orientado	5	Obedece órdenes	6
Orden verbal	3	Confuso	4	Localiza dolor	5
Estímulo doloroso	2	Palabras inapropiadas	3	Retirada al dolor	4
Ausente	1	Palabras incomprensibles	2	Flexión al dolor	3
		Ausente	1	Extensión al dolor	2
				Ausente	1
Puntuación máxima: 15			Puntuación mínima: 3		



## EXÁMENES AUXILIARES:

### A. Según Patología Clínica:

- Riesgo Cardíaco.
- Riesgo Neumológico.
- Riesgo Endocrinológico.
- Grupo sanguíneo y factor RH.
- Hemograma, Hemoglobina, hematocrito.
- Perfil de coagulación (TP, INR, TTP, TC, TS).
- Glicemia, urea y creatinina.
- Radiografía de tórax.
- Examen completo de orina.
- Serología, PCR SARS COV-2 y prueba rápida antigénica SARS COV-2.
- Verificar depósito de sangre y pruebas cruzadas.

### B. Evaluación de otras especialidades valorando y compensando patologías asociadas.

### C. De Imágenes: Tomografía Axial Computarizada y Resonancia Magnética (cerebral y tórax según sea el caso).

## MANEJO ANESTÉSICO

Los objetivos principales del manejo anestésico de la craneotomía en la hemorragia subaracnoidea por aneurisma son (Todo ello se detalla en el flujograma descrito en el Anexo N°3:

- Facilitar el tratamiento definitivo oportuno.
- Mantener la perfusión cerebral.
- Prevenir/manejar la inflamación cerebral intraoperatoria para facilitar la exposición quirúrgica.
- Facilitar la monitorización neurofisiológica.
- Facilitar el recorte temporal.
- Optimizar la fisiología sistémica y controlar la glucemia.
- Anticipar y manejar situaciones de crisis (p. ej., ruptura de un aneurisma).
- Facilitar la emergencia oportuna y sin problemas y la evaluación neurológica.
- Prevenir el dolor postoperatorio y otras complicaciones.

## MANEJO DEL PREOPERATORIO E INTRAOPERATORIO

Teniendo en cuenta el incremento de la presión intracraneal, se deben realizar medidas generales para lograr disminuir la presión intracraneal

### 6.1.1. MEDIDAS GENERALES

La mejor terapia para la hipertensión intracraneal (HIC) es la resolución de la causa próxima de la PIC elevada. Los ejemplos incluyen la evacuación de un coágulo de sangre, la resección de un tumor, la derivación de líquido cefalorraquídeo (LCR) en caso de hidrocefalia o el tratamiento de un trastorno metabólico subyacente.

## REANIMACIÓN

La evaluación urgente y el apoyo de la oxigenación, la presión arterial (PA) y la perfusión de órganos diana son particularmente importantes en traumatismos, pero aplicables a todos los pacientes. Si se sospecha una PIC elevada, se debe tener cuidado para minimizar nuevas elevaciones de la PIC durante la intubación mediante





una colocación cuidadosa, la elección adecuada de agentes relajantes neuromusculares y una sedación adecuada. Se ha sugerido el pretratamiento con lidocaína como una intervención útil para disminuir el aumento de la PIC asociado con la intubación; sin embargo, la buena evidencia clínica que respalda este enfoque es limitada.

Se deben minimizar los grandes cambios en la PA, con especial cuidado para evitar la hipotensión. Aunque podría parecer que una PA más baja daría como resultado una PIC más baja, este no es el caso. La hipotensión, especialmente junto con la hipoxemia, puede inducir vasodilatación reactiva y elevaciones de la PIC. Como se señaló anteriormente, se ha demostrado que los vasopresores son seguros para su uso en la mayoría de los pacientes con HIC y pueden ser necesarios para mantener la presión de perfusión cerebral (PPC)  $>60$  mmHg.

### SITUACIONES URGENTES

Es posible que sea necesario instituir medidas de salvamento antes de un estudio más detallado (p. ej., imágenes o monitorización de la PIC) en un paciente que se presenta de forma aguda con antecedentes o hallazgos en el examen que sugieran una PIC elevada. Muchas de estas situaciones dependerán del juicio clínico, pero la siguiente combinación de hallazgos sugiere la necesidad de una intervención urgente

- Una historia que sugiera elevación de la PIC (p. ej., traumatismo craneoencefálico, dolor de cabeza intenso y repentino típico de la hemorragia subaracnoidea)
- Un examen que sugiere PIC elevada (pupila(s) fija y dilatada unilateral o bilateralmente, posturas de decorticación o descerebración, bradicardia, hipertensión y/o depresión respiratoria)
- Una escala de coma de Glasgow (GCS)  $\leq 8$
- No existen causas potencialmente reversibles y de confusión del estado mental deprimido, como hipotensión (PA sistólica [PAS]  $<60$  mmHg en adultos), hipoxemia (PaO<sub>2</sub>  $<60$  mmHg), hipotermia ( $<36^{\circ}\text{C}$ ) o intoxicación evidente.

En tales pacientes, los diuréticos osmóticos pueden usarse con urgencia.

Además, las técnicas estándar de reanimación deben instituirse lo antes posible:

- Elevación de la cabeza
- Hiperventilación a una PCO<sub>2</sub> de 26 a 30 mmHg
- Manitol intravenoso (1 a 1,5 g/kg)

Concomitante con estas medidas debe haber una evaluación agresiva del diagnóstico subyacente, que incluye neuroimagen, examen neurológico detallado y recopilación de antecedentes. La hiperventilación puede estar contraindicada en el contexto de una lesión cerebral traumática y un accidente cerebrovascular agudo, y se analiza por separado

### VIGILANCIA Y DECISIÓN DE TRATAR

Si se sospecha un diagnóstico de PIC elevada y no existe una causa inmediata tratable de inmediato, se debe instituir la monitorización de la PIC. El uso de la monitorización de la PIC se asocia con una disminución de la mortalidad en pacientes con lesión cerebral traumática





## MANEJO DE LÍQUIDOS

En general, los pacientes con PIC elevada no necesitan una restricción severa de líquidos. Los pacientes deben mantenerse eurolémicos y de normo a hiperosmolares. Esto se puede lograr evitando toda el agua libre (incluyendo D5W, solución salina al 0,45 por ciento [la mitad de lo normal] y agua enteral libre) y empleando solo líquidos isotónicos (como solución salina al 0,9 por ciento [normal]). La osmolalidad sérica debe mantenerse  $>280$  mOsm/L y, a menudo, se mantiene en el rango de 295 a 305 mOsm/L. La hiponatremia es común en el contexto de PIC elevada, en particular junto con hemorragia subaracnoidea.

De manera similar, se ha estudiado el valor de la reanimación con fluidos coloides en comparación con cristaloides en pacientes con PIC elevada, pero los hallazgos no han sido concluyentes con respecto al enfoque superior.

Sin embargo, un análisis de subgrupos en un estudio grande sugirió que en pacientes con lesión cerebral traumática, la reposición de líquidos con albúmina se asoció con una mayor mortalidad en comparación con la solución salina normal.

La solución salina hipertónica en dosis en bolo puede disminuir de forma aguda la PIC, pero se requieren más investigaciones para definir el papel, si lo hay, de este enfoque en el tratamiento de la PIC elevada.

## SEDACIÓN

Mantener a los pacientes adecuadamente sedados puede disminuir la PIC al reducir la demanda metabólica, la asincronía del ventilador, la congestión venosa y las respuestas simpáticas de hipertensión y taquicardia. Establecer una vía aérea segura y prestar mucha atención a la PA permite al médico identificar y tratar rápidamente la apnea y la hipotensión.

El propofol se ha utilizado con buenos resultados en este contexto, ya que se titula fácilmente y tiene una vida media corta, lo que permite una reevaluación neurológica frecuente.

## CONTROL DE LA PRESIÓN ARTERIAL

En general, la PA debe ser suficiente para mantener la PPC  $>60$  mmHg. Como se discutió anteriormente, los vasopresores se pueden usar de manera segura sin aumentar más la PIC. Esto es particularmente relevante en el contexto de la sedación, cuando puede ocurrir hipotensión iatrogénica. En general, la hipertensión solo debe tratarse cuando la PPC  $> 120$  mmHg y la PIC  $> 20$  mmHg.

Se debe tener precaución para evitar una PPC  $<50$  mmHg o, como se indicó anteriormente, la normalización de la PA en pacientes con hipertensión crónica en los que la curva de autorregulación se ha desplazado hacia la derecha

## POSICIÓN

Los pacientes con PIC elevada deben colocarse para maximizar el flujo venoso de la cabeza. Las maniobras importantes incluyen reducir la flexión o rotación excesiva del cuello, evitar el vendaje restrictivo del cuello y minimizar los estímulos que podrían inducir respuestas de Valsalva, como la succión endotraqueal.



D. TEJADA P.



ADOG. C. BERROCAL V.



J. MEDINA



Históricamente, los pacientes con PIC elevada se han colocado con la cabeza elevada por encima del corazón (generalmente 30 grados) para aumentar el flujo venoso. Cabe señalar que la elevación de la cabeza puede reducir la CPP; sin embargo, dada la eficacia comprobada de la elevación de la cabeza para reducir la PIC, la mayoría de los expertos recomiendan elevar la cabeza del paciente siempre que la PPC se mantenga en un nivel adecuado.

