



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
Facultad de Medicina  
División de Estudios de Posgrado

---

---

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
Unidad Médica de Alta Especialidad  
Hospital de Especialidades "Dr. Antonio Fraga Mouret"  
Centro Médico Nacional "La Raza"

## **TESIS**

**"Variabilidad del Lactato Sérico durante el transanestésico y factores de riesgo asociados a hiperlactatemia en resección de tumores cerebrales"**

**PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGIA**

**PRESENTA:**

**Dra. Abril Fernández Murrieta**

**ASESOR DE TESIS**

**Dr. Arnulfo Calixto Flores**

**Dr. Benjamín Guzmán Chávez**



Ciudad de México

2019



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## HOJA DE AUTORIZACION DE TESIS

---

Dr. Jesús Arenas Osuna  
Jefe de la División de Educación en Salud  
U.M.A.E. Hospital de Especialidades "Dr. Antonio Fraga Mouret"  
del Centro Médico Nacional "La Raza" del IMSS

---

Dr. Benjamín Guzmán Chávez  
Profesor Titular del Curso de Anestesiología / Jefe de Servicio de Anestesiología  
U.M.A.E. Hospital de Especialidades "Dr. Antonio Fraga Mouret"  
del Centro Médico Nacional "La Raza" del IMSS

---

Dra. Abril Fernandez Murrieta  
Médico Residente de Tercer Año en la Especialidad de Anestesiología  
Sede Universitaria - U.M.A.E. Hospital de Especialidades "Dr. Antonio Fraga Mouret"  
del Centro Médico Nacional "La Raza" del IMSS  
Universidad Nacional Autónoma de México

Número de Registro CLIS:  
R-2018-3501-083

<b>Índice</b>	<b>Página</b>
1. Resumen	4
2. Marco Teórico	6
3. Materiales y Métodos	10
4. Resultados	11
5. Discusión	20
6. Conclusiones	24
7. Referencias Bibliográficas	25
8. Anexos – Hoja de recolección de datos	27

## **Resumen**

**Objetivo:** Determinar la variabilidad del lactato sérico durante el transanestésico en la resección de tumores cerebrales y los factores de riesgo asociados a hiperlactatemia.

**Material y métodos:** Estudio transversal retrospectivo observacional en 145 pacientes intervenidos quirúrgicamente de Julio 2012 a Junio 2018. Análisis estadístico: estadística descriptiva, **Resultados:** El grupo femenino obtuvo un aumento de 1.36 a 2.06 mmol/litro equivalente al 66%. El tipo de tumor Oligodendrioglioma de 0.8 a 2.0 mmol/litro presentó una elevación del 150%, en el Cavernoma, la toma inicial de 3.3 mmol/litro disminuyó a 1.8 mmol/litro. El tiempo anestésico muestra elevación del lactato sérico directamente proporcional de 2.3 - 2.6 a 2.8 - 2.9 mmol/litro (p 0.001). Se presentaron valores estables en el lactato observado para TIVA, siendo para AGB un aumento progresivo entre las tomas inicial y final 1.30 - 1.68 a 1.9 - 2.0 mmol/litro. Valores estables con tendencia a la disminución en relación a la administración de propofol inicial 2.1 vs final 2.0 mmol/litro. El uso secundario de Vasopresina presentó casi 5 veces su valor comparado con el inicial 0.8 a 3.9 mmol/litro. El uso de Sevoflurane presentó un aumento de lactato superior al uso de Desflurane. **Conclusiones:** El tiempo anestésico muestra elevación del lactato sérico directamente proporcional conforme este transcurre. Se observaron valores estables con tendencia a la disminución con la administración de propofol durante la técnica anestésica TIVA, y su aumento con el uso de sevoflurane y la necesidad de uso de vasopresor.

**Palabras clave:** lactato serico, tumores cerebrales, agentes anestésicos.

**Abstract:**

**Introduction:** Elevation of serum lactate during the resection of brain tumors, has high risk of morbidity and mortality greater than 75% can be influenced by different factors considering the anesthetic technique and perfused agents as one of its multiple causes.

**Objective:** To determine the variability of serum lactate during the transanesthetic in the resection of brain tumors and the risk factors associated with hyperlactatemia. **Material**

**and methods:** Retrospective observational cross-sectional study in 145 patients surgically treated for resection of brain tumors, from July 2012 to June 2018. The data were analyzed using SPSS version 23, mean  $\pm$  standard deviation, median, absolute and relative frequency. **Results:** The group of Females obtained an increase of 1.36 to 2.06 mmol / liter equivalent to 66%.

The type of Oligodendrioglioma tumor from 0.8 to 2.0 mmol / l presented an increase of 150%, in the Cavernoma, the initial dose of 3.3 mmol / l decreased to 1.8 mmol / l. The anesthetic time shows elevation of the directly proportional seric lactate 2.3 - 2.6 - 2.8 - 2.9 mmol / liter (p 0.001). Stable values were observed in the lactate observed for TIVA, being for AGB a progressive increase between the initial and final doses 1.30 - 1.68 - 1.9 - 2.0 mmol / liter. Stable values with a tendency to decrease in relation to the administration of propofol initial 2.1 vs final 2.0 mmol / liter. The secondary use of Vasopressin the final lactate increase presented almost 5 times its initial value 0.8 to 3.9 mmol / liter. Sevoflorane showed an increase in lactate higher than the use of desflorane. **Conclusions:** The anesthetic time shows elevation of the serum lactate directly proportional as the anesthetic time elapses. We observed stable values with a tendency to decrease in relation to the administration of propofol and lactate values at the end of the surgical procedure. **Key words:** serum lactate, brain tumors, anesthetic agents.

## **Antecedentes científicos.**

Los tumores del sistema nervioso central comprenden un grupo heterogéneo de neoplasias que exhiben una gran diversidad histológica y están confinados a cerebro, medula espinal, meninges, nervios craneales y para espinales.

En estos tumores existe una desregulación del lactato deshidrogenasa tipo A y una regulación negativa de lactato deshidrogenasa tipo B, la cual es una característica común que promueve un cambio metabólico a la glucólisis aeróbica, que genera lactato como subproducto.<sup>1</sup>

La producción normal de lactato comienza con la glucólisis en el citoplasma y produce un metabolito intermedio que es el piruvato. En condiciones aeróbicas, el piruvato se convierte en acetil CoA para entrar en el ciclo de Krebs; en condiciones anaeróbicas, el piruvato se convierte por la lactato deshidrogenasa (LDH) en ácido láctico; la glucólisis requiere NAD, producida en parte, por la conversión de piruvato en lactato. El suministro de NADH controla la tasa de conversión de piruvato a lactato. Con el fin de mantener niveles bajos de NADH, los transportadores se usan para ayudar a transportar electrones a través de la membrana mitocondrial y oxidar NADH de nuevo a NAD. El transportador malato-aspartato es el mecanismo principal. Si la tasa de glucólisis aumenta hasta un punto en que los transportadores se saturan, las concentraciones de NADH aumentan y la producción de lactato regenera NAD, aumentando las concentraciones de lactato.<sup>2</sup> La concentración normal de lactato en plasma es 0.3-1.3 mmol/litro. Las concentraciones plasmáticas representan un equilibrio entre la producción y el metabolismo del lactato sérico.<sup>3</sup>

Existen ciertas comorbilidades que pueden alterar las concentraciones del lactato sérico: la cirrosis hepática; insuficiencia renal crónica; diabetes mellitus; cáncer; convulsiones; cólera; pancreatitis aguda y algunos fármacos como (biguanidas, isoniazida, nitroprusiato, etanol, salicilatos, etcétera), por lo que dichas condiciones pueden alterar la interpretación del valor pronóstico. <sup>4</sup>

Cohen y Woods, clasificaron la hiperlactatemia en 2 categorías: tipo A, que se asocia con perfusión tisular o suministro de oxígeno inadecuados; tipo B, que no tiene evidencia clínica de hipoxia tisular y se asocia frecuentemente con una gran carga tumoral. <sup>5</sup>

Los tumores malignos pueden rotar a una glucólisis aeróbica para adquirir la energía que necesitan, produciendo lactato aun con la presencia de oxígeno, este fenómeno es llamado el efecto Warburg. <sup>6</sup>

La hiperlactatemia, tiene riesgo alto de morbilidad y mortalidad mayor al 75% cuando el lactato sérico excede los 5 mmol/litro, esta elevación puede ser un indicador del estrés metabólico y un marcador de hipoperfusión; el metabolismo anaeróbico resultante conducirá a acidosis metabólica<sup>7</sup>, también es un predictor clínico significativo del pronóstico en casos de traumatismo craneoencefálico, infarto cerebral y hemorragia subaracnoidea y cuando se encuentra elevado en líquido cefalorraquídeo podría predecir malignidad tumoral, recidiva y metástasis.

En las resecciones de tumores cerebrales con frecuencia se requiere la retracción del cerebro para una exposición adecuada durante el procedimiento y el daño tisular resultante es una complicación frecuente causada por lesión directa o isquemia por la

reducción de la presión de perfusión regional. Se ha documentado un aumento del lactato intersticial asociado con la retracción cerebral en humanos. Otra posible explicación de este fenómeno podría ser el efecto de las catecolaminas ya que en el trauma cerebral, los niveles de epinefrina aumentan casi 500 veces y la norepinefrina casi 100 veces, sin embargo, existen múltiples causas de elevación de lactato durante la resección de tumores cerebrales como el choque séptico o hipovolémico, la hipoxia de tejidos, la malignidad del tumor y también se ha comentado, la técnica anestésica y el tipo de tumor.<sup>8</sup>

El aumento del lactato en el tejido cerebral y la acidosis láctica secundaria, puede ser una manifestación temprana de la disminución de la perfusión cerebral particularmente en la abolición de la autorregulación del flujo sanguíneo cerebral.<sup>9</sup> En este contexto, elegir la anestesia total intravenosa o volátil es controvertido, sobre todo en la resección de meningiomas; la controversia es respecto a la autorregulación cerebral, el efecto sobre la presión intracraneal, la presión de perfusión cerebral, la relajación cerebral y la neuroprotección.

La técnica anestésica para la cirugía de resección de tumores cerebrales busca reducir el estrés durante la intubación y la manipulación quirúrgica. La anestesia total intravenosa y la anestesia general balanceada proveen adecuadas condiciones neuroquirúrgicas, ambas tienen un componente en la respuesta inflamatoria sistémica, aunque la anestesia general balanceada tiene una mayor respuesta neuroinflamatoria comparada con la anestesia total intravenosa, los pacientes que han sido manejados con perfusiones de propofol han tenido una mejor respuesta anti inflamatoria y una menor elevación de lactato; sin embargo, existe la posibilidad de favorecer la acidosis

láctica por la perfusión de propofol, que es un efecto secundario informado y podría ser un signo temprano del "síndrome de infusión de propofol" potencialmente letal pero en perfusiones prolongadas, caracterizado por insuficiencia miocárdica progresiva con disritmias, acidosis metabólica, hipercalemia, lipemia y evidencia de destrucción de las células musculares, descrito en perfusiones con más de 8 horas o dosis altas, y con mayor frecuencia cuando se altera el suministro de oxígeno, y también en caso de sepsis o en el curso de una lesión grave.

Se ha observado que durante la cirugía intracraneal no complicada, la acidosis metabólica moderada y el aumento del anión-gap se observan con mayor frecuencia en la anestesia con propofol que en la basada en sevoflurano. La acidosis encontrada en el grupo de perfusión con propofol, sin embargo, no se ha estudiado bien.<sup>10</sup>

La decisión de elegir cualquiera de los dos anestésicos debe tomarse sobre la base del conocimiento exacto de sus ventajas y desventajas.<sup>11</sup>

La elevación de lactato se ha visto similar con ambos agentes anestésicos, pero cuando se suspende la perfusiones con propofol el lactato tiene una disminución en comparación con el uso de agentes inhalados. En general ambos, resultan ser similar en cuanto a la estabilidad hemodinámica, los tiempos de emersión y la función cognitiva temprana.<sup>12</sup>

## Material y métodos

Se trata de un estudio retrospectivo, observacional, transversal, en el que se revisaron expedientes de pacientes postoperados de resección de tumores cerebrales en los quirófanos del Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret” de la Unidad Médica de Alta Especialidad del Centro Médico Nacional La Raza IMSS de julio 2012 a junio 2018. Incluyó a 145 pacientes. Cumplidos los criterios de inclusión (pacientes derechohabientes, mayores de 18 años, género masculino y femenino, ASA 2 y 3; postoperado de resección de tumores cerebrales cirugía electiva de julio 2012 a Junio 2018, donde se revisaron expedientes mediante el registro transanestésico, hoja de gasometrías y hoja de balance hídrico, el valor del tiempo 0 al 4 del lactato reportado en las gasometrías, la técnica anestésica utilizada, la temperatura reportada, si existió o no hipotermia, si requirió o no vasopresor, si se transfundió, el tipo de halogenado utilizado o la perfusión de agentes anestésicos.

Se llenó una hoja de recolección de datos con información recabada de los expedientes mismo que fue identificado con un número progresivo, donde se obtuvo fecha de cirugía, estirpe patológica de la tumoración, tamaño del tumor; ASA, técnica anestésica, peso, talla, índice de masa corporal, lactato sérico del tiempo 0 al 4, si existió hipotensión intraoperatoria, uso de vasopresor, requerimiento de transfusión de hemoderivados, hipotermia, sangrado, uso de halogenados, uso de agentes perfundidos, balance hídrico y tiempo total de cirugía.

Todos los datos fueron analizados usando SPSS versión 23. Los resultados de las variables continuas se expresaron como media  $\pm$  desviación estándar (SD); aquellos con una distribución asimétrica, como mediana (25° y 75°); y variables categóricas, como frecuencia absoluta y relativa. Las comparaciones de las variables al inicio y al final del estudio entre los grupos se analizaron con  $\chi^2$  (variables categóricas) y una prueba t de Student emparejada o Wilcoxon (variables continuas). Las comparaciones entre los grupos al final del estudio se evaluaron con la prueba t de Student o U de Mann Whitney (variables continuas).

## Resultados:

Se analizaron un total de 145 expedientes de pacientes que fueron sometidos a resección de tumores cerebrales en el periodo julio 2012 a junio 2018, los cuales cumplían los criterios de inclusión para nuestro estudio, de los cuales pudimos observar la variabilidad que tuvo el lactato sérico durante el transanestésico dependiendo de diferentes variables las cuales se pueden observar en las siguientes tablas.

	Media	Desviación estandar
<b>EDAD</b> años	<b>50.2</b>	<b>14.5</b>
<b>PESO</b> kg	<b>70.7</b>	<b>12.2</b>
<b>TALLA</b> cm	<b>162.9</b>	<b>9.6</b>
<b>TAMAÑO TUMOR</b> mm	<b>29.2</b>	<b>17.33</b>

	Numero de casos	Porcentaje
<b>SEXO</b>		
Masculino	<b>67</b>	<b>46.2%</b>
Femenino	<b>78</b>	<b>53.8%</b>
<b>ASA</b>		
III	<b>135</b>	<b>93.1%</b>
IV	<b>10</b>	<b>6.9%</b>
<b>TECNICA ANESTÉSICA</b>		
AGB	<b>50</b>	<b>34.5%</b>
TIVA	<b>14</b>	<b>9.7%</b>

Combinada	<b>81</b>	<b>55.9%</b>
-----------	-----------	--------------

**Tabla 1.** Tabla de datos demograficos en la que se observa, un promedio de edad correspondiente a la quinta decada de la vida, con un peso promedio de 70 kg, talla 162 cm, predominó el genero femenino asi como pacientes ASA III, en la mayoría de las cirugias se utilizó una tecnica anestésica combinada en un 55.9%.

