

# Lactato en líquido cefalorraquídeo como marcador temprano de meningitis bacteriana postneuroquirúrgica: propuesta de un nuevo punto de corte y análisis de la literatura

Antonella Fochi,<sup>1</sup> María Eugenia Gómez,<sup>1</sup> Darío Jacobsen,<sup>1</sup> Nahuel Fernández Machulsky,<sup>1</sup> Federico E. Minghinelli,<sup>2</sup> Beatriz Perazzi<sup>1</sup>

1. Laboratorio de Química Clínica, Departamento de Bioquímica Clínica, Hospital de Clínicas "José de San Martín" e Instituto de Fisiopatología y Bioquímica Clínica, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, Ciudad de Buenos Aires, Argentina

2. División Neurocirugía, Hospital de Clínicas "José de San Martín", Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Ciudad de Buenos Aires, Argentina

## RESUMEN

**Introducción:** la meningitis bacteriana postneuroquirúrgica (MBPN) presenta alta mortalidad. El diagnóstico rápido es esencial. El método de referencia es el cultivo del líquido cefalorraquídeo (LCR), pero requiere tiempo, utilizándose antibióticos empíricos innecesarios, es importante evaluar otros parámetros que permitan una detección temprana.

**Objetivos:** evaluar la utilidad del lactato en LCR como marcador temprano de MBPN, determinar su punto de corte en nuestra población y correlacionar valores de lactato con proteinorraquia y células/mm<sup>3</sup>.

**Materiales y métodos:** estudio retrospectivo. Se determinó lactato, proteinorraquia, células, glucorraquia y cultivo. Categorización en tres grupos: MBPN confirmada (C), MBPN presuntiva (P) y MBPN negativa (N). Se utilizó test de Mann-Whitney para comparar medianas. Agrupamos MBPN C con MBPN P y realizamos curvas ROC para determinar el punto de corte. Para el análisis de correlación, calculamos el coeficiente de Spearman entre lactato versus células/mm<sup>3</sup> y lactato versus proteinorraquia.

**Resultados:** observamos diferencia significativa en la mediana del lactato de MBPN C y de MBPN P respecto de MBPN N. No así entre MBPN C y MBPN P. El área bajo la curva ROC fue: 0.901. El punto de corte más elevado para lactato en este contexto fue de 4.85 mmol/L, con sensibilidad de 76.9% y especificidad de 95.0%. El lactato correlacionó positivamente con las células/mm<sup>3</sup> y la proteinorraquia.

**Conclusión:** proponemos un nuevo punto de corte para lactato en LCR de 4.85 mmol/L para el diagnóstico temprano de MBPN. La correlación del lactato con células/mm<sup>3</sup> y con la proteinorraquia para dicho diagnóstico resultó positiva en forma estadísticamente significativa.

**Palabras clave:** Lactato. Líquido cefalorraquídeo. Meningitis bacteriana. Meningitis postneuroquirúrgica.

*Lactate in cerebrospinal fluid as an early marker of post-neurosurgical bacterial meningitis: establishing a novel cut-off value and literature review*

## ABSTRACT

**Background:** post-neurosurgical bacterial meningitis (PNBM) has a high mortality rate. Rapid diagnosis is essential. The gold standard is cerebrospinal fluid (CSF) culture, but it takes time, and unnecessary empirical antibiotics are used. It is important to evaluate other parameters that facilitate early detection.

**Objectives:** to assess the utility of CSF lactate as an early marker of PNBM, to establish its cut-off point in our population, and to correlate lactate levels with protein and cells/mm<sup>3</sup>.

**Methods:** retrospective study. Lactate, protein, cells, glycorrachia, and culture were studied. Categorization into three groups: confirmed PNBM (C), presumptive PNBM (P), and negative PNBM (N). The Mann-Whitney test was used to compare medians. We grouped PNBM C with PNBM P and performed ROC curves to determine the cut-off point. For the correlation analysis, we calculated the Spearman coefficient between lactate versus cells/mm<sup>3</sup> and lactate versus proteinorrachia.

**Results:** we observed a significant difference in the median lactate of PNBM C and PNBM P compared to PNBM N. This was not the case between PNBM C and PNBM P. The area under the ROC curve was: 0.901. The highest cut-off point for lactate in this context was 4.85 mmol/L, with sensitivity: 76.9% and specificity: 95%. Lactate correlated positively with cells/mm<sup>3</sup> and proteinorrachia.

**Conclusion:** a new cut-off point for CSF lactate of 4.85 mmol/L was established for the early diagnosis of PNBM. Additionally, the correlation analysis of lactate with cell counts and proteinorrachia was positive and statistically significant for PNBM.

