

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA
FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS BIOMÉDICAS
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CHIHUAHUA

**“DESCRIPCIÓN DE UNA NUEVA TÉCNICA DE ANASTOMOSIS
MICROVASCULAR SIN SUTURAS UTILIZANDO CIANOACRILATO EN
MODELO BIOLÓGICO VIVO Y SU COMPARACIÓN CON LA TÉCNICA
TRADICIONAL”**

POR:

OMAR ADRIÁN AVALOS TREJO

TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALIDAD EN CIRUGÍA PLÁSTICA Y RECONSTRUCTIVA



Universidad Autónoma de Chihuahua
Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas
Secretaría de Investigación y Posgrado.



La tesis "Descripción de una nueva técnica de anastomosis microvascular sin suturas utilizando cianoacrilato en modelo biológico vivo y su comparación con la técnica tradicional" que presenta Omar Adrián Avalos Trejo, como requisito parcial para obtener el grado de: Especialidad en Cirugía Plástica y Reconstructiva, ha sido revisada y aprobada por la Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas.

DR. SAID ALEJANDRO DE LA CRUZ REY
Secretario de Investigación y Posgrado
Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas
Universidad Autónoma de Chihuahua

DRA Megny Gonzalez Ramírez
Jefe de Enseñanza
Hospital Central del Estado de Chihuahua

DR José Humberto Baeza Ramos
Profesor Titular de la Especialidad
Hospital Central del Estado de Chihuahua

DR Raúl Manuel Favela Campos
Director de Tesis
Laboratorio de Microcirugía
Universidad Autónoma de Chihuahua

DR Ernesto Raúl Paz Murga
Cirujano Plástico y Reconstructivo
Asesor

DR José Humberto Baeza Ramos
Cirujano Plástico y Reconstructivo
Asesor

Se certifica, bajo protesta de decir verdad, que las firmas consignadas al pie del presente documento son de carácter original y auténtico, correspondiendo de manera inequívoca a los responsables de las labores de dirección, seguimiento, asesoría y evaluación, en estricta conformidad con lo dispuesto en la normativa vigente de esta institución universitaria.

Resumen

En agosto de 2025, en el Laboratorio de Microcirugía “Dr. Francisco Javier Huerta Rivadeneyra”, se evaluó una técnica de anastomosis microvascular sin sutura utilizando cianoacrilato, para compararla con la técnica tradicional con microsutura. Se realizaron 24 anastomosis término–terminal en aorta de ratas Wistar, divididas en dos grupos: un grupo control (suturas 8-0) y un grupo experimental (cianoacrilato con férula endovascular). Se midieron tiempo quirúrgico, tiempo de anastomosis, permeabilidad, fugas y costo total del procedimiento.

Los análisis estadísticos mostraron diferencias significativas en los tiempos quirúrgicos y de anastomosis (t = valor calculado; $p = 0.0000913$ y $p = 0.00000017$), con tiempos notablemente menores en el grupo experimental. En contraste, el análisis de costos evidenció un incremento significativo asociado al uso de cianoacrilato ($t(22) \approx$ valor calculado; $p = 3.55 \times 10^{-11}$), haciendo esta técnica aproximadamente tres veces más costosa que la microsutura.

La prueba exacta de Fisher no mostró diferencias significativas entre ambos grupos respecto a fugas o permeabilidad ($p = 1.0000$), indicando un desempeño funcional comparable.

En conjunto, la técnica sin sutura demostró eficiencia en la reducción del tiempo operatorio, pero con un costo más elevado y sin ventajas significativas en cuanto a permeabilidad o fugas. Su aplicación clínica requerirá optimización y mejoras en biocompatibilidad.

Palabras clave: microcirugía, reimplante, adhesivo tisular, revascularización.

Abstract

In August 2025, at the Microsurgery Laboratory “Dr. Francisco Javier Huerta Rivadeneyra”, a sutureless microvascular anastomosis technique using cyanoacrylate was evaluated and compared with the traditional microsuture method. A total of 24 end-to-end aortic anastomoses were performed in Wistar rats, divided into two groups: a control group (8-0 sutures) and an experimental group (cyanoacrylate with an endovascular stent). Operative time, anastomosis time, permeability, leaks, and total procedure cost were measured.

Statistical analyses showed significant differences in operative and anastomosis times ($t = \text{calculated value}$; $p = 0.0000913$ and $p = 0.00000017$), with markedly shorter times in the experimental group. In contrast, the cost analysis demonstrated a significant increase associated with cyanoacrylate use ($t(22) \approx \text{calculated value}$; $p = 3.55 \times 10^{-11}$), making this technique approximately three times more expensive than microsuturing. Fisher's exact test revealed no significant differences between groups regarding leaks or permeability ($p = 1.0000$), indicating comparable functional performance.

Overall, the sutureless technique proved efficient in reducing operative time but presented higher costs and no significant advantages in permeability or leak rates. Its clinical application will require further optimization and improvements in biocompatibility.

Keywords: microsurgery, replantation, tissue adhesive, revascularization.



GOBIERNO
DEL ESTADO
DE CHIHUAHUA

SECRETARÍA
DE SALUD

ICHISAL
INSTITUTO CHIHUAHUENSE
DE SALUD

MediChihuahua 

Chihuahua, Chih A 21 de noviembre de 2025

Oficio: HC/EM781/2025

Asunto: LIBERACION DE TESIS

DR. OSCAR AGUIRRE BARRERA
SECRETARIO DE INVESTIGACION Y POSGRADO
FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS BIOMEDICAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIHUAHUA
P R E S E N T E.-

La que suscribe, Jefa de Enseñanza Médica del Hospital Central del Estado.

H A C E C O N S T A R

Que el **DR. OMAR ADRIÁN AVALOS TREJO**, residente de la subespecialidad de **CIRUGÍA PLÁSTICA Y RECONSTRUCTIVA** de Cuarto Año, entregó en forma su tesis:

**"DESCRIPCIÓN DE UNA NUEVA TÉCNICA DE ANASTOMOSIS MICROVASCULAR
SIN SUTURAS UTILIZANDO CIANOACRILATO EN MODELO BIOLÓGICO VIVO Y
SU COMPARACIÓN CON LA TÉCNICA TRADICIONAL"**

Así mismo manifiesto que no tiene adeudo alguno en este Hospital, y después de valorar su caso en el comité de investigación del Hospital se autoriza liberación de su tesis para continuar con sus trámites.

Se expide la presente a petición del interesado para los fines que le convengan, en la ciudad de Chihuahua, Chih. a los 21 días del mes de NOVIEMBRE del 2025.



SECRETARÍA DE SALUD

ATENTAMENTE
DRA. MEGNY GONZALEZ RAMIREZ
JEFA DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION MEDICA
HOSPITAL CENTRAL DEL ESTADO DE CHIHUAHUA
"Dr. Jesús Enrique Grajeda Herrera"
Tel. 614.429.33.00 Ext. 16526 y 16527



Índice

1.- MARCO TEÓRICO	1
1.1 Microcirugía	1
1.2 Anastomosis microvascular convencional.	1
1.3 El cianoacrilato como adhesivo tisular en anastomosis vasculares.....	1
1.4 Factores que determinan el éxito de una anastomosis microvascular.....	2
1.5 Importancia de la microcirugía en cirugía reconstructiva.	3
1.6 Futuro de la Microcirugía	4
2.- MARCO CONCEPTUAL	5
2.1 Anastomosis microvasculares y trombosis (relación de variables dependiente e independiente).....	5
2.2 Otros factores que pueden afectar la permeabilidad vascular	6
2.3 Importancia de la Permeabilidad	6
2.4 Fugas en anastomosis microvascular.....	6
2.5 Cianoacrilato en técnicas vasculares.....	6
2.6 Ventajas del Cianoacrilato	7
2.7 Desafíos y Limitaciones.....	7
2.8 Aplicaciones Clínicas.....	7
2.9 Consideraciones futuras en el uso de cianoacrilato	8
2.10 Cianoacrilato versus técnicas de anastomosis convencionales	8
3.- ANTECEDENTES HISTÓRICOS	9
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
5.- PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	11
6.- JUSTIFICACIÓN	11
7.- HIPÓTESIS	11
7.1 Hipótesis nula	12
8.- OBJETIVOS	12
8.1 Objetivo general	12
8.2 Objetivos específicos.....	12
9.- MATERIAL Y MÉTODO	12
9.1 Tipo de estudio:	12
9.2 Diseño de estudio	12
9.3 Población de estudio:	13
9.4 Lugar de realización:	13
10.- CRITERIOS DE SELECCIÓN	13
10.1 Criterios de Inclusión:	13
10.2 Criterios de NO inclusión:	14



10.3 Criterios de Eliminación:	14
11.- TAMAÑO DE MUESTRA	14
11.1 Cálculo de tamaño mínimo de muestra	14
12.- VARIABLES.....	14
12.1 Variables dependientes	14
12.2 Variables independientes	15
12.3 Terceras variables	15
12.4.- Cuestionario de registro de variables.	16
13. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	17
13.1 Otras consideraciones generales:	17
14. RECURSOS	17
14.1 Humanos:	17
14.2 Físicos:	18
14.3 Financieros:	18
15.- CONSIDERACIONES ÉTICAS	18
16.- METODOLOGÍA OPERACIONAL	19
17. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	20
18. RESULTADOS	21
19. DISCUSIÓN.....	21
20. CONCLUSIONES.....	25
21.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
22.- ANEXOS	32



1.- MARCO TEÓRICO

1.1 Microcirugía

La cirugía reconstructiva microvascular se entiende actualmente como la realización de anastomosis vasculares milimétricas con la ayuda de dispositivos de aumento visual. Esta disciplina surgió en 1960, cuando Jules Jacobson, de la Universidad de Vermont, llevó a cabo la primera cirugía microvascular al anastomosar vasos de 1.4 mm de diámetro (1).

