

Evaluación del Efecto del Entrenamiento con Modelos Simulados en el Desempeño en Técnicas de Reparación Microvascular

Laura Cristina Zambrano Jerez

Trabajo de Grado para Optar al Título de Especialista en Cirugía Plástica, Estética y Reconstructiva

Directora

Dra. Mónica Alexandra Ramírez Blanco

Especialista en Cirugía Plástica, Fellowship en Cirugía de Mano.

Codirector

Dr. Diego Fernando Alarcón Ariza

Especialista en Cirugía Plástica, Fellowship en Cirugía de Mano.

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Salud

Escuela de Medicina

Especialización en Cirugía Plástica, Estética y Reconstructiva.

Bucaramanga

2023

Dedicatoria

A Dios, por las innumerables bendiciones que ha vertido sobre mí a lo largo de mi existencia, permitiéndome materializar mis aspiraciones más profundas. Expreso mi sincero reconocimiento a mis padres y mis hermanos, por todo su esfuerzo y enorme sacrificio, sin ellos no podría ser la persona en la que me he convertido, gracias a su amor infinito, el ejemplo de la perseverancia, la determinación y la constancia, para cumplir las metas que me he propuesto.

A Diego, por ser mi gran mentor, motivación e inspiración, en cada paso, una base fuerte para construir y llegar lejos juntos. Aprecio profundamente su disposición a escucharme y alentarme en los momentos en que la senda se tornaba más difícil, brindándome el apoyo necesario para superar cualquier obstáculo.

Agradecimientos

A la Universidad Industrial de Santander, mi alma máter, el sueño que tanto perseguí, es un honor poder graduarme como especialista en cirugía plástica de esta prestigiosa institución.

Agradezco sinceramente a mis directores de tesis y a mis estimados docentes, quienes me brindaron el espacio y la disposición necesarios para llevar a cabo un proyecto que, en ciertos momentos, parecía inalcanzable. Mi gratitud se extiende por su constante respaldo, valiosa enseñanza y dirección durante estos fructíferos años.

A mis compañeros de residencia, por aceptar acompañarme en mis talleres, y por cada momento increíble e inolvidable que compartimos a lo largo de estos años.

A mis queridos colegas y amigos, médicos con un interés compartido en nuestra especialización, les reconozco con gratitud por su disposición y dedicación, contribuyendo de manera significativa a la realización de cada taller y la presentación de este trabajo en diversos congresos.

Extendiendo mi reconocimiento al laboratorio de simulación de la Universidad Industrial de Santander y al departamento de Ginecobstetricia del Hospital Universitario de Santander, les agradezco por haberme abierto sus puertas y facilitado los recursos necesarios para llevar a cabo este proyecto.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción.....	12
1 Planteamiento del Problema y Justificación.....	14
2 Pregunta de investigación.....	17
2.1 Hipótesis investigativa.....	17
3 Objetivos.....	18
3.1 Objetivo general.....	18
3.2 Objetivos específicos.....	18
4 Marco teórico.....	19
4.1 Modelos de simulación.....	19
4.2 Nivel de competencia procedimental.....	22
4.3 Evaluación del desempeño.....	23
4.4 Escala de evaluación: Objective Structured Assessment of Technical Skills (OSATS).....	24
4.5 Microcirugía vascular básica.....	24
4.6 Evaluación del temblor con uso del Apple Watch.....	26
5 Metodología.....	27
5.1 Diseño del estudio.....	27
5.2 Población Objetivo.....	27

5.3	Muestra	27
5.4	Criterios de inclusión y de exclusión	27
5.4.1	Criterios de inclusión.....	27
5.4.2	Criterios de exclusión	27
5.5	Procedimientos:.....	28
5.5.1	Diseño y aplicación del currículo:	28
6	Sesiones de Entrenamiento	31
6.1	Aplicación de la escala evaluativa global OSATS	35
6.2	Modelos de simulación.....	36
6.2.1	Modelos no vivos.....	36
6.2.2	Modelos exvivo	37
6.3	Caracterización del árbol vascular placenta y fiabilidad del modelo	38
6.4	Fiabilidad del modelo	39
6.5	Modelo de flujo dinámico con perfusión color de placenta	41
7	Definición de variables	46
8	Consideraciones Éticas	54
9	Tratamiento de datos personales.....	56
10	Análisis Estadístico	58
11	Resultados	59

11.1	Caracterización árbol vascular placentario y su fiabilidad como modelo de simulación.....	59
11.2	Evaluación OSATS.....	64
11.3	Resultados evaluación del tembor.....	67
12	Análisis.....	69
13	Conclusión.....	75
14	Alcances y Potenciales Beneficios del Trabajo de Grado.....	76
	Referencias Bibliográficas.....	77
	Apéndices.....	88

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Comparación de los diámetros de vasos placentarios reportados según autor en la literatura.....	40
Tabla 2. Resultados del cuestionario para evaluar la fiabilidad de la placenta como modelo de simulación microquirúrgica en Cirugía Plástica.....	42
Tabla 3. Variables independientes.....	46
Tabla 4. Variables dependientes.....	51

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Estructura general del programa de formación en simulación.	30
Figura 2. Protocolo de formación con modelos simulados en técnicas de reparación microvascular.	33
Figura 3. Reparación microvascular mediante la técnica de la placenta humana perfundida con colorante.	34
Figura 4. Disección del eje isquiático vascular del muslo de pollo.	35
Figura 5. Medición del diámetro de los vasos placentarios utilizando el paquímetro digital.	38
Figura 6. Preparación de la placenta humana como modelo de simulación.	44
Figura 7. Perfusión de colorantes en el modelo placentario.	45
Figura 8. Fidelidad de la placenta, prege32unta N° 1: resultados por subgrupos.	61
Figura 9. Fidelidad de la placenta, pregunta N° 2: resultados por subgrupos.	62
Figura 10. Fidelidad de la placenta, pregunta N° 3: resultados por subgrupos.	63
Figura 11. Comparación de los puntajes obtenidos en la escala de evaluación específica tipo OSATS en modelos no vivos.	65
Figura 12. . Comparación de los puntajes obtenidos en la escala de evaluación específica tipo OSATS en modelos ex vivo.	66
Figura 13. Comparación de la frecuencia del temblor en la sesión inicial VS la sesión final.	68

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Escala de clasificación específica tipo OSATS para modelo no vivo y ex vivo	88
Apéndice B. Cronograma de actividades.	94
Apéndice C. Presupuesto	97

Resumen

Título: Evaluación del Efecto del Entrenamiento con Modelos Simulados en el Desempeño en Técnicas de Reparación Microvascular

Autor: Laura Cristina Zambrano Jerez

Palabras Clave: Microcirugía, Cirugía Plástica, Formación simulada, Modelos educativos.

Descripción:

Introducción: el entrenamiento microquirúrgico actualmente está limitado por costos elevados, infraestructura, seguridad y expectativas del paciente, reultando en una percepción de déficit del entrenamiento de nuevos cirujanos. Ante esta realidad, los modelos de simulación no vivos y exvivo, ofrecen un entrenamiento controlado, gradual y minimizan el potencial daño animal.

Materiales y métodos: se diseñó y aplicó un protocolo sencillo y económico, en reparación microvascular con modelos no vivos y exvivo, en 11 Residentes de Cirugía Plástica, de 40 horas de duración y 13 sesiones (3 horas cada una), con un módulo teórico y un video explicativo, supervisadas y retroalimentadas por un experto. Se registró en video una sesión diagnostica inicial y una final; posteriormente evaluadas por dos expertos cegados usando una escala de desempeño global, registrando el tremor de cada participante mediante Apple Watch. Se realizó un análisis uni y multivariado. Se consideraron estadísticamente significativos valores de $p < 0,05$.

Resultados: todos los participantes mejoraron los puntajes globales de desempeño. En modelos no-vivos: sesión diagnóstica (SD) = 19.6 puntos (IC: 16.2-23.1 %) VS sesión evaluativa (SE) = 29.6 puntos (IC: 21.8-32 %) $p=0.005$; y en los modelos ex vivo: SD = 15.5 puntos (IC: 12.2-18 %) VS SE= 23.9 puntos (IC: 19.3-28.5 %) $p=0.005$. Se identificó mayor impacto en ejercicios con manipulación de elementos finos, destreza y precisión en movimientos, respeto por el tejido, uso de irrigación, ahorro de sutura y técnica de anudado, los cuales resultan en la obtención de una anastomosis funcional. No se encontró mejoría estadísticamente significativa en el tremor. No se encontró una asociación con un mejor desempeño de participantes que realizaran actividades extracurriculares o de relajación/meditación.

Conclusiones: el currículo permite un entrenamiento estructurado, en modelos no vivos y exvivo, con una mejora estadísticamente significativa en los puntajes globales de desempeño en microcirugía en los participantes

* Trabajo de Grado

** Facultad de Salud. Escuela de Medicina. Especialización en Cirugía Plástica, Estética y Reconstructiva. Directora: Dra. Mónica Alexandra Ramírez Blanco. Especialista en Cirugía Plástica, Fellowship en Cirugía de Mano.Codirector: Dr. Diego Fernando Alarcón Ariza. Especialista en Cirugía Plástica, Fellowship en Cirugía de Mano.

Abstract

Title: Evaluation of the effect of training with simulated models on performance in microvascular repair techniques.

Author: Laura Cristina Zambrano Jerez

Keywords: Microsurgery, Plastic Surgery, Simulated training, Educational models.

Description:

Introduction: microsurgical training is currently limited by high costs, infrastructure, safety and patient expectations, this has led to a perceived lack in the training of new surgeons. Considering this situation, ex vivo simulation models provide a structured and gradual training method while reducing the potential harm to animals.

Materials and Methods: a simple and economical protocol was designed and applied in microvascular repair with ex vivo models in 11 Plastic Surgery Residents, lasting 40 hours and 13 sessions (3 hours each), with a theoretical module and an explanatory video, supervised and fed back by an expert. An initial and a final diagnostic session were recorded on video; subsequently evaluated by two blinded experts using a global rating scale, recording the tremor of each participant using Apple Watch. Uni- and multivariate analysis was performed. Values of $p < 0.05$ were considered statistically significant.

Results: all participants improved overall performance scores. In non-living models: diagnostic session (DS) = 19.6 points (CI: 16.2-23.1 %) VS final evaluative session (FS) = 29.6 points (CI: 21.8-32 %) $p=0.005$; and in ex vivo models: DS = 15.5 points (CI: 12.2-18 %) VS FS= 23.9 points (CI: 19.3-28.5 %) $p=0.005$. A greater impact was identified in exercises with manipulation of fine elements, dexterity and precision in movements, respect for the tissue, use of irrigation, suture saving and knotting technique, which result in obtaining a functional anastomosis. Participants who engaged in extracurricular or relaxation/meditation activities were not associated with better performance.

Conclusions: the curriculum provides structured training in non-living and ex-vivo models and has shown statistically significant improvement in overall microsurgical performance scores for participants.

* Degree Work

** Faculty of Health. School of Medicine. Specialization in Plastic, Aesthetic and Reconstructive Surgery. Director: Dr. Mónica Alexandra Ramírez Blanco. Specialist in Plastic Surgery, Fellowship in Hand Surgery, Co-Director: Dr. Diego Fernando Alarcón Ariza. Specialist in Plastic Surgery, Fellowship in Hand Surgery.

Introducción

Los procedimientos de microcirugía son técnicamente exigentes y requieren la experticia del cirujano. Sin embargo, considerando la creciente preocupación por la seguridad del paciente, las limitaciones económicas de las instituciones y la necesidad de un entrenamiento previo al contexto clínico, los escenarios que permitan alcanzar las habilidades en este campo son escasos. Por tanto, se han desarrollado diversos modelos de entrenamiento que permiten una mejoría substancial en las competencias procedimentales mediante el uso de escenarios de simulación, desde modelos no vivos hasta modelos vivos, siendo estos últimos un factor que plantea preocupaciones éticas y altos costos.

El presente estudio tiene como objetivo describir el efecto de un programa de entrenamiento en técnicas de reparación microvascular mediante el uso de modelos de simulación no vivos y ex vivo, sobre el desempeño de los residentes del programa de Cirugía Plástica.

El currículo se propone como un entrenamiento con contenido secuencial teórico-práctico de enseñanza de técnicas microquirúrgicas con dificultad ascendente, en 13 sesiones, en un entorno simulado, seguro, con uso de modelos inorgánicos y orgánicos ex vivo, reduciendo la experimentación animal. Tiene una duración de 40 horas, con evaluación del desempeño mediante escalas según normativa Objective Structured Assessment of Technical Skills (OSATS).

Se espera al finalizar el programa, obtener una mejoría en el desempeño de habilidades en reparación microvascular de los residentes participantes, generando un impacto positivo en el

desempeño en la práctica clínica y el desarrollo de futuras investigaciones en esta área con el fortalecimiento en el uso de modelos simulados como parte del programa académico del postgrado.

1 Planteamiento del Problema y Justificación

La microcirugía es un área fundamental de la cirugía plástica reconstructiva actual, al permitir la transferencia de tejidos libres para la recuperación funcional y estética óptima, en una amplia gama de defectos tisulares complejos. Su progreso se ha visto favorecido por el aumento de las lesiones musculoesqueléticas, generando un impacto en la carga de enfermedad alrededor del mundo (1) y ha facultado su uso extendido en las diferentes especialidades como otorrinolaringología, ortopedia y neurocirugía. Sin embargo, en muchos de los países en vías de desarrollo la microcirugía no se encuentra disponible o se practica de forma rudimentaria.

Con las técnicas actuales, las tasas de éxito de los colgajos libres en países desarrollados son tan altas como 97% -99% y a pesar de ello se encuentran complicaciones perioperatorias hasta del 36,1% (2,3). En los países de bajos y medianos ingresos se han encontrado diferentes barreras que no permiten un adecuado entrenamiento y/o práctica microquirúrgica como: falta de equipo quirúrgico, disponibilidad de quirófanos, capacitación adecuada entre pares, acceso apropiado al cuidado posoperatorio de heridas, compensación y apoyo de alto nivel de colegas (4). Los reportes en Latinoamérica describen tasas de éxito hasta el 95 % y complicaciones del 45 % de los casos (5), para nuestro país las series han descrito una tasa de éxito similar del 95 % en centros con experiencia (6). Aunque es de resaltar que, en Colombia, pocos centros pueden ofrecer un servicio de microcirugía, lo cual afecta directamente a la población que presenta defectos complejos que requieren cobertura aumentando el riesgo de infección, amputación y en algunos casos la muerte (7).

Los procedimientos de microcirugía son técnicamente exigentes y requieren la experticia del cirujano, sin embargo, la cantidad de casos que permitan alcanzar las habilidades en este campo son limitados (8). La base fundamental de la práctica microquirúrgica es un equipo humano con una correcta capacitación y destreza, es decir que tenga una curva de aprendizaje a través de programas de entrenamiento eficientes con dificultad ascendente y el número de pacientes que le permita dar continuidad a las habilidades desarrolladas (9).

Los cursos y entrenamientos por medio de modelos de simulación ofrecen una capacitación gradual desde la práctica en modelos animados e inanimados. Cabe destacar que la realización de entrenamientos en modelos animados plantea preocupaciones éticas y aumento de costos, por lo cual la búsqueda de modelos alternativos y ampliamente disponibles es necesaria (10,11). La simulación en microcirugía es un campo en constante crecimiento, con múltiples modelos disponibles en la actualidad, siendo los modelos de banco de tejidos y de tejido animal cadavérico los más utilizados (12,13).

Numerosos estudios destacan el impacto de los modelos de simulación en la adquisición de habilidades microquirúrgicas en técnicas microvasculares y de nervio periférico (14,15) . Por ejemplo, el uso de modelos inanimados tiene la ventaja de fomentar una evaluación válida de la destreza adquirida, mientras que los vasos de tejidos animales criopreservados resultan efectivos para el entrenamiento en anastomosis y finalmente, avanzar hacia la realización de colgajos libres en modelos animados con ratas (16). En el presente, por medio de los avances tecnológicos, la realidad virtual puede incorporar y producir escenarios reales que permitan un entrenamiento mediante E-learning, sin embargo, no cuentan con la retroalimentación táctil quirúrgica que promueven los escenarios no virtuales.

Al analizar el creciente requisito de una formación básica en habilidades en técnicas de reparación microvascular y el mantenimiento de estas habilidades, es evidente la necesidad de un programa de entrenamiento con dificultad ascendente soportado en los espacios de simulación, con uso de modelos sintéticos y biológicos, sin la utilización de los modelos de enseñanza tradicional que incluyen animales vivos generando sobre costos, requerimiento de infraestructura especializada y cuestiones éticas y legales, reduciendo así la experimentación en animales (17).

Un curso intensivo de entrenamiento debe ser el punto de partida para adquirir experiencia en microcirugía, brindando al residente una mejor comprensión de la textura y forma del tejido, adecuada precisión quirúrgica y destreza manual fina, coordinación cerebro-ojo-mano-pie, visualización tridimensional, capacidad de concentración en los detalles y en un campo quirúrgico muy pequeño, de igual forma promueve la paciencia y el manejo de la frustración (18).

Dadas las anteriores consideraciones se decide plantear la siguiente pregunta de investigación.

2 Pregunta de investigación

¿Cuál es el efecto del uso de programas de simulación en el desempeño en competencias quirúrgicas en reparación microvascular?

2.1 Hipótesis investigativa

Dado el propósito del estudio, se plantea como hipótesis.

Existe diferencia significativa en el puntaje de competencia en técnicas en reparación microvascular del Residente de Cirugía Plástica, medido con la OSATS (Objective Structured Assessment of Technical Skills), al finalizar el programa de entrenamiento con modelos simulados, en comparación con la puntuación obtenida en la evaluación preliminar.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Describir el efecto de un programa de simulación en modelos no vivos y exvivo en las competencias de los residentes del programa de Cirugía Plástica en técnicas de reparación microvascular.

3.2 Objetivos específicos

- Adaptar e implementar un programa de entrenamiento en modelos no vivos y exvivo para técnicas de reparación microvasculares, enfocado en capacitar a los participantes en el manejo experto del instrumental y la ejecución precisa de las técnicas.
- Caracterizar los residentes del programa de Cirugía Plástica incluidos en el estudio, en términos de las variables sociodemográficas, el entrenamiento previo en microcirugía y la realización habitual de actividades relacionadas con destrezas motoras y de la gestión de las emociones.
- Caracterizar morfológicamente las placentas humanas y su respectivo árbol vascular.
- Describir una técnica de preparación del modelo de simulación de placenta humana con perfusión de color reproducible.
- Establecer la diferencia en el puntaje de competencia en técnicas microvasculares de los residentes obtenido en una sesión diagnóstica y una sesión evaluativa final al finalizar el programa de simulación.

4 Marco teórico

4.1 Modelos de simulación

Tradicionalmente, el entrenamiento quirúrgico en microcirugía se centra en la ejecución diaria de casos quirúrgicos reconstructivos, que se realizan bajo la orientación del cirujano principal (19).

Un simulador es, básicamente, un sustituto de lo real y puede tener muchas y muy variadas formas. En la actualidad, son numerosos los modelos orgánicos e inorgánicos que permiten entrenamientos en escenarios simulados que ayudan a familiarizar al personal en formación y al perfeccionamiento de las técnicas a los cirujanos ya formados (20).

El Microcirujano en formación, durante su fase inicial, requiere practicar con modelos inanimados antes de trabajar con animales de experimentación. El uso de animales en cirugía experimental está cada vez más restringido por las sociedades protectoras y las nuevas leyes. En la literatura se encuentran numerosos modelos, cada uno con sus propias ventajas y desventajas, lo que complica considerablemente la selección (21).

Los simuladores se clasifican por su fidelidad, es decir, su similitud con pacientes vivos, desde baja, media o alta, no obstante, los primeros dos aportan su fácil uso y alta portabilidad, además de haber demostrado cumplir su objetivo de mejorar significativamente la adquisición de habilidades técnicas entre los microcirujanos novatos (14), logrando incluso alcanzar un nivel similar al de los cirujanos experimentados (22) y llegando a ser tan efectivos como los modelos de alta fidelidad (animales vivos) para proporcionar las habilidades básicas en microcirugía (14).

El uso de modelos orgánicos, anatomopatológicos como la placenta humana y el uso de cadáveres humanos en el entrenamiento de habilidades microquirúrgicas ofrece ventajas en comparación con tejidos animales, dado por anatomía y textura del tejido (23); y aportan alta validez de apariencia, contenido y de constructo (12).

Desde 1979, Cohen sugirió como modelo no animal, el uso de placenta humana con posterior popularización de su uso (24), en su mayoría como modelos de entrenamiento en neurocirugía, por su similitud con las principales arterias cerebrales y la posibilidad de generar y reparar aneurismas por el cirujano. La placenta humana, es un modelo disponible y realista; el uso de un único cotiledón placentario de 5 x 3 cm permite suficiente material para más de una docena de anastomosis microquirúrgicas y la variedad de vasos puede simular la mayoría de los calibres de la anastomosis vascular (25). Tiene un rico árbol vascular de 87 cm de arterias y venas, útiles para realizar reparación microvascular (24). Respecto de la forma de uso y preservación de la placenta, es posible almacenarla a una temperatura de 4-10°C durante 6-24 horas (26,27) o 3° C y utilizarla durante 4 días o una semana (28), o congelarla a -18° C y aumentar el tiempo viable hasta 40 días, según descripciones de la literatura (27,29). Se encontró durante la práctica que la placenta se puede utilizar de 20-22°C sin refrigeración, al menos durante 6 a 8 horas antes que el tejido se torne friable y muy delicado.

En cuanto al proceso de preparación, la mayoría de los estudios anteriores describen el uso de solución salina (30) y heparina (27) y luego perfundirla con solución salina normal coloreada (con diferentes tipos de soluciones colorantes)(28,29,31) . Otros informes han utilizado silicona más catalizador para la simulación de tumores (32). Sin embargo, una valiosa herramienta es la preparación como modelo de flujo dinámico con perfusión de color con rojo

carmin y azul de metileno el cual se conecta a un sistema de macrogoteo para permitir el flujo continuo (33).

En Colombia, hay reporte del uso de la placenta en el área de microcirugía. El grupo de investigación en simulación de la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud (FUCS), desarrollo y presentó en el III Congreso Nacional e Internacional de Simulación Clínica en el 2018: entrenamiento de habilidades y destrezas en microcirugía experimental con modelo orgánico de placenta.

El uso del modelo de muslo de pollo permite una aproximación a los calibres vasculares para anastomosis de mayor frecuencia en cirugía reconstructiva, aporta 2 vasos principales, la arteria (1-2mm) y vena isquiática (2-3mm), es de bajo costo, fácil almacenamiento y preparación y mejora las habilidad microquirúrgicas, además de contar con validez de constructo y fiabilidad (34,35).

Hay diferentes métodos para la conservación de las placentas, y una de las técnicas de fijación y conservación anatómica más realizadas, contienen formol, al considerar su reducido costo(36). Estas tienen varias desventajas como el olor irritante, rigidez, cambios de coloración de las estructuras, así como toxicidad con potencial cancerígeno, teratogénico y mutagénico para quien lo manipula. Por esto, es deseable utilizar soluciones sin formol, como es el método de Prives el cual está libre de formol. Los estudios muestran que las placentas conservadas con el método de Prives presentan mejor conservación con relación a su diámetro, consistencia, color y menor olor irritante en relación a las placentas tratadas con formol (36).

4.2 Nivel de competencia procedimental

Para la medición del desempeño, es importante resaltar los pilares fundamentales de las mediciones: confiabilidad, validez, ecuanimidad. Una medición es por tanto una herramienta para un uso previamente intencionado. La correspondencia entre los resultados de una medición y su empleo intencionado debe ser respaldada por evidencias teórica y empírica. A estas les llamamos evidencia de validez de una medición. Al nivel de confianza sobre los puntajes que entrega un instrumento le llamamos confiabilidad. Una medición, para cumplir su propósito adecuadamente, debe permitir al examinado demostrar su potencial real, independientemente de sus características personales, para que pueda considerarse imparcial. La confiabilidad de una medición es la propiedad más importante de un test, siendo un requisito para alcanzar los otros dos pilares fundamentales: validez e imparcialidad. Conceptualmente, la confiabilidad se opone al concepto de error de una medición, es decir, una medición que entrega resultados afectados por error de medición no puede ser argumentada como válida ni como imparcial (37).

La validez de constructo: se evalúa investigando las propiedades psicológicas que son medidas por una prueba, requiriendo simultáneamente de una aproximación lógica y empírica.

La validez de contenido: se evalúa analizando si el contenido de la prueba es una buena muestra de las situaciones o el contenido sobre el que se pretende sacar conclusiones. Los estándares explícitamente indican que este tipo de validez es especialmente importante en casos de mediciones de logro.

Validez predictiva: se evalúa analizando que tan bien se confirman las predicciones basadas en la prueba por evidencia recolectada después de dicha prueba. Se menciona explícitamente el uso predictivo en casos de inteligencia, vocacionales y resultados.

Validez concurrente: se evalúa analizando que tan bien los resultados de la prueba corresponden a otras pruebas tomadas al mismo tiempo (37).

La calidad técnica de una medición se basa en tres pilares fundamentales: la confiabilidad y precisión de un test, la evidencia de su validez para los propósitos específicos de la medición y la imparcialidad que, originalmente concebida como una faceta de la validez, enfatiza la importancia de que una medición muestre brechas que le anteceden, y no que contribuya a generarlas mediante situaciones injustas en las distintas fases de desarrollo, aplicación y puntuación de test. Contar con evidencia de confiabilidad, validez e imparcialidad es de suma relevancia para asegurar que las interpretaciones que se realicen de los resultados entregados por una medición sean adecuadas, como también para que pueda ser utilizada conforme a los fines propuestos, lo cual es la esencia de los planteamientos formulados en los estándares para la medición educativa (37).

4.3 Evaluación del desempeño

- Para evaluar el desempeño alcanzado posterior a los programas de entrenamiento en microcirugía se han aplicado varias escalas, las cuales se describen en la revisión de Dumestre y colaboradores (2015) (38).
- Evaluación de la adquisición de habilidades después de un curso de microcirugía para residentes de Oftalmología OSATS (Objective Structured Assessment of Technical Skills) (39), creada en 1996 en la Universidad de Toronto y la cual ha demostrado confiabilidad moderada a alta y con adecuada buena validez del constructo (40,41).
- Escala microquirúrgica de Stanford en el residente en entrenamiento SMART (42).
- Instrumento de evaluación en la adquisición de habilidades microquirúrgicas de la Universidad de Ontario occidental UWOMSA (43).

- Evaluación estructurada de las habilidades en Microcirugía SAMS, la cual fue validada en un estudio con 118 casos de microcirugía realizados durante 1 años de seguimiento (44).

4.4 Escala de evaluación: Objective Structured Assessment of Technical Skills (OSATS)

La escala OSATS descrita originalmente por Reznick y col., cuenta con alta confiabilidad y validez de constructo, permitiendo la evaluación de las habilidades quirúrgicas de los residentes (45); encontrando que las calificaciones globales son un mejor método de evaluación que las listas de chequeo específicas por tarea (46). La escala fue validada suprimiendo el uso el “uso de asistentes” (47), igualmente se validó una encuesta modificada basada en vídeo para otras especialidades quirúrgicas (39) lo que la hace de esta una escala sencilla y útil para un currículo como el presentado.

4.5 Microcirugía vascular básica

Las arterias están compuestas con una íntima que contiene el endotelio vascular, seguido por una media la cual es la mayor de las 3 capas y está formada por fibras musculares lisas y elásticas y una adventicia formada por fibras elásticas y colágenas. Las venas tienen una composición similar, pero con una media mucho más delgada que en las arterias y siendo la adventicia la mayor de las 3 capas.

Las Normas de O’Brien(48), permiten un ejercicio correcto de la reparación microvascular:

1. Suturar sólo vasos normales
2. Suturar vasos de diámetros similares

3. Realizar sutura término-terminal siempre que sea posible
4. Evitar la tensión en la línea de sutura
5. Evitar torsión de los cabos

Reglas de Cobbet para la sutura (1967) (48)

- I. No pellizcar la íntima: su lesión ocasiona el contacto de la sangre del interior del vaso con las fibras colágenas de la capa media, pudiendo producir una trombosis.
- II. Adventicectomía: el no hacerlo dificulta la visión correcta del plano de sección y además ocasiona la invaginación en el interior de la luz de fragmentos de la misma, que producirán agregación plaquetaria y trombosis.
- III. Irrigación de la luz vascular: con suero heparinizado para mantenerlo limpio, evitando que queden coágulos en el interior de la luz, que producirían trombosis al soltar el clamp.
- IV. Evitar la sutura de la cara anterior y posterior entre si
- V. Dar un número correcto de puntos
- VI. No renunciar si la primera sutura falla
- VII. Evitar el estancamiento de la sangre alrededor de la sutura

Para continuar con una reparación apropiada, con respecto a la técnica de sutura arterial se inicia con la correcta colocación de clamps, seguido de arteriotomía, irrigación de los vasos, adventicectomía, dilatación de las bocas vasculares y finalmente la técnica del punto, que puede ser una sutura con biangulación asimétrica. La técnica de sutura también puede ser terminolateral. En relación con la sutura venosa, ésta es más laboriosa, dada la tendencia al

colapso; se realiza una adventicectomía mínima, abundante irrigación del campo quirúrgico y la venorrafia se realiza con una tensión leve de la línea de sutura(48).

4.6 Evaluación del tremor con uso del Apple Watch

El tremor es un movimiento involuntario, rítmico y oscilante, que puede ser imperceptible durante las actividades diarias (49), sin embargo, juega un papel importante en la microcirugía (50). Su medición suele requerir equipos complejos y personal capacitado (51), aunque recientemente se han desarrollado nuevos dispositivos e interfaces que podrían ser prometedoras para llevar un registro más sencillo.

Estudios han evaluado la destreza de un cirujano experto respecto de aquellos novatos, mediante captura de movimiento por video, concluyendo que los cirujanos experimentados realizan movimientos más precisos en un período de tiempo más corto (52).

5 Metodología

5.1 Diseño del estudio

Ensayo cuasi-experimental, de diseño antes y después.

5.2 Población Objetivo

Residentes del posgrado de Cirugía Plástica, Estética y Reconstructiva de la Universidad Industrial de Santander.

5.3 Muestra

Muestreo no probabilístico, a conveniencia. Recolección de datos no aleatorizada del total de residentes que realizan su especialización en Cirugía Plástica, Estética y Reconstructiva en el año 2022 y que cumplieron con los criterios de inclusión.

5.4 Criterios de inclusión y de exclusión

5.4.1 *Criterios de inclusión*

Residentes del posgrado Cirugía Plástica que acepten participar del programa de entrenamiento y evaluación y grabación de las sesiones programadas, firmando el consentimiento informado.

5.4.2 *Criterios de exclusión*

Residentes del posgrado Cirugía Plástica que hayan realizado o se encuentren realizando programas formales de entrenamiento en microcirugía adicionales a la formación contemplada en el pensum de la carrera.

5.5 Procedimientos:

El ensayo se desarrolló y completó en 12 meses. El apéndice B contiene una lista detallada de las actividades realizadas y el tiempo de ejecución. El presupuesto para este trabajo de investigación se detalla en el apéndice C.

5.5.1 *Diseño y aplicación del currículo:*

Se diseñó y aplicó un protocolo sencillo y reproducible, en técnicas de reparación microvascular con el uso de modelos simulados: modelo no-vivos y exvivo, evitando la utilización animal. La estructura general de este protocolo se describe en la ilustración de la Figura 1. Así mismo se realizó la caracterización del árbol vascular placentario incluyendo las variables: calibre de los vasos arteriales y venosos, diámetro y peso de las placentas, inserción del cordón umbilical y grosor central de la placenta. Se utilizaron 18 placentas humanas frescas no patológicas, con resultados negativos en pruebas en el cribado de infecciones comunes. También se describió y aplicó la técnica de preparación de la placenta humana de perfusión color para su uso como modelo de simulación y se realizó una evaluación para determinar la fiabilidad del modelo.

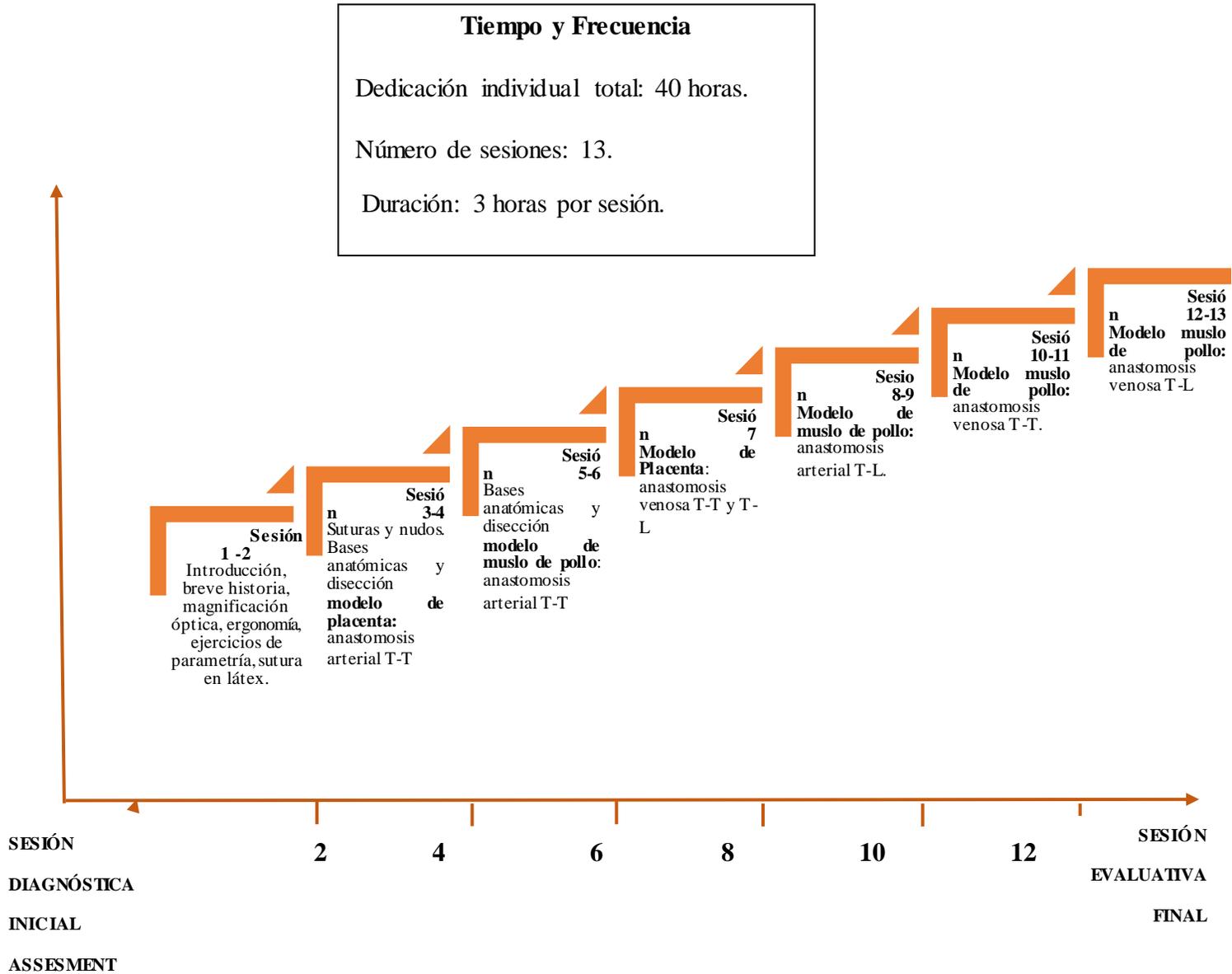
Previo al inicio del programa se recolectaron los datos sociodemográficos relevantes de cada participante y se indagó por la realización de actividades extracurriculares (ej: tocar instrumentos musicales, manualidades, jugar video juegos) y/o uso de técnicas de relajación o yoga. 11 Residentes de Cirugía Plástica realizaron el entrenamiento, ninguno declaró tener entrenamiento microquirúrgico previo. El currículo se creó siguiendo los lineamientos mínimos requeridos para el entrenamiento microquirúrgico según el International Microsurgery Simulation Society (IMSS) (53): duración total de 40 horas de trabajo individual, durante 13

sesiones (duración por sesión 3 horas segmentadas en 90 minutos), utilizando lupas de microcirugía de 3.5 X y microscopio Opmi Pentero de Zeiss, suturas 8.0, 9.0 y 10.0, 2 pinzas (una curva), porta-agujas curvas, tijera microquirúrgica, dilatador de vasos y 2 pinzas para cada alumno.

