

Valores de referencia en artroscopia diagnóstica de rodilla en simulador de realidad virtual

Claudia Arroyo Berezowsky,* Armando Torres Gómez,** Ranulfo Romo Rodríguez,***
José Octavio Ruiz Speare****

RESUMEN

Antecedentes: Las restricciones actuales en los programas de residencia han impulsado la investigación en simulación quirúrgica con el objetivo de suplir las deficiencias prácticas de los residentes. En Estados Unidos y el Reino Unido se incorporó la simulación como parte obligatoria de los programas de residencia en ortopedia desde 2013. El Centro Médico ABC adquirió un simulador de artroscopia de realidad virtual con retroalimentación háptica a principios de 2015 para desarrollar las habilidades motoras de los residentes. Hasta el día de hoy no existe ningún programa de residencia que incluya un programa de simulación en artroscopia estandarizado y validado. **Objetivo:** El objetivo de este estudio fue establecer valores estándar para artroscopia diagnóstica de rodilla con y sin gancho palpador en el simulador de realidad virtual ARTHRO Mentor™ en residentes y médicos tratantes. **Material y métodos:** Participaron 18 médicos residentes y 20 médicos tratantes del Servicio de Ortopedia. Todos realizaron una serie de ejercicios en el simulador de artroscopia de rodilla ARTHRO Mentor™. Se analizaron las siguientes variables registradas por el simulador: tiempo de compleción del ejercicio, distancia recorrida por los instrumentos, rudeza de los instrumentos y calificación global en el ejercicio. **Resultados:** Se establecieron los valores de referencia de las variables descritas previamente de artroscopia diagnóstica de rodilla para médicos residentes y médicos tratantes. **Conclusión:** Los valores establecidos servirán como referencia para evaluar la mejoría de las habilidades motoras de los residentes con un programa de entrenamiento formal en el simulador de realidad virtual.

Palabras clave: Simulador, enseñanza, realidad virtual, residentes.

Nivel de evidencia: III

*Reference values for diagnostic knee arthroscopy
in a virtual reality simulator*

ABSTRACT

Background: Current changes and restrictions in residency programs have driven investigation in surgical simulators in an attempt to make up for the practical deficiencies encountered by orthopedic residents all over the world. In the United States and the United Kingdom, simulation has been incorporated to residency programs as a mandatory part of motor surgical training since 2013. The ABC Medical Center acquired a virtual reality arthroscopic simulator with haptic feedback in 2015 for the development of motor skills. There is no standardized training program with arthroscopic simulators that has been validated for the moment. **Objective:** The objective of this study was to establish standard reference values for diagnostic arthroscopy with and without a probe in the virtual reality simulator ARTHRO Mentor™ for residents and treating physicians at our hospital. **Material and methods:** Eighteen residents and twenty staff members participated in this study. All participants completed three a set of exercises diagnostic knee arthroscopy on a set path with and without a probe in the ARTHRO Mentor™ virtual reality arthroscopy simulator. The variables analyzed in this study were all measured and reported by the simulator. These were: time to complete the task, distance traveled by the arthroscope and the probe, roughness while using the arthroscope and the probe, and overall task score. **Results:** Reference values were established for residents and treating physicians for diagnostic knee arthroscopy with and without a probe in the virtual reality simulator. **Conclusion:** The established values will be considered a basal reference to evaluate improvement of motor skills of residents with a formal training program using the virtual reality arthroscopy simulator.

Key words: Simulator, teaching, virtual reality, residents.

Level of evidence: III

Correspondencia: Dra. Claudia Arroyo Berezowsky

San Pedro Núm. 44, Club de Golf México,
Del. Tlalpan, 14620, Ciudad de México.

Tel: 55731967
E-mail: carroyo@me.com

Abreviatura:

AANA = Asociación de Artroscopia de Norteamérica.

* Residente de Traumatología y Ortopedia.

