

# Monitoreo posoperatorio de colgajos libres con glucosa y lactato sin el uso de microdiálisis. Una revisión de la literatura

## *Postoperative monitoring of free flaps with glucose and lactate without the use of microdialysis. A review of the literature*

OSCAR DAVID LEAL SALAZAR\*, MD; JORGE MARIO RODRÍGUEZ\*\*, MD; JOSÉ ENRIQUE PALACIO VÉLEZ\*\*\*, MD; ELSA MARÍA VÁSQUEZ TRESPALACIOS\*\*\*\*, MD

**Palabras clave:** colgajos libres, monitoreo posoperatorio.  
**Key words:** free flaps, postoperative monitoring.

### Resumen

**Introducción:** El uso de colgajos libres para procesos reconstructivos se ha incrementado en las últimas dos décadas, y el monitoreo posoperatorio de este tipo de transferencias resulta esencial, ya que la detección temprana de alguna alteración en la circulación (isquemia y/o congestión) y una reintervención quirúrgica anticipada pueden aumentar las tasas de salvamento del colgajo libre. Las herramientas simples, como son los marcadores bioquímicos, permiten evaluar el metabolismo de los colgajos; en consecuencia, se convierten en un método sencillo y rápido de monitoreo que permite detectar complicaciones tempranas en los colgajos libres.

**Método:** Se hizo una revisión sistemática de la literatura relacionada con la medición (muestra capilar) de la glucosa y el lactato como estrategia de monitoreo en el posoperatorio de colgajos libres. Se realizó la búsqueda a través de bases de datos como PubMed, Cochrane, lilacs, Ebsco, Scopus, Science direct, Ovid y Medline desde 2005 hasta el 2021. Se utilizaron términos Mesh: glucosa, lactato y colgajo. Se aplicaron las herramientas ARRIBAL y STROBE para la selección de los artículos.

**Resultados:** Se analizaron 11 estudios, de un total de 31, sobre la medición de la glucosa y el lactato para el monitoreo posoperatorio de los colgajos libres, utilizando herramientas diferentes a la microdiálisis. De los 11 artículos, 7 fueron sobre humanos y 4 sobre animales. De los artículos a cerca de humanos, 2 contemplaron la medición del lactato capilar y solo uno lo consideró pertinente en animales. La evidencia de estas investigaciones demostró que una disminución en la glucosa y un aumento del lactato pueden indicar alteraciones en la perfusión del colgajo.

**Conclusiones:** La medición del lactato y la glucosa capilar para la vigilancia de un colgajo libre en su posoperatorio puede ser un método alternativo, sencillo y eficaz. Sin embargo, se necesitan más estudios comparativos con otros métodos, como el clínico, el cual sigue siendo el «Gold estándar» en nuestro medio.

### Abstract

**Introduction:** The use of free flaps for reconstructive procedures has increased in the last two decades and postoperative monitoring of these free transfers is of vital importance, as early detection of circulatory disturbances (ischemia and/or congestion) and early surgical surgery can increase free flap salvage rates. Measurement of biochemical markers using simple tools can assess flap metabolism and establish a simple and rapid monitoring method to detect complications in free flaps.

**Method:** A systematic review of the literature on the use of glucose and lactate measurement (capillary sample) for postoperative monitoring of free flaps was performed. The search was performed through databases such as PubMed, Cochrane, lilacs, Ebsco, Scopus, Science direct, Ovid and Medline from 2005 to 2021. Mesh terms were used: glucose, lactate and flap. The PRISMA, ARRIBAL and STROBE tools were used to select articles.

**Results:** We analyzed 11 studies out of a total of 31 on the use of glucose and lactate measurement for postoperative monitoring using tools other than microdialysis. Of the 11 articles, 7 were found in humans and 4 in animals. Of the articles in humans, 2 included capillary lactate measurement and 1 in animals. It was shown that a decrease in glucose and an increase in lactate may indicate alterations in flap perfusion.

**Conclusions:** The measurement of lactate and capillary glucose for postoperative monitoring of a free flap may be a simple and effective alternative method. However, more comparative studies are needed with other methods, such as the clinical method, which is still the gold standard in our environment.

## Introducción

Los procesos reconstructivos donde se utilizan colgajos libres con objetivos funcionales o de cobertura se han incrementado en las últimas décadas, convirtiéndose en cirugías más comunes gracias a los avances tecnológicos y a nuevas técnicas microquirúrgicas, llegando a reportarse tasas de éxito superiores al 90 %<sup>1</sup>. Sin embargo, cuando existe una alteración en la circulación del colgajo libre se compromete su viabilidad y la situación se puede volver catastrófica. En realidad, se han reportado tasas variables de éxito en cirugías de salvamiento que van desde el 34% hasta el 80%<sup>1,2</sup>.

Diversos métodos, protocolos, algoritmos e instrumentos se han creado para la vigilancia posoperatoria de los colgajos libres y para la identificación oportuna de alteraciones en la perfusión arterial y/o congestión venosa, siendo esta última la mayor causa de falla de un colgajo libre, y en la mayoría de los casos en las primeras 24 horas<sup>3,4</sup>.