	Numero de casos	Porcentaje
<b>Hipotensión</b>		
Si	<b>105</b>	<b>72.4%</b>
No	<b>40</b>	<b>27.6%</b>
<b>Soporte Aminérgico Inicial</b>		
No	<b>46</b>	<b>31.7%</b>
Efedrina	<b>3</b>	<b>2.1%</b>
Norepinefrina	<b>95</b>	<b>65.5%</b>
Dobutamina	<b>1</b>	<b>0.7%</b>
<b>Soporte Aminérgico Secundario</b>		
No	<b>1</b>	<b>0.7%</b>
Vasopresina	<b>2</b>	<b>1.4%</b>
Desmopresina	<b>9</b>	<b>6.2%</b>
Dobutamina		
<b>Agentes anestésicos perfundidos</b>		
Ninguno	<b>125</b>	<b>86.2%</b>
Propofol	<b>4</b>	<b>2.8%</b>

Propofol/ lidocaina	<b>8</b>	<b>5.5%</b>
Propofol/ dexmedeto	<b>1</b>	<b>0.7%</b>
Lidocaína	<b>7</b>	<b>4.8%</b>
Halogenado utilizado		
Ninguno	<b>14</b>	<b>9.7</b>
Sevoflorane	<b>89</b>	<b>61.4</b>
Desflourane	<b>42</b>	<b>29.0</b>
Balance Hídrico		
Positivo	<b>124</b>	<b>85.5%</b>
Negativo	<b>21</b>	<b>14.5%</b>
Hipotermia		
NO	<b>121</b>	<b>83.4%</b>
SI	<b>24</b>	<b>16.6%</b>

**Tabla 2.** Muestra las variables estudiadas durante el manejo transanestésico. En los cuales predominó la hipotensión en 105 de los pacientes, de los cuales 133 requirieron manejo inicial con vasopresor el más utilizado fue Norepinefrina un 65.5%, el tipo de halogenado utilizado con mayor porcentaje fue el Sevoflourane 61.4%, y en la mayoría de los casos el balance hídrico fue positivo.

	Media	Desviación estandar
Sangrado ml	<b>1172.77</b>	<b>1089.4</b>
Tiempo anestésico min	<b>514.08</b>	<b>129.5</b>

	Numero de casos	Porcentaje
Coloide		
No	30	20.7%
si	115	79.3%
Solucion hipertonica		
No	130	89.7%
Si	12	8.3%
Paquete globular		
No	63	43.4%
Si	82	56.6%
Plasma fresco Congelado		
No	80	55.2%
Si	64	44.1%

**Tabla 3.** Muestra la cantidad de sangrado así como el uso o no de hemoderivados durante el transanestésico, se obtuvo una media de sangrado de 1172.77 ml, un tiempo anestésico promedio de 514 minutos así como el 56% de los pacientes requirieron hemotransfusión.

		Lactato inicial	Segunda toma	Tercera toma	Lactato final
EDAD	p	0.002	0.99	0.56	0.99
		0.95	1.3	1.3	1.8
SEXO	p	0.51	0.15	0.48	0.81

Femenino		<b>1.36</b>	<b>1.69</b>	<b>1.95</b>	<b>2.06</b>
Masculino		<b>1.23</b>	<b>1.61</b>	<b>1.85</b>	<b>1.98</b>
PESO	<b>p</b>	<b>0.06</b>	<b>0.1</b>	<b>0.95</b>	<b>0.06</b>
		<b>1.5</b>	<b>1.6</b>	<b>1.75</b>	<b>1.9</b>
ASA	<b>P</b>	<b>0.4</b>	<b>0.07</b>	<b>0.9</b>	<b>0.73</b>
III		<b>1.29</b>	<b>1.65</b>	<b>1.92</b>	<b>2.02</b>
IV		<b>1.34</b>	<b>1.73</b>	<b>1.75</b>	<b>1.97</b>

**Tabla 4.** Muestra los datos demograficos en relación con el lactato sérico obtenido en diferentes tomas durante el transanestesico, resalta una  $p < 0.05$  significativa correspondiente a edad registrada en la primera toma de lactato se observo mayores cifras de lactato conforme a mayor edad, el sexo y el peso no mostraron significancia estadística.

	Numero de casos	%	Lactato Inicial	Segunda toma	Tercera Toma	Lactato Final
			<b>p 0.002</b>	<b>p 0.04</b>	<b>p 0.33</b>	<b>p 0.48</b>
Astrocitoma	<b>18</b>	<b>12.4%</b>	<b>1.4</b>	<b>1.7</b>	<b>1.9</b>	<b>2.1</b>
Angioma	<b>1</b>	<b>0.7%</b>	<b>1.5</b>	<b>2.8</b>	<b>2.6</b>	<b>2.9</b>
Cavernoma	<b>1</b>	<b>0.7%</b>	<b>3.3</b>	<b>1.7</b>	<b>1.2</b>	<b>1.8</b>
Oligodendrioglioma	<b>1</b>	<b>0.7%</b>	<b>0.8</b>	<b>1.3</b>	<b>2.5</b>	<b>2.0</b>
Schwanoma	<b>9</b>	<b>6.2%</b>	<b>1.3</b>	<b>1.5</b>	<b>1.7</b>	<b>1.9</b>
Hemangioblastoma	<b>6</b>	<b>4.1%</b>	<b>0.9</b>	<b>0.8</b>	<b>0.8</b>	<b>0.9</b>
Glioblastoma	<b>13</b>	<b>9%</b>	<b>1.4</b>	<b>1.8</b>	<b>2.3</b>	<b>2.2</b>
Ependimoma	<b>2</b>	<b>1.4%</b>	<b>0.8</b>	<b>1.0</b>	<b>1.1</b>	<b>1.2</b>

Meningioma	<b>57</b>	<b>39.3%</b>	<b>1.3</b>	<b>1.7</b>	<b>2.0</b>	<b>2.2</b>
Macroadenoma	<b>23</b>	<b>15.9%</b>	<b>1.0</b>	<b>1.5</b>	<b>1.6</b>	<b>1.7</b>
Metastasis	<b>6</b>	<b>4.1%</b>	<b>1.3</b>	<b>1.5</b>	<b>1.5</b>	<b>1.6</b>
Glioma	<b>8</b>	<b>5.5%</b>	<b>1.1</b>	<b>1.5</b>	<b>1.9</b>	<b>1.9</b>

**Tabla 5.** Muestra la relacion entre el diagnostico y el lactato sérico obtenido en difrentes tomas, asi como el número de casos y porcentaje de cada estirpe patologica dentro del estudio. La estirpe patológica que predomino fue el meningioma en 39.3% de los casos, seguido por macroadenoma hipofisiario con el 15.9% . Se obtiene una  $p < 0.05$  significativa con respecto al lactato inicial ya que ciertas estirpes patologicas tienden a incrementar el lactato serico en diferentes proporciones, en este caso la primera toma del lactato en la estirpe patologica del cavernoma fue la que obtuvo hiperlactatemia con 3.3 mmol/l.

		BASAL	2	3	FINAL
	<b>p</b>	<b>0.76</b>	<b>0.53</b>	<b>0.97</b>	<b>0.31</b>
AGB		<b>1.30</b>	<b>1.68</b>	<b>1.9</b>	<b>2.0</b>
TIVA		<b>1.17</b>	<b>1.3</b>	<b>1.35</b>	<b>1.37</b>
Combinada		<b>1.31</b>	<b>1.69</b>	<b>2.0</b>	<b>2.1</b>

**Tabla 6.** Muestra un ligero predominio al aumento en los valores de lactato serico con la tecnica anestésica combinada.

		BASAL	2	3	FINAL
HIPOENSION	<b>p</b>	<b>0.23</b>	<b>0.41</b>	<b>0.4</b>	<b>0.25</b>
Si		<b>1.38</b>	<b>1.71</b>	<b>1.95</b>	<b>2.05</b>
No		<b>1.2</b>	<b>1.63</b>	<b>1.79</b>	<b>1.95</b>

**Tabla 7.** Muestra un incremento progresivo en ambos grupos sin embargo en los pacientes que presentarán hipotension es mas marcado debido al grado de hipoperfucion tisular.

		Lactato inicial	Segunda toma	Tercera toma	Lactato final
INICIAL	<b>p</b>	<b>0.08</b>	<b>0.78</b>	<b>0.51</b>	<b>0.32</b>
Ninguno		<b>1.38</b>	<b>1.72</b>	<b>1.84</b>	<b>2.0</b>
Efedrina		<b>1.43</b>	<b>2.1</b>	<b>2.26</b>	<b>2.36</b>
Norepinefrina		<b>1.25</b>	<b>1.61</b>	<b>1.92</b>	<b>2.0</b>
Dobutamina		<b>1.4</b>	<b>1.4</b>	<b>2.2</b>	<b>3.6</b>
SECUNDARIO	<b>p</b>	<b>0.99</b>	<b>0.08</b>	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>
Ninguno		<b>1.2</b>	<b>1.58</b>	<b>1.80</b>	<b>1.9</b>
Vasopresina		<b>0.8</b>	<b>3.2</b>	<b>3.6</b>	<b>3.9</b>
Desmopresina		<b>0.85</b>	<b>2.1</b>	<b>2.35</b>	<b>2.25</b>
Dobutamina		<b>1.8</b>	<b>2.4</b>	<b>3.17</b>	<b>3.43</b>

**Tabla 8.** Muestra la correlación entre el apoyo aminérgico proporcionado de manera inicial y secundaria, y el lactato reportado en diferentes tomas. Obtuvimos incremento de lactato serico cuando se inicio el apoyo aminergico con Dobutamina, en cuanto el apoyo aminergico secundario se vio incrementado con el uso de Vasopresina, obteniendo  $p < 0.05$  en las dos ultimas tomas del lactato.