** Profesor adjunto al Curso de Traumatología y Ortopedia. Cirujano Ortopedista, Maestro en Ciencias.

*** Profesor de Curso de Traumatología y Ortopedia. Cirujano Ortopedista.

**** Jefe de Centro de Entrenamiento por Simuladores.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza médica está experimentando cambios en los paradigmas, especialmente en el desarrollo y mejoría de las habilidades quirúrgicas. Con los cambios en los programas de residencia médica como las restricciones en los horarios de trabajo, mayor riesgo de demandas médico-legales y mayor dificultad técnica de ciertos procedimientos quirúrgicos se han reducido las oportunidades de los residentes de aprender y practicar sus habilidades quirúrgicas en la sala de operaciones.¹⁻⁶ Asimismo, cada vez se reconoce más la necesidad de documentar la adquisición de destrezas quirúrgicas de los residentes de manera objetiva.⁷ Estos cambios están impulsando el desarrollo y la adaptación de la tecnología en la enseñanza de habilidades psicomotoras en las especialidades quirúrgicas.⁸ Se está buscando de manera global implementar nuevos programas de enseñanza que incorporen la simulación como herramienta pedagógica y de evaluación en la adquisición de estas habilidades como se ha hecho en Estados Unidos y en el Reino Unido.⁵⁻⁹⁻¹¹

La artroscopia es uno de los procedimientos quirúrgicos ortopédicos más comunes en la actualidad. Se considera un procedimiento quirúrgico complejo por el conjunto de habilidades motoras tan particular que requiere y por ello se presta a la simulación.³ La simulación artroscópica se ha llevado a cabo de manera tradicional en modelos cadávericos. Recientemente se han utilizado modelos plásticos y sistemas de realidad virtual que permiten repetir el procedimiento en un ambiente en tercera dimensión. Ha habido grandes avances en la simulación de realidad virtual con la introducción de la simulación háptica. En ésta el simulador cuenta con una resistencia mecánica artificial intermitente generada por el simulador y el usuario recibe una respuesta táctil mientras trabaja, lo que mejora el realismo de los ejercicios. Aún no se ha demostrado que esta tecnología sea superior a otros tipos de simuladores.^{3,8}

Se ha estudiado y demostrado que existe mejoría en las habilidades quirúrgicas de residentes y médicos de base que se someten a programas de entrenamiento con simuladores. Los esfuerzos internacionales de investigación se han concentrado en validar los diferentes tipos de simuladores artroscópicos, diseñar herramientas de evaluación y establecer con ellos programas estructurados de enseñanza.¹⁰⁻¹⁴ Actualmente no existe consenso sobre la mejor manera de evaluar las habilidades quirúrgicas en el simulador ni sobre la manera de evaluar

la transferencia de las habilidades adquiridas del simulador al quirófano.¹⁵⁻²¹

Hasta donde tenemos conocimiento no existe en México otro centro con un simulador de realidad virtual de artroscopia con retroalimentación háptica, ni un programa de residencia de ortopedia que incorpore formalmente la simulación en su plan de enseñanza.

El objetivo de este estudio fue establecer los valores estándar de referencia para la artroscopia de rodilla diagnóstica con y sin gancho palpador en el simulador de realidad virtual ARTHRO Mentor™ para residentes y médicos tratantes de ortopedia en el Centro Médico ABC.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente es un estudio transversal y observacional. Toda la información se recolectó de enero a abril de 2016 en el Centro de Educación por Simuladores del Centro Médico ABC.

Criterios de inclusión: se incluyeron todos los médicos residentes y médicos tratantes de ortopedia del Centro Médico ABC que aceptaran participar en el protocolo.

El simulador de realidad virtual para artroscopia utilizado en este protocolo fue el ARTHRO Mentor™ (Simbionix, Airport, Israel) de Simbionix 3D Systems (Cleveland, Ohio) que se encuentra en el Centro de Educación Médica para Simuladores en el campus Observatorio. La plataforma de simulación consiste en un monitor y modelos físicos intercambiables que pueden ser de rodilla, hombro o cadera. Cuenta con dos brazos robóticos que proveen retroalimentación háptica al usuario a los que se les puede colocar indistintamente un artroscopio, un mango de gancho palpador y un mango para pinzas artroscópicas.

En este protocolo se utilizó el modelo físico de rodilla derecha que permite movimientos de flexión a 90°, hiperextensión de 10°, varo y valgo de aproximadamente 10° cada uno. Es posible modificar la altura de la plataforma para obtener una posición de trabajo cómoda para el usuario. El artroscopio siempre se colocó en el brazo robótico izquierdo y el gancho palpador en el derecho.