En 1975, Creech y Miller<sup>3</sup> describieron algunos criterios que se deben considerar para un monitoreo ideal y para la evaluación de la circulación de los colgajos. Entre los criterios se describe que deben ser métodos rápidos, repetibles, confiables, económicos, que no le hagan daño al paciente y/o al colgajo, que sean sencillos, objetivos y aplicables a todo tipo de colgajos<sup>5</sup>.

Adicionalmente, el método ideal debería ser eficaz en el salvamiento del colgajo al identificar tempranamente las complicaciones y llevar a cabo una intervención quirúrgica oportuna. Múltiples métodos han sido descritos con diferentes sensibilidades. Entre ellos se destacan el Doppler implantable, la oximetría, la fotopleletismografía, la espectroscopia de luz visible, la fluorometría, la imagen multiespectral, la flujometría mediante láser doppler, la vigilancia clínica y la microdiálisis<sup>6,7</sup>.

La microdiálisis fue una herramienta introducida en la década de los 70 por Delgado *et al.*<sup>8</sup>. Desde entonces, se ha utilizado en varios campos quirúrgicos; uno de ellos es la vigilancia de colgajos libres. En realidad, este método fue descrito con este propósito y por primera vez por Rojdmarm *et al.*<sup>9</sup> y tiene en cuenta la medición de ciertos metabolitos como el lactato, la glucosa y el

piruvato en los colgajos libres después de la anastomosis arterial y venosa.

Entre las ventajas que tiene la microdiálisis está la de proporcionar una medida precisa y objetiva del metabolismo del colgajo<sup>9-12</sup>, con una adecuada sensibilidad para la detección de complicaciones<sup>10-12</sup>. Adicionalmente, se considera útil en los colgajos enterrados. Como inconvenientes principales se pueden mencionar su elevado costo y algunos reportes de falsos positivos, aunque esto se ha descrito más por la impericia en la colocación del catéter y por impericia del analizador de la microdiálisis<sup>7,13</sup>.

El estudio de Sakakibara *et al.*<sup>14</sup>, publicado en 2010, describe el uso de glucómetros en colgajos con signos de congestión y evidencia cómo existe una disminución en los niveles de la glucosa capilar. También se han publicado interesantes estudios, tanto en humanos como en animales<sup>15-18</sup> (tablas 1 y 2), para la vigilancia posoperatoria de los colgajos, al medir glucosa, y en algunos casos lactato, mediante el uso de glucómetros o medidores de lactato capilar (lactato pro); en otros casos, utilizando la razón de cambio de la glucosa a través del tiempo para detectar la trombosis venosa y a su vez proponiendo algoritmos de monitoreo del colgajo<sup>18</sup>.

El procedimiento más utilizado para la vigilancia de los colgajos sigue siendo de alguna manera la vigilancia clínica, donde se determina a través del color, la temperatura, el llenado capilar, la turgencia y el sangrado por punción la posible oclusión arterial y/o venosa<sup>7,20</sup>. El método descrito continúa siendo el «Gold standard»; de ahí que se deba comparar con técnicas de seguimiento alternativas. De hecho, tiene sus limitaciones, ya que generalmente el seguimiento es realizado por un residente, estudiante de medicina o enfermería, de lo cual resulta una evaluación subjetiva que se ve reflejada en reportes de falsos positivos como de negativos. Es aquí donde la microdiálisis como método de seguimiento posoperatorio vinculado a la tecnología resulta sencilla, económica y objetiva porque permite evaluar con certeza la circulación del colgajo.

Así, el objetivo final de esta revisión es analizar la evidencia científica disponible relacionada con el método de vigilancia posoperatoria de los colgajos libres por medio de la microdiálisis.

Tabla 1. Estudios en humanos sobre niveles de glucosa y lactato utilizando instrumentos portátiles.

Estudio	Colgajo libre	Colgajo pediculado	Fallo		Éxito		Puntos de corte para fallo con mejor relación sensibilidad - especificidad
			Glucosa	Lactato	Glucosa	Lactato	
Hara, et al, 2011	24	6	menor 60 mg/dl		mayor de 80 mg/dl		62 mg /dl S: 88 % E: 82 %
Henault et al, 2014	37		30.63 mg/dL ± 16.75 mg/dL	100.89 mg/dL ±20.72 mg/dL	115.84 mg/dL± 40.54 mg/dL	23.42 mg/dL± 16.21 mg/dL	Glucosa 69.36 mg/dl S: 98.5% E: 99.5% Lactato Valor de corte: 57.65 mg/dl S: 98.5% E: 99.5%
Bashir et al, 2015	44	83	*<62 mg/dL 81 verdaderos positivos, 8 falsos negativos		*>62 mg/dL 9 falsos positivos, 29 verdaderos negativos		62 mg/dl S: 90% E:79%
Karakawa et al. 2018*	36		tasa de cambio: 7,61 mg/dl h		tasa de cambio 0,10 mg/dl		4.5 mg/dl hora S 100% E: 100%
Kishi, et al, 2019	82		media 71.88 mg/dl	media 82.69 mg/dl	media 126.65 mg/dl	21.98 mg/dl	37.83 mg/dl S:100 % E:63.9% 60.35 mg/dl S:75 % E:90.5%
Sharma et al, 2019	18	23	Media 42.5 mg/dl Mediana 43 mg/dl		Media 109.2 mg/dl Mediana 113 mg/dl		61 mg/dl S: 93 % E: 80 %