**Keywords:** Bacterial meningitis. Cerebrospinal fluid. Lactate. Post-neurosurgical meningitis.

Federico E. Minghinelli  
minghinelli.f@gmail.com

Recibido: 30/09/2024. Aceptado: 29/11/2024

DOI: 10.59156/revista.v38i04.678

Antonella Fochi: anto.fochi@gmail.com

María Eugenia Gómez: meugegomez88@gmail.com

Darío Jacobsen: djacobsen@docente.ffyb.uba.ar

Nahuel Fernández Machulsky: nhfernandezmachulsky@gmail.com

Beatriz Perazzi: beatrizperazzi@gmail.com

Los autores no declaran conflicto de interés

Los autores no declaran financiamiento.

## INTRODUCCIÓN

La meningitis bacteriana postneuroquirúrgica (MBPN) presenta una baja incidencia, con cifras que oscilan entre 0.3 a 1.5%.<sup>1</sup> Sin embargo, esta patología está asociada con altas tasas de morbimortalidad con cifras que van del 20 al 50% de los casos.<sup>2</sup> Se requiere un diagnóstico rápido y un inicio precoz del tratamiento antibiótico a fin de contribuir a disminuir la morbimortalidad, estancia hospitalaria y reducir los costos en salud.

El método de referencia para el diagnóstico de MBPN continúa siendo el cultivo del líquido cefalorraquídeo (LCR); sin embargo, tiene la desventaja del tiempo que requiere obtener un resultado confirmatorio, además, tiene un alto porcentaje de falsos negativos (40 a 70%).<sup>2</sup> Por otra parte, los pacientes que fueron sometidos a procedimientos neuroquirúrgicos presentan reacciones inflamatorias que generan cambios en los parámetros bioquímicos del LCR semejantes a los ocurridos en la MBPN.<sup>3</sup> Sumado a esto, la baja sensibilidad de la tinción de Gram o la detección de antígenos bacterianos, así como la dificultad del acceso rutinario a técnicas de biología molecular han convertido al diagnóstico de MBPN en una gran problemática.<sup>4</sup> En consecuencia, habitualmente se prescriben terapias antibióticas empíricas prolongadas sin disponer de un resultado confirmatorio del cultivo.

En este contexto cobra relevancia la evaluación de marcadores bioquímicos que posibiliten una detección temprana de la MBPN, permitiendo su discriminación frente a meningitis no bacterianas y frente a procesos inflamatorios no infecciosos. La producción de lactato en el LCR por los astrocitos es desencadenada por una infección bacteriana, producto de su metabolismo, glucólisis de los neutrófilos y metabolismo anaeróbico del tejido cerebral.<sup>5</sup> Por esta razón, su medición podría representar un alto potencial como marcador temprano de MBPN. Sin embargo, existe una gran variabilidad en la literatura en relación al punto de corte del lactato a partir del cual se considera el diagnóstico de MBPN.<sup>6,7</sup>

### Objetivos

Evaluar la utilidad del lactato en LCR como marcador temprano de MBPN, determinar su punto de corte en nuestra población y correlacionar los valores del lactato con la proteinorraquia y el recuento de células en el diagnóstico temprano de MBPN.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diseño del estudio y población de pacientes

Se realizó un estudio retrospectivo entre enero del 2018 y enero del 2023 en nuestra institución. Los criterios de in-

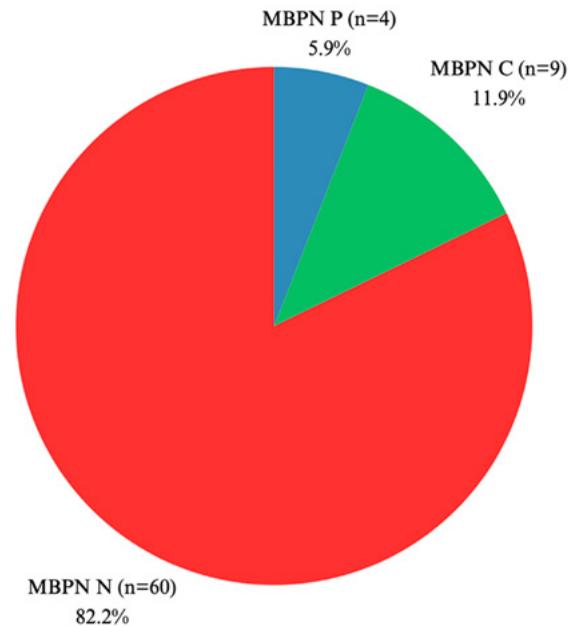


Figura 1. Distribución de las categorías correspondientes a los grupos de estudio. MBPN C: Meningitis bacteriana postneuroquirúrgica confirmada. MBPN P: Meningitis bacteriana postneuroquirúrgica presuntiva. MBPN N: Meningitis bacteriana postneuroquirúrgica negativa.