El currículo virtual preinstalado en el simulador para la rodilla incluye cuatro etapas. La primera es una etapa básica de fundamentos en entrenamiento para cirugía artroscópica que consta de once ejercicios. La segunda etapa consiste en ejercicios básicos de rodilla, la tercera etapa en ejercicios diagnósticos

de rodilla y la cuarta en ejercicios con procedimientos terapéuticos en rodilla.

De los ejercicios básicos se eligieron cuatro: orientación, periscopaje, telescopaje y triangulación. De los ejercicios básicos de rodilla se eligieron la artroscopia diagnóstica con recorrido aleatorio y la artroscopia diagnóstica con gancho palpador con recorrido aleatorio. Finalmente, de los ejercicios diagnósticos de rodilla se eligieron la artroscopia diagnóstica con recorrido fijo y la artroscopia diagnóstica con gancho palpador con recorrido fijo. No se realizaron ejercicios de la cuarta etapa del currículo virtual.

En la artroscopia diagnóstica sin gancho palpador hay que encontrar 10 esferas que se localizan dentro de la articulación. Al enfocar cada esfera, éstas cambian de color azul a verde y después de dos segundos aparece en una posición diferente. Las esferas se encuentran en: la escotadura patelofemoral, el espacio parapatelar medial, el espacio pericondileo distal medial, la meseta tibial medial, la escotadura intercondilea, la meseta tibial lateral, el espacio pericondileo distal lateral, el espacio parapatelar lateral, la base de ligamento cruzado anterior y la inserción femoral de ligamento cruzado posterior.

En la artroscopia diagnóstica con gancho palpador deben encontrarse y palparse seis esferas. En la segunda etapa deben enfocarse por dos segundos antes de palparlas por otros dos segundos y en la tercera etapa no es necesario enfocarlas con el artroscopio, sólo deben tocarse con el gancho palpador para que se vuelvan verdes y cambien de posición. Las esferas de este ejercicio se encuentran en el espacio patelofemoral, la meseta tibial medial, la escotadura intercondilea, la meseta tibial lateral, la base de ligamento cruzado anterior y en la inserción femoral de ligamento cruzado posterior.

La diferencia entre la artroscopia diagnóstica de la segunda y la tercera etapa es que en la segunda etapa las esferas aparecen ordenadas de manera aleatoria y en la tercera etapa aparecen siempre en el mismo orden.

Variables: en la artroscopia diagnóstica sin gancho palpador el simulador mide y reporta el tiempo para completar el ejercicio, la distancia recorrida por el artroscopio y la rudeza del artroscopio. En los ejercicios con gancho palpador se miden el tiempo para completar el ejercicio, la distancia recorrida por el artroscopio, la rudeza del artroscopio, la distancia recorrida por el gancho palpador y la rudeza del gancho palpador. Al final de todos los ejercicios el simulador muestra los resultados junto con una calificación global y una calificación para cada variable. Se do-

cumentaron los valores absolutos para cada variable y la calificación global de cada participante en cada ejercicio.

Metodología

Todos los participantes acudieron al Centro de Educación Médica por Simuladores. Antes de iniciar el protocolo se les entregó un consentimiento informado para la autorización de uso anónimo de la información. También realizaron encuestas en línea con preguntas demográficas, a los residentes y a los médicos tratantes se les entregó un cuestionario. Se interrogó edad, sexo, dominancia, experiencia previa con el simulador y uso de videojuegos.

Todos los participantes realizaron la secuencia completa de ejercicios en una sola sesión sin límite de tiempo. Contaron con apoyo verbal para todos los ejercicios y los residentes de nuevo ingreso contaron con ayuda fotográfica para localizar las esferas dentro de la rodilla.

Se permitió a los participantes ajustar el simulador a su altura. Se realizaron los cuatro ejercicios básicos una sola vez para que conocieran el simulador y se familiarizaran con los movimientos del artroscopio y del gancho palpador. Posteriormente realizaron la artroscopia diagnóstica con y sin gancho palpador con recorrido aleatorio tres veces cada una para conocer la posición de las esferas y cómo acceder a ellas. Finalmente completaron la artroscopia diagnóstica con y sin gancho palpador con recorrido fijo tres veces cada una.

Se recolectó la información de todas las variables descritas previamente para cada participante durante cada repetición de cada ejercicio. Sólo se establecieron puntajes para los ejercicios de la tercera etapa: la artroscopia diagnóstica sin gancho palpador y la artroscopia diagnóstica con gancho palpador con recorrido fijo.

Análisis estadístico

Las variables continuas fueron sometidas a pruebas de normalidad (Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk). Las variables paramétricas se describen como media (desviación estándar) y las no paramétricas como mediana (rango intercuartil-RIC, mínimo-máximo). Las variables categóricas (cualitativas) se describen como frecuencias absolutas y relativas (%). Se promediaron los resultados de todos los residentes con los de todos los médicos tratantes de los tres intentos para cada variable en cada ejerci-

Cuadro I. Resultados de «Ejercicio 1» artroscopia diagnóstica sin gancho.

Variable	Resultados
Tiempos (s)	
1	221 (113, 131-625)
2	166.50 (105, 97-377)
3	155.50 (84, 342-244)
Promedio (3 ejs.)	173.34 (122.25, 119-415.33)
Distancias cámara (mm)	
1	1,070.50 (913, 510-4,018)
2	717.50 (947, 468-2,550)
3	786 (386, 390-1,689)
Promedio (3 ejs.)	948.50 (559.66, 527.33-2,326.33)
Rudezas cámara (N)	
1	18 (20, 5-59)
2	20 (30, 1-103)
3	12 (9, 1-151)
Promedio (3 ejs.)	18.50 (17.08, 4.33-88.33)
Calificaciones	
1	6.68 (1.90)
2	7.01 (1.33)
3	7.62 (0.99)
Promedio (3 ejs.)	7.12 (1.07)

Se muestran los promedios agrupados de médicos residentes y médicos tratantes para cada variable en cada uno de los tres intentos.

Valores presentados como media (DE); mediana (RIC, mín.-máx.).

cio. También se promediaron los resultados de los residentes como un grupo y de los médicos tratantes como otro grupo. El análisis estadístico se realizó con el software SPSS 16.0.

RESULTADOS

Participaron 18 médicos residentes: cuatro residentes de nuevo ingreso (R0), cuatro de primer año (R1), cuatro de segundo año (R2), cuatro de tercer año (R3), dos de cuarto año (R4) y 10 médicos tratantes clasificados como no artroscopistas y 10 médicos tratantes clasificados como artroscopistas según los criterios vigentes de la Asociación de Artroscopia de Norteamérica (AANA por sus siglas en inglés).

El promedio de edad de todos los participantes fue de 31 años (25-70). Participaron 8 mujeres (21.1%) y 30 hombres (78.9%). Treinta y seis participantes presentaban dominancia derecha (94.7%) y dos dominancia izquierda (5.3%). Treinta y cuatro punto dos por ciento refirió experiencia previa con el simulador. Los R0 y los R1 no tuvieron contacto previo con el simulador y los R2, R3 y R4 tuvieron acceso al simulador durante el año académico 2015-2016 sin un programa formal de entrenamiento. Tres médicos tratantes habían utilizado alguna vez el simulador.

Cuadro II. Valores por grupos de médicos residentes y médicos tratantes. «Ejercicio 1» artroscopia diagnóstica sin gancho.

Variable	Médico residente	Médico tratante
Tiempos (s)		
1	221 (113, 131-625)	237 (174, 118-648)
2	166.50 (105, 97-377)	212 (129, 102-472)
3	155.50 (84, 342-244)	188.50 (158, 90-633)
Promedio (3 ejs.)	173.34 (122.25, 119-415.33)	219 (155.42, 103.67-198.33)
Distancias cámara (mm)		
1	1,070.50 (913, 510-4,018)	1,093.50 (1,210, 506-4,084)
2	717.50 (947, 468-2,550)	1,018 (1,175, 465-4,686)
3	786 (386, 390-1,689)	935 (692, 405-2,394)
Promedio (3 ejs.)	948.50 (559.66, 527.33-2,326.33)	1,234.34 (722.92, 458.67-3,474)
Rudezas cámara (N)		
1	18 (20, 5-59)	19.50 (49, 7-120)
2	20 (30, 1-103)	12.50 (17, 1-99)
3	12 (9, 1-151)	13.50 (20, 6-85)
Promedio (3 ejs.)	18.50 (17.08, 4.33-88.33)	17.34 (19.58, 8.33-76.67)
Calificaciones		
1	6.68 (1.90)	6.24 (1.72)
2	7.01 (1.33)	7.01 (1.71)
3	7.62 (0.99)	7.19 (1.23)
Promedio (3 ejs.)	7.12 (1.07)	6.82 (1.11)

Se muestran los promedios de cada intento por grupos separados de médicos residentes y de médicos tratantes en la artroscopia diagnóstica sin gancho.

