



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

doi: 10.35366/123345



Impacto de un programa progresivo de simulación microquirúrgica: evaluación pre-post del desempeño técnico en residentes de cirugía mediante la escala SMART

Impact of a progressive microsurgical simulation program: pre-post evaluation of technical performance in surgical residents using the SMART scale

Dra. María Reyna Olivas-Borunda,^{*,‡} Dr. Claudio Francisco Reyes-Montero,^{*,§}
Dr. Raúl Manuel Favela-Campos,^{*,¶} Dr. José Humberto Baeza-Ramos,^{*,||}
Dr. Ernesto Raul Paz-Murga^{*,**}

Palabras clave:

microcirugía,
laboratorio de
microcirugía,
entrenamiento,
habilidades quirúrgicas,
anastomosis,
microscopio quirúrgico

Keywords:

microsurgery,
microsurgery
laboratory, training,
surgical skills,
anastomosis, surgical
microscope

RESUMEN

Actualmente existen múltiples modelos de simulación microquirúrgica diseñados para perfeccionar habilidades en residentes en un ambiente controlado y seguro, lo que contribuye a acortar la curva de aprendizaje. No obstante, son escasos los estudios que evalúan el impacto real y su aplicación en la práctica clínica. Se realizó un estudio descriptivo, prospectivo, longitudinal en residentes de cirugía general y cirugía plástica y reconstructiva de hospitales avalados por la Universidad Autónoma de Chihuahua, con prácticas realizadas en modelos sintéticos y biológicos no vivos; se registraron tiempos y desempeño mediante la escala SMART. Posteriormente, se aplicó una evaluación sobre la transferencia de habilidades al entorno clínico. Participaron 25 residentes (16 hombres y nueve mujeres; media de edad 30.9 años). El tiempo promedio de disección disminuyó de 6.8 a 3.5 minutos (-48.1%), y el total de práctica de 33 a 19.3 minutos (-41.5%). El puntaje SMART mejoró de 28.5 a 32 (+3.4 puntos). Los residentes de mayor grado obtuvieron mejores resultados, confirmando que la práctica sistemática en modelos de simulación favorece el desarrollo progresivo de habilidades microquirúrgicas, demostrando la relevancia del entrenamiento continuo durante la formación quirúrgica.

ABSTRACT

Currently, multiple microsurgical simulation models exist to refine residents' skills in a controlled and safe environment that helps to shorten the learning curve. Nevertheless, few studies evaluate their real impact and application in clinical practice. A descriptive, prospective, longitudinal study was conducted in general surgery and plastic and reconstructive surgery residents from hospitals affiliated with the Autonomous University of Chihuahua. Their training involved using synthetic and non-living biological models and recording time and performance using the SMART scale. Subsequently, an evaluation of skill transfer to the clinical setting was carried out. A total of 25 residents participated (16 men and 9 women; mean age 30.9 years). The average dissection time decreased from 6.8 to 3.5 minutes (-48.1%), and total practice time from 33 to 19.3 minutes (-41.5%). The SMART score improved from 28.5 to 32 (+3.4 points). Senior residents achieved better outcomes, confirming that systematic practice with simulation models promotes progressive development of microsurgical skills, demonstrating the relevance of continuous training during surgical education.

* Laboratorio de Microcirugía «Dr. Francisco Javier Huerta Rivadeneira», Servicio de Cirugía Plástica y Reconstructiva, Hospital Central Universitario de Chihuahua (HCUC). Chihuahua, México.

Citar como: Olivas-Borunda MR, Reyes-Montero CF, Favela-Campos RM, Baeza-Ramos JH, Paz-Murga ER. Impacto de un programa progresivo de simulación microquirúrgica: evaluación pre-post del desempeño técnico en residentes de cirugía mediante la escala SMART. Cir Plast. 2026; 36 (2): 125-129. <https://dx.doi.org/10.35366/123345>



ORCID:

‡ 0009-0003-7238-9780

§ 0000-0003-4169-8700

¶ 0009-0001-8407-9363

|| 0009-0003-3398-6996

** 0009-0003-2692-5095

Recibido: 12 octubre 2025

Aceptado: 24 noviembre 2025

INTRODUCCIÓN

«Una primera experiencia no tiene lugar en la sala de quirófano». Donaghy (1979).¹

El entrenamiento en simulación microquirúrgica se ha consolidado como una herramienta esencial para el desarrollo de habilidades técnicas, la cual permite la práctica de diversas técnicas en un entorno seguro y controlado, antes de aplicar los conocimientos en pacientes. Pese a los avances en educación quirúrgica, hasta la fecha existen pocos estudios que comparen el impacto real del adiestramiento en laboratorio frente a la enseñanza tradicional basada únicamente en la práctica clínica.