TABLA 1. PATOLOGÍAS INCLUIDAS EN EL ESTUDIO

Patología	Número	Porcentaje
Tumoral	32	44
Hidrocefalia	18	25
Fístula de LCR	11	15
Otros	7	10
Vascular	5	6
Total	73	100

clusión fueron: pacientes mayores de 18 años sometidos a una neurocirugía, internados en cualquier sala y de quienes se dispusiera la información en LCR correspondiente a: glucorraquia, proteinorraquia, recuento de células, lactato y cultivo, proveniente tanto del laboratorio central como del laboratorio de terapia intensiva y urgencias (en aquellos casos en los que se repitió la solicitud de parámetros bioquímicos en días subsiguientes a la neurocirugía, se consideraron para el análisis exclusivamente los datos correspondientes a la muestra obtenida en el postoperatorio inmediato). En tanto que los criterios de exclusión fueron: pacientes a quienes se les aislaron microorganismos contaminantes por carecer de connotación clínica (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Cutibacterium spp.*) o que tenían un diagnóstico de criptococosis meníngea.

TABLA 2. DISTRIBUCIÓN DE LAS PATOLOGÍAS SEGÚN LAS CATEGORÍAS CORRESPONDIENTES A LOS GRUPOS DE ESTUDIO

Patología	Categoría	
	MBPN CP N (%)	MBPN N N (%)
Tumoral	6 (46.1)	26 (43.3)
Hidrocefalia	2 (15.4)	16 (26.6)
Fístula de LCR	1 (7.7)	10 (16.7)
Vascular	1 (7.7)	4 (6.7)
Otros	3 (23.1)	4 (6.7)
Total	13 (100)	60 (100)

MBPN CP: Meningitis bacteriana postneuroquirúrgica confirmada más Meningitis bacteriana postneuroquirúrgica presuntiva. MBPN N: Meningitis bacteriana postneuroquirúrgica negativa.

TABLA 3. AGENTES ETIOLÓGICOS AISLADOS EN EL GRUPO DE MBPN C

Bacteria aislada	Número	Porcentaje
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	4	45
<i>Acinetobacter baumannii</i>	2	22
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2	22
<i>Enterococcus faecium</i>	1	11
Total	9	100

### Categorización de los grupos de estudio según criterios predefinidos

Los pacientes fueron categorizados en tres grupos siguiendo criterios predefinidos:

- Meningitis bacteriana postneuroquirúrgica confirmada (MBPN C): LCR con cultivo positivo.
- Meningitis bacteriana postneuroquirúrgica presuntiva (MBPN P): LCR con proteínas mayor a 200 mg/dL y recuento de células mayor a 250/mm<sup>3</sup> (que son compatibles con MBPN) y/o tratamiento antibiótico al momento de tomar la muestra, con cultivo negativo.
- Meningitis bacteriana postneuroquirúrgica negativa (MBPN N): LCR que no cumplieran los criterios de MBPN C ni MBPN P.

### Análisis estadístico

Se utilizó el *software* de análisis estadístico SPSS. Además, se aplicó el test de Mann-Whitney para comparar medianas de los valores de glucorraquia, proteinorraquia, recuento de células y lactato entre MBPN C, MBPN P y MBPN N, considerándose significativo una  $p < 0.05$ . Para el resto del análisis de datos, MBPN C y MBPN P fueron combinados en un solo grupo de estudio (porque las medianas de dichos parámetros no resultaron significativamente diferentes entre ambos grupos). Se realizó cur-

va ROC para determinar el área bajo la curva y punto de corte para lactato. Este se seleccionó aplicando el índice de Youden que reúne la mejor combinación de sensibilidad (S) y especificidad (E). Posteriormente, se armó una tabla de contingencia que proporcionó además de los valores de S y E, los valores predictivos positivos (VPP) y negativos (VPN) del punto de corte seleccionado. Para el análisis de correlación entre lactato y recuento de células, y entre lactato y proteinorraquia, se utilizó el coeficiente de Spearman.

### RESULTADOS

De los 83 pacientes que fueron incluidos inicialmente en el estudio, 73 de ellos fueron analizados luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión. Se estudiaron 40 mujeres y 33 hombres con una mediana de edad de 41.4 años. La muestra de LCR se obtuvo de la cisterna lumbar y de los ventrículos laterales en la gran mayoría de los casos, la patología más prevalente que motivó la neurocirugía fue la oncológica (Tabla 1).

