

# Uso del teléfono inteligente para facilitar el aprendizaje en Microcirugía

## Use of smartphone to facilitate learning in Microsurgery



Elena Scarafoni E.

Esteban ELENA SCARAFONI

### Resumen

**Introducción y objetivo.** El éxito de un colgajo microquirúrgico depende, entre otras cosas, de una correcta técnica de la anastomosis, siendo la experiencia preoperatoria del cirujano directamente proporcional a la tasa de supervivencia del mismo. El uso de animales vivos es el modelo estándar para el entrenamiento en Microcirugía. Sin embargo, implica un alto costo y una necesidad de recursos. Existen diferentes alternativas para el entrenamiento de habilidades microquirúrgicas pero sigue siendo necesario tener un microscopio y un lugar físico para realizar las prácticas. El uso de teléfonos inteligentes en Cirugía Plástica toma cada vez más relevancia y hoy en día son varias sus aplicaciones también como alternativa al microscopio.

El objetivo de este trabajo es proponer un modelo alternativo para la enseñanza microquirúrgica utilizando un teléfono inteligente como sustituto del microscopio.

**Material y método.** Creamos una plataforma de trabajo sobre una mesa con un soporte de celular con brazo flexible al costado de la misma. Para reemplazar el microscopio utilizamos un teléfono inteligente Apple 8s Plus® que permite un zoom digital de hasta 10X y la posibilidad de grabar videos en 4k y alta definición. Para las pruebas planteamos 3 ejercicios con modelos inanimados de dificultad creciente: el deshilachado de las fibras de una gasa, el armado de suturas en un guante de látex y la técnica de anastomosis vascular y/o nerviosa en una pata de pollo. Tomamos fotografías en las diferentes magnificaciones para comprobar la definición y la posibilidad de realizar anastomosis sobre diferentes plataformas.

**Resultados.** Pudimos realizar los 3 ejercicios utilizando la máxima magnificación con una definición adecuada.

**Conclusiones.** El teléfono inteligente permite realizar diferentes ejercicios microquirúrgicos con un adecuado nivel de magnificación y definición. Podría por tanto emplearse como sustituto y/o complemento del microscopio para una práctica más accesible y económica.

### Abstract

**Background and objective.** A successful outcome in Microsurgery depends, among others, on the performance of technically perfect microvascular anastomosis, being the operative experience the single most critical factor in avoiding free flap failure.

Using living animals represents the actual training standard. However, this implies high costs. Several nonliving models have been proposed as alternatives for the acquisition of basic skills. Nevertheless, a microscope is needed to practice.

The use of smartphones in Plastic Surgery is well documented. The purpose of this article is to describe the possibility of using the smartphone to replace an operating microscope in Microsurgery training.

**Methods.** A test platform was created. A phone holder was placed on the side of a table, such that it could be comfortably reached from the test platform. The microscope was replaced with a smartphone Apple 8s Plus® with a digital 10x zoom. Three exercises in non living models were used for the test: gauze, latex glove and chicken tight. Photographs were taken to show the smartphone definition and the applicability to perform Microsurgery anastomosis.

**Results.** All exercises could be performed in the maximum magnification with adequate definition.

**Conclusions.** The use of smartphones as a microsurgery model presented in this study could be applied to basic Microsurgery education and also used as an alternative training model owing to its easy application, easy accessibility and low cost.

**Palabras clave** Microcirugía, Teléfono inteligente, Entrenamiento quirúrgico

**Nivel de evidencia científica** 5c Terapéutico  
**Recibido (esta versión)** 8 febrero/2019  
**Aceptado** 30 octubre/2019

**Key words** Microsurgery, Smartphone, Microsurgery training

**Level of evidence** 5c Therapeutic  
**Received (this version)** 8 February/2019  
**Accepted** 30 October/2019

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener ningún interés financiero relacionado con el contenido de este artículo.  
**Financiación:** No hubo fuentes externas de financiación para este trabajo.

\* Médico Residente de Cirugía Plástica, Hospital de Quemados del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.



## Introducción

El éxito de un colgajo microquirúrgico depende de diversos factores, entre ellos, una buena planificación preoperatoria, una disección atraumática del colgajo, una adecuada preparación del vaso receptor, una correcta técnica de anastomosis y un buen posicionamiento del colgajo para evitar torsiones y compresiones del pedículo. Sin embargo, para Khouri<sup>(1)</sup> el factor más importante para evitar el fallo del colgajo es la experiencia preoperatoria del cirujano.

Varios estudios demuestran que la curva de aprendizaje aumenta el éxito de la cirugía y es directamente proporcional a la tasa de supervivencia de los colgajos, siendo esta de entre el 72-91% para los primeros casos frente al 96-97% una vez ganada cierta experiencia.<sup>(2)</sup> Esto conlleva la necesidad de implementar un entrenamiento sistemático, reproducible y periódico para lograr la adquisición de las habilidades necesarias y suficientes para ejercitar las diversas técnicas quirúrgicas y que ese ejercicio sea además continuo en el tiempo para poder reducir la curva de aprendizaje y mejorar la experiencia, y por lo tanto, la tasa de éxito de la cirugía.

El uso de animales vivos, principalmente ratas, representa el modelo estándar para el entrenamiento en Microcirugía ya que permite reproducir de manera similar las condiciones *in vivo* de un humano. Debido al alto costo que implica el mantenimiento de un bioterio, se han descrito en la literatura alternativas para el entrenamiento microquirúrgico.<sup>(3)</sup> Sin embargo, a pesar de que los costos pueden reducirse utilizando modelos inanimados, sigue siendo necesario disponer de un microscopio y de una sala especializada y preparada en la que realizar dichas prácticas. Lógicamente, todo esto representa muchas veces una limitación importante para el entrenamiento.

El uso de teléfonos inteligentes (*smartphones*) entre los profesionales de la salud es cada vez mayor y algunos estudios demuestran que entre un 85 a un 93% de los médicos utiliza el teléfono durante su práctica habitual, ya sea como elemento de comunicación, de consulta o de diagnóstico.<sup>(4)</sup> En lo que respecta a la Cirugía Plástica, esta práctica está tomando cada vez más relevancia y hoy en día son varias las aplicaciones que se utilizan en favor de la misma. Por ejemplo, Pereira y col.<sup>(5)</sup> en 2018 demostraron la posibilidad de localizar perforantes cutáneos en la región ántero-lateral del muslo a través de imágenes termográficas utilizando una cámara térmica para teléfono inteligente con una sensibilidad y especificidad comparables a las de una angiotomografía. Este método simple, accesible, portátil y de bajo costo permite un mapeo de las perforantes en el preoperatorio y un

seguimiento del colgajo en el postoperatorio. El mismo autor en otro estudio,<sup>(6)</sup> utiliza una aplicación de realidad aumentada para poder mapear el recorrido de los vasos en el paciente con una exactitud y correlación del 100% comprobable en el intraoperatorio. De la misma forma Bastardo y col., en esta misma revista publican en 2018 el uso del teléfono inteligente como método de visualización diagnóstica a modo de nasolaringofibroscoopia portátil en quemaduras de la vía aérea superior.<sup>(7)</sup> Ambas aplicaciones permiten mejorar la planificación de la cirugía y reducir los tiempos quirúrgicos de disección.

El objetivo de este trabajo es proponer un modelo alternativo para la enseñanza de la Microcirugía utilizando el teléfono inteligente como sustituto del microscopio.

## Material y método

Creamos una plataforma de trabajo sobre una mesa (Fig. 1) con un campo celeste sobre el centro y un soporte de celular con brazo flexible a su costado para permitir una correcta maniobrabilidad de los instrumentos sin interferencia. Colocamos también un computador portátil en un lado de la mesa para visualizar tutoriales en simultáneo con la práctica, en el caso que se desee. Para reemplazar el microscopio utilizamos un teléfono inteligente Apple 8s Plus® (Apple Inc., California) que posee una cámara dual de 12 megapíxeles con gran angular y teleobjetivo que permite un zoom digital de hasta 10X y la posibilidad de grabar videos en 4k y alta definición.

Los instrumentos quirúrgicos empleados fueron una pinza de mano izquierda, un porta agujas y una tijera delicada (Fig. 2).

Para las pruebas preparamos 3 ejercicios con modelos inanimados de dificultad creciente: el deshilachado de las fibras de una gasa, el armado de suturas en un guante de látex y la técnica de anastomosis vascular y/o nerviosa en una pata de pollo.

En el ejercicio de la gasa, buscamos determinar cuál es el máximo nivel de magnificación que permite trabajar sin perder calidad o definición. Para ello evaluamos 4 alternativas en orden ascendente de magnificación, comenzando en 4X, luego 5X, 7.5X y finalmente en 10X.

Luego de seleccionar la magnificación, avanzamos al siguiente ejercicio donde probamos las suturas más utilizadas para las anastomosis sobre el guante de látex. Empleamos suturas de nylon de calibres descendentes comenzando con nylon 8.0, luego 9.0 y finalmente 10.0. El objetivo fue validar la utilización de las diferentes suturas expuestas a la magnificación previamente seleccionada.

Una vez elegidas la magnificación y la sutura, procedimos a realizar la anastomosis vascular en la pieza de pollo.





Figura 1. A. Mesa de trabajo con el campo central, el soporte para celular con brazo móvil y la computadora portátil para poder observar tutoriales o videos en simultáneo. B. La plataforma durante la práctica.