## FIEBRE

La demanda metabólica elevada en el cerebro da como resultado un aumento del flujo sanguíneo cerebral (FSC) y puede elevar la PIC al aumentar el volumen de sangre en la bóveda craneal. Por el contrario, la disminución de la demanda metabólica puede disminuir la PIC al reducir el flujo sanguíneo.

La fiebre aumenta el metabolismo cerebral y se ha demostrado que aumenta la lesión cerebral en modelos animales. Por lo tanto, se recomienda el tratamiento agresivo de la fiebre, incluido el paracetamol y el enfriamiento mecánico, en pacientes con aumento de la PIC. La HIC es una indicación reconocida de parálisis neuromuscular en pacientes seleccionados

## TERAPIA ANTICONVULSIVA

Las convulsiones pueden complicar y contribuir a una PIC elevada. Debe instaurarse una terapia anticonvulsiva si se sospechan convulsiones; el tratamiento profiláctico puede estar justificado en algunos casos. No existen pautas claras para esto último, pero los ejemplos incluyen lesiones masivas de alto riesgo, como las que se encuentran dentro de ubicaciones corticales supratentoriales, o lesiones adyacentes a la corteza, como hematomas subdurales o hemorragia subaracnoidea.

### 6.1.2. MEDIDAS ESPECÍFICAS

Como se mencionó anteriormente, el mejor tratamiento de la PIC elevada es abordar su causa subyacente. Si esto no es posible, se debe instituir una serie de pasos para reducir la PIC en un intento por mejorar el resultado. En todos los casos, el médico debe tener en cuenta los temas de reanimación, reducción del volumen intracraneal y reevaluación frecuente discutidos anteriormente.

**Terapia osmótica y diuresis:** con la creciente familiaridad de uso, la solución salina hipertónica se ha empleado cada vez más como agente de primera línea, reemplazando al manitol en numerosas instituciones.

**Bolo de solución salina hipertónica:** la solución salina hipertónica en dosis de bolo puede reducir la PIC de forma aguda; sin embargo, el efecto de esta intervención temprana en los resultados clínicos a largo plazo sigue sin estar claro. El volumen y la tonicidad de la solución salina (7,2 a 23,4 por ciento) utilizados en estos informes varían ampliamente. Como ejemplo, un ensayo controlado asignó al azar a 226 pacientes con lesión cerebral traumática a reanimación prehospitalaria con 250 ml de solución salina hipertónica (7,5 por ciento) o el mismo volumen de Ringer lactato. La supervivencia hasta el alta hospitalaria, la supervivencia a los seis meses y la función neurológica seis meses después de la lesión fueron similares en ambos grupos. En una revisión retrospectiva de pacientes tratados en un único estudio, la seguridad y la eficacia de los bolos de solución salina al 14,6 y al 23,4 % parecieron ser similares.





El manitol y la solución salina hipertónica se compararon en al menos ocho ensayos aleatorios de pacientes con PIC elevada por diversas causas (lesión cerebral traumática, accidente cerebrovascular, tumores). Los metanálisis de estos ensayos han encontrado que la solución salina hipertónica parece tener una mayor eficacia en el manejo de la PIC elevada, pero los resultados clínicos no se han examinado sistemáticamente. Se requieren más ensayos clínicos para aclarar el papel apropiado de la infusión de solución salina hipertónica frente al manitol en el tratamiento de la PIC elevada.

**Manitol:** los diuréticos osmóticos reducen el volumen del cerebro extrayendo agua libre del tejido y llevándola a la circulación, donde es excretada por los riñones, deshidratando así el parénquima cerebral. El agente más utilizado es el manitol. Se prepara como una solución al 20 por ciento y se administra en bolo de 1 g/kg. Se pueden administrar dosis repetidas de 0,25 a 0,5 g/kg según sea necesario, generalmente cada seis a ocho horas. El uso de cualquier agente osmótico debe evaluarse cuidadosamente en pacientes con insuficiencia renal.

Los efectos generalmente están presentes en minutos, alcanzan su punto máximo aproximadamente en una hora y duran de 4 a 24 horas. Algunos han informado un aumento de "rebote" en ICP; esto probablemente ocurre cuando el manitol, después de un uso repetido, ingresa al cerebro a través de una barrera hematoencefálica dañada e invierte el gradiente osmótico. Los parámetros útiles para monitorear en el contexto de la terapia con manitol incluyen sodio sérico, osmolalidad sérica y función renal.

Los hallazgos relacionados con el uso de manitol incluyen sodio sérico >150 mEq, osmolalidad sérica >320 mOsm o evidencia de necrosis tubular aguda (NTA) en evolución. Además, el manitol puede reducir la presión arterial sistémica (PA), lo que requiere un uso cuidadoso si se asocia con una caída de la presión de perfusión cerebral (PPC). Los pacientes con enfermedad renal conocida pueden ser malos candidatos para la diuresis osmótica.

**Otros agentes:** se puede administrar furosemida, 0,5 a 1,0 mg/kg por vía intravenosa, con manitol para potenciar su efecto. Sin embargo, este efecto también puede exacerbar la deshidratación y la hipopotasemia

El glicerol y la urea se usaron históricamente para controlar la PIC a través de la osmorregulación; sin embargo, el uso de estos agentes ha disminuido porque el equilibrio entre los niveles cerebrales y plasmáticos ocurre más rápidamente que con el manitol. Además, se ha demostrado que el glicerol tiene un efecto de rebote significativo y es menos eficaz en el control de la PIC

**Glucocorticoides:** los glucocorticoides se asociaron con un peor resultado en un gran ensayo clínico aleatorizado sobre su uso en traumatismos craneoencefálicos de moderados a graves. No deben usarse en este entorno.

Además, los glucocorticoides no se consideran útiles en el tratamiento del infarto cerebral o la hemorragia intracraneal.

Por el contrario, los glucocorticoides pueden tener un papel en el contexto de la hipertensión intracraneal (HIC) causada por tumores cerebrales e infecciones del sistema nervioso central (SNC).



J. MEDINA



**Hiperventilación:** se ha demostrado que el uso de ventilación mecánica para reducir la PaCO<sub>2</sub> a 26 a 30 mmHg reduce rápidamente la PIC a través de la vasoconstricción y una disminución en el volumen de sangre intracraneal; un cambio de 1 mmHg en la PaCO<sub>2</sub> se asocia con un cambio del 3 % en el flujo sanguíneo cerebral (FSC). La hiperventilación también produce alcalosis respiratoria, que puede amortiguar la acidosis posterior a la lesión. El efecto de la hiperventilación sobre la PIC es de corta duración (1 a 24 horas). Después de la hiperventilación terapéutica, la frecuencia respiratoria del paciente debe volver a la normalidad durante varias horas para evitar un efecto rebote.

La hiperventilación terapéutica debe considerarse una intervención urgente cuando la PIC elevada complica el edema cerebral, la hemorragia intracraneal y el tumor. La hiperventilación no debe utilizarse de forma crónica, independientemente de la causa del aumento de la PIC.

La hiperventilación debe minimizarse en pacientes con lesión cerebral traumática o accidente cerebrovascular agudo. En estos entornos, la vasoconstricción puede provocar una disminución crítica de la perfusión cerebral local y empeorar la lesión neurológica, especialmente en las primeras 24 a 48 horas. Por lo tanto, se debe considerar cuidadosamente la necesidad de hiperventilación y se debe evitar la hiperventilación profiláctica en ausencia de PIC elevada.

**Barbitúricos:** el uso de barbitúricos se basa en su capacidad para reducir el metabolismo cerebral y el FSC, lo que reduce la PIC y ejerce un efecto neuroprotector. Generalmente se usa pentobarbital, con una dosis de carga de 5 a 20 mg/kg como bolo, seguida de 1 a 4 mg/kg por hora. El tratamiento debe evaluarse en función de la PIC, la PPC y la presencia de efectos secundarios inaceptables. Por lo general, se utiliza la monitorización con electroencefalografía (EEG) continua; La supresión de ráfagas de EEG es una indicación de la dosificación máxima.

**Hipotermia terapéutica:** reportada por primera vez como un tratamiento para la lesión cerebral en la década de 1950, la hipotermia inducida o terapéutica sigue siendo un tema controvertido en el debate sobre el manejo de la PIC elevada. Actualmente no se recomienda como tratamiento estándar para el aumento de la PIC en ningún entorno clínico.

La hipotermia disminuye el metabolismo cerebral y puede reducir el FSC y la PIC.

La hipotermia se puede lograr mediante el enfriamiento de todo el cuerpo, incluido el lavado y las mantas de enfriamiento, hasta una temperatura central objetivo de 32 a 34 °C. Se desconoce el mejor método de enfriamiento (local versus sistémico), la temperatura central objetivo óptima y la duración adecuada del tratamiento. Parece que el recalentamiento debe lograrse en un período de menos de 24 horas.

Dadas las incertidumbres que rodean el uso adecuado de la hipotermia terapéutica en pacientes con PIC elevada, este tratamiento debe limitarse a ensayos clínicos o a pacientes con HIC refractaria a otras terapias.

**Extracción de LCR:** cuando se identifica hidrocefalia, se debe insertar una ventriculostomía. Debe evitarse la aspiración rápida de líquido cefalorraquídeo (LCR) porque puede provocar la obstrucción de la abertura del catéter por tejido cerebral. Además, en pacientes con hemorragia subaracnoidea por aneurisma, la disminución





abrupta del diferencial de presión a través de la cúpula del aneurisma puede precipitar una hemorragia recurrente.

El LCR debe extraerse a una velocidad de aproximadamente 1 a 2 ml/minuto, durante dos a tres minutos cada vez, con intervalos de dos a tres minutos entre ellos, hasta que se logre una PIC satisfactoria (PIC <20 mmHg) o hasta que el LCR ya no se obtiene fácilmente. La extracción lenta también puede lograrse mediante drenaje gravitatorio pasivo a través de la ventriculostomía. Un drenaje lumbar generalmente está contraindicado en el contexto de una PIC alta debido al riesgo de hernia transtentorial.

**Craniectomía descompresiva:** la craniectomía descompresiva elimina los confines rígidos del cráneo óseo, lo que aumenta el volumen potencial del contenido intracraneal y elude la doctrina Monroe-Kellie. Hay un creciente cuerpo de literatura que respalda la eficacia de la craniectomía descompresiva en ciertas situaciones clínicas. Es importante destacar que se ha demostrado que en pacientes con PIC elevada, la craniectomía sola redujo la PIC en un 15 %, pero la apertura de la duramadre además del cráneo óseo resultó en una disminución promedio de la PIC del 70 %. La craniectomía descompresiva también parece mejorar la oxigenación del tejido cerebral.

### USO DE ANESTÉSICOS

Se pueden usar anestésicos inhalatorios y endovenosos, debido al perfil farmacocinético y farmacodinámico según lo objetivos que buscamos para la evaluación neurológica temprana en el postoperatorio.

Se observan las características en las siguientes tablas:

Tabla N°3: Effect of inhaled agents on cerebral dynamics

Inhaled agents	MAP	CBF	CPP	ICP	CMRO <sub>2</sub>
Halothane	↓↓	↑↑↑	↓↓	↑↑	↓↓
Isoflurane	↓↓	↑	↓↓	↑	↓↓↓
Sevoflurane	↓↓	↑	↑	0-↑	↓↓↓
Desflurane	↓↓	↑	↑	↑	↓
Nitrous oxide	0-↓	↑-↑↑	↓	↑-↑↑	↓↑

Abbreviations: CBF, cerebral blood flow; CMRO<sub>2</sub>, cerebral metabolic rate of oxygen; CPP, cerebral perfusion pressure; ICP, intracranial pressure; MAP, mean arterial pressure. (↓) Decrease and (↑) increase.

Tabla N°4: Effects of intravenous agents on cerebral dynamics

Intravenous agents	MAP	CBF	CPP	ICP	CMRO <sub>2</sub>
Thiopentone	↓↓	↓↓↓	↑↑↑	↓↓↓	↓↓↓
Propofol	↓↓↓	↓↓↓	↑↑	↓↓	↓↓↓
Etomidate	0-↓	↓↓↓	↑↑	↓↓↓	↓↓↓
Ketamine	↑↑	↑↑↑	↓	↑↑↑	↑
Benzodiazepines	0-↓	↓↓	↑	0	↓↓
Opioids	0-↓	↓	0-↓	0-↓	↓

Abbreviations: CBF, cerebral blood flow; CMRO<sub>2</sub>, cerebral metabolic rate of oxygen; CPP, cerebral perfusion pressure; ICP, intracranial pressure; MAP, mean arterial pressure. (↓) Decrease and (↑) increase.

Es recomendable, salvo en los casos que exista alguna contraindicación (Tabla 3), despertar al paciente en quirófano de forma suave, de tal manera que pueda conseguirse un adecuado control neurológico en el postoperatorio inmediato. La



anestesia total intravenosa mediante la administración de propofol y remifentanilo permite conseguir este objetivo. Es muy importante evitar que el paciente tosa, ya que los aumentos de presión intracraneal provocados por el reflejo tusígeno pueden causar una disrupción de la hemostasia y por tanto una hemorragia cerebral. Una medida que nos puede ayudar a evitar la tos es continuar con la administración de remifentanilo (a dosis de 0,05 ug/Kg/min) hasta que el enfermo esté extubado y ventilando espontáneamente.

Tabla N°4: Condiciones para despertar precoz

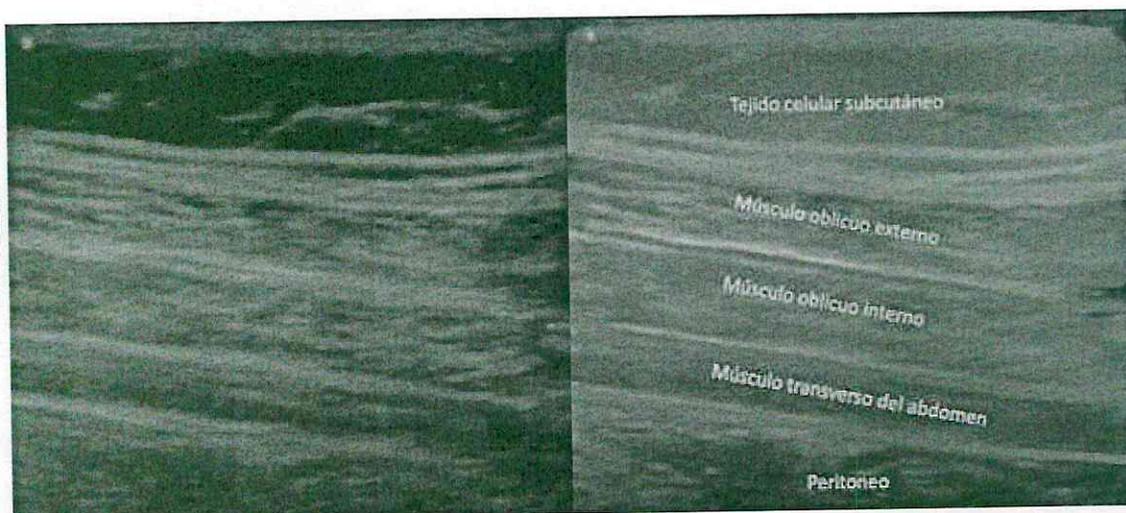
CONDICIONES PARA DESPERTAR PRECOZ
Estabilidad hemodinámica
Ventilación Adecuada
Buen nivel de consciencia prequirúrgico ( Glasgow > 8)
No afectación de pares craneales ( IX,X, XI, XII) ni del tronco cerebral
No hemorragia significativa
Duración de la cirugía no prolongada ( duración < 6 horas)
No existencia de edema cerebral
Normotermia

## MANEJO DE DOLOR

Se debe de realizar control óptimo del dolor con medidas intraoperatorias como la infusión endovenosa de AINEs y de opíodes débiles como el tramadol, siempre y cuando no esté contraindicados.

Además del uso de la ecografía como herramienta en caso se pueda realizar bloqueos fasciales para manejo de dolor en caso la cirugía fuese colocación de DVP (derivación ventriculoperitoneal). Se puede añadir el bloqueo TAP (transversus abdominis plane) con anestésicos locales, se sugiere anestésicos de larga duración, los disponibles en nuestro país son levobupivacaína 0.5% y bupivacaína 0.5% con volúmenes de 15 a 20cc al 0.125%.

FIGURA N° 7. Ecografía abdominal con identificación de estructuras





## VII. RECOMENDACIONES

- Realizar una adecuada evaluación preanestésica que nos servirá para el manejo tanto intraoperatorio como postoperatorio.
- Realizar anestesia intravenosa que asegure una inducción suave, mantenimiento óptimo según neuromonitoreo individual y educción con despertar precoz para realizar una evaluación neurológica temprana en el postoperatorio.
- Realizar manejo de dolor óptimo, añadiendo el uso de manejo intervencionista con bloqueos nerviosos periféricos para disminuir el uso de opiodes.

## VIII. ANEXOS

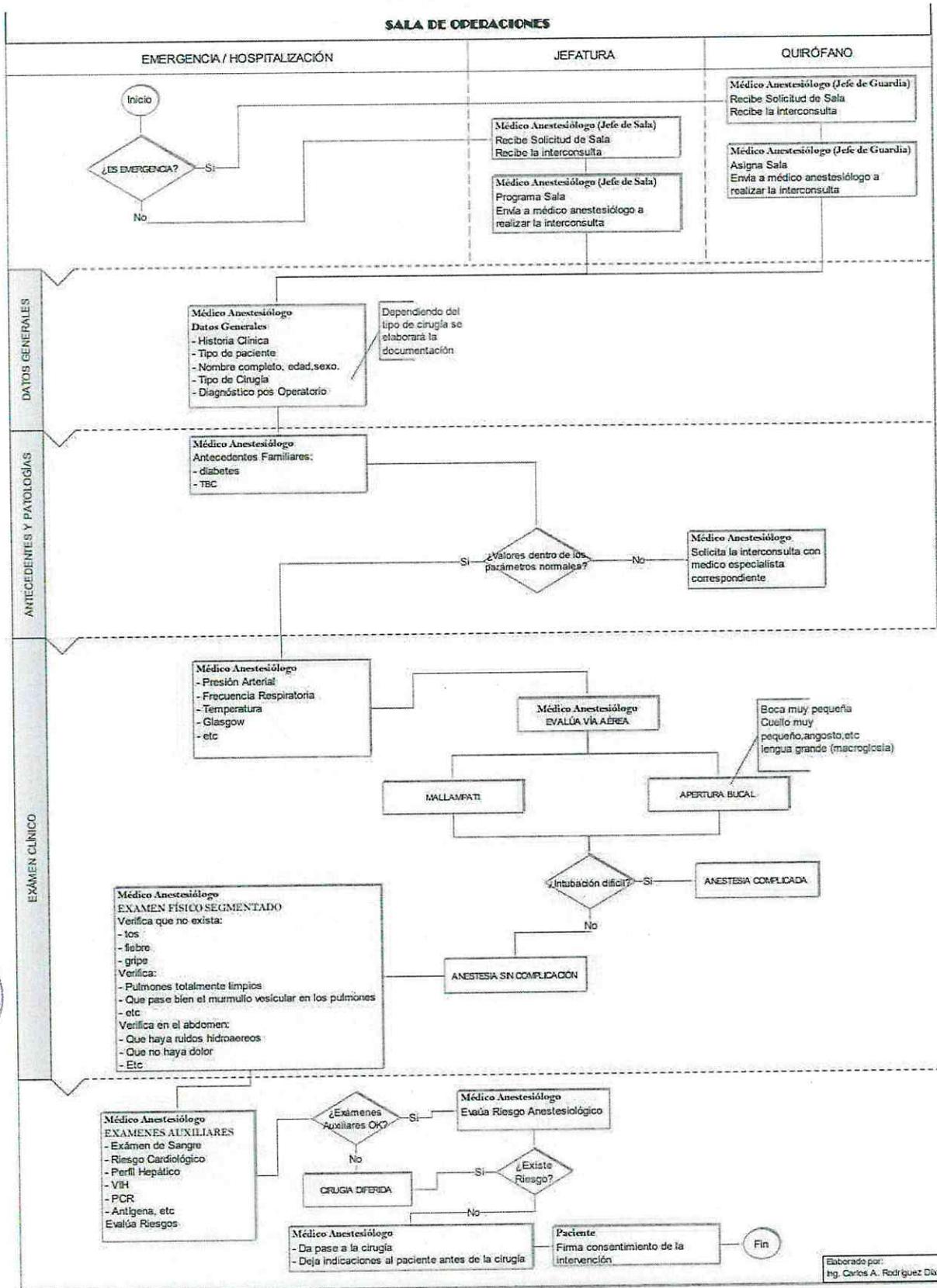
### ANEXO 01: FLUJOGRAMA DE EVALUACIÓN PREANESTÉSICA

### ANEXO 02: FLUJOGRAMA DE ANESTESIA GENERAL





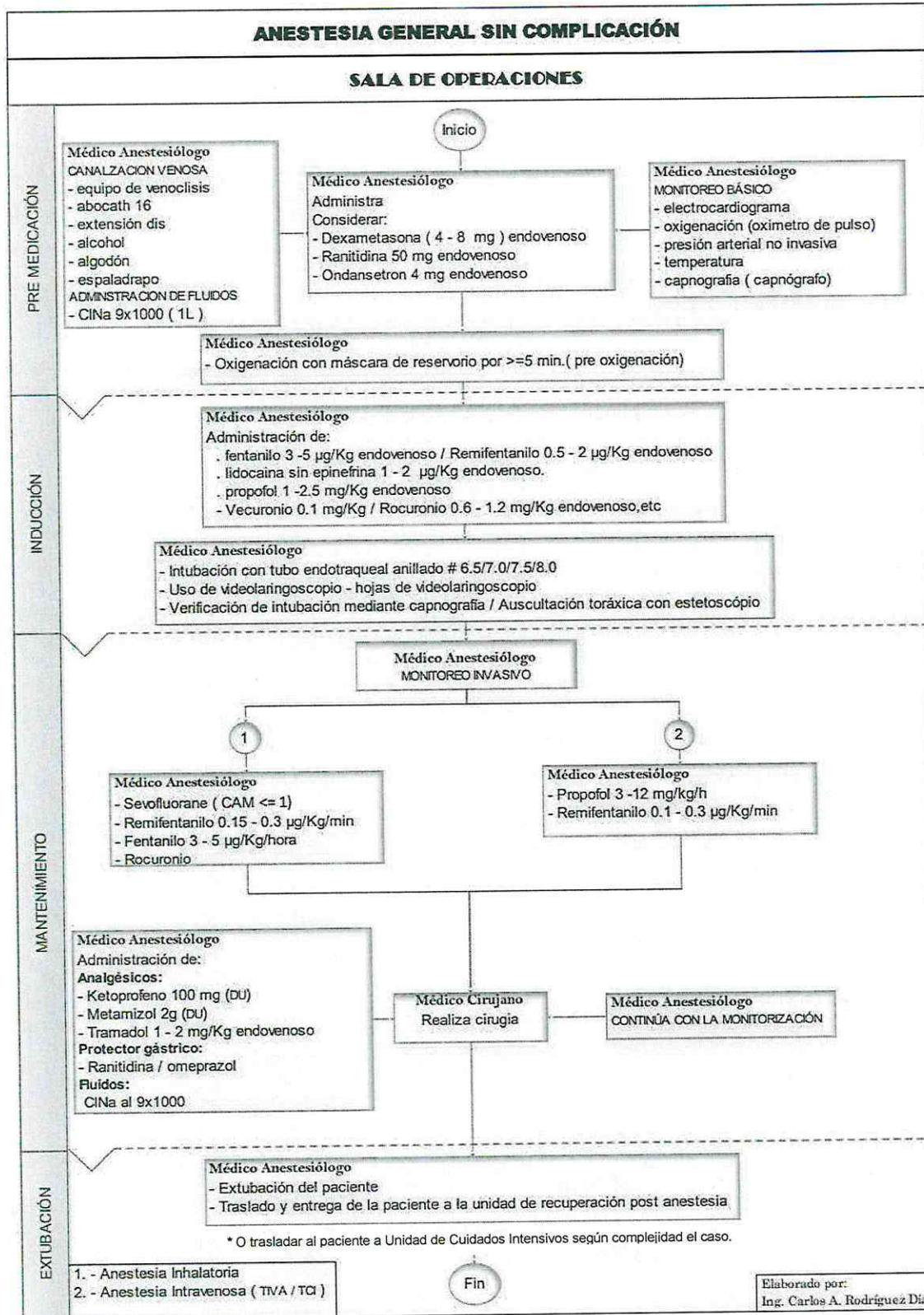
# ANEXO 01: FLUJOGRAMA DE EVALUACIÓN PREENESTÉSICA



Elaborado por: Ing. Carlos A. Rodríguez Díaz



## ANEXO 02: FLUJOGRAMA DE ANESTESIA GENERAL





## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Neuroanestesiología. Vol 40 Supl. 1 de Abril- Junio 2017 pp 537-541
- Dr Eduardo Homero Ramírez-Segura,\*Dr Mario Santiago Herrera-Alarcón\* 2018. Protocolo ERAS, una perspectiva en Neuroanestesia. Revista Mexicana de Anestesiología. Anestesia en Neurocirugía vol.41. Supl.1Abril-Junioi pp 578-580.
- Fábregas, Neus; Hurtado, Paola; Gracia, Isabel; Craen, Rosmary 2015. Anestesia para neurocirugía mínimamente invasiva. Sociedad Colombiana de Anestesiología y Reanimación Bogotá, Revista Colombiana de Anestesiología. Volumen 43, N°1, pp.15-21
- F. Iturri Claveroa \*, C. Honoratob, I. Ingelmo Ingelmo, N. Fábregas Juliad, P. Rama-Maceirase, R.Valerod, F.Buisán Garridof, E. Vásquez Alonsog, A.M. Verger Bennasarth, R. Badenes Quilesi, L.Valencia Solaj, J. Hernández Palazónk y Sección de Neurociencia d la SOciedd Española d Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del Dolor. 2012. Consideraciones preoperatorias y manejo Neuro-anestesiológico intraoperatorio. Revista Española; volume 59 (Supl 1):3-24
- Samdami AF, Belin EJ, Bennett JT, Miyajji F, Pahys JM, Shah SA, et al. Major perioperative complications after spine surgery in patients with cerebral palsy: assessment of risk factors. Eur Spine J. 2016; 25:795-800.
- Saleh A, Thirukumaran C, Mesfin A, Molinari RW. Complications and readmission after lumbar spine surgery in elderly patients: an analysis of 2,320 patients. Spine J. 2017; pii:51529-9430(17)30127-4. doi: <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.spinee.2017.03.019>
- Campbell TG, Yadla S, Malone J, Maltenfort MG, Harrop JS, Sharan AD, et al. 2011. Complications related to instrumentation in spine surgery: a prospective analysis. Neurosurg Focus. 2011;31: E10.