La distribución de los pacientes en las categorías correspondientes a los tres grupos de estudio (Figura 1) fue la siguiente:

- Meningitis bacteriana postneuroquirúrgica confirmada (MBPN C): 9 casos.
- Meningitis bacteriana postneuroquirúrgica presuntiva (MBPN P): 4 casos.
- Meningitis bacteriana postneuroquirúrgica negativa (MBPN N): 60 casos.

En la Tabla 2 se muestra la distribución de las patologías según las categorías correspondientes a los grupos de estudio. En la Tabla 3 se muestran los agentes etiológicos obtenidos del grupo de MBPN C, el más prevalente fue *Klebsiella pneumoniae*, que representó un 45% del total de los aislamientos. En la Tabla 4 se observan las medianas de los diferentes parámetros analizados: recuento de células, glucorraquia, proteinorraquia y lactato para los tres grupos de estudio. Se observaron diferencias estadísticamente significativas para todos los parámetros entre MBPN C y MBPN N y entre MBPN N y MBPN P. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en todos los parámetros entre MBPN C y MBPN P, razón por la cual se agruparon dichos pacientes para realizar el resto del análisis estadístico (MBPN CP).

La mediana de lactato para el grupo de MBPN CP fue significativamente mayor que la del grupo MBPN N ( $p < 0.001$ ) (Figura 2). En la Figura 3 se muestran las curvas ROC de lactato, recuento de células y proteinorraquia para el grupo de MBPN CP. El área bajo la curva (ABC) del lactato arrojó un valor de 0.90 (IC 95%: 0.78-1.00). El ABC para células y proteinorraquia fue de 0.91 (IC 95%:

TABLA 4. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS DE LCR EN LOS DISTINTOS GRUPOS DE ESTUDIO

	MBPN C	MBPN P	MBPN N	Valor p
Células (mm <sup>3</sup> )	215 (12-5600)	892 (44-3900)	3 (0-950)	p <0.0001 a p <0.0001 b p = 0.20 c
Glucorraquia (mg/dL)	52 (8-78)	23 (9-49)	65 (25-176)	p = 0.25 a p <0.0001 b p = 0.53 c
Proteinorraquia (mg/dL)	215 (20.4-811)	446.55 (204-573)	45.75 (3.2-271.7)	p = 0.01 a p <0.0001 b p = 0.26 c
Lactato (mmol/L)	10.9 (1.58-23)	5.97 (3.4-9.1)	2.2 (0.9-6.4)	p <0.0001 a p = 0.001 b p = 0.33 c

Valores expresados en mediana-rango. a: MBPN C vs. MBPN N. b: MBPN N vs. MBPN P. c: MBPN C vs. MBPN P. MBPN C: Meningitis bacteriana postneuroquirúrgica confirmada. MBPN P: Meningitis bacteriana postneuroquirúrgica presuntiva. MBPN N: Meningitis bacteriana postneuroquirúrgica negativa.

0.83-0.99) y 0.75 (IC 95%: 0.59-0.91), respectivamente. Con un índice de Youden de 0.72 se obtuvo una sensibilidad de 76.9% (IC 95%: 46.2% - 94.9%) y una especificidad de 94.8% (IC 95%: 86.1% - 98.9%), correspondiente a un valor de corte de lactato de 4.85 mmol/L. Con este punto de corte, el valor predictivo positivo fue de 76.9% (IC 95%: 51.5% - 91.3%) y el valor predictivo negativo de 95.0% (IC 95%: 87.6% - 98.1%).

En la Tabla 5 se observa el análisis de correlación entre el lactato y el recuento de células y entre el lactato y la proteinorraquia, con un r más elevado de 0.71 para el recuento de células y de 0.62 para la proteinorraquia.

## DISCUSIÓN

Los pacientes en la etapa postneuroquirúrgica corren el riesgo de desarrollar MBPN, una infección poco frecuente pero potencialmente mortal. Su diagnóstico debe ser temprano ya que la demora en el resultado podría ocasionar graves complicaciones. Este hecho, sumado a la falta de criterios diagnósticos precisos para esa patología, trae aparejado la administración de un tratamiento empírico en todos los casos sospechosos con altas dosis de antibióticos de amplio espectro.<sup>8,9</sup> El costo y el riesgo del tratamiento innecesario de pacientes no infectados, con la consecuente generación de multiresistencia, exigen una prueba más específica para el diagnóstico de MBPN en el postoperatorio inmediato.<sup>10</sup>

La MBPN presenta una incidencia relativamente baja. En nuestro estudio, fue del 12%, valor muy similar al descrito por Leib y cols., quienes refirieron una incidencia de 16%.<sup>2</sup> Por el contrario, Maskin y cols. reportaron un valor más elevado, de 33%.<sup>10</sup> En nuestro hospital,