Valores presentados como media (DE); mediana (RIC, mín.-máx.); diferencias en medianas o medias ($IC_{95\%}$) como valor absoluto. * U de Mann-Whitney, t de Student.

Ochenta y uno punto seis por ciento de los participantes refirió experiencia previa con videojuegos en algún momento de su vida.

En el *cuadro I* aparecen los resultados de la artroscopia diagnóstica sin gancho palpador. Se muestran los promedios agrupados de médicos residentes y médicos tratantes del tiempo de compleción, distancia recorrida por el artroscopio, rudeza del artroscopio y calificación global en cada uno de los tres intentos, así como el promedio de los tres intentos para cada variable. En el *cuadro II* se indican los promedios de cada intento y el promedio final por grupos separados de médicos residentes y de médicos tratantes en el mismo ejercicio. En el *cuadro III* figuran los promedios agrupados de médicos residentes y médicos tratantes de las mismas variables que en el ejercicio

Cuadro III. Valores del «Ejercicio 2» artroscopia diagnóstica con gancho.

Característica	Valor
Tiempos (s)	
1	160.50 (127, 86-624)
2	161.50 (117, 74-457)
3	157 (96, 68-546)
Promedio (3 ejs.)	155.67 (124.50, 78.33-424.67)
Distancias cámara (mm)	
1	602 (486, 247-2,174)
2	523 (264, 216-1,564)
3	479 (442, 59-2,029)
Promedio (3 ejs.)	553.17 (431.25, 217.33-1,374)
Rudezas cámara (N)	
1	7.00 (17, 0-98)
2	3.50 (9, 0-126)
3	3.50 (6, 0-89)
Promedio (3 ejs.)	17.83 (17.25, 4.33-88.33)
Distancias gancho (mm)	
1	1,248 (1,456, 576-5,561)
2	1,002.50 (1,013, 363-3,664)
3	916 (1,069, 275-4,273)
Promedio (3 ejs.)	1,364.50 (959, 450-3,496)
Rudezas gancho (N)	
1	14 (20, 3-92)
2	6 (9, 3-127)
3	7.50 (14, 3-91)
Promedio (3 ejs.)	11.84 (16.16, 3-60)
Calificaciones	
1	6.38 (1.90)
2	7.43 (1.56)
3	7.40 (1.81)
Promedio (3 ejs.)	7.07 (1.31)

Se muestran los promedios agrupados de médicos residentes y médicos tratantes para cada variable en cada uno de los tres intentos.

Valores presentados como mediana (RIC, mín.-máx.); media (DE).

previo, además de la distancia recorrida y la rudeza del gancho palpador en cada uno de los tres intentos para la artroscopia diagnóstica con gancho palpador. En el *cuadro IV* aparecen los promedios de cada intento por grupos separados de médicos residentes y de médicos tratantes del mismo ejercicio.

DISCUSIÓN

Uno de los objetivos en las líneas de investigación de enseñanza con simulación es desarrollar programas de entrenamiento en cirugía ortopédica bien estructurados y universales que incorporen la simulación artroscópica al programa académico para suplir la falta de oportunidad que tienen los residentes de aprender y practicar en el quirófano. También se pretende establecer y estandarizar la manera de evaluar la adquisición, transferibilidad y mantenimiento de las habilidades motoras desarrolladas con los simuladores durante y después de la residencia.^{7,22-24} A partir de 2013 se incorporó en Estados Unidos la simulación como parte obligatoria de los programas de residencia de ortopedia, principalmente para la enseñanza de habilidades básicas como reducciones e inmovilizaciones para residentes de nuevo ingreso.⁷

Rebolledo,²⁵ Howells,¹⁹ Jackson²⁶ y Unalan han demostrado mejoría de las habilidades quirúrgicas artroscópicas después de un periodo de práctica con el simulador. Aún no existe un plan universal de entrenamiento por simulación artroscópica; sin embargo, la AANA ha ofrecido cursos de artroscopia estandarizados y validados en los últimos 25 años que han mostrado mejoría en las habilidades motoras de los participantes al completar el curso.^{8,9}