Poco después, Buncke reportó el reimplante de una oreja en un conejo uniendo vasos que medían apenas 1 mm de diámetro, y en 1968 Cobbett realizó el primer trasplante microquirúrgico del primer dedo del pie al pulgar en un ser humano (1). Estos avances, sin duda, transformaron la microcirugía convirtiéndola de un experimento de laboratorio a una técnica clínica cada vez más utilizada.

Con el tiempo, la posibilidad de anastomosar vasos de menor calibre hizo posible transferir tejidos a distancia y reimplantar segmentos amputados (2). La cirugía microvascular se convirtió en un recurso indispensable en el arsenal de los cirujanos reconstructivos (3), con aplicaciones que van desde reimplantes y reparación de nervios periféricos, hasta colgajos libres y anastomosis linfático–venosas (3).

Es así como la microcirugía comenzó a expandirse desde mediados del siglo XX, y este impulso fue gracias al desarrollo de mejores microscopios, tecnologías ópticas y herramientas más precisas, que permitieron disminuir errores y complicaciones (4,5).

1.2 Anastomosis microvascular convencional

La anastomosis microvascular es un paso esencial en los reimplantes digitales y en la transferencia de colgajos libres (4). A pesar del intento por estandarizar su ejecución, continúa siendo una técnica demandante, en la cual se requiere el uso de suturas diminutas, habitualmente 8-0 o menores, y un alto nivel de precisión para evitar complicaciones como estenosis o trombosis, que pueden significar el fracaso del procedimiento (6).



Así que, aunque se trata de una técnica fiable, su éxito depende en gran medida de la habilidad del cirujano, lo que explica la necesidad de practicarla constantemente debido a su prolongada curva de aprendizaje.

1.3 El cianoacrilato como adhesivo tisular en anastomosis vasculares

Tradicionalmente, las anastomosis microvasculares se han realizado mediante sutura directa, pero la búsqueda de técnicas más rápidas ha llevado al estudio de adhesivos quirúrgicos y otros materiales. Por ejemplo, Han S. K. y colaboradores propusieron en su estudio una técnica alternativa en la que colocaron un número mínimo de suturas y posteriormente sellaron las anastomosis con cola de fibrina (4,7-13).

Diversos estudios han mostrado que el cianoacrilato es útil en vasos pequeños, especialmente cuando el tiempo es un factor crítico, como en urgencias o reconstrucciones complejas (8,12,14). Este material polimeriza con rapidez al contacto con superficies húmedas, generando una unión capaz de resistir el flujo sanguíneo, sin adherirse a materiales como los catéteres vasculares (8-10).

La principal ventaja del cianoacrilato es la reducción del tiempo quirúrgico, lo cual puede disminuir riesgos perioperatorios (11). Además, implica menor manipulación vascular y, por lo tanto, menor trauma tisular. Sin embargo, tal como mencionan los diferentes estudios (8-13), su aplicación debe ser extremadamente cuidadosa, ya que una cantidad excesiva o mal distribuida podría bloquear la luz vascular o desencadenar reacciones inflamatorias con un impacto negativo en la anastomosis.

Por ello, aunque representa una alternativa interesante a la sutura, en el uso de estos adhesivos deben valorarse tanto los beneficios como los riesgos. Individualizar a cada paciente es la clave para reconocer cuándo su implementación clínica es adecuada, y para lograrlo, esta propuesta debe seguir siendo evaluada mediante investigación continua.



1.4 Factores que determinan el éxito de una anastomosis microvascular

El resultado de una anastomosis microvascular depende de una combinación de factores técnicos, biológicos y ambientales (4). La destreza del cirujano es uno de los elementos más determinantes, ya que la manipulación fina y la correcta alineación de los bordes vasculares influyen directamente en la permeabilidad (7,14-17).

La disponibilidad de equipo especializado, como microscopios e instrumental de precisión, facilita la realización de anastomosis más seguras (14), mientras que un quirófano con condiciones ambientales controladas ayuda a reducir infecciones y mejora el rendimiento del equipo (11). Aquí, la coordinación del equipo quirúrgico es esencial para un procedimiento fluido, pues no solo la experiencia del cirujano resulta crítica, sino que todo el personal debe estar familiarizado con el tipo de intervención a realizar (15,17).

Los materiales utilizados también influyen directamente en el resultado. Las suturas finas y biocompatibles generan una menor respuesta inflamatoria, mientras que algunos adhesivos pueden favorecer la inflamación debido a su composición química (8,15). Además, mantener una tensión adecuada y una correcta coaptación es clave para evitar fugas y trombosis (18). Con este fin, se han propuesto alternativas como stents intravasculares y las técnicas asistidas con adhesivos (19–24).

La calidad del endotelio es igualmente crítica, pues los vasos frágiles o previamente lesionados incrementan el riesgo de fallos anastomóticos. Esto subraya la importancia de una evaluación preoperatoria exhaustiva y de la individualización clínica antes mencionada (9).

Factores sistémicos, como diabetes o hipertensión, pueden comprometer la cicatrización y predisponer a complicaciones (10), por lo que su manejo adecuado mejora considerablemente los resultados (12).

En conjunto, el éxito de una anastomosis depende de la integración de factores técnicos, biológicos y organizacionales, así como del progreso constante en tecnología y capacitación (9,15).



1.5 Importancia de la microcirugía en cirugía reconstructiva

La microcirugía ha transformado la cirugía reconstructiva moderna al permitir la restauración anatómica y funcional de heridas que pueden llegar a considerarse como complejas. El desarrollo de nuevas técnicas y materiales han aumentado la capacidad del cirujano para reconectar vasos y nervios de pequeño calibre (25-29).

Gracias a ello, se han ampliado las posibilidades terapéuticas en múltiples especialidades (30, 31). La integración de estas alternativas quirúrgicas están todas orientadas a simplificar la anastomosis, reducir tiempo quirúrgico y mejorar la seguridad del procedimiento (32-39), propuestas que reflejan el interés por perfeccionar esta disciplina y aumentar su utilidad.

En la actualidad, la microcirugía tiene un impacto evidente en procedimientos como los reimplantes de dedos y extremidades, donde la reconexión precisa de vasos y nervios permite recuperar la funcionalidad y evitar costos asociados a prótesis y rehabilitaciones prolongadas (4,5). Del mismo modo, en la cirugía oncológica posibilita la reconstrucción de grandes defectos con tejido autólogo viable, favoreciendo una recuperación integral y disminuyendo complicaciones por rechazo (8). Asimismo, en los casos de resecciones tumorales de cabeza y cuello, los colgajos libres ofrecen soluciones eficaces para defectos extensos que, de otro modo, serían inimaginables de reconstruir (14).

Además del componente físico, la microcirugía contribuye al bienestar emocional, pues la restauración de la apariencia y funcionalidad favorece la autoestima y facilita la reintegración social (2). Esto, aunado a la disminución de procedimientos adicionales y tiempos de recuperación, representa un beneficio para el sistema de salud (12).

1.6 Futuro de la Microcirugía

Pese a sus avances, la microcirugía sigue siendo una disciplina técnicamente demandante y dependiente de tecnología especializada. Sin embargo, el desarrollo de sistemas robóticos, técnicas asistidas por realidad aumentada y nuevos materiales podría superar estas limitaciones (28).



Las innovaciones actuales apuntan a procedimientos más precisos y eficientes, lo que ampliará el alcance de la reconstrucción microvascular y beneficiará a un mayor número de pacientes (30-39).

2.- MARCO CONCEPTUAL

2.1 Anastomosis microvasculares y trombosis

La trombosis constituye una de las complicaciones más relevantes en las anastomosis microvasculares, pues puede comprometer de manera directa la viabilidad de los colgajos libres (17,18). La supervivencia de un colgajo depende esencialmente de un flujo sanguíneo adecuado, y una obstrucción trombótica puede aparecer tanto en vasos arteriales como venosos, aunque son las venas las que presentan un mayor riesgo debido a que el flujo venoso es más lento y, al tener una pared más delgada, su colapsabilidad es mayor y se dañan con más facilidad al manipularlas (40).

El factor de riesgo más determinante es una técnica quirúrgica deficiente. Una colocación imprecisa de los puntos, la mala coaptación de los bordes vasculares o una sutura demasiado ajustada pueden generar daño endotelial y favorecer la formación de trombos (18). La manipulación excesiva de los vasos constituye otro elemento crítico, ya que la presión, el estiramiento o la torsión pueden lesionar la íntima vascular y desencadenar una respuesta trombótica similar (9).

Otros factores no relacionados con la técnica de sutura incluyen estados de hipercoagulabilidad, como el síndrome antifosfolípidos, así como alteraciones en el flujo sanguíneo presentes en enfermedades como la aterosclerosis o la diabetes. Asimismo, la mala selección de los vasos receptores puede influir negativamente en el éxito de una anastomosis (18).



2.2 Otros factores que pueden afectar la permeabilidad vascular

- Calidad de los Tejidos:

La salud y calidad de los vasos implicados influyen directamente en la capacidad de mantener la permeabilidad. Vasos dañados o friables aumentan el riesgo de trombosis (31).

- Reacciones Inflamatorias:

La respuesta inflamatoria postoperatoria puede comprometer la permeabilidad al provocar edema o la formación de tejido cicatricial alrededor de la anastomosis (33).

- Tiempo de Isquemia:

Minimizar el período durante el cual los tejidos permanecen sin suministro sanguíneo es esencial para preservar la permeabilidad y la función vascular (33).

2.3 Importancia de la permeabilidad

- Éxito de la Revascularización: la permeabilidad es esencial para asegurar que los tejidos trasplantados o reimplantados reciban un suministro sanguíneo adecuado, lo cual es vital para su supervivencia y función (35).
- Prevención de complicaciones: una anastomosis permeable reduce el riesgo de complicaciones como la necrosis tisular, la trombosis y la necesidad de reintervenciones (34).

La evaluación de la permeabilidad vascular forma parte integral del monitoreo postoperatorio, utilizando métodos como angiografía o ecografía Doppler para confirmar el adecuado funcionamiento de la anastomosis (35).