TABLA 5. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LACTATO Y RECUENTO DE CÉLULAS Y LACTATO Y PROTEINORRAQUIA

	Coefficiente de Spearman	Valor p
Lactato y recuento de células	r = 0.71	p <0.0001
Lactato y proteinorraquia	r = 0.62	p <0.0001

las etiologías más prevalentes fueron las pertenecientes a gérmenes intrahospitalarios, tales como enterobacterias o bacterias Gram negativas no fermentadoras (*Klebsiella pneumoniae* y *Acinetobacter baumannii*), que suelen presentar un perfil de resistencia complejo y que plantean un problema serio respecto a su cobertura antibiótica empírica.<sup>2</sup> Otros autores también refirieron la aparición de estos microorganismos, aunque en menor frecuencia, ya que describieron al género estafilococo como el patógeno más prevalente de las MBPN.<sup>1,11</sup>

Desde hace tiempo se ha encontrado relación entre los valores elevados de lactato y meningitis bacteriana. Además, distintos trabajos mostraron que el lactato en el LCR es un buen marcador para la discriminación de la meningitis bacteriana respecto de la no bacteriana y un mejor marcador en comparación con otros parámetros convencionales del LCR.<sup>12,13</sup>

En nuestro trabajo, respecto a las medianas de los parámetros en los distintos grupos de estudio se destaca la marcada elevación del lactato en el grupo de MBPN C que resultó estadísticamente significativo respecto del grupo de MBPN N. Cabe destacar que no se observaron diferencias significativas en las medianas de este pa-

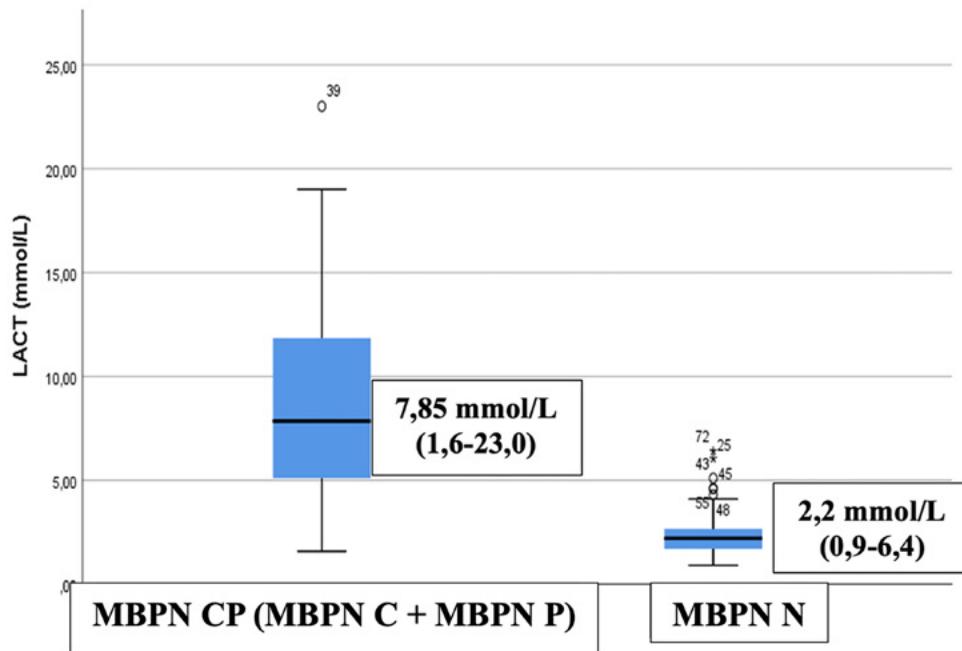


Figura 2. Medianas de lactato para los grupos de MBPN CP y MBPN N. MBPN CP: Meningitis bacteriana postneuroquirúrgica confirmada más Meningitis bacteriana postneuroquirúrgica presuntiva. MBPN N: Meningitis bacteriana postneuroquirúrgica negativa.

rámetro en el grupo de MBPN P en relación con MBPN C. Esto puede deberse a que los criterios para categorizar el grupo de MBPN P fueron bastante exigentes ya que incluían al menos dos parámetros (recuento de células y proteinorraquia) elevados simultáneamente y/o tratamiento antibiótico. La no positividad de los cultivos de los pacientes de este grupo podría explicarse por las diversas causas de falsos negativos relacionadas con tratamiento antibiótico previo a la toma de muestra y condiciones preanalíticas inadecuadas.<sup>2</sup> Cuando se compararon las medianas del lactato entre el grupo MBPN CP y el MBPN N se pudo observar no solo que hay un buen poder de discriminación, sino que, además, prácticamente no hay superposición de estas entre ambos grupos. Esto es coincidente con lo descrito por Maskin y cols.<sup>10</sup> En nuestro estudio, el valor diagnóstico de lactato en LCR se evaluó combinando los valores pertenecientes al grupo MBPN CP, donde el ABC para lactato fue bueno, con un valor de 0.91.