La microcirugía ha experimentado un crecimiento exponencial en las últimas décadas. Procedimientos que requieren magnificación para mayor precisión, microinstrumentos y microsutura, forman ahora parte del repertorio fundamental de diversas especialidades quirúrgicas.²

El primer registro de una anastomosis microvascular se remonta a 1960, realizado por Jacobson y Suárez, marcando el inicio de una nueva era en la cirugía reconstructiva.³

El entrenamiento microquirúrgico permite al cirujano desarrollar precisión, coordinación visual y motora (ojo-mano), y pensamiento crítico. Diversos autores han demostrado que la práctica sistemática en simuladores mejora el desempeño técnico y la seguridad quirúrgica.⁴

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto del entrenamiento en la adquisición de habilidades quirúrgicas en un laboratorio de microcirugía, comparando a residentes con acceso a microscopios y prácticas de simulación con aquellos formados únicamente mediante métodos tradicionales.

MATERIAL Y MÉTODO

Estudio descriptivo, prospectivo, longitudinal, realizado durante un periodo de un año (2023-2024) en residentes de Cirugía General (a partir del segundo año) y de Cirugía Plástica y Reconstructiva (de cualquier grado) pertenecientes a hospitales de la ciudad de Chihuahua, avalados por la Universidad Autónoma de Chihuahua.

Todos los residentes participaron en un programa progresivo conformado por seis sesiones

de entrenamiento, distribuidas de la siguiente manera:

1. Una práctica diagnóstica inicial, consistente en la realización de una anastomosis en modelo biológico no vivo (muslos de pollo), sin límite de tiempo.
2. Cuatro prácticas intermedias, con grado de dificultad creciente, dos en gasa (nudos simples entre cruces, deshilachado de fibras sin romper la estructura, con una duración máxima de 30 minutos); una anastomosis en tubo de silicón, sin límite de tiempo, hasta completar el objetivo, y una reparación de herida en huso en guante de látex, sin límite de tiempo.
3. Una práctica final, consistente en la realización de una anastomosis en el modelo biológico no vivo (muslos de pollo), sin límite de tiempo (*Figura 1*).

Todos los residentes completaron la misma secuencia de prácticas, sin división de grupos.

El desempeño fue evaluado en dos momentos (práctica diagnóstica y final) mediante la escala SMART (*Stanford Microsurgery and Resident Training*),⁴ instrumento validado internacionalmente para la valoración de la destreza quirúrgica y habilidades técnicas. Además, se registraron los tiempos de disección y tiempo total empleados en cada práctica. Posteriormente, los participantes respondieron un cuestionario de autoevaluación sobre la aplicación de dichas habilidades en el contexto clínico de su práctica diaria.

El tamaño de muestra se calculó sobre una población total de 72 residentes (Cirugía General y Cirugía Plástica) matriculados en la Universidad Autónoma de Chihuahua, considerando un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, obteniendo una muestra estimada de 61 sujetos. En estudios previos, la muestra oscilaba entre 80 y 90 participantes.⁵ Dado que la población disponible era menor a 100 individuos, se incluyeron todos los residentes accesibles al momento del estudio, obteniendo una muestra final de 25 participantes.⁶

El análisis estadístico se realizó mediante el software SPSS, donde la normalidad de las variables continuas y las diferencias pre- y postentrenamiento se evaluaron mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Para comparar el