**Método**

Se hizo una revisión sistemática que permitió evaluar diferentes estudios que coinciden en la monitorización posoperatoria de los colgajos libres mediante parámetros bioquímicos. Para la búsqueda electrónica se utilizaron términos Mesh, como glucosa, lactato y colgajo. Adicionalmente, entre los años 2000 y 2021 se revisaron diferentes bases de datos: PubMed, Cochrane, lilacs, Ebsco, Scopus, Science direct, Ovid y Medline. Los artículos seleccionados fueron en lenguaje anglosajón.

**Resultados**

Los artículos recopilados fueron 298 y de ellos, 267 fueron excluidos. De los 31 elegidos, fueron descartadas las revisiones de tema, los reportes y/o series de casos. No se tuvieron en cuenta estudios donde el método de vigilancia principal era la microdiálisis. Al final de la búsqueda, 11 artículos fueron seleccionados (diagrama 1). Las pautas de chequeo fueron STROBE y ARRIBE. En la fase final se excluyeron dos artículos más, por no indicar en el estudio el medio, los puntos de corte y/o sensibilidad y, por último, la especificidad,

Tabla 2. Estudios experimentales en animales sobre niveles de glucosa y lactato utilizando instrumentos portátiles.

Estudio	Colgajo pediculado	Fallo		Éxito		Puntos de corte para fallo con mejor relación sensibilidad - especificidad
		Glucosa	Lactato	Glucosa	Lactato	
Sitzman et al, 2009	44 VRAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oclusión arterial: menor de 118 mg/dl a 21 minutos de oclusión.</li> <li>Oclusión venosa: menor de 118 mg/dl a 29 minutos de oclusión</li> </ul>		media 368 mg /dl.		tasa de cambio de 7 mg/dl por minuto S: 100% E:100 %
Berlim et al, 2018	40 VRAM *	Menor de 150 mg /dl a los 15 minutos de oclusión venosa menor de 100 mg/dl a los 45 minutos de oclusión venosa		mayor de 180 mg/dl a los 15 y 30 minutos		153 mg/dl S:90% E:85%
Guillier et al, 2018	16 LD **	21.08 mg/dl hora 2	162.14 mg/dl Hora 2 arterial	media: 135.12 mg/Dl	media 30.99 mg/dL	
Mochizuki et al, 2018		<20 mg/dl en una media de 40 minutos		sin cambios en la glucemia del colgajo, a los 20, 30, 40 y 50 minutos		

\* Colgajo de músculo recto abdominal con isla cutánea orientada en dirección vertical.

\*\* Colgajo dorsal ancho.

al utilizar como método de vigilancia la glucometría convencional.

En el primer estudio seleccionado, que fue realizado en animales por Sitzman *et al.*<sup>21</sup>, se midió la glucosa intersticial de colgajos VRAM (Vertical Rectus Abdominis Myocutaneous Flap) en ratones, utilizando un dispositivo diferente al de microdiálisis, es decir, se trataba de un sistema de monitoreo continuo de glucosa, que constaba de un sensor, un transmisor y un monitor que recolectaba la información de la glucosa intersticial del colgajo y la tendencia de esta medición en el tiempo. Además, se calculó la relación entre el nivel de glucosa y su asociación con oclusiones arteriales y venosas. La evidencia demostró que cuando ocurre la oclusión del vaso, la glucosa intersticial disminuye, y que luego de 30

minutos de esta obstrucción, sin importar si era arterial o venosa, la glucosa disminuía a un límite inferior de los 118 mg/dl. También en este estudio inicial se destaca la importancia del cambio de la concentración de glucosa en una unidad de tiempo; por ejemplo, la tasa de caída de la glucosa, la cual, si es mayor de 2 mg/dl por minuto, tiene una sensibilidad y especificidad del 100%. Así, tanto la tasa como el nivel de glucosa menor de 118 mg/dl permitieron identificar alteraciones en el flujo vascular. Este estudio fue replicado por Berlim *et al.*<sup>22</sup>, que comparaba adicionalmente la glucosa tomada del colgajo con la glucosa sistémica para develar de esta forma alteraciones intravasculares<sup>21</sup>. Por el contrario, en el trabajo diseñado por Mochizuki *et al.*<sup>23</sup> se evidenció que ante unos niveles de glucosa sistémica normal o alta, la toma

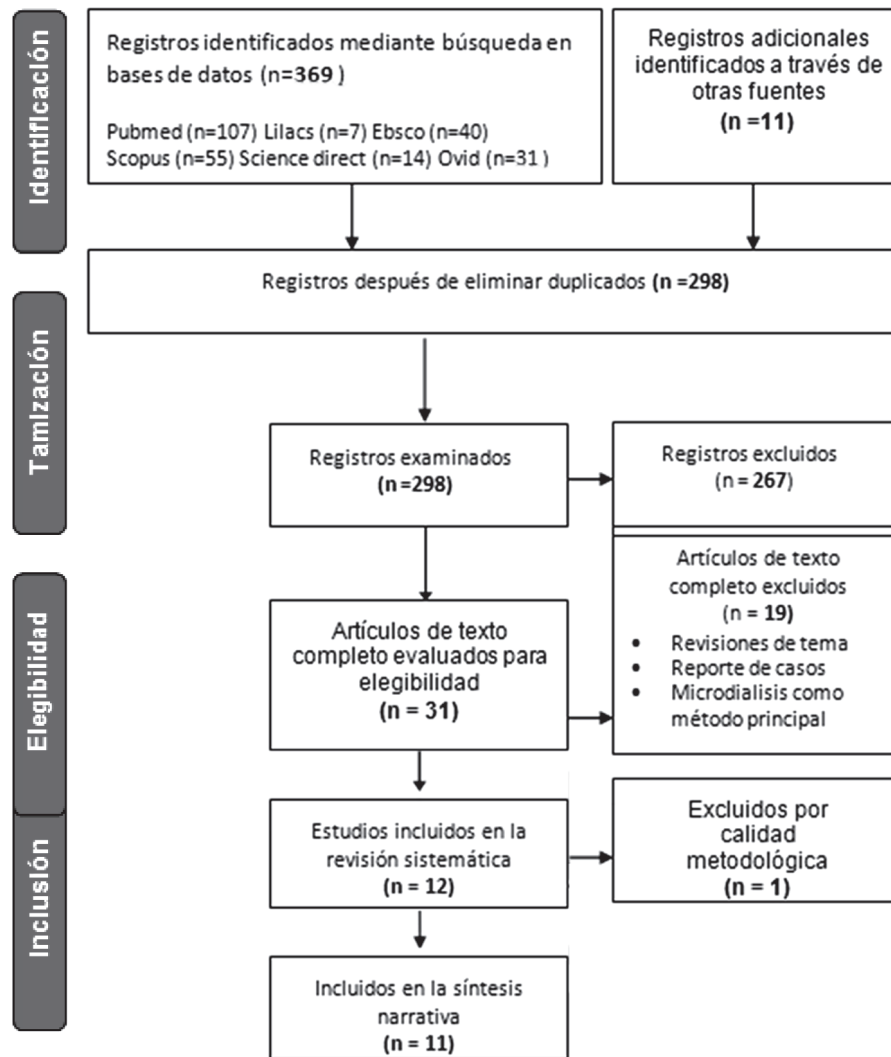


Diagrama 1. Revisión sistemática y selección de artículos.

de la glucosa a nivel del colgajo tiene una adecuada sensibilidad y especificidad sobre el estado de una posible oclusión venosa.

Ahora bien, el concepto de tasa de cambio de la glucosa a través del tiempo va a ser retomado por Karakawa *et al.*<sup>19</sup> con colgajos libres en humanos. Ellos monitorizaron 36 colgajos, de los cuales, seis presentaron trombosis venosa. El nivel promedio en la tasa de cambio en el momento en que se detectó la trombosis fue de 7,61 mg/dl hora, y sin trombosis, es decir, en los colgajos sin sufrimiento, fue de 0,10 mg/dl hora. Adicionalmente, Karakawa describe un algoritmo: cuando se sospecha una alteración en el pedículo se inicia una medición frecuente de glucosa cada hora; al mismo tiempo, se realizan contramedidas (retirar la sutura cer-

ca al pedículo). Si la apariencia o el nivel de glucosa mejoraba, se continuaba con el monitoreo; pero si la apariencia o el nivel de glucosa empeoraba, se procedía a la exploración quirúrgica de las anastomosis<sup>18</sup>.

Por otro lado, en la publicación de Sakakibara *et al.*<sup>14</sup> se describe que al realizar un pinchazo con una lanceta y hacer la medición con un glucómetro de la muestra capilar de sangre, se evaluó el estado de cuatro colgajos libres con signos de congestión, evidenciando bajos niveles de glucosa. Al reintervenir el paciente y explorar las anastomosis, fueron encontradas áreas de trombosis vascular.