Cada sesión iniciaba con un módulo teórico y un video explicativo, bajo supervisión de un experto que proporcionaba la retroalimentación al estudiante al finalizar la actividad. Se llevaron a cabo dos sesiones de evaluación, una inicial y otra final. Estas sesiones fueron registradas en video y posteriormente evaluadas de forma cegada por dos Microcirujanos mediante escala OSATS, cuyos resultados quedaron registrados en Google Drive. Además, durante la sesión diagnóstica y la evaluativa final también, se le solicitó a los participantes utilizar un Apple Watch en su mano dominante con la aplicación Tremor Analysis para realizar el registro y evaluación del temblor fisiológico de las manos.

Figura 1

Estructura general del programa de formación en simulación.



6 Sesiones de Entrenamiento

Las sesiones se detallan a continuación:

Sesión diagnóstica: uso de modelos no vivos y exvivo con ejercicios específicos en cada modelo (los cuales se describen puntualmente en el apartado procedimientos), con registro del temblor fisiológico usando Apple Watch y registro en video sin editar, para posterior revisión y aplicación de la escala de calificación global OSATS por dos expertos, para evaluar el desempeño previo al inicio del currículo de cada residente.

Sesión 1 -2: conceptos básicos, instrumental, materiales, medios de magnificación óptica. Ejercicios de ergonomía en microscopio y con lupas(54). Control del temblor manual. Modelos no-vivos: ejercicios de parametría, precisión, corte, sutura y anudado microquirúrgico en distintos elementos. Para los ejercicios de parametría: escritura con lápiz del nombre el cual va disminuyendo progresivamente con intercambio entre mano dominante y no-dominante; ejercicio con cigarrillo con paso de elementos de este entre cajas de Petri; realizar figuras en gasa, con una sutura seda 3.0 ayudado con pinzas de relojero; y suturas microquirúrgicas en modelo de látex y con pétalo de rosa(54) Figura 2.

Sesión 3-4: marco teórico mecánica de la sutura, técnicas en nudos y manejo del instrumental, árbol vascular placentario y disección del tejido, técnicas de anastomosis. Preparación de los vasos y sutura de la pared anterior arterial con puntos separados, repitiendo el procedimiento 3-4 veces, en esta sesión. Y al continuar en la sesión 4 se completó la anastomosis arterial termino-terminal en **placenta** con técnica de preparación perfusión color para evaluación dinámica del flujo (Figura 3)(33).

Sesión 5-6: marco teórico ejes vasculares del **muslo de pollo**, realización de la disección, preparación de los vasos y realización de anastomosis arterial termino- terminal, repitiendo el procedimiento 3-4 veces (Figura 4).

Sesión 7: perfeccionamiento de técnica microvascular y realización de anastomosis venosa termino-terminal, y continuando con disección y realización de anastomosis termino-lateral en modelo de **placenta** con perfusión. Repitiendo cada procedimiento 2 veces. (Figura 3).

Sesión 8- 9: en **muslo de pollo**, realización de disección y técnica de anastomosis arterial termino- lateral. Repitiendo cada procedimiento 3-4 veces.

Figura 2

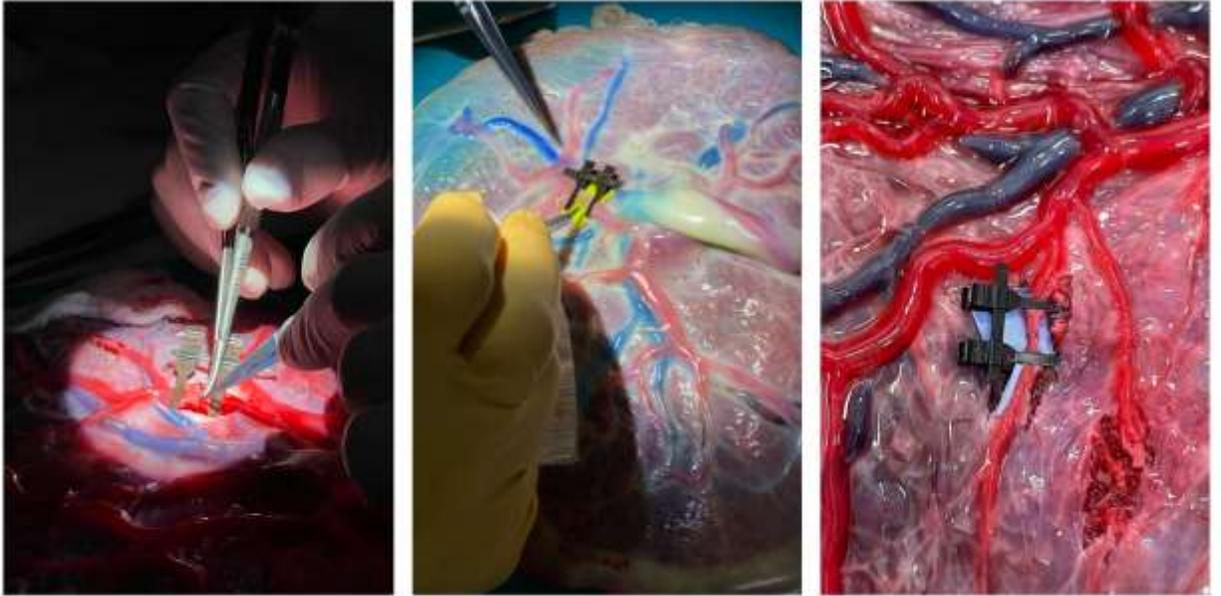
Protocolo de formación con modelos simulados en técnicas de reparación microvascular.



Nota: A) Posición ergonómica al utilizar el microscopio. B) Ejercicio de escritura. C) Transferencia de componentes de Cigarrillos entre Contenedores Petri. D) Ejercicio de gasas. E) Sutura de látex. F) Sutura de pétalo de rosa.

Figura 3

Reparación microvascular mediante la técnica de la placenta humana perfundida con colorante.



Nota: A) Disección arterial y preparación vascular. B) Clamp utilizado para la arteriorrafia. C) Anastomosis termino- terminal arterial

Sesión 10- 11: en **muslo de pollo**, realización de disección y técnica de anastomosis venosa termino- terminal. Repitiendo cada procedimiento 3-4 veces.

Sesión 12- 13: en **muslo de pollo**, realización de disección y técnica de anastomosis venosa termino- lateral venosa. Repitiendo cada procedimiento 3-4 veces.

Figura 4

Disección del eje isquiático vascular del muslo de pollo.



Nota: A) Arteria, V. vena, N. nervio. B) Anastomosis venosa de lado a lado. C) Permeabilidad de la anastomosis arterial.

Sesión evaluativa final: aplicación de los ejercicios específicos ejecutados en la prueba diagnóstica, con registro del tremor fisiológico usando Apple Watch y registro en video sin editar, para posterior revisión y aplicación de la escala de calificación global OSATS por dos expertos, para evaluar el desempeño al finalizar el entrenamiento propuesto.

6.1 Aplicación de la escala evaluativa global OSATS

La evaluación diagnóstica y la evaluación final, se realizó con la escala OSATS aplicada por el Dr. Rojas(55), en un estudio de determinación de los niveles de competencia para entrenamiento básico en microcirugía. 29 Residentes de especialidades médico-quirúrgicas fueron evaluados con un formato a base de ítems y escalas de desempeño según la normativa

OSATS. Estas evaluaciones se realizaron en base a actividades con modelo no-vivos y modelo ex vivo con muslo de pollo. La escala de evaluación abarcaba una calificación de 1 al 5, permitiendo una valoración sencilla de 20 puntos (55). En el Apéndice A se representa la escala.

6.2 Modelos de simulación

6.2.1 Modelos no vivos

Las actividades se fundamentan en ejercicios prácticos, y sencillos. Antes de iniciar, se realizó una introducción que incluyó una breve historia de la microcirugía, manejo del instrumental y modelos de magnificación. También se proporcionó una instrucción en ergonomía, enfocada en la posición correcta del cuerpo frente al microscopio y con el uso de lupas microquirúrgicas. Además, se abordaron aspectos como la parametría y el control del temblor manual.

Se incluyó la instrucción en el uso de suturas, nudos, manejo cuidadoso y preciso de los tejidos y economía de movimientos.

Ejercicio del cigarrillo(56): el participante realizó un corte longitudinal al cigarrillo con el bisturí, separando el papel de envoltura a cada lado con las pinzas de relojero, identificando los elementos del tabaco y con una pinza en cada mano, se tomó uno a uno los elementos del tabaco y se depositaron en la caja de Petri vacía. Se realizó el ejercicio primero con la mano dominante y después con la mano no dominante.

Ejercicio de Escritura(56): en una hoja de papel en blanco, con un lápiz en la mano dominante, realizó el trazo de su nombre y continuó alternando la mano y disminuyendo el tamaño de las letras. El trazo se realizó muy despacio y con la mayor precisión posible.

Figuras en gasa(56): utilizando una hoja blanca con figuras geométricas impresas, con una gasa adherida sobre su superficie y con las pinzas de relojero en cada mano y una hebra de seda 2.0, el participante pasó la hebra de entre las fibras de la gasa, siguiendo las formas geométricas y alternando la mano dominante y la contraria, hasta terminar las figuras.

Sutura en látex(56): con una lámina de látex adherida al espacio de trabajo, el participante realizó una incisión longitudinal de 5 cm y posteriormente suturó los bordes de la incisión con el portaagujas de microcirugía, pinza de relojero y sutura microvascular, de forma delicada, con adecuada tensión y coaptación de los bordes.

Sutura en pétalo de flor(56): con un pétalo de rosa adherido al espacio de trabajo, el participante realizó una incisión longitudinal de 3 cm y posterior sutura de los bordes de la incisión con el portaagujas de microcirugía, pinza de relojero y sutura microvascular, de forma delicada, con adecuada tensión y coaptación de los bordes.

6.2.2 Modelos *exvivo*

Muslo de pollo(22): el participante con un muslo de pollo fresco preparó el paquete isquiático, con cuidadosa disección de las estructuras, identificó arteria, vena y nervio, con cuidadosa disección de los mismos, adventicectomía, aplicación de microclamp vascular y sección transversa de los vasos para realizar anastomosis arterial y venosa, termino-terminal y termino-lateral. Mas tarde, se verificó la permeabilidad del vaso y posibles fugas, en tal caso se indicó realizar las suturas necesarias.

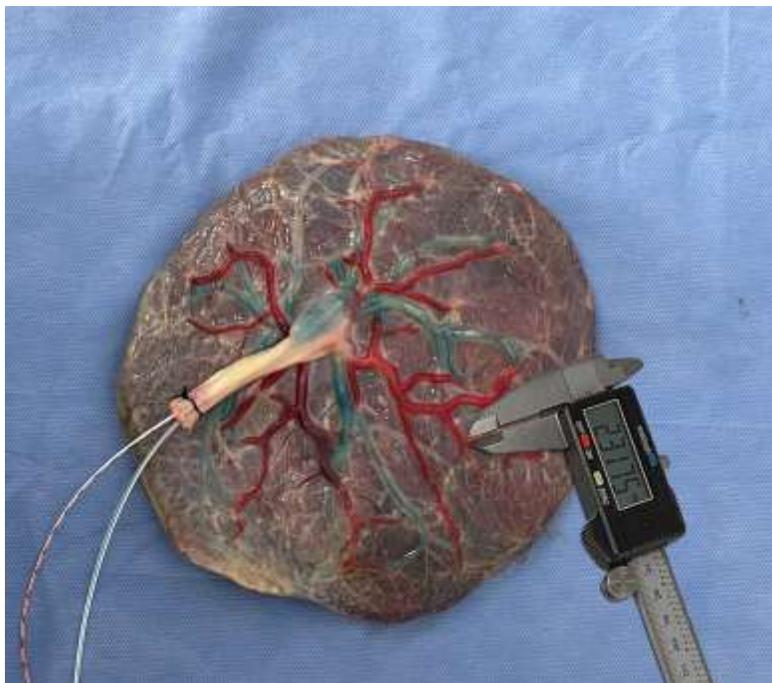
Placenta humana: la preparación y aplicación del modelo de placenta se describen en el siguiente apartado.

6.3 Caracterización del árbol vascular placenta y fiabilidad del modelo

Como se describió previamente se tomaron 18 placentas humanas frescas en la primera hora postparto, y se realizó su caracterización. Para la medición del árbol vascular se tomó como referencia la clasificación propuesta por Bekov (57,58) y adoptada por otros autores. El diámetro de los vasos arteriales y venosos de la superficie placentaria fue medido utilizando un paquímetro digital previo a la perfusión con solución salina a 80 mm Hg de presión controlada por un esfigmomanómetro (59), obteniéndose mediciones hasta 4 divisiones arteriales y 4 divisiones venosas (Figura 5). Los resultados se compraron con los hallazgos previos de otros autores y se presentan en la Tabla 1.

Figura 5

Medición del diámetro de los vasos placentarios utilizando el paquímetro digital.



6.4 Fiabilidad del modelo

Se determinó realizar la evaluación de la fiabilidad del modelo de placenta humana en Cirugía Plástica, ya que este modelo ha sido ampliamente usado y validado en microcirugía, sin embargo, no se ha descrito esta valuación en Cirugía Plástica.

Se utilizó una encuesta descrita en un protocolo de formación en microneurocirugía vascular, por el Dr. Del Maestro y col. (29) quienes describieron la placenta humana como un modelo preciso y reproducible y diseñaron una encuesta con 5 preguntas, concluyendo la validez del simulador en diferentes especialidades, independientemente de la experiencia de los alumnos. La encuesta se aplicó a 9 de los 11 residentes de cirugía plástica y a tres de los docentes del programa de entrenamiento propuesto. Al final del cuestionario se formularon dos preguntas abiertas, para ampliar la información sobre las desventajas y dificultades del modelo.

Tabla 1

Comparación de los diámetros de vasos placentarios reportados según autor en la literatura.

Diámetro promedio reportado (mm)							
Vasos	McGrego	Ayoubi	Fasano	Ramírez	Belykh	Ribeiro de	Zambrano
sanguíneos	r (1983)	(1992)	(1994)	-Barba	(2016)	Oliveira	(2022) (33)
	(60)	(24)	(30)	(1995)	(28)	(2018) (59)	
				(61)			
Arterias							
A1	Hilio:				6.5 ± 1.4	5.98	5.83 ± 0.87
	3.1				(3.0-9.0)	(3.73-8.29)	(4.60 -8.0)
A2	(1.0-5.0)				3.4 ± 0.7	4.27	4.09 ± 0.98
					(2.0-5.0)	(2.54-7.89)	(2.30-6.50)
A3	Periferia:				1.7 ± 0.4	3.22	2.78 ± 0.80
	0.95				(0.8-3.0)	(1.28-5.80)	(1.80-4.30)
A4	(0.5-2.0)		Periferi	2.1mm		2.62	1.38 ± 0.59
		1.0-6.0	a: 0.5-	(1.4-3.7)		(1.22-4.22)	(0.60-2.60)
			1.5				
Venas							
V1	Hilio:				--		
	3.9					10.22	8.07 ± 0.86
	(2.0-7.0)					(9.40-12.27)	(7.0-10.0)
V2						7.40	5.97
	Periferia:					(4.80-	± 1.14
	1.6					10.92)	(4.0-8.6)

V3	(0.5-3.0)	--	6.0	3.77 ± 1.10
			(4.60-8.21)	(2.20-6.0)
V4		--	4.20	2.03 ± 0.59
			(3.20-7.0)	(0.80-3.0)

Nota: A=Arteria, V=Vena, 1=Primera división, 2=Segunda división, 3=Tercera división, 4=Cuarta división.

Los participantes se dividieron en 3 categorías según su experiencia en microcirugía: novato (residentes de primer y segundo año), intermedio (residentes de tercer y cuarto año) y avanzados (especialistas con experiencia en microcirugía). El cuestionario constaba de siete preguntas, cinco de las cuales utilizaban una escala tipo Likert, y dos preguntas abiertas. Las preguntas pretendían evaluar la validez y fiabilidad del modelo de formación en microcirugía. **(Tabla 2).**

6.5 Modelo de flujo dinámico con perfusión color de placenta

Para la técnica de preparación, se utilizaron placentas frescas en la primera hora tras el parto y se dividió el proceso en dos pasos: el primero, incluyó la limpieza de la placenta tras el parto y la consiguiente eliminación de coágulos residuales; en el segundo, se realizó la perfusión de colorantes a través del árbol vascular.

1. Limpieza y eliminación de coágulos

Tras el parto, se recolectaron las placentas y se irrigaron a 7 centímetros de la superficie con agua a 36°C, se seccionó el cordón umbilical y posteriormente se retiró la membrana corioamniótica para mejorar la visualización de los vasos sanguíneos.

Se identificaron la vena y las arterias umbilicales y estos vasos se canularon con catéteres umbilicales de 3,5 Fr y 2,5 Fr, respectivamente; el catéter se conectó a una bolsa de solución salina. Se realizó un primer lavado del lumen con la solución hasta observar los vasos translúcidos; a continuación, se realizó una segunda irrigación con una dilución de 5000 UI de heparina sódica en 500 ml de solución

Tabla 2

Resultados del cuestionario para evaluar la fiabilidad de la placenta como modelo de simulación microquirúrgica en Cirugía Plástica.

Evaluación de la fiabilidad de la placenta como modelo de simulación microquirúrgica en Cirugía Plástica		
No.	Preguntas (n=12)*	Resultados
1	¿Cree que el modelo de formación propuesto reproduce fielmente un posible escenario microquirúrgico real?	58% Absolutamente si (IC: 27 -84 %) 42% De acuerdo (IC: 16-73 %) 0 % Absolutamente no
2	Según su experiencia quirúrgica, ¿la consistencia de los vasos placentarios es comparable a la de los tejidos invivo?	42% Muy similar (IC: 16-73 %) 58% Similar (IC: 27 -84 %) 0% Diferente
3	¿Cree que la disección de los vasos de la placenta humana es similar a la disección de los vasos invivo?	42% Muy similar (IC: 16-73 %) 42% Similar (IC: 16-73 %) 16% Diferente
4	¿Cree que la práctica en este tipo de modelo de entrenamiento quirúrgico puede mejorar la técnica quirúrgica y reducir los errores en el	100% Absolutamente si 0% De acuerdo

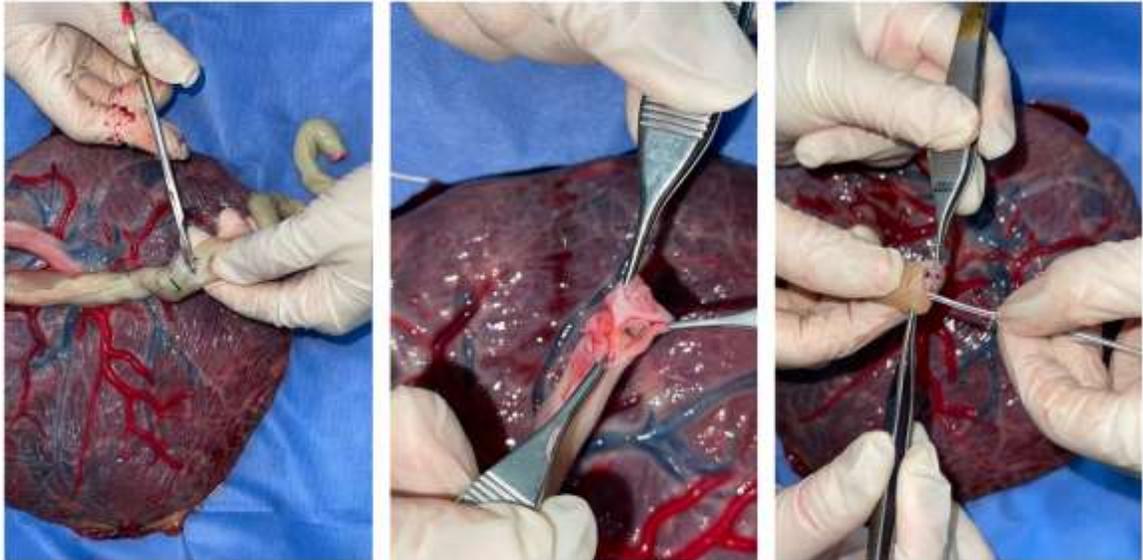
	paciente?	0% Absolutamente no
5	¿Cree que reutilizará o propondrá el uso de este modelo de entrenamiento microquirúrgico?	100% Si 0% No
6	¿Qué desventajas encuentra en la utilización de este modelo?	58% Ninguna (IC: 27-84 %) 25% Tiempo de preparación del modelo (IC: 7-61 %) 17% Acceso limitado al modelo (IC: 3-54 %)
7	¿Qué inconvenientes o dificultades encontró durante la disección y anastomosis de los vasos placentarios?	42% Ninguno (IC: 16-73 %) 42% Vasos firmemente adheridos al tejido subyacente (IC: 16-73 %) 16% Túnica media muy fina (IC: 17-100 %) 16% Adventicia gruesa (IC: 17-100 %) 16% La disección no es similar al tejido in vivo (IC: 17-100 %) Dificultades generales en la disección (8%) (IC: 3-54 %)

* Todos los participantes respondieron al cuestionario (n=12). IC: Intervalo de confianza.

salina. Los catéteres se fijaron al cordón umbilical con seda 0-0. La duración aproximada de la fase de preparación fue de 15 minutos (Figura 6).

Figura 6

Preparación de la placenta humana como modelo de simulación.



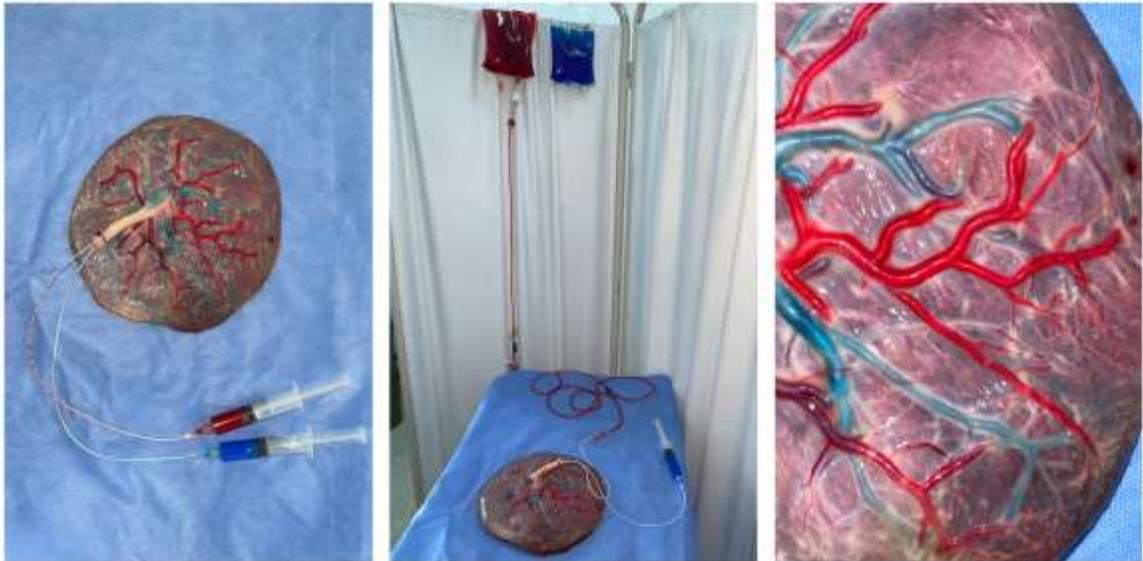
Nota: (A) Sección axial del cordón umbilical. (B) Identificación de las arterias umbilicales y la vena umbilical. (C) Cateterización de la vena umbilical.

2. Instilación de colorantes

En ausencia de coágulos visibles, se instilaron diluciones de colorante rojo carmín (colorante alimentario fácilmente disponible) y azul de metileno en los sistemas arterial y venoso, respectivamente. Para el rojo carmín, se utilizó una dilución de 1 ml en 500 ml de solución salina, y para el azul de metileno, una dilución de 2 ml en 500 ml de solución salina. La dilución se infundió de forma continua hasta que se pigmentó todo el árbol vascular. La duración aproximada de esta fase fue de 1 hora (Figura 7).

Figura 7

Perfusión de colorantes en el modelo placentario.



Nota: (A) Fijación del sistema de perfusión. (B) Infusión de la dilución de colorante en solución salina a través del sistema de perfusión. (C) Vasos placentarios teñidos.

Una vez finalizado el proceso de preparación, mientras se iniciaban las sesiones de microcirugía, el tejido se almacenaba bajo una toalla de laparotomía húmeda con solución salina durante 1 hora a 20-22 °C, después se realizaba la sesión de entrenamiento; al finalizar, se desechaba el modelo. Durante las sesiones del currículo, se utilizaron preparaciones frescas para cada sesión, sin embargo, es posible preservarlas congeladas y utilizarlas hasta 40 días (27,29).

7 Definición de variables

Tabla 3

Variables independientes

Nombre de la Variable	Definición Operativa	Naturaleza y Nivel de Medición	Nivel Operativo
Edad	Edad en años cumplidos	Cuantitativa, discreta	Años cumplidos.
Género	Hombre/Mujer	Cualitativa, nominal	Hombre/Mujer
Dominancia	Mano dominante	Cualitativa, nominal	Mano derecha o izquierda
Año de residencia que cursa.	Año de residencia al momento del estudio.	Cualitativa, ordinal	I, II, III, IV.
Experiencia previa con microcirugía.	Ha realizado procedimientos, cursos, entrenamientos en microcirugía.	Cualitativa, nominal	Si, No.
Cursos previos en microcirugía.	Realización de cursos formales de microcirugía.	Cualitativa, nominal	Si, No.
Aplicación de técnicas microquirúrgicas durante la formación.	Realización de técnicas en microcirugía (uso de instrumentos de microcirugía y magnificación para	Cualitativa, nominal	Si, No.

procedimientos quirúrgicos)			
Realización de actividades extracurriculares.	Realización de actividades relacionadas con destrezas manuales, como tocar instrumentos musicales, manualidades o jugar video juegos.	Cualitativa, nominal	Si, No.
Realiza de actividades de meditación/ relajación.	Realización de actividades de relajación y/o meditación, en su tiempo libre como yoga, ejercicios de relajación, mindfulness, otros.	Cualitativa, nominal	Si, No.
Evaluación de la similitud del modelo de placenta humana con perfusión de color con el escenario microquirúrgico real	Consideración del participante de si el modelo de placenta humana con perfusión de color logra reproducir fielmente un escenario microquirúrgico real.	Cualitativa, ordinal	Absolutamente si, de acuerdo, absolutamente no.
Evaluación de la consistencia de los vasos placentarios en comparación con los tejidos in-vivo	Valoración por parte del participante de la similitud de la consistencia de los vasos placentarios se compara al tejido in-vivo.	Cualitativa, ordinal	Muy similar, similar, diferente.
Evaluación de la similitud en la disección de los vasos	Valoración por parte del participante de la similitud	Cualitativa, ordinal	Muy similar, similar,

placentarios en comparación con los vasos in-vivo	durante la disección de los vasos de la placenta humana en comparación a los vasos in-vivo.		diferente.
Valoración subjetiva del efecto del entrenamiento con el modelo de placenta humana con perfusión de color en la técnica microquirúrgica	Valoración por parte del participante del del efecto del entrenamiento con el modelo de placenta humana con perfusión de color en relación con la mejoría de su técnica microquirúrgica y la reducción de errores	Cualitativa, ordinal	Absolutamente si, de acuerdo, absolutamente no.
Uso del modelo de placenta humana con perfusión de color en entrenamiento microquirúrgico posteriores	Consideración por parte del participante de utilización posterior del modelo de placenta humana con perfusión de color para entrenamiento microquirúrgico	Cualitativa, nominal	Si, No.
Desventajas del uso de placenta humana con perfusión de color en el entrenamiento microquirúrgico	Valoración por parte del participante de las desventajas del uso de placenta humana con perfusión de color en el entrenamiento microquirúrgico	Cualitativa, nominal	Desventajas.
Inconvenientes de la disección y anastomosis de	Valoración por parte del participante de los	Cualitativa,	Inconvenientes

vasos placentarios	inconvenientes encontrados durante la disección y anastomosis de los vasos placentarios en el uso del modelo de placenta humana con perfusión de color en el entrenamiento microquirúrgico	nominal	.
Peso placentario	Peso en gramos de la placenta humana	Cuantitativa continua.	Gramos.
Diámetro placentario	Diámetro en centímetros de la placenta humana	Cuantitativa continua.	Centímetros.
Espesor central placentario	Espesor de la porción central de la placenta humana	Cuantitativa continua.	Centímetros.
Posición del cordón umbilical	Posición del cordón umbilical en relación con centro de la placenta	Cualitativa nominal.	Céntrico, excéntrico.
Diámetro de arteria placentaria de primera división	Diámetro en milímetros de la arteria placentaria de primera división	Cuantitativa continua.	Milímetros.
Diámetro de arteria placentaria de segunda división	Diámetro en milímetros de la arteria placentaria de segunda división	Cuantitativa continua.	Milímetros.
Diámetro de arteria placentaria de tercera división	Diámetro en milímetros de la arteria placentaria de	Cuantitativa continua.	Milímetros.

división	tercera división		
Diámetro de arteria placentaria de cuarta división	Diámetro en milímetros de la arteria placentaria de cuarta división	Cuantitativa continua.	Milímetros.
Diámetro de vena placentaria de primera división	Diámetro en milímetros de la vena placentaria de primera división	Cuantitativa continua.	Milímetros.
Diámetro de vena placentaria de segunda división	Diámetro en milímetros de la vena placentaria de segunda división	Cuantitativa continua.	Milímetros.
Diámetro de vena placentaria de tercera división	Diámetro en milímetros de la vena placentaria de tercera división	Cuantitativa continua.	Milímetros.
Diámetro de vena placentaria de cuarta división	Diámetro en milímetros de la vena placentaria de cuarta división	Cuantitativa continua.	Milímetros.

Tabla 4

Variables dependientes

Nombre de la Variable	Definición Operativa	Naturaleza y Nivel de Medición	Nivel Operativo
OSATS Balance ergonómico y dominio general.	Puntaje OSATS obtenido en la prueba en simulación.	Cualitativa, discreta	1,2,3,4 o 5.
OSATS Uso del instrumental	Puntaje OSATS obtenido en la prueba en simulación.	Cuantitativa, discreta	1,2,3,4 o 5.
OSATS Ejercicio tabaco: distancia de los elementos del tabaco caídos fuera de la caja de Petri.	Puntaje OSATS obtenido en la prueba en simulación.	Cuantitativa, discreta	1,2,3,4 o 5.
OSATS Ejercicio tabaco: toma los elementos del tabaco.	Puntaje OSATS obtenido en la prueba en simulación.	Cuantitativa, discreta	1,2,3,4 o 5.
OSATS Ejercicio figuras en gasa: paso de la hebra en la gasa sobre línea guía.	Puntaje OSATS obtenido en la prueba en simulación.	Cuantitativa, discreta	1,2,3,4 o 5.
OSATS Ejercicio figuras en gasa: hebras de la gasa.	Puntaje OSATS obtenido en la prueba en simulación.	Cuantitativa, discreta	1,2,3,4 o 5.

OSATS	Puntaje OSATS	Cuantitativa, discreta	1,2,3,4 o 5.
Ejercicio sutura en látex: mordedura de la aguja uniforme.	obtenido en la prueba en simulación.		
OSATS	Puntaje OSATS	Cuantitativa, discreta	1,2,3,4 o 5.
Ejercicio sutura en látex: los puntos ingreso y salida.	obtenido en la prueba en simulación.		
OSATS	Puntaje OSATS	Cuantitativa, discreta	1,2,3,4 o 5.
Ejercicio sutura en látex: simetría en la distancia entre punto y punto.	obtenido en la prueba en simulación.		
OSATS	Puntaje OSATS	Cuantitativa, discreta	1,2,3,4 o 5.
En la sutura en pétalo de rosa.	obtenido en la prueba en simulación.		
OSATS	Puntaje OSATS	Cuantitativa, discreta	1,2,3,4 o 5.
Manejo del instrumental quirúrgico.	obtenido en la prueba en simulación.		
OSATS	Puntaje OSATS	Cuantitativa, discreta	1,2,3,4 o 5.
Manejo del vaso y respeto por el tejido.	obtenido en la prueba en simulación.		
OSATS	Puntaje OSATS	Cuantitativa, discreta	1,2,3,4 o 5.
Espacio entre puntos de sutura.	obtenido en la prueba en simulación.		
OSATS	Puntaje OSATS	Cuantitativa, discreta	1,2,3,4 o 5.
	obtenido en la prueba		

Anudado.	en simulación.		
OSATS	Puntaje OSATS	Cuantitativa, discreta	1,2,3,4 o 5.
Eficiencia microquirúrgica con la aguja.	obtenido en la prueba en simulación.		
OSATS	Puntaje OSATS	Cuantitativa, discreta	1,2,3,4 o 5.
Eficiencia en el anudado microquirúrgico.	obtenido en la prueba en simulación.		
OSATS	Puntaje OSATS	Cuantitativa, discreta	1,2,3,4 o 5.
Irrigación.	obtenido en la prueba en simulación.		
OSATS	Puntaje OSATS	Cuantitativa, discreta	1,2,3,4 o 5.
Evaluación completa de la anastomosis T-T.	obtenido en la prueba en simulación.		
OSATS	Puntaje OSATS	Cuantitativa, discreta	1,2,3,4 o 5.
Prueba de permabilidad T-T.	obtenido en la prueba en simulación.		
OSATS	Puntaje OSATS	Cuantitativa, discreta	1,2,3,4 o 5.
Evaluación de la anastomosis T-T.	obtenido en la prueba en simulación.		
Frecuencia del tremor	Medición en hercios del movimiento oscilatorio, rítmico e involuntario de la mano durante sesión de entrenamiento microquirúrgico.	Cuantitativa continúa.	Hercios.

8 Consideraciones Éticas

El presente estudio se realizó con la aprobación del Comité de Ética en Investigación de la Universidad Industrial de Santander (CEINCI) según acta No 1 del 5 de Febrero de 2021 y el Comité de Ética en Investigación del Hospital Universitario de Santander según acta No 8 del 18 de Junio de 2021.

El proyecto se ejecutó, siguiendo los lineamientos éticos establecidos por la última actualización realizada a la declaración de Helsinki en la 64^a Asamblea General, Fortaleza, Brasil, octubre 2013, las pautas de ética del Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS) y a las consideraciones éticas dispuestas en la Resolución No. 008430 de 1993 del Ministerio de Salud y en la Ley 84 de 1989.

La formulación, ejecución y análisis se rigieron por el deber médico de proteger la vida, la salud, la dignidad, la integridad, el derecho a la autodeterminación y la confidencialidad de la información personal de los sujetos que participan en investigación; estipulado en la declaración de Helsinki.