2.4 Fugas en anastomosis microvascular

Las fugas, al igual que la trombosis, representan otra complicación relevante en la cirugía microvascular, ya que interfieren directamente con la eficacia de la anastomosis. Uno de los errores más importantes es la selección inadecuada de los vasos, tanto del tejido donador como del receptor. A su vez, las fugas pueden originarse por diversas razones, como una técnica quirúrgica deficiente, la mala calidad de los tejidos o la elección inadecuada del material (41).



Las consecuencias de esta complicación pueden ser importantes si no se resuelven, ya que pueden desencadenar hemorragias, favorecer la formación de trombos y, en casos graves, conducir a la pérdida del colgajo o del tejido reimplantado (38). Por ello, la identificación temprana de las fugas es fundamental para evitar complicaciones mayores y mejorar las probabilidades de éxito.

2.5 Cianoacrilato en técnicas vasculares

El cianoacrilato se ha estudiado como posible alternativa o complemento a la sutura convencional en anastomosis vasculares (9,12–14). Su utilidad en microcirugía resulta particularmente interesante por las ventajas operativas que ofrece, sobre todo en centros que no están preparados para atender casos de cirugía microvascular y donde realizar una anastomosis puede brindar una ventaja importante en la recuperación del paciente. Sin embargo, también es fundamental señalar las limitaciones que han sido identificadas.

2.6 Ventajas del cianoacrilato

- Rapidez de aplicación: el adhesivo permite sellar los bordes vasculares de manera rápida, disminuyendo el tiempo quirúrgico en comparación con la sutura tradicional (8).
- Menor traumatismo tisular: la manipulación del vaso es mucho menor en comparación con la técnica tradicional, lo cual puede resultar beneficioso en vasos frágiles o de diámetro pequeño (8).
- Facilidad técnica: su uso no requiere el mismo nivel de destreza microquirúrgica que las suturas finas, lo cual podría ser útil en cirujanos que no han sido entrenados en esta disciplina (10).

2.7 Desafíos y limitaciones del cianoacrilato

- Control en la aplicación: como ya se mencionó con anterioridad, la precisión al momento de aplicar el adhesivo es esencial, ya que, si este ingresa en la luz del vaso, puede provocar obstrucciones (12).



- Reacciones inflamatorias: en ciertos casos, el cianoacrilato puede generar inflamación local significativa, lo que puede dañar el tejido endotelial y comprometer el sitio de la anastomosis (13).
- Rigidez del material: aunque suele proporcionar uniones fuertes, su elasticidad es menor que la de una sutura, lo que puede convertirse en un inconveniente en zonas donde el vaso necesita moverse, como en las extremidades o en áreas con intensa actividad muscular. En estos casos, una unión más rígida puede tensarse con el movimiento y aumentar el riesgo de desgarros o fallos en la anastomosis (29).

2.8 Aplicaciones clínicas del cianoacrilato

Ha sido utilizado en anastomosis de vasos pequeños, especialmente cuando el tiempo de isquemia es un factor crítico y puede determinar si una extremidad es salvada o no (8). También puede ser utilizado como complemento de la técnica tradicional, ya que además de reducir el tiempo de anastomosis, puede reforzar la impermeabilidad y la estabilidad de la unión vascular (29).

2.9 Consideraciones futuras en el uso de cianoacrilato

La investigación actual se centra en optimizar la biocompatibilidad del cianoacrilato y en perfeccionar sus formas de aplicación (8). Su potencial para simplificar y agilizar las técnicas microvasculares es innegable, lo que lo convierte en una alternativa tan atractiva; sin embargo, se requieren estudios adicionales que permitan determinar su seguridad y eficacia a largo plazo, así como su papel en procedimientos clínicos más complejos (12).

2.10 Cianoacrilato versus técnicas de anastomosis convencionales

Si bien el cianoacrilato como adhesivo tisular ha emergido como alternativa a la sutura convencional en las anastomosis microvasculares, presenta varias ventajas que podrían mejorar los resultados postoperatorios (8). Una de ellas es la reducción del tiempo quirúrgico, existe literatura que sugiere que el uso de cianoacrilato puede disminuir el



tiempo de realización de una anastomosis microquirúrgica en comparación con las técnicas tradicionales (9). Esto tiene un papel clave en los procedimientos microvasculares donde el tiempo es un factor de suma importancia para la supervivencia de los colgajos (9).

Además, técnicamente es más fácil de aplicar si lo comparamos con la destreza necesaria para llevar a cabo una anastomosis microvascular con sutura tradicional (8). Esta facilidad de aplicación se puede traducir en un menor margen de error, especialmente en cirujanos con menor experiencia que los microcirujanos, además el trauma vascular es menor cuando se utiliza cianoacrilato (8).

3.- ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El uso de adhesivos tisulares surgió a partir de la búsqueda de métodos más sencillos y rápidos para realizar anastomosis microvasculares (16). El cianoacrilato es un adhesivo descubierto por los Dres. Harry Coover y Fred Joyner en los laboratorios Kodak; ellos mismos describieron en 1960 su posible aplicación en técnicas quirúrgicas de anastomosis. Sin embargo, el primero en sintetizar los cianoacrilatos fue Airdys en 1949 (23).

Desde la descripción de las anastomosis vasculares realizada por Alexis Carrel, se han propuesto múltiples alternativas para su ejecución, incluyendo grapas y adhesivos tisulares (23). Una de las principales preocupaciones respecto al uso de adhesivos es la posibilidad de reacciones de hipersensibilidad o anafilaxia al compuesto (23).

Se han realizado anastomosis término-terminal con cianoacrilato (isobutil-2-cianoacrilato), generalmente aplicando dos o tres puntos de sutura complementarios (12). Este adhesivo ha mostrado una toxicidad mínima y resultados comparables a los obtenidos con sutura tradicional. Además, el uso de adhesivos en anastomosis vasculares ha demostrado reducir el tiempo quirúrgico, disminuir el sangrado y mantener la permeabilidad vascular durante periodos similares (16).



4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las anastomosis microvasculares presentan desafíos que limitan su realización a microcirujanos entrenados. La técnica es compleja, requiere destreza en el manejo de instrumental fino y de suturas de calibre muy pequeño, habitualmente menores a 8-0.

El proceso de realizar una anastomosis microvascular es lento y prolonga de manera significativa la duración de la cirugía, lo que afecta la viabilidad del tejido y aumenta el riesgo de complicaciones como trombosis o pexia de la pared posterior del vaso. El daño endotelial generado por la manipulación vascular y la penetración de la sutura son factores adicionales que incrementan el riesgo de trombosis.

Asimismo, existe una notable variabilidad en los resultados de una anastomosis, altamente dependiente de la experiencia y habilidad del cirujano, incluso entre microcirujanos capacitados.

La microcirugía actual representa un reto considerable para el cirujano general o el cirujano plástico sin formación microquirúrgica avanzada. Convertirse en microcirujano requiere de uno a dos años adicionales de entrenamiento tras concluir la subespecialidad en Cirugía Plástica y Reconstructiva, implicando una curva de aprendizaje compleja bajo el microscopio. Por esta razón, las anastomosis microvasculares han estado reservadas, en su mayoría, a especialistas con formación específica en microcirugía, ya que la complejidad técnica del procedimiento demanda habilidades que no suelen adquirirse durante la práctica quirúrgica convencional.

El desarrollo de nuevas técnicas de microanastomosis que sean más sencillas de aprender y que disminuyan el tiempo quirúrgico facilita el acceso a la microcirugía para cirujanos con menor experiencia en este campo, además de proporcionar un recurso valioso en procedimientos reconstructivos. La implementación de una técnica más rápida y reproducible podría ampliar el alcance de la cirugía microvascular, mejorar los resultados clínicos y beneficiar a una mayor población de pacientes.



5.- PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Esta técnica más simple de anastomosis microvascular sin sutura puede ser superior en cuanto a fugas, permeabilidad de la anastomosis y tiempo en comparación a la técnica tradicional con puntos simples discontinuos?

6.- JUSTIFICACIÓN

Las técnicas tradicionales de anastomosis microvascular continúan siendo procedimientos complejos, con una curva de aprendizaje prolongada que puede requerir hasta dos años de entrenamiento especializado. Este nivel de exigencia limita la disponibilidad y aplicación de la cirugía microvascular en centros con menor infraestructura o sin microcirujanos capacitados. Además, la realización de estas anastomosis requiere períodos operatorios prolongados, un factor desfavorable para el éxito de procedimientos como los reimplantes de extremidades, donde el tiempo es crítico para la viabilidad tisular.

El propósito del presente estudio es describir una técnica de anastomosis microvascular más simple y compararla con la técnica tradicional con suturas, con el objetivo de que sea más reproducible para un cirujano plástico sin entrenamiento avanzado en microcirugía.

La introducción de nuevas técnicas que simplifiquen el proceso de las anastomosis microquirúrgicas podría hacer esta rama reconstructiva más accesible, permitiendo que un mayor número de cirujanos participen en procedimientos microvasculares. Esto se traduciría en una mejor cobertura para sectores de la población más vulnerables, que actualmente tienen poca accesibilidad a este tipo de cirugías y carecen de facilidades para trasladarse a centros de alta referencia donde podrían recibir un tratamiento óptimo.

7.- HIPÓTESIS

La técnica de anastomosis microvascular con cianoacrilato sin sutura presenta resultados funcionales similares a la técnica tradicional, requiere menor tiempo e insumos y es más sencilla de ejecutar.



7.1 Hipótesis nula

La técnica de anastomosis microvascular con cianoacrilato sin sutura presenta peores resultados en cuanto a funcionalidad de la anastomosis, requiere igual o mayor tiempo de realización y utiliza la misma cantidad o más insumos que la técnica tradicional.

8.- OBJETIVOS

8.1 Objetivo general

Describir y evaluar una técnica de anastomosis microvascular utilizando cianoacrilato, analizando sus beneficios y limitaciones en comparación con la técnica tradicional, mediante su aplicación en modelos biológicos vivos (ratas).

