



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
PROGRAMA DE ESPECIALIDADES MÉDICAS

TESIS DE POSGRADO

VALORES ESTÁNDAR DE REFERENCIA EN ANGIOGRAFÍA
CORONARIA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA: RESULTADOS
INICIALES DE UN PROGRAMA DE SIMULACIÓN EN EL CENTRO
MÉDICO ABC

PARA OBTENER EL GRADO DE:

ESPECIALISTA EN CARDIOLOGÍA CLÍNICA
THE AMERICAN BRITISH COWDRAY MEDICAL CENTER I.A.P

PRESENTA: DR. JESÚS ANTONIO GÓMEZ BARRIOS

DIRECTOR DE TESIS: DRA. MARÍA ELENA SOTO LÓPEZ

PROFESOR TITULAR: DR. VÍCTOR MANUEL ÁNGEL JUÁREZ



CIUDAD DE MÉXICO AGOSTO 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Firmas

Dr. Juan Osvaldo Talavera Piña
Jefe de Enseñanza Centro Médico ABC

Dr. Víctor Manuel Ángel Juárez
Jefe y profesor titular del curso de Cardiología Centro Médico ABC

Dra. María Elena Soto López
Asesor de tesis y análisis estadístico

Dr. Jesús Antonio Gómez Barrios.
Médico residente subespecialidad de Cardiología del Centro Médico ABC

Registro TABC-20-29

Agradecimientos Especiales

A todos los médicos del Staff del Centro Médico ABC por su apoyo y conocimientos a través de estos 3 años.

A mis compañeros residentes por todas las vivencias y experiencias compartidas durante mi formación como residente.

Al Dr. J. Octavio Ruiz Speare y al personal del Centro de entrenamiento por Simuladores por su respaldo en todo momento y su entusiasmo para este proyecto, así como a los médicos residentes y médico tratantes por el interés y el tiempo proporcionado para participar en este estudio.

A la Dra. María Elena Soto López por su excelente coordinación y supervisión, por su paciencia, tiempo invertido y por sus grandes aportaciones para este proyecto.

Dedicatorias

Para mi adorable hija Marianela Gómez Díaz, me siento bendecido por que llegaste a mi vida a llenarla de alegría, de felicidad y de amor. SIEMPRE SE FELIZ Y RECUERDA QUE TU PAPA TE AMA.

A mi esposa y compañera de vida Erika Díaz Carrillo por ser la mujer con la que decidí compartir algo muy valioso en la vida que es el tiempo y emprender juntos el camino de la vida, por ser mi confidente, mi apoyo, mi inspiración, por comprender la ausencia física que conlleva mi formación, por amarme y desvivirse por nuestra pequeña mujercita. TE AMO KIKINHA.

Para mis abuelos Enrique Barrios y Matilde Ibarra que están ausentes físicamente pero que los llevo en mi corazón y mi pensamiento a cada momento y paso que doy, siéntanse orgullosos del hombre que formaron, cuidaron y amaron.

A mi madre Judith Barrios por todo ese amor inconmensurable, su cariño y su apoyo permanente. Por siempre acompañarme en los momentos difíciles de mi vida y amarme con todas sus fuerzas. TE AMO mamá.

A mi padre Genaro Gómez por escucharme cuando me daba por vencido, por respetar y apoyar todas las decisiones de mi vida.

A mi segunda madre Rosa Barrios por cuidarme, amarme, consentirme y apoyarme durante toda mi vida.

A mis hermanos Giovanni Garza Barrios por ser como un padre, por su apoyo constante, sus palabras de aliento y su amor y Carlos Garza Barrios por su apoyo y cariño a su manera y por todos los momentos y experiencias que pasamos con nuestros abuelos.

A mi Tío Enrique Barrios por estar al pendiente de mí formación y por escuchar siempre mis planes y proyectos y darme su consejo. A mi tío Alberto Flores por ser un apoyo para toda la familia, por su compañía y forma de ser a través de los años.

ÍNDICE

Portada.....	1
Firmas.....	2
Agradecimientos.....	3
Dedicatoria.....	4
Resumen.....	6
Marco Teórico	10
Planteamiento del problema.....	26
Justificación e Hipótesis.....	27
Material y Metodología.....	29
Resultados.....	34
Discusión.....	61
Conclusión.....	68
Referencias.....	69
Anexos.....	71

Valores estándar de referencia en angiografía coronaria diagnóstica y terapéutica: resultados iniciales de un programa de simulación en el Centro Médico ABC

Introducción:

La capacitación basada en simuladores ofrece el potencial de brindar entrenamiento de alto rendimiento en el campo de la cardiología intervencionista diagnóstica y terapéutica sin riesgo adicional para el paciente. Es un programa atractivo que permite un entrenamiento prácticamente ilimitado en un entorno de simulación virtual seguro sin riesgo para los pacientes, a pesar de las ventajas potenciales el uso de la enseñanza basada en simuladores en cardiología se ha mantenido rezagada en comparación con otras especialidades como cirugía vascular, neurocirugía y ortopedia.

Objetivo:

En este estudio se evaluó la utilidad de AngioMentor™ como una herramienta inicial para residentes de cardiología de primer año del Centro Médico ABC como introducción a la cardiología intervencionista en un ambiente seguro para el paciente, buscando valores estándar de referencia de angiografía diagnóstica y terapéutica a través de sesiones de simulación en un periodo de tiempo de 3 meses comparándolos con un grupo control integrado por 3 cardiólogos intervencionistas, con el fin de establecer metas académicas en el programa de residencia.

Métodos:

El AngioMentor™ (Symbionix USA, Cleveland, Ohio, USA) es una estación de simulación virtual utilizada para procedimientos endovasculares como el cateterismo cardiaco, utiliza catéteres y guías reales que se introducen a través de

un puerto, permitiendo que el simulador capture los movimientos de la guía y el catéter en un espacio tridimensional. Para este protocolo se utilizará el acceso femoral simulado y catéteres diagnósticos judkins (4) izquierdo y judkins (4) derecho, las proyecciones serán obtenidas por fluoroscopia simulada, de forma parecida a las imágenes obtenidas con arco en C, uso de contraste con inyector manual, uso de balones, guías y stent's a juicio del operador.

El protocolo consta de 2 fases: Simulación inicial y la simulación final a los 3 meses con registro del número de casos durante ese periodo intermedio.

Primera Fase. - 3 cardiólogos intervencionistas expertos realizarán 3 casos diferentes, las medidas objetivas evaluadas de los casos serán el tiempo total del procedimiento, el contraste total utilizado, el tiempo total de fluoroscopia, estenosis residual, adecuada implantación del stent como criterio de éxito y complicaciones, se realizará un promedio de las medidas y se obtendrá un objetivo control por cada caso. Las características de los procedimientos son las siguientes:

- Caso 1 lesión focal de la arteria descendente anterior segmento medio.
- Caso 2 Lesión coronaria derecha proximal y distal (disección coronaria proximal como complicación predeterminada).
- Caso 3 Lesión focal arteria circunfleja y coronaria derecha.

Previo consentimiento informado de todos los involucrados se impartirá un breve curso introductorio de 3 sesiones impartidas por un cardiólogo intervencionista para familiarizarse con el sistema y las características técnicas de la plataforma, 3 residentes de primer año de Cardiología del Centro Médico ABC sin exposición previa a la angiografía coronaria diagnóstica y terapéutica serán capacitados para la utilización de AngioMentor™ (Symbionix. Cleveland, Ohio), cada participante realizará 3 diferentes casos de cateterismo diagnóstico y terapéutico completo de forma simulada, los mismos que los hemodinamistas del grupo control durante 3 meses con registro de exposición al simulador por semana, las medidas objetivas evaluadas serán el tiempo total del diagnóstico, contraste utilizado en diagnóstico,

tiempo de fluoroscopia para el diagnóstico, tiempo total de procedimiento, el contraste total utilizado, tiempo total de fluoroscopia, adecuada colocación stent, porcentaje de estenosis residual, complicaciones relacionadas con el procedimiento. Al finalizar el entrenamiento se realizará una encuesta de satisfacción a los residentes de primer año.

Segunda Fase - Se realizará la comparación de los promedios obtenidos de las medidas objetivas evaluadas de los residentes con los del grupo control de los intervencionistas y los basales de los residentes.

Resultados:

El tiempo total de procedimiento del caso 1 con mejoría de todos los residentes con delta 0.02 sin diferencia significativa desde el tercer procedimiento comparado con el grupo control, caso 2 con tendencia inicial a favor del experto, pero a partir del cuarto procedimiento con diferencia significativa $p=0.058$ a favor de los residentes. En el caso 3 el tiempo total del procedimiento a favor del experto con diferencia significativa $p=0.08$, sin embargo, todos los residentes mejoraron este parámetro con delta 0.08 inclusive hubo una tendencia a tener menor tiempo en total de procedimiento entre uno de los residentes. El contraste total utilizado del caso 1 con delta 0.02 y diferencia significativa a favor de los residentes que utilizaron menor cantidad de contraste comparado con el grupo control $p=0.01$, del caso 2 con delta 0.07 y diferencia significativa a favor de los residentes que utilizan menor cantidad de contraste comparado con el grupo control a partir del cuarto procedimiento $p=0.08$ y sin diferencia significativa con los demás procedimientos. El uso total de contraste sin diferencia significativa, pero con tendencia a favor de los residentes en el último procedimiento. El tiempo total de fluoroscopia del caso 1 y caso 2 sin diferencia estadísticamente significativa comparados con el control, del caso 3 con delta 0.09 y diferencia significativa $p=0.009$ a favor del experto con menor tiempo. La implantación del Stent fue exitosa en todos los residentes y expertos, se reportó 1 caso de no adecuada

implantación del stent por parte del experto y 1 caso de no éxito por parte de un residente, la estenosis residual sin diferencia significativa en comparación con el experto. Hubo dos complicaciones de perforación coronaria entre los residentes sin embargo se resolvieron de inmediato, no tuvieron estenosis residual y fueron considerados todos con éxito.

Conclusión: El uso de la simulación virtual en cateterismo cardíaco mejora las habilidades técnicas y de procedimiento. Promueve una mejor experiencia de aprendizaje, al aumentar la confianza y conocimiento del médico en formación dentro de un entorno sin riesgo para el paciente. La reproducibilidad inter-observador de que el uso del simulador mejora el tiempo total de procedimiento y de exposición a fluoroscopia son evidentes y se confirma además que se disminuye la cantidad del contraste total utilizado. También la practica virtual permite obtener éxito en la adecuada implantación del Stent, disminuye el porcentaje de estenosis residual post-colocación y reduce el porcentaje de complicaciones. Se requiere investigación adicional para evaluar el efecto de la simulación de cateterismo cardiaco a la par de la realización de procedimientos en tiempo real y confirmar mejores desenlaces en resultados clínicos.

MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

La simulación es la representación artificial de un proceso del mundo real con la suficiente autenticidad para conseguir un objetivo específico que es favorecer el aprendizaje, simulando en lo posible de un escenario clínico más o menos complejo, lo cual permita la valoración de la formación de una determinada acción. Existen múltiples recursos que ayudan a desarrollar aptitudes, destrezas o razonamiento clínico y toma de decisiones creando así una experiencia de aprendizaje. La capacitación basada en simuladores ofrece el potencial de brindar entrenamiento de alto rendimiento en el campo de la cardiología intervencionista diagnóstica y terapéutica sin riesgo adicional para el paciente. Es un programa atractivo que permite un entrenamiento prácticamente ilimitado en un entorno de simulación virtual seguro sin riesgo para los pacientes.

GENERALIDADES DE LA SIMULACIÓN MÉDICA

La simulación médica es una modalidad de educación y evaluación que ha demostrado ser efectiva para la transferencia de comportamientos, habilidades y conocimientos a la clínica, y es en la actualidad una importante herramienta para las personas que se dedican a la enseñanza [1].

El entrenamiento mediante la simulación brinda la oportunidad de adquirir y practicar habilidades técnicas en un entorno seguro, controlado y reproducible sin la exposición de riesgo para los pacientes. Las instituciones formadoras de recursos humanos cada vez más limitan las oportunidades de capacitación por temor a resultados adversos para el paciente por los procedimientos realizados por médicos en formación, aunque no hay pruebas que demuestren que los resultados sean peores en los pacientes. Por lo tanto, se requieren soluciones para mejorar y aumentar las oportunidades de capacitación y el entrenamiento con simuladores es una de las opciones prácticas más útiles. Las experiencias de

entrenamiento con simuladores, supervisadas en un ambiente controlado y auténtico permiten a los médicos explorar y desarrollar técnicas, así como consolidar su aprendizaje sin exponer a los pacientes a riesgos, como se ha visto en otras especialidades médicas [2].

HISTORIA DE LA SIMULACIÓN EN MEDICINA

La simulación es una forma de entrenamiento médico establecida desde hace mucho tiempo [3].

Los modelos anatómicos de resucitación cardio-pulmonar tempranas son una forma simple pero efectiva de brindar los elementos centrales del entrenamiento de resucitación al proporcionar un entorno seguro para practicar y ensayar tareas, algoritmos y también crear oportunidades para recibir retroalimentación sobre el rendimiento [4] [5] [6].

La simulación es una técnica que reemplaza y amplifica experiencias reales, puede evocar y replicar sustancialmente aspectos del mundo real de forma totalmente interactiva [7].

En el campo médico, uno puede encontrar sus orígenes en la antigüedad, cuando se construyeron modelos de pacientes humanos en arcilla y piedra [8]. En el siglo 18 en París, Grégoire padre e hijo desarrollaron un maniquí obstétrico lo cual permitió a los médicos obstetras enseñar técnicas de atención de parto que dieron lugar a una reducción de las tasas de mortalidad materna e infantil [9]. A principios de la década de 1960, Peter Safar describió la eficacia de reanimación cardiopulmonar boca a boca [10].

Animado por su trabajo, Ausmund Laerdal, un fabricante de juguetes de plástico diseñó un simulador realista para enseñar ventilación boca a boca (10). Llamó al maniquí Resusci-Anne y permitió a los médicos practicar técnicas de manejo de la obstrucción de la vía aérea como hiperextensión del cuello y mentón. Posteriormente Laerdal fue aconsejado por Safar para incluir un resorte interno unido a la pared torácica del maniquí, para permitir la simulación de compresión

cardíaca. Este fue el nacimiento del maniquí de RCP más utilizado del siglo XX [10,9].

VENTAJAS DEL USO DE LA SIMULACIÓN CLÍNICA

Los principios clave que sustentan la experiencia de aprendizaje en simulación son los del aprendizaje inmersivo. La piedra angular de la simulación clínica es que, dada la oportunidad de reflexionar sobre nuestras experiencias y explorar nuestra propia práctica, podemos realizar cambios en los modelos mentales subyacentes y aplicarlos a situaciones similares.

La excelencia clínica no se alcanza únicamente con el uso de conocimiento teórico médico, la educación médica basada en la simulación proporciona un entorno seguro y controlado donde se desarrolla aprendizaje basado en problemas y las competencias se practican con altos estándares. Los simuladores y el empleo de la simulación se han convertido en parte integral de la enseñanza, la formación y la investigación en medicina, como en diferentes escenarios se tienen ventajas y desventajas de este método de enseñanza que analizaremos a continuación:

- Aprendizaje inmersivo: los escenarios simulados son lo suficientemente realistas como para involucrar emocionalmente a los estudiantes, lo que brinda una experiencia de aprendizaje única.
- Aprendizaje experimental: el aprendizaje siempre es mejor si puede ser práctico. La simulación les da a los estudiantes la oportunidad de practicar las habilidades y también aplicar el conocimiento que han adquirido durante su formación.
- Mejor comprensión de los conceptos abstractos: la simulación al comienzo de la formación del médico de pregrado puede mejorar la comprensión de los conceptos básicos de la ciencia médica, como Farmacología y Fisiología, ya que estas experiencias simuladas ayudan a los estudiantes a

comprender conceptos abstractos de la ciencia básica que son difíciles de entender

- Adquisición y mantenimiento de habilidades: la adquisición de habilidades clínicas es mejor cuando los estudiantes son entrenados utilizando simulaciones que solo clases didácticas. En un estudio realizado por Langhan et al [11] 19 residentes fueron entrenados sobre procedimientos de reanimación cardiopulmonar mediante el uso de simuladores. El proceso de evaluación consistió en 2 etapas, después de 8 horas de simulación, y la otra después de 3 meses. Los residentes mostraron una mejora inmediata después de la capacitación con simuladores y continuaron demostrando sus habilidades después de 3 meses.
- Satisfacción y confianza de los estudiantes: el entrenamiento de simulación previo al desempeño real de un procedimiento aumenta la confianza de los estudiantes. En un estudio realizado por Steadman et al. la simulación se incorporó a una sesión de capacitación de estudiantes de medicina para manejar la reanimación durante un choque grave. Los estudiantes informaron que dio un impulso a su nivel de confianza para manejar casos similares en el futuro [12]
- Entrenamiento de escenarios complejos y riesgosos: la simulación se utiliza cuando la maniobra a realizar en el mundo real no es accesible o que represente un peligro para los pacientes ya que pueda generar daño e incluso la muerte. La simulación proporciona a los profesores la capacidad de brindar entornos de capacitación controlados en una variedad de circunstancias, incluidos escenarios poco comunes o de alto riesgo sin exposición de daño al paciente.
- Seguridad del paciente: los médicos en formación experimentan con sujetos humanos sin la práctica previa de los procedimientos y sin la supervisión de sus maestros. La capacitación por simulación proporciona un entorno seguro para la capacitación que no expone a los pacientes a riesgos por procedimientos realizados por personas sin experiencia.

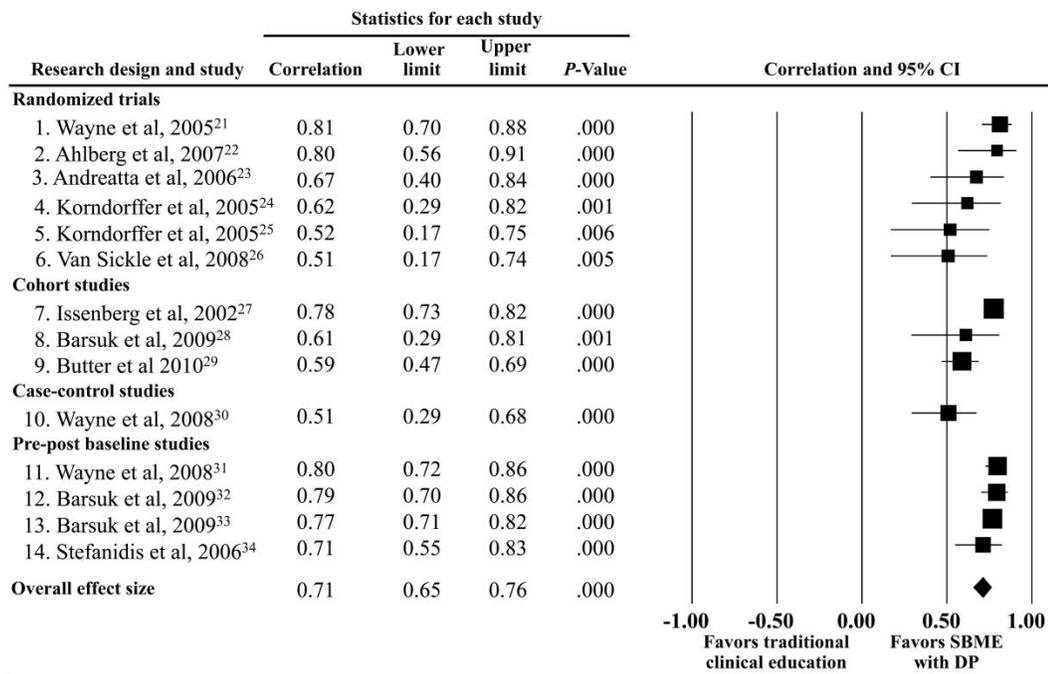
- Evaluación del desempeño y trabajo en equipo: los simuladores también se han propuesto como una herramienta ideal para la evaluación de los estudiantes para las habilidades clínicas. La simulación cumple con las metas de un examen objetivo y estandarizado para la competencia clínica. Este sistema permite la medición cuantitativa de los casos y maniobras realizadas, así como la reproducibilidad de mediciones objetivas. La simulación fortalece el vínculo del trabajo coordinado en equipo y la fomentación de liderazgo.

DESVENTAJAS DEL USO DE LA SIMULACIÓN:

- Imitación incompleta de los sistemas humanos: Los sistemas humanos son muy complejos y diversos.
- Aprendizaje defectuoso: la simulación mal diseñada puede promover el aprendizaje negativo. Si no se toman en cuenta todos los parámetros en la simulación como la monitorización de los signos vitales o de la respuesta del paciente en la vida real pueden fomentar la omisión de estos datos que son importantes en la práctica diaria.
- Costos e infraestructura: Los simuladores, especialmente los de alta fidelidad, están disponibles a un costo elevado, tanto en términos de precios de compra iniciales como en cargos de mantenimiento. Por lo tanto, no son asequibles para muchos hospitales de enseñanza, en especial en países en vías de desarrollo como México.
- Aplicabilidad y beneficio en paciente real: Se necesitan más estudios donde se observe que la simulación representa ventajas en el pronóstico y tratamiento de los pacientes en vida real [13].

VALIDACIÓN DEL USO DE SIMULADORES

En la actualidad existe la disyuntiva que se genera al aprender con simulación o aprender con paciente real, unos consideran que la simulación es innecesaria y otros la consideran la mejor opción de enseñanza. Con un meta-análisis cuantitativo se comparó en diversas fuentes ¿cómo ha sido el aprendizaje obtenido mediante el método tradicional y el que se practica con simulación? Los resultados fueron de la revisión de 3742 artículos, donde solo 14 cumplían con criterios de inclusión los cuales fueron tener un grupo de comparación apropiado con educación clínica tradicional, evaluar la adquisición de habilidades del estudiante en lugar de conocimientos o actitudes, presentar datos suficientes para permitir el cálculo del tamaño del efecto, los tipos de simulación de los estudios tenían amplia heterogeneidad ya que se incluyeron estudios con simulación de laparoscopia, accesos vasculares y reanimación cardiopulmonar. El efecto global de los 14 estudios en donde se evaluaba y comparaba la efectividad de la educación médica basada en la simulación vs el método tradicional fue de 0.71 (95% intervalo de confianza, 0.65-0.76; $p < .001$), concluyendo que, a través de estos resultados, la educación médica basada en la simulación era mejor que el método tradicional.

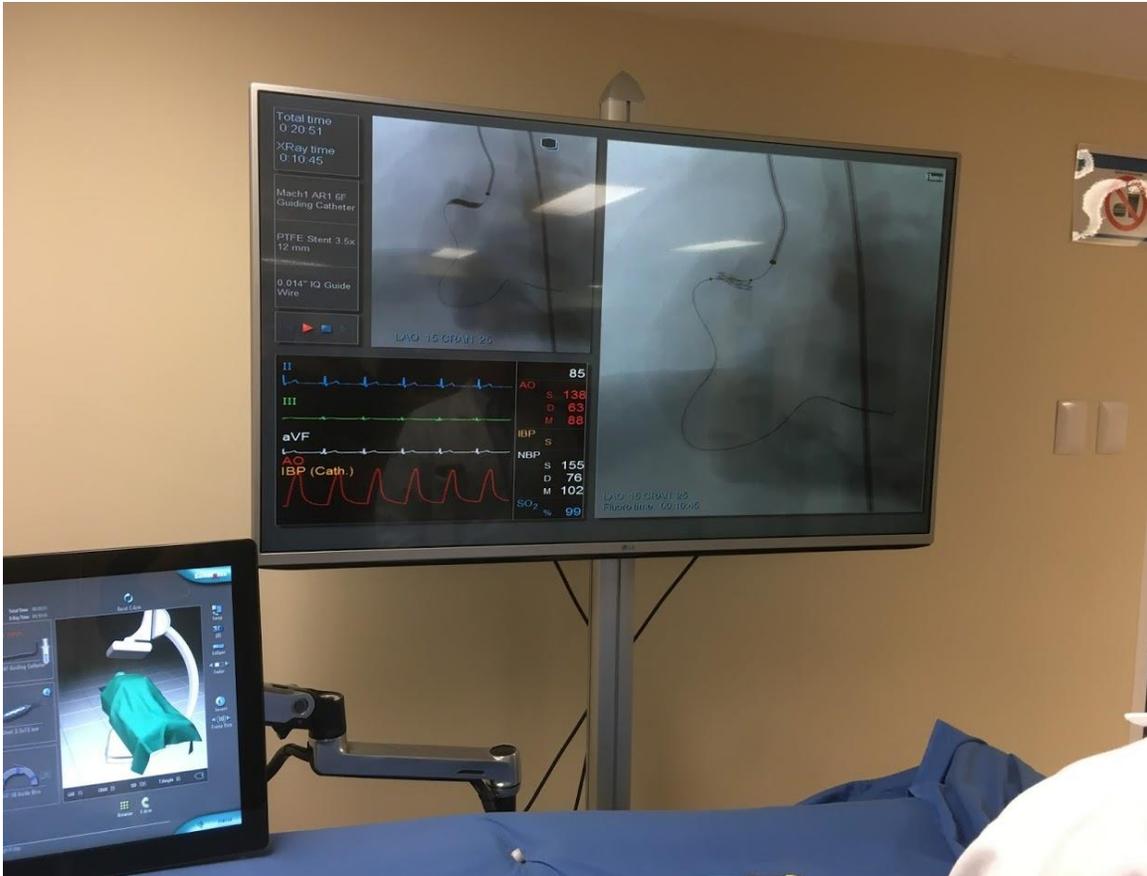


Este estudio tiene varias limitaciones. Primero, el número final de estudios de investigación contenidos en el metaanálisis es reducido, se involucra a 633 estudiantes de medicina. En segundo lugar, el metaanálisis aborda principalmente la adquisición de habilidades de procedimiento médico. No cubre la adquisición de muchas otras habilidades clínicas, como el juicio bajo presión, la toma de decisiones médicas, el conocimiento de la situación, el trabajo en equipo o el comportamiento profesional [14].

SIMULADORES EN CARDIOLOGÍA INTERVENCIONISTA

La mayoría de los procedimientos en el laboratorio de cardiología intervencionista son altamente complejos por lo cual se requiere el aprendizaje en un entorno auténtico. En la actualidad se encuentran disponibles simuladores sofisticados de intervencionismo cardiovascular que proporcionan exposición inmersiva y que combinan interfaces de usuario de hardware con software específico con el objetivo de ofrecer representaciones de alta fidelidad proporcionando retroalimentación visual y háptica (o táctil) para el operador.

En los simuladores de cardiología, el aspecto "háptico" (es decir, relación somática / táctil) de la simulación se integra con el software de computadora para producir una reproducción visual en tiempo real de la anatomía cardiovascular, y la interacción de los alumnos con esto es representativa de la real retroalimentación experimentada en procedimientos reales. (imagen. 1)



(imagen. 1) (Imágenes obtenidas con el permiso del Centro de Educación Médica por Simuladores del Centro Médico ABC)

Los casos proporcionan un contexto clínico para que los alumnos puedan tomar decisiones individualizadas, así como la oportunidad de administrar medicamentos u otras terapias.

Realizando un procedimiento simulado los sensores detectan la manipulación de herramientas del mundo real (como catéteres, guías y stent's) en el simulador y traduce estos en movimientos de objetos virtuales en auténticas imágenes fluoroscópicas en pantallas integradas. Los simuladores también permiten el control del brazo C de fluoroscopia virtual y mostrar datos fisiológicos, que pueden ser manipulados durante el procedimiento a través de la administración de medicamentos para optimizar las variables clínicas.

Una vez finalizado el caso simulado hay sistemas de puntuación que proporcionan información técnica detallada sobre el procedimiento, incluyendo el tiempo total de fluoroscopia, uso de contraste, tiempo total del procedimiento, los aspectos técnicos de la expansión de balones y colocación de stents, así como la existencia de complicaciones como mala colocación del stent, disección coronaria, paro cardiorrespiratorio (imagen 2).



(imagen 2) (Imagen obtenida de AngioMentor™ (Simbionix USA, Cleveland, Ohio, USA) Cortesía)

Estudios de Validación de Simuladores en Cardiología Intervencionista

La simulación virtual mejora el aprendizaje, especialmente cuando se usa junto con los modelos tradicionales de aprendizaje de médicos en formación y ahora es cada vez más reconocido en programas de entrenamiento de cardiología intervencionista [15].

En la actualidad se sabe que el error médico es una causa frecuente de muerte, convirtiéndose en un punto a resaltar el hecho de que éste es inevitable, sin embargo, por medio del entrenamiento con simulación clínica se busca diseñar sistemas de seguridad que mitiguen su frecuencia, visibilidad y consecuencias. Dichos sistemas encaminados a reducir los casos de muerte por atención médica deben incluir tres pasos: 1. Hacer más visibles los errores para que sus efectos puedan ser interceptados. 2. Tener alternativas al alcance para salvar a los pacientes, en caso de no contar con los recursos necesarios. 3. Disminuir la frecuencia de errores, siguiendo el principio de tomar en cuenta las limitaciones humanas [16].

En un estudio prospectivo de un solo centro de Chicago en Estados Unidos se midió el desempeño de 14 residentes de cardiología intervencionista antes y después de una sesión de entrenamiento de tres horas en total con una hora de enseñanza didáctica y dos horas de entrenamiento con simulador. Los alumnos demostraron mejoras significativas en sus calificaciones en una lista de verificación diseñada por el investigador para la calidad en el diagnóstico de angiografía coronaria, esto incluyó el consentimiento informado, la seguridad del procedimiento, la técnica estéril, el intercambio correcto de las guías y catéteres. La puntuación media previa a la prueba fue de 66.6% (SD = 9.7%) en comparación con 86.0% (SD = 6.3%) luego del entrenamiento con simulador ($P < 0.001$). Los participantes también demostraron una reducción del tiempo de fluoroscopia y del tiempo total del procedimiento, pero no utilizaron menos contraste o una mejor técnica de manejo de la guía en el laboratorio de cateterismo del mundo real. La marcada mejora en las habilidades técnicas y no técnicas de menos de un día de capacitación es alentadora, aunque los autores no informan qué habilidades impulsan la mejora significativa. Este estudio también muestra un progreso en los resultados que podrían estar directamente relacionados con los resultados del paciente. Los autores pueden ser criticados por usar su propia lista de verificación para evaluar la progresión, en lugar de una medida validada externamente, pero no existe una medición estandarizada hasta la fecha [17].

Bagai A et al. [18] evaluaron el desempeño del cateterismo cardíaco simulado a 27 residentes en cardiología asignados al azar al entrenamiento con simulador de realidad virtual (n = 12) contra el grupo control (n = 15) sin entrenamiento con simulador y encontraron que el desempeño técnico mejoró después de la intervención en el grupo de simulador de realidad virtual (24 versus 18; P = 0.008) y cambió marginalmente en el grupo control (20 versus 18; P = 0.054). La mejora en el rendimiento técnico fue mayor en el grupo del simulador (6 versus 1; P = 0.04). El rendimiento global mejoró después de la intervención en ambos grupos (simulador, 24 versus 17, P = 0.01; control, 20 versus 18, P = 0.02), con una tendencia hacia una mejoría mayor en el grupo del simulador (5 versus 2; P = 0.11) [18].

Coronary Artery Disease/Simulation Training in Coronary Angiography

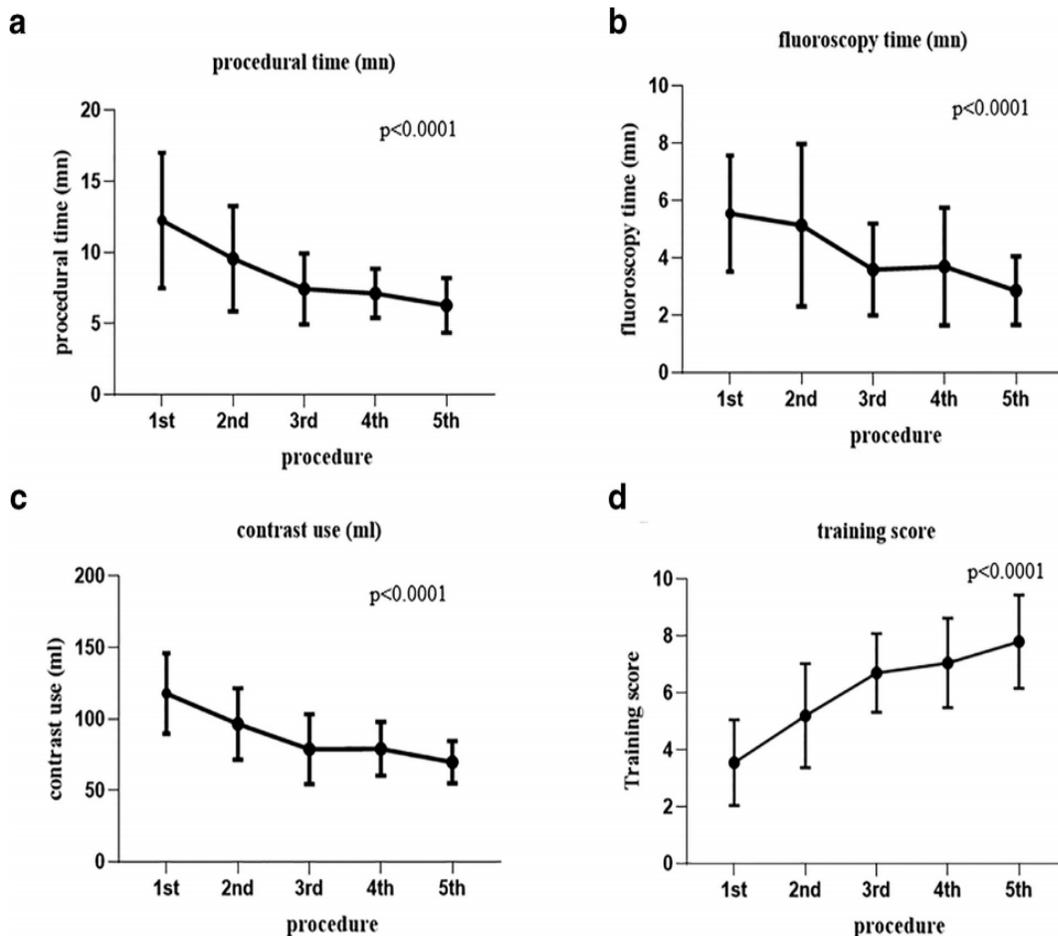


Figure 2. Evolution of performance during simulation training.

En 2016, Gurm et al. [19] informaron una mejoría en el rendimiento en la sala de hemodinamia en relación con el acceso a la arteria femoral después de la simulación. En este estudio se analizó la experiencia de acceso femoral y las complicaciones asociadas entre julio de 2011 y junio de 2013 de residentes de cardiología de primer año en 4 hospitales en Michigan Estados Unidos. Compararon los resultados de residentes de cardiología que realizaron el entrenamiento de aprendizaje estándar en acceso femoral a los residentes que en el año siguiente recibieron entrenamiento con simuladores previo a los procedimientos.

El resultado primario fue la capacidad de acceso, definida como cinco intentos exitosos de acceso femoral sin ninguna complicación o necesidad de buscar ayuda de un miembro del equipo más experimentado. 21 residentes de aprendizaje estándar realizaron un total de 1,278 intentos de acceso femoral en 2011-2012, en comparación con 869 intentos de acceso femoral realizados por 21 residentes de aprendizaje previo con simuladores en 2012-2013. Los resultados fueron que hubo una menor tasa de complicaciones relacionadas con el acceso en pacientes que recibieron el entrenamiento previo con simulación que aquellos con entrenamiento estándar (2.1% versus 4.5%, $P = 0.003$).

El número de procedimientos para lograr el éxito en los procedimientos fue significativamente mayor en el año 1 (residentes con aprendizaje estándar) en comparación del año 2 (residentes con aprendizaje previo con simuladores) mediana de 20 frente a 10, $P = 0,007$.

La conclusión del estudio fue que la incorporación de la simulación en el entrenamiento de los residentes de primer año se asoció con una mejora del éxito del acceso femoral y una reducción clínicamente significativa de las complicaciones vasculares. Como tal, existen beneficios potenciales en la atención médica además de una mejor atención al paciente ofrecida a través de la simulación médica.

En un estudio en 2016 de Casey et al. [20] investigaron la utilidad de un programa de entrenamiento basado en simuladores para residentes de cardiología sin experiencia previa en diagnóstico de angiografía coronaria. Participaron residentes de primer año de cardiología en la universidad de Chicago-Illinois; Se completaron casos simulados de coronariografía diagnóstica en el simulador AngioMentor™ que sirvieron de base, posteriormente, los casos de referencia se realizaron un día después y a los 9 meses después de recibir 3 meses de entrenamiento en el laboratorio de cardiología intervencionista. Los resultados fueron que todos los residentes de primer año mejoraron su tiempo total de procedimiento desde el primer intento al segundo intento un día después (14:56 minutos en el Día 1, 8:30 minutos en el Día 2, P = 0.03). Disminuyó el contraste total utilizado (60 mililitros en el día 1, 39 mililitros en el día 2, P = 0,11) y el tiempo total de fluoroscopia (6:30 minutos en el día 1 y 4:26 minutos en el día 2, P = 0,16). El tiempo total del procedimiento y el uso de contraste fueron similares entre los residentes de primer y tercer año sin diferencia significativa después del entrenamiento de simulación. la reducción de tiempo total de procedimiento y el tiempo de fluoroscopia se mantuvo en los residentes de primer año después de 3 meses de entrenamiento en el laboratorio de hemodinamia (fig. 3 y 4) [21]

Recorded assessment of benchmark simulation before and after practice simulations.

	Initial	Day 2	p value
Total procedure time (min)	14:56 (11:09–18:29)	8:30 (7:04–12:15)	0.03
Total contrast injected (mL)	60 (46–70)	39 (29–60)	0.11
Total fluoroscopy time (min)	6:30 (4:37–7:42)	4:26 (2:52–7:01)	0.16
N = 7			

Values are median (IQR).

fig. 3.

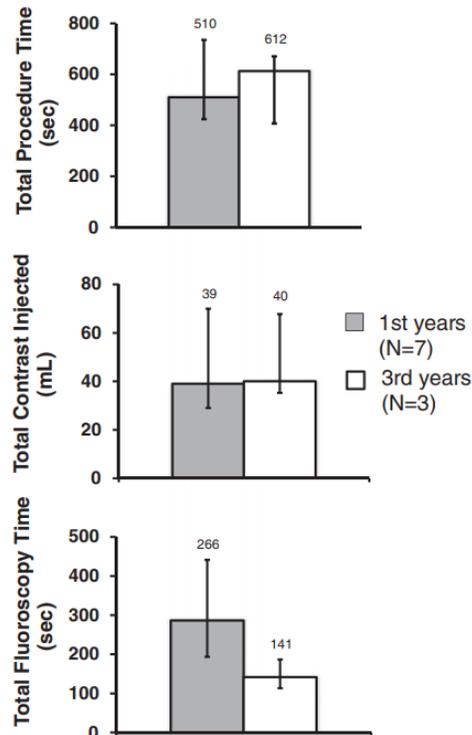


Fig. 4.

Las conclusiones del estudio fueron que los residentes de cardiología de primer año mostraron mejoras técnicas y del tiempo de procedimiento en la angiografía coronaria diagnóstica en un corto período de tiempo y en un entorno seguro para el paciente en un medio de simulación virtual.

Historia del Centro de Educación Médica por Simuladores del Centro Médico ABC

El Centro de Educación Médica por Simuladores del Centro Médico ABC, fue iniciado en el año de 2013 en un salón de 60 metros cuadrados, contando con los maniqués de alta fidelidad, Hombre adulto (Hall), Mujer adulta (Noelle), neonato recién nacido y neonato prematuro, simuladores de cirugía laparoscópica LapMentor™ - LapSim™, simulación laparoscópica endotrainer™ (cajas 3D). Dentro de la simulación de alta fidelidad se realizaban escenarios en conjunto con las siguientes áreas: Anestesia, Ginecología y Terapia Crítica. En el año 2016 se realizó la remodelación y ampliación del Centro de Educación Médica por Simuladores, se logran crear tres salas de simulación de alta fidelidad, una sala de

reforzamiento y recapitulación, que también se puede utilizar como salón de usos múltiples. Se adquieren los simuladores virtuales: Cirugía ortopédica (Arthro Mentor™), Endoscopia y Fibroscopia (GI-Bronch Mentor™). Con estas instalaciones de mayor capacidad se logran realizar cursos y congresos, incluyendo prácticas y talleres en el Centro de Simulación. Para el año 2017 se adquiere los simuladores virtuales, Cardiología (Angio-Mentor™) y Urología (Uro Mentor™). (Esta información fue cortesía del equipo de simuladores del Centro Médico ABC)

Programa de entrenamiento de los residentes de Cardiología.

El Centro Médico ABC cuenta con un área de hemodinamia y cateterismo cardiaco, por tal motivo es vital que los médicos residentes y tratantes desarrollen habilidades psicomotoras, cognitivas y afectivas. La simulación en cardiología intervencionista actual permite a los médicos en formación y tratantes desarrollen de manera segura y sin exponer la seguridad del paciente dichas habilidades, disminuye la curva de aprendizaje y permite realizar sesiones de recapitulación y reforzamiento.

El centro de educación médica por simuladores cuenta con el simulador de Cardiología intervencionista AngioMentor™ (Simbionix USA, Cleveland, Ohio, USA), en el cual los médicos en formación desarrollan destrezas y conocimientos en un ambiente controlado en tiempo real.

Módulo de intervención coronaria.

Proporciona capacitación práctica de cateterismo cardíaco, incluidas las habilidades de angiografía coronaria diagnóstica y terapéutica, angioplastia y colocación de stents a través de abordaje femoral.

Objetivos:

- Practicar una intervención coronaria percutánea completa bajo guía fluoroscópica,
- Aprender a utilizar una variedad de herramientas de intervención de laboratorio de cateterismo, como catéteres de diagnóstico, catéteres de guía, balones y stents, catéteres de aspiración.
- Aprender el uso y manejo de la mesa de fluoroscopia.
- Identificar la anatomía coronaria del corazón.
- Manejar y controlar el uso de fármacos.
- El módulo permite a los alumnos practicar cómo manejar complicaciones dinámicas, como disecciones y perforaciones, que pueden ocurrir como respuesta a las acciones del usuario durante el procedimiento.

Al finalizar la práctica el alumno es capaz de:

- Realizar angiogramas dirigidos a la anatomía específica de cada caso.
- Elegir la mejor opción de tratamiento, así como la elección de balón y stents.
- Interpretar los parámetros hemodinámicos y establecer cuando se termina el procedimiento. (Esta información fue cortesía del equipo de simuladores del Centro Médico ABC)

PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existen ventajas potenciales del uso de la enseñanza basada en simuladores, sin embargo, en cardiología se ha mantenido rezagado este modelo de aprendizaje en comparación con otras especialidades como cirugía vascular, neurocirugía y ortopedia. En nuestro país no se cuenta con ninguna investigación relacionada con el uso del Simulador AngioMentor™ en el contexto de la coronariografía diagnóstica y terapéutica, al momento en el centro de simulación en el centro médico ABC no se cuenta con un programa de entrenamiento con parámetros basales en el que se registren medidas objetivas de cada simulación y seguimiento por cada residente, es por ello que surge la necesidad de establecer valores de referencia para generar metas académicas en el programa de residencia.

JUSTIFICACIÓN

Decidimos investigar valores estándar de angiografía coronaria diagnóstica y terapéutica en el simulador dirigido a residentes de primer año de la residencia de cardiología sin exposición previa al uso de simuladores, así como 3 cardiólogos intervencionistas como grupo control. Al contar con valores de referencia de angiografía coronaria diagnóstica y terapéutica, se podrá diseñar un programa de entrenamiento con metas objetivas y realistas dirigidas a mejorar las habilidades de los residentes lo cual tendrá repercusión tanto para el médico en entrenamiento como para crear a futuro un beneficio y ambiente seguro cuando esto sea realizado directamente en el paciente.

OBJETIVO

Establecer valores estándar para AngioMentor™ en angiografía diagnóstica y terapéutica en residentes de cardiología de primer año y médicos adscritos a través de sesiones de simulación.

HIPÓTESIS

No diseño inferencial. Solo es descriptivo comparativo entre experto y médico en entrenamiento.

CONFLICTO DE INTERESES

Sin conflicto de intereses por parte del autor de esta investigación

ASPECTOS ÉTICOS

- Este proyecto fue presentado y avalado por el comité de Investigación y Ética del Hospital ABC
- Se informó y se firmó consentimiento informado por parte del coordinador del centro de entrenamiento por simulación del centro médico ABC campus observatorio.
- Se firmaron los consentimientos informados por parte de todos los participantes residentes de primer año de cardiología y médicos adscritos de cardiología intervencionista previo al estudio.

MATERIAL

Descripción del simulador de realidad virtual ANGIO Mentor™. El AngioMentor™ es una estación de simulación virtual utilizada para procedimientos endovasculares como el cateterismo cardiaco, ofrece a los médicos diversas plataformas en las que se practican destrezas endovasculares y procedimientos complejos en imágenes fluoroscópicas realistas utilizando las mismas herramientas que en los procedimientos reales, la formación se realiza en un

maniquí de paciente humano que permite la introducción de dispositivos endovasculares mediante el sitio de acceso real vía femoral requerido para el procedimiento como en la vida real, utiliza catéteres y guías reales que se introducen a través de un puerto, permitiendo que el simulador capture los movimientos de la guía y el catéter en un espacio tridimensional. Las funciones adicionales ayudan a crear un entorno de laboratorio de catéter ergonómico y realista intervencionista, incluyendo una mesa de paciente de altura ajustable, un monitor grande para imagen fluoroscópica, monitorización de signos vitales en tiempo real, así como una amplia selección de dispositivos y fármacos. Dado que los atributos físicos del sistema están muy cerca de un paciente real, la formación de equipo se hace más realista, permitiendo practicar la comunicación entre los médicos en el impulso por mejorar la seguridad del paciente y reducir errores médicos.

DISEÑO DEL ESTUDIO:

Estudio prospectivo, observacional, comparativo, longitudinal, muestra no probabilística por secuencia.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Residentes de Cardiología del Centro Médico ABC que aceptaron participar en el protocolo y que no tuvieran experiencia previa con uso de simulador de realidad virtual AngioMentor™ (Symbionix USA, Cleveland, Ohio, USA)
- Médicos Tratantes del Centro Médico ABC que aceptaron participar en el protocolo

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Residentes y médicos tratantes que no formen parte del cuerpo médico del Centro Médico ABC
- Residentes y médicos tratantes que no firmen el consentimiento informado para autorizar uso de la información

DEFINICIONES

- **Médico residente:** Médico general con cedula profesional en proceso de formación como cardiólogo inscrito ante la UNAM con sede de enseñanza en el Centro Médico ABC
- **Médico tratante:** Cardiólogo intervencionista con cédula profesional de especialidad certificado por la Sociedad De Cardiología Intervencionista De México con la adecuada credencialización para ejercer en el centro médico ABC.

METODOLOGÍA:

El AngioMentor™ (Simbionix USA, Cleveland, Ohio, USA) es una estación de simulación virtual utilizada para procedimientos endovasculares como el cateterismo cardiaco, utiliza catéteres y guías reales que se introducen a través de un puerto, permitiendo que el simulador capture los movimientos de la guía y el catéter en un espacio tridimensional. Para este protocolo se utilizará el acceso femoral simulado y catéteres diagnósticos judkins (4) izquierdo y judkins (4) derecho, las proyecciones serán obtenidas por fluoroscopia simulada, de forma parecida a las imágenes obtenidas con arco en C, uso de contraste con inyector manual, uso de balones, guías y stent´s a juicio del operador.

El protocolo consta de 2 fases: Simulación inicial y la simulación final a los 3 meses con registro del número de casos durante ese periodo intermedio.

Primera Fase. - 3 cardiólogos intervencionistas expertos realizarán 3 casos diferentes, las medidas objetivas evaluadas de los casos serán el tiempo total del procedimiento, el contraste total utilizado, el tiempo total de fluoroscopia, estenosis residual, adecuada implantación del stent como criterio de éxito y complicaciones, se realizará un promedio de las medidas y se obtendrá un objetivo control por cada caso. Las características de los procedimientos son las siguientes:

- Caso 1 lesión focal de la arteria descendente anterior segmento medio.
- Caso 2 Lesión coronaria derecha proximal y distal (disección coronaria proximal como complicación predeterminada).
- Caso 3 Lesión focal arteria circunfleja y coronaria derecha.

Previo consentimiento informado de todos los involucrados se impartirá un breve curso introductorio de 3 sesiones impartidas por un cardiólogo intervencionista para familiarizarse con el sistema y las características técnicas de la plataforma, 3 residentes de primer año de Cardiología del Centro Médico ABC sin exposición previa a la angiografía coronaria diagnóstica y terapéutica serán capacitados para la utilización de AngioMentor™ (Simbionix. Cleveland, Ohio), cada participante realizará 3 diferentes casos de cateterismo diagnóstico y terapéutico completo de forma simulada, los mismos que los hemodinamistas del grupo control durante 3 meses con registro de exposición al simulador por semana, las medidas objetivas evaluadas serán el tiempo total del diagnóstico, contraste utilizado en diagnóstico, tiempo de fluoroscopia para el diagnóstico, tiempo total de procedimiento, el contraste total utilizado, tiempo total de fluoroscopia, adecuada colocación stent, porcentaje de estenosis residual, complicaciones relacionadas con el procedimiento. Al finalizar el entrenamiento se realizará una encuesta de satisfacción a los residentes de primer año.

Segunda Fase - Se realizará la comparación de los promedios obtenidos de las medidas objetivas evaluadas de los residentes con los del grupo control de los intervencionistas y los basales de los residentes.

Algoritmo de eventos para protocolo Angiografía coronaria diagnóstica y terapéutica

Centro de Simulación Centro Médico ABC Campus Observatorio, instrumento
ANGIO Mentor TM

Participantes

- - Residente de Primer Año de Cardiología
- - Cardiólogo Intervencionista Observador
- - Investigador

Eventos

- Firma de consentimiento
- Inicio y presentación de Caso
- Acceso femoral simulado
- Angiografía con catéteres diagnósticos judkins (4) izquierdo y judkins (4) derecho
- Proyecciones por fluoroscopia simulada, de forma parecida a las imágenes obtenidas con arco en C
- Fin del diagnóstico
- Angiografía Terapéutica, angioplastia con balón con colocación de Stent dependiendo del caso
- Fin del tratamiento
- Validación por Cardiólogo Intervencionista

Obtención de variables

- Tiempo para el diagnóstico
- Contraste utilizado en el diagnóstico
- Tiempo de Fluoroscopia para el diagnóstico
- Tiempo total del procedimiento

- Contraste total utilizado
- Tiempo total de fluoroscopia
- Adecuada colocación stent
- Porcentaje de estenosis residual
- Complicaciones

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó inicialmente un análisis de prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov o de Shapiro Wilkins en las variables numéricas. Posteriormente se inició con un análisis descriptivo de las variables a través de medidas de tendencia central, medias o medianas con rangos según fue el caso. Las variables nominales y dicotómicas serán reportadas con números absolutos, frecuencias o porcentajes. Las variables cuantitativas con distribución normal con medias y desviación estándar aquellas con distribución no paramétrica con mediana (M), máximo (Max) o mínimo (mín.) Para la comparación de variables categóricas entre dos grupos se realizará mediante la prueba de χ^2 cuadrada o Prueba si el valor esperado es menor a 5 se utilizará la prueba exacta de Fisher. La evaluación media grupal con Kruskal Wallis. Así como se realizará un análisis de comparación de medias pareadas mediante Friedman o Wilcoxon. Para el análisis del estudio se utilizó Software Excel y SPSS 19. El análisis de concordancia se realizará con Kappa. LA SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA se estableció con la $p > 0.05$.

VARIABLES

Independientes. - edad, género, grado académico, dominancia, tiempo total del procedimiento, contraste total utilizado, tiempo total de fluoroscopia, adecuada colocación stent, complicaciones.

Dependientes. Éxito (definido por adecuada implantación del stent) estenosis residual $<15\%$ y complicaciones.

RECURSOS HUMANOS

Investigador Principal: Dr. Jesús Antonio Gómez Barrios.

Médico residente de tercer año de la subespecialidad de cardiología clínica del Centro Médico ABC. Búsqueda bibliográfica, diseño de protocolo, invitación a participantes, recopilación de información, redacción del manuscrito, presentación de tesis, publicación.

Asesor de Tesis y Análisis Estadístico:

Dra. María Elena Soto López

Coordinadora de investigación de la línea de servicio cardiovascular Centro Médico ABC.

Cardiólogo Intervencionista:

Dr. Víctor Ocaña Médico adscrito servicio de hemodinamia Centro Médico ABC. Supervisión y validación de los casos simulados.

RECURSOS INSTITUCIONALES

La recopilación de datos se obtendrá en el Centro de educación por simuladores en Campus Observatorio del Centro Médico ABC

Características de los participantes

Edad

Sexo Femenino

Sexo Masculino

Dominancia derecha

Dominancia Izquierda

Médico Tratante

Médico Residente

Exposición a simuladores AngioMentor previa

RESULTADOS:

Se estudiaron a 3 residentes de primer año, dos hombres y una mujer que no tuvieron el antecedente de haber utilizado el ANGIOMENTOR o de haber tenido previamente experiencia en el manejo de procedimientos intervencionistas.

La edad promedio de los residentes fue de 28 ± 1 años y de los expertos de 36 ± 1

El grupo control fueron 3 Médicos especialistas del sexo masculino con experiencia en manejo Intervencionista, los cuales tuvieron un promedio de tiempo de experiencia de 6.3 ± 1.5 años versus 0 tiempo de experiencia del médico residente lo cual dio un promedio esperado de diferencia estadística significativo $p = 0.01$.

Los 3 residentes fueron diestros y de los expertos únicamente fueron 2. El uso de videojuegos en ambos grupos fue similar.

La edad de los médicos residentes fue de 28 ± 1.5 y la de los expertos de 36.8 ± 1.5 , con diferencia significativa entre ellos $p = 0.003$.

En la Tabla 1 se muestra el resultado de las diferencias del tiempo de angiografía diagnóstica de los procedimientos entre cada uno de los residentes y su comparación contra el tiempo promedio del experto.

En Grafico 1 se muestran los cambios entre la repetición de cada procedimiento y los cambios entre grupos.

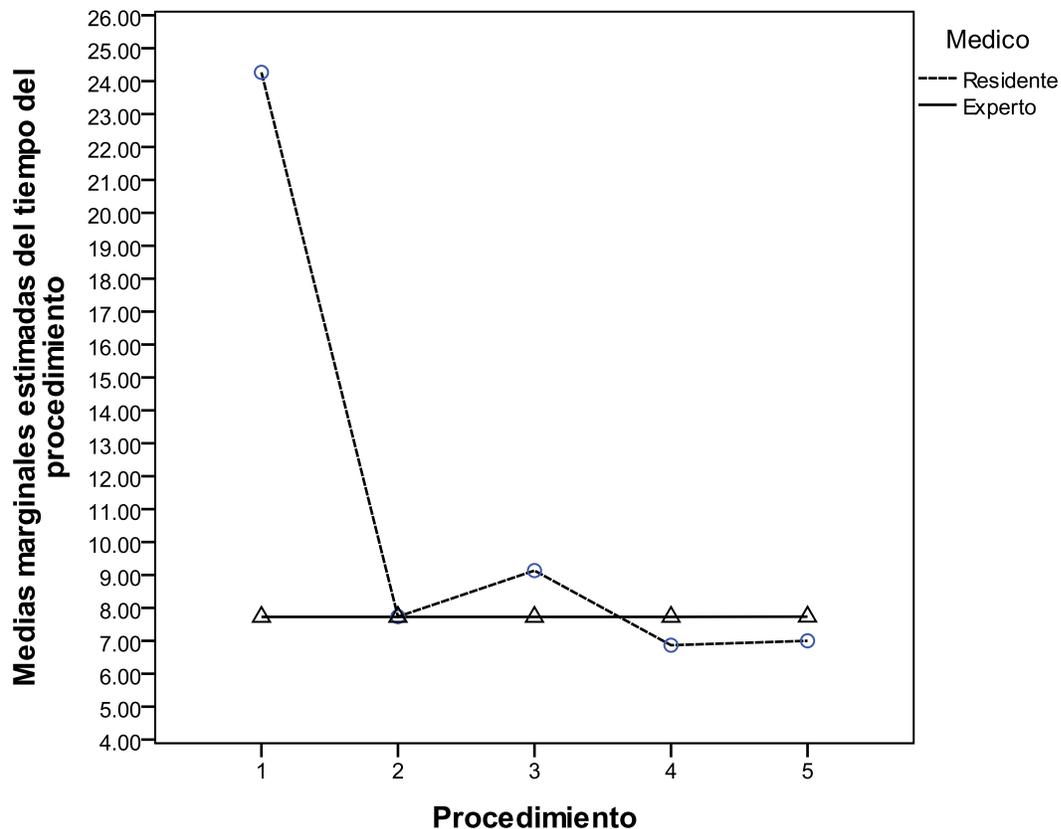
Tabla 1. Tiempo Promedio del tiempo diagnóstico entre procedimientos de caso 1

(Inter ter e intra de cada grupo evaluado).

	PROC 1	PROC2	PROC3	PROC4	PROC5	DELTA
RESIDENTE 1	25.50	5.5	8.3	6.4	6.2	
RESIDENTE 2	24.20	12.4	10.1	6.2	6.3	0.01
RESIDENTE 3	23.10	5.3	9.0	8.0	8.5	
X± DE Residente	24.2±1.2	7.7 ± 4	9.1 ± 0.90	6.8 ± 0.98	7.2± 1.3	
X± DE Experto	7.7± 4	7.7± 4	7.7± 4	7.7± 4	7.7± 4	
Significancia de p	0.002*	NS	NS	NS	NS	
A favor experto*						

Gráfico 1.