En el estudio desarrollado por Hara *et al.*<sup>16</sup>, que contaba con una cohorte más grande, de 33 colgajos, 24 libres y 6 pediculados, se evidenció que el nivel de glu-

cosa en los colgajos con congestión fue menor que en los colgajos sanos. Se estableció un valor de corte de glucosa de 62 mg/dl para el diagnóstico de alteración del pedículo con una sensibilidad del 88% y una especificidad del 82 %. También Bashir *et al.*<sup>17</sup> emplearon el mismo valor de corte sobre 127 colgajos, en su mayoría pediculados, obteniendo una sensibilidad del 80% y una especificidad del 78%. Adicionalmente, Sharma *et al.*<sup>18</sup> encontraron una sensibilidad y especificidad de 93 y 83%, respectivamente, con un valor de corte de 61 mg/dl y un promedio en los valores de los colgajos con sufrimiento de 42,5 mg/dl.

Otro estudio multicéntrico fue el de Henault *et al.*<sup>13</sup>, con 37 colgajos libres. En ellos fueron medidos los niveles capilares tanto de glucosa como de lactato y se determinó que existe una alteración de la perfusión del colgajo con cifras de 69,37 mg/dl para glucosa y 57,66 mg/dl para lactato, alcanzado una sensibilidad del 98,5% y una especificidad del 99,5 %. En realidad, la alteración metabólica precedió a la manifestación clínica en promedio en 5,4 horas. Asimismo, se realizó la comparación del precio de vigilancia con microdiálisis con este nuevo método en un período de cinco días, mostrando una diferencia significativa desde el punto de vista económico que favorece este nuevo método.

En el estudio prospectivo desarrollado por Kishi *et al.*<sup>15</sup> se utilizaron 82 colgajos realizados para reconstrucción posterior a resección de cáncer en cabeza y cuello con una vigilancia que consistía en la medición de los niveles de glucosa y lactato en un periodo de 48 horas. De los 82 colgajos, 8 presentaron signos clínicos de congestión. El comportamiento de la glucosa en los colgajos que no sufrieron congestión evidenció una disminución temporal de los niveles, siendo el valor más bajo el de 109 mg/dl a las 16 horas posoperatorias, normalizándose y recuperando el valor de referencia. En cambio, los resultados de glucosa en colgajos con signos clínicos de congestión tuvieron un promedio de 71,88 mg/dl. Sin embargo, el análisis estadístico realizado mostró una razón de oportunidades o probabilidades (OR, por sus siglas en inglés) para la glucosa de 0,58 con intervalo de confianza de 95% de 1,20 a 2,87, que no fue estadísticamente significativo en el estudio.

En la investigación de Kishi *et al.*<sup>15</sup>, el lactato detectado en los colgajos sin signos de congestión aumentó temporalmente, con una media 21,98 mg/dl a las 8 horas posoperatorias, disminuyendo en el transcurso del tiempo y alcanzando valores previos a la oclusión del vaso del sitio donante del colgajo. Por el contrario, en los colgajos que sufrieron algún tipo de congestión la media del lactato fue de 82,69 mg/dl. De esta forma, los valores de lactato tuvieron una diferencia estadísticamente significativa al realizar un análisis multivariado; los resultados de la curva de característica operativa del receptor (ROC, por su sigla en inglés) tuvieron una sensibilidad del 100% y una especificidad del 60,9%, con un valor de corte de 33,83 mg/dl.

Otra de las investigaciones que toma en consideración al lactato es el estudio experimental en animales de Guillier *et al.*<sup>24</sup>, en el cual se utilizaron cerdos domésticos. Estos, ante la presencia de una oclusión arterial o venosa, evidenciaron una disminución de la glucosa y un aumento del lactato, más acentuada cuando ocurre una oclusión arterial en un menor tiempo. Además, se evaluaron los cambios histológicos durante un periodo de isquemia, los cuales son reversibles si se actúa de manera temprana y los signos clínicos son tardíos con respecto a los cambios metabólicos del colgajo; de hecho, el retraso fue de dos horas para la trombosis arterial y seis horas para la venosa<sup>23</sup>.

## Discusión

El diagnóstico temprano de una posible alteración en el pedículo de un colgajo libre permite realizar de manera oportuna medidas no quirúrgicas y/o llevar a una cirugía para la revisión de la anastomosis tanto venosa como arterial, previniendo así cambios irreversibles en los tejidos y adecuadas tasas de salvamiento. Así, la monitorización es fundamental en el posoperatorio de un colgajo libre y más relevante en las primeras 72 horas. Según esta revisión, los niveles de glucosa y lactato capilar varían tanto en situaciones clínicas como simuladas de trombosis venosa y/o arterial.

Los niveles de glucosa y lactato capilar, así como como su comportamiento en el tiempo, permiten realizar conjeturas sobre las posibles complicaciones a nivel del pedículo, siendo más frecuentes las venosas. De esta

manera, los niveles de glucosa disminuyeron mientras los de lactato aumentaron cuando existe una dificultad en la circulación del colgajo.