8.2 Objetivos específicos

- Definir y comparar el tiempo que requiere realizar cada una de las técnicas de anastomosis.
- Definir y comparar el número de fugas presentes en cada una de las técnicas de anastomosis.
- Definir y comparar la presencia o ausencia de permeabilidad de las anastomosis en cada una de las técnicas de anastomosis.

9.- MATERIAL Y MÉTODO

9.1 Tipo de estudio:

Estudio experimental aleatorizado longitudinal.

9.2 Diseño de estudio

El diseño corresponde a un estudio experimental aleatorizado longitudinal con dos grupos: uno experimental (grupo A) y otro control (grupo B).

- **Grupo A (experimental):** Se realizará una anastomosis microvascular de la aorta de la rata utilizando la técnica descrita con cianoacrilato sin sutura.
- **Grupo B (control):** Se realizará una anastomosis de la aorta de la rata utilizando la técnica tradicional con sutura mediante puntos discontinuos.



Se empleará una nueva técnica quirúrgica con cianoacrilato (esquema en anexo 1). A través de una arteriotomía (esquema en anexo 2), se introducirá un catéter endovascular de 17 Fr, que servirá como férula interna para evitar el plegamiento de las paredes vasculares posterior y anterior. Posteriormente, se aplicará cianoacrilato (Dermabond) para realizar la anastomosis microvascular (esquema en anexo 3). Tras esperar 30 segundos, se retirará el catéter, se verificará la presencia o ausencia de fugas vasculares y se realizará una prueba de permeabilidad. Si todo es correcto, se retirará de forma definitiva el catéter a través del sitio de la arteriotomía, el cual se cerrará con 1 o 2 puntos de sutura microvascular (esquema en anexo 4).

Como método anestésico, se utilizará xilacina–ketamina por vía peritoneal en ambos grupos. Los animales serán vigilados durante una semana en el bioterio, manteniéndolos en condiciones controladas de temperatura y alimentación. Al finalizar el experimento, las ratas serán sometidas a eutanasia mediante dosis letal de xilacina–ketamina por vía peritoneal, garantizando un proceso breve y sin dolor.

9.3 Población de estudio:

Ratas Wistar adultas, de aproximadamente 3 meses de edad y peso mínimo de 200 g.

9.4 Lugar de realización:

Laboratorio de microcirugía “Dr. Francisco Javier Huerta Rivadeneyra” de la Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas en la Universidad Autónoma de Chihuahua.

10.- CRITERIOS DE SELECCIÓN

10.1 Criterios de Inclusión:

1. Ratas adultas de 3 meses de edad.
2. Ratas de un peso al menos de 200 g.
3. Ratas de sexo masculino o femenino.
4. Cepa de rata Wistar



10.2 Criterios de NO inclusión:

1. Otros modelos biológicos.
2. Ratas que no cumplan con la edad requerida.
3. Ratas con peso menor a 200 gr.

10.3 Criterios de Eliminación:

1. Muerte del animal durante el procedimiento experimental.
2. Ratas que estén pasando por un proceso infeccioso.
3. Ratas gestantes.
4. Ratas con alteraciones vasculares.
5. Ratas con cualquier patología diagnosticada.

11.- TAMAÑO DE MUESTRA

11.1 Cálculo de tamaño mínimo de muestra

Siguiendo un diseño similar al utilizado por Narushima et al. (20), quienes emplearon un total de 20 ejemplares, se decidió utilizar una muestra total de **24 ratas**, distribuidas en **dos grupos de 12** cada uno. Esta cantidad permite optimizar recursos y evaluar el estado funcional de las anastomosis con y sin sutura, considerándose una muestra adecuada, dado que otros estudios han trabajado con tamaños similares.

12.- VARIABLES

12.1 Variables dependientes

Tabla de variables dependientes

Variable	Definición	Tipo De Variable	Escala De Medición	Indicador
Fuga de anastomosis microvascular	Fuga de sangre del espacio intravascular a través de las paredes al final de la anastomosis microvascular.	Cualitativa dicotómica	Visualización directa de fuga por la anastomosis	Presencia o no de fuga a través de la anastomosis.



Permeabilidad de la anastomosis	Flujo de sangre a adecuado a través del vaso al cual se le ha realizado la anastomosis microvascular	Cualitativo	Paso de flujo	Presente o no
---------------------------------	--	-------------	---------------	---------------

12.2 Variables independientes

Tabla de variables independientes

Variable	Definición	Tipo De Variable	Escala De Medición	Indicador
Anastomosis con sutura con técnica tradicional	Anastomosis microvascular realizada con suturas en puntos separados	Cualitativa dicotómica	Realizada o no	Realizada o no

12.3 Terceras variables

Tabla de terceras variables

Variable	Definición operacional	Tipo	Escala de medición	Indicador
Tiempo de anastomosis	Tiempo que tarda en realizarse la técnica de la anastomosis	Cuantitativo	Tiempo	Total de minutos
Costos monetarios de la anastomosis	Costos del material y equipo necesario para realizar una anastomosis	Cuantitativo	Pesos mexicanos	Total de pesos mexicanos del material necesario para realizar la anastomosis.

Tabla de relación de permeabilidad entre los grupos de estudio

Relación de variables	Permeabilidad		TOTAL
	SI	NO	
Anastomosis microvascular sin sutura	9	3	12
Anastomosis tradicional	9	3	12



Tabla de relación de fugas entre los grupos de estudio

Relación de variables	Fugas		TOTAL
	SI	NO	
Anastomosis microvascular sin sutura	3	9	12
Anastomosis tradicional	2	10	12

12.4.- Cuestionario de registro de variables.

Fecha

Día / Mes / Año ____ / ____ / ____

Detalles del procedimiento quirúrgico:

- Anastomosis con sutura Sí ____ No ____
- Anastomosis con cianoacrilato Sí ____ No ____
- Duración de la cirugía (minutos) _____
- Tamaño del vaso (diámetro en mm) _____
- Tiempo de anastomosis (en minutos) _____
- Uso de catéter endovascular Sí ____ No ____
- Diámetro del catéter endovascular utilizado (en mm) _____

Complicaciones intraoperatorias:

- Ninguna Sí ____ No ____
- Trombosis Sí ____ No ____
- Fuga de anastomosis Sí ____ No ____
- Hemorragia Sí ____ No ____
- No permeabilidad Sí ____ No ____
- Espasmo vascular Sí ____ No ____
- Ruptura vascular Sí ____ No ____
- Problemas con el adhesivo tisular (Dermabond) Sí ____ No ____
- Describir problema: _____
- Muerte Si ____ No ____

Resultados postoperatorios

- Viabilidad de la anastomosis Sí ____ No ____
- Prueba de permeabilidad positiva Sí ____ No ____

Observaciones adicionales _____

Comentarios del cirujano sobre la técnica empleada _____



13. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para comparar estos dos grupos en este estudio de tipo experimental, se utilizará la prueba t de Student para muestras independientes, es adecuada porque los datos del tiempo son continuos y siguen una distribución normal. Se utilizará para comparar el tiempo promedio entre los dos grupos, verificando los supuestos y la homogeneidad de varianzas. En el caso de la permeabilidad de las anastomosis se utilizará la prueba de Chi-cuadrado o prueba de Fisher. Ya que la permeabilidad se mide de forma dicotómica (permeable o no), esta prueba es adecuada. Se realizará una tabla de contingencia con los resultados de permeabilidad para ambos grupos. De la misma forma se hará esta prueba para comparar la presencia de fugas, ya que se trata de una variable dicotómica (presencia o no de fugas).

13.1 Otras consideraciones generales:

- Uso de un Software Estadístico: Se puede utilizar un software como SPSS, R, o Python (SciPy) para realizar los análisis estadísticos y obtener p-valores precisos.
- Interpretación: Un p-valor menor a 0.05 generalmente indica una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos para la variable evaluada.
- Se utilizará **Epi Info for Windows** para calcular y confirmar el grado de confiabilidad e importancia de los datos analizados.

14. RECURSOS

14.1 Humanos:

- Dr. Raúl Manuel Favela Campos CPR (Director de tesis)
- Dr. José Humberto Baeza Ramos CPR (Asesor)
- Dr. Raúl Paz Murga CPR (Asesor)
- Dr. Martin Cisneros Castolo (Asesor metodológico)
- Dr. Claudio Reyes Montero R3CPR (Colaborador)
- Dr. Diego Emmanuel Almeida Muñoz MPSS (Colaborador)
- Dr. Omar Adrián Avalos Trejo (Autor)



14.2 Físicos:

1. Instrumental y microscopios propios del personal del laboratorio de microcirugía.
2. Cianoacrilato (Dermabond).
3. Suturas de microcirugía de Nylon de 8-0 o menor
4. Material del laboratorio de microcirugía de la Universidad Autónoma de Chihuahua, artículos académicos, libros, equipo de computación.

14.3 Financieros:

1. 15 Unidades Catéter endovascular de varios calibres. \$1,450.00 mxn c/u. Total \$21,750.00 mxn.
2. 24 Unidades Sutura microvascular Nylon de 8-0. \$4,300.00 mxn caja con 12. Total \$ 8,600.00 mxn
3. 2 Unidades Cianoacrilato (*Dermabond*). \$1,199.00 mxn c/u. Total \$2398.00 mxn.
4. Alimento para ratas (8 paquetes). \$289.00 mxn c/u. Total \$2312.00 mxn.
5. Total, \$35,060.00

15.- CONSIDERACIONES ÉTICAS

El presente protocolo de investigación se desarrolla conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, “Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de animales de laboratorio”. Se salvaguardará en todo momento la integridad de los animales de experimentación, considerando los riesgos inherentes como infección de la herida (para lo cual se administrará profilaxis antibiótica), estrés y dolor. Para este último, se suministrará analgésico durante el desarrollo del protocolo, de acuerdo con la escala de dolor en roedores. Una vez concluida la investigación, se realizará la eutanasia de los animales mediante el método establecido, seguida de su disposición final conforme a la normativa vigente.

Conscientes de que estos animales son utilizados exclusivamente con fines de investigación, cualquier imagen capturada y eventualmente publicada será empleada únicamente con fines académicos.



Todo lo anterior se efectuará en estricto apego a los códigos internacionales de ética en investigación, incluyendo el Código de Núremberg (1947), la 18ª Asamblea Médica Mundial (AMM, 1964), la Declaración de Helsinki I, la 29ª Asamblea Médica Mundial (Tokio, 1975), la Declaración de Helsinki II, enmendada en la 35ª Asamblea Médica Mundial (Venecia, 1983), y la 41ª Asamblea Médica Mundial (Hong Kong, 1989).

16.- METODOLOGÍA OPERACIONAL

Se realizará un estudio experimental aleatorizado con **24 ratas Wistar**, de 3 meses de edad y aproximadamente 200 g de peso. Cada animal será mantenido en una jaula individual bajo ciclos de luz–oscuridad de 12 horas, a una temperatura ambiental controlada de **22 ± 2 °C**, con acceso a **dieta sólida y agua ad libitum**. Los animales se dividirán en **dos grupos experimentales** (n=12 por grupo):

- **Grupo control:** se realizará una anastomosis microvascular utilizando la técnica tradicional con sutura.
- **Grupo experimental:** se realizará una anastomosis microvascular utilizando la técnica descrita sin sutura y con aplicación de cianoacrilato.

Posteriormente, ambos grupos serán evaluados de manera visual y, al finalizar el periodo experimental, los animales serán sometidos a eutanasia conforme a la normativa aplicable.

Se evaluarán los siguientes aspectos en cada anastomosis de ambos grupos:

- **Tiempo de realización:** medido en minutos desde el inicio hasta la finalización del procedimiento.
- **Presencia de fugas:** observadas durante la restitución del flujo vascular.
- **Permeabilidad:** verificada mediante una prueba tradicional de permeabilidad vascular una vez concluida la anastomosis.
- **Costo de insumos:** análisis comparativo del gasto generado entre ambos procedimientos (con y sin sutura).



17. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	2024					2025					
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Agosto	Noviembre	Diciembre
Inicio de anteproyecto	X	X	X								
1ª revisión				X							
Corrección final									X		
Entrega al comité de investigación local				X	X	X	X	X			
Inicio real del estudio									X		
Recolección de datos									X		
Captura de datos									X		
Análisis de datos									X		
Resultados preliminares									X		
Conclusiones y recomendaciones									X		
Informe final										X	
Presentación en eventos académicos											X



18. RESULTADOS

Se realizaron 24 anastomosis microvasculares término-terminal en la aorta de ratas Wistar, divididas en dos grupos: **experimental** (n = 12), donde se empleó cianoacrilato con un catéter endovascular como férula interna, y **control** (n = 12), en el que se utilizó la técnica convencional con sutura de nylon 8-0.

Para registrar los hallazgos intraoperatorios, se utilizó un cuestionario diseñado para este estudio (previamente mencionado), que permitió medir de manera objetiva las principales variables: duración del procedimiento, fugas, permeabilidad, complicaciones, necesidad de repetir el procedimiento, mortalidad intraoperatoria y observaciones técnicas. Los cuestionarios completos se presentan en el **Anexo 5**.

El análisis estadístico realizado mediante las pruebas t de Student y Fisher (**anexos 6 a 10**), mostró diferencias significativas en todas las variables analizadas. En el caso de los costos, la prueba t evidenció una diferencia marcada entre ambos grupos ($t(22) \approx$ valor calculado; $p = 3.55 \times 10^{-11}$), indicando que el empleo de cianoacrilato generó un gasto considerablemente mayor respecto a la técnica convencional con microsutura. Aunque este adhesivo permitió disminuir los tiempos operatorios, su utilización incrementó de manera notable los costos directos del procedimiento. Por ello, su incorporación debe ser valorada cuidadosamente, considerando el equilibrio entre la reducción del tiempo quirúrgico y el impacto económico que representa frente a la técnica tradicional.

El análisis de los tiempos quirúrgicos y de anastomosis también mostró diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($t =$ valor calculado; $p = 0.0000913$ y 0.00000017), observándose tiempos menores en el grupo experimental en comparación con el control.

Finalmente, la prueba exacta de Fisher aplicada para evaluar la presencia de fugas y la permeabilidad no evidenció diferencias significativas entre los grupos. En ambos casos, el valor de p fue de 1.0000, lo que sugiere que el desempeño funcional de ambas técnicas fue comparable en estas variables.



19. DISCUSIÓN

Entre los principales retos de la microcirugía reconstructiva, la anastomosis sigue siendo un paso crítico, pues de su adecuada ejecución dependen la permeabilidad, la integridad mecánica y la viabilidad del colgajo. La técnica más aceptada o convencional, es la anastomosis con microsutura no absorbible (Nylon o Prolene, 8-0, 9-0, 10-0), requiere dispositivos de aumento (microscopio o lupas quirúrgicas) y un entrenamiento especializado para minimizar complicaciones. (41-43).

En nuestro centro se han utilizado técnicas convencionales de anastomosis microvascular con una mayor frecuencia, no obstante, el uso de acopladores venosos también ha sido aplicado con éxito por parte de nuestro equipo y reportado en la literatura dicha casuística. Entre abril de 2018 y mayo de 2020 se realizaron 14 colgajos libres microvasculares por el mismo cirujano en el Hospital Central Universitario, utilizando acopladores mecánicos microvasculares (Synovis Micro Companies Alliance Inc., Birmingham, AL, USA) para todas las anastomosis venosas (44).

Los acopladores venosos, como el Synovis® GEM microvascular anastomotic coupler, han ganado amplia aceptación en anastomosis venosas de colgajos libres por su simplicidad y reducción del tiempo quirúrgico. Con estos dispositivos, la anastomosis puede realizarse en menos de 5 minutos, frente a los 15–30 minutos requeridos con microsutura manual (45). Además, presentan altas tasas de permeabilidad (95–99%), comparables o incluso superiores a la sutura tradicional en venas ≥ 2.0 mm, junto con bajos índices de trombosis reportados en múltiples series clínicas (46).

Entre las desventajas, la aplicación de estos dispositivos solo es posible en venas con diámetros similares y sin friabilidad o daño mural, tampoco es posible un ajuste fino de la orientación ni la longitud de la coaptación. Además de costos variables, entre 200 y 300 USD por dispositivo (44-46). Otra gran desventaja es que no son aptos para vasos menores de 1.5 mm de diámetro o venas con cambios inflamatorios o fibrosis.



Aunque aún en fases experimentales, los acopladores arteriales continúan en desarrollo. Estudios preliminares con dispositivos como EndoStitch™ y S&T Arterial Coupler han mostrado resultados promisorios, aunque su uso todavía no es amplio. Entre sus posibles ventajas se incluyen la reducción del tiempo quirúrgico y una menor manipulación del vaso arterial, lo que podría favorecer la protección endotelial (47).

Sin embargo, estos dispositivos presentan una tasa de fallos mayor que los acopladores venosos. Su rigidez puede inducir espasmo o alterar el flujo laminar, además de existir mayor riesgo de fuga y trombosis si no se logra una coaptación endotelial perfecta (45,47). También es importante señalar que aún no están ampliamente disponibles ni estandarizados.

En nuestro contexto, la principal limitante es el costo, ya que los acopladores venosos tienen un precio elevado y los arteriales no están disponibles comercialmente. Esto ha impulsado la búsqueda de alternativas más económicas, entre ellas los adhesivos tisulares como el N-butyl-2-cyanoacrylate y el octyl-cyanoacrylate, que han motivado múltiples estudios para evaluar su eficacia comparativa (45–47).

Diversos estudios han señalado que el cianoacrilato puede disminuir de forma notable el tiempo operatorio al sustituir las suturas circunferenciales y requerir menor manipulación del vaso (48,49). Esto coincide con los resultados del presente trabajo, donde el tiempo quirúrgico total fue menor en el grupo experimental, con un promedio de **102.4 minutos (rango 85–128)**, frente a **153.7 minutos en el grupo control (128–180)**. Respecto al tiempo de anastomosis, desde la preparación del vaso hasta el restablecimiento del flujo, el grupo experimental registró un promedio de **23.3 minutos**, mientras que el grupo control alcanzó **52.2 minutos**.

En cuanto a las fugas, el grupo experimental presentó **3 de 12 procedimientos (25%)**, requiriendo una segunda aplicación del adhesivo en dos casos. En el grupo control se observaron fugas en **2 de 12 anastomosis (16.6%)**, corregidas con puntos adicionales. Aunque el cianoacrilato reduce el tiempo operatorio, el riesgo de fuga puede obligar a



reforzar la línea de unión con suturas o reaplicar el adhesivo, lo que prolonga el procedimiento y puede incrementar el riesgo de trombosis o estenosis. Esto coincide con lo reportado por Redaelli et al. (2013), quienes documentaron tasas de fuga superiores al 25% al usar adhesivo como único método, especialmente en vasos menores de 1.5 mm (50).

Los adhesivos cianoacrilatos no garantizan una coaptación perfecta y pueden generar reacción inflamatoria si penetran en el lumen vascular, lo que puede desencadenar trombosis o incluso embolización (Lee et al., 2010) (51,52). Esto concuerda con nuestros hallazgos, donde se observaron irregularidades y zonas de engrosamiento en tres casos del grupo experimental, lo que sugiere una respuesta inflamatoria con potencial para comprometer la permeabilidad.

La reacción inflamatoria producida por el cianoacrilato es de tipo cuerpo extraño, ya que su degradación libera subproductos como formaldehído y cianoacetato, capaces de inducir necrosis local o fibrosis (Bhagat et al., 2008) (53). Esto es especialmente relevante en anastomosis vasculares, donde una respuesta inflamatoria exacerbada puede afectar la neovascularización periférica y comprometer la funcionalidad del vaso.