El punto de corte del lactato para el diagnóstico de MBPN es controversial y ha sido validado en pocos estudios. En nuestra institución se utilizaba el punto de corte de 4 mmol/L, el cual fue referido por la literatura (valores entre 3.5 a 4.2 mmol/L),<sup>6</sup> pero este no fue validado para la población de nuestra institución. En consecuencia, se propone un punto de corte para el lactato de 4.85 mmol/L en nuestra población, ya que se asocia a un

índice de Youden de 0.72, el cual representa la mejor combinación de sensibilidad (76.9%) y especificidad (94.8%). El valor predictivo negativo obtenido de 95% nos indica, con esta probabilidad, que el paciente no padece MBPN si su valor de lactato es menor de 4.85 mmol/L, se evita, así, el sobretratamiento, costo e incremento de resistencias microbianas asociadas al uso innecesario de antibióticos.

Si se utilizara el valor de corte propuesto por la literatura de 4 mmol/L en nuestra población, se mantendría la misma sensibilidad (76.9%), pero disminuiría la especificidad a 87.9% en comparación a la obtenida de 94.8% cuando se aplica el punto de corte propuesto para nuestra población de 4.85 mmol/L. Esto significaría, en otras palabras, que aumenta la probabilidad de diagnosticar a un paciente erróneamente como enfermo cuando en realidad no padece la MBPN. Las diferencias en el punto de corte para MBPN respecto de meningitis no neuroquirúrgica podrían ser explicadas porque ciertas patologías de base que requieren de neurocirugía se asocian a situaciones de hipoxia que conducen a la elevación del lactato.<sup>6</sup>

Respecto a las medianas del recuento de células y de la proteinorraquia, si bien aparentan ser mayores para el grupo de MBPN P comparativamente al de MBPN C, las diferencias no fueron significativas. Los valores obtenidos de glucorraquia no fueron utilizados en el análisis, ya que su valor aislado no tiene utilidad clínica (en nuestro trabajo la relación glucemia/glucorraquia no pudo ser

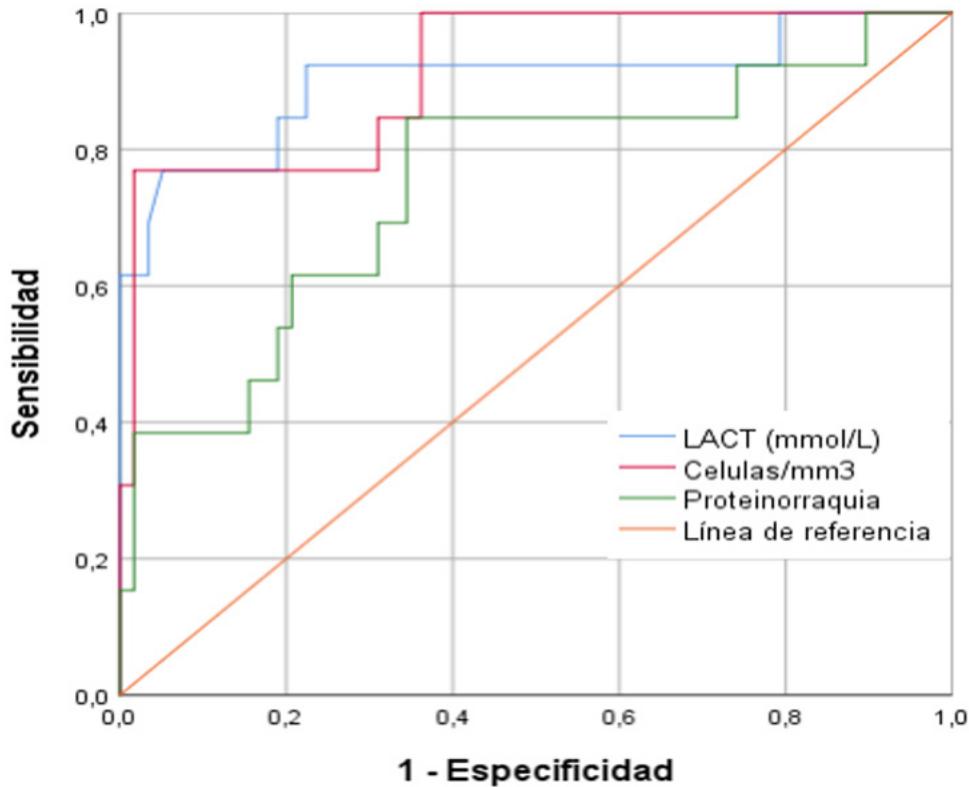


Figura 3. Curvas ROC para lactato, recuento de células y proteinorraquia en el grupo de MBPN CP. MBPN CP: Meningitis bacteriana postneuroquirúrgica confirmada más Meningitis bacteriana postneuroquirúrgica presuntiva.