		Lactato inicial	Segunda toma	Tercera toma	Lactato final
	<b>p</b>	<b>0.32</b>	<b>0.08</b>	<b>0.82</b>	<b>0.99</b>
Ninguno		<b>1.28</b>	<b>1.66</b>	<b>1.93</b>	<b>2.03</b>
Propofol		<b>2.1</b>	<b>1.75</b>	<b>1.75</b>	<b>2.0</b>
Propofol/lidocaina		<b>1.4</b>	<b>1.7</b>	<b>1.87</b>	<b>2.12</b>
Propofol/dexmedetomidina		<b>1.10</b>	<b>2.30</b>	<b>1.30</b>	<b>1.6</b>
Lidocaina		<b>1.11</b>	<b>1.4</b>	<b>1.74</b>	<b>1.87</b>

HALOGENADOS					
	<b>p</b>	<b>0.62</b>	<b>0.1</b>	<b>0.16</b>	<b>0.51</b>
Ninguno		<b>1.22</b>	<b>1.4</b>	<b>1.52</b>	<b>1.45</b>
Sevoflourane		<b>1.2</b>	<b>1.57</b>	<b>1.86</b>	<b>1.97</b>
Desflourane		<b>1.52</b>	<b>1.91</b>	<b>2.13</b>	<b>2.33</b>

**Tabla 9.** Muestra un incremento progresivo con el uso de ambos halogenados sin embargo con el uso de desflourane el incremento fue mas importante.

BALANCE		Lactato inicial	Segunda toma	Tercera toma	Lactato final
	<b>p</b>	<b>0.09</b>	<b>0.08</b>	<b>0.2</b>	<b>0.03</b>
Positivo		<b>1.26</b>	<b>1.62</b>	<b>1.9</b>	<b>1.99</b>
Negativo		<b>1.5</b>	<b>1.85</b>	<b>1.94</b>	<b>2.21</b>
COLOIDE	<b>p</b>	<b>0.64</b>	<b>0.78</b>	<b>0.52</b>	<b>0.05</b>
Si		<b>1.26</b>	<b>1.66</b>	<b>1.91</b>	<b>2.04</b>
No		<b>1.45</b>	<b>1.61</b>	<b>1.88</b>	<b>1.97</b>
PLASMA FRESCO CONGELADO	<b>p</b>	<b>0.11</b>	<b>0.92</b>	<b>0.5</b>	<b>0.37</b>
Si		<b>1.29</b>	<b>1.71</b>	<b>2.06</b>	<b>2.2</b>
No		<b>1.3</b>	<b>1.61</b>	<b>1.78</b>	<b>1.88</b>
PAQUETE GLOBULAR	<b>p</b>	<b>0.11</b>	<b>0.7</b>	<b>0.56</b>	<b>0.24</b>
Si		<b>1.34</b>	<b>1.80</b>	<b>2.11</b>	<b>2.22</b>

No		<b>1.24</b>	<b>1.46</b>	<b>1.64</b>	<b>1.76</b>
SOLUCION HIPERTONICA	<b>p</b>	<b>0.26</b>	<b>0.40</b>	<b>0.77</b>	<b>0.01</b>
Si		<b>1.65</b>	<b>1.84</b>	<b>2.3</b>	<b>2.4</b>
No		<b>1.26</b>	<b>1.64</b>	<b>1.87</b>	<b>1.98</b>

**Tabla 10.** Se observa una significancia estadística al comparar el balance hídrico con el nivel de lactato final encontrando una  $p < 0.05$ , siendo mayor el lactato reportado cuando el balance fue negativo, cuando se administró coloide, plasma fresco congelado, paquetes globulares así como con la administración de solución hipertónica.

		Lactato inicial	Segunda toma	Tercera toma	Lactato final
	<b>p</b>	<b>0.34</b>	<b>0.48</b>	<b>0.36</b>	<b>0.05</b>
	Si	<b>1.30</b>	<b>1.8</b>	<b>2.35</b>	<b>2.53</b>
	No	<b>1.30</b>	<b>1.62</b>	<b>1.82</b>	<b>1.92</b>

**Tabla 11.** Muestra una significancia estadística en la toma final del lactato reportado, reflejándose un aumento gradual en el grupo que sí presentó hipotensión durante el transanestésico.

		Lactato inicial	Segunda toma	Tercera toma	Lactato final
	<b>p</b>	<b>0.08</b>	<b>0.003</b>	<b>0.014</b>	<b>0.001</b>
	Sangrado	<b>1.27</b>	<b>1.5</b>	<b>1.52</b>	<b>1.51</b>

**Tabla 12.** Muestra significancia estadística desde la segunda toma de lactato sérico.

	Lactato inicial	Segunda toma	Tercera toma	Lactato final
<b>p</b>	<b>0.98</b>	<b>1.0</b>	<b>0.99</b>	<b>0.001</b>
Tiempo anestésico	<b>2.3</b>	<b>2.6</b>	<b>2.8</b>	<b>2.9</b>

**Tabla 13.** Muestra elevación del lactato serico directamente proporcional conforme transcurre el tiempo anestésico. Mostrando significancia estadística en el lactato final reportado.

## **Discusión:**

Este es un estudio transversal retrospectivo observacional que arroja la variabilidad que tuvo el lactato sérico durante el transanestésico en la resección de tumores cerebrales de julio 2012 a Junio 2018,

Phypers y Pierce han referido que la concentración normal de lactato en plasma es 0.3-1.3 mmol/litro, por lo que una elevación por arriba de esta será tomado como hiperlactatemia y será necesario buscar y tratar la causa de esta.

Las concentraciones plasmáticas representan un equilibrio entre la producción y el metabolismo del lactato sérico.