En términos económicos, los adhesivos como Dermabond® (octyl-cianoacrilato) y Glubran® (N-butyl-cianoacrilato) son considerablemente más costosos que la sutura convencional. Aunque la reducción del tiempo quirúrgico podría generar ahorros indirectos —como menor uso de anestesia, personal u ocupación de quirófano— estos beneficios solo se obtienen si el procedimiento transcurre sin complicaciones ni necesidad de correcciones, lo cual no siempre ocurre en escenarios clínicos reales (54,55).

Esta diferencia económica también se reflejó en nuestros resultados: el grupo experimental alcanzó un costo total de **\$24,098.00 MXN**, mientras que el grupo control registró **\$8,600.00 MXN**, lo que indica que, en nuestro estudio, la técnica convencional resultó aproximadamente **tres veces más económica** que el uso de cianoacrilato.



20. CONCLUSIONES

En este estudio se comparó una técnica de anastomosis microvascular sin sutura utilizando cianoacrilato con la técnica convencional mediante microsutura en ratas Wistar, evaluando tiempo quirúrgico, tiempo de anastomosis, permeabilidad, fugas y costos. Los resultados mostraron que el uso de cianoacrilato permite disminuir significativamente el tiempo de anastomosis y el tiempo quirúrgico total, confirmando lo reportado en la literatura respecto a su potencial para simplificar el procedimiento.

Sin embargo, esta ventaja no se tradujo en mejores resultados funcionales. La técnica sin sutura presentó una mayor frecuencia de fugas (25% vs. 16.6%) y se documentaron irregularidades murales y engrosamientos en el grupo experimental, hallazgos compatibles con la respuesta inflamatoria y el comportamiento biológico del cianoacrilato descritos en estudios previos. La permeabilidad no mostró diferencias significativas entre ambos grupos, lo que indica que, en nuestro modelo, el adhesivo no mejoró la seguridad vascular respecto a la microsutura.

El análisis económico evidenció una diferencia notable: el costo del grupo experimental fue aproximadamente tres veces mayor que el de la técnica convencional. Este aspecto constituye un factor determinante en entornos hospitalarios con recursos limitados, donde la relación costo-beneficio tiene un papel crítico en la toma de decisiones terapéuticas.

En conjunto, estos resultados indican que, aunque la anastomosis con cianoacrilato representa una alternativa técnicamente más rápida y conceptualmente atractiva, aún no supera en seguridad, reproducibilidad y costo-efectividad a la microsutura tradicional, que continúa siendo el estándar de oro en microcirugía.

Futuros estudios deberán enfocarse en adhesivos con mayor biocompatibilidad, técnicas híbridas o dispositivos que permitan simplificar la anastomosis sin comprometer la integridad vascular ni incrementar los costos.



21.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Pratt, G. F., Rozen, W. M., Westwood, A., Hancock, A., Chubb, D., Ashton, M. W., & Whitaker, I. S. (2012). Technology-assisted and sutureless microvascular anastomoses: Evidence for current techniques. *Microsurgery*, 32(1), 68-76.
- 2.- Mavrogenis, A. F., Markatos, K., Saranteas, T., Ignatiadis, I., Spyridonos, S., Bumbasirevic, M., ... & Soucacos, P. N. (2019). The history of microsurgery. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, 29, 247-254.
- 3.- Assersen, K., & Sørensen, J. (2015). Intravascular stenting in microvascular anastomoses. *Journal of reconstructive microsurgery*, 31(02), 113-118.
- 4.- Liang, X., Sun, G., Hu, B., & Li, J. (2013). Microvascular sutureless adhesive bonding anastomosis with a new soluble hollow stent. *Journal of Craniofacial Surgery*, 24(5), 1823-1827.
- 5.- Chow, S. P. (1983). The histopathology of microvascular anastomosis: a study of the incidence of various tissue changes. *Microsurgery*, 4(1), 5-9.
- 6.- Bakkum, E. A., Dalmeijer, R. A. J., Verdel, M. J. C., Hermans, J., Van Blitterswijk, C. A., & Trimbos, J. B. (1995). Quantitative analysis of the inflammatory reaction surrounding sutures commonly used in operative procedures and the relation to postsurgical adhesion formation. *Biomaterials*, 16(17), 1283-1289.
- 7.- Han, S. K., Kim, S. W., & Kim, W. K. (1998). Microvascular anastomosis with minimal suture and fibrin glue: experimental and clinical study. *Microsurgery: Official Journal of the International Microsurgical Society and the European Federation of Societies for Microsurgery*, 18(5), 306-311.
- 8.- Hall, W. W., Wrye, S. W., Banducci, D. R., & Ehrlich, P. (2000). Microvascular anastomosis using 2-octyl cyanoacrylate in the rat femoral artery. *Annals of plastic surgery*, 44(5), 508-511.
- 9.- Kim, B. Y., Choi, B. H., Huh, J. Y., Lee, S. H., Zhu, S. J., & Cho, B. P. (2004). Microvascular anastomosis using cyanoacrylate adhesives. *Journal of reconstructive microsurgery*, 20(04), 317-321.



- 10.- Qu, L., Jing, Z., & Wang, Y. (2004). Sutureless anastomoses of small and medium sized vessels by medical adhesive. *European journal of vascular and endovascular surgery*, 28(5), 526-533.
- 11.- Cho, A. B., & Júnior, R. M. (2007). Effect of fibrin adhesive application in microvascular anastomosis: a comparative experimental study. *Plastic and reconstructive surgery*, 119(1), 95-103.
- 12.- Wain, R. A. J., Hammond, D., McPhillips, M., Whitty, J. P. M., & Ahmed, W. (2016). Microvascular anastomoses: suture and non-suture methods. *Surgical Tools and Medical Devices*, 545-562.
- 13.- Galvão, F. H. F., Bacchella, T., & Machado, M. C. (2007). Cuff-glue sutureless microanastomosis. *Microsurgery: Official Journal of the International Microsurgical Society and the European Federation of Societies for Microsurgery*, 27(4), 271-276.
- 14.- Yu, P., Chang, D. W., Miller, M. J., Reece, G., & Robb, G. L. (2009). Analysis of 49 cases of flap compromise in 1310 free flaps for head and neck reconstruction. *Head & Neck: Journal for the Sciences and Specialties of the Head and Neck*, 31(1), 45-51.
- 15.- Cho, A. B., Wei, T. H., Torres, L. R., Júnior, R. M., Rugiero, G. M., & Aita, M. A. (2009). Fibrin glue application in microvascular anastomosis: comparative study of two free flaps series. *Microsurgery: Official Journal of the International Microsurgical Society and the European Federation of Societies for Microsurgery*, 29(1), 24-28.
- 16.- Narushima, M., Koshima, I., Mihara, M., Uchida, G., & Gonda, K. (2008). Intravascular stenting (IVaS) for safe and precise supermicrosurgery. *Annals of plastic surgery*, 60(1), 41-44.
- 17.- Cigna, E., Curinga, G., Bistoni, G., Spalvieri, C., Tortorelli, G., & Scuderi, N. (2008). Microsurgical anastomosis with the 'PCA' technique. *Journal of plastic, reconstructive & aesthetic surgery*, 61(7), 762-766.
- 18.- Biben, J. A., & Atmodiwirjo, P. (2019). Free flap thrombosis in patients with hypercoagulability: A systematic review. *Archives of Plastic Surgery*, 46(06), 572-579.



- 19.- Baynosa, R. C., Stutman, R., Mahabir, R. C., Zamboni, W. A., & Khiabani, K. T. (2008). Use of a novel penetrating, sutureless anastomotic device in arterial microvascular anastomoses. *Journal of reconstructive microsurgery*, 24(01), 039-042.
- 20.- Narushima, M., Mihara, M., Koshima, I., Gonda, K., Takuya, I., Kato, H., ... & Uehara, E. (2009). Intravascular stenting (IVaS) method for fingertip replantation. *Annals of plastic surgery*, 62(1), 38-41.
- 21.- Ulusoy, M. G., Kankaya, Y., Uysal, A., Sungur, N., Koçer, U., Kankaya, D., & Öztuna, D. (2009). "Lid technique": cyanoacrylate-assisted anastomosis of small-sized vessels. *Journal of plastic, reconstructive & aesthetic surgery*, 62(9), 1205-1209.
- 22.- Schwaiger, N., Wu, J., Wright, B., Morrissey, L., Harris, M., & Rohanizadeh, R. (2010). BioWeld® Tube and surgical glue for experimental sutureless venous microanastomosis. *Journal of British Surgery*, 97(12), 1825-1830.
- 23.- Bot, G. M., Bot, K. G., Ogumranti, J., Onah, J. A., Sule, A. Z., Hassan, I., & Dung, E. D. (2010). The use of cyanoacrylate in surgical anastomosis: an alternative to microsurgery. *Journal of surgical technique and case report*, 2(1), 44-48.
- 24.- Egemen, O., Ugurlu, K., Ozkaya, O., Sacak, B., Sakiz, D., & Bas, L. (2011). Anastomosis with fish-mouth technique using fibrin glue. *Journal of Craniofacial Surgery*, 22(3), 1047-1051.
- 25.- Pratt, G. F., Rozen, W. M., Westwood, A., Hancock, A., Chubb, D., Ashton, M. W., & Whitaker, I. S. (2012). Technology-assisted and sutureless microvascular anastomoses: Evidence for current techniques. *Microsurgery*, 32(1), 68-76.
- 26.- Sacak, B., Tosun, U., Egemen, O., Sucu, D. O., Ozcelik, I. B., & Ugurlu, K. (2012). Two-suture fish-mouth end-to-side microvascular anastomosis with fibrin glue. *Journal of Craniofacial Surgery*, 23(4), 1120-1124.
- 27.- Sacak, B., Tosun, U., Egemen, O., Sakiz, D., & Ugurlu, K. (2015). Microvascular anastomosis using fibrin glue and venous cuff in rat carotid artery. *Journal of plastic surgery and hand surgery*, 49(2), 72-76.