Promedio del tiempo estimado del diagnostico durante la realizacion repetida de procedimientos en ANGIOMENTOR de casos tipo 1 entre los grupos evaluados



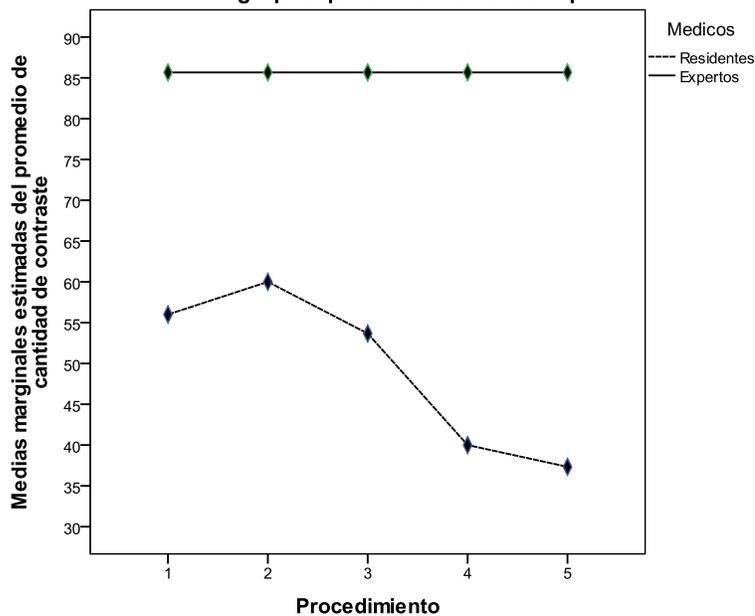
La cantidad promedio de contraste utilizada en cada procedimiento diagnóstico en la atención a casos tipo 1 y su comparación entre grupos se muestra en la Tabla 2 y gráfico 2

Tabla 2.

	Contraste 1	Contraste 2	Contraste 3	Contraste 4	Contraste 5	
	PROC1	PROC2	PROC3	PROC4	PROC5	DELTA
RESIDENTE 1	64	46	40	37	35	
RESIDENTE 2	76	90	56	42	27	NS
RESIDENTE 3	28	44	65	41	50	
X± DE Residentes	56±25	60±26	53±12	40±2.6	37±11.6	
X± DE Expertos	85.6±12	85.6±12	85.6±12	85.6±12	85.6±12	
Significancia de p	Ns	NS	0.03*	0.01*	0.007*	
A favor del residente*						

Gráfico 2

Promedio de la cantidad de contraste utilizado en cada procedimiento entre grupos que atendieron casos tipo 1

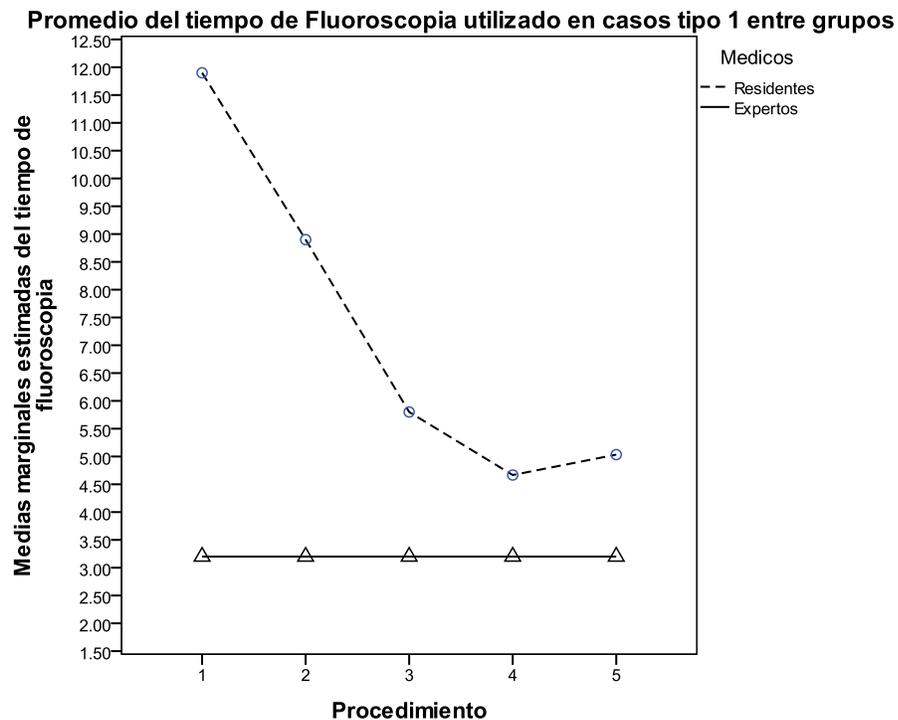


El promedio de tiempo de fluoroscopia para la coronariografía diagnóstica en el manejo de casos tipo 1 y la delta del cambio entre los residentes muestra significancia estadística se visualiza en la tabla 3 y gráfico 3.

Tabla 3. Promedio del tiempo de fluoroscopia entre los grupos

TIEMPOS DE FLUOROSCOPIA						
	1	2	3	4	5	DELTA
	PROC1	PROC2	PROC3	PROC4	PROC5	
RESIDENTE 1	11.20	8.3	4.0	3.5	3.1	
RESIDENTE 2	14.40	8.4	8.0	5.0	6.0	0.04
RESIDENTE 3	10.10	10.0	5.4	5.5	6.0	
X± DE Residentes	11.9±2.2	8.9±0.95	5.8±2.02	4.67±1.04	5.03±1.6	
X± DE Expertos	3.2±1	3.2±1	3.2±1	3.2±1	3.2±1	
Significancia de p	0.004*	0.002*	NS	NS	NS	
A favor del experto*						

Gráfico 3



El tiempo total de procedimiento en casos Tipo 1 se muestra en tabla 4 y Gráfico 4

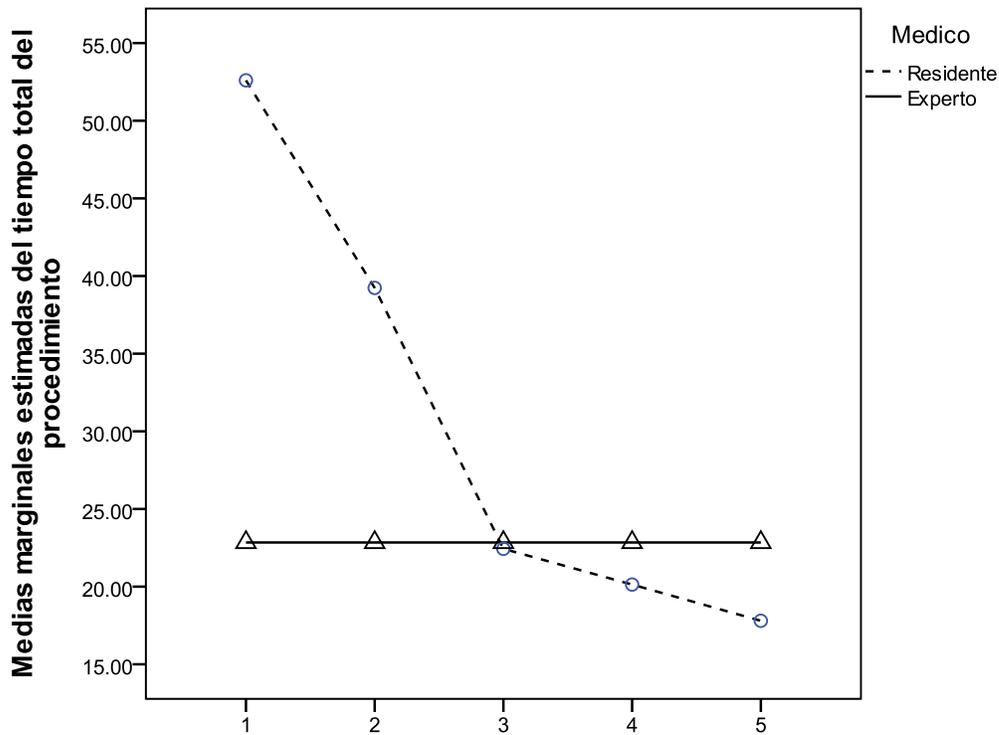
Tabla 4

TIEMPO TOTAL DEL PROCEDIMIENTO						
	1	2	3	4	5	DELTA
	PROC1	PROC2	PROC3	PROC4	PROC5	
RESIDENTE 1	49.30	40.50	20.0	16.4	16.5	
RESIDENTE 2	54.50	39.20	24.3	21.0	18.4	0.02
RESIDENTE 3	54.00	38.00	23.0	23.0	18.5	
X± DE Residentes	52.6±2.8	39.2±1.2	22.4±2.2	20.1±3.3	17.8±1.1	
X± DE Expertos	22.8±8.3	22.8±8.3	22.8±8.3	22.8±8.3	22.8±8.3	
Significancia de p	0.004*	0.07**	NS	NS	NS	

A favor del experto* Tendencia de ser mejor la del experto** NS= sin significancia entre grupos

Gráfico 4

tiempo promedio de la suma total de todos los procedimientos utilizados en cada tiempo por los residentes para la atención de casos tipo1



La cantidad de contraste total y el tiempo de fluoroscopia total se muestra en tabla 5 y gráficos 5 y 6

Tabla 5

	Cantidad total de contraste utilizado en todos los procedimientos por cada medico					Delta de cambio final
procedimiento	1	2	3	4	5	
Residente 1	97	88	104	86	68	0.02
Residente 2	126	150	121	117	108	
Residente 3	98	159	133	128	98	
X DE Residentes	107± 16	132±38	119±14	110±21	91±20	
XDE Experto	164.6±10	164.6±10	164.6±10	164.6±10	164.6±10	
Significancia de p	0.002*	NS	0.01*	0.03*	0.01*	
A favor del residente utilizaron menor cantidad de contraste*						
	Tiempo total de Fluoroscopia de todos los procedimientos					
procedimiento	1	2	3	4	5	
Residente 1	24.3	24.3	9.3	9.5	9.2	0.02
Residente 2	26.3	27.1	17.2	14.3	14.3	
Residente 3	21.3	23.1	14.5	15.3	11.0	
X DE Residentes	23.9±2.5	24.8±2.05	13.6±4.01	13.03±3.1	11.5±2.5	
XDE Experto	9.6±2	9.6±2	9.6±2	9.6±2	9.6±2	
Significancia de p	0.002*	0.001*	NS	NS	NS	
En los dos primeros procedimientos los residentes tuvieron mayor uso de fluoroscopia, a partir del tercer procedimiento no hubo diferencia significativa						

Gráfico 5

Promedio del contraste total utilizado en todos los procedimientos del caso 1 (entre grupos)

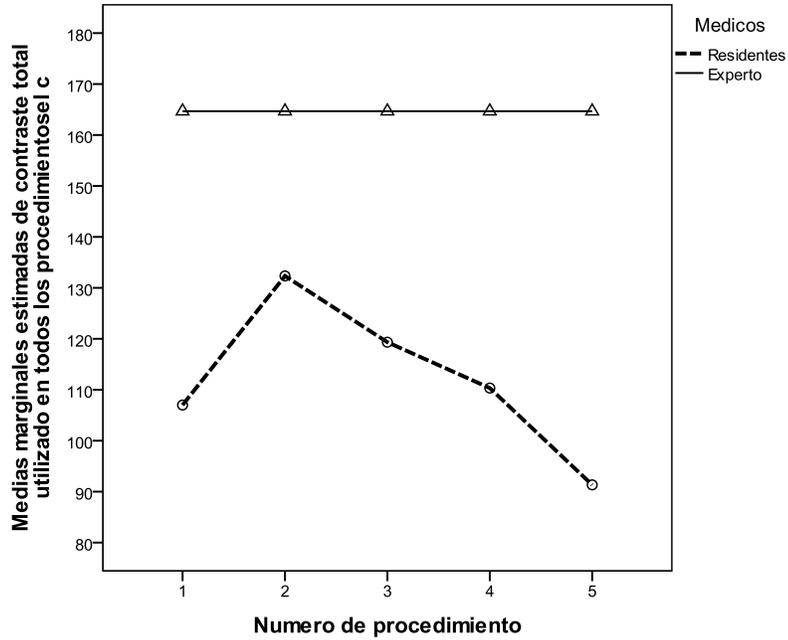
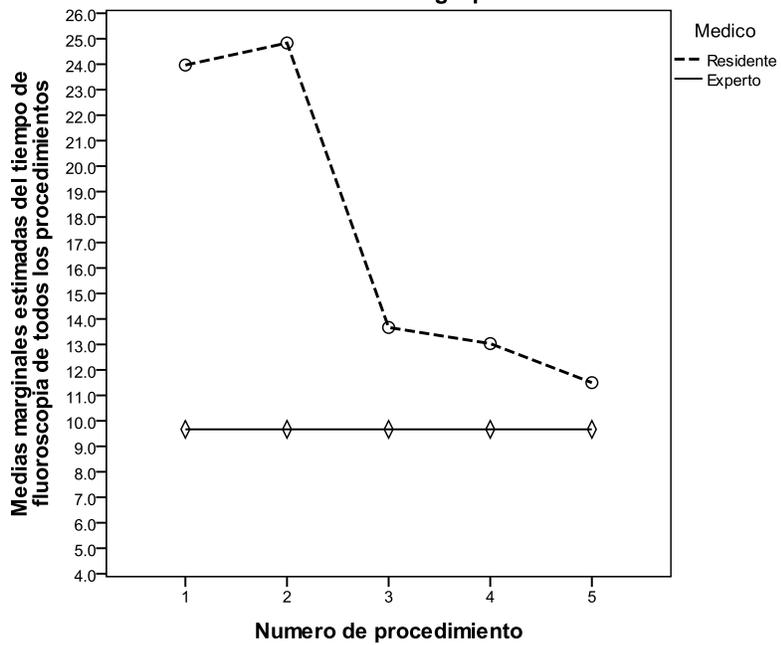


Gráfico 6

Promedio del tiempo de Fluoroscopia de todos los procedimientos del caso 1 entre grupos



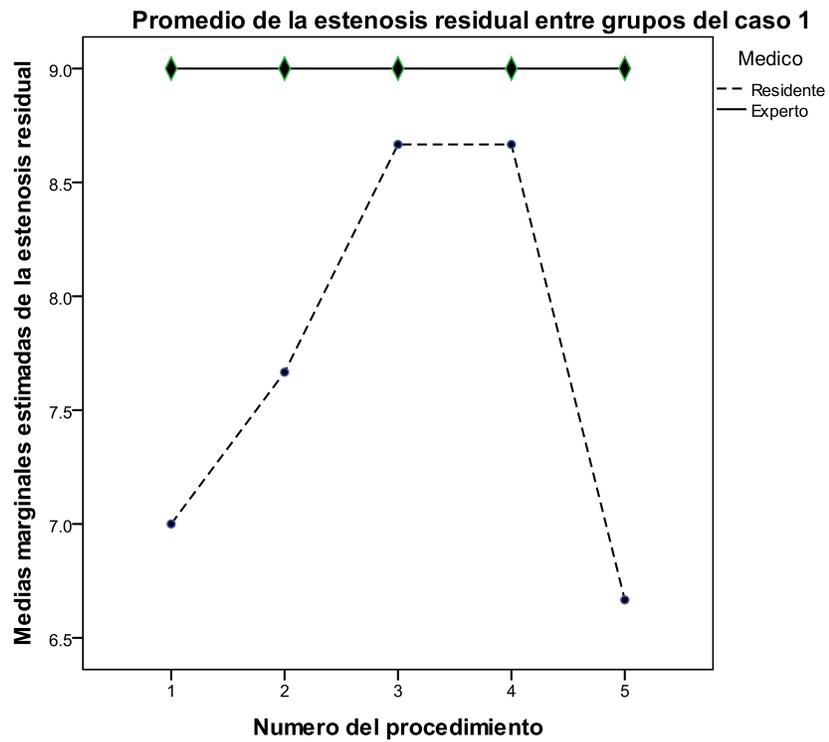
La implantación del Stent fue exitosa en todos los residentes y se reportó 1 no adecuada implantación de parte del experto por poner una longitud mayor al tamaño de la lesión, no tuvieron complicaciones los residentes y expertos

En la tabla 6 y grafico 7 se muestran los promedios de estenosis residual entre grupos.

Tabla 6

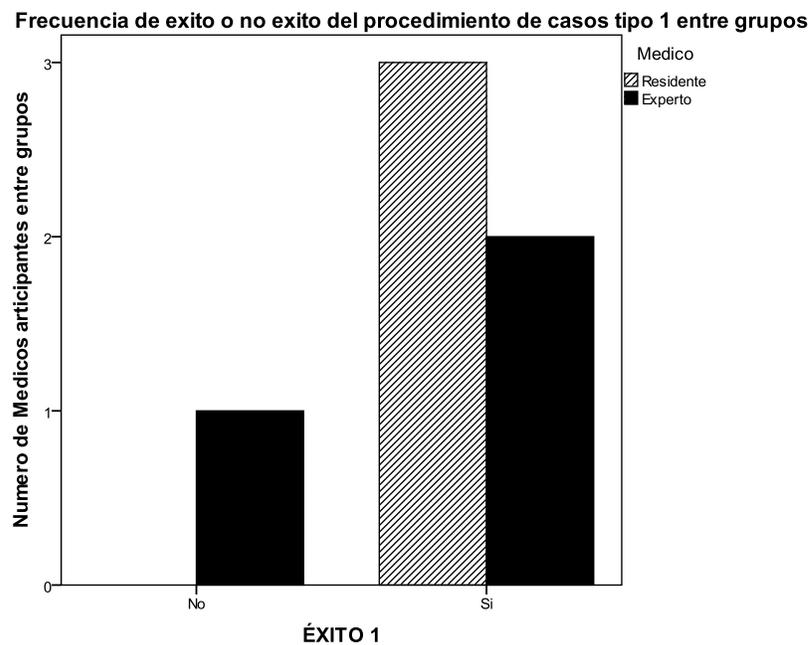
	El comparativo del promedio de estenosis residual entre residentes y los expertos					Delta de cambio final
	1	2	3	4	5	
procedimiento	1	2	3	4	5	
Residente 1	8	10	10	9	5	NS
Residente 2	6	8	10	8	9	
Residente 3	7	5	6	9	6	
X DE Residentes	7±1	7.6±2.5	8.6±2.3	8.6±0.57	6.6±2.08	
XDE Experto	9±4	9±4	9±4	9±4	9±4	
Significancia de p	NS	NS	NS	NS	NS	
A favor del residente con menor promedio de estenosis residual*						

Gráfico 7



En el Gráfico 8 se muestran los casos calificados con éxito o no éxito del caso 1 entre médicos residentes y el grupo de expertos.

Gráfico 8



Uno de los expertos no tuvo éxito en el caso 1 fue del género masculino y su dominancia era diestro, no tenía experiencia en video juegos. Ver gráficos 9 y 10
 No hubo complicaciones del procedimiento.