utilizada debido a la falta de disponibilidad de valores de glucemia cercanos a la punción lumbar). El recuento de células también mostró un AUC similar al lactato (0.91). En cambio, la proteinorraquia arrojó una AUC de 0.73 que es un valor menos adecuado. Estos resultados concuerdan con varias publicaciones.<sup>2,10,14</sup>

En nuestra población, en lo que respecta al recuento de células también se puede establecer un punto de corte de 150 células/mm<sup>3</sup> con el que se obtuvo un adecuado índice de Youden (0.75). Sin embargo, cabe aclarar que en nuestra institución estos valores se informan utilizando métodos manuales y con distintos operadores, estos resultan menos reproducibles que los métodos automatizados empleados para la medición de lactato con resultados más consistentes. La elección de un punto de corte para proteinorraquia no resultó confiable, ya que el valor máximo de índice de Youden obtenido fue de 0.57, sumado al hecho de que este parámetro mostró una ABC menos adecuada. En el análisis de correlación, los coeficientes de Spearman para lactato y recuento de células y para lactato y proteinorraquia fueron positivos en forma estadísticamente significativa.

En cuanto a la valoración de otros parámetros en LCR

para diferenciar la meningitis bacteriana en pacientes postneuroquirúrgicos de la meningitis aséptica, Li y cols.<sup>15</sup> evaluaron la utilidad de la procalcitonina, obteniendo resultados prometedores. Tal es así, que dichos autores describieron un incremento del valor predictivo positivo de 69.2% a 74.4% y del valor predictivo negativo de 95.6% a 97.6% cuando se combinaban ambos parámetros respecto del lactato solo. Asimismo, la proteína C reactiva ha sido propuesta por algunos autores para distinguir la meningitis bacteriana de la aséptica, aunque no mostró utilidad como único parámetro y además no ha sido evaluada en pacientes postneuroquirúrgicos.<sup>16</sup> Esto abre las puertas a la posibilidad de utilizar una combinación de parámetros para optimizar el adecuado diagnóstico de la MBPN.

Cabe aclarar que nuestro estudio presenta algunas limitaciones, como el pequeño número de pacientes en el grupo MBPN C. Además, debemos mencionar que el VPP podría haber sido más elevado si solo se hubieran evaluado los pacientes con sospecha clínica de meningitis en lugar de la totalidad de los pacientes postneuroquirúrgicos. No obstante, creemos que nuestros datos podrían tener un rol importante cuando nos enfrentamos a pacientes con sospecha de meningitis postneuroquirúrgica.

## CONCLUSIÓN

Se propone un nuevo punto de corte de 4.85 mmol/L para el lactato en LCR ya que mostró la más adecuada combinación de sensibilidad y especificidad como marcador temprano de MBPN en nuestra población.

Además, concluimos que la correlación en LCR de lactato y recuento de células, y de lactato y proteinorraquia, resultó positiva en forma estadísticamente significativa para el diagnóstico temprano de MBPN en nuestra población.

## Agradecimientos

Agradecemos a: Bioq. Mariana Brunengo, Dr. Pablo Devoto, Dr. Martín Bourguet, Dr. Mauro Biancardi, Dr. Tomás Badilla, Dr. Matías Maza y Dr. Santiago Benedini por sus contribuciones a la realización de este trabajo.

## Contribuciones de autoría

Conceptualización: Beatriz Perazzi, Antonella Fochi,

Federico E. Minghinelli. Curación de datos: Beatriz Perazzi, Antonella Fochi, Federico E. Minghinelli, Mauro Biancardi. Análisis formal: Beatriz Perazzi. Adquisición de fondos: Beatriz Perazzi. Investigación: Beatriz Perazzi, Antonella Fochi, Federico E. Minghinelli. Metodología: Beatriz Perazzi, Antonella Fochi. Administración del proyecto: Beatriz Perazzi, Antonella Fochi, Federico E. Minghinelli, Mauro Biancardi. Recursos: Beatriz Perazzi. Software: Federico E. Minghinelli. Supervisión: Beatriz Perazzi. Validación: Beatriz Perazzi. Visualización: Beatriz Perazzi, Antonella Fochi, Federico E. Minghinelli. Redacción - borrador original: Antonella Fochi, Federico E. Minghinelli, Beatriz Perazzi. Redacción - revisión y edición: Antonella Fochi, Federico E. Minghinelli, Beatriz Perazzi

*Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia CC BY-NC <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>*

## BIBLIOGRAFÍA

1. Blomstedt GC. Infections in neurosurgery: a retrospective study of 1143 patients and 1517 surgeries. *Acta Neurochir* (Wien), 1985; 78: 81-90.
2. Leib S, Boscacci R, Gratzl O, Zimmerli W. Predictive value of cerebrospinal fluid (CSF) lactate levels versus CSF/blood glucose ratio for the diagnosis of bacterial meningitis following neurosurgery. *Clin Infect Dis*, 1999; 29: 69-74.
3. Forgacs P, Geyer CA, Freiberg SR. Characterization of chemical meningitis after neurological surgery. *Clin Infect Dis*, 2001; 32: 179-85.
4. Cajas G, Ramirez Z, Lam I, Gutierrez A, Minchala J. Meningitis en pacientes neuroquirúrgicos. *Revista de Medicina Intensiva y Cuidados Críticos*, 2020; 13: 205-9.
5. Guerra-Romero L, Guerra-Romero L, Täuber MG, Fournier MA, Tureen JH. Lactate and glucose concentrations in brain interstitial fluid, cerebrospinal fluid, and serum during experimental pneumococcal meningitis. *J Infect Dis*, 1992; 166: 546-50.
6. Salord F, Boussaid O, Eynard N, Perret C, Grando J, Chacornac R. Value of D(-) lactate determination for the fast diagnosis of meningitis after craniotomy: an initial study. *Ann Fr Anesth Reanim*, 1994; 13: 647-53.
7. Roland PS, Meyerhoff WL, Balcombe KL, Mickey BE. Spinal fluid profile following surgery in the subarachnoid space. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 1989; 101: 445-8.
8. Huttoya M, Beno P, Benca J, Ondrusova A, Kisac P, Rudinsky B, et al. Insufficient therapy for nosocomial meningitis negatively affects survival, sequelae and has social consequences. *Neuro Endocrinol Lett*, 2007; 28 Suppl 2: 19.
9. Brown EM, de Louvois J, Bayston R, Lees PD, People IK. The management of neurosurgical patients with postoperative bacterial or aseptic meningitis or external ventricular drain-associated ventriculitis. *Br J Neurosurg*, 2000; 14: 7-12. Doi: 10.1080/02688690042834.
10. Maskin LP, Capparelli F, Mora A, Hlavnicka A, Orellana N, Díaz MF, Wainsztein N, Del Castillo M. Cerebrospinal fluid lactate in post-neurosurgical bacterial meningitis diagnosis. *Clin Neurol Neurosurg*, 2013; 115: 1820-5. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2013.05.034>.
11. Korinek AM. Risk factors for neurosurgical site infections after craniotomy: a prospective multicenter study of 2944 patients. *Neurosurgery*, 1997; 41: 1073-81.
12. Huy NT, Thao NTH, Diep DTN, Kikuchi M, Zamora J, Hirayama K. Cerebrospinal fluid lactate concentration to distinguish bacterial from aseptic meningitis: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*, 2010; 14: R240.
13. Sakushima K, Hayashino Y, Kawaguchi T, Jackson JL, Fukuhara S. Diagnostic accuracy of cerebrospinal fluid lactate for differentiating bacterial meningitis from aseptic meningitis: a meta-analysis. *J Infect*, 2011; 62: 255-62.
14. Grille P, Torres J, Porcires F, Bagnulo H. Value of cerebrospinal fluid lactate for the diagnosis of bacterial meningitis in postoperative neurosurgical patients. *Neurocirugia* (Asturias, Spain), 2012; 23: 131-5. <https://doi.org/10.1016/j.neucir.2011.11.005>.
15. Li Y, Zhang G, Ma R, Du Y, Zhang L, Li F, Fang F, Lv H, Wang Q, Zhang Y, Kang X. The diagnostic value of cerebrospinal fluids procalcitonin and lactate for the differential diagnosis of post-neurosurgical bacterial meningitis and aseptic meningitis. *Clin Biochem*, 2015; 48: 50-4. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2014.10.007>.
16. Shimetani N, Shimetani K, Mori M. Levels of three inflammation markers, C-reactive protein, serum amyloid A protein and procalcitonin, in the serum and cerebrospinal fluid of patients with meningitis. *Scandin J Clin Lab Invest*, 2001; 61: 567-74.1.