Hasta el momento no se ha comprobado superioridad de ningún tipo de simulador artroscópico sobre otro. Como parte de un estudio prospectivo aleatorizado en la Clínica Mayo, Camp y cols. mencionan que los simuladores de realidad virtual resultan a la larga más baratos que mantener los talleres de cadáveres. El análisis costo-beneficio calculado por la Clínica Mayo reveló que el simulador se utiliza 300 horas anualmente por ser más beneficioso económicamente que el laboratorio de cadáveres.¹⁴

Garfjeld y cols. intentaron validar el desempeño en artroscopia de rodilla en un simulador de realidad virtual comparando los valores reportados por el simulador con una escala de evaluación global de artroscopia que califica el desempeño de un sujeto en una artroscopia real. Descubrieron buena capacidad en los resultados del simulador para discriminar entre cirujanos novatos y expertos al compararlos con los resultados de la

escala de evaluación global, particularmente el tiempo para completar el ejercicio y la distancia recorrida por los instrumentos. En sus resultados no reportan los valores de las variables medidas por el simulador para cada nivel de habilidad quirúrgica.¹⁸ Otros estudios han validado la capacidad de estas variables para discriminar entre cirujanos expertos y novatos,^{19,26} aunque hasta el momento se desconocen valores numéricos de corte en estas variables que se relacionen con un nivel determinado de competencia en artroscopia.

En 2015 Jacobsen y cols. hicieron un estudio en el que intentaron determinar qué puntuación en los ejercicios del ARTHRO MentorTM podría considerarse aprobatoria o reprobatoria. Establecieron valores z y desviaciones estándar para residentes y médicos tratantes en cuatro ejercicios incluyendo la artroscopia de rodilla con y sin gancho palpador con recorrido

fijo, mismos ejercicios que analizamos en este estudio. Es el único trabajo en el que hemos observado los valores absolutos de los participantes reportados por grupo para cada variable.¹⁶

El Centro Médico ABC es el único hospital en México que cuenta con un simulador de artroscopia de realidad virtual con retroalimentación haptica y éste es el primer estudio realizado con este simulador. Consideramos que es posible establecer un programa estructurado de enseñanza único en el hospital incorporando el desarrollo de habilidades quirúrgicas en artroscopia con el simulador de realidad virtual. Hasta donde tenemos conocimiento, éste es el segundo trabajo que reporta los valores absolutos de cada variable en los ejercicios del simulador.

Los valores establecidos en este estudio servirán como referencia para evaluar si existe mejoría en el

Cuadro IV. Valores por grupos de médicos residentes y médicos tratantes. «Ejercicio 2» artroscopia diagnóstica con gancho.

Variable	Médico residente	Médico tratante
Tiempos (s)		
1	181 (163, 93-571)	155 (108, 86-624)
2	167.50 (83, 74-316)	148 (141, 76-457)
3	171.50 (102, 68-467)	137.50 (114, 80-546)
Promedio (3 ej.)	185.34 (124.26, 78.33-417.67)	137.67 (123.17, 94.67-424.67)
Distancias cámara (mm)		
1	646 (468, 247-1,778)	476.50 (564, 253-2,174)
2	534 (374, 216-1,564)	511.50 (164, 236-1,088)
3	436.50 (523, 59-1,177)	490.50 (443, 258-2,029)
Promedio (3 ej.)	533.84 (415.83, 217.33-1,001)	576.67 (427.17, 296.33-1,374)
Rudezas cámara (N)		
1	5.50 (18, 0-81)	8 (16, 0-98)
2	4.50 (9, 0-126)	3 (10, 0-39)
3	2 (5, 0-38)	4 (10, 0-89)
Promedio (3 ej.)	5 (16.09, 0.33-46.33)	5.67 (21.83, 0.67-42.67)
Distancias gancho (mm)		
1	1,549.50 (1,477, 591-5,174)	1,918 (821, 576-5,561)
2	1,045 (1,089, 363-2,823)	1,002.50 (822, 501-3,664)
3	983.50 (1,663, 275-4,273)	906.50 (767, 520-2,555)
Promedio (3 ej.)	1,577 (1,055, 450-2,747)	1,034.67 (890, 667-3,496)
Rudezas gancho (N)		
1	14 (33, 3-92)	14 (16, 3-72)
2	5.50 (9, 3-127)	7.50 (11, 3-75)
3	11 (18, 3-43)	5.50 (8, 3-91)
Promedio (3 ej.)	16.34 (17.59, 3-60)	11.50 (15.17, 4.67-35.33)
Calificaciones		
1	6.21 (2.09)	6.54 (1.77)
2	7.32 (1.84)	7.53 (1.29)
3	7.27 (1.57)	7.51 (2.04)
Promedio (3 ej.)	6.93 (1.32)	7.20 (1.33)