Es así que Anaya-Delgadillo G y cols han descrito que en estos tumores existe una desregulación del lactato deshidrogenasa tipo A y una regulación negativa de lactato deshidrogenasa tipo B, la cual es una característica común que promueve un cambio metabólico a la glucólisis aeróbica, que genera lactato como subproducto, por lo que para nuestro estudio, se esperaron variaciones en aumento a comparar las características en las que se presentó un mayor o menor aumento en el lactato al final de la medición.

Téllez Benítez menciona que existen ciertas comorbilidades que pueden alterar las concentraciones del lactato sérico: la cirrosis hepática; insuficiencia renal crónica; diabetes mellitus; cáncer; convulsiones; cólera; pancreatitis aguda y algunos fármacos como (biguanidas, isoniazida, nitroprusiato, etanol, salicilatos, etcétera), por lo que dichas condiciones pueden alterar la interpretación del valor pronóstico, referido de esta descripción se pudo determinar.<sup>13</sup>

En este estudio, se observó que los casos con hipotensión presentaron un aumento más marcado que aquellos que no presentaron hipotensión 1.33 – 2.05 vs 1.2 - 1.95 mmol/litro inicial vs final, entre otras características para la descripción de género el grupo de femenino obtuvo un aumento de 1.36 a 2.06 mmol/litro equivalente al 66% de aumento de lactato comparado con el género masculino de 1.23 a 1.98 con un aumento ligeramente más discreto del 62%.

Se ha documentado por Khalil et al, un aumento del lactato intersticial asociado con la retracción cerebral en humanos.<sup>14</sup> Otra posible explicación de este fenómeno podría ser el efecto de las catecolaminas ya que en el trauma cerebral, los niveles de epinefrina aumentan casi 500 veces y la norepinefrina casi 100 veces, sin embargo, existen múltiples causas de elevación de lactato durante la resección de tumores cerebrales como el choque séptico o hipovolémico, la hipoxia de tejidos, la malignidad del tumor y también se ha comentado, la técnica anestésica y el tipo de tumor<sup>15</sup>.

El tipo de tumor en la descripción de nuestros casos que aumento mayormente fue el Oligodendrioglioma de 0.8 a 2.0 mmol/litro con una elevación del 150% del valor inicial, seguido del Angioma, el cual presento un valor de lactato inicial de 1.5, y finalmente se observo en 2.9 mmol/litro representando un aumento porcentual de 49% similar a lo observado en el Meningioma, el Hemangioblastoma se mantuvo en valores constantes con 0.9 inicial y final, y como apunte de importancia, en la resección del Cavernoma, la toma inicial de 3.3 mmol/litro disminuyo a 1.8 mmol/litro.

Bonhomme y cols refieren que el aumento del lactato en el tejido cerebral y la acidosis láctica secundaria, puede ser una manifestación temprana de la disminución de la perfusión cerebral particularmente en la abolición de la autorregulación del flujo sanguíneo cerebral. Lo cual pudimos relacionar en el estudio respecto de la administración combinada de técnica anestésica, donde se presento un aumento de 1.3 mmol/litro toma inicial vs 2.1 toma final. El tiempo anestésico muestra elevación del lactato serico directamente proporcional conforme transcurre el tiempo anestésico<sup>16</sup>. Mostrando significancia estadística en el lactato final reportado 2.3 - 2.6 - 2.8 - 2.9 mmol/litro (p 0.001) .

Así mismo del estudio de Bonhomme et al, se resalta que la técnica anestésica para la cirugía de resección de tumores cerebrales busca reducir el estrés durante la intubación y la manipulación quirúrgica. La anestesia total intravenosa y la anestesia general balanceada proveen adecuadas condiciones neuroquirúrgicas, ambas tienen un componente en la respuesta inflamatoria sistémica, aunque la anestesia general balanceada tiene una mayor respuesta neuroinflamatoria comparada con la anestesia total intravenosa, donde nuestra población presento valores estables en el lactato

observado para TIVA, siendo para AGB un aumento progresivo entre las tomas inicial y final 1.30 - 1.68 - 1.9 - 2.0 mmol/litro.

Los mismos autores refieren que los pacientes que han sido manejados con perfusiones de propofol han tenido una mejor respuesta anti inflamatoria y una menor elevación de lactato así mismo Cole et al, describen que la elevación de lactato se ha visto similar con diversos agentes anestésicos, pero cuando se suspende la perfusiones con propofol el lactato tiene una disminución en comparación con el uso de agentes inhalados.<sup>17</sup> Observamos valores estables con tendencia a la disminución en relación a la administración de propofol inicial 2.1 vs final 2.0 mmol/litro.

Entre otras características no referidas en la literatura, observamos que entre el apoyo aminergico proporcionado de manera inicial y secundaria y el lactato reportado, el uso secundario de Vasopresina el aumento de lactato final presento casi 5 veces su valor inicial 0.8 a 3.9 mmol/litro. Así mismo en la administración de halogenados el Sevoflorane presento un aumento de lactato superior al uso de desflorane. Observando características similares a la característica de la población de un balance hídrico positivo, tal como en la administración de plasma fresco congelado y paquete globular, lo que se corrobora con el nivel de sangrado donde un aumento de este condiciona un aumento progresivo de lactato, 1.27 - 1.5 - 1.52 - final 1.51 mmol/litro.

## **Conclusiones:**

Para este estudio el grupo femenino obtuvo un aumento mayor de lactato en comparación al grupo masculino.