- 28.- Liang, X., Sun, G., Hu, B., & Li, J. (2013). Microvascular sutureless adhesive bonding anastomosis with a new soluble hollow stent. *Journal of Craniofacial Surgery*, 24(5), 1823-1827.
- 29.- Liang, X., Cai, H., Sun, G., Liu, Z., Chen, W., & Tang, P. (2014). A novel method of defective vascular reconstruction using 2-octyl-cyanoacrylate and homemade prosthetic component. *Chinese Medical Journal*, 127(5), 882-886.
- 30.- Assersen, K., & Sørensen, J. (2015). Intravascular stenting in microvascular anastomoses. *Journal of reconstructive microsurgery*, 31(02), 113-118.
- 31.- Ritschl, L. M., Fichter, A. M., von Düring, M., Mitchell, D. A., Wolff, K. D., & Mücke, T. (2015). Risk of thromboembolus after application of different tissue glues during microvascular anastomosis. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 136(6), 1216-1225.
- 32.- Özer, F., Nişancı, M., Taş, Ç., Rajadas, J., Alhan, D., Bozkurt, Y., ... & Işık, S. (2017). Sutureless microvascular anastomosis with the aid of heparin loaded poloxamer 407. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*, 70(2), 267-273.
- 33.- Liang, X., Liu, S., Fang, Z., Sun, G., & Guo, Z. (2019). Prevention of vascular anastomotic stenosis with 2-octylcyanoacrylate. *Journal of Craniofacial Surgery*, 30(1), 74-80.
- 34.- Aizawa, T., Kuwabara, M., Kubo, S., Domoto, T., Aoki, S., Azuma, R., & Kiyosawa, T. (2018). Sutureless microvascular anastomosis using intravascular stenting and cyanoacrylate adhesive. *Journal of Reconstructive Microsurgery*, 34(01), 008-012.
- 35.- Ilie, V., Haddad, R., & Moisisdis, E. (2019). Sutureless Microvascular Anastomosis: Literature Review." *International Microsurgery Journal* 3 (2019): 2019; 3 (2): 1.
- 36.- Orădan, A. V., Dindelegan, G. C., Vinaşi, R. C., Muntean, M. V., Dindelegan, M. G., Chiriac, L., & Volovici, V. (2022). Reduction of anastomotic time through the use of cyanoacrylate in microvascular procedures. *Plastic Surgery*, 30(4), 335-342.
- 37.- Kamath, J. B., Kamath, S. J., & Bhardwaj, P. (2007). A triad of technical tips to make microvascular repair simple and quick. *Plastic and reconstructive surgery*, 120(3), 819-821.



- 38.- Pikoulis, E., Rhee, P., Nishibe, T., Leppäniemi, A. K., Fishback, N., Hufnagel, H. V., ... & Rich, N. M. (1998). Arterial reconstruction with vascular clips is safe and quicker than sutured repair. *Cardiovascular Surgery*, 6(6), 573-578.
- 39.- Chen, Y. X., Chen, L. E., Seaber, A. V., & Urbaniak, J. R. (2001). Comparison of continuous and interrupted suture techniques in microvascular anastomosis. *The Journal of hand surgery*, 26(3), 530-539.
- 40.- Marchi, F., & Wei, F. C. (2022). Microsurgical Procedures in Plastic Surgery. *Textbook of Plastic and Reconstructive Surgery: Basic Principles and New Perspectives*, 125-139.
- 41.- Mohan AT, Abdelrahman AM, Anding WJ, Lowndes BR, Blocker RC, Hallbeck MS, et al. Human factors in microsurgery simulation: evaluation of a basic microsurgical skills training course and impact on trainee confidence and workload. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2022;75(10):3646–3654. doi:10.1016/j.bjps.2022.02.004.
- 42.- Mattar TGM, Santos GB dos, Telles JPM, Rezende MR, Wei TH, Mattar Júnior R. Structured evaluation of a comprehensive microsurgical training program. *Clinics (São Paulo)*. 2021;76:e3194. doi:10.6061/clinics/2021/e3194.
- 43.- Molle M, La Padula S. The role of structured training in learning microsurgery: a narrative review. *Plast Reconstr Res Stud*. 2024;3(2). doi:10.57604/PRRS-795.
- 44.- Martínez-López JD, Baeza-Ramos H. Experiencia clínica de acopladores venosos microvasculares en colgajos libres. *Cir Plást (Mex)*. 2022;32(4):172–176. doi:10.35366/108771.
- 45.- Ross DA, Chow JY, Shin J, Restifo R, Joe JK, Sasaki CT, Ariyan S. Arterial coupling for microvascular free tissue transfer in head and neck reconstruction. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2005;131(10):891–895. doi:10.1001/archotol.131.10.891. PMID:16230592.
- 46.- Weichman KE, Wilson SC, Saadeh PB, Ceradini DJ, Levine JP, Hirsch DL, et al. Anastomotic couplers in head and neck reconstruction: a 12-year review of 1051 venous anastomoses. *Plast Reconstr Surg*. 2014;133(6):937e–944e. doi:10.1097/PRS.0000000000000220.



- 47.- Wei FC, Mardini S. Microsurgical reconstruction: current practice and future trends. *Clin Plast Surg*. 2015;41(1):1–12. doi:10.1016/j.cps.2013.09.006.
- 48.- Nolte D, Amler S, Langer S, Weigel G, Hallermann C. Cyanoacrylate tissue adhesives in microvascular surgery: time savings and complications. *Eur J Plast Surg*. 2014;37(1):43–48. doi:10.1007/s00238-013-0865-z.
- 49.- Tos P, Titolo P, Chirila NL, Catalano F, Artiaco S, Battiston B. Alternative techniques for microvascular anastomosis: literature review and clinical validation. *Handchir Mikrochir Plast Chir*. 2008;40(5):295–302.
- 50.- Redaelli CA, Oertli D, Seiler C. Application of tissue adhesives in arterial microanastomosis: a systematic review. *Int J Surg*. 2013;11(9):791–795. doi:10.1016/j.ijsu.2013.07.003.
- 51.- Lee HB, Ranganathan K, Drohan B, Lee BT, Orgill DP. Vascular toxicity of cyanoacrylate tissue adhesives. *Plast Reconstr Surg*. 2010;125(5):1592–1600.
- 52.- Sharma A, Sayed T, Dillard T, Gohritz A, Germann G, Leffler M. Vascular adhesives in microanastomosis: are we there yet? *Ann Plast Surg*. 2013;71(5):538–543. doi:10.1097/SAP.0b013e318295f26c.
- 53.- Bhagat VM, Nayak VM. Tissue adhesives in vascular surgery: current status. *Indian J Surg*. 2008;70(5):211–216. doi:10.1007/s12262-008-0054-5.
- 54.- Suri MP, Cheong RT, Arora R, Wang Y, Ong YS, Tan BK. Evaluation of BioGlue and cyanoacrylate in microvascular surgery: a comparative study. *Microsurgery*. 2016;36(8):662–668. doi:10.1002/micr.30061.
- 55.- Mücke T, Hapfelmeier A, Hölzle F, Mitchell DA, Loeffelbein DJ. Experimental evaluation of tissue adhesives for microvascular anastomosis. *J Reconstr Microsurg*. 2011;27(6):345–350. doi:10.1055/s-0031-1275223.



22.- ANEXOS



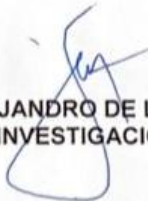
Chihuahua, Chih. a 19 de Mayo de 2025
Oficio: SIP/364/25
Asunto: Dictamen de protocolo

**DR. RAÚL MANUEL FAVELA CAMPOS
PRESENTE.-**

Por medio de la presente me permito comunicarle que el **DESCRIPCIÓN DE UNA NUEVA TÉCNICA DE ANASTOMOSIS MICROVASCULAR SIN SUTURAS UTILIZANDO CIANOACRILATO EN MODELO BIOLÓGICO VIVO Y SU COMPARACIÓN CON LA TÉCNICA TRADICIONAL** con número de registro interno **CI-093-24**, ha sido revisado y es **APROBADO** por el Comité de Investigación de la Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas.

Sin más por el momento, quedo de Usted.

ATENTAMENTE
"MENTI DA LUCEM, MANIBUS ARTEM"


DR. SAID ALEJANDRO DE LA CRUZ REY
SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS BIOMÉDICAS
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
Circuito Universitario, Campus II C.P. 31125
Teléfonos: 52(614) 238 6030 / (614) 439 1500 ext. 3534
Chihuahua, Chih., Mex.
www.fm.uach.mx





Chihuahua, Chih. a 18 de Agosto de 2025
Oficio: SIP/633/2025
Asunto: Dictamen de protocolo

**DR. RAÚL MANUEL FAVELA CAMPOS
PRESENTE.-**

Por medio de la presente me permito comunicarle que el protocolo **DESCRIPCIÓN DE UNA NUEVA TÉCNICA DE ANASTOMOSIS MICROVASCULAR SIN SUTURAS UTILIZANDO CIANOACRILATO EN MODELO BIOLÓGICO VIVO Y SU COMPARACIÓN CON LA TÉCNICA TRADICIONAL**, con número de registro interno **CI-093-24**, ha sido revisado y es **APROBADO** por el Comité Institucional para el Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio (CICUAL) de la Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas.

Sin más por el momento, quedo de Usted.