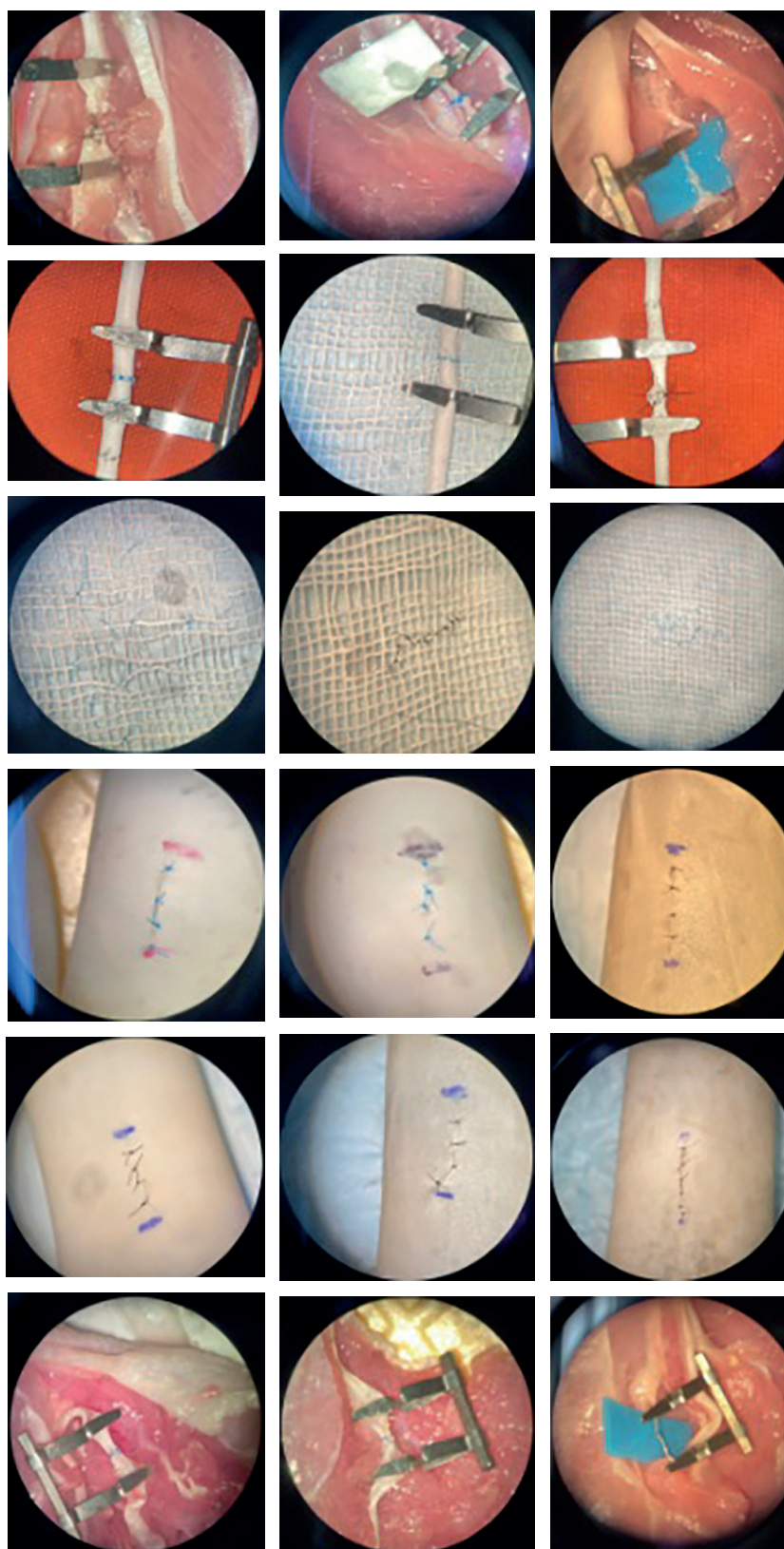


Figura 1: Prácticas de simulación en modelos biológicos y sintéticos.

desempeño entre la práctica diagnóstica y la final, se utilizó la prueba t de Student pareada cuando la distribución de las diferencias cumplió normalidad; en caso contrario, se aplicó la prueba de Wilcoxon.

Para la comparación del puntaje SMART entre los diferentes grados académicos (del primer al octavo semestre), se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, debido al tamaño reducido de los grupos y la heterogeneidad de la muestra. La correlación entre el grado académico y el puntaje SMART obtenido se analizó mediante el coeficiente de Spearman, considerando significativo un valor de p de < 0.05 .

El presente protocolo fue sometido a revisión, obteniendo aprobación de los Comités Locales de Ética e Investigación de la Universidad Autónoma de Chihuahua el día 15 de enero del 2024, con número de registro interno CI-064-23.

Todos los participantes firmaron consentimiento informado previo al inicio de las prácticas.

No se utilizaron animales vivos; los modelos biológicos empleados corresponden a tejidos no vivos de origen comercial.

El protocolo siguió los lineamientos de la Declaración de Helsinki y las normas nacionales de investigación en seres humanos.

Se mantuvo confidencialidad de los datos personales recopilados durante el estudio.

RESULTADOS

Participaron 25 residentes (16 hombres y nueve mujeres), con edades entre 27 y 37 años (media 30.9 años). Cirugía General: cuatro de segundo año y siete de tercero; Cirugía Plástica y Reconstructiva: cinco de primer año, cuatro de segundos, uno de tercero y cuatro de cuarto año.

El tiempo promedio de disección inicial fue de 6.8 minutos, reduciéndose a 3.5 minutos en la práctica final (-48.1%). El tiempo total de práctica disminuyó de 33.0 a 19.3 minutos (-41.5%). El puntaje promedio de la escala SMART aumentó de 28.5 a 32.0 puntos, reflejando una mejora de 3.4 puntos. La calificación promedio general pasó de 6.3 puntos en la práctica diagnóstica a 7.1 en la práctica final.

Se observó una correlación directa entre el grado académico y los puntajes obtenidos: los residentes de mayor grado obtuvieron los mejores resultados tanto en el tiempo quirúrgico

como en las puntuaciones de la escala SMART, evidenciando la relación entre la experiencia acumulada y precisión técnica.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran que un programa estructurado de prácticas microquirúrgicas progresivas genera mejoras medibles tanto en calidad técnica (evaluada mediante la escala SMART) como en la eficiencia operativa (tiempo total), incluso en un periodo de entrenamiento relativamente corto. Lo anterior es consistente con estudios previos que han evaluado el entrenamiento microquirúrgico estructurado,^{4,7} donde se ha demostrado que la práctica deliberada y repetitiva en modelos sintéticos y biológicos favorece el desarrollo de destreza técnica y confianza operatoria. A su vez, coincide con estudios de los últimos años, donde se demuestra que los programas basados en simulación mejoran las habilidades microquirúrgicas en residentes de cirugía. Nuestros hallazgos siguen la misma tendencia, al observar reducciones tanto en el tiempo operatorio como en el incremento de la precisión técnica, determinado por el mayor puntaje SMART; aunque la diferencia de tres puntos en dicha escala puede parecer limitada, es clínicamente relevante, pues estudios previos han mostrado que incrementos pequeños en la puntuación se asocian a menor tasa de errores técnicos y mejor conservación del tejido en modelos experimentales.⁸

La reducción del tiempo total fue marginalmente significativa, lo que sugiere una tendencia hacia una mayor eficiencia. No obstante, la interpretación debe ser cautelosa, dado que la magnitud del efecto fue moderada y el tiempo total puede estar influenciado por factores extrínsecos.

La correlación débil, pero significativa, entre el grado académico y el desempeño final es congruente con literatura que documenta la adquisición progresiva de habilidades finas conforme avanza la formación quirúrgica.⁹ No obstante, la presencia de mejoras significativas, incluso en grados bajos, enfatiza el beneficio del entrenamiento basado en modelos de simulación en todos los niveles de formación.

Sin embargo, no es posible atribuir causalidad absoluta al uso de simuladores sin pruebas estadísticas más robustas, dado que

el presente estudio cuenta con una muestra limitada; existe heterogeneidad entre el grado académico de los participantes de acuerdo con la comparación pre- y postentrenamiento, pero se considera un grupo control paralelo.

Pese a las limitaciones mencionadas, el diseño permite documentar la tendencia clara de mejoría, lo cual coincide con los reportes de literatura nacional e internacional donde se respalda la utilidad de la simulación como herramienta complementaria para la formación quirúrgica. Entre las fortalezas del estudio se encuentra el diseño pareado, el uso de una escala validada internacionalmente y un programa bien establecido de dificultad progresiva.