El tipo de tumor en la descripción de nuestros casos que aumento mayormente fue el Oligodendrioglioma, seguido del Angioma y Meningioma, con la consideración para el Hemangioblastoma que presento valores constantes y característicamente el Cavernoma donde el lactato paradójicamente presento disminución del lactato al final del procedimiento.

La abolición de la autorregulación del flujo sanguíneo cerebral se observó en la administración combinada de técnica anestésica, con mayor aumento de lactato, observando valores estables en el lactato observado para TIVA, siendo para AGB un aumento progresivo entre las tomas inicial y final.

El tiempo anestésico muestra elevación del lactato sérico directamente proporcional conforme este transcurre.

Se observo valores estables con tendencia a la disminución en relación a la administración de propofol y los valores de lactato al final del procedimiento quirúrgico.

## Bibliografía:

---

- <sup>1</sup> Anaya-Delgadillo G, de Juambelz-Cisneros P, Fernández-Alvarado B, Pazos-Gómez F, Velasco-Torre A, Revuelta-Gutiérrez R. Prevalencia de tumores del sistema nervioso central y su identificación histológica en pacientes operados: 20 años de experiencia. *Cirugía y Cirujanos*. 2016;84(6):447-453.
- <sup>2</sup> Kohli-Seth R, Mukkera S, Leibowitz A, Nemani N, Oropello J, Manasia A et al. Frequency and Outcomes of Hyperlactatemia After Neurosurgery. *ICU Director*. 2011;2(6):211-214.
- <sup>3</sup> Phypers B, Pierce J. Lactate physiology in health and disease. *Continuing Education in Anaesthesia Critical Care & Pain*. 2006;6(3):128-132.
- <sup>4</sup> Téllez Benítez J. Value of serum lactate as a prognostic factor for mortality in patients with sepsis. *Revista Virtual de la Sociedad Paraguaya de Medicina Interna*. 2017;4(2):11-18.
- <sup>5</sup> Valvona C, Fillmore H, Nunn P, Pilkington G. The Regulation and Function of Lactate Dehydrogenase A: Therapeutic Potential in Brain Tumor. *Brain Pathology*. 2015;26(1):3-17.
- <sup>6</sup> Hussien G, Elbadawy A, Elshamaa H. Lactate/pyruvate monitoring during carotid endarterectomy under general anaesthesia versus cervical plexus block: A randomised controlled study. *Indian Journal of Anaesthesia*. 2017;61(5):424.
- <sup>7</sup> Indra S, Haddad H, O'Riordan M. Short-Term Propofol Infusion and Associated Effects on Serum Lactate in Pediatric Patients. *Pediatric Emergency Care*. 2017;33(11):e118-e121.
- <sup>8</sup> Khalil A, Mohamed M, Kaye A, Okafo U, Dunlea O, O'Brien D et al. High serum lactate level in cranial meningioma resection: A case report. *International Journal of Surgery Case Reports*. 2015;15:1-4.
- <sup>9</sup> Bharadwaj S, Venkatraghavan L, Mariappan R, Ebinu J, Meng Y, Khan O et al. Serum lactate as a potential biomarker of non-gliial brain tumors. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2015;22(10):1625-1627.
- <sup>10</sup> Bonhomme V, Demoitie J, Schaub I, Hans P. Acid-base Status and Hemodynamic Stability During Propofol and Sevoflurane-based Anesthesia in Patients Undergoing Uncomplicated Intracranial Surgery. *Journal of Neurosurgical Anesthesiology*. 2009;21(2):112-119.
- <sup>11</sup> Engelhard K, Werner C. Inhalational or intravenous anesthetics for craniotomies? Pro inhalational. *Current Opinion in Anaesthesiology*. 2006;19(5):504-508.

---

<sup>12</sup> Cole C, Gottfried O, Gupta D, Couldwell W. Total intravenous anesthesia. *Operative Neurosurgery*. 2007;6:101-109.

<sup>13</sup> Shih C, Lee T, Tsuang F, Lin P, Cheng Y, Cheng H and Wu C. Pretreatment serum lactate level as a prognostic biomarker in patients undergoing supratentorial primary brain tumor resection. *Oncotarget*, 2017; 13 (3): 98-110.

<sup>14</sup> Caruso J, Koch B, Benson P, Varughese E, Monterey M, Lee A, Dave A, Kioussis S, Sloan A and Mathupala S. pH, Lactate and Hypoxia: Reciprocity in Regulating High-Affinity Monocarboxylate Transporter Expression in Glioblastoma. *Neoplasia*, 2017, 22 (8);121-134.

<sup>15</sup> Miranda-Goncalves V, M Reis, R and Baltazar, F. Lactate Transporters and pH Regulation: Potential Therapeutic Targets in Glioblastomas. *Current Cancer Drug Targets*, 2016; 388-399.

<sup>16</sup> Mikkelsen M, Miltiades A, Gaieski D, Goyal M, Fuchs B, Shah C, Bellamy S and Christie J. Serum lactate is associated with mortality in severe sepsis independent of organ failure and shock. *Critical Care Medicine*, 2016, 12(6); 1670-1677.

<sup>17</sup> Marecaux G, Pinsky M, Dupont E, Kahn R and Vincent J. Blood lactate levels are better prognostic indicators than TNF and IL-6 levels in patients with septic shock. *Resuscitation*, 2010; 1(3); 94.

