

Sistematización de un programa de entrenamiento en endoscopia digestiva alta diagnóstica en ambiente simulado y curvas de aprendizaje en pacientes reales

Robinson González D.¹, Alfredo Rodríguez U.², Erwin Buckel Sch.³,
Cristian Hernández R.¹, Rodrigo Tejos S.⁴, Adolfo Parra B.¹, Fernando Pimentel M.³,
Camilo Boza W.³, Oslando Padilla P.⁵ y Arnoldo Riquelme P.¹

Systematization of a UGE training program for diagnosis in a simulation-based setting and learning curves in real patients

Introduction: Upper endoscopy (UE) is one of the most common diagnostic medical procedures. While UE is safe, it is not free of complications. Structured training programs could help to ensure technical quality and adequate safety standards. **Objective:** To describe a standardized training program in diagnostic UE in a simulated and a clinical environment. **Methods:** Gastroenterology residents of the following areas: pediatrics, adults, digestive surgery, and family medicine, without previous experience in UE, were trained in a simulated environment followed by a stage of supervised clinical practice. The achievement of 4 pre-established key-goals in UE were assessed (esophageal intubation, pylorus trespassing, second portion of the duodenum trespassing, and gastric retroversion), and learning curves were constructed. **Results:** Eight residents completed the simulated training sessions, followed by 130 UE performed during their clinical training. Initially, the most difficult goal to be achieved was the esophageal intubation with only 12.5% during the first 10 sessions, and it was statistically significant compared to the other endoscopic goals (gastric retroversion: 63.8%; second portion of the duodenum trespassing: 46.3%; and pylorus trespassing: 62.5%; $p < 0.001$). The learning curves were flat between 80 to 90 UE for the 4 endoscopic goals, and no complications were observed in 1,040 procedures. **Conclusion:** The endoscopic program reduces the training time in a manner that is efficient and safe for the patient. Simulation models could be useful to improve the trainees' performance in more difficult stages of their training process.

Key words: Endoscopic training program, upper endoscopy, simulation and learning curves.

Departamento de
¹Gastroenterología,
²Medicina Familiar,
Departamento de ³
Cirugía (Cirugía ex-
perimental), ⁴Escuela
de Medicina y ⁵Salud
Pública, Pontificia
Universidad Católica
de Chile.

Financiamiento: Este
proyecto ha sido
financiado por el
Departamento de
Gastroenterología y
Cirugía de la Pontificia
Universidad Católica
de Chile. Parcialmente
financiado por el
proyecto FONDECYT
1120652 (A.R.)

Recibido: 17 de
octubre de 2012
Aceptado: 25 de
octubre de 2012

Correspondencia a:

Dr. Erwin Buckel
Schaffner
Unidad de Cirugía
Experimental
Departamento de
Cirugía
Facultad de Medicina
Pontificia Universidad
Católica de Chile.
Marcoleta 367,
Santiago, Chile.
Teléfono: (56 2) 354
38 20
E-mail: erwinbuckel@
gmail.com

Introducción

La endoscopia digestiva alta (EDA) es una importante herramienta diagnóstica y terapéutica en diversas enfermedades gastrointestinales y su aprendizaje es parte del currículo de los programas de Gastroenterología y Cirugía Digestiva¹. En términos generales, la formación en procedimientos endoscópicos comprende la adquisición de conocimientos teóricos y el desarrollo de habilidades técnicas. Si bien es una técnica segura, no está exenta de complicaