

NEUMOENCÉFALO AGUDO EN PACIENTES NEUROQUIRÚRGICOS INTERVENIDOS EN POSICIÓN SUPINA Y PRONA

Acute pneumocephalus in neurosurgical patients operated on in supine and prone position

ELDER CASTRO-CASTILLO.^{1a}

¹Departamento de Neurocirugía del Hospital Nacional Cayetano Heredia, Lima, Perú.

^a Neurocirujano

RESUMEN

Objetivos: Determinar la incidencia, factores asociados, distribución y grados de neumoencéfalo agudo postquirúrgico en pacientes con patología craneoencefálica intervenidos en posición supina y prona.

Métodos: Estudio observacional, prospectivo y transversal en pacientes de 18 años o más, con patología craneoencefálica pertenecientes al Servicio de Neurocirugía del Hospital Nacional Cayetano Heredia, marzo 2022 a febrero 2023. Todos fueron intervenidos en posición supina o prona. Se identificó neumoencéfalo agudo (≤ 72 hrs) postquirúrgico mediante tomografía encefálica. Se excluyeron a aquellos con neumoencéfalo prequirúrgico e intervenidos en posiciones distintas a la supina y prona.

Resultados: De 100 pacientes con patología craneoencefálica intervenidos quirúrgicamente en posición supina y prona, el 54% fue masculino y el 56% tuvo menos de 60 años. También, el 56% presentó alguna comorbilidad y el 54% cursó con patología craneoencefálica no traumática. Toda la población presentó algún patrón de distribución y grado de neumoencéfalo agudo postquirúrgico. No ocurrieron fallecimientos por neumoencéfalo. Existió asociación ($p < 0.005$) entre algunas distribuciones de neumoencéfalo con el sexo femenino, la patología traumática craneoencefálica y la creación de un acceso quirúrgico hacia algún espacio intracraneal. De igual forma, se evidenció asociación ($p < 0.005$) entre los grados de neumoencéfalo de algún espacio intracraneal con la apertura quirúrgica hacia este u otro espacio más profundo.

Conclusiones: El neumoencéfalo agudo postquirúrgico es frecuente en los pacientes con patología craneoencefálica intervenidos en posición supina y prona. La distribución y grados de neumoencéfalo pueden tener relación con el sexo, el tipo de patología craneoencefálica y la profundidad de la lesión quirúrgica.

Palabras clave: Neumoencéfalo, Posición prona, Complicaciones Intraoperatorias, Neurocirugía. (Fuente: DeCS Bireme)

ABSTRACT

Objectives: To determine the incidence, associated factors, distribution and degrees of acute post-surgical pneumocephalus in patients with cranioencephalic pathology operated on in the supine and prone position.

Methods: Observational, prospective, and cross-sectional study in patients 18 years of age or older, with cranioencephalic pathology belonging to the Neurosurgery Service of the Cayetano Heredia National Hospital, March 2022 - February 2023. All were operated in supine or prone position. Acute (≤ 72 hrs) post-surgical pneumocephalus was identified by brain tomography. Those with pre-surgical pneumocephalus and operated on in positions other than supine and prone were excluded.

Results: Of 100 patients with cranioencephalic pathology who underwent surgery in the supine and prone position, 54% were male and 56% were under 60 years of age. In addition, 56% presented some comorbidity and 54% had non-traumatic cranioencephalic pathology. The entire population presented some patterns of distribution and degree of postoperative acute pneumocephalus. There were no deaths from pneumocephalus. There was an association ($p < 0.005$) between some distributions of pneumocephalus with the female sex, traumatic cranioencephalic pathology and the creation of a surgical access to some intracranial space. In the same way, an association ($p < 0.005$) was evidenced between the degrees of pneumocephalus of some intracranial space with the surgical opening towards this or another deeper space.

Conclusions: Acute post-surgical pneumocephalus is frequent in patients with cranioencephalic pathology operated on in supine and prone position. The distribution and degrees of pneumocephalus may be related to sex, the type of cranioencephalic pathology, and the depth of the surgical lesion.

Keywords: Pneumocephalus, Prone Position, Intraoperative Complications, Neurosurgery. (Source: MeSH NLM)

<https://doi.org/10.53668/2024.PJNS64215>

Peru J Neurosurg 2024, 6 (4): 151-158

Enviado : 02 de mayo del 2023

Aceptado: 16 de agosto del 2023

COMO CITAR ESTE ARTÍCULO: Castro-Castillo E. Neumoencéfalo agudo en pacientes neuroquirúrgicos intervenidos en posición supina y prona.

Peru J Neurosurg 2024; 6(4): 151-158. doi:10.53668/2024.PJNS64215

El neumoencéfalo es la presencia de aire intracraneal; este puede identificarse en casi el 100% de casos tras la realización de una craneotomía en las intervenciones quirúrgicas craneoencefálicas y constituirse en una complicación significativa que pueda requerir de cirugía.

Esta complicación, a diferencia del neumoencéfalo simple, es denominada neumoencéfalo a tensión (NT), donde el deterioro neurológico sigue al atrapamiento de un gran volumen de aire intracraneal que es identificado frecuentemente en las tomografías de encéfalo. Asimismo, el neumoencéfalo puede ser agudo o tardío, si consideramos el tiempo de ocurrencia; o bien ser epidural, subdural, subaracnoideo, intraparenquimal o intraventricular, si consideramos el lugar de ocupación.^{1,2} Sin embargo, no existen publicaciones que detallen su cuantificación en grados según el nivel de localización intracraneal y su potencial asociación con algunos factores quirúrgicos; idea principal del estudio. Aun menos, existen publicaciones que intenten identificar alguna relación entre el volumen creciente de neumoencéfalo y las manifestaciones clínicas.

El presente estudio describe la ocurrencia de neumoencéfalo en pacientes intervenidos quirúrgicamente en posición supina y prona por diversa patología craneoencefálica (traumática y no traumática). Se evalúa la existencia de asociación entre algunas variables demográficas, clínicas y quirúrgicas con el neumoencéfalo y sus grados; contrastando los resultados con la evidencia científica actual.

MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, prospectivo, de corte transversal a partir de una población de 100 pacientes con patología quirúrgica craneoencefálica atendidos en el Servicio de Neurocirugía del Hospital Nacional Cayetano Heredia (HNCH), durante marzo 2022 a febrero 2023. La muestra estuvo conformada por el total de la población, en cumplimiento de los criterios del estudio.

Tabla 1: Definiciones operacionales en relación con la distribución y grados de neumoencéfalo agudo postquirúrgico. Hospital Cayetano Heredia. Marzo 2022 - Febrero 2023.

VARIABLE		DEFINICIÓN OPERACIONAL
DISTRIBUCIÓN DEL NEUMOENCÉFALO	GRADO	
EPIDURAL	Ausente	Ausencia de neumoencéfalo epidural
	Grado I	Menor al grosor del cráneo
	Grado II	1-2 veces el grosor del cráneo
	Grado III	>2 veces el grosor del cráneo
SUBDURAL	Ausente	Ausencia de neumoencéfalo subdural
	Grado I	Menor al grosor del cráneo
	Grado II	1-2 veces el grosor del cráneo
	Grado III	>2 veces el grosor del cráneo
SUBARACNOIDEO	Ausente	Ausencia de neumoencéfalo subaracnoideo
	Grado I	En cisterna proximal o entre membranas aracnoideas adyacentes al punto de ingreso de aire (supra o infratentorial)
		En cisterna proximal y cisternas distales al punto de ingreso de aire (supra o infratentorial) sin desviación de línea media ni colapso ventricular
	Grado III	En cisterna proximal y distal al punto de ingreso de aire (supra o infratentorial) con desviación de línea 1/2 o colapso ventricular
INTRAPARENQUIMAL	Ausente	Ausencia de neumoencéfalo intraparenquimatoso
	Grado I	Burbujas aisladas, menor o igual al grosor craneal
	Grado II	Burbuja mayor al grosor craneal sin colapso ventricular ni desviación línea media
	Grado III	Burbuja mayor al grosor craneal con colapso ventricular o desviación de línea media
INTRAVENTRICULAR	Ausente	Ausencia de neumoencéfalo intraventricular
	Grado I	Ocupación parcial de una o dos cavidades ventriculares
	Grado II	Ocupación completa de una o dos cavidades ventriculares sin dilatación de las cavidades
	Grado III	Ocupación completa de tres o cuatro cavidades ventriculares con dilatación de las cavidades

Fuente: Autoría del investigador del Servicio de Neurocirugía del Hospital Cayetano Heredia.

Criterios de inclusión y exclusión:

Se incluyeron a todos los pacientes con patología quirúrgica craneoencefálica, de 18 a más años, intervenidos quirúrgicamente en posición supina o prona y con evidencia de neumocéfalo agudo (<= 72hrs) postquirúrgico.

Se excluyeron a los pacientes con neumocéfalo prequirúrgico, neumocéfalo tardío (>72hrs) postquirúrgico, infecciones previas del sistema nervioso central, punción espinal prequirúrgica, portadores de sistemas de derivación ventricular y lumbar, fistulas de líquido cefalorraquídeo (LCR), enfisema previo a la cirugía, fallecidos durante el periodo de seguimiento por causas distintas al neumocéfalo y las posiciones quirúrgicas distintas a la supina y prona.

Procedimientos y técnicas:

Los pacientes fueron intervenidos en posición supina o prona, mediante la realización de trepanación, craneotomía, craniectomía y/o manipulación de estructuras intradurales, acorde a la patología quirúrgica craneoencefálica específica. Para identificar la existencia de neumocéfalo en los pacientes del estudio, se realizaron imágenes encefálicas prequirúrgicas (al ingreso) y postquirúrgicas (en las

primeras 72 horas posteriores a la cirugía craneoencefálica) mediante Tomografía Espiral Multicorte s/c (TEM s/c). El valor de -1000 unidades Hounsfield en la imagen tomográfica determinó la presencia de aire intracraneal.

Se identificó la distribución y el grado de neumocéfalo, para su análisis frente a otras variables, según la tabla generada por el autor y que se muestra a continuación. (Tabla 1)

Se realizaron tablas de frecuencia para el manejo de la información y se empleó Stata 17.0 para el contraste de hipótesis (Test de Chi Cuadrado y Exacto de Fisher).

RESULTADOS

En La población estuvo compuesta por 100 pacientes con patología craneoencefálica intervenidos quirúrgicamente en posición supina o prona, predominando el sexo masculino (54%), los menores de 60 años (56%), aquellos con comorbilidad (56%) y con patología craneoencefálica no traumática (54%). Toda la población presentó algún patrón de distribución y grado de neumocéfalo agudo postquirúrgico. Sin embargo, la mayor frecuencia de

Tabla 2: Características de la población con neumocéfalo agudo postquirúrgico intervenidos en posición supina y prona. Hospital Cayetano Heredia. Marzo 2022 - Febrero 2023.

CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN			NEUMOENCÉFALO n, %
SEXO		M	54
		F	46
EDAD*		18-59	56
		>=60	44
COMORBILIDAD		Si	56
		No	44
PATOLOGÍA CRANEOENCEFÁLICA	Traumática		46
		Aneurismática	19
		Hemorrágica	15
		intraparenquimal	
	No traumática	Tumoral	13
		Isquémica	3
		Malformación arteriovenosa	2
		Compresiva trigeminal	2
DISTRIBUCIÓN DEL NEUMOENCÉFALO	Epidural	Si	100
		No	0
	Subdural	Si	93
		No	7
	Subaracnoideo	Si	51
		No	49
	Intraparenquimatoso	Si	23
		No	77
	Intraventricular	Si	10
		No	90
"SIGNO DEL MONTE FUJI"		Si	9
		No	91
MORTALIDAD		Si	0
		No	100

Fuente: Base de datos del Servicio de Neurocirugía del Hospital Cayetano Heredia. *Edad en años

Tabla 3: Distribución del neumocéfalo agudo postquirúrgico según variables demográficas. Hospital Cayetano Heredia. Marzo 2022 - Febrero 2023.

DISTRIBUCIÓN DEL NEUMOENCÉFALO		SEXO		EDAD*	
		Masculino n°	Femenino n°	15-59 n°	>= 60 n°
EPIDURAL	Si	54	46	56	44
	No	0	0	0	0
	p-valor*	>0.005		>0.005	
SUBDURAL	Si	48	45	51	42
	No	6	1	5	2
	p-valor **	0.120		0.461	
SUBARACNOIDEO	Si	21	30	33	18
	No	33	16	23	26
	p-valor*	0.009		0.074	
INTRAPARENQUIMAL	Si	9	14	14	9
	No	45	32	42	35
	p-valor*	0.103		0.592	
INTRAVENTRICULAR	Si	5	5	5	5
	No	49	41	51	39
	p-valor*	0.789		0.687	

Fuente: Base de datos del Servicio de Neurocirugía del Hospital Nacional Cayetano Heredia. *Edad en años. *P-valor de aplicar la prueba Chi Cuadrado (valor significativo: $p < 0.05$). **P-valor de aplicar la prueba Exacta de Fisher (valor significativo: $p < 0.05$)

aparición de éste ocurrió en el espacio epidural (100%), seguido de la ocupación de los espacios subdural (93%), subaracnoideo (51%), intraparenquimal (23%) e intraventricular (10%). (Tabla 2)

El “Signo del Monte Fuji” (SMF), sugestivo de NT, fue observado en el 9% de casos. Este grupo de pacientes solo requirió manejo médico, y tuvo una evolución favorable con ausencia de fallecimientos (0%). No hubieron fallecidos por neumocéfalo en el presente estudio. (Tabla 2)

El análisis de la distribución del neumocéfalo y su posible relación con algunos factores demográficos, clínicos o quirúrgicos permitió identificar la asociación entre el neumocéfalo subaracnoideo y la variable sexo ($p=0.009$); más no, entre el aquél u otra distribución de neumocéfalo con la edad ($p>0.05$). (Tabla 3)

No existió asociación entre la presencia o ausencia de neumocéfalo epidural postquirúrgico con alguna variable clínica o quirúrgica consignada en este estudio ($p>0.05$). Sin embargo, se encontró asociación entre el tipo de patología craneoencefálica y el neumocéfalo en los niveles subaracnoideo ($p=0.000$), intraparenquimal ($p=0.000$) e intraventricular ($p=0.019$). Así, el ingreso de aire a los niveles subaracnoideo, intraparenquimal e intraventricular es menor en el trauma craneoencefálico. (Tabla 4)

La existencia de neumocéfalo subdural ($p=0.000$) y subaracnoideo ($p=0.000$) dependió de la realización de algún acceso quirúrgico al espacio subdural. De similar forma, el neumocéfalo subaracnoideo ($p=0.000$), intraparenquimal ($p=0.000$) e intraventricular ($p=0.016$) fue dependiente de la apertura quirúrgica aracnoidea; todos estos hallazgos fueron estadísticamente significativos. Un

evento similar ocurrió con la apertura quirúrgica del sistema ventricular, que determinó el ingreso de aire a este sistema ($p=0.000$) y al parénquima encefálico ($p=0.000$). (Tabla 4)

Así mismo, el grado de neumocéfalo, acorde al lugar topográfico de su localización, en relación con un acceso quirúrgico específico se asocian. Pues, se determinó asociación entre los grados de neumocéfalo subdural ($p=0.000$) y subaracnoideo ($p=0.003$) con la apertura quirúrgica de la duramadre. De la misma forma, la disección y apertura quirúrgica de membranas aracnoideas se asociaron con los grados de neumocéfalo subaracnoideo ($p=0.000$), intraparenquimal ($p=0.000$) e intraventricular ($p=0.016$). Además, existió asociación significativa entre el acceso quirúrgico a los ventrículos con los grados de neumocéfalo en estos ($p=0.000$), entre las membranas aracnoideas ($p=0.000$) y dentro del parénquima ($p=0.000$). (Tabla 5)

DISCUSIÓN

Las publicaciones actuales definen al neumocéfalo como la presencia de aire intracraneal; visualizándose en casi el 100% de casos tras la realización de una craneotomía. Este puede clasificarse como “agudo”, si tiene hasta 72 horas de ocurrencia, a diferencia del “tardío”; así también puede clasificarse como “a tensión” (NT), si genera efecto de masa y deterioro neurológico, diferenciándose así del “simple”; o bien clasificarse, según su ubicación imagenológica en relación con las estructuras del encéfalo en epidural, subdural, subaracnoideo, intraparenquimal o intraventricular. Así mismo, algunos describen la existencia

Tabla 4: Distribución del neumocéfalo agudo postquirúrgico según variables clínicas y quirúrgicas. Hospital Cayetano Heredia. Marzo 2022 - Febrero 2023.

DISTRIBUCIÓN DEL NEUMOENCÉFALO		COMORBILIDAD		PATOLOGÍA TRAUMÁTICA		APERTURA DURAL		APERTURA ARACNOIDEA		APERTURA VENTRICULAR	
		Si n°	No n°	Si n°	No n°	Si n°	No n°	Si n°	No n°	Si n°	No n°
EPIDURAL	Si	56	44	46	54	90	10	50	50	8	92
	No	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	p-valor	>0.005*		>0.005*		>0.005*		>0.005*		>0.005*	
SUBDURAL	Si	54	39	41	52	89	4	49	44	7	86
	No	2	5	5	2	1	6	1	6	1	6
	p-valor	0.130*		0.162*		0.000**		0.112**		0.453**	
SUBARACNOIDEO	Si	32	19	9	42	51	0	43	8	7	44
	No	24	25	37	12	39	10	7	42	1	48
	p-valor	0.166*		0.000**		0.000**		0.000*		0.060**	
INTRAPARENQUIMAL	Si	15	8	3	20	23	0	21	2	7	16
	No	41	36	43	34	67	10	29	48	1	76
	p-valor	0.310*		0.000**		0.111**		0.000*		0.000**	
INTRA-VENTRICULAR	Si	6	4	1	9	10	0	9	1	8	2
	No	50	40	45	45	80	10	41	49	0	90
	p-valor	1.000**		0.019**		0.592**		0.016**		0.000**	

Fuente: Base de datos del Servicio de Neurocirugía del Hospital Nacional Cayetano Heredia. *P-valor de aplicar la prueba Chi Cuadrado (valor significativo: $p < 0.05$). **P-valor de aplicar la prueba Exacta de Fisher (valor significativo: $p < 0.05$)

de neumocéfalo posterior a cirugías transcraneales bajo circunstancias especiales, como la posición supina y prona.^{1,2}

El presente estudio fue realizado en pacientes con patología craneoencefálica ($n=100$), a los cuales se le realizó, por lo menos, una osteotomía craneal. En el otro lado del espectro de casos, se requirió efectivizar la apertura de membranas aracnoideas, apertura ventricular y resección del parénquima encefálico para acceder al objetivo deseado. En todos los casos, intervenidos en posición supina o prona, se encontró neumocéfalo, el cual fue evidenciado con la imagen tomográfica respectiva dentro de las primeras 72 horas postquirúrgicas (neumoencéfalo agudo), predominando la ausencia de efecto de masa y/o de sus manifestaciones clínicas (neumoencéfalo simple) y pudiendo situarse en cualquier localización intracraneal (epidural, subdural u otra). (Tabla 2) Esto es concordante con lo citado en diversos estudios.^{1,2,3}

De otro lado, se buscaron posibles asociaciones estadísticas entre el neumocéfalo postquirúrgico con variables como: sexo, edad, comorbilidad, tipo de patología craneoencefálica y apertura de los espacios subdural, subaracnoideo e intraventricular. Solo algunas tuvieron dependencia estadística significativa en este estudio. Así, se evidenció mayor frecuencia de neumocéfalo subaracnoideo en el sexo femenino; menor frecuencia de neumocéfalo subaracnoideo, intraparenquimatoso e intraventricular en el trauma craneoencefálico (TEC); mayor frecuencia de neumocéfalo subdural y subaracnoideo con la creación de un acceso quirúrgico al espacio subdural; mayor frecuencia de neumocéfalo subaracnoideo, intraparenquimatoso e intraventricular con el acceso quirúrgico aracnoideo y; finalmente, mayor frecuencia de neumocéfalo intraventricular e intraparenquimatoso con la apertura quirúrgica del sistema ventricular. (Tabla 3 y 4)

Sobre las asociaciones, en orden de aparición, existen estudios que describen hallazgos discordantes. Pues, independientemente de la posición quirúrgica, algunos autores hallaron la existencia de asociación entre el neumocéfalo con el sexo y/o la edad, como lo ocurrido con las variables neumocéfalo/sexo en este estudio; por el contrario, otros autores, no han evidenciado esto.^{2,4} Además, aunque se sugiere que diversos factores pueden generar neumocéfalo, aún no es claro cuáles de los pertenecientes a la configuración física del sujeto, como la comorbilidad y la patología traumática craneoencefálica sin neumocéfalo, podrían asociarse a la ocurrencia o ausencia de neumocéfalo postquirúrgico. Pese a esto, es posible proponer algunos elementos que puedan ser parte de la fisiopatología de los eventos antes descritos: defectos craneales innatos, desgarras aracnoideos espontáneos por movimientos de la cabeza del sujeto, cambios volumétricos del encéfalo, cambios en la presión intracraneal, entre otros; según lo referido en ciertas publicaciones.^{1,5,6}

Al respecto, este estudio no encontró asociación entre neumocéfalo y comorbilidad; por tanto, este aspecto sigue en la incertidumbre, requiriéndose de un mayor estudio. Sin embargo, el TEC generó un cambio significativo en la distribución del neumocéfalo postquirúrgico, ausentándolo del espacio subaracnoideo y de las estructuras más profundas (parénquima del encéfalo y ventrículos). (Figura 1-AB) Aquí, el 100% de casos de TEC tuvieron algún grado de edema encefálico (identificado en la TEM encefálica s/c, en todos los casos) con probables cambios en la presión intracraneal; lo que puede explicar el cambio en la distribución del neumocéfalo, de estructuras profundas hacia estructuras más superficiales, donde la presión intracraneal es menor, cumpliéndose lo argumentado previamente. Así mismo, se debe hacer mención del importante rol de la irrigación con suero fisiológico en el campo quirúrgico, entre otras maniobras, que facilitarían la expulsión del aire intracraneal.

Tabla 5: Distribución y grados del neumocéfalo agudo postquirúrgico según variables quirúrgicas Hospital Cayetano Heredia. Marzo 2022 - Febrero 2023.

DISTRIBUCIÓN Y GRADOS DE NEUMOENCÉFALO		APERTURA DURAL		APERTURA ARACNOIDEA		APERTURA VENTRICULAR	
		Si n°	No n°	Si n°	No n°	Si n°	No n°
SUBDURAL	No	1	6	1	6	1	6
	Grado I	73	3	43	33	6	70
	Grado II	8	0	3	5	0	8
	Grado III	8	1	3	6	1	8
	p-valor**	0.000		0.097		0.532	
SUBARACNOIDEO	No	39	10	7	42	1	48
	Grado I	40	0	36	4	7	33
	Grado II	11	0	7	4	0	11
	Grado III	0	0	0	0	0	0
	p-valor**	0.003		0.000		0.000	
INTRAPARENQUIMAL	No	67	10	29	48	1	76
	Grado I	21	0	19	2	6	15
	Grado II	2	0	2	0	1	1
	Grado III	0	0	0	0	0	0
	p-valor**	0.282		0.000		0.000	
INTRAVENTRICULAR	No	80	10	41	49	0	90
	Grado I	10	0	9	1	8	2
	Grado II	0	0	0	0	0	0
	Grado III	0	0	0	0	0	0
	p-valor**	0.592		0.016		0.000	

Fuente: Base de datos del Servicio de Neurocirugía del Hospital Nacional Cayetano Heredia. **P-valor de aplicar la prueba Exacta de Fisher (valor significativo: $p < 0.05$)

El neumocéfalo puede ocurrir después de casi todas las cirugías craneales.^{1,2} Sin embargo, para que dicho aire ingrese hacia estructuras más profundas, suele existir alguna lesión en capas superficiales a estas. Así, por ejemplo, el neumocéfalo intraparenquimatoso e intraventricular puede generarse tras los desgarros dural y aracnoideo, según lo describe algún autor.⁷ Así pues, posterior a una intervención quirúrgica craneoencefálica quedan trayectos fistulosos a través de la duramadre y aracnoides luego de haberse dirigido hacia la estructura objetivo. Pero, no sólo este trayecto es importante en la generación de neumocéfalo, otros autores proponen que el cambio en la presión intraparenquimal, secundario a la inflamación cerebral (presente tras una cirugía, como en la resección tumoral u otra), podría inicialmente obstruir aquel trayecto fistuloso limitando el ingreso de aire y, posteriormente, al remitir la inflamación, permitir el paso de aire a través de dicha fístula.⁸ Además, en los ventrículos, los cambios de presión intracavitaria y Compliance son factores por considerar en la ocurrencia del neumocéfalo.⁹ En tal sentido, los hallazgos del estudio pueden ser explicados por las aseveraciones previas, donde las lesiones quirúrgicas dural y aracnoidea, juntas, pueden favorecer la existencia de neumocéfalo en estructuras de mayor profundidad a estas y sin excluir el importante rol de las presiones en cada nivel anatómico intracraneal. Sobre este último aspecto, no existen estudios similares que permitan comparar los resultados obtenidos.

El NT, acorde a su definición, es una entidad que puede complicar el estado clínico de un paciente; sin embargo, la signo-sintomatología es inespecífica, según refieren algunas

publicaciones, siendo esencial la TEM cerebral para confirmar tal sospecha.^{10,11} El estudio identificó al 9% de los casos con imágenes del encéfalo compatibles con el SMF; como el aire intracraneal ubicado en el espacio subdural, nexa a los lóbulos frontales y que los separa. (Figura 1-C y Tabla 2) A pesar de esto, no fue posible concluir en el diagnóstico de NT en dichos casos, puesto que la sola existencia del SMF no es diagnóstica de NT.¹² Asimismo, los signos de deterioro neurológico o de hipertensión endocraneal en estos pacientes pudieron haber sido enmascarados, parcial o totalmente, por el manejo neurointensivo que recibían. Al respecto, durante el seguimiento de estos, mediante monitoreo multiparamétrico estricto e imágenes encefálicas seriadas, se evidenció la ausencia de deterioro neurológico y la reducción gradual del neumocéfalo con el manejo médico; lo que significó la no necesidad de cirugía. Finalmente, la mortalidad en pacientes con neumocéfalo agudo y SMF, fue del 0%. En añadidura y con fines comparativos, igual porcentaje de mortalidad fue evidenciado en los casos con neumocéfalo agudo sin SMF. (Tabla 2)

En la TEM cerebral s/c, el neumocéfalo puede ser identificado en distintas localizaciones; es decir a nivel epidural, subdural, subaracnoideo, intraparenquimal e intraventricular.¹ El estudio determinó que la ocurrencia de neumocéfalo epidural fue del 100%; subdural, 93%; subaracnoideo, 51%; intraparenquimatoso, 23%; e intraventricular, 10%. (Tabla 2) Esto confirmó la existencia de neumocéfalo en todos los casos y en estructuras de distinta profundidad. Sin embargo, esta distribución en profundidad no fue homogénea; generó la acumulación

discontinua de diferentes volúmenes de aire en un mismo espacio intracraneal (real o virtual; natural o creado).

Asimismo, debido a la no existencia de publicaciones que detallen este aspecto, fue necesario describir los hallazgos y asignarles una denominación en grados (I, II y III), según la visualización del neumocéfalo en cada espacio. Así, se pretendió cuantificar el volumen de aire (grados) en cada espacio, basado en referencias anatómicas (grosor craneal, número de cisternas ocupadas, desviación de línea media, colapso ventricular, ocupación y dilatación ventriculares).

(Tabla 1 y Figura 1-CD) Mediante esto, se logró determinar la existencia de asociación entre los grados de neumocéfalo de algún espacio intracraneal con la apertura quirúrgica hacia este u otro espacio más profundo.

Los resultados evidenciaron que la apertura quirúrgica de la duramadre, hacia el espacio subdural, se relacionó con los grados de neumocéfalo subdural y subaracnoideo; la apertura quirúrgica de la duramadre y de las membranas aracnoideas, con los grados de neumocéfalo

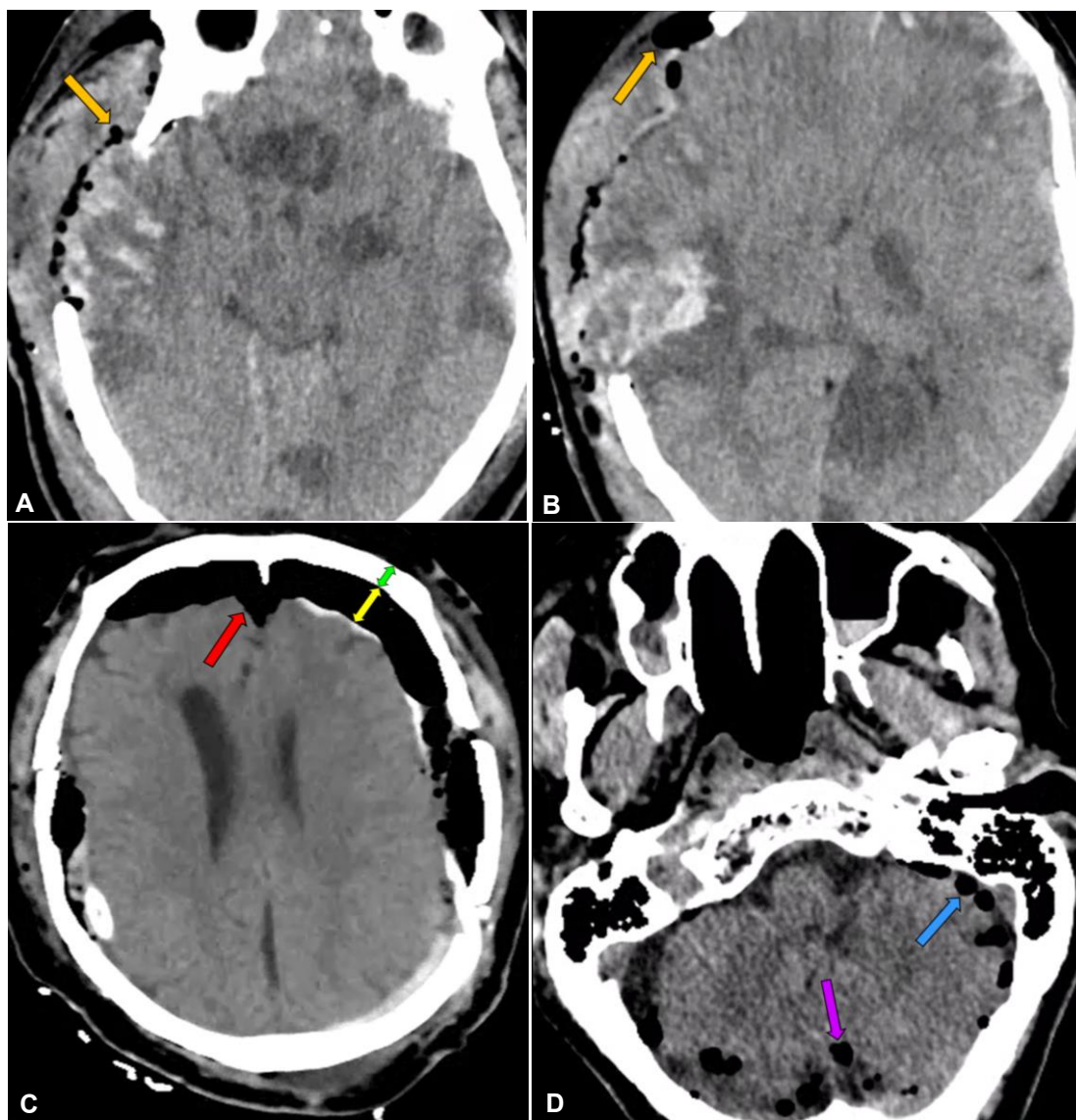


Fig 1. Tomografía cerebral sin contraste en cortes axiales de pacientes con neumocéfalo agudo postquirúrgico en posición supina y prona. **(A)** Paciente con traumatismo encefalocraneano severo y hemicraniectomía descompresiva derecha. A nivel frontobasal, se aprecia neumocéfalo epidural (flecha naranja) en región frontotemporal derecha con edema cerebral difuso y ausencia de neumocéfalo a mayor profundidad. **(B)** En el mismo paciente, en un corte a nivel del foramen de Monro, se aprecia neumocéfalo epidural (flecha naranja) en región frontal derecha con edema cerebral difuso y ausencia de neumocéfalo a mayor profundidad. Para fines del estudio el neumocéfalo epidural fue definido como grado II. **(C)** Paciente con hemorragia subdural crónica bilateral evacuada (mediante craneotomía supratentorial bilateral). Se aprecia el signo del Monte Fuji (flecha roja), definido como el neumocéfalo subdural a nivel frontal que separa ambos lóbulos frontales. El máximo grosor de dicho neumocéfalo de 13mm (flecha amarilla) es mayor que grosor del cráneo a ese nivel de 10mm (flecha verde); pero, no mayor al doble de este. Para fines del estudio se identificó a este neumocéfalo subdural como grado II. **(D)** Paciente con hemorragia subdural crónica unilateral evacuada mediante craneotomía supratentorial. Se aprecian burbujas de aire en los espacios subdural (flecha celeste) y subaracnoideo (flecha púrpura) de la fosa craneal posterior. El grosor del neumocéfalo subdural no supera el grosor del cráneo de ese nivel. Las burbujas de aire subaracnoideo se extendieron de forma distal al punto (supratentorial) de ingreso de aire. En el estudio el neumocéfalo subdural fue definido como grado I y el neumocéfalo subaracnoideo como grado II.