Se muestran los promedios de cada intento por grupos separados de médicos residentes y de médicos tratantes en la artroscopia diagnóstica sin gancho.

Valores presentados como media (DE); mediana (RIC, mín.-máx.); diferencias en medianas o medias ($I\bar{C}_{95\%}$) como valor absoluto. * U de Mann-Whitney, t de Student.

desempeño de los residentes con el uso estandarizado y dirigido del simulador. De esta manera será posible homogeneizar la habilidad quirúrgica de los residentes y podrán identificarse los residentes con rezagos en habilidades motoras para trabajar oportunamente con ellos en las áreas deficientes. La comparación de los valores entre médicos residentes y médicos tratantes se hará en otro trabajo.

Una debilidad de este estudio es el reducido número de residentes y de médicos tratantes. También hubo heterogeneidad en el grupo de los médicos tratantes, ya que no todos eran artroscopistas ni se dedicaban sólo a la artroscopia. Asimismo puede haber sesgo al incluir sólo personal del Centro Médico ABC, pues en este hospital todos los residentes tienen contacto con cirugía artroscópica desde el primer año de residencia a diferencia de otros hospitales. Finalmente, no se hizo un análisis de transferibilidad de habilidades a quirófano. Es necesario evaluar si existe transferibilidad de las habilidades adquiridas en el simulador a una cirugía real, si hay alguna relación de los puntajes del simulador con los niveles de habilidad quirúrgica validados con escalas de evaluación global en una artroscopia y si estas habilidades persisten después de cierto periodo establecido.

CONCLUSIÓN

Se establecieron las puntuaciones estándar de referencia para la artroscopia diagnóstica de rodilla con y sin gancho palpador en el simulador de realidad virtual ARTHRO MentorTM para residentes y médicos tratantes del Centro Médico ABC.

