

Uso del simulador de microcirugía Intraocular EYESI® para desarrollar habilidades y destrezas quirúrgicas

- Dr. Pedro Serrano Martínez¹
- Dr. José Alberto Nava García²
- Dr. Juan Homar Páez Garza³
- Dr. Alejandro Rodríguez García⁴

Resumen

El EyeSi® es un simulador computarizado de cirugía oftalmológica que permite el entrenamiento en las técnicas de facoemulsificación y procedimientos de segmento posterior. Este instrumento consta de una mesa motorizada, ojo artificial e instrumentos virtuales. El programa del EyeSi® ofrece al practicante retroalimentación sobre su desempeño en los diferentes ejercicios durante sus prácticas –califica diversas variables. Actualmente, el Centro de Oftalmología de la Escuela de Biotecnología y Salud del Tecnológico de Monterrey es el único lugar en México que cuenta con el EyeSi®. Su objetivo es entrenar a los residentes en un ambiente seguro, reducir la curva de aprendizaje, darles seguridad al momento de desarrollar la técnica en la vida real, para que ofrezcan a los pacientes mejores resultados postoperatorios.

El EyeSi® (VRMagic-Mannheim, Alemania) es un simulador computarizado de cirugía oftalmológica, único en su género que ofrece un entrenamiento completo y efectivo para el desarrollo de habilidades y destrezas quirúrgicas en oftalmología.¹

Consta de una mesa motorizada de altura ajustable, una cabeza de paciente simulado y un ojo artificial (ver Figuras 1 y 2), en la cual se insertan instrumentos que simulan los utilizados en procedimientos quirúrgicos oftalmológicos que tienen sensores de movimiento, presión y situación espacial que transmiten la información a una computadora.

El EyeSi® crea, con base en estos datos, un escenario quirúrgico virtual que se transmite a través de un microscopio y un monitor, con los cuales el practicante sigue su cirugía en todo momento (ver Figura 3). Además, permite en todo momento cambiar el tipo de instrumento, parámetros, tipo de ejercicio o tipo de cirugía (ver Figura 4).²

Figura 1



Mesa móvil motorizada, cabeza de paciente virtual y ojo artificial de EyeSi®.

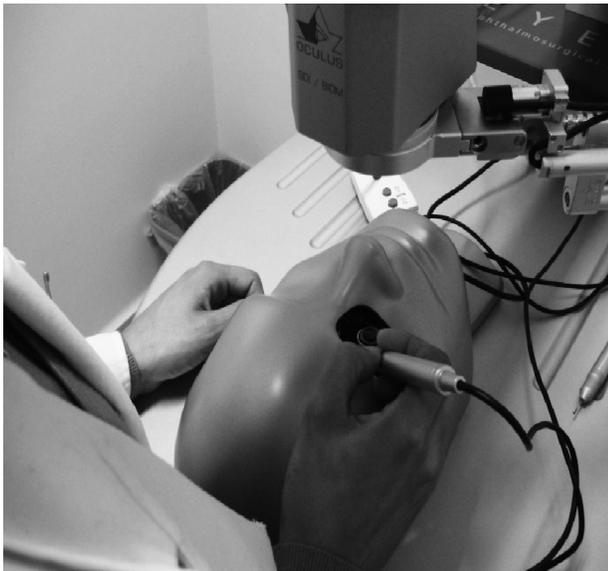
¹ Residente de tercer año de Oftalmología del Programa Multicéntrico de Especialidades del Tecnológico de Monterrey-SSNL.

² Profesor de Posgrado del Programa de Residencia de Oftalmología del Hospital San José Tec de Monterrey.

³ Jefe de Servicio de Oftalmología del Hospital San José Tec de Monterrey.

⁴ Coordinador académico de la especialidad de Oftalmología de la Escuela de Medicina del Tecnológico de Monterrey.

Figura 2



Cabeza de paciente virtual y ojo artificial de EyeSi®.

De los tipos de ejercicios que el EyeSi® ofrece para el entrenamiento de cirugía de catarata se encuentran:³

- Manejo de instrumentos
- Uso de fórceps
- Capsulorrexis
- Técnica de “divide y vencerás”
- Entrenamiento de facoemulsificación

Cada uno de estos módulos cuenta con diferentes ejercicios de entrenamiento para el practicante (ver Tabla 1). El EyeSi® ofrece, además, módulos de entrenamiento para cirugía de segmento posterior (retina y vítreo. Ver Figura 5), tales como:

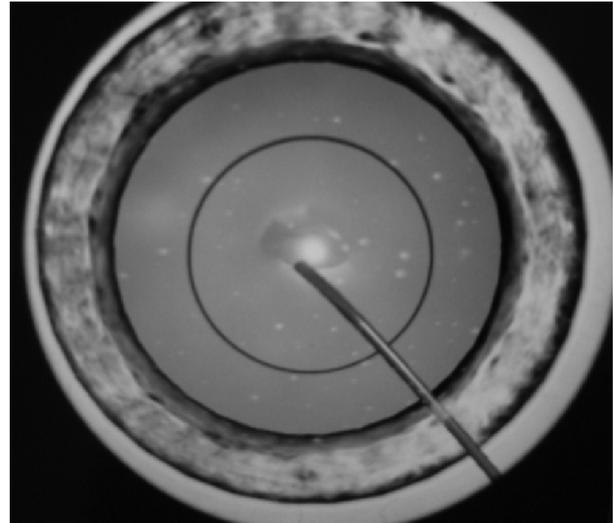
- Manejo instrumental en polo posterior
- Vitrectomía
- Remoción de hialoides posterior
- Membranectomías (membrana limitante interna, membranas epiretinianas)

Todos estos módulos se ofrecen en nivel básico y avanzado, y se puede obtener una calificación mínima aprobatoria de 30 y 60, respectivamente.

Para obtener la calificación de cada ejercicio realizado, el programa computacional del EyeSi® evalúa cuatro áreas principales:

1. Cumplimiento del objetivo
2. Eficiencia al realizar la tarea
3. Daño a tejidos y estructuras adyacentes
4. Educativa (uso de microscopio e instrumentos y técnica utilizada para realizar las tareas, entre otras)

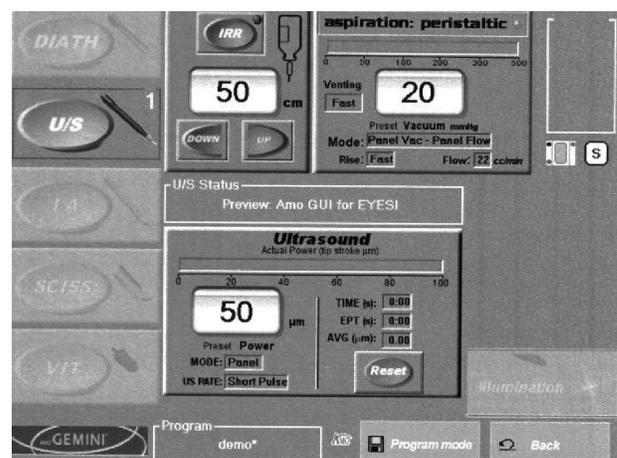
Figura 3



Simulación de la facoemulsificación en el EyeSi®.

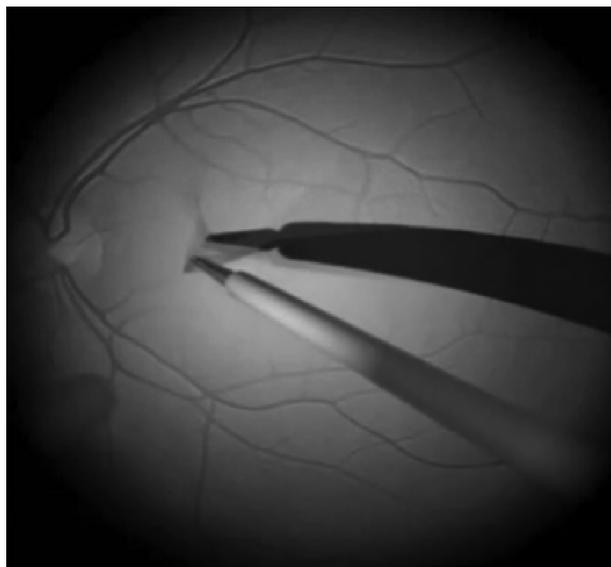
Cada rubro tiene una gran cantidad de variables, cuyo valor variará dependiendo del tipo de ejercicio que se esté llevando a cabo. En total se evalúan 74 variables (ver Tabla 2). El practicante obtiene, además de la calificación, una retroalimentación detallada sobre sus puntos fuertes y débiles durante la realización del ejercicio, lo que da un valor agregado a la actividad (ver Figura 6). Esto ofrece una gran ayuda para el practicante, pues le permite saber cuáles son sus puntos fuertes y débiles en la cirugía, permitiéndole saber en qué áreas debe esforzarse en los siguientes intentos de la misma actividad.⁴

Figura 4



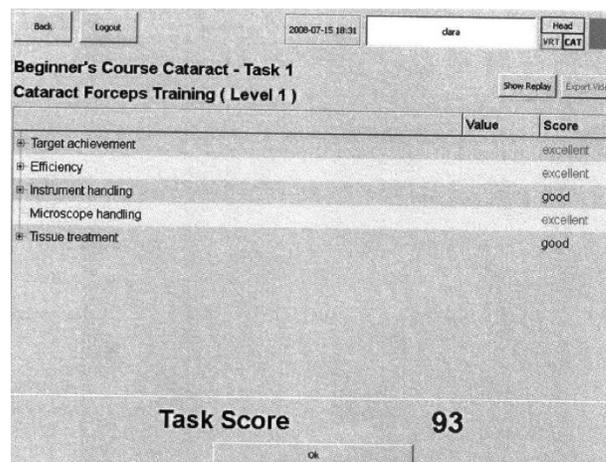
El monitor muestra los parámetros de la facoemulsificación, los cuales pueden ser modificados por el tutor o el practicante en cualquier momento, tal y como sucede en una cirugía real.

Figura 5



Simulación de cirugía de segmento posterior.

Figura 6



Despliegue de calificación y parámetros evaluados en el ejercicio.

Tabla 1. Ejercicios y niveles del simulador EyeSi®

| Módulo | Nivel | |
|------------------------|---|--|
| | Básico | Avanzado |
| Manejo de instrumental | <ul style="list-style-type: none"> • Navegación en cámara anterior (Nivel 1) • Entrenamiento anti-vibración (Nivel 1 y 2) • Entrenamiento con fórceps (Nivel 1 y 2) • Entrenamiento bimanual (Nivel 1 y 2) • Entrenamiento para facoemulsificación | <ul style="list-style-type: none"> • Navegación de cámara anterior (Nivel 3) • Entrenamiento antivibración (Nivel 6 y 7) • Cirugía de catarata – división de núcleo (Nivel 2 y 3) • Entrenamiento para facoemulsificación (Nivel 3) • Cirugía de catarata completa por el método de "divide y vencerás" (Nivel 2) |
| Capsulorrexis | <ul style="list-style-type: none"> • Navegación en cámara anterior (Nivel 2) • Entrenamiento con fórceps (Nivel 3) • Capsulorrexis (Nivel 1 y 2) • Entrenamiento antivibración (Nivel 3) • Capsulorrexis (Nivel 3) • Entrenamiento antivibración (Nivel 4) • Capsulorrexis (Nivel 4) | <ul style="list-style-type: none"> • Navegación en cámara anterior (Nivel 3) • Entrenamiento con fórceps (Nivel 4) • Capsulorrexis (Nivel 5, 6, 9, 10) |
| Facoemulsificación | <ul style="list-style-type: none"> • Hidrodissección (Nivel 1 y 2) • Entrenamiento bimanual (Nivel 3) • Cirugía de catarata – División de núcleo (Nivel 1) • Cirugía de catarata completa por el método de "divide y vencerás" (Nivel 1, 4, 5) | <ul style="list-style-type: none"> • Hidrodissección (Nivel 3 y 4) • Cirugía de catarata – División de núcleo (Niveles 5 y 6) • Cirugía de catarata completa por el método de "divide y vencerás" (Nivel 4, 5, 6) |
| Casos desafiantes | <ul style="list-style-type: none"> • Navegación en cámara anterior x 3 (Nivel 3) • Entrenamiento con fórceps x 3 (Nivel 3) • Capsulorrexis x 3 (Nivel 3 y 4) • Hidrodissección x 3 (Nivel 2) • Cirugía de catarata completa por el método de "divide y vencerás" x 3 (Nivel 5) | <ul style="list-style-type: none"> • Entrenamiento antivibración x 3 (Nivel 4) • División de núcleo x 3 (Nivel 6) • Capsulorrexis x 3 (Nivel 7 y 10) • Hidrodissección x 3 (Nivel 4) • Cirugía de catarata completa por el método de "divide y vencerás" x 3 (Nivel 6) |

Tabla 2. Variables evaluadas por el EyeSi® en cirugía de segmento anterior

| Tipo de variable | Variables |
|--------------------------|--|
| Educacional | Inserción y remoción de fórceps abierta Inserción y remoción de fórceps horizontal Microscopio fuera de foco Radio promedio de capsulorrexis Irregularidad y capsulorrexis no centrada Desviación del radio de la capsulorrexis Inserción de instrumentos Humor acuoso |
| Eficiencia | Tiempo Uso de ultrasonido Irregularidad y capsulorrexis no centrada Desviación del radio de la capsulorrexis Inyección de viscoelástico |
| Daño a tejidos | Estrés de la herida Daño a córnea y cristalino Desplazamiento de cristalino Daño a zónulas Contacto con el iris Presión baja de cámara anterior Fuga de ultrasonido Emulsificación de corteza adyacente Daño de cápsula y córnea por ultrasonido Ruptura de cápsula |
| Cumplimiento de objetivo | Objetos remanentes Progreso Capsulorrexis completada Cristalino partido y removido |