Se recomienda implementar programas longitudinales con evaluaciones periódicas, grupos control y seguimiento clínico real para evaluar la transferencia de habilidades microquirúrgicas al quirófano.

CONCLUSIONES

El entrenamiento en simuladores microquirúrgicos permitió comparar de manera objetiva la adquisición de habilidades entre residentes de distintos grados académicos. Los resultados confirman que los residentes con mayor experiencia obtuvieron los mejores tiempos y puntuación de la escala SMART, reflejando el efecto positivo del entrenamiento continuo y progresivo.

La práctica sistemática en modelos sintéticos y biológicos promueve la destreza técnica, la coordinación visomotora y la confianza operatoria, validando su incorporación formal dentro del currículum de formación quirúrgica. La simulación constituye una herramienta eficaz que permite optimizar el aprendizaje y fortalecer las competencias microquirúrgicas en los futuros especialistas.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente, a todos los residentes que participaron en el estudio, cuya colaboración y disposición fueron fundamentales para la realización de la fase experimental del proyecto.

Al Servicio de Cirugía Plástica y Reconstructiva de Chihuahua del Hospital Central Universitario, por su compromiso con la educación continua, la promoción de la investigación y

el apoyo brindado por su cuerpo docente y colaboradores.

Finalmente, al Laboratorio de Microcirugía «Dr. Francisco Javier Huerta Rivadeneyra» por facilitar las instalaciones y recursos necesarios para la ejecución del protocolo de investigación.

REFERENCIAS

1. Microsurgery essentials. Division of Plastic & Reconstructive Surgery. Disponible en: <https://plasticsurgery.stanford.edu/content/sm/plasticsurgery/education/microsurgery.html>
2. Mavrogenis AF, Markatos K, Saranteas T, Ignatiadis I, Spyridonos S, Bumbasirevic M et al. The history of microsurgery. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2019; 29 (2): 247-254. doi: 10.1007/s00590-019-02378-7.
3. Kania K, Chang DK, Abu-Ghname A, Reece EM, Chu CK, Maricevich M et al. Microsurgery training in plastic surgery. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2020; 8 (7): e2898. doi: 10.1097/GOX.0000000000002898.
4. 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. *Ann Plast Surg*. 2014; 72 (Suppl 1): S84-S88. doi: 10.1097/SAP.0000000000000139.
5. Mattar TGDM, Santos GBD, Telles JPM, Rezende MR, Wei TH, Mattar Júnior R. Structured evaluation of a comprehensive microsurgical training program. *Clinics (Sao Paulo)*. 2021; 76: e3194. doi: 10.6061/clinics/2021/e3194.
6. Cuteanu A, Hellich A, Cardinal AL, Thomas M, Valchanova A, Vara S et al. Evaluation of a microsurgery training curriculum. *J Reconstr Microsurg*. 2023; 39 (8): 589-600. doi: 10.1055/a-2003-7689.
7. Velayos M, Estefanía-Fernández K, Muñoz-Serrano A, Delgado-Miguel C, Sarmiento-Caldas M, Moratilla-Lapeña L et al. Towards a standardized initial training program in experimental microsurgery for pediatric surgeons. *Cir Pediatr*. 2023; 36 (2): 83-89. doi: 10.54847/cp.2023.02.16.
8. Andrades P, Erazo C, Loo M, Roco H, Cabello R, Irrázabal V. El laboratorio de microcirugía. *Rev Chilena de Cirugía*. 2005; 57 (5): 366-372. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3455/345531913002.pdf>
9. Camacho-García FJ, Ramírez-León JF, Rojas-Galvis MA, Cortés-Barré M, Cogua-Cogua LN. Guía de microcirugía en técnicas de entrenamiento en cirugía de mínima invasión. *Rev Colomb Ortop Traumatol*. 2019; 33: 18-33. doi: 10.1016/j.rccot.2019.07.007.

Correspondencia:

Dra. María Reyna Olivas-Borunda

E-mail: dra.reynaolivasb@gmail.com