Ahora bien, según lo establecido en el artículo 11 de la resolución No. 8430 de 1993 este proyecto fue considerado como: **INVESTIGACIÓN CON RIESGO MÍNIMO**, al tratarse de un estudio prospectivo, que incluye un currículo de entrenamiento y posterior evaluación del desempeño de los participantes, el cual implica ejercicios comúnmente aplicados a los participantes de un entrenamiento en microcirugía, sin una intervención sobre el residente que genere un efecto adverso identificado o signifique algún peligro para su bienestar físico y/o psicosocial. Asimismo, se catalogó con riesgo mínimo dado que los participantes del estudio

manipularon modelos biológicos humanos (placentas) con el potencial riesgo que representa la manipulación de cualquier residuo biológico. Así mismo el estudio garantizó los principios éticos de los sujetos de investigación (CIOMS, Resolución No. 008430 de 1993 del Ministerio de Salud): beneficencia, no maleficencia, respeto y justicia.

El tejido placentario utilizado fue obtenido a través de procedimientos comunes, en el momento del alumbramiento y según lo estipulado en el título IV “De la bioseguridad de las investigaciones”; capítulo I “De la investigación con microorganismos patógenos o material biológico que pueda contenerlos” (Resolución No. 008430 de 1993 del Ministerio de Salud), fue considerado como grupo de riesgo I, requiriendo de un nivel de bioseguridad básico para su manipulación (Manual De Bioseguridad En El Laboratorio, 2008, OMS). Ejecutado en el Hospital Universitario de Santander, bajo los lineamientos de bioseguridad y procedimientos de recolección y transporte de residuos establecidos.

9 Tratamiento de datos personales

Este proyecto de investigación en cumplimiento de las disposiciones constitucionales y legales que rigen la protección de datos personales adoptó el marco legal nacional vigente y sus políticas con el propósito de garantizar que los participantes incluidos puedan conocer, incluir, actualizar, rectificar y excluir su información personal que sea objeto de tratamiento, en bases de datos o archivos de la investigación.

Igualmente el estudio incorporó lo establecido en la Ley 1581 de 2012 sobre protección de datos de contenido personal reglamentada por el Decreto 1377 de 2013, para el cumplimiento de los requisitos de recolección, administración, tratamiento y transmisión de datos, adicionalmente el Decreto 886 de 2014: por el cual se reglamenta el artículo 25 de la Ley 1581 de 2012, relativo al Registro Nacional de Bases de Datos Personales, el cual se encuentra regulado nacionalmente por los entes pertinentes.

Se considera dato personal cualquier información vinculada o que pueda asociarse a una o varias personas naturales determinadas o determinables, tales como el nombre, el número de identificación, la dirección, las imágenes que sobre personas se capturan, la huella dactilar, la afinidad política, la pertenencia a organizaciones sindicales, cosmovisión, formación académica, la condición sexual, entre otros.

Al ingreso al ensayo se suprimió la identidad del participante por medio de un código interno de identificación y la información recolectada fue custodiada por la investigadora principal, garantizando la confidencialidad y anonimato de los datos y material audiovisual obtenidos.

El material audiovisual recopilado solo se utilizó y almacenó con la autorización por escrito del participante, por medio del consentimiento informado. La custodia y acceso de este banco videográfico sólo es posible a la investigadora principal. La autorización de uso, es únicamente para fines de docencia y/o de investigación y expirará a los 10 años, momento en el que se dará termino a la custodia y se eliminará el material archivado.

10 Análisis Estadístico

En el análisis descriptivo, se incorporaron medidas de tendencia central y dispersión. Para las variables cualitativas, se proporcionó una descripción que incluyó frecuencia absoluta, relativa y el intervalo de confianza (95% IC) para las proporciones asociadas con cada categoría. Las variables cuantitativas fueron caracterizadas mediante la media y su intervalo de confianza al 95% (se evaluó la normalidad mediante un test de Shapiro Wilk).

Se evaluaron las diferencias en la percepción de la fiabilidad del de la placenta como modelo de simulación microquirúrgica en función de la experiencia del evaluador mediante la prueba exacta de Fisher.

Se llevo a cabo una comparación del promedio entre la sesión diagnóstica inicial y la sesión evaluativa final, posterior al entrenamiento, tanto en términos totales como por categorías, mediante la aplicación de la prueba de diferencia de medias, específicamente la prueba t pareada.

También se evaluó la influencia de las actividades extracurriculares (como cerámica, pintura, videojuegos, tocar instrumentos, dibujar, manualidades-accesorios) y de las técnicas de relajación (yoga, mindfulness, meditación) en los puntajes de habilidades quirúrgicas pre-entrenamiento y en el delta pre-post entrenamiento, y la frecuencia del temblor, utilizando prueba t de dos muestras con varianzas iguales.

11 Resultados

Durante el 2022, se aplicó el protocolo teórico-práctico de entrenamiento en técnicas microquirúrgicas descrito en la sección de métodos a 11 residentes del posgrado de Cirugía Plástica, Estética y Reconstructiva, previa obtención de consentimiento informado. Los participantes tenían edades comprendidas entre 28 años y 34 años, con una media de 30 años \pm 0.67; el 55% eran mujeres. Todos se encontraban en I- IV año de residencia, diestros y no habían tenido un acercamiento formal previo a la microcirugía.

Se analizaron un total de 132 videos. Los 11 residentes completaron el currículo durante un periodo de 1 año, con sesiones organizadas y segmentadas de manera no interfirieran con sus actividades médico-asistenciales y que fueran de fácil acceso y disponibilidad para los residentes. Cada participante completó entre 25 y 30 anastomosis arteriales termino-terminales en modelos de muslo de pollo y placenta, utilizando un modelo de perfusión color con flujo dinámico.

Durante cada sesión teórico- práctica, se proporcionó retroalimentación personalizada, por parte del experto a cada residente.

Al indagar por la realización de actividades extracurriculares y técnicas de relajación, se evidenció que el 63% realizaban alguna de estas.

11.1 Caracterización árbol vascular placentario y su fiabilidad como modelo de simulación

Las 18 placentas obtenidas tenían un peso medio de 541,39 \pm 73,90 gr (max 715- min 420 gr). El diámetro promedio de la superficie placentaria fue de 18,83 \pm 1,65 centímetros y el

grosor promedio evaluado en la porción central de la placenta fue de $1,55 \pm 0,31$ centímetros. El 56% de las placentas obtenidas presentaban una posición excéntrica del cordón umbilical; el resto correspondían a la posición céntrica. El diámetro arterial medio de la primera división fue de $5,83 \pm 0,87$ milímetros, en la segunda división fue de $4,09 \pm 0,98$ milímetros, en la tercera división fue de $2,78 \pm 0,80$ milímetros y, por último, en la cuarta división fue de $1,38 \pm 0,59$ milímetros. El mayor diámetro arterial en todas las divisiones fue de 8 milímetros y se documentó en la arteria de la primera división. El diámetro arterial más pequeño en todas las divisiones fue de 0,6 milímetros, localizado en una arteria de la cuarta división (Tabla 1).

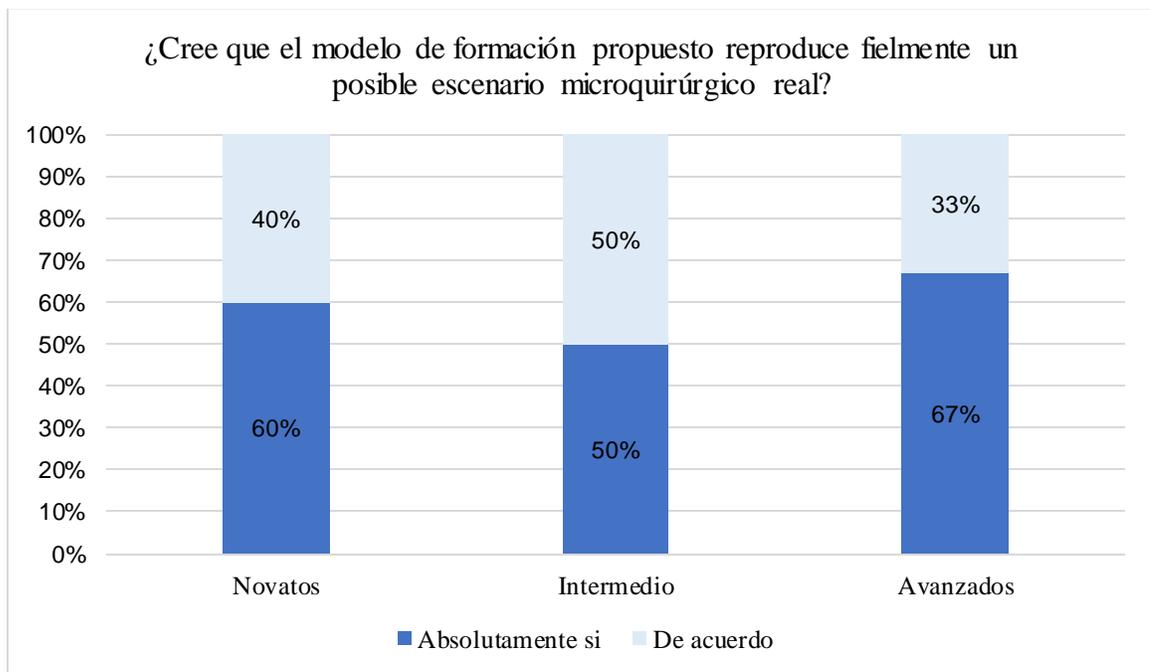
En cuanto a los vasos venosos, el diámetro venoso medio en la primera división fue de $8,07 \pm 0,86$ milímetros, en la segunda división fue de $5,97 \pm 1,14$ milímetros, en la tercera división fue de $3,77 \pm 1,10$ milímetros y en la cuarta división fue de $2,03 \pm 0,59$ milímetros. El diámetro venoso mayor era superior al diámetro arterial mayor, siendo de 10 milímetros y estando situado en la primera división venosa. Del mismo modo, el diámetro venoso más pequeño fue de 0,8 milímetros, superior al diámetro arterial más pequeño registrado, que se localizó en la cuarta división venosa (Tabla 1).

Doce participantes realizaron la encuesta propuesta por Del Maestro, para evaluar la fidelidad del uso de placenta humana como simular en Cirugía Plástica. Nueve residentes de cirugía plástica de primer a cuarto año de residencia y tres profesores: dos microcirujanos y un cirujano de la mano. Los resultados generales pueden verse en la Tabla 2, todos los participantes terminaron la encuesta (n=12). El 58% (n= 7) de los participantes eran hombres y la edad media era de 32 años. Del total de participantes, el 58 % (n = 7) respondió absolutamente sí y el 42 % (n = 5) de acuerdo, con la pregunta N° 1, que indagaba sobre la capacidad del modelo para realizar una reproducción fiel de un escenario microquirúrgico real; en el grupo de novatos, el 60

% de los participantes respondió absolutamente sí; en el grupo intermedio, el 50 % respondió de acuerdo; y en el grupo más experimentado, el 67 % respondió de absolutamente si (Gráfico 1). No se encontraron diferencias significativas en las respuestas a la Pregunta 1 entre los subgrupos ($p=1.000$). En otras palabras, no hay evidencia de que las diferencias en las respuestas a la pregunta 1 se deban a las diferencias en el grado de experiencia.

Figura 8

Fidelidad de la placenta, pregunta N° 1: resultados por subgrupos.

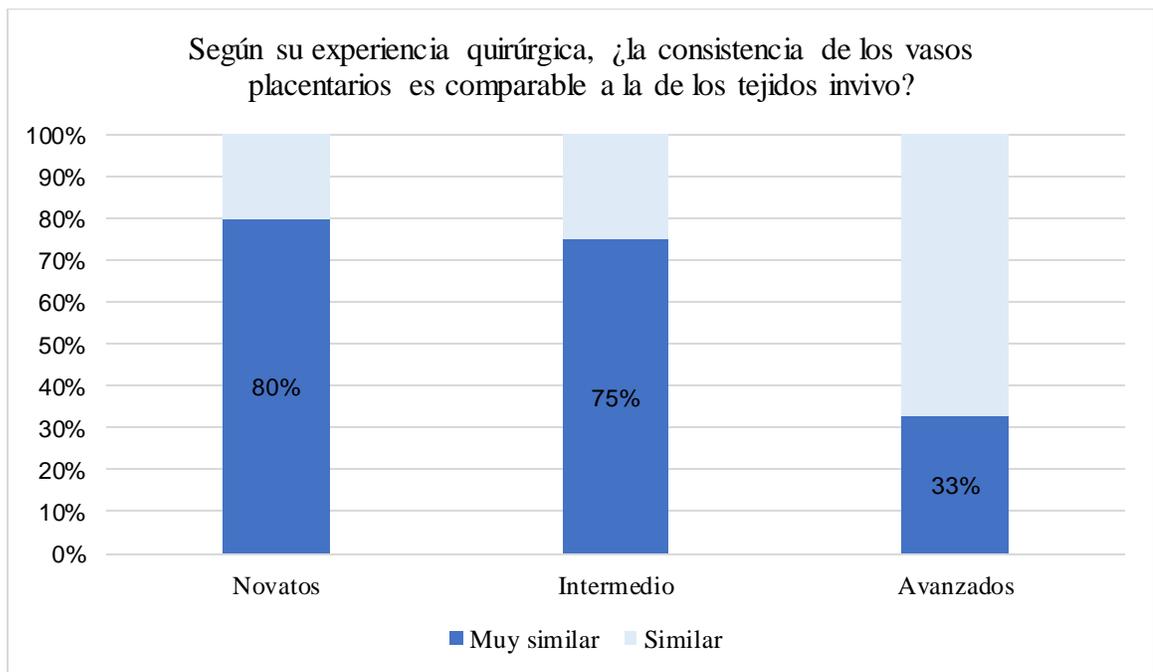


En la pregunta N° 2, respecto de la consistencia de los vasos placentarios, el 42% (n=5) de los participantes respondieron que la consistencia de los vasos placentarios era muy similar a la del tejido in vivo y el 58% restante (n=7) consideraron que la consistencia era similar. Por subgrupos el 80% de los novatos respondió muy similar, el 75% del grupo intermedio respondió muy similar, y en el grupo avanzado el 33% de los participantes respondió muy similar a esta afirmación (Gráfico 2). En la pregunta número 3, el 42% (n= 5) de los participantes consideraron

que la disección de vasos placentarios humanos es similar a la disección realizada en vasos in vivo. No se encontraron diferencias significativas en las respuestas a la Pregunta 2 entre los subgrupos ($p=0.356$).

Figura 9

Fidelidad de la placenta, pregunta N° 2: resultados por subgrupos.



En la pregunta número 3, acerca de la disección de los vasos placentarios, el 42% ($n= 5$) de los participantes consideraron que la disección de vasos placentarios humanos es similar a la disección realizada en vasos in vivo.

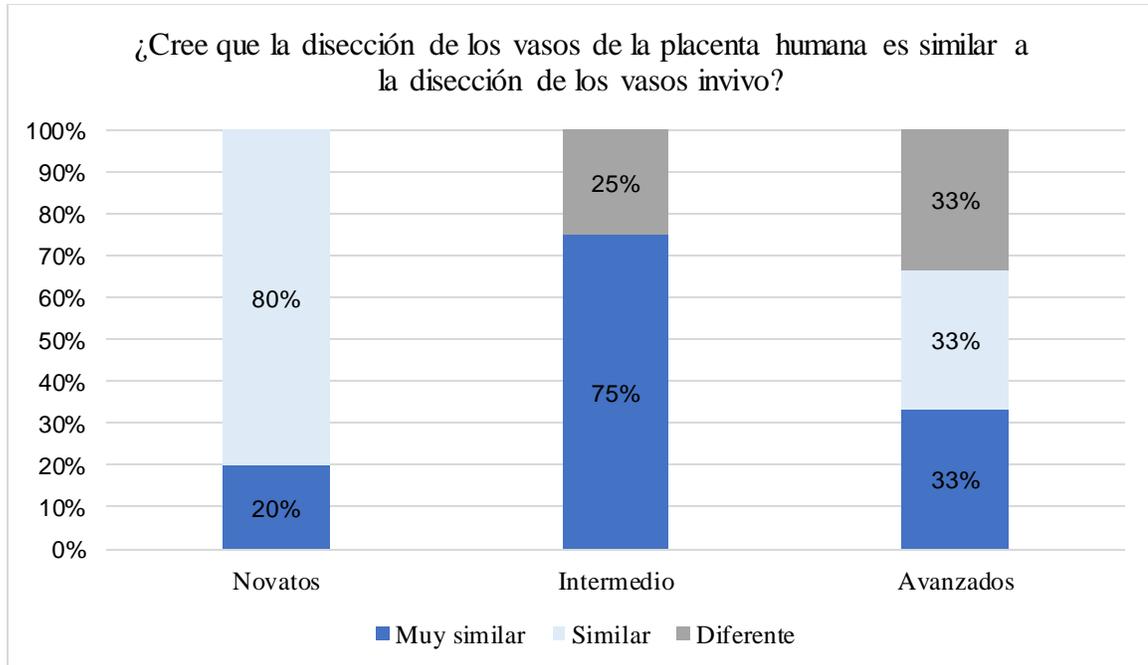
En la evaluación por subgrupos, los novatos, el 80% similar, el 75% de los participantes en el grupo intermedio muy similar. Y en el grupo avanzado, cada uno de los 3 expertos evaluó esta afirmación de forma diferente, de la siguiente manera: muy similar, similar y diferente (Gráfico 3). No se encontraron diferencias significativas en las respuestas a la Pregunta 3 entre los subgrupos ($p=0.170$)

En cuanto a la pregunta número 4, la cual describe que el modelo mejoraría la técnica quirúrgica y los posibles errores, todos los participantes respondieron afirmativamente, y todos ellos, además propondrían el uso del modelo en la formación microquirúrgica. No se encontraron diferencias significativas en las respuestas a la Pregunta 4 ni entre los subgrupos.

En cuanto a las posibles desventajas (pregunta No 6), el 58% de los participantes no identificaron desventajas en el uso de este modelo y el resto de los participantes, señalaron como inconvenientes la accesibilidad limitada y el tiempo de preparación del modelo. limitaciones No se encontraron diferencias significativas en las respuestas a la Pregunta 6 entre los subgrupos.(p= 0.114).

Figura 10

Fidelidad de la placenta, pregunta N° 3: resultados por subgrupos.



Finalmente la pregunta número 7 indagó sobre las limitaciones evidenciadas durante la disección y anastomosis, encontrando que 59% de los participantes indicaron algún tipo de

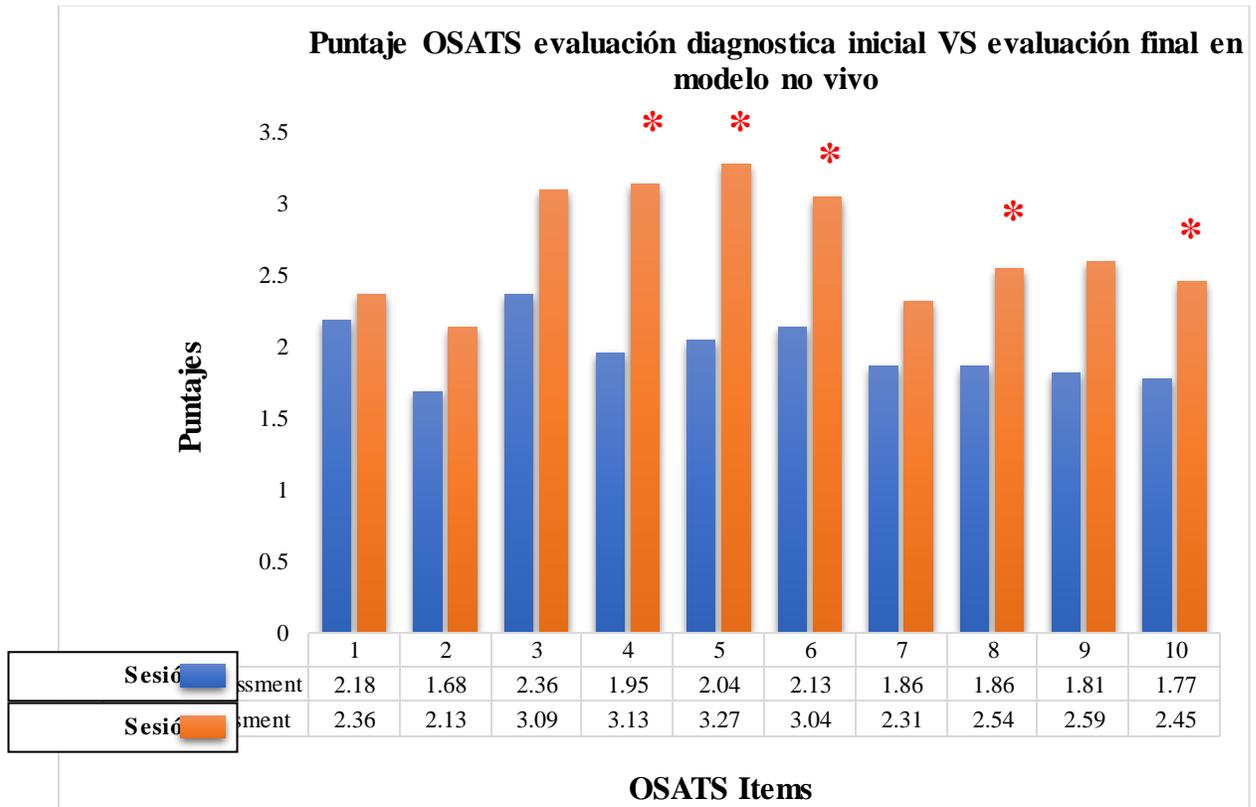
limitación durante la disección y/o anastomosis, tales como: vasos muy adherentes al tejido subyacente, túnica media muy delgada, adventicia gruesa y dificultades generales durante la disección de los vasos debido a que el tejido no es idéntico. No se encontraron diferencias significativas en las respuestas a la Pregunta 6 entre los subgrupos para las respuestas túnica media delgada ($p=0.470$), adventicia gruesa ($p=0.250$), la disección no es similar al tejido in vivo ($p=0.250$), dificultades en general en la disección. Mientras que para las categoría Ninguna y vasos muy adheridos a tejido subyacente hay evidencia de una diferencia estadísticamente significativa.

11.2 Evaluación OSATS

El análisis estadístico permite demostrar una mejoría estadísticamente significativa en los todos los puntajes globales de desempeño en habilidades básicas en microcirugía en los residentes, posterior al entrenamiento, tanto en las habilidades en modelos no-vivos (gráfica 4): sesión diagnóstica= 19.6 puntos (IC: 16.2-23.1) VS sesión evaluativa final= 29.6 puntos (IC: 21.8-32) $p=0.005$; como en los modelos ex vivo (gráfico 5): sesión diagnóstica = 15.5 puntos (IC: 12.2-18) VS sesión evaluativa final= 23.9 puntos (IC: 19.3-28.5) $p=0.005$, lo cual evidencia que el currículo impacta positivamente el desempeño en habilidades básicas en microcirugía.

Figura 11

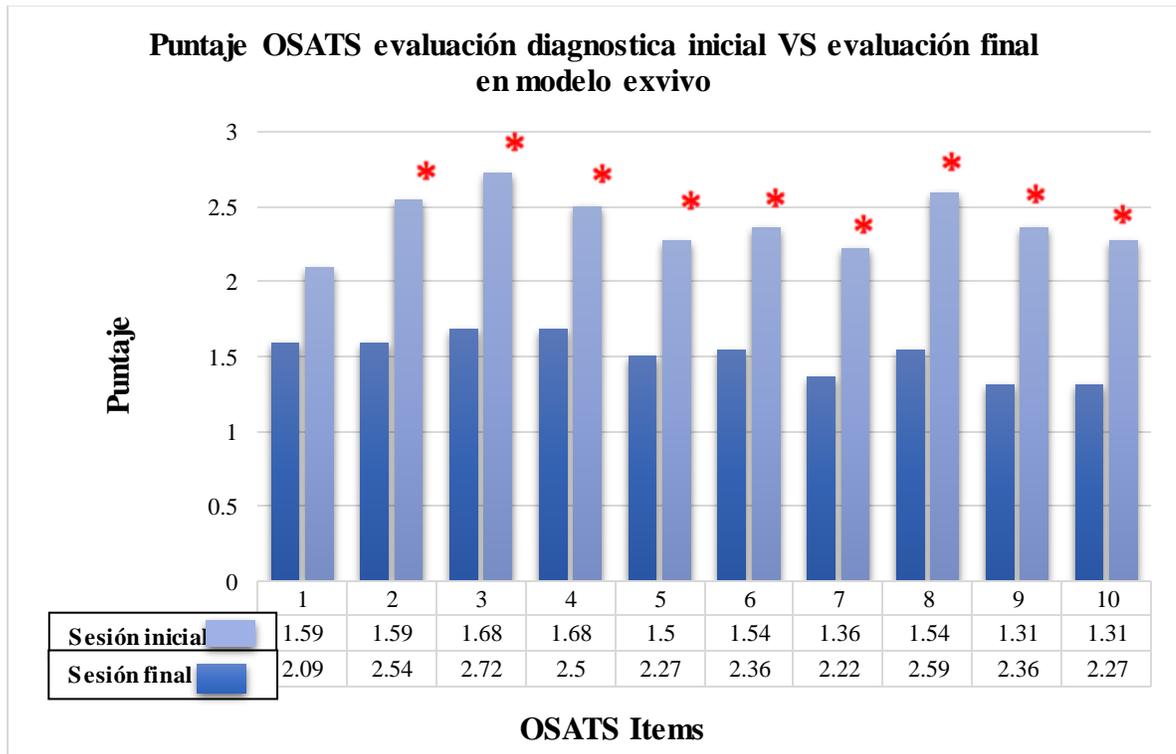
Comparación de los puntajes obtenidos en la escala de evaluación específica tipo OSATS en modelos no vivos.



*Nota: *p < 0.05 Estadísticamente significativa.*

Figura 12

Comparación de los puntajes obtenidos en la escala de evaluación específica tipo OSATS en modelos ex vivo.



Nota: * $p < 0.05$ Estadísticamente significativa

Asimismo, se observó que el currículum de entrenamiento propuesto tiene mayor repercusión sobre habilidades motrices específicas, utilizadas en el modelo ex vivo principalmente y menor sobre algunas actividades de parametría (ejercicio del tabaco y escritura). En los ejercicios evaluados, las habilidades con una p significativa ($p < 0.05$) fueron aquellos ejercicios que involucran toma y manipulación de elementos finos con mano dominante y no dominante (ejercicio del tabaco), destreza y precisión en los movimientos (figuras en gasa), manejo cuidadoso del tejido y anudado preciso y delicado (sutura en pétalos de rosa) y no existió

una mejoría significativa en los parámetros ergonómicos ni el uso adecuado y delicado del instrumental, tampoco en la manipulación cuidadosa de las suturas en látex (gráfica 4).

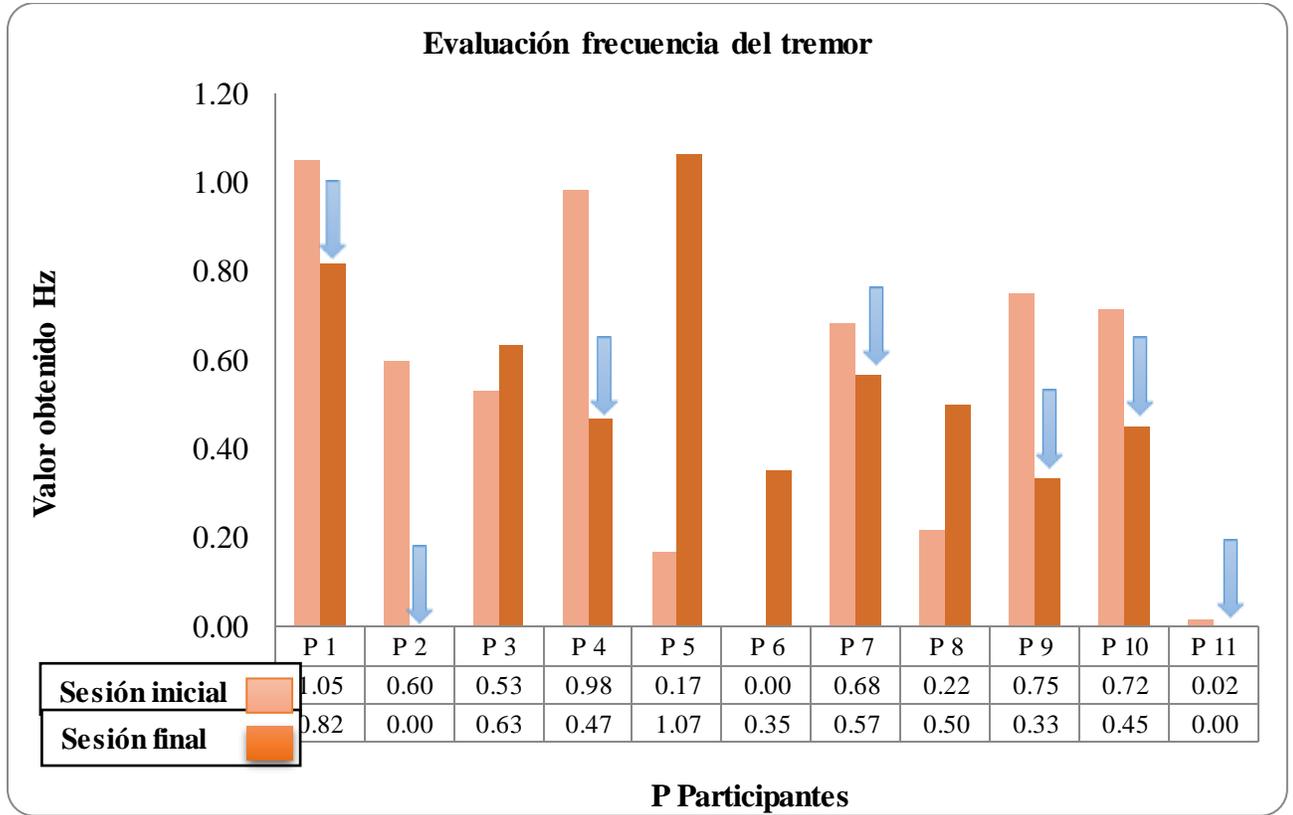
Respecto de la evaluación del desempeño en las habilidades en el modelo ex vivo de muslo de pollo, mejoraron significativamente los ítems evaluados, exceptuando nuevamente, el ítem en el que se evaluaba el manejo cuidadoso de los instrumentos y la economía de movimientos ($p=0.075$). Los demás ítems permitieron ver una mejoría en el respeto por el tejido, uso de irrigación, ahorro de la sutura, mejoría en la técnica de anudado (cantidad y posición de los puntos, sutura con adecuada tensión sin lesión del vaso) (gráfica 5), lo cual resulta finalmente en la obtención de una anastomosis funcional.

11.3 Resultados evaluación del tremor

En este apartado del análisis, se evidenció que solo era posible evaluar el parámetro: frecuencia del tremor, ya que muchos valores de la magnitud del tremor se encontraban en cero. 7 de los 11 participantes mostraron una reducción de 0,36 Hz en la frecuencia del tremor (gráfico 6); sin embargo, no se evidenció una p con significancia estadística, en las evaluación diagnóstica y final, considerando que la forma de medición y algoritmo del equipo registran únicamente el tremor que es observable, es decir, temblor marcado, por lo cual se requieren herramientas más sensibles para evaluar el tremor en un currículo formal de microcirugía.

Figura 13

Comparación de la frecuencia del tembor en la sesión inicial VS la sesión final.



12 Análisis

El currículo de entrenamiento permitió un desempeño notable, al implementar un programa secuencial, de dificultad ascendente, económico y sencillo, reduciendo el potencial daño animal, con una mejoría estadísticamente significativa en las puntuaciones de desempeño global en habilidades básicas en microcirugía utilizando modelos no vivos y ex vivo; por lo que su uso, puede ser de beneficio en los países de ingresos medios y bajos, donde los programas de cirugía plástica no cuentan con protocolos establecidos de entrenamiento simulado de microcirugía, configurándose como un protocolo estructurado, reproducible y de amplia disponibilidad.

En el presente estudio se detalla el uso de diferentes modelos de simulación, destacando el simulador con perfusión color, realizado con placenta humana, el cual se constituye como una herramienta útil para residentes de cirugía plástica y otras especialidades que utilizan laboratorios de microcirugía. Aunque, en la actualidad, la rata es el modelo estándar para la formación en microcirugía debido a su mayor fidelidad, las cualidades biomecánicas de los vasos sanguíneos, así como a la posibilidad que ofrece de una evaluación completa de la permeabilidad anastomótica (62); la placenta humana proporciona una valiosa alternativa con abundante vasculatura y una práctica prolongada para el perfeccionamiento de las habilidades microquirúrgicas. Desde 1979, se han realizado trabajos para la identificación anatómica e histológica de la placenta y en su aplicación como modelo de entrenamiento. McGregor y col. (60), describieron la histología detallada de la pared vascular, caracterizaba por una adventicia gruesa y un menor calibre de la túnica media, tales hallazgos fueron percibidos por el 59% de los

participantes en el presente estudio, asociada a una marcada adherencia de los vasos placentarios al tejido subyacente.

Las limitaciones de la utilización de tejido placentario en comparación con el modelo estándar que deben tenerse en cuenta, como la inviabilidad de realizar una disección por planos, la falta de estructuras neuroanatómicas, los efectos in vivo de la coagulación y la ausencia de flujo sanguíneo arterial pulsátil (29), en este estudio se encontraron otras desventajas que no se mencionan en estudios anteriores como la reducción de tiempo hasta 6-8 horas cuando se trabaja a 20-22° de temperatura, antes de que el tejido se torne friable y muy delicado, por lo tanto, si es necesario realizar más de una práctica en el mismo día será obligatorio realizar nuevas preparaciones de modelos; por otra parte, el uso de la placenta humana podría tener barreras religiosas, ideológicas (culturales) en diferentes regiones. Por último, es importante tener en cuenta que la obtención, preparación y uso de este modelo, requiere de un trabajo multidisciplinar con una excelente comunicación entre los departamentos de ginecología y cirugía plástica para obtener las placentas dentro de la primera hora postparto. Estas desventajas se hacen más significativas a medida que aumenta el nivel de dificultad de los ejercicios de entrenamiento, pero no interfieren en la adquisición de las habilidades microquirúrgicas básicas, ya que se pueden realizar todas las técnicas básicas de cirugía microvascular. También, permiten el proceso de familiarización inicial del cirujano con las lupas quirúrgicas, el microscopio, el instrumental y la ergonomía. Además, para aumentar su similitud con un escenario quirúrgico real y evaluar la permeabilidad de las anastomosis, el modelo propuesto utiliza el sistema de perfusión color con flujo dinámico.

En cuanto a los hallazgos anatómicos, el estudio encontró que las medidas de peso y diámetro superficial de la placenta son comparables a las de la literatura previa (24,27,28,63).

Por el contrario, el grosor medio central era menor y la localización más frecuente del cordón umbilical era excéntrica, lo que difiere de otras descripciones en la literatura (29). Los diámetros venosos, fueron menores comparados a los relatados por autores anteriores. La importancia de estos análisis anatómicos radica en extrapolarlos a nuestra población y aplicarlos en los laboratorios de simulación de microcirugía. Este hallazgo de venas de menor calibre, podrían ofrecer un mejor entorno para la adquisición de destreza en la técnica microquirúrgica atraumática utilizando vasos de 0,8- 1,5 mm (64).

Como antecedente del presente estudio, la Universidad de Pavía (Italia) implementó un curso de formación práctica en microneurocirugía vascular (29), en el cual Del Maestro y col, usa 42 placentas con perfusión color con 33 participantes y evalúa la validez y fiabilidad del modelo para la formación en microcirugía vascular, y la mayoría de ellos, consideraron la placenta humana como un modelo valioso, preciso y reproducible.

Los resultados presentados aquí, demuestran de forma similar que los participantes, en general, están de acuerdo en que la consistencia y la disección de los vasos de la placenta humana son similares a la disección realizada en los vasos in vivo y destacaron la capacidad del modelo para realizar una reproducción fiel de un escenario microquirúrgico real. Respecto de la similitud en la disección de los vasos placentarios con los vasos in vivo, dos de cada tres expertos consideran que la disección es más exigente porque se asemeja a un tejido que ha sido sometido a radiación, lo que podría ser una ventaja interesante porque exigiría una disección más meticulosa y atraumática al enfrentarse a un tejido fibroso, facilitando la disección de tejidos sanos. En la descripción analítica, se encontró que no hubo diferencia estadística en las respuestas del participante con respecto al subgrupo de experticia, considerando que los resultados tienen una buena fidelidad. Estos resultados permiten reconocer a la placenta humana

como una herramienta óptima dentro del laboratorio de formación en microcirugía, lo cual aporta un entrenamiento más didáctico y cercano a la práctica en modelos de alta fidelidad (33).

Con relación a los otros simuladores utilizados, se implementaron aquellos previamente validados (15,35,65–68); los cuales son ampliamente variables respecto de la fidelidad, sin desconocer sus ventajas como una fácil ejecución y portabilidad, mejorando significativamente las habilidades técnicas de los cirujanos; igualmente se logran fortalecer las habilidades básicas en la manipulación atraumática y respeto de los tejidos y un razonamiento quirúrgico más responsable como destrezas de mayor precisión (69). Los simuladores adoptados son de baja y media fidelidad (modelos no vivos o ex vivo), sin embargo, estos pueden llegar a ser tan efectivos como los modelos de alta fidelidad (animales vivos) en las habilidades básicas en microcirugía (14).

El uso del modelo de muslo de pollo, permite una aproximación a los calibres vasculares para anastomosis de mayor frecuencia en cirugía reconstructiva, aporta 2 vasos principales, la arteria (1-2mm) y vena isquiática (2-3mm), es de bajo costo, fácil almacenamiento y preparación y mejora las habilidades microquirúrgicas, además de contar con validez de constructo y fiabilidad (34,35).

Los resultados de la escala OSATS, permiten observar que no todas las habilidades exhiben una mejora comparable; aquellas destrezas específicas con significancia estadística, son las relacionadas con la destreza y precisión en los movimientos, el manejo cuidadoso del tejido y el anudado preciso, empero no se demuestra mejoría en parámetros ergonómicos ni en el correcto y delicado manejo del instrumental, factor que es una constante en las primeras etapas

de adquisición de habilidades, donde los instrumentos sufren daños por un uso inapropiado o presión excesiva de los novatos (70).

Igualmente, se informa una mejora estadísticamente significativa en la irrigación, el ahorro de suturas, el respeto por el tejido y la realización de nudos, lo cual está en relación con mayor conciencia en el quirófano y finalmente determina una mejor técnica con una anastomosis funcional.

En la evaluación del tremor, la mayoría de los participantes mostró una reducción en la frecuencia del tremor, lo que podría atribuirse a la experiencia adquirida durante las sesiones de entrenamiento, no obstante, la baja sensibilidad del equipo y la aplicación usada, no logran registrar una diferencia estadística, lo que no permite su recomendación extendida en los laboratorios de microcirugía básicos. A pesar de esto, no descartamos que el uso de estas herramientas pudiera ser de utilidad en la retroalimentación de los cirujanos en formación, y estudios posteriores permitan estructurar su aplicación.

Considerando los resultados obtenidos en el análisis, no se logró identificar que los participantes con realización de actividades extracurriculares como jugar videojuegos, tocar instrumentos u otros, tuviera un impacto en mejores habilidades motrices en microcirugía (71,72), lo cual se reflejaría en una línea de base con mayor puntaje o un delta más representativo en los puntajes de desempeño global, igualmente los participantes que realizaban yoga, meditación en otros tampoco reflejaron un cambio estadísticamente significativo. Aunque, se debe considerar que nuestro tamaño muestral limite la posibilidad de encontrar estas asociaciones positivamente.

Los modelos ex vivo deben recomendarse como una alternativa al uso de animales vivos, ya que pueden mejorar las habilidades básicas de los participantes y se acogen a los preceptos planteados desde Russell y Burch en 1959, quienes contemplan las 3Rs (reemplazo, reducción y refinamiento), para minimizar el potencial daño animal (73).

A pesar de las ventajas descritas, el estudio presenta algunas limitaciones como una cantidad pequeña de participantes, el no realizar una transición a un modelo in vivo que presente los efectos de la coagulación, el pulso vascular, la posibilidad de disección exacta, así como la imposibilidad del traslado y evaluación de las habilidades obtenidas en el área clínica, igualmente puede ser limitante la necesidad de personal experto constante para la retroalimentación en los talleres al brindar franjas de entrenamiento tan amplias para que el residente pueda asistir. También, se debe continuar trabajando en herramientas con interfaz sencilla para el seguimiento del temblor como una forma de retroalimentación al cirujano participante. A pesar de ello, consideramos que el currículo presentado es un programa válido, con un impacto demostrado estadísticamente, de muy bajo costo, sencillo y de fácil aplicación para los laboratorios de formación en microcirugía, al menos en las etapas iniciales y que puede reducir considerablemente el uso de animales vivos en la práctica.

13 Conclusión

Este es un programa estructurado, secuencial de dificultad ascendente con sesiones formativas con uso de modelos no vivos y exvivo, con ejercicios específicamente diseñados para el desarrollo de habilidades microquirúrgicas: precisión, coordinación, economía de movimiento y manejo delicado del tejido, los cuales mejoran los puntajes globales de desempeño en los participantes, y permiten su implementación de forma fácil y económica en cualquier programa, reduciendo el uso animal, sin comprometer resultados eficientes en la formación de los cirujanos. Destacamos la validez del modelo de placenta con perfusión color, para su uso en diferentes especialidades, independientemente de la experiencia de los aprendices.

14 Alcances y Potenciales Beneficios del Trabajo de Grado

Con respecto al **desarrollo del trabajo colaborativo**: se afianzó el trabajo colaborativo entre investigadores de la Universidad Industrial de Santander del departamento de Ginecología y Obstetricia y del departamento de Cirugía Plástica, así mismo, con el laboratorio de simulación de la Universidad Industrial de Santander.

En relación con el **fortalecimiento de la capacidad científica**, este estudio contribuye a vigorizar y fortalecer la generación de evidencia científica por parte de programa de Cirugía Plástica de la Universidad Industrial de Santander en educación con modelos de simulación y entrenamiento en microcirugía.

En cuanto a la **apropiación social del conocimiento**, la participación con ponencia oral en tres congresos internacionales de reconocido prestigio en simulación y microcirugía permitió extender los resultados obtenidos que podrán ser de utilidad en la mejora en el desempeño en cirugía microvascular.

Igualmente, la participación como ponencia oral en el congreso nacional de cirugía plástica, permitió que los resultados obtenidos fuesen discutidos en los departamentos de cirugía plástica como un modelo de simulación adoptable y fuesen difundidos entre las partes que toman las decisiones en cuanto a formación académica de la especialidad a nivel nacional.

En relación con la generación de nuevo conocimiento, se obtuvo aceptación para publicación de un artículo en revista indexada u homologadas por Colciencias en categoría A2 y proceso editorial activo de otro artículo en categoría A1, en los cuales fueron incluidos los resultados del trabajo de grado.

Referencias Bibliográficas

1. Murray CJL, Vos T, Lozano R, Naghavi M, Flaxman AD, Michaud C, et al. Disability-adjusted life years (DALYs) for 291 diseases and injuries in 21 regions, 1990-2010: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet*. 2012;380(9859):2197–223.
2. Suh JD, Sercarz JA, Abemayor E, Calcaterra TC, Rawnsley JD, Alam D, et al. Analysis of outcome and complications in 400 cases of microvascular head and neck reconstruction. *Archives of Otolaryngology - Head and Neck Surgery*. 2004;130(8):962–6
3. Kakarala K, Emerick KS, Lin DT, Rocco JW, Deschler DG. Free flap reconstruction in 1999 and 2009: Changing case characteristics and outcomes. *Laryngoscope*. 2012;122(10):2160–3.
4. Holler JT, Albright P, Challa S, Ali SH, Martins D, Keys K, et al. Barriers to Performing Soft Tissue Reconstruction Procedures among Orthopedic Surgeons in Low- and Middle-income Countries. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2019;7(10):e2420.
5. Andrades C. P, Domínguez C. C, Cisternas V. JP, Danilla E. S, Erazo C. C, Sepúlveda P. S. Mis primeros 100 colgajos libres. *Revista chilena de cirugía*. 2018;70(3):245–51.
6. López Valderrama CE, Montealegre Gómez G. Reconstrucción mamaria con microcirugía. Experiencia con el colgajo microvascular del músculo recto abdominal. *Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana*. 2005;31(4):229–39.

7. Semer NB, Sullivan SR, Meara JG. Plastic surgery and global health: How plastic surgery impacts the global burden of surgical disease. *Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery* [Internet]. 2010;63(8):1244–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjps.2009.07.028>
8. Hirche C, Kneser U, Xiong L, Wurzer P, Ringwald F, Obitz F, et al. Microvascular free flaps are a safe and suitable training procedure during structured plastic surgery residency: A comparative cohort study with 391 patients. *Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery* [Internet]. 2016;69(5):715–21. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjps.2016.01.022>
9. Sullivan BJ, Maliha S, Henderson PW. Microsurgery Fellows' Impression of Clinical and Educational Offerings during Fellowship Year. *J Reconstr Microsurg.* 2020;36(3):191–6.
10. Gul BU, Yanilmaz DK, Arslan D, Bayramicli M, Akbulut O. Silicone-based simulation models for peripheral nerve microsurgery. *Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery* [Internet]. 2019;72(3):477–83. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2018.10.025>
11. Ali S. Basic Microvascular Anastomosis Simulation Hub Microsurgery Course: An Innovative Competency-Based Approach to Microsurgical Training for Early Year's Plastic Surgery Trainees. *Ann Plast Surg.* 2018;80(4):314–5.
12. Javid P, Aydm A, Mohanna PN, Dasgupta P, Ahmed K. Current status of simulation and training models in microsurgery: A systematic review. *Microsurgery.* 2019;39(7):655–68.

13. Odobescu A, Moubayed SP, Danino MA. Thiel cadaveric nerve tissue: A model for microsurgical simulation. *J Brachial Plex Peripher Nerve Inj.* 2016;11(1):18–20.
14. Grober ED, Hamstra SJ, Wanzel KR, Reznick RK, Matsumoto ED, Sidhu RS, et al. The educational impact of bench model fidelity on the acquisition of technical skill: The use of clinically relevant outcome measures. *Ann Surg.* 2004;240(2):374–81.
15. Ilie VG, Ilie VI, Dobreanu C, Ghetu N, Luchian S. Training of microsurgical skills on nonliving models. *Microsurgery.* 2008;571–7.
16. Almeland SK, Lindford A, Sundhagen HP, Hufthammer KO, Strandenes E, Svendsen HL, et al. The effect of microsurgical training on novice medical students' basic surgical skills—a randomized controlled trial. *Eur J Plast Surg.* 2020;43(4):459–66.
17. Weber D, Moser N, Rösslein R. A synthetic model for microsurgical training: A surgical contribution to reduce the number of animal experiments. *European Journal of Pediatric Surgery.* 1997;7(4):204–6.
18. Vinagre G, Villa J, Amillo S. Microsurgery Training: Does It Improve Surgical Skills? *J Hand Microsurg.* 2017;09(01):047–8.
19. Agrebi T, Chouari M, Lindsay K, Bradshaw E, Parson S, Watson L, et al. An enhanced fresh cadaveric model for reconstructive microsurgery training. 2018;439–4
20. Figueredo EJ. Simulación en salud. *Revista Colombiana de Anestesiología.* 2016;44(4):270–1.

21. Andrades... C. El laboratorio de microcirugía; Microsurgery training center. *Rev Chilena de Cirugía* [Internet]. 2005;57(5):366–72. Available from: www.redalyc.org/articulo.oa?id=345531913002
22. Rodriguez JR, Yañez R, Cifuentes I, Varas J, Dagnino B. Microsurgery Workout: A Novel Simulation Training Curriculum Based on Nonliving Models. *Plast Reconstr Surg*. 2016;138(4):739e–47e.
23. Kania K, Chang DK, Reece EM, Maricevich M, Buchanan EP. Special Topic Microsurgery Training in Plastic Surgery. :1–6.
24. Ayoubi S, Ward P, Naik S, Sankaran M. The use of placenta in a microvascular exercise. *Neurosurgery*. 1992;30(2):252–4.
25. Goldstein M. Use of fresh human placenta for microsurgical training. *Microsurgery* [Internet]. 1979 Jul 19;1(1):70–1. Available from: <https://onlineibrary.wiley.com/doi/10.1002/micr.1920010110>
26. Magaldi MO, Nicolato A, Godinho J V., Santos M, Prosdocimi A, Malheiros JA, et al. Human placenta aneurysm model for training neurosurgeons in vascular microsurgery. *Clin Neurosurg*. 2014;10(4):592–601.
27. Pérez Zabala J z, Beldi F, Tovar A, Kuchlewski P, Nuñez M, Lozano G, et al. Modelo integral de entrenamiento microquirúrgico y neuroendovascular con placenta humana. *Rev Argent Neuroc*. 2020;34(4):300–14.
28. Belykh E, Lei T, Safavi-Abbasi S, Yagmurlu K, Almefty RO, Sun H, et al. Low-flow and high-flow neurosurgical bypass and anastomosis training models using human and

bovine placental vessels: A histological analysis and validation study. *J Neurosurg.* 2016;125(4):915–28.

29. Del Maestro M, Rampini AD, Mauramati S, Giotta Lucifero A, Bertino G, Occhini A, et al. Dye-Perfused Human Placenta for Vascular Microneurosurgery Training: Preparation Protocol and Validation Testing. *World Neurosurg* [Internet]. 2021;146:e854–64. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.11.034>

30. Fasano D, Montanari FM, Guzzardella GA, Fini M, Nicoli Aldini N, Giardino R. The human placenta: a complementary method for microsurgical training. *Eur J Plast Surg.* 1994;17(3):142–3.

31. Gallardo FC, Bustamante JL, Martin C, Orellana CM, Rojas Caviglia M, Garcia Oriola G, et al. Novel Simulation Model with Pulsatile Flow System for Microvascular Training, Research, and Improving Patient Surgical Outcomes. *World Neurosurg.* 2020;143:11–6.

32. Gómez-Vega JC, Mancera Pérez J, Reghin Neto M, Holanda V, De Oliveira E. Desarrollo de técnicas microquirúrgicas usando tinción vascular con y sin silicona en placenta humana con modelos craneales 3D. *Rev Argent Neuroc.* 2020;35(2):160–71.

33. ZAMBRANO LC, Alarcon DF, Díaz KD, Rodriguez MA, Melendez GL, Ramirez MA. DYE-PERFUSED HUMAN PLACENTA FOR SIMULATION IN A MICROSURGERY LABORATORY FOR PLASTIC SURGEONS. *Arch Plast Surg* [Internet]. 2023 Jun 20; Available from: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/a-2113-4182>

34. Kang BY, Jeon BJ, Lee KT, Mun GH. Comprehensive analysis of chicken vessels as microvascular anastomosis training model. *Arch Plast Surg*. 2017;44(1):12–8.
35. Creighton FX, Feng AL, Goyal N, Emerick K, Deschler D. Chicken thigh microvascular training model improves resident surgical skills. *Laryngoscope Investig Otolaryngol*. 2017;2(6):471–4.
36. Wolff D, Villa P, Neirreitter A, Ruibal C, Estudio CM. Estudio Comparativo entre Soluciones Conservadoras con y sin Formol en Placenta Humana. 2012;30(2):432–8.
37. Ortega MV. Validez de instrumento para medir el aprendizaje. 2016;9(2):239–54.
38. Dumestre D, Yeung JK, Temple-oberle C. Evidence-Based Microsurgical Skills Acquisition Series Part 2: Validated Assessment Instruments — A Systematic Review. *J Surg Educ* [Internet]. 2014;72(1):80–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsurg.2014.06.009>
39. Ezra DG, Aggarwal R, Michaelides M, Okhravi N, Verma S, Benjamin L, et al. Skills Acquisition and Assessment after a Microsurgical Skills Course for Ophthalmology Residents. *Ophthalmology* [Internet]. 2009 Feb;116(2):257–62. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S016164200801004X>
40. Halsted W, Hospital JH, States U. Surgical Skills Training and Simulation. 2009;(April):271–370.
41. Choy I, Okraimec A. Simulation in Surgery: Perfecting t h e P r a c t i c e. *Surgical Clinics of NA* [Internet]. 2010;90(3):457–73. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.suc.2010.02.011>

42. Satterwhite T, Son J, Carey J, Echo A, Spurling T, Paro J, et al. The Stanford Microsurgery and Resident Training (SMaRT) Scale Validation of an On-Line Global Rating Scale for Technical Assessment. 2014;72(May):84–8.
43. Temple CLF, Ross DC. A New, Validated Instrument to Evaluate Competency in Microsurgery: The University of Western Ontario Microsurgical Skills Acquisition/Assessment Instrument [Outcomes Article]. *Plast Reconstr Surg* [Internet]. 2011 Jan;127(1):215–22. Available from: <http://journals.lww.com/00006534-201101000-00027>
44. Selber JC, Chang EI, Liu J, Suami H, Adelman DM, Garvey P, et al. Tracking the learning curve in microsurgical skill acquisition. *Plast Reconstr Surg*. 2012;130(4):550–7.
45. Reznick R, Regehr G, MacRae H, Martin J, McCulloch W. Testing technical skill via an innovative “bench station” examination. *Am J Surg*. 1997;173(3):226–30.
46. Martin JA, Regehr G, Reznick R, Macrae H, Murnaghan J, Hutchison C, et al. Objective structured assessment of technical skill (OSATS) for surgical residents. *British Journal of Surgery*. 1997;84(2):273–8.
47. Nugent E, Joyce C, Perez-Abadia G, Frank J, Sauerbier M, Neary P, et al. Factors influencing microsurgical skill acquisition during a dedicated training course. *Microsurgery* [Internet]. 2012 Nov;32(8):649–56. Available from: <https://onlineibrary.wiley.com/doi/10.1002/micr.22047>
48. Zumiotti AV, Jr. RM, Rezende MR de, Santos GB dos. *Manual de Microcirurgia* -. Available from: <http://mybookcuritiba.com.br/800-manual-de-microcirurgia.html>