Figura 2. Elementos utilizados para la anastomosis: una tijera de microdissección, un porta agujas y una pinza delicada. Las suturas utilizadas fueron nylon 8.0, 9.0 y 10.0.

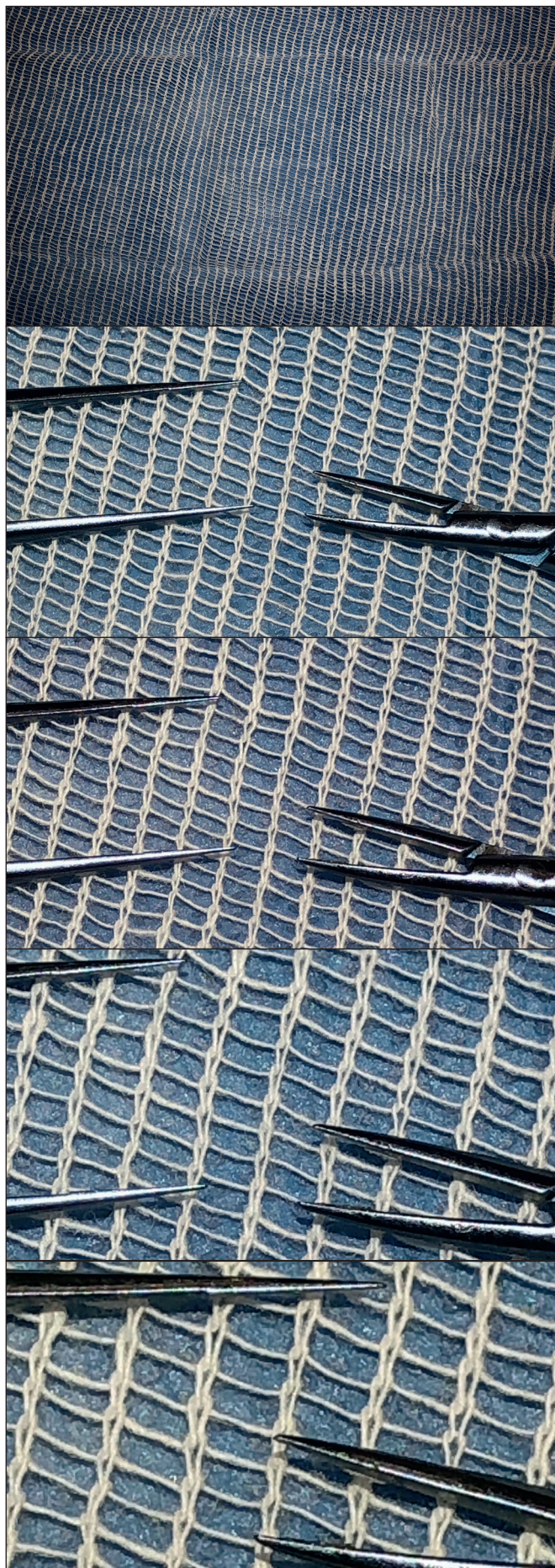


Figura 3. A. Gasa desplegada sin aumento. B. Gasa con aumento 4X. C. Gasa con aumento 5X. D. Gasa con aumento 7.5X. E. Gasa con aumento 10X.



Registramos fotográficamente los diferentes pasos explicados anteriormente, utilizando la misma cámara del teléfono con flash.

## Resultados

El primer modelo utilizado fue la gasa. La colocamos desplegada sobre el campo fijada en los ángulos con cinta adhesiva. Comenzamos aumentando las magnificaciones propuestas y comprobando en cada una de ellas

la definición y la posibilidad de realizar el ejercicio del destrenzado de las fibras. Iniciamos con un aumento de 4X, pasando por 5X, luego 7.5X y finalmente 10X. En todos los casos evidenciamos una buena definición de las fibras de la gasa y de las pinzas y pudimos realizar sin problemas el ejercicio (Fig. 3).

Al determinar que en el máximo aumento la calidad de la imagen era buena y la definición óptima, en el siguiente modelo probamos diferentes suturas para el ar-