En medio de las investigaciones es posible concluir que si existe una alteración en la perfusión de un tejido, con una disminución de la entrega de oxígeno, se comenzará a utilizar una vía metabólica anaeróbica, aumentando las concentraciones de ácido pirúvico y ácido láctico, con disminución de los niveles de glucosa disponible. En realidad, se utiliza la vía metabólica de Embden Meyerhof para proporcionar energía a la célula, aumentando así el consumo de glucosa. Esta situación puede ocurrir cuando un colgajo sufre venoestasis y existe un cambio en su metabolismo, al incrementarse el gasto de la glucosa para suplir las demandas metabólicas de los tejidos, hasta que la respuesta fisiológica agota la glucosa y aumenta los niveles de piruvato y, a su vez, del lactato.<sup>10,11,26</sup>

Se ha observado que cuando existe una alteración a nivel arterial, las manifestaciones clínicas son más tempranas que cuando existe una trombosis venosa: posiblemente el metabolismo aerobio permanece por un tiempo más largo debido a que el flujo arterial se mantiene; sin embargo, llega un punto en que el metabolismo anaeróbico superará el metabolismo aeróbico.<sup>10,25,26</sup>

¿Pero, por qué una congestión venosa causa una disminución de la glucosa y un aumento del lactato? Se han planteado varias teorías. Inicialmente Sakakibara<sup>14</sup> con su hipótesis dilucional, y O'Hara<sup>16</sup> y Setala<sup>25</sup> indican que una trombosis reduce el flujo sanguíneo que ingresa a un colgajo al aumentar las presiones venosas, con incremento, a su vez, de presiones capilares, disminución en la perfusión de los tejidos y, por último, aumento del metabolismo anaerobio, con los cambios descritos de glucosa y lactato; sin embargo, continúa en estudio el comprender toda la fisiopatología de estos estados.

Es importante mencionar que varios de los estudios analizados en este artículo combinaron colgajos libres y pediculados para evaluar los niveles de glucosa y lactato capilar de los tejidos. En la revisión se observa que el metabolismo puede ser diferente si se compara una transferencia tisular libre frente a un colgajo local o regional<sup>26</sup>, puesto que si existe un bloqueo en el flujo arterial y/o venoso del tejido luego de una microanastomosis

vascular, va a pasar un tiempo en el cual el tejido va a estar en un estado de metabolismo anaerobio y posteriormente este va a ser sometido a un estado de reperfusión (fenómeno de isquemia-reperfusión). En las primeras horas posoperatorias existe un aumento del lactato y una disminución de la glucosa, sin que esto indique una alteración en la circulación del colgajo<sup>15</sup>, lo cual se debe tener en cuenta para la monitorización del colgajo y no aumentar los falsos positivos que conducirían a que un colgajo sano sea sometido a una reintervención.

Se considera entonces pertinente utilizar parámetros bioquímicos para evaluar un colgajo libre en su posoperatorio y, de hecho, se ha utilizado como herramienta para medir estos metabolitos la microdiálisis. Entonces: ¿Por qué no este método? La microdiálisis evalúa la concentración de ciertos metabolitos como el lactato, el piruvato, el glicerol y la glucosa, mediante una membrana semipermeable asociada a un catéter implantado en el colgajo, para posteriormente efectuar un análisis de las muestras. De esta manera se proporciona una vigilancia objetiva y continua del colgajo<sup>11,12,27</sup>. Sin embargo, es importante resaltar que es necesaria una curva de aprendizaje para su uso clínico, tanto para la colocación del catéter como para la interpretación de los resultados<sup>27</sup>. Por último, debe ser considerado que el costo del catéter y el analizador de las muestras es elevado.

El uso de un glucómetro y/o medidor de lactato mediante una muestra de sangre obtenida con un pinchazo no es más que un procedimiento rápido, sencillo y económico. Por lo demás, se ajusta a un sistema de salud limitado y podría determinar de manera oportuna complicaciones a nivel del pedículo. En algunos estudios, posteriores al diseño de curvas de ROC, determinaron una adecuada sensibilidad y especificidad. No obstante, llevar a un paciente a un nuevo tiempo quirúrgico basándose en parámetros bioquímicos obtenidos de una muestra sanguínea puede ser un tema de discusión, porque aunque se ha evidenciado que los cambios metabólicos pueden preceder a los cambios clínicos, no todos los colgajos que sufren congestión venosa deben ser llevados a una revisión quirúrgica del pedículo. Las mediciones repetidas con un intervalo de tiempo determinado y la tasa de cambio de la glucosa y lactato<sup>19,22</sup> tienen la

posibilidad de ser una forma eficiente en la detección de las alteraciones circulatorias, en especial la congestión venosa.