El Centro de Oftalmología de la Escuela de Biotecnología y Salud del Tecnológico de Monterrey es el único lugar en México que cuenta con este sistema de entrenamiento quirúrgico virtual, y está a disposición de médicos residentes, profesores y médicos oftalmólogos externos.⁵ En el caso de los médicos residentes del Programa de Residencia en Oftalmología del Tecnológico de Monterrey se busca que la curva de aprendizaje y el desarrollo de habilidades y destrezas quirúrgicas se lleve a cabo con un paciente simulado en lugar de un paciente real, para evitar complicaciones potenciales por falta de experiencia del cirujano en entrenamiento.⁶

Además, el EyeSi® permite recrear complicaciones que sólo se observarían ocasionalmente con un paciente real; es así que el instrumento permite una repetición de pasos quirúrgicos complicados en este tipo de situaciones.⁷⁻⁹

En el programa de Residencia en Oftalmología del Tecnológico de Monterrey se realizó un estudio prospectivo y comparativo entre los resultados obtenidos por 14 médicos residentes de los diferentes grados de educación *versus* los de 7 profesores instructores de cirugía de catarata del mismo programa de especialidad en cuanto al desarrollo de habilidades y destrezas quirúrgicas de cirugía de catarata.⁵ A todos ellos se les sometió a la realización de los ejercicios de facoemulsificación en un período de estudio de entre 6 a 10 semanas.

En esta investigación se determinó que efectivamente la interfaz del EyeSi® es muy similar al ambiente quirúrgico de una facoemulsificación real, pues los comentarios de los profesores del programa de residencia con respecto a los ejercicios del EyeSi® fueron que muchos de los ejercicios se asemejan en gran medida a la cirugía real, sobre todo los de capsulorrexis. Mencionaron que algunos casos de nivel avanzado eran más difíciles que las cirugías reales; esto es algo esperado y deseable para un programa de entrenamiento quirúrgico.⁵

Además, en todas las pruebas, los profesores obtuvieron una calificación aprobatoria superior a la de los residentes. Lo que demostró el gran peso que tiene la experiencia previa de cada usuario para llevar a cabo con buen desempeño los ejercicios de cirugía de catarata propuestos por el simulador quirúrgico. Por ende, en este estudio determinamos que el EyeSi® podría ser utilizado como un parámetro objetivo para la evaluación de la habilidad quirúrgica del usuario, lo que convierte al simulador quirúrgico en un elemento de entrenamiento y evaluación muy útil en oftalmología.

El EyeSi® permite que la curva de aprendizaje de la facoemulsificación y cirugía de retina y vítreo se lleve a cabo en un ambiente seguro, además de que permite al cirujano desarrollar nuevas técnicas quirúrgicas sin poner en riesgo la integridad de los pacientes. En este sentido, en el estudio comparativo entre residentes y profesores, los profesores de catarata concluyeron

ron que los residentes que tuvieron la oportunidad de practicar en el EyeSi® han tenido un mejor desempeño en las cirugías de facoemulsificación en comparación con los residentes del último año del período anterior, quienes no tuvieron la oportunidad de practicar en el simulador.⁵

Esto nos permite aseverar que el EyeSi® es una herramienta única y de gran utilidad para los Centros de Enseñanza en Oftalmología.

Referencias bibliográficas:

1. EyeSi Ophthalmosurgical Simulator User Guide. Mannheim, Germany:VRMagic;2008.
2. EyeSi Ophthalmosurgical Simulator Software Release 2.4. Mannheim, Germany:VRMagic;2008.
3. EyeSi Ophthalmosurgical Simulator For Educators. Mannheim, Germany:VRMagic;2008.
4. Mahr MA, Hodge DO. Construct validity of anterior segment anti-tremor and forceps surgical simulator training modules. Attending versus resident surgeon performance. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:980-985.
5. Serrano-Martínez P, Nava-García JA, Rodríguez-García A, Páez-Garza JH. Evaluación del Desarrollo de Habilidades y Destrezas Quirúrgicas en Cirugía de Catarata por Residentes y Externos, Empleando el Simulador de Cirugía EyeSi®. *Rev Mex Oftalmol* 2010; 84:(1)24-27.
6. Mahr, MA. Cover Story. The Eyesi Ophthalmic Surgical Simulator. *Cataract and Refractive Surgery Today*. May 2008.
7. Doyle L, Gauthier N, Ramanathan S, et. al. A simulator to explore the role of haptic feedback in cataract surgical training. *Stud Health Technol Inform*. 2008;132:106-11.
8. Leuschke R, Bhandari A, Sires B, et. al. Low cost eye surgery simulator with skill assessment component. *Stud Health Technol Inform*. 2007;125:286-91.
9. Henderson BA, Ali R. Teaching and assessing competence in cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol*. 2007 Feb;18(1):27-31.

Correspondencia:

Dr. Pedro Serrano Martínez

Email: pedro.serrano.martinez@gmail.com