Estos valores serán comparados en otro estudio y podrán utilizarse como control para evaluar la mejoría en habilidades artroscópicas con un programa de entrenamiento formal propuesto como parte de una tesis de postgrado utilizando el simulador de realidad virtual.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer al personal del Centro de Educación Médica por Simuladores y a los médicos tratantes y médicos residentes que aceptaron participar en el estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Hodgins JL, Veillette C. Arthroscopic proficiency: methods in evaluating competency. *BMC Med Educ.* 2013; 13: 61.
- Unalan PC, Akan K, Orhun H, Akgun U, Poyanli O, Baykan A et al. A basic arthroscopy course based on motor skill training. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010; 18 (10): 1395-1399.
- Stirling ER, Lewis TL, Ferran NA. Surgical skills simulation in trauma and orthopaedic training. *J Orthop Surg Res.* 2014; 9: 126.
- Rosen KR. The history of medical simulation. *J Crit Care.* 2008; 23 (2): 157-166.
- Hui Y, Safir O, Dubrowski A, Carnahan H. What skills should simulation training in arthroscopy teach residents? A focus on resident input. *Int J Comput Assist Radiol Surg.* 2013; 8 (6): 945-953.
- Akhtar K, Sugand K, Wijendra A, Standfield NJ, Cobb JP, Gupte CM. Training safer surgeons: How do patients view the role of simulation in orthopaedic training? *Patient Saf Surg.* 2015; 9: 11.
- Dougherty PJ. CORR curriculum-orthopaedic education: faculty development begins at home. *Clin Orthop Relat Res.* 2014; 472 (12): 3637-3643.
- Coughlin RP, Pauyo T, Sutton JC 3rd, Coughlin LP, Bergeron SG. A validated orthopaedic surgical simulation model for training and evaluation of basic arthroscopic skills. *J Bone Joint Surg Am.* 2015; 97 (17): 1465-1471.
- Martin KD, Patterson DP, Cameron KL. Arthroscopic training courses improve trainee arthroscopy skills: a simulation-based prospective trial. *Arthroscopy.* 2016; 32 (11): 2228-2232.
- Niitsu H, Hirabayashi N, Yoshimitsu M, Mimura T, Taomoto J, Sugiyama Y et al. Using the Objective Structured Assessment of Technical Skills (OSATS) global rating scale to evaluate the skills of surgical trainees in the operating room. *Surg Today.* 2013; 43 (3): 271-275.
- Gardner AK, Scott DJ, Pedowitz RA, Sweet RM, Feins RH, Deutsch ES et al. Best practices across surgical specialties relating to simulation-based training. *Surgery.* 2015; 158 (5): 1395-1402.
- Hiemstra E, Kolkman W, Wolterbeek R, Trimbos B, Jansen FW. Value of an objective assessment tool in the operating room. *Can J Surg.* 2011; 54 (2): 116-122.
- Koehler RJ, Amsdell S, Arendt EA, Bisson LJ, Braman JP, Butler A et al. The Arthroscopic Surgical Skill Evaluation Tool (ASSET). *Am J Sports Med.* 2013; 41 (6): 1229-1237.
- Camp CL, Krych AJ, Stuart MJ, Regnier TD, Mills KM, Turner NS. Improving resident performance in knee arthroscopy: a prospective value assessment of simulators and cadaveric skills laboratories. *J Bone Joint Surg Am.* 2016; 98 (3): 220-225.
- Middleton RM, Baldwin MJ, Akhtar K, Alvand A, Rees JL. Which global rating scale? A comparison of the ASSET, BAKSSS, and IGARS for the assessment of simulated arthroscopic skills. *J Bone Joint Surg Am.* 2016; 98 (1): 75-81.
- Jacobsen ME, Andersen MJ, Hansen CO, Konge L. Testing basic competency in knee arthroscopy using a virtual reality simulator: exploring validity and reliability. *J Bone Joint Surg Am.* 2015; 97 (9): 775-781.
- Martin KD, Belmont PJ, Schoenfeld AJ, Todd M, Cameron KL, Owens BD. Arthroscopic basic task performance in shoulder simulator model correlates with similar task performance in cadavers. *J Bone Joint Surg Am.* 2011; 93 (21): e1271-e1275.
- Garfjeld-Roberts P, Guyver P, Baldwin M, Akhtar K, Alvand A, Price AJ et al. Validation of the updated ArthroS simulator: face and construct validity of a passive haptic virtual reality simulator with novel performance metrics. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016.
- Howells NR, Gill HS, Carr AJ, Price AJ, Rees JL. Transferring simulated arthroscopic skills to the operating theatre: a randomised blinded study. *J Bone Joint Surg Br.* 2008; 90 (4): 494-499.
- Boutefnouchet T, Laios T. Transfer of arthroscopic skills from computer simulation training to the operating theatre: a review of evidence from two randomised controlled studies. *SICOT J.* 2016; 2: 4.

21. Bergfeld JA. Issues with accreditation and certification of orthopaedic surgery fellowships. *J Bone Joint Surg Am.* 1998; 80 (12): 1833-1836; discussion 46-50.
22. Kalraiy A, Buddhdev P. The TROJAN project: creating a customized international orthopedic training program for junior doctors. *Orthop Rev (Pavia).* 2015; 7 (1): 5750.
23. Pitts D, Rowley DI, Sher JL. Assessment of performance in orthopaedic training. *J Bone Joint Surg Br.* 2005; 87 (9): 1187-1191.
24. van den Doppelsteen JJ, Karahan M, Akgün U. Theory on psychomotor learning applied to arthroscopy. In: Karahan M, Kerkhoffs MMJG, Randelli P, Tuijthof JMG, editors. *Effective training of arthroscopic skills.* Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2015. p. 17-32.
25. Rebollo BJ, Hammann-Scala J, Leali A, Ranawat AS. Arthroscopy skills development with a surgical simulator: a comparative study in orthopaedic surgery residents. *Am J Sports Med.* 2015; 43 (6): 1526-1529.
26. Jackson WF, Khan T, Alvand A, Al-Ali S, Gill HS, Price AJ et al. Learning and retaining simulated arthroscopic meniscal repair skills. *J Bone Joint Surg Am.* 2012; 94 (17): e132.