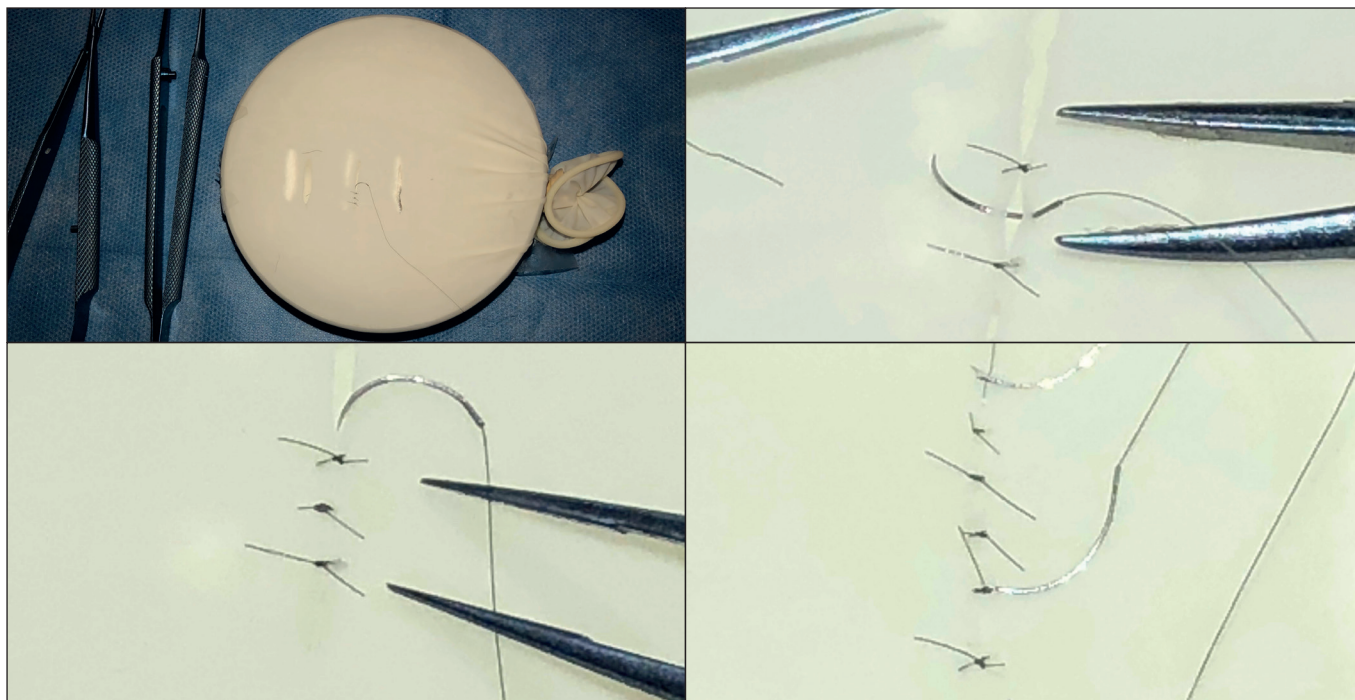


Figura 4. A. Guante de látex con la incisión sin aumento. B. Aguja atravesando ambos bordes en 10X. C. Guante de látex en 10X después de realizar las suturas con nylon 8.0. D. Guante de látex con aumento 10X al finalizar todas las suturas.

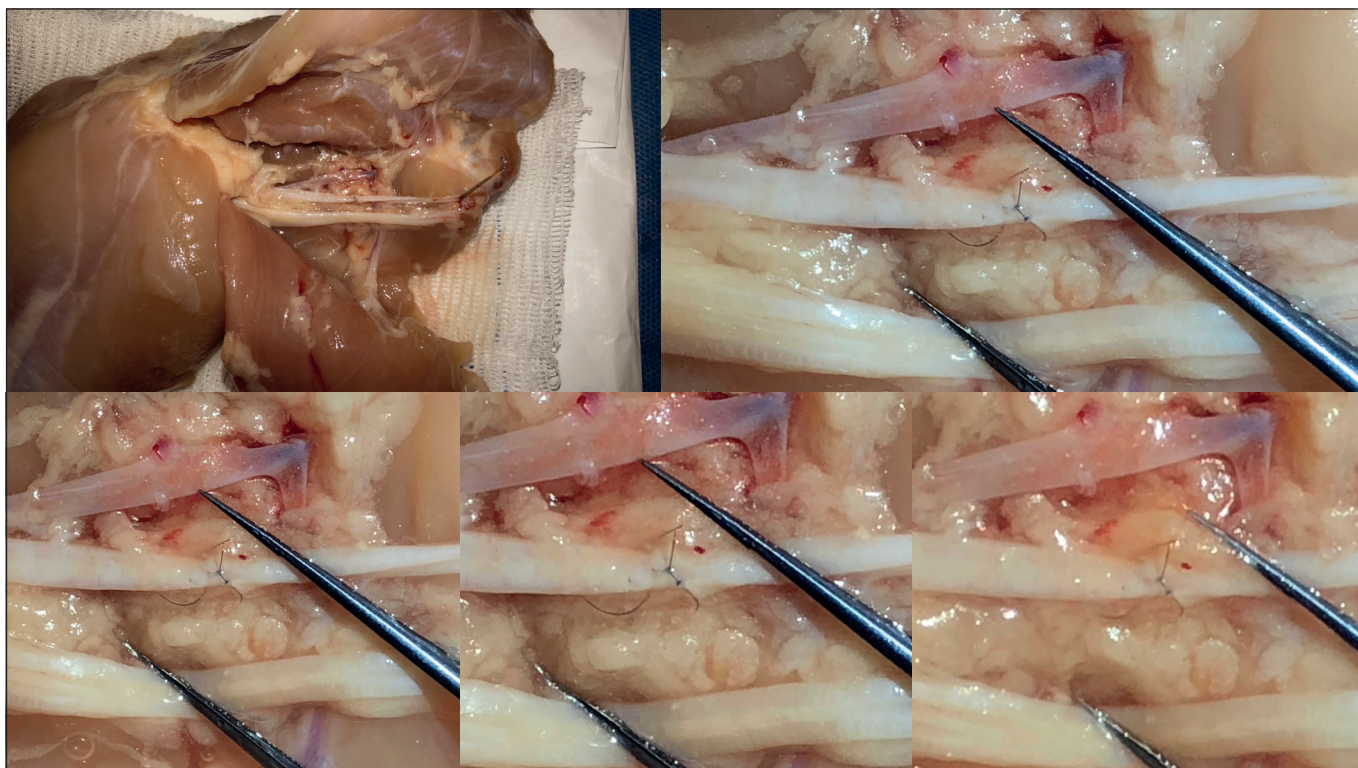


Figura 5. Pedículo en sus diferentes magnificaciones. A. Sin magnificación. B. Magnificación 4X. C. Magnificación 5X. D. Magnificación 7.5X. E. Magnificación 10X.



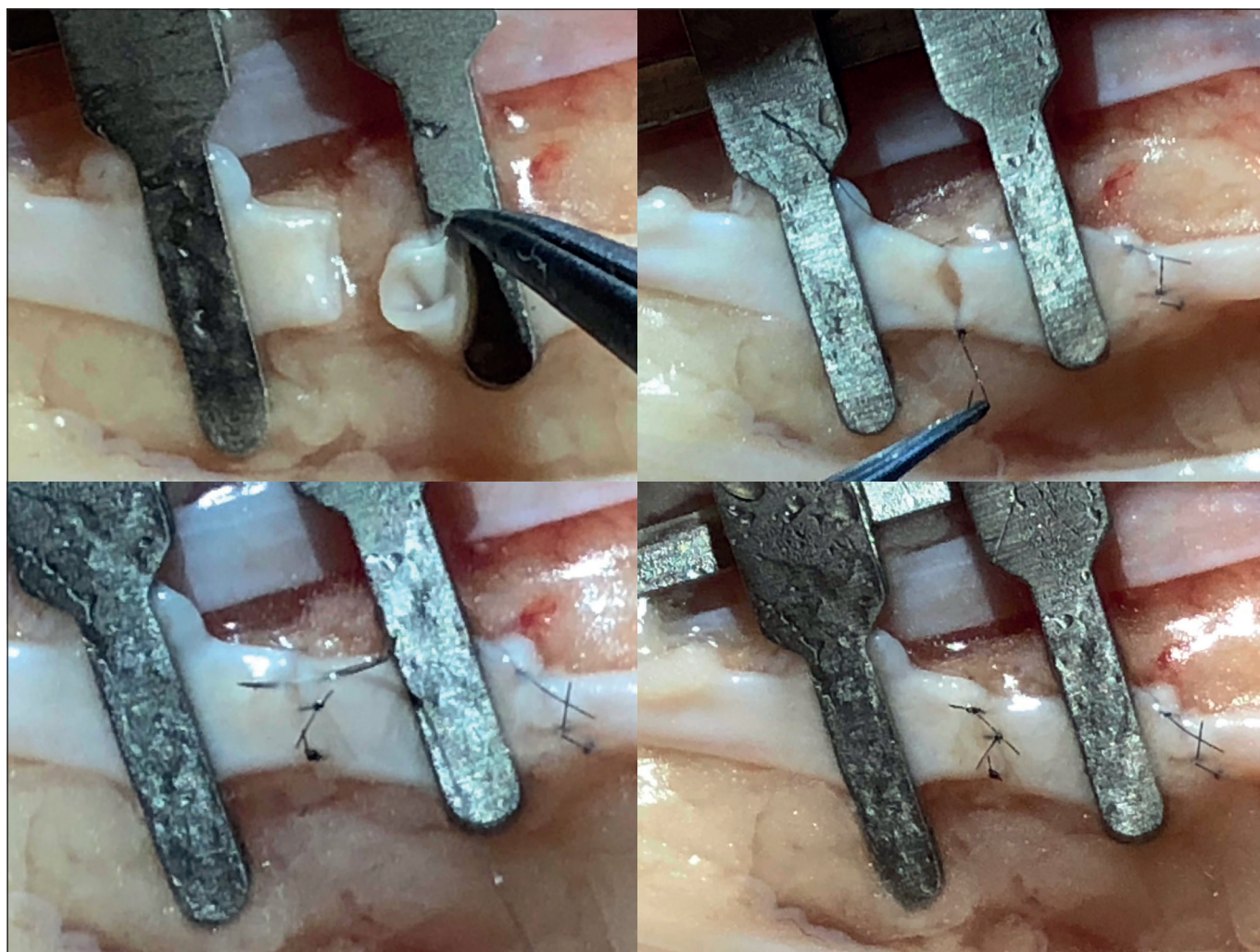


Figura 6. Técnica de anastomosis sobre el vaso. A. Ambos cabos de la arteria en 10X. Observar la definición de la luz y la pared del vaso. B. Puntos laterales realizados. C. Aguja con buena definición. D. Pared anterior finalizada

mado de los puntos en 10X, comenzado con un nylon 8.0, luego 9.0 y finalmente 10.0. Para esto, colocamos un guante de látex tensado sobre una placa de Petri al cual le realizamos un corte con bisturí de modo que los bordes quedaran separados, simulando una herida.

En el máximo aumento realizamos 3 puntos con cada una de las suturas. Comprobamos que era posible realizar la prueba con los 3 tipos de suturas, sin ningún inconveniente y con un grado de definición aceptable (Fig. 4).

Por último, procedimos a realizar una anastomosis vascular sobre la pieza de pollo. Identificamos los vasos femorales y disecamos bajo máxima magnificación. Una vez aislados los vasos, volvimos a comprobar la definición en los 4 aumentos propuestos observando buena nitidez y calidad de las imágenes en todos los casos (Fig. 5). Una vez hecho esto, llevamos a cabo una anastomosis con nylon 8.0 de la cara anterior de la arteria. Elegimos la sutura en base al diámetro de la arteria, cuya medida era de 1.5 mm. Pudimos realizar la anastomosis con un adecuado nivel de nitidez (Fig. 6).

## Discusion

El uso del teléfono inteligente permite la realización de diferentes ejercicios microquirúrgicos con un adecuado nivel de magnificación y definición. Este elemento podría actuar como un sustituto y/o complemento del microscopio, permitiendo una práctica más accesible y económica.

El uso de ratas es el modelo estándar para el aprendizaje de las anastomosis vasculares en la mayoría de los cursos dictados en Estados Unidos, ya que permite simular las condiciones fisiológicas que ocurren in vivo con un humano<sup>(8)</sup>. Sin embargo, el costo que conlleva es elevado y la curva de aprendizaje es lenta. Según Lascar,<sup>(9)</sup> alguien que se inicia en la Microcirugía sin previo conocimiento necesita realizar 50 anastomosis arteriales término-terminales para poder obtener un porcentaje de permeabilidad similar al de un estudiante avanzado. Hui y col.<sup>(10)</sup> dicen que se necesitan al menos 25 a 30 anastomosis venosas para obtener resultados similares a los de un experimentado.

Para acortar la curva de aprendizaje se han creado diferentes modelos inanimados cada uno con ventajas y desventajas, que permiten la adquisición de diferentes habilidades técnicas con el objetivo de disminuir el uso de animales vivos y los costos de aprendizaje como son: la gasa, los guantes de látex, las hojas o pétalos de flor, los tubos de silastic, los vasos criopreservados, el uso de animales no vivos como el pollo o el cerdo, o incluso hoy en día, el uso de simuladores.<sup>(11)</sup> Sin embargo, todas las técnicas necesitan usar un microscopio.

Los microscopios quirúrgicos son instrumentos ópticos que proporcionan al cirujano una imagen estereoscópica magnificada de alta calidad e iluminación de las pequeñas estructuras del área quirúrgica. Constan de 3 partes: el sistema óptico; el soporte, que es donde se encuentra el sistema de iluminación y que puede estar fijo en la pared o en el techo o bien de suelo con posibilidad de ser movilizado; y el brazo de suspensión que une las partes anteriores. Idealmente debería tener objetivos tanto para el cirujano como para el ayudante, una distancia focal de entre 200 y 400 mm, un sistema de iluminación potente con luz fría para evitar la desecación de los tejidos, un aumento de entre 6 a 40X y un control de pie que permita al cirujano modificar el enfoque, la magnificación y el desplazamiento sobre todos los ejes del sitio de trabajo, así como acoples para cámaras fotográficas o implementos de filmación. Hoy en día incluso, algunos microscopios permiten alternar entre la visualización con luz blanca y con luz infrarroja para evaluar intraoperatoriamente el flujo sanguíneo.

Estos microscopios son elementos pesados, costosos y de difícil movilización, por lo que suelen estar confinados en los quirófanos y son pocos los servicios en Argentina que cuentan con una sala especializada para poder realizar las prácticas, lo que genera una barrera y limitación para el aprendizaje de la Microcirugía.

Uno de los primeros en buscar un reemplazo al microscopio fue Ramakrishnan<sup>(12)</sup> en 1997, quien utilizó un laparoscopia de 14 pulgadas conectado a un monitor. Con este sistema pudo realizar 20 anastomosis en modelos vivos y 1 anastomosis en un paciente con éxito. Sin embargo, el uso de este sistema tiene varias desventajas. En primer lugar, los laparoscopios no cuentan con una función de magnificación, por lo que es necesario acercarlos a 1 cm de la anastomosis para poder tener la visualización necesaria. Además, el laparoscopia está diseñado para ser utilizado desde la perspectiva del operador, lo cual dificulta la realización de la anastomosis. En tercer lugar, al proyectar la imagen en un monitor, el operador debe mirar al frente, lo que genera un cambio en la posición con respecto a un microscopio convencional. Sumado a todo esto, el costo de un laparoscopia es elevado.

El uso de lupas como reemplazo del microscopio también fue descrito en varios artículos. Según los impulsores de la técnica, disminuye los costos y los tiempos operatorios, da más independencia al cirujano con mayor movilidad y accesibilidad y reduce la fatiga.

Serletti y col.<sup>(13)</sup> en 1995, compararon el uso del microscopio frente a las lupas. Realizaron 200 colgajos en 3 años utilizando lupas de 3.5X en 119 pacientes y microscopio convencional en los otros 81 pacientes y demostraron que no hubo diferencias en resultados ni complicaciones entre ambos grupos, con tasas de éxito por encima del 99%. Sin embargo, es importante destacar que los autores consideran necesario poseer una experiencia previa con el uso del microscopio para aprender correctamente la técnica antes de utilizar las lupas. Además, no consideran posible realizar las anastomosis en vasos de menos de 1.5 mm.

Pieptu y col.<sup>(14)</sup> en 2003, realizaron 48 colgajos utilizando lupas con magnificación de 3.5 y 4X, con un éxito del 91.7%. También consideran que es necesario el manejo previo del microscopio y que las anastomosis en vasos de más de 2 mm pueden realizarse con lupas.

La idea de utilizar un teléfono inteligente como reemplazo del microscopio fue publicada por primera vez en una carta al editor por Kim y col.<sup>(15)</sup> en 2014 en la revista *Microsurgery* como alternativa en la práctica para residentes. En este escrito probaron la posibilidad de realizar una anastomosis término-terminal en vasos sintéticos de 2 y 4 mm con nylon 8.0 tanto con un iPhone 5s® (Apple Inc., Cupertino, California, EE.UU.) como con un Galaxy S4® (Samsung, Seúl, Korea). El máximo aumento fue de 3X y 4.5X con ambos teléfonos respectivamente. A pesar de que describen esa posibilidad, no incluyen en la publicación fotos ni videos que muestren cómo realizarla ni que demuestren la utilidad del método, basándose solo en la opinión personal de los autores.

En 2017, Karakawa y col.<sup>(16)</sup> en otra carta al editor, publicaron el uso de un teléfono inteligente 7s adosado a la parte posterior de un computador portátil con cinta y utilizando una aplicación que reproduce la pantalla del celular en la computadora. En simultáneo, mostraban un video de un cirujano experto para poder copiar los movimientos en tiempo real. En el artículo no describieron la magnificación utilizada ni la sutura empleada. La desventaja de este trabajo es que el tamaño de las computadoras portátiles vuelve dificultosa la realización de las maniobras y al estar adosado el teléfono a la parte posterior de la computadora, la angulación de la cámara no es vertical como en un microscopio, lo que genera una posición no compatible con la de este.

El método que presentamos utiliza un iPhone 8s plus® que posee una cámara con mayor resolución y un



aumento digital de hasta 10X. El uso de un soporte lateral permite posicionar la cámara de forma vertical para simular la posición de un microscopio. La principal ventaja de nuestro sistema es su portabilidad, ya que puede utilizarse tanto en una sala de laboratorio como desde el hogar y montarse sobre una mesa de trabajo fácilmente. Si se utilizan modelos inanimados para la práctica, los costos son mucho menores y permite disminuir la curva de aprendizaje de una manera sencilla y fácilmente aplicable.

Presenta también la ventaja de poder grabar y tomar fotos de los pasos quirúrgicos al momento, pudiendo así monitorizar los resultados para lograr una autoevaluación y autocritica. Esto podría permitir también que una persona realice su entrenamiento, lo filme, lo envíe a algún profesor a distancia que podría corregir y dar pautas para mejorar las habilidades. De esta forma, en algún futuro, se podría modificar la enseñanza microquirúrgica tanto durante la residencia quirúrgica de formación de la especialidad, como en los diversos cursos, tal como lo demuestran Cifuentes y col.<sup>(17)</sup>

La principal limitación del uso del teléfono inteligente como alternativa al microscopio es el grado de magnificación alcanzado. A pesar de que los celulares cada vez presentan cámaras con mayor definición, el microscopio posee una magnificación superior que puede llegar hasta los 40X con un grado de definición también superior. Sumado a esto, el microscopio permite regular, a través del mando de pie, el enfoque y el aumento según se requiera, lo cual con el uso del celular no es posible.