Gráfico 9

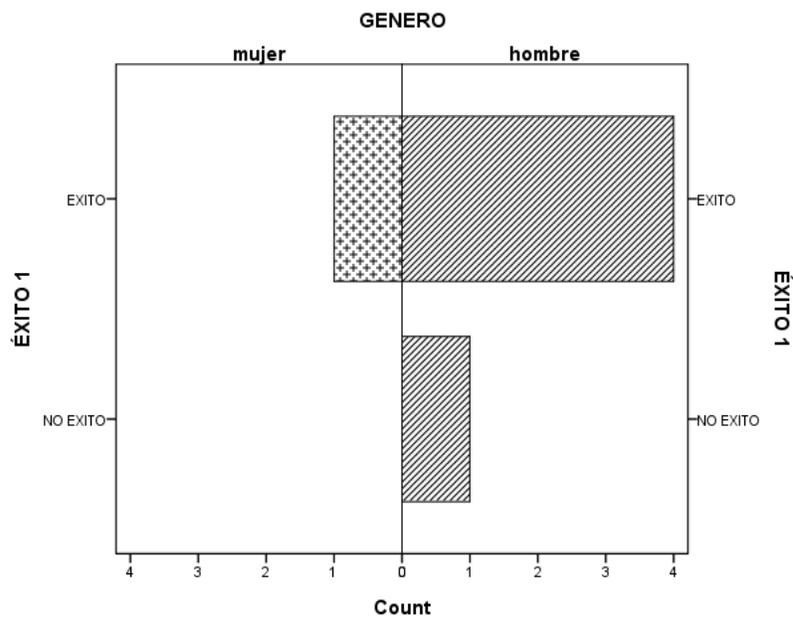
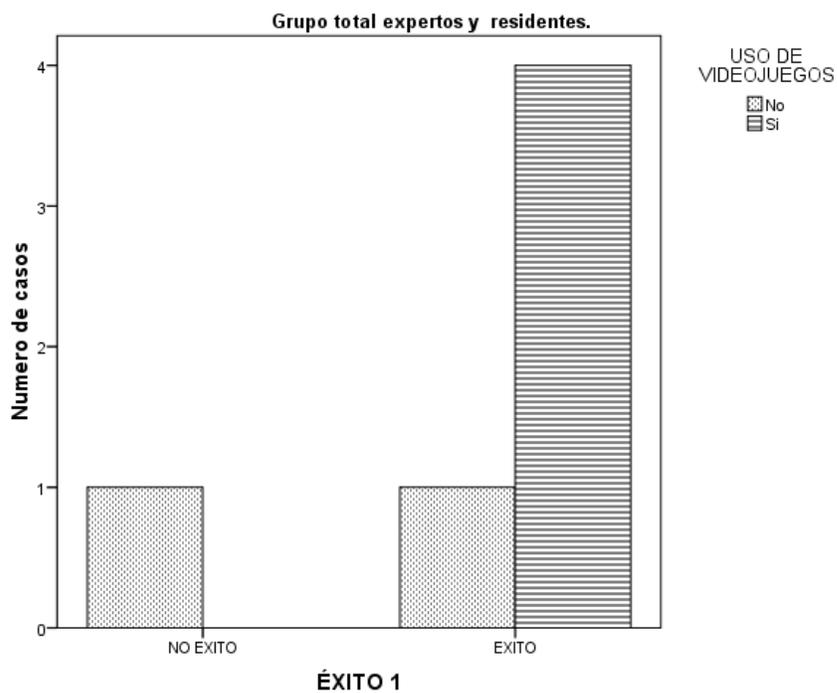


Gráfico 10



Dentro de los resultados principales pudimos observar mejoría de todos los parámetros iniciales tanto de diagnóstico como del total de procedimiento, uso de contraste y tiempo de fluoroscopia.

El tiempo total de procedimiento del caso 1 con mejoría de todos los residentes con delta 0.02 sin diferencia significativa desde el tercer procedimiento comparado con el grupo control, el contraste total utilizado con delta 0.02 y diferencia significativa a favor de los residentes que utilizaron menor cantidad de contraste comparado con el grupo control $p= 0.01$, del tiempo total de fluoroscopia en los dos primeros procedimientos los residentes tuvieron mayor uso de fluoroscopia, pero a partir del tercer procedimiento no hubo diferencia estadísticamente significativa comparados con el control.

La implantación del Stent fue exitosa en todos los residentes y se reportó 1 caso de no adecuada implantación del stent por parte del experto por colocar una longitud mayor de stent del tamaño original de la lesión, la estenosis residual sin diferencia significativa en comparación con el experto, sin complicaciones durante los procedimientos.

CASO 2

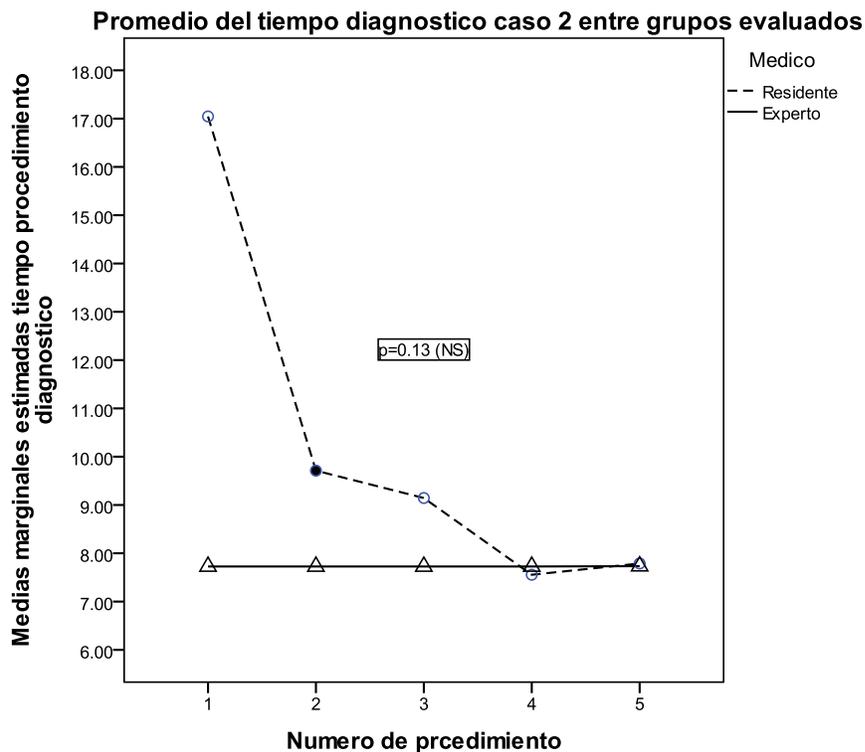
En la Tabla 7 se muestra el resultado de las diferencias del tiempo de angiografía diagnóstica de los procedimientos entre cada uno de los residentes y su comparación contra el tiempo promedio del experto de los casos Tipo 2.

En Grafico 11 se muestran los cambios entre la repetición de cada procedimiento y los cambios entre grupos.

Tabla 7. Promedio del tiempo diagnóstico entre procedimientos de caso 2 (Inter e intragrupo evaluado).

	PROC 1	PROC2	PROC3	PROC4	PROC5	DELTA
RESIDENTE 1	18.00	11.3	10.4	9.4	10.2	
RESIDENTE 2	9.50	8.2	8.5	9.0	8.0	NS
RESIDENTE 3	17.40	18.0	11.0	6.4	7.2	
X± DE Residente	14-9± 5	12.5± 5	9.96±1.3	8.26±1.6	8.46±1.5	
X± DE Experto	8.03±0.5	8.03±0.56	8.03±0.56	8.03±0.5	8.03±0.56	
	6			6		
Significancia de p	0.06*	NS	NS	NS	NS	
Tendencia a favor experto*						

Gráfico 11.



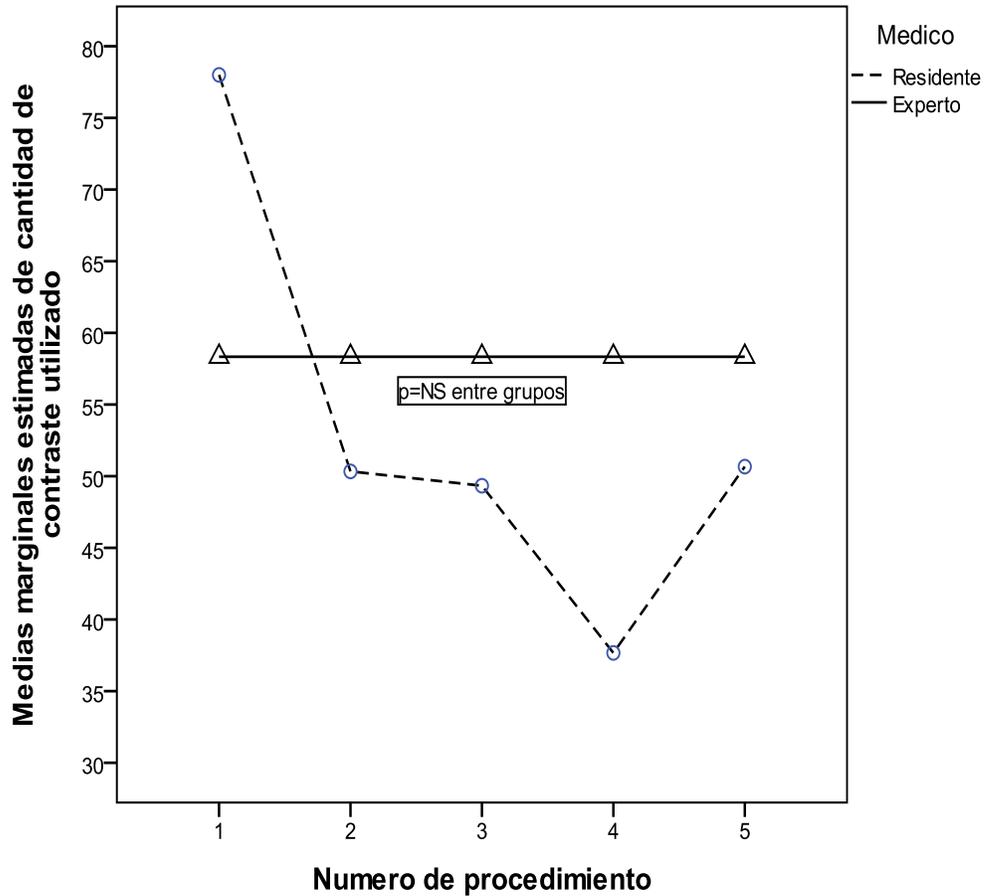
La cantidad promedio de contraste utilizada en cada procedimiento en la atención a casos tipo 2 y su comparación entre grupos se muestra en la Tabla 8 y gráfico 12

Tabla 8. Promedio del medio de contraste utilizado entre procedimientos del caso 2 (Inter ter e intra de cada grupo evaluado).

	PROC 1	PROC2	PROC3	PROC4	PROC5	DELTA
RESIDENTE 1	100	72	45	35	37	
RESIDENTE 2	62	47	53	51	74	NS
RESIDENTE 3	72	32	50	27	41	
X± DE Residente	78±20	50±20	49±4	37±12	51±20	
X± DE Experto	58±6	58±6	58±6	58±6	58±6	
Significancia de p	NS	NS	NS	NS	NS	

Gráfico 12.

Promedio de cantidad de contraste utilizado en cada procedimiento para el caso 2 (entre grupos evaluados)

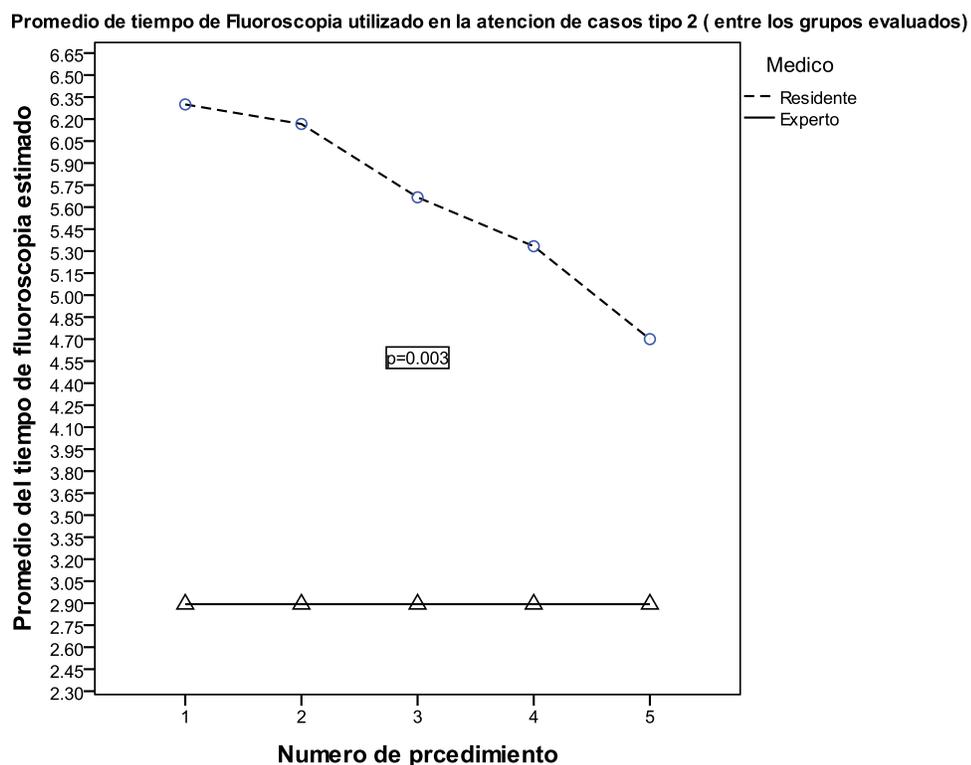


El promedio de tiempo de fluoroscopia para la coronariografía diagnóstica en el manejo de casos tipo 2 y la delta del cambio entre los residentes muestra significancia estadística se visualiza en la tabla 8 y gráfico 13.

Tabla 8. Promedio del tiempo promedio de Fluoroscopia entre procedimientos del caso 2 (Inter e intra grupo evaluado).

	PROC 1	PROC2	PROC3	PROC4	PROC5	DEL TA
RESIDENTE 1	8.00	6.0	5.2	4.2	5.2	
RESIDENTE 2	6.40	5.3	5.5	8.5	5.4	NS
RESIDENTE 3	4.50	7.2	6.3	3.3	3.5	
X± DE Residente	6.3±1.7	6.16±0.96	5.6±0.56	5.3±2.7	4.7±1.04	
X± DE Experto	2.8±0.42	2.8±0.42	2.8±0.42	2.8±0.42	2.8±0.42	
Significancia de p	0.03*	0.006*	0.003*	NS	0.05*	
A favor del experto*						

Gráfico 13.



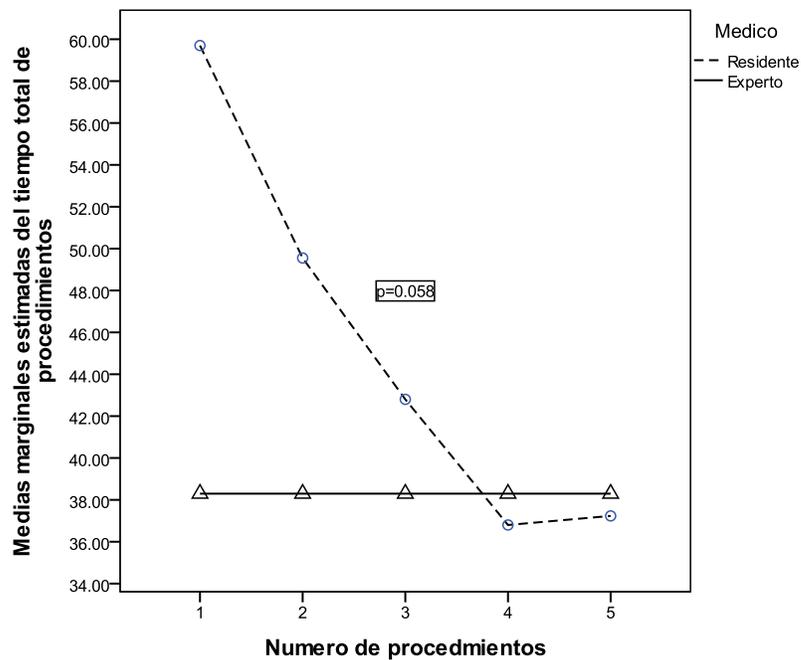
El tiempo total de procedimiento en casos Tipo 2 se muestra en tabla 9, gráfico 14

Tabla 9. Promedio del tiempo total de los procedimientos del caso 2 (Inter e intra grupo evaluado).

	PROC 1	PROC2	PROC3	PROC4	PROC5	DELTA
RESIDENTE 1	60.10	46.10	44.1	34.4	36.2	
RESIDENTE 2	49.00	43.00	52.0	48.0	37.5	NS
RESIDENTE 3	70.00	59.55	32.3	28.0	38.0	
X± DE Residente	59.7±10	49.5±8.7	42.8±9.9	36.8±10	37.2±0.92	
X± DE Experto	38.29±13	38.29±13	38.29±13	38.29±13	38.29±13	
Significancia de p	0.09	NS	NS	NS	NS	
Tendencia inicial a favor del experto*						

Gráfico 14.

Promedio del tiempo total de los procedimientos en el caso 2 entre los grupos evaluados.

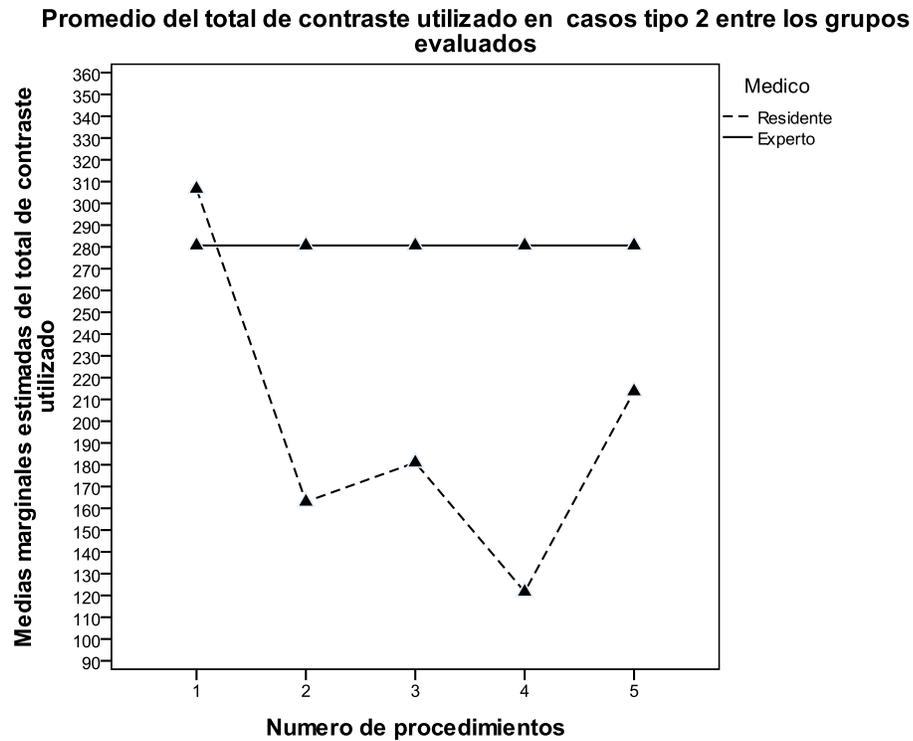


El contraste total utilizado en casos tipo 2 se muestra en tabla 10 y gráfico 15.

Tabla 10. Promedio del total del contraste utilizado en el caso 2 (Inter e intra grupo evaluado).

	PROC 1	PROC2	PROC3	PROC4	PROC5	DELTA
RESIDENTE 1	307	238	219	162	174	
RESIDENTE 2	238	150	188	103	365	0.07
RESIDENTE 3	375	101	136	100	102	
X± DE Residente	307±69	163±69	181±42	122±35	213±35	
X± DE Experto	281±91	281±91	281±91	281±91	281±91	
Significancia de p	NS	NS	NS	0.08*	NS	
Tendencia a favor del Residente*						

Grafico 15.



El tiempo total de Fluoroscopia en el caso 2 se muestra en tabla 11 y gráfico 16.

Tabla 11. Promedio del tiempo total de Fluoroscopia en el caso 2 (Inter e intra grupo evaluado).

	PROC 1	PROC2	PROC3	PROC4	PROC5	DELTA
RESIDENTE 1	46.4	31.2	31.5	20.4	23.5	
RESIDENTE 2	33.0	31.0	38.0	20.0	28.0	0.05
RESIDENTE 3	43.4	33.0	18.5	17.5	29.3	
X± DE Residente	41±7	32±1	29±10	19±2	27±8	
X± DE Experto	21±9	21±9	21±9	21±9	21±9	
Significancia de p	0.03	NS	NS	NS	NS	
A favor del Experto*						

Gráfico 16.

Promedio del tiempo de Fluoroscopia total de todos los procedimientos de caso tipo 2 entre los grupos evaluados

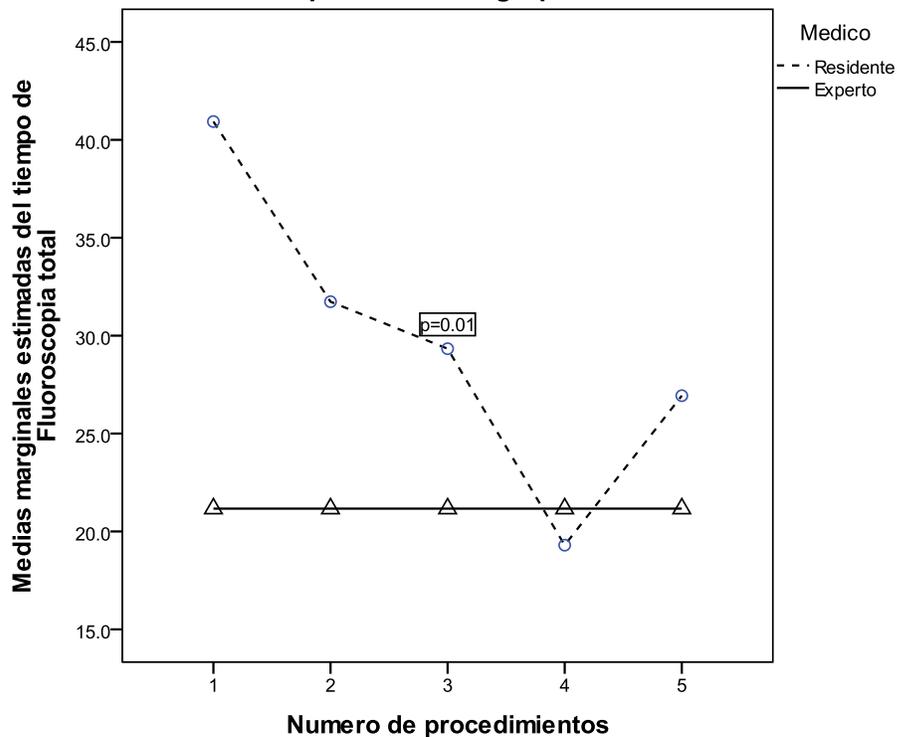
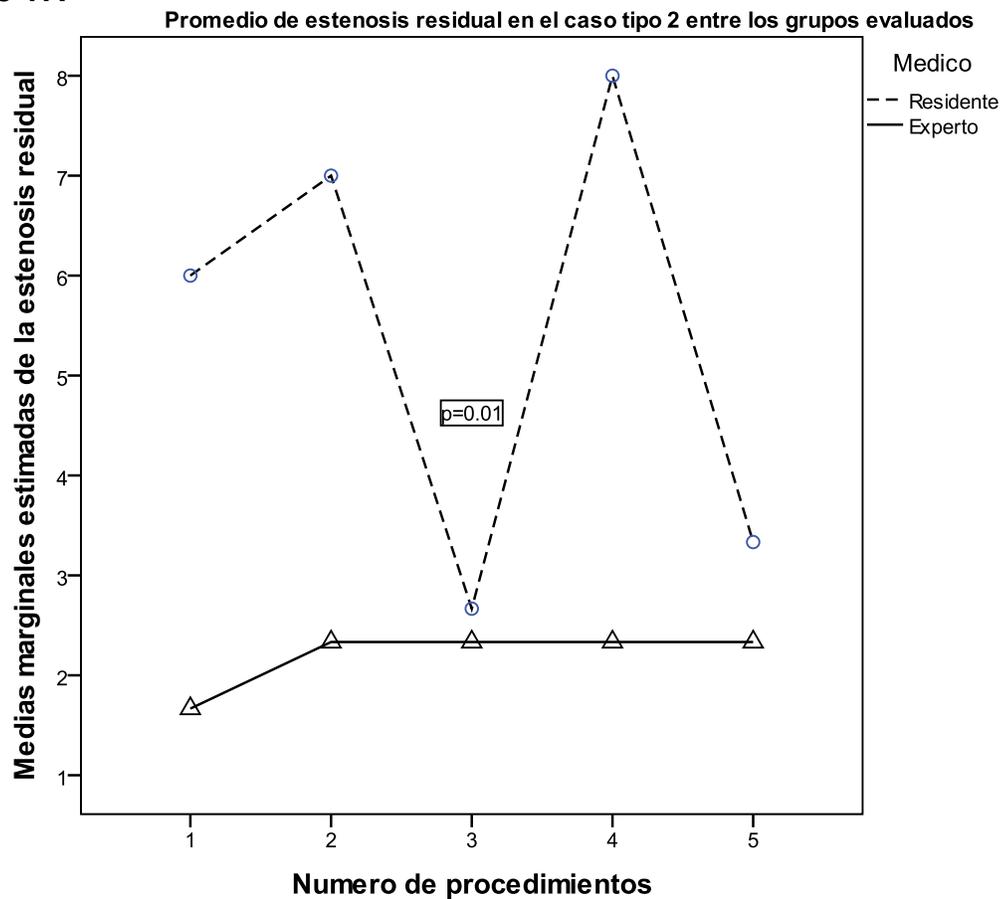


Tabla 12. Promedio de estenosis residual en el caso 2 (Inter e intra grupo evaluado).

	PROC 1	PROC2	PROC3	PROC4	PROC5	DELTA
RESIDENTE 1	7	9	4	7	8	
RESIDENTE 2	5	6	0	17	0	
RESIDENTE 3	6	6	4	0	2	
X± DE Residente	6±1	7±2	3±2	8±8	3±3	
X± DE Experto	2±1	2±1	2±1	2±1	2±1	
Significancia de p	0.008*	0.02*	NS	NS	NS	
A favor del Experto*						

Grafico 17.



El total de implantación del stent fue total entre residentes y expertos y no hubo complicaciones entre grupos. Sin embargo hubo un caso de no éxito en uno de los residentes. Sin complicaciones del procedimiento.

En el caso 2 el tiempo total del procedimiento con tendencia inicial a favor del experto pero a partir del cuarto procedimiento con diferencia significativa $p=0.058$ a favor de los residentes.

El contraste total utilizado con delta 0.07 y diferencia significativa a favor de los residentes que utilizan menor cantidad de contraste comparado con el grupo control a partir del cuarto procedimiento $p=0.08$ y sin diferencia significativa con los demás procedimientos.

El tiempo total de fluoroscopia con delta 0.05, sin diferencia significativa a partir del segundo procedimiento comparados con el control.

Porcentaje de estenosis residual con tendencia a favor del experto $p=0.02$ en los primeros 2 procedimientos sin embargo sin diferencia significativa a partir del tercer procedimiento.

El éxito de implantación del stent fue total entre residentes y expertos, no hubo complicaciones entre grupos. Sin embargo, hubo un caso de no éxito en uno de los residentes por tener una estenosis residual del 17%.

CASO 3

Tabla 13. Promedio del tiempo diagnóstico en el procedimiento del caso 3 (Inter e intra grupo evaluado).

	PROC 1	PROC2	PROC3	PROC4	PROC5	DELTA
RESIDENTE 1	13.5	12.3	10.4	5.5	9.4	
RESIDENTE 2	9.0	7.4	6.2	5.1	7.2	NS
RESIDENTE 3	13.2	7.0	8.4	12.0	7.1	
X± DE Residente	11.9±2.5	8.9±2.95	8.3±2.1	7.53±3.8	7.9±1.3	
X± DE Experto	7.59±2.3	7.59±2.3	7.59±2.3	7.59±2.3	7.59±2.3	
Significancia de p	0.09*	NS	NS	NS	NS	

Una tendencia a que sea mejor a favor del Experto*

Gráfico 18.

Tiempo promedio estimado diagnóstico de acuerdo al numero de procedimiento en relación al caso 3, entre los grupos evaluados

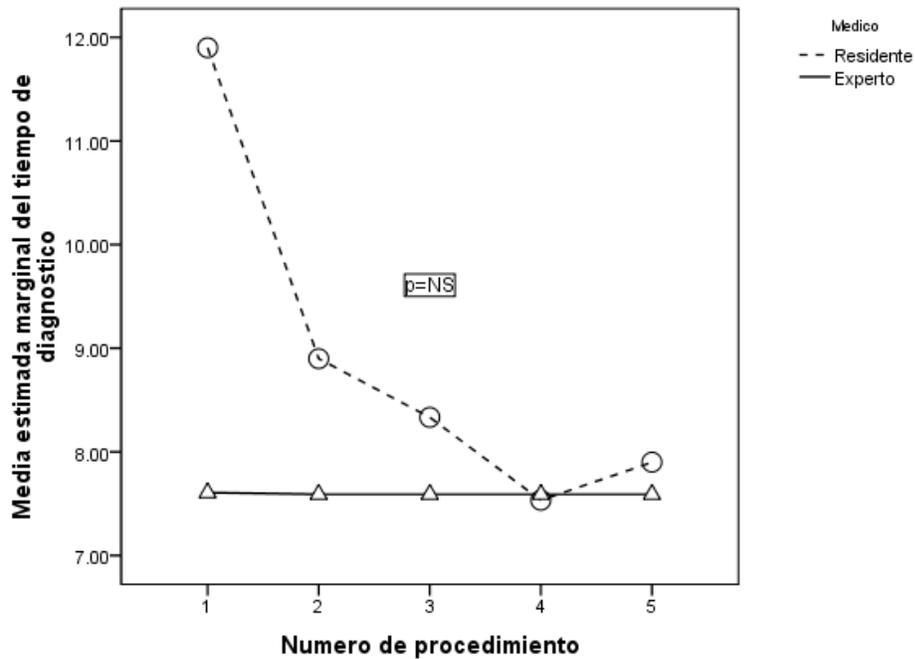


Tabla 14. Promedio del contraste utilizado durante el diagnóstico de cada procedimiento en el caso 3 (Inter e intra grupo evaluado).

	PROC 1	PROC2	PROC3	PROC4	PROC5	DELTA
RESIDENTE 1	30.0	85.0	42.0	46.0	49.0	
RESIDENTE 2	54.0	57.0	40.0	32.0	43.0	
RESIDENTE 3	77.0	45.0	39.0	60.0	36.0	NS
X± DE Residente	54±24	62±21	40±2	46±	43±7	
X± DE Experto	47±9	47±9	47±9	47±9	47±9	
Significancia de p	NS	NS	NS	NS	NS	

Gráfico 19.

Cantidad promedio de contraste utilizado entre cada procedimiento en el caso 3, entre los grupos evaluados

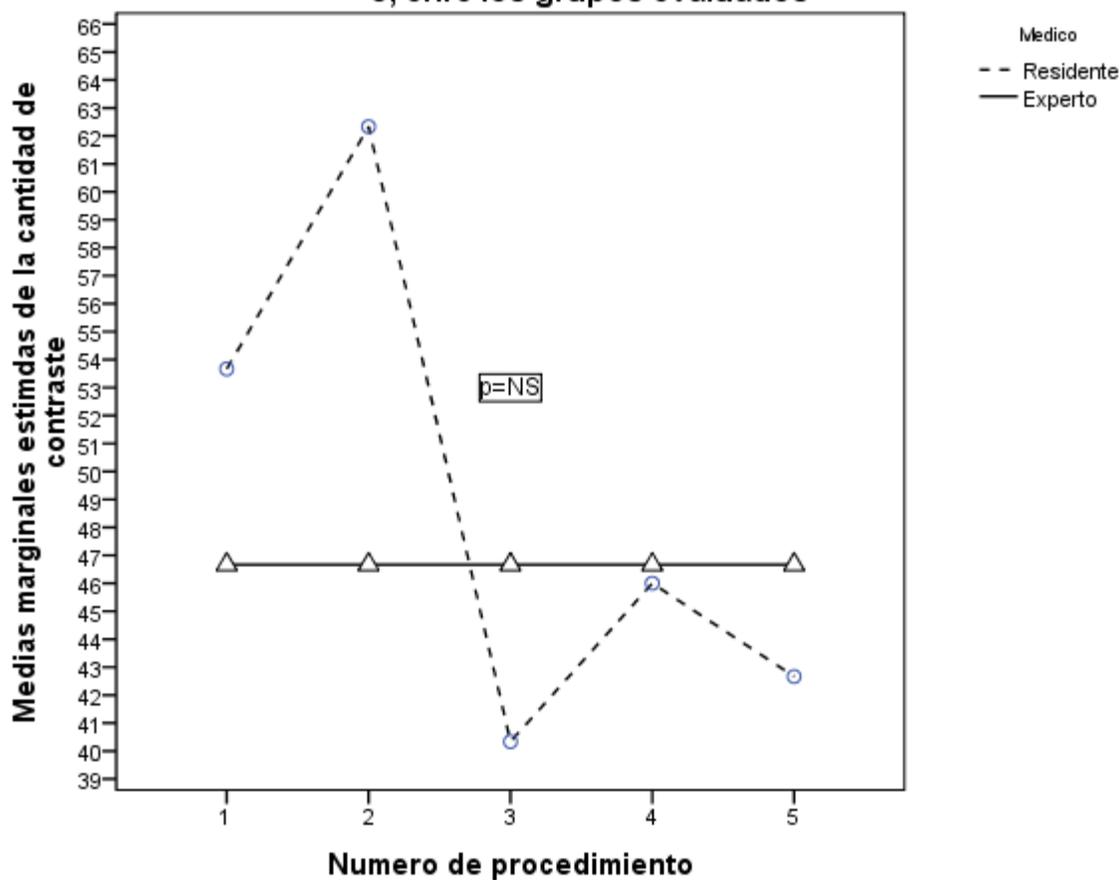


Tabla 15. Promedio del tiempo de fluoroscopia utilizado durante cada procedimiento en el caso 3 (Inter e intra grupo evaluado).

	PROC 1	PROC2	PROC3	PROC4	PROC5	DELTA
RESIDENTE 1	7.2	7.0	7.0	3.5	5.1	
RESIDENTE 2	5.0	5.5	5.0	4.2	5.0	NS
RESIDENTE 3	8.2	3.5	4.2	9.0	3.2	
X± DE Residente	7±2	5±2	5±1	6±3	4±1	
X± DE Experto	4±0.05	4±0.05	4±0.05	4±0.05	4±0.05	
Significancia de p	0.03*	NS	NS	NS	NS	
A favor del experto*						

Gráfico 20.

Promedio del tiempo de fluoroscopia entre procedimientos del caso 3 entre los grupos evaluados

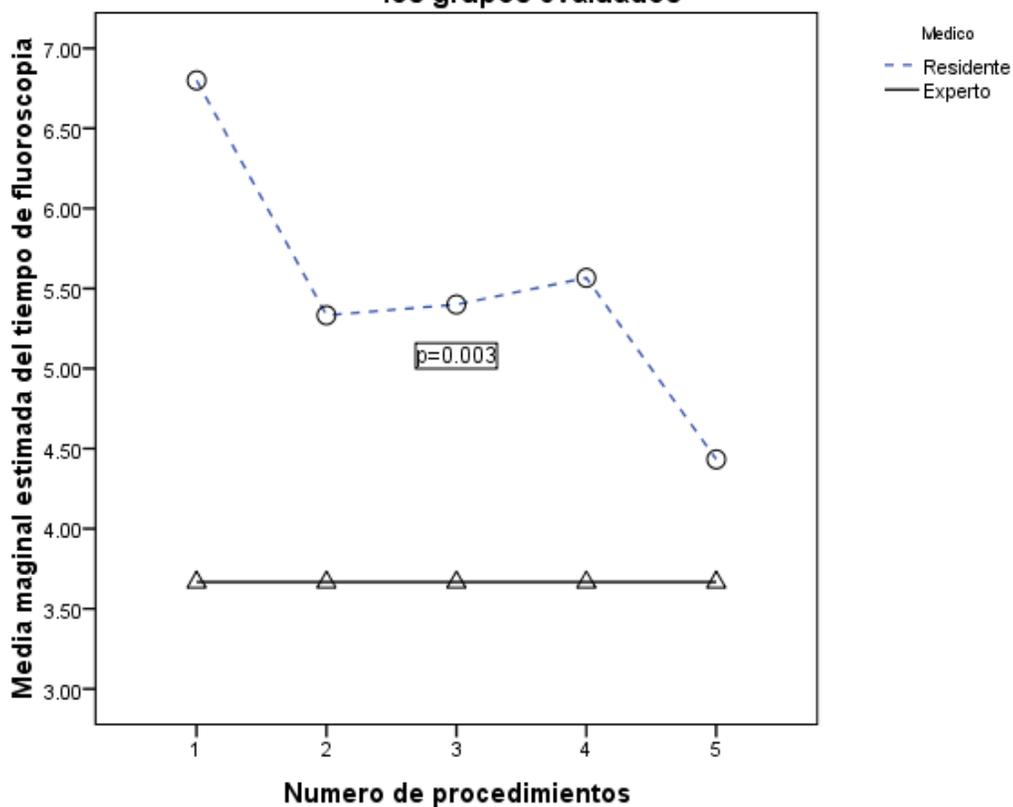


Tabla 16. Promedio del tiempo total de todos los procedimientos del caso 3 (Inter e intra grupo evaluado).

	PROC 1	PROC2	PROC3	PROC4	PROC5	DELTA
RESIDENTE 1	32.0	44.0	30.0	22.0	30.0	
RESIDENTE 2	34.1	36.3	18.3	23.3	19.4	0.08***
RESIDENTE 3	35.0	26.4	23.0	34.0	24.1	
X± DE Residente	34±2	36±9	24±6	26±7	25±5	
X± DE Experto	21±5	21±5	21±5	21±5	21±5	
Significancia de p	0.01*	0.07**	NS	NS	NS	

A favor del experto* Tendencia de menor tiempo total de todos los procedimientos en el experto**
 Hay una tendencia a tener menor tiempo en total de procedimientos entre uno de los residentes***

Gráfico 21.

Promedio total de todos los procedimientos entre cada intervención del caso 3 entre los grupos evaluados

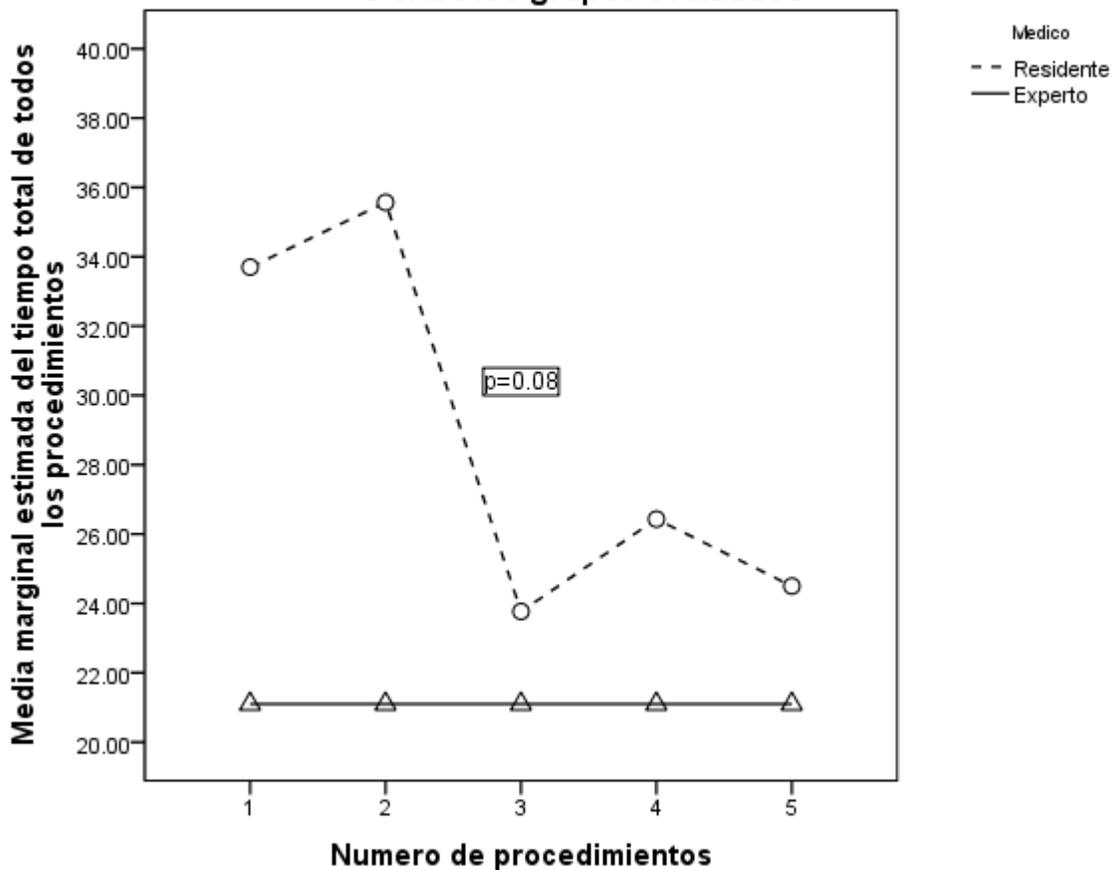


Tabla 17. Promedio del contraste total de todos los procedimientos del caso 3 (Inter e intra grupo evaluado).

	PROC 1	PROC2	PROC3	PROC4	PROC5	DELTA
RESIDENTE 1	108.0	330.0	154.0	149.0	96.0	
RESIDENTE 2	108.0	246.0	76.0	121.0	129.0	NS
RESIDENTE 3	210.0	176.0	104.0	130.0	108.0	
X± DE Residente	142±59	250±77	111±40	133±14	111±17	
X± DE Experto	128±14	128±14	128±14	128±14	128±14	
Significancia de p	NS	NS	NS	NS	NS	

NS= Sin significancia estadística inter e intra grupos

Gráfico 22.

Promedio del total de contraste total utilizado entre cada procedimiento en el caso 3 entre los grupos evaluados

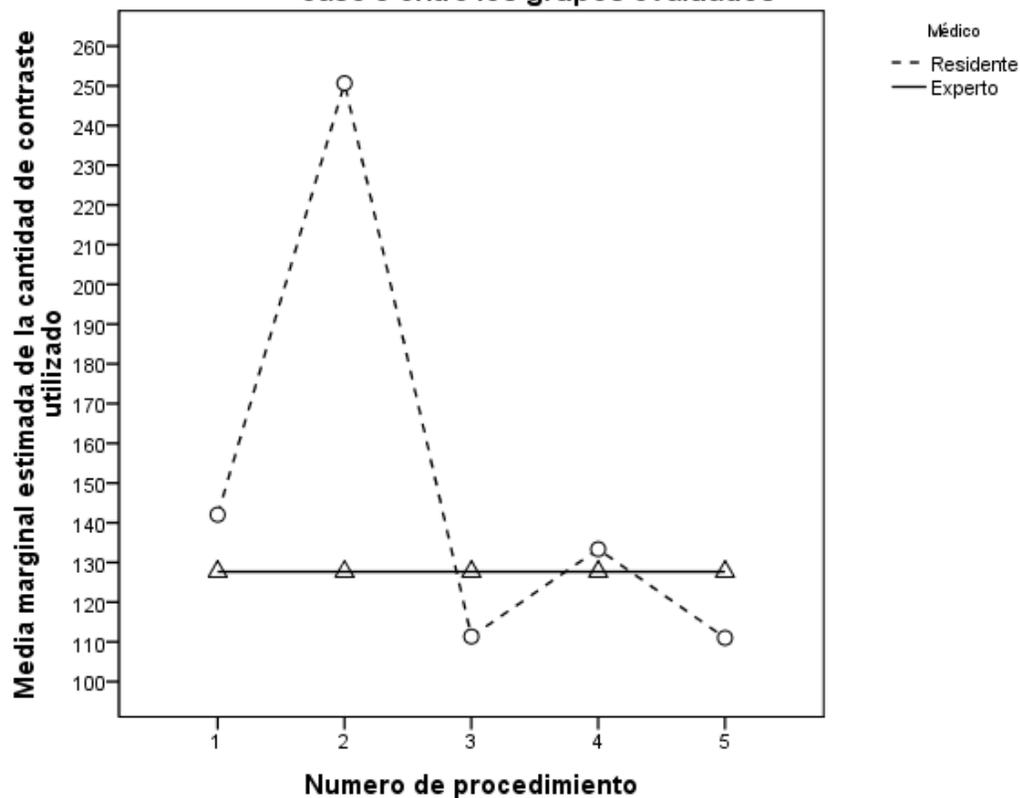


Tabla 18. Promedio del tiempo de fluoroscopia total de todos los procedimientos del caso 3 (Inter e intra grupo evaluado).

	PROC 1	PROC2	PROC3	PROC4	PROC5	DELTA
RESIDENTE 1	20.1	30.1	18.3	13.1	17.2	
RESIDENTE 2	22.5	29.0	12.3	19.2	13.5	0.09***
RESIDENTE 3	22.0	17.0	13.3	20.0	13.3	
X± DE Residente	22±1	25±7	14±	17±4	15±2	
X± DE Experto	11±2	11±2	11±2	11±2	11±2	
Significancia de p	0.007*	0.03*	NS	0.06*+	NS	

A favor del experto* Tendencia a que usa menor tiempo el experto** NS = no diferencia entre grupos
Hay una tendencia a que uno de los residentes utiliza menor tiempo

Gráfico 23.

Promedio del tiempo total de fluoroscopia utilizado entre cada procedimiento en el caso 3, entre los grupos evaluados

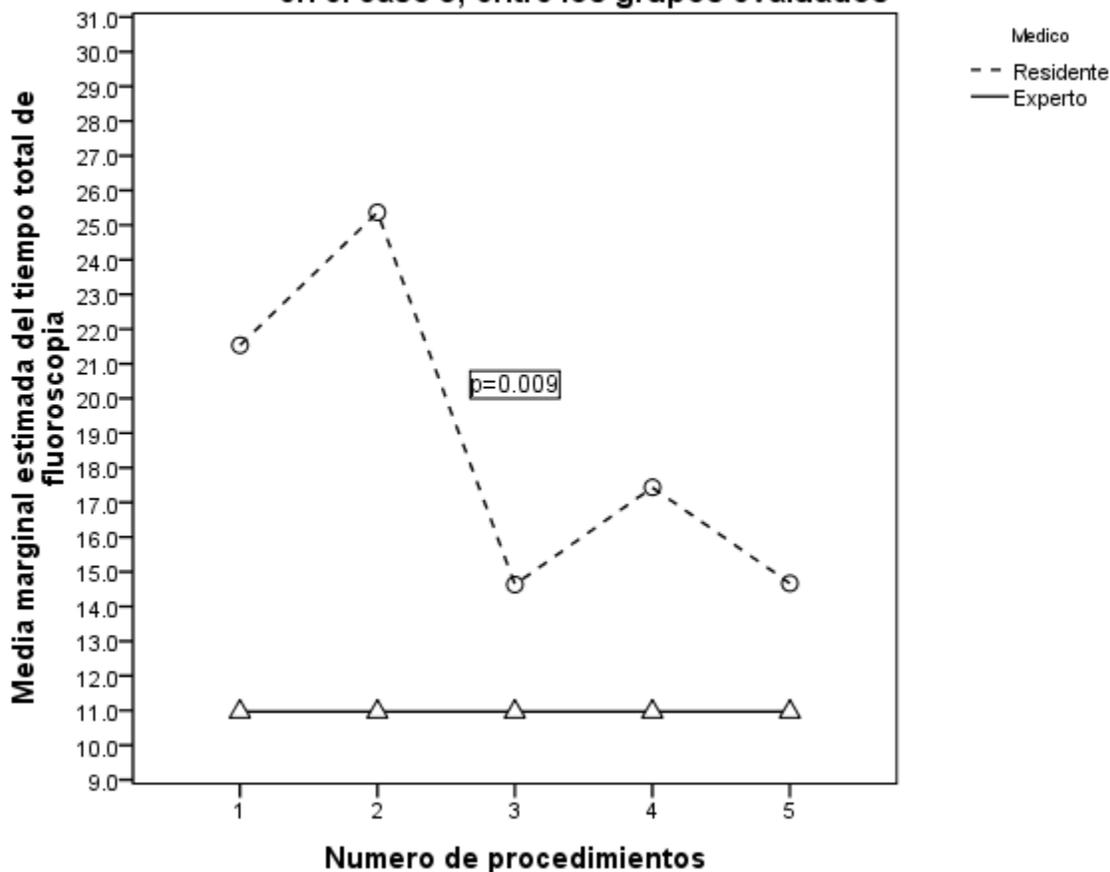
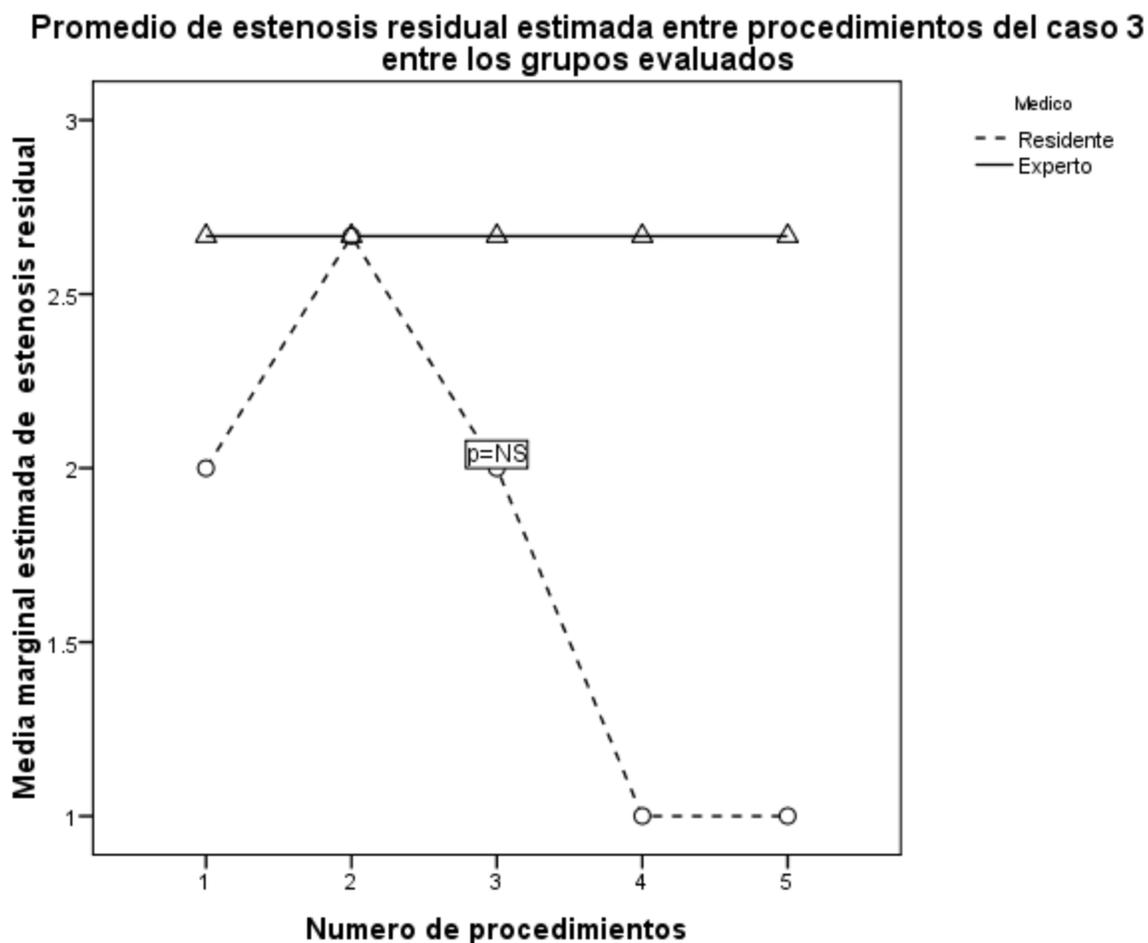


Tabla 19. Promedio de estenosis residual del caso 3 (Inter e intra grupo evaluado).

	PROC 1	PROC2	PROC3	PROC4	PROC5	DELTA
RESIDENTE 1	0.0	8.0	0.0	2.0	1.0	
RESIDENTE 2	0.0	0.0	3.0	1.0	1.0	
RESIDENTE 3	6.0	0.0	3.0	0.0	1.0	NS
X± DE Residente	3±2	3±3	3±2	3±1	3±1	
X± DE Experto	3±3	3±3	3±3	3±3	3±3	
Significancia de p	NS	NS	NS	0.08**	0.007*	

A favor del residente* Tendencia a que tiene menos promedio de estenosis residual el experto** NS = no diferencia entre grupos.

Gráfico 24.



En el caso 3 el tiempo total del procedimiento a favor del experto con diferencia significativa $p=0.08$, sin embargo, todos los residentes mejoraron este parámetro con delta 0.08 inclusive hubo una tendencia a tener menor tiempo en total de procedimientos entre uno de los residentes. El uso total de contraste sin diferencia significativa, pero con tendencia a favor de los residentes en el último procedimiento, tiempo de fluoroscopia con delta 0.09 y diferencia significativa $p=0.009$ a favor del experto con menor tiempo, estenosis residual a favor del residente con tendencia a que tiene menor promedio de estenosis residual comparado con el experto. Hubo dos complicaciones de perforación coronaria entre los residentes sin embargo se resolvieron de inmediato, no tuvieron estenosis residual y fueron considerados todos con éxito. Entre los expertos todos fueron de éxito.

DISCUSIÓN

La simulación en cardiología se está expandiendo rápidamente debido a los avances en tecnología y la implementación de programas de entrenamiento con simulación virtual en un entorno sin riesgo para el paciente. Uno de los desafíos de la simulación ha sido la falta de evidencia sobre el beneficio para el paciente en mundo real y la calidad de la atención. Los estudios que evalúan la simulación con otras técnicas educativas en cardiología intervencionista son generalmente de pequeña escala, sin embargo, en los últimos años existe avance en esta área.

Según el Comité de Simulación de la Sociedad para la Angiografía e Intervención Cardiovascular (SCAI), declara que, en el futuro, la simulación asumirá un papel más importante en el entrenamiento cardiovascular y en el mantenimiento de la certificación. Sin embargo, los autores también concluyen que, en el presente, no existe gran cantidad de evidencia para su uso ni los impactos clínicos en pacientes reales.[22]

Las características de este estudio cumplen con los principales objetivos de investigación: es factible, interesante, innovador, relevante, ético y puede ser reproducible. [23]. Una vez que se buscaron antecedentes previos en el contexto

de evaluación por simulador en la angiografía coronaria pudimos constatar que hay poca información en la literatura mundial en la evaluación del progreso de adquisición de habilidades técnicas en relación a intervencionismo coronario en residentes de primer año con casos de angiografía coronaria diagnóstica y terapéutica comparados con grupo control formado por el experto en intervención coronaria (Gold Estándar).

En este estudio observamos que la tendencia inicial de todos los parámetros objetivos (son a favor del experto, sin embargo, con el paso del tiempo y la realización de los casos, los residentes presentaron mejoría siendo significativa inclusive superior que el grupo control en ciertos parámetros. Esto es similar a lo encontrado con el uso de simulador en otras áreas [11] [14] [18]

El tiempo de fluoroscopia se redujo desde los primeros procedimientos, sin embargo fue mayor en los residentes en los casos más complejos como el caso 2 y 3. Este hallazgo pudiera estar directamente relacionado a la mayor complejidad de las lesiones comparados con el caso 1 o con la experiencia que respecto a esto tienen los expertos con la exposición de radiación en la vida real por lo que en ese contexto tienen más experiencia en minimizar el riesgo a la exposición de radiación, lo cual se traduce en un mejor resultado aun siendo un experimento en simulador. [19] [20]

Los residentes no solo mejoran habilidades técnicas y de procedimiento, sino que también aumenta su nivel de confianza, su aprendizaje general y la mejor toma de decisiones en complicaciones graves en un ambiente seguro para el paciente.

Los resultados de nuestra encuesta de satisfacción realizada a los residentes de primer año demostraron que el 100% de los participantes mencionaron que el uso del Simulador de intervención cardiovascular Angiomentor™ les ayudó a comprender mejor la anatomía coronaria y las proyecciones angiográficas, que fue de utilidad para la toma de decisiones y el desarrollo de autoconfianza en casos

de angiografía coronaria diagnóstica y terapéutica y recomendaron el uso del simulador para los compañeros residentes de primer año el próximo año.

Estos datos de la mejoría del aprendizaje general y la satisfacción del método de enseñanza con simulador virtual correlaciona con un estudio de Fischer Q et al [24] los cuales realizaron un ensayo clínico controlado aleatorizado acerca del uso de la enseñanza basada en simuladores para mejorar el conocimiento y las competencias de estudiantes de medicina, el objetivo del estudio fue comparar la enseñanza tradicional con una enseñanza basada en simuladores para la adquisición de conocimientos de anatomía coronaria y la interpretación de coronariografías. Un total de 118 estudiantes de medicina en la Universidad Descartes en Francia en su cuarto, quinto o sexto año sin experiencia en cardiología intervencionista fueron aleatorizados prospectivamente en 2 grupos: (1) un grupo de enseñanza de control (n = 59, grupo CONTROL) y (2) un grupo de simuladores (utilizando el Mentice VIST-Lab CA™ simulador; n = 59, grupo SIMULADOR). El grupo CONTROL recibió un curso basado en PowerPoint, mientras que el grupo SIMULADOR recibió un curso basado en simulador que incluía la misma información. Después del curso, todos los estudiantes fueron evaluados mediante 40 preguntas de opción múltiple (máximo de 100 puntos), incluidas preguntas sobre anatomía coronaria (parte 1), proyecciones angiográficas (parte 2) e interpretación de coronariografías reales (parte 3). La satisfacción de los estudiantes también fue evaluada por un simple cuestionario. Las características de los estudiantes fueron idénticas en ambos grupos: 62/118 (52.5%) eran mujeres y la edad era de 22.6 (SD 1.4) años. Además 35.6% (42/118) estaban en su cuarto año, 35.6% (42/118) estaban en el quinto año y 28.8% (34/118) en el sexto año. Los resultados del estudio fueron que, durante la evaluación, los estudiantes de SIMULADOR obtuvieron puntajes globales más altos en comparación con los estudiantes de CONTROL, independientemente de su grado en la escuela de medicina (59.5 [SD 10.8] puntos frente a 43.7 [SD 11.3] puntos, $p < .001$). Se observó una mejoría significativa en las demás partes de las pruebas de anatomía coronaria, proyecciones de angiografía e interpretación de casos clínicos reales (36.9 [SD 6.6] puntos vs 29.6 [SD 6.9] puntos, $P < .001$; 5.9

[SD 3.0] puntos vs 3.1 [SD 2.8] puntos, $P < .001$; y 16.8 puntos [SD 6.9] frente a 10.9 puntos [SD 6.5], $p < .001$; respectivamente). La satisfacción de los estudiantes fue mayor en el grupo SIMULADOR en comparación con el grupo CONTROL (98% frente a 75%, $p < .001$). La conclusión del estudio fue que la enseñanza basada en simuladores de alta fidelidad en angiografía coronaria mejora significativamente el conocimiento de los estudiantes sobre la anatomía de las arterias coronarias, la representación espacial y la interpretación de casos clínicos reales en comparación con la enseñanza tradicional. A pesar del alto costo del simulador, la enseñanza de simulación en el programa de estudiantes de cardiología podría mejorar sus conocimientos médicos y, posiblemente, sus habilidades médicas.

La diferencia comparada con nuestro estudio es que no realizamos evaluación basada en un sistema de puntuación relacionado con conocimientos de angiografía coronaria diagnóstica y terapéutica; sin embargo, en la encuesta de satisfacción la metodología de enseñanza con simulador mejoró en los residentes su conocimiento de anatomía coronaria, proyecciones angiográficas y la interpretación de estudios de angiografía reales.

En nuestro trabajo, los residentes de cardiología de primer año del Centro Médico ABC mostraron mejoras técnicas y de procedimiento en los casos de angiografía coronaria diagnóstica y terapéutica en un periodo corto de tiempo sin diferencias estadísticamente significativas con los controles (expertos intervencionistas). Estos hallazgos son compatibles con estudios previos donde se presentan la mejoría de los parámetros objetivos técnicos.

Bagai A et al. [18] evaluaron el desempeño del cateterismo cardíaco simulado a 27 residentes en cardiología asignados al azar al entrenamiento con simulador de realidad virtual ($n = 12$) contra el grupo control ($n = 15$) sin entrenamiento con simulador. Se realizó un modelo de regresión lineal para evaluar el efecto del entrenamiento con simulador en función del rendimiento de referencia. El

desempeño técnico mejoró después de la intervención en el grupo de simulador de realidad virtual (24 versus 18; $P = 0.008$), el tiempo total de fluoroscopia, tiempo de procedimiento total y uso de contraste con $p = <0.001$ fueron estadísticamente significativos a favor del grupo de simulador de realidad virtual.

Estos resultados correlacionan con los datos de nuestro estudio de la mejoría de los parámetros objetivos con el uso del simulador siendo estadísticamente significativos, una diferencia significativa fue en el tiempo total de fluoroscopia con una tendencia de menor tiempo de radiación a favor de los expertos, sin embargo, la diferencia principal es que el grupo control con los cuales hicieron la comparación no eran expertos en intervencionismo cardiovascular.

Casey et al. [21] investigaron la utilidad de un programa de entrenamiento basado en simuladores para residentes de cardiología sin experiencia previa en diagnóstico de angiografía coronaria. Se completaron casos simulados de coronariografía diagnóstica en el simulador AngioMentor™ que sirvieron de base, posteriormente, los casos de referencia se realizaron un día después y a los 9 meses después de recibir 3 meses de entrenamiento en el laboratorio de cardiología intervencionista. Además, se hizo la comparación con residentes de cardiología de tercer año. Las medidas objetivas evaluadas a partir de casos de referencia fueron el tiempo total del procedimiento, el contraste total utilizado y el tiempo total de fluoroscopia. Los resultados fueron que todos los residentes de primer año mejoraron su tiempo total de procedimiento desde el primer intento al segundo intento un día después (14:56 minutos en el Día 1, 8:30 minutos en el Día 2, $P = 0.03$). Disminuyó el contraste total utilizado (60 mililitros en el día 1, 39 mililitros en el día 2, $P = 0,11$) y el tiempo total de fluoroscopia (6:30 minutos en el día 1 y 4:26 minutos en el día 2, $P = 0,16$). El tiempo total del procedimiento y el uso de contraste fueron similares entre los residentes de primer y tercer año sin diferencia significativa después del entrenamiento de simulación, la reducción de tiempo total de procedimiento y el tiempo de fluoroscopia se mantuvo en los residentes de primer año después de 3 meses de entrenamiento en el laboratorio

de hemodinamia. Las conclusiones del estudio fueron que los residentes de cardiología de primer año mostraron mejoras técnicas y del tiempo de procedimiento en la angiografía coronaria diagnóstica en un corto período de tiempo y en un entorno seguro para el paciente en un medio de simulación virtual.

La similitud fue la mejora de los parámetros de forma temprana. A diferencia con nuestro estudio además del diagnóstico nosotros evaluamos tratamiento y adecuada implantación del Stent, así como la capacidad de resolución de problemas y complicaciones, aunque una limitación fue que solo analizamos casos de simulación virtual y no con pacientes reales.

En estos últimos estudios podemos observar que el uso de la simulación virtual en procedimientos de cardiología intervencionista denota una mejoría técnica y progresiva desde etapas tempranas en comparación con los controles en un ambiente sin riesgos para los pacientes.

Una limitación de nuestro estudio es que los intervencionistas solo hicieron 1 procedimiento por cada caso, desconociendo si con la repetición pueden mejorar todos los parámetros estudiados, aunque se toma como premisa que ellos cuentan con experiencia y un entrenamiento especializado de 6 años, por lo que, analizando esos argumentos, podríamos decir que el experto es el Gold estándar y es posible que no se requiera el mismo rigor de evaluación del no experto.

La prueba de validación más importante de un simulador es determinar si el entrenamiento de habilidades en el simulador se transfiere al entorno operativo in vivo. Popovic et al. [20] en su estudio evaluaron la efectividad del entrenamiento de simulación en la angiografía coronaria, así como la reproducibilidad y transferencia de las habilidades adquiridas de la realidad virtual en el mundo real. 20 residentes de cardiología fueron asignados al azar al entrenamiento con simulación virtual antes de realizar casos de la vida real en el laboratorio de hemodinamia, se comparó con grupo control los cuales recibieron entrenamiento

con simulación virtual secundariamente Los parámetros de habilidades se compararon entre el grupo de simulación y el grupo de control, y dentro del grupo de control antes y después del entrenamiento con simulación. En los casos de la vida real, el tiempo del procedimiento fue más corto ($p = 0,002$), la dosis de radiación más baja ($p = 0,001$) y la puntuación global de habilidad del procedimiento fue mayor ($p = 0,0001$) en el grupo de simulación en comparación con el control (antes de la simulación). Otras variables disminuyeron significativamente como el tiempo de procedimiento de simulación virtual ($p < 0,001$), el tiempo de fluoroscopia ($p < 0,001$), la cantidad de contraste de entrenamiento ($p < 0,001$) y la puntuación de entrenamiento global ($p < 0,001$). En el grupo control, todos los parámetros del procedimiento de monitoreo mejoraron significativamente después de la simulación, así como la puntuación global del procedimiento ($p < 0,0001$). En conclusión, el principal hallazgo clave del estudio es que se documentó una mejora significativa de las habilidades en el mundo real después de un entrenamiento basado en simulador, por lo tanto, se debe incorporar el entrenamiento con simulación virtual en el plan de estudios del cardiólogo intervencionista para mejorar el aprendizaje en la angiografía coronaria diagnóstica y terapéutica. Sin embargo, se necesitan más estudios sobre la transferencia de habilidades al desempeño en el mundo real después del entrenamiento de simulación basado en la competencia en el cateterismo cardíaco.

El entrenamiento con simuladores debería ser realizado por los operadores antes de efectuar procedimientos con pacientes en la vida real. es por ello que se necesita un cambio radical en los programas de residencia en cardiología para adoptar la simulación virtual como parte del entrenamiento curricular de cardiología intervencionista y cardiología clínica.

La tecnología de simulación continúa avanzando, ofreciendo dispositivos capaces de mejorar la fidelidad en la simulación de realidad virtual, prácticas de procesamiento más sofisticadas y realistas de pacientes.

En nuestra investigación establecimos puntuaciones de referencia estándar para la angiografía coronaria diagnóstica y terapéutica con un simulador basado en computadora, por lo tanto, nuestra recomendación es incorporar la capacitación basada en la competencia en un plan de estudios de residentes de cardiología de primer año para mejorar el aprendizaje seguro de las habilidades diagnósticas y terapéuticas de angiografía coronaria.

Estableciendo un plan de entrenamiento formal con simulación con medidas estándar de referencia en angiografía coronaria diagnóstica y terapéutica el Centro Médico ABC se convertirá en el único centro en México en ser pionero de la simulación en cardiología con proyección a nivel nacional e internacional.

Conflicto de intereses: ninguno declarado.

CONCLUSIÓN

El uso de la simulación virtual en cateterismo cardíaco mejora las habilidades técnicas y de procedimiento. Promueve una mejor experiencia de aprendizaje, al aumentar la confianza y conocimiento del médico en formación dentro de un entorno sin riesgo para el paciente. La reproducibilidad inter-observador de que el uso del simulador mejora el tiempo total de procedimiento y de exposición a fluoroscopia son evidentes y se confirma además que se disminuye la cantidad del contraste total utilizado.

También la practica virtual permite obtener éxito en la adecuada implantación del Stent, disminuye el porcentaje de estenosis residual post-colocación y reduce el porcentaje de complicaciones.

Se requiere investigación adicional para evaluar el efecto de la simulación de cateterismo cardíaco a la par de la realización de procedimientos en tiempo real y confirmar mejores desenlaces en resultados clínicos

REFERENCIAS:

- [1] Kristin LF, Paul A, John S. Cognitive Load Theory for the Design of Medical Simulations. 2015;10:295-307.
- [2] Barbash IM, Minha S, Gallino R, et al. Operator learning curve for transradial percutaneous coronary interventions: implications for the initiation of a transradial access program in contemporary US practice. *Cardiovasc Revasc Med* 2014;15:195–9.
- [3] Cooper JB, Taqueti VR. A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Qual Saf Health Care* 2004;13 Suppl 1:i11–8.PubMed.
- [4] Perkins GD. Simulation in resuscitation training. *Resuscitation* 2007;73:202–11 PubMed.
- [5] Mundell WC, Kennedy CC, Szostek JH, Cook DA. Simulation technology for resuscitation training: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 2013;84:1174–83.
- [6] Perkins GD, Kimani PK, Bullock I, et al. Improving the efficiency of advanced life support training: a randomized, controlled trial. *Ann Intern Med* 2012;157:19–28.
- [7] Gaba DM, DeAnda A. The response of anesthesia trainees to simulated critical incidents. *Anesth Analg*. 1989;68(4):444–51.
- [8] Meller G. A typology of simulators for medical education. *J Digit Imaging Off J Soc Comput Appl Radiol*. 1997;10(3 Suppl 1):194–6.
- [9].Rosen KR. The history of medical simulation. *J Crit Care*. 2008;23(2):157–66.
- [10].Cooper JB, Taqueti VR. A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Postgrad Med J*.2008;84 563–70.
- [11]Langhan TS, Rigby IJ, Walker IW et al. Simulation-based training in critical resuscitation procedures improves residents' competence. *CJEM*. 2009; 11:535-9
- [12] Steadman RH, Coates WC, Huang YM et al. Simulation-based training is superior to problem-based learning for the acquisition of critical assessment and management skills. *Crit Care Med*. 2006; 34:151-7.

- [13] Pros and cons of simulation in medical education: A review Dr. Shaikh Ubedulla Divya, Anukesh & Shaikh, (2017).
- [14] William C, et al. Does Simulation-Based Medical Education With Deliberate Practice Yield Better Results an Traditional Clinical Education? A Meta-Analytic Comparative Review of the Evidence. *Academic Medicine*. 2011; 86(6):706-711.
- [15] Fox K, Bradbury K, Curran I, et al. Working Group Report on Simulation Based Learning August 2011. 2011;(August).
- [16]William C, et al. Evaluating the impact of Simulation on Translational Patient Outcomes. *Society for Simulation in Healthcare*. 2011;6:42-47.
- [17] Schimmel DR, Sweis R, et al. Targeting clinical outcomes: Endovascular simulation improves diagnostic coronary angiography skills. *Catheter Cardiovasc Interv* 2015 Jul 21.
- [18]Bagai A, O'Brien S, Al Lawati H, et al. Mentored simulation training improves procedural skills in cardiac catheterization: a randomized, controlled pilot study. *Circ Cardiovasc Interv*.
- [19] Gurm et al. *Cardiovasc Interv*. 2016 Feb 15;87(3):376-80. Using simulation for teaching femoral arterial access: A multicentric collaboration.
- [20] Popovic et al. *Am J Cardiol*. 2019 Apr 15;123(8):1208-1213.The Simulation Training in Coronary Angiography and Its Impact on Real Life Conduct in the Catheterization Laboratory.
- [21] Casey DB¹, Stewart D¹, Vidovich MI². Diagnostic coronary angiography: initial results of a simulation program. *Cardiovasc Revasc Med*. 2016 Mar;17(2):102-5.
- [22] Green SM, Klein AJ, Pancholy The current state of medical simulation in interventional cardiology: a clinical document from the Society for Cardiovascular Angiography and Intervention's (SCAI) Simulation Committee. *Catheter Cardiovasc Interv* 2014;83:37–46.
- [23] Fischer Q, Sbissa Y, Nhan P, Adjedj J, Picard F, Mignon A, Varenne O Use of Simulator-Based Teaching to Improve Medical Students' Knowledge and Competencies: Randomized Controlled Trial *J Med Internet Res* 2018;20(9):e26
- [24] S.B. Hulley, S.R. Cummings, W.S. Browner, D.G. Grady, T.B. Newman. *Designing clinical research*. Lippincott Williams & Wilkins, (2011).

Anexo 1

PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN PARA SIMULADORES DE ANGIOGRAFÍA CORONARIA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA

Carta de Invitación

Ciudad de México a mayo de 2019

Estimado DR.

Por medio de esta carta me permito invitarlo a participar como sujeto de estudio en mi protocolo de investigación para mi tesis de posgrado para obtener el título de especialista en Cardiología Clínica. En este estudio se recabará información sobre su desempeño en ejercicios seleccionados en el simulador de angiografía coronaria diagnóstica y terapéutica ANGIO mentor™ del Centro Médico ABC Campus Observatorio.

El objetivo de este protocolo es establecer la utilidad de AngioMentor™ como una herramienta inicial para residentes de cardiología de primer año del Centro Médico ABC como introducción a la cardiología intervencionista en un ambiente seguro para el paciente, buscando la mejoría de parámetros objetivos de angiografía diagnóstica y terapéutica así como la obtención de valores medios de desempeño de residentes y adscritos a través de sesiones de simulación en un periodo de tiempo de 3 meses los cuales se podrán utilizar como metas académicas en el programa de residencia.

Toda la Información será reportada de forma anónima y utilizada únicamente con fines académicos (en tesis y en artículos publicables).

Le pediré la realización de 3 ejercicios de simulación en diferentes sesiones, los días de la simulación estaré presente en el centro de simuladores para realizar el registro de los resultados.

Me pondré en contacto con usted para confirmar su participación si es el caso. Esperando contar con su apoyo le extiendo mi agradecimiento

Nombre y Firma

Anexo 2

Algoritmo de eventos para protocolo Angiografía coronaria diagnóstica y terapéutica

Centro de Simulación Centro Médico ABC Campus Observatorio, instrumento ANGIO
Mentor™

Participantes

- Residente de Primer Año de Cardiología
- Cardiólogo Intervencionista Observador
- Investigador

Eventos

1. Firma de consentimiento
2. Inicio de Caso
3. Acceso femoral simulado
4. Análisis de Caso Clínico
5. Tratamiento médico y preparación del caso
6. Angiografía con catéteres diagnósticos judkins (4) izquierdo y judkins (4) derecho
7. Proyecciones por fluoroscopia simulada, de forma parecida a las imágenes obtenidas con arco en C
8. Fin del diagnóstico
9. Angiografía Terapéutica con colocación de Stent dependiendo del caso
10. Fin del tratamiento
11. Validación por Cardiólogo Intervencionista

Obtención de variables

- Tiempo para el diagnóstico
- Contraste utilizado en el diagnóstico
- Tiempo de Fluoroscopia para el diagnóstico
- Tiempo total del procedimiento
- Contraste total utilizado
- Tiempo total de fluoroscopia
- Adecuada colocación stent
- Porcentaje de estenosis residual
- Complicaciones

**PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN PARA SIMULADORES DE ANGIOGRAFÍA
CORONARIA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA
CONSENTIMIENTO INFORMADO
Mayo 2019 - Julio 2019 Estimado Dr.**

Usted ha sido invitado a participar como sujeto de estudio en un protocolo de investigación que servirá como tesis de posgrado para obtener el título de especialista en Cardiología Clínica. En este estudio se recabará información sobre su desempeño en ejercicios seleccionados en el simulador de angiografía coronaria diagnóstica y terapéutica ANGIO mentor™ del Centro Médico ABC Campus Observatorio.

El objetivo de este protocolo es establecer la utilidad de AngioMentor™ como una herramienta inicial para residentes de cardiología de primer año del Centro Médico ABC como introducción a la cardiología intervencionista en un ambiente seguro para el paciente, buscando la mejoría de parámetros objetivos de angiografía diagnóstica y terapéutica así como la obtención de valores medios de desempeño de residentes y adscritos los cuales se podrán utilizar como metas académicas en el programa de residencia a través de sesiones de simulación en un periodo de tiempo de 3 meses.

El simulador de angiografía coronaria diagnóstica y terapéutica ANGIO mentor™ mediante ejercicios de simulación muestra al término de cada actividad una calificación final conformada por parámetros objetivos y criterios de éxito, estos incluyen el tiempo total de procedimiento, tiempo de exposición de fluoroscopia, contraste utilizado, adecuado inflado y posición del balón y stent, porcentaje de lesión cubierta por el stent, estenosis residual, complicaciones y resolución de complicaciones.

La excelencia clínica no se alcanza únicamente con el uso de conocimiento teórico médico, la educación médica basada en la simulación proporciona un entorno seguro y controlado donde se desarrolla aprendizaje basado en problemas y las competencias se practican con altos estándares de calidad.

Los beneficios que podrá obtener si participa en el estudio son aprendizaje inmersivo y experimental con escenarios realistas lo que brinda una experiencia de aprendizaje única, adquisición y mantenimiento de habilidades, satisfacción y confianza, entrenamiento de escenarios complejos y riesgosos en un ambiente seguro para el paciente y para el residente, siempre con el apoyo de un especialista en cardiología intervencionista. Toda la información será reportada de manera anónima, confidencial y utilizada únicamente con fines académicos (en tesis y artículos publicables), el resultado de las evaluaciones con simulador no tendrá relación ni repercusión de ningún tipo en sus calificaciones del curso como residentes.

Cualquier duda, pregunta o comentario del presente estudio favor de comunicarse con:

Dr. Jesús Antonio Gómez Barrios. Médico residente de tercer año de subespecialidad de Cardiología clínica del Centro Médico ABC Investigador Principal Teléfono 5550670512 Correo electrónico: drgomezbarrios@gmail.com. y/o a la oficina de comité de ética en investigación con el Dr. José Eduardo San Esteban Sosa presidente del Comité de Ética en Investigación Tel: 52308000 ext. 8497 Correo electrónico: esanesteban@hotmail.com

Nombre y Firma

Anexo 5 Encuesta de satisfacción realizada a los residentes

**ENCUESTA PROGRAMA DE SIMULACIÓN DE ANGIOGRAFÍA CORONARIA
DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA**

¿Crees que el uso del Simulador de intervención cardiovascular Angiomentor™ te ayuda a comprender mejor la anatomía coronaria?

SI NO

¿Piensas que este programa te ha ayudado en la toma de decisiones y la autoconfianza en casos de angiografía coronaria diagnóstica y terapéutica?

SI NO

¿El uso del Simulador de intervención cardiovascular Angiomentor™ ha mejorado tu conocimiento de proyecciones angiográficas?

SI NO

¿Piensas que el uso del Simulador de intervención cardiovascular Angiomentor™ se debería implementar como complemento del programa de cardiología clínica del Centro Médico ABC?

SI NO

¿Recomendarías el uso de simulación de intervención cardiovascular Angiomentor™ para tus próximos compañeros R1 el próximo año?

SI NO