subaracnoideo, intraparenquimatoso e intraventricular y; esta última descripción del neumocéfalo, con la apertura quirúrgica que incluyó al sistema ventricular. (Tabla 5) Esto determina que la creación, mediante cirugía, de un trayecto fistuloso hacia un nivel anatómico en específico favorece el atrapamiento de una mayor cantidad de aire en dicho nivel. Pero, otros factores también suelen condicionar el ingreso de aire, pues una publicación sobre neumocéfalo y shunt ventrículo-peritoneal, describe la relación inversa que existe entre el grado de aire intraventricular y el grado de Compliance de éste; pues los ventrículos no colapsarían con la disminución de la presión intraventricular mediante el drenaje de LCR, facilitándose el ingreso de aire.⁹ Ante la ausencia de investigaciones que detallen todos los fenómenos físicos para cada tipo de neumocéfalo, esta última descripción supone una explicación en relación con una fracción de los resultados del presente estudio.

De otro lado, no existen publicaciones que intenten cuantificar el volumen de aire intracraneal y su posible relación con las manifestaciones clínicas, por tanto, este estudio es un paso inicial para búsqueda de una potencial relación entre la imagenología y la clínica en casos de neumocéfalo.

CONCLUSIONES

El neumocéfalo agudo postquirúrgico es muy frecuente en las cirugías craneoencefálicas donde el paciente ha estado en posición supina o prona. Los factores como el sexo y apertura quirúrgica de elementos anatómicos intracraneales determinan una mayor frecuencia de neumocéfalo, en una distribución específica. Por otro lado, el TEC sin neumocéfalo prequirúrgico es un factor que disminuye la posibilidad de ocurrencia de neumocéfalo subaracnoideo, intraparenquimatoso e intraventricular tras una cirugía. Es posible que la resolución del neumocéfalo agudo postquirúrgico sólo requiera de manejo médico; sin embargo, el manejo debe individualizarse acorde a la situación clínica de cada paciente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Das M, Bajaj J. Pneumocephalus. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan. [Updated 2023 Feb 14]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535412/>
2. Machetanz K, Leuze F, Mounts K, Trakolis L, Gugel I, Grimm F, et al. Occurrence and management of postoperative pneumocephalus using the semi-sitting position in vestibular schwannoma surgery. *Acta Neurochirurgica*. 2020; 162(11): 2629–2636.
3. Satapathy G, Dash H. Tension pneumocephalus after neurosurgery in the supine position. *Br J Anaesth*. 2000;84(1):115-7.
4. Wu B, Xu J, Zhang C, Ling Y, Yang C, Xuan R, et al. The Effect of Surgical Positioning on Pneumocephalus in Subthalamic Nucleus Deep Brain Stimulation Surgery for

Parkinson Disease. *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface*. 2022 Oct 19: S1094-7159(22)01264-8

5. Schimer C, Heilman C, Bhardwaj A. Pneumocephalus: case illustrations and review. *Neurocrit Care*. 2010; 13:152–158.
6. Ishiwata Y, Fujitsu K, Sekino T, Fujino H, Kubokura T, Tsubone K, Kuwabara T. Subdural tension pneumocephalus following surgery for chronic subdural hematoma. *Journal of Neurosurgery*. 1988; 68(1), 58–61.
7. Komolafe E, Faniran E. Tensión pneumocephalus – a rare but treatable cause of rapid neurological deterioration in traumatic brain injury. A case report. *African Journal of Neurological Sciences*. 2010; 19 (2).
8. Parish J, Driscoll J, Wait S, Gibbs M. Delayed Traumatic Tension Pneumocephalus: A Case Report. *The Journal of Emergency Medicine*. 2020; 59(6): 217-220.
9. Salem-Memou S, Vallee B, Jacquesson T, Jouanneau E, Berhouma M. Pathogenesis of Delayed Tension Intraventricular Pneumocephalus in Shunted Patient: Possible Role of Nocturnal Positive Pressure Ventilation. *World Neurosurgery*. 2016; (85): 365.e17–365.e20.
10. Sweni S, Senthilkumaran S, Balamurugan N, Thirumalaikolundusubramanian P. Tension pneumocephalus: a case report with review of literature. *Emergency Radiology*. 2013; 20(6): 573–578.
11. Harvey J, Harvey S, Belli A. Tension pneumocephalus: the neurosurgical emergency equivalent of tension pneumothorax. *BJR Case Rep*. 2016; 2 (2): 20150127.
12. Ihab Z. Pneumocephalus after surgical evacuation of chronic subdural hematoma: Is it a serious complication? *Asian J Neurosurg*. 2012; 7 (2):66-74.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores reportan que no existe conflicto de interés en lo concerniente a los materiales y métodos usados en este estudio o a los hallazgos específicos en este artículo.

Contribución de los autores

Concepción y diseño: Castro, Rodríguez. Redacción del artículo: Castro. Revisión crítica del artículo: Rodríguez. Revisó la versión

Correspondencia

Elder Castro. Servicio de Neurocirugía. Hospital Cayetano Heredia. Av. Honorio Delgado Nro. 262. SMP. Lima 31, Perú. Correo electrónico: eldercastcast@gmail.com