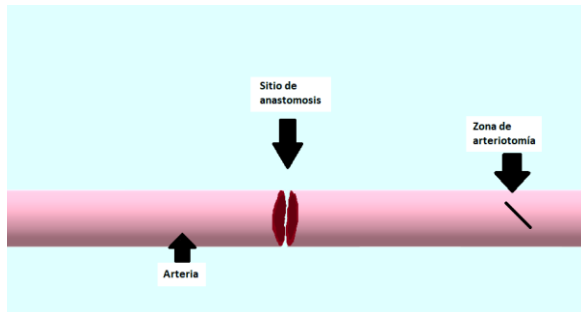
**ATENTAMENTE
"MENTI DA LUCEM, MANIBUS ARTEM"**



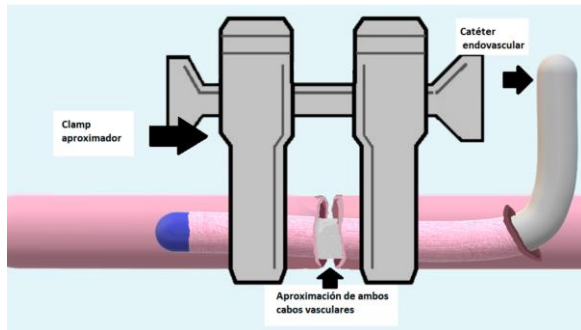
DR. SAID ALEJANDRO DE LA CRUZ REY
SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS BIOMÉDICAS
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
Circuito Universitario, Campus II C.P. 31125
Teléfonos: 52(614) 238 6030 / (614)439 1500 ext. 3534
Chihuahua, Chih., Mex.
www.fm.uach.mx

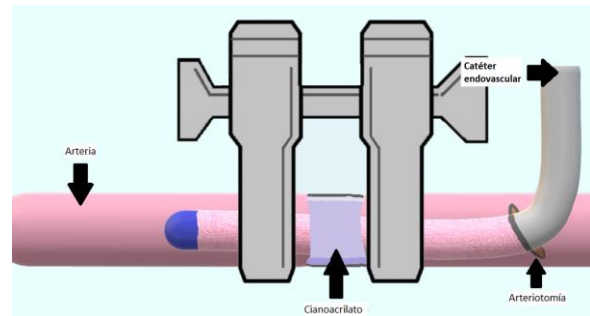




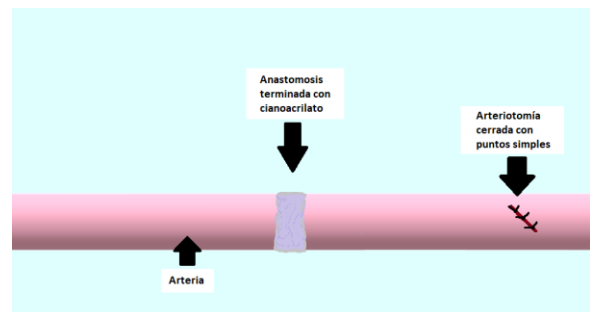
Anexo 1. Esquema de arteria con un segmento interrumpido, se señala el sitio donde se realizará la anastomosis microvascular y la zona de planeación de la arteriotomía, la cual deberá estar al menos a tres centímetros de distancia de la zona de anastomosis.



Anexo 2. Esquema de arteria con ambos cabos vasculares aproximados con un clamp aproximador, se ha realizado la introducción del catéter endovascular a través de la arteriotomía, el cual se mantiene en su sitio gracias a la ayuda del clamp.



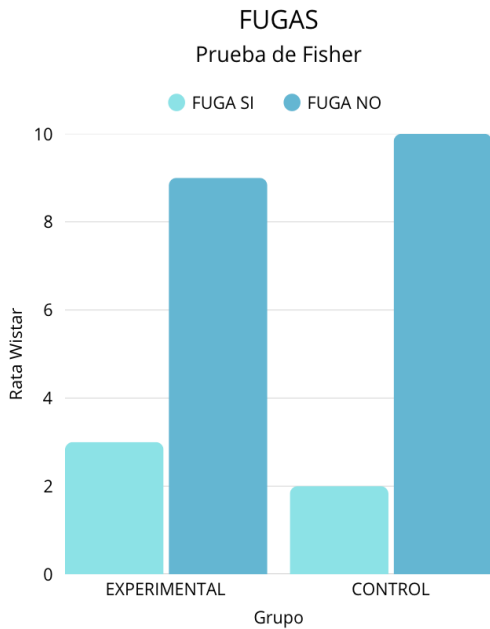
Anexo 3. Esquema de colocación de cianoacrilato en el sitio de anastomosis microvascular, una vez aproximados ambos extremos vasculares, los cuales tienen que estar en completo contacto para evitar la entrada del cianoacrilato hacia el lumen. El catéter endovascular asegura la permeabilidad vascular durante el procedimiento.



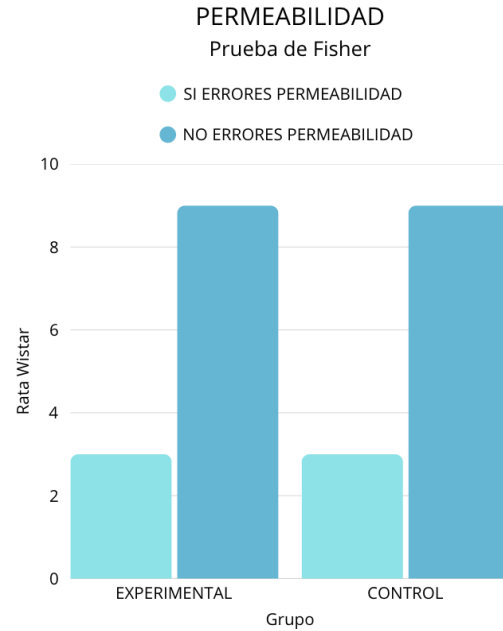
Anexo 4. Esquema de anastomosis con cianoacrilato terminada. Arteriotomía cerrada con puntos simples.

Anexo 5. Cuestionarios de registro de variables:

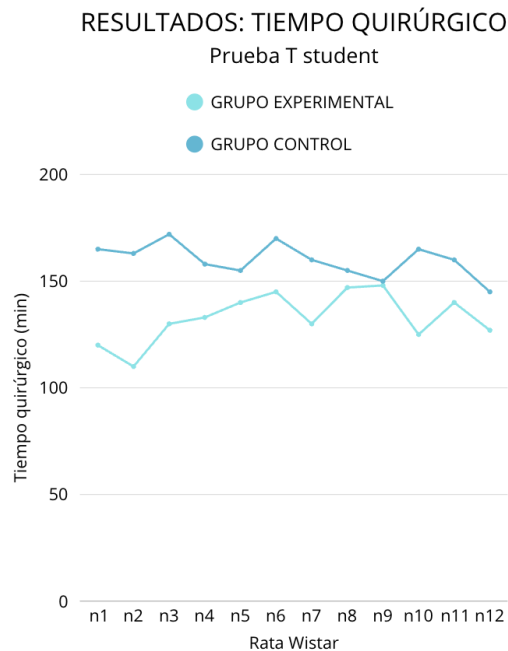
https://docs.google.com/document/d/1es_8yPiKrkyFecVTMCsTRJEgWNpDEyRAoGBDrILGJMA/edit?usp=sharin



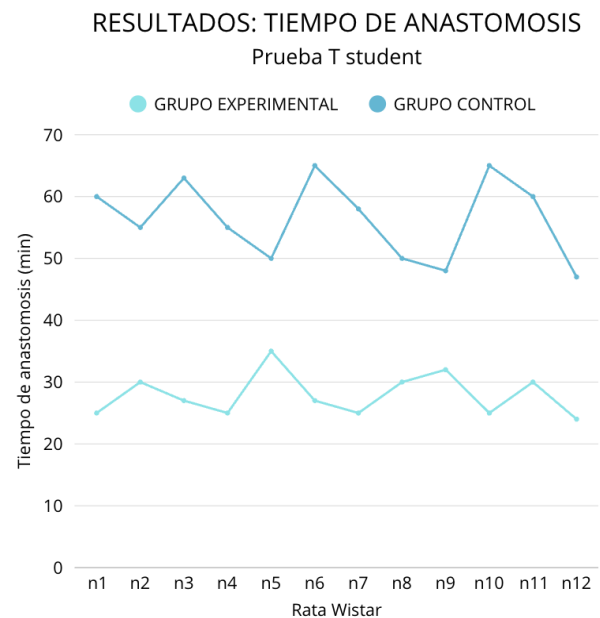
Anexo 6. Resultados sobre la presencia de fugas. Analizados mediante la prueba de Fisher, obteniendo como resultado **p=1**



Anexo 7. Resultados de fallas en la permeabilidad del vaso. Analizados con la prueba de Fisher, obteniendo como resultado **p=1**



Anexo 8. Resultados del tiempo quirúrgico. Analizados mediante la prueba t Student, obteniendo como resultado **p=0,00009136213919**

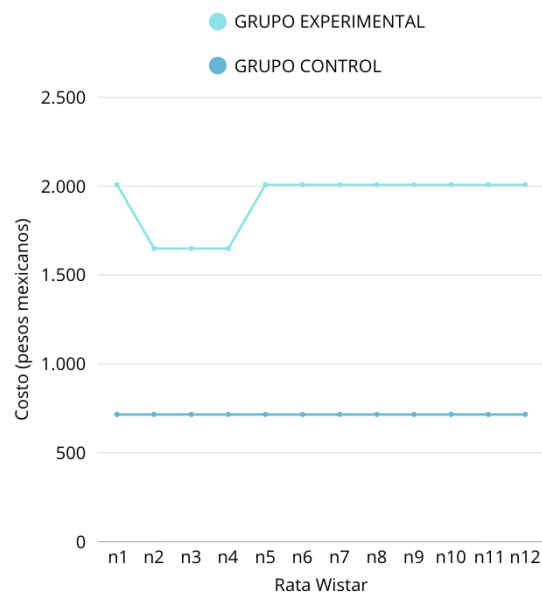


Anexo 9. Resultados del grupo experimental y control del tiempo de anastomosis. Analizados mediante la prueba T student, obteniendo como resultado **p= 0,000000172025311**



RESULTADOS: COSTOS

Prueba T student



Anexo 10. Resultados del costo de anastomosis. Analizados mediante la prueba T student, obteniendo como resultado **p= 0,00000355165**