Si comparáramos la glucosa del colgajo con la sistémica, ¿tendríamos una herramienta con mejor sensibilidad y especificidad? o ¿un estado hiperglucémico o hipoglucémico podría afectar el método para detectar alteraciones vasculares a nivel del colgajo? La glucosa sistémica puede variar con la dieta y la administración de medicamentos, y en estados posoperatorios después de un procedimiento quirúrgico grande, como lo sería un colgajo libre. La hiperglucemia posoperatoria puede aparecer como consecuencia de un aumento de la gluconeogénesis y la glucólisis hepática<sup>28</sup>, indicando un requerimiento de aumento de la insulina endógena y en algunos casos exógena, lo que se ha denominado hiperglucemia por estrés quirúrgico. En este escenario, utilizar una proporción entre la glucosa sistémica y la glucosa que se toma del colgajo puede ser de utilidad para determinar el sufrimiento del tejido. Porque si utilizamos solamente la glucosa del colgajo en un estado de hiperglicemia podríamos retrasar el diagnóstico de una perturbación a nivel del pedículo. Así, Berlim<sup>22</sup>, en su estudio experimental con ratas, utilizando la diferencia entre los niveles de glucosa y glucosa sistémica con valores menores de 20 obtuvo una sensibilidad del 100% y una especificidad del 90%; al utilizar una relación obtuvo una sensibilidad del 95% y una especificidad del 90%.

Por otro lado, Mochizuki<sup>23</sup> demostró en su estudio experimental que los niveles de glucosa del colgajo pueden reflejar el estado de oclusión venosa independiente de que la concentración de glucosa sistémica se alta o normal. Una explicación de este fenómeno es que la demanda de glucosa tisular sufre cambio dependiendo de la glucosa suministrada, y esto puede modificar la tasa de consumo del metabolito a nivel del tejido. Una solución al enfrentarse a esta situación de hiperglicemia para evaluar el estado del colgajo libre sería el uso del lactato.

Entre los inconvenientes descritos de este sencillo método de vigilancia posoperatoria, se encuentra que no es un método continuo, ya que se deben realizar múltiples pinchazos, los cuales pueden ocasionar hematomas o equimosis, como describe Henault<sup>13</sup>; no obstante, es-

tos se autorresuelven. Otra limitación puede observarse cuando se presenta una alteración arterial, debido a que no se podría obtener una muestra sanguínea para el análisis, pues el colgajo estaría isquémico.

En la mayoría de estudios se han utilizado glucómetros que requerían una prueba de pinchazo; no obstante, se ha visto en los últimos años el uso de glucometría continua con nuevos dispositivos sin la necesidad de los múltiples pinchazos con lancetas, lo que permitiría una vigilancia ininterrumpida de los niveles de glucosa. Es posible que estos dispositivos, basándose en el mismo principio de medición de metabolitos, permitan una vigilancia posoperatoria más sencilla y continua, determinando la tendencia de los niveles de glucosa en el posoperatorio y la tasa de cambio de la glucosa a través del tiempo.

## Conclusión

La identificación oportuna de alteraciones en el flujo sanguíneo en el posoperatorio de un colgajo libre puede aumentar las tasas de éxito de una cirugía de rescate. Múltiples métodos exhiben ventajas y desventajas, y entre ellos se encuentra la valoración del metabolismo del colgajo mediante la medición de metabolitos como la glucosa y el lactato. Esto se puede realizar con instrumentos de medición portátiles que sirven como métodos alternativos, sencillos y eficaces. Sin embargo, se necesitan estudios comparativos contundentes con otros métodos, como el clínico, el cual sigue siendo el «Gold standard» en nuestro medio.

## Referencias

1. Bui DT, Cordeiro PG, Hu QY, Disa JJ, Pusic A, Mehrara BJ. Free flap reexploration: indications, treatment, and outcomes in 1193 free flaps. *Plast Reconstr Surg.* 2007 Jun;119(7):2092-100.
2. Al-Dam A, Zrnc TA, Hanken H, Riecke B, Eichhorn W, Nourwali I, Smeets R, Blessmann M, Heiland M, Gröbe A. Outcome of microvascular free flaps in a high-volume training centre. *J Craniomaxillofac Surg.* Oct 2014;42(7):1178-83.
3. Creech B, Miller S. Evaluation of circulation in skin flaps. In: GrabbWC, MyersMB, eds. *Skin flaps.* Boston, MA: Little, Brown; 1975.
4. Smit JM, Zeebregts CJ, Acosta R. Timing of presentation of the first signs of vascular compromise dictates the salvage outcome of free flap transfers. *Plast Reconstr Surg.* 2008 Sep;122(3):991-2.
5. Chen KT, Mardini S, Chuang DC, Lin CH, Cheng MH, Lin YT, Huang WC, Tsao CK, Wei FC. Timing of presentation of the first signs of vascular compromise dictates the salvage outcome of free flap transfers. *Plast Reconstr Surg.* 2007 Jul;120(1):187-95.



6. Smit JM, Zeebregts CJ, Acosta R, et al. Advancements in free flap monitoring in the last decade: a critical review. *Plast Reconstr Surg.* 2010;125:177-85.
7. Chae MP, Rozen WM, Whitaker IS, Chubb D, Grinsell D, Ashton MW, Hunter-Smith DJ, Lineaweaver WC. Current evidence for postoperative monitoring of microvascular free flaps: a systematic review. *Ann Plast Surg.* 2015May;74(5):621-32.
8. Delgado JM, DeFeudis FV, Roth RH, Ryugo DK, Mitruka BM. Dialytrode for long term intracerebral perfusion in awake monkeys. *Arch Int Pharmacodyn Ther.* 1972;198(1):9-21.
9. Röjdmärk J, Hedén P, Ungerstedt U. Microdialysis – a new technique for free flap surveillance: methodological description. *E J Plastic Surg.* 1998;21:344-8.
10. Setälä L, Gudaviciene D. Glucose and lactate metabolism in well-perfused and compromised microvascular flaps. *J Reconstr Microsurg.* 2013;29:505-10.
11. Birkenfeld F, Naujokat H, Helmers AK, Purcz N, Möller B, Wiltfang J. Microdialysis in postoperative monitoring of microvascular free flaps: Experiences with a decision algorithm. *J Craniomaxillofac Surg.* 2019 Aug;47(8):1306-9.
12. Setälä L, Papp A, Romppanen EL, Mustonen P, Berg L, Härmä M. Microdialysis detects postoperative perfusion failure in microvascular flaps. *J Reconstr Microsurg.* 2006 Feb;22(2):87-96.
13. Henault B, Pluvy I, Pauchot J, Sinna R, Labruère-Chazal C, Zwetyenga N. Capillary measurement of lactate and glucose for free flap monitoring. *Ann Chir Plast Esthet.* 2014 Feb;59(1):15-21. doi: 10.1016/j.anplas.2013.08.001. Epub. 2013 Sep 26.
14. Sakakibara S, Hashikawa K, Omori M, Terashi H, Tahara S. A simplest method of flap monitoring. *J Reconstr Microsurg.* 2010 Sep;26(7):433-4.
15. Kishi K, Ishida K, Makino Y, Miyawaki T. A Simple Way to Measure Glucose and Lactate Values During Free Flap Head and Neck Reconstruction Surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2019 Jan;77(1):226.e1-226.e9.
16. Hara H, Mihara M, Iida T, Narushima M, Koshima I. Blood glucose measurement in flap monitoring for salvage of flaps from venous thrombosis. *Plast Reconstr Surg.* 2012 Mar;129(3):587e-589e.
17. Bashir MM, Tayyab Z, Afzal S, Khan FA. Diagnostic Accuracy of Blood Glucose Measurements in Detecting Venous Compromise in Flaps. *J Craniofac Surg.* 2015 Jul;26(5):1492-4.
18. Sharma MK, Ete G, Chaturvedi G, Barreto E, Kingsly PM. Prospective analysis of flap perfusion by measuring capillary glucose level in flaps. *Eur J Plast Surg.* 2019;42:119-24. <https://doi.org/10.1007/s00238-018-1464-6>.
19. Karakawa R, Yoshimatsu H, Narushima M, Iida T. Ratio of Blood Glucose Level Change Measurement for Flap Monitoring. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2018; Jul 16;6(7):e1851.
20. Jallali N, Ridha H, Butler PE. Postoperative monitoring of free flaps in UK plastic surgery units. *Microsurgery.* 2005;25(6):469-72. doi: 10.1002/micr.20148.
21. Sitzman TJ, Hanson SE, King TW, Gutowski KA. Detection of flap venous and arterial occlusion using interstitial glucose monitoring in a rodent model. *Plast Reconstr Surg.* 2010 Jul;126(1):71-79.
22. Berlim GL, Oliveira ACP, Portinho CP, Morello E, Linhares CB, Collares MVM. Glucose level evaluation in monopodiced rectus abdominis myocutaneous flap after venous occlusion: experimental study in rats. *Rev Col Bras Cir.* 2018;45(1):e1276.
23. Mochizuki K, Mochizuki M, Gonda K. Flap Blood Glucose as a Sensitive and Specific Indicator for Flap Venous Congestion: A Rodent Model Study. *Plast Reconstr Surg.* 2019 Sep;144(3):409e-418e.
24. Guillier D, Moris V, Cristofari S, Gerenton B, Hallier A, Rizzi P, Henault B, Zwetyenga N. Monitoring of Myocutaneous Flaps by Measuring Capillary Glucose and Lactate Levels: Experimental Study. *Ann Plast Surg.* 2018 Apr;80(4):416-23.
25. Setälä L, Joukainen S, Uusaro A, et al. Metabolic response in microvascular flaps during partial pedicle obstruction and hypovolemic shock. *J Reconstr Microsurg.* 2007;23(8):489-96.
26. Röjdmärk J, Ungerstedt J, Blomqvist L, et al. Comparing metabolism during ischemia and reperfusion in free flaps of different tissue composition. *Eur J Plast Surg.* 2002;24:349-55.
27. Jyränki J, Suominen S, Vuola J, Bäck L. Microdialysis in clinical practice: monitoring intraoral free flaps. *Ann Plast Surg.* 2006 Apr;56(4):387-93.
28. Peacock TS. Perioperative Hyperglycemia: A Literature Review. *AORN J.* 2019Jan;109(1):80-6.

## Datos de contacto del autor

Oscar David Leal Salazar  
Correo electrónico: Oscarhakim240@gmail.com