## Conclusiones

El teléfono inteligente podría servir como un sustituto y/o complemento del microscopio para implementarse en el aprendizaje de ejercicios microquirúrgicos. En nuestro estudio demostramos con ejemplos prácticos que es posible lograr un adecuado nivel de magnificación y definición, generando así una práctica más accesible y económica.

## Dirección del autor

Dr. Esteban Elena Scarafoni  
Servicio de Cirugía Plástica  
Hospital de Quemados del Gobierno  
Entre Ríos 663, CP 1636  
Olivos, Buenos Aires, Argentina  
Correo electrónico: estebanelenascarafoni@gmail.com

## Bibliografía

1. **Khoury R.** Avoiding free flap failure. *Clin Plast Surg.* 1992;19:773-775.
2. **Blackwell KE, Brown MT, González D.** Overcoming the learning curve in microvascular head and neck reconstruction. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1997;123:1332-1381.
3. **Rodríguez J.R, Yáñez R, Cifuentes I.** Microsurgery Workout: A Novel Simulation Training Curriculum Based on Nonliving Models. *Plast Reconstr Surg.* 2006; 138(4):739e-747e.
4. **Grow JN, Vargo J, Nazir N, Korentage, R.** Smartphone Applications in Plastic Surgery: A Cross-Sectional Survey of 577 Plastic Surgeons, Fellows, Residents, and Medical Students. *Aesthet Surg J.* 2019;13;39(12):530-537.
5. **Pereira N, Valenzuela D, Mangelsdorff G, Kufke M, Roa R.** Detection of Perforators for Free Flap Planning Using Smartphone Thermal Imaging: A Concordance Study with Computed Tomographic Angiography in 120 Perforators. *Plast Reconstr Surg.* 2018;141;787-792.
6. **Pereira N, Kufke M, Parada L, Troncoso E, Bahamondes J, Sánchez L, Roa R.** Augmented Reality Microsurgical Planning with a Smartphone (ARM-PS): A dissection route map in your pocket. *J. Plast Reconstr Aesth Surg* 2019; 72(5):759-762.
7. **Bastardo Milano E, Monsalve Trejo PG., Pantoja Rodríguez PG., et al.** Nasolaringofibroscopia portátil con teléfono inteligente para diagnóstico de quemaduras de vía aérea superior. *Cir. plást. iberolatinoam.* 2018;44(4): 389-394.
8. **Goossens DP, Gruel SM, Rao VK.** A survey of microsurgery training in the United States. *Microsurgery* 1990;11:2-4.
9. **Lascar I, Totir D, Cinca A, et al.** Training program and learning curve in experimental microsurgery during the residency in plastic surgery. *Microsurgery* 2007;27:263-267.
10. **Hui KC, Zhang F, Shaw WW, et al.** Learning curve of micro-vascular venous anastomosis: A never ending struggle? *Microsurgery* 2000;20:22-24.
11. **Ilie VG, Ilie VI, Dobreanu C, Ghetu N, Luchian S, Pieptu D.** Training of microsurgical skills on nonliving models. *Microsurgery.* 2008;28:571-577.
12. **Ramakrishnan VV, Villafane O, Southern S.** Video microsurgery: a substitute for the operating microscopy?. *Br J Plast Surg.* 1997;50(4):294.
13. **Serletti JM, Deuber MA, Guidera PM, Reading G, Herrera HR, Vincent FR, Christie WR, Bakamjian VY.** Comparison of the operating microscope and loupes for free microvascular tissue transfer. *Plast Reconstr Surg.* 1995;95: 270-276.
14. **Pieptu D, Luchian S.** Loupes-Only Microsurgery. *Microsurgery.* 2003; 23:181-188.
15. **Kim DM, Kang JW, Kim JK, Youn I, Park JW.** Microsurgery training using a smartphone. *Microsurgery.* 2015;35(6):500-501.
16. **Karakawa R, Yoshimatsu H, Nakatsukasa S et al.** A new method for microsurgery training using a smartphone and a laptop computer. *Microsurgery.* 2018;38:124-125.
17. **Cifuentes I, Dagnino DL, Pérez ME, Yáñez RA, Varas J, Salisbury C.** Entrenamiento microquirúrgico a distancia. *Cir. plást. iberolatinoam.* 2018;44: 409-415.