49. Fargen KM, Turner RD, Spiotta AM. Factors That Affect Physiologic Tremor and Dexterity During Surgery: A Primer for Neurosurgeons. *World Neurosurg* [Internet]. 2016 Feb;86:384–9. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1878875015015259>
50. Hanrahan J, Sideris M, Pasha T, Tsitsopoulos PP, Theodoulou I, Nicolaides M, et al. Hands train the brain—what is the role of hand tremor and anxiety in undergraduate microsurgical skills? *Acta Neurochir (Wien)* [Internet]. 2018 Sep 2;160(9):1673–9. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00701-018-3609-6>
51. Verrelli DI, Qian Y, Wood J, Wilson MK. Measurement of tremor transmission during microsurgery. *The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery* [Internet]. 2016 Dec;12(4):585–97. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/rcs.1717>
52. Mcamis NE, Prospero DA, Standeven J, Ray WZ, Zohny Z, Engsborg JR. Interdisciplinary Neurosurgery: Advanced Techniques and Case Management Development of a method to compare microsurgery techniques across different levels of surgical experience. *Interdiscip Neurosurg* [Internet]. 2017;10:52–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.inat.2017.06.003>
53. Ghanem A, Kearns M, Ballestín A, Froschauer S, Akelina Y, Shurey S, et al. International microsurgery simulation society (IMSS) consensus statement on the minimum standards for a basic microsurgery course, requirements for a microsurgical anastomosis global rating scale and minimum thresholds for training. *Injury* [Internet]. 2020;51(xxxx):S126–30. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2020.02.004>

54. Camacho FJ, Rojas MA, Cir RC, Original C. Determinación de los niveles de competencia para entrenamiento básico en microcirugía. *Revista Colombiana de Cirugía*. 2016;31(4):240–7.
55. Rojas-Galvis MA. Determinación de las curvas de desempeño de los residentes mediante una estrategia didáctica en la creación de habilidades básicas para microcirugía. 2019.
56. Camacho FJ, Andrés Rojas M. Determinación de los niveles de competencia para entrenamiento básico en microcirugía.
57. Bekov DB. [Nomenclature of blood vessels of the chorion of mature human placenta]. *Arkh Anat Gistol Embriol* [Internet]. 1991 Jun;100(6):96–102. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1843428>
58. Bekov DB. Individual'naia anatomicheskaja izmenchivost' arteriï plodnoï poverkhnosti platsenty cheloveka. *Arkh Anat Gistol Embriol* [Internet]. 1990 Feb;98(2):32–43. Available from: <https://europepmc.org/article/med/2353882>
59. Ribeiro de Oliveira MM, Wendling L, Malheiros JA, Nicolato A, Prosdocimi A, Guerra L, et al. Human Placenta Simulator for Intracranial-Intracranial Bypass: Vascular Anatomy and 5 Bypass Techniques. *World Neurosurg* [Internet]. 2018;119:1–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.07.246>
60. McGregor JC, Wyllie FJ, Grigor KM. Some anatomical observations on the human placenta as applied to microvascular surgical practice. *Br J Plast Surg*. 1983;36(3):387–91.

61. Ramírez Barba EJ, Domínguez Garibaldi FJ, Córdova Villalobos JA, García Vázquez JP, Flores Ramírez LA, Muñoz Ramos R, et al. El uso de la placenta en el entrenamiento microquirúrgico. *Cir gen.* 1995;17(1):11–3.
62. Ramírez M. A, Contreras D. R, Cartes U. J, Martínez M. M, Martínez P. C, Alvarado S. V, et al. Entrenamiento microquirúrgico básico para realizar un modelo animal de alotrasplante compuesto vascularizado. *Revista chilena de cirugía.* 2013;65(5):389–95.
63. Romero FR, Fernandes ST, Chaddad-Neto F, Ramos JG, De Campos JM, De Oliveira E. Microsurgical techniques using human placenta. *Arq Neuropsiquiatr.* 2008;66(4):876–8.
64. Yonekawa Y, Frick R, Roth P, Taub E, Imhof HG. Laboratory training in microsurgical techniques and microvascular anastomosis. *Operative Techniques in Neurosurgery.* 1999;2(3):149–58.
65. Mustafa Erol Demirseren, Yasuyoshi Tosa YH, Demirseren ME, Tosa Y, Hosaka Y. Microsurgical Training with Surgical Gauze: The First Step. *J Reconstr Microsurg* [Internet]. 2003;19(6):385–6. Available from: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-2003-42634>
66. Kaufman T, Hurwitz DJ, Ballantyne DL. The foliage leaf in microvascular surgery. *Microsurgery* [Internet]. 1984;5(1):57–8. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/micr.1920050113>
67. Crosby NL, Clapson JB, Buncke HJ, Newlin L. Advanced non-animal microsurgical exercises. *Microsurgery* [Internet]. 1995;16(9):655–8. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/micr.1920160913>

68. Ribeiro De Oliveira MM, Ferrarez CE, Ramos TM, Malheiros JA, Nicolato A, Machado CJ, et al. Learning brain aneurysm microsurgical skills in a human placenta model: Predictive validity. *J Neurosurg.* 2018;128(3):846–52.
69. Lascar I, Totir D, Cinca A, Cortan S, Stefanescu A, Bratianu R, et al. Training program and learning curve in experimental microsurgery during the residency in plastic surgery. *Microsurgery* [Internet]. 2007 Jan 3;27(4):263–7. Available from: <https://onlineibrary.wiley.com/doi/10.1002/micr.20352>
70. Banda CH, Georgios P, Narushima M, Ishiura R, Fujita M, Goran J. Challenges in global reconstructive microsurgery: The sub-Saharan african surgeons' perspective. *JPRAS Open* [Internet]. 2019 Jun;20:19–26. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2352587819300099>
71. Rojas-Galvis MA. Determinación de las curvas de desempeño de los residentes mediante una estrategia didáctica en la creación de habilidades básicas para Microcirugía. 2019.
72. Moustaki M, Masud D, Hachach-Haram N, Mohanna PN. Effect of computer games and musical instruments on microsurgery. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery* [Internet]. 2017 Jul;70(7):982–4. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1748681517300931>
73. Tannenbaum J, Bennett BT. Russell and Burch's 3Rs then and now: the need for clarity in definition and purpose. *J Am Assoc Lab Anim Sci* [Internet]. 2015 Mar;54(2):120–32. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25836957>

Apéndices

Apéndice A.

Escala de clasificación específica tipo OSATS para modelo no vivo y ex vivo

Escala de clasificación específica tipo OSATS					
Modelo no vivo					
Ítems	Descripción				
	1		3		5
1. Balance ergonómico y dominio general	Amplio rango de movimientos. Temblor excesivo en manos y dedos.		Movimientos moderados, con temblor discreto. Rara vez realiza amplio rango de movimientos.		Movimientos cortos, finos y precisos. Los movimientos se centralizan en su muñeca y dedos.
2. Uso del instrumental	Repetidamente emplea el instrumental de forma errada para realizar las actividades.		Usa el instrumental de forma correcta, pero con más tiempo del usual.		Perfecta ejecución del instrumental en mano para cada actividad.
3. Ejercicio tabaco: distancia de los elementos del	>3 cm		Entre 1-3 cm		Unos pocos elementos de tabaco caídos en <1cm

tabaco caídos fuera de la caja de Petri					
4. Ejercicio tabaco: toma los elementos del tabaco	Toma varios elementos y los traslada en la pinza. Caen muchos elementos por fuera de la caja.		Toma pocos elementos y los traslada en la misma pinza. Caen pocos elementos fuera de la caja.		Toma uno a uno los elementos de tabaco en la pinza. Escasos elementos caídos fuera de la caja.
5. Ejercicio figuras en gasa: paso de la hebra en la gasa sobre línea guía.	La hebra se aleja > 5 mm de la línea guía.		Mantiene la hebra sobre la línea guía ente 3 y 5mm.		La hebra pasa por <3 mm de la línea guía.
6. Ejercicio figuras en gasa: hebras de la gasa	Se encuentran completamente deformes y algunas rotas en el paso de la sutura.		Las hebras se encuentran en orden, pero unas pocas están deformes manteniendo su forma.		Las hebras están completamente ordenadas sin ninguna deformidad.
7. Ejercicio sutura en látex: mordedura de la aguja uniforme	Las mordeduras de aguja son muy irregulares desde la punta al extremo ensamblado de la sutura.		Aproximadamente 50% de las mordeduras de aguja son uniformes y regulares.		Todas las mordeduras de aguja son uniformes y regulares.

<p>8. Ejercicio sutura en látex: los puntos ingreso y salida.</p>	<p>Relación del ingreso y salida es desigual. Desgarra el material por la sobretensión en el cierre de los puntos.</p>		<p>Mantiene una simetría ingreso y salida igual al borde de la incisión. Existe poco daño en el material en la tensión y cierre de los puntos.</p>	<p>Simetría precisa en entrada y salida del punto con el borde en todos los puntos No hay daño en el material por sobre tensión de los puntos.</p>
<p>9. Ejercicio sutura en látex: simetría en la distancia entre punto y punto.</p>	<p>Distancia entre nudos es desordenada con amplios y pocos espacios entre sí. Nudo flojo y tiende a deshacerse con errores en la técnica de anudado.</p>		<p>Mantiene en la mayoría de los puntos espacios simétricos Nudos firmes con algunos irregulares</p>	<p>Distancia entre los puntos mantiene uniformidad con espacios precisos Todos los nudos son firmes con buena ejecución</p>
<p>10. En la sutura en pétalo de rosa.</p>	<p>Toma de forma brusca el tejido lesionando los bordes de la incisión. Desgarra el material por la sobretensión en el cierre de los puntos.</p>		<p>Toma suavemente el borde del tejido para exponerlo generándose escaso daño. Existe poco daño en el material en la tensión y cierre de los puntos.</p>	<p>Realiza una exposición adecuada del borde sin generar daño. No hay daño en el material por sobre tensión de los puntos.</p>

Escala de clasificación específica tipo OSATS

Modelo exvivo

Ítems	Descripción
--------------	--------------------

	1		3		5
1. Manejo del instrumental quirúrgico.	<p>Repetidamente hace pases innecesarios o movimientos incómodos con los instrumentos</p> <p>Realiza movimientos innecesarios y torpes.</p>		<p>Usa el instrumental de manera competente.</p> <p>Raramente se observan movimientos rígidos o incómodos.</p>		<p>Realiza movimientos del instrumental de manera fluida y sin esfuerzo.</p> <p>Movimientos exactos y precisos.</p>
2. Manejo del vaso y respeto por el tejido	<p>Lesiona vaso de manera frecuente por el uso inapropiado y excesivo de la fuerza.</p> <p>Desgarro del vaso por uso inapropiado de la aguja o instrumento al momento del anudado.</p>		<p>Daño accidental aceptable y ocasional que no afecta la integridad estructural, pero puede provocar una trombosis o daño en la íntima.</p> <p>Movimientos bruscos en la línea anastomótica durante el anudado.</p>		<p>El vaso se mantiene intacto hasta el final del procedimiento.</p> <p>Ausencia de movimientos previniendo daño en la íntima endotelial del vaso.</p>

<p>3. Espacio entre puntos de sutura</p>	<p>Espacios irregulares.</p> <p>Se usa una cantidad subóptima de puntos de sutura para completar la anastomosis</p> <p>(Más o menos entre 10 y 12 puntos en vasos de 3mm y entre 6 y 8 puntos para un 1 mm).</p>		<p>Más del 50% de espacios precisos entre punto y punto pero aún se mantiene un subóptimo espaciado entre punto y punto</p> <p>(Más o menos entre 10 y 12 puntos en vasos de 3mm y entre 6 y 8 puntos para un 1 mm).</p>		<p>Espacios son precisos entre punto y punto.</p> <p>El número de los puntos de sutura son apropiados al tamaño del vaso y coinciden con el número sugerido.</p> <p>(Más o menos entre 10 y 12 puntos en vasos de 3mm y entre 6 y 8 puntos para un 1 mm).</p>
<p>4. Anudado</p>	<p>Nudo flojo y puede deshacerse.</p> <p>Los nudos son atados fuertemente que desgarran y lesionan el vaso.</p> <p>Desperdicia demasiada sutura.</p>		<p>Nudos de calidad aceptable, pero son desiguales e irregulares.</p> <p>Los nudos se cortan con una longitud apropiada.</p> <p>Requiere una sola sutura adicional para terminar la anastomosis.</p>		<p>Nudo cuadrado hecho con la suficiente tensión y fuerza.</p> <p>Longitud de sutura adecuada.</p> <p>Finaliza por completo la anastomosis con solo un material de sutura.</p>
	<p>Movimientos innecesarios.</p> <p>Múltiples intentos</p>		<p>Pocos movimientos innecesarios.</p> <p>Pocos intentos para</p>		<p>Toma la aguja con un solo intento.</p> <p>Pocos movimientos,</p>

<p>5. Eficiencia microquirúrgica con la aguja</p>	<p>necesarios para atrapar y posicionar la aguja. Múltiples intentos para atravesar el tejido.</p>		<p>tomar la aguja correctamente. Pocos intentos son requeridos para atravesar el tejido.</p>	<p>precisos y eficientes. Con solo un intento atraviesa el tejido eficientemente.</p>
<p>6. Eficiencia en el anudado microquirúrgico</p>	<p>Movimientos innecesarios. Múltiples intentos necesarios para tomar la sutura y atar el nudo. Múltiples ataduras y torceduras de la hebra por fuerza excesiva.</p>		<p>Pocos movimientos innecesarios. Pocos intentos en tomar la hebra de sutura. Mínimos daños en la hebra de sutura por fuerza excesiva</p>	<p>Movimientos precisos y eficientes. Solo un intento para realizar el nudo eficientemente.</p>
<p>7. Irrigación</p>	<p>Uso pobre de la irrigación y frecuente desecación del vaso.</p>		<p>Irrigación justa pero ocasionalmente el campo poco húmedo.</p>	<p>Uso apropiado de la irrigación.</p>
<p>8. Evaluación completa de la anastomosis T-T</p>	<p>Torcedura, angulación o torsión grave del vaso. Vaso completamente deformado. No completo la anastomosis.</p>		<p>Sin torsión vascular. Leve torcedura del vaso</p>	<p>Línea simétrica del vaso. Anastomosis completamente funcional.</p>

<p>9. Prueba de permeabilidad T-T</p>	<p>Fugas amplias en la anastomosis. Fugas sin punto específico. Sin flujo a través del vaso.</p>		<p>Fugas moderadas.</p>		<p>Fugas mínimas que pueden ser controladas fácilmente con material hemostático, manteniendo un flujo continuo.</p>
<p>10. Evaluación de la anastomosis T-T</p>	<p>Entre 70 a 100% de estenosis. Puntos en la pared posterior del vaso.</p>		<p>Entre 10 a 50% de estenosis. Superposición de los bordes de los vasos con mínimo compromiso.</p>		<p>No existe estenosis que pueda comprometer el vaso, manteniendo su flujo interno.</p>

Apéndice B.

Cronograma de actividades.

Actividad	Febrero 2020- Junio 2020	Julio 2020 – Enero 2021	Febrero 2021- Junio 2021	Julio 2021- Enero 2022	Febrero 2022- Junio 2022	Julio 2022- Enero 2023	Febrer o 2023- Junio 2023	Julio 2023- Enero 2024
<p>Revisión bibliográfica</p>	<p>X</p>							
<p>Diseño del</p>								

protocolo de investigación	X	X						
Defensa de la propuesta ante jurado evaluador		X	X					
Obtención aval de comité de ética			X	X				
Obtención de muestras, actividades de logística				X				
Ingreso de participantes en el estudio				X				
Prueba preliminar				X				

productos esperados									X
Entrega del documento final									X
Sustentación del proyecto ante el comité evaluador									X
Publicación de resultados									X
Presentación en eventos				X	X	X	X		X

Apéndice C.

Presupuesto

Personal:

Tutor académico (cirujanos expertos #2), semanal 8 horas: Valor Hora \$40.000. Total:
46.080.000

Tutor epidemiológico semanal 2 horas: Valor Hora \$40.000. Total: 5.760.000.

Residente de Cirugía Plástica semanal 8 horas: Valor Hora \$ 20.000. Total: 11.520.000

Durante 18 meses (72 semanas)

Total: \$ 63.360.000

Aportado por la Universidad Industrial de Santander

Equipos:

Lupas microquirúrgicas de cada residente: 15.000.000

Microscopio: 20.000.000

Instrumental de microcirugía: 5.000.000

Equipos y soluciones para perfusión: 500.000

Computador portátil Lenovo: Valor \$ 1.500.000

Cámara Fotográfica Nikon: Valor \$ 1.200.000

Apple Watch: valor 1.000.000

Total: \$ 44.200.000

Aportados por los investigadores

Materiales:

Fotocopias, cada hoja: \$100

Total: \$100.000

Aportados por los investigadores

Publicaciones:

Publicación de Artículo Académico en revista indexada

Publicación en congreso o evento de importancia académica

Gastos serán aportados por los investigadores.

Rubro	Financiación propia	Contrapartida UIS	Total
Personal		\$63.360.000	\$63.360.000
Equipos	\$44.200.000		\$44.200.000
Papelería	\$100.000		\$100.000
Productos esperados	\$500.000		\$500.000
Total	\$44.800.000	\$63.360.000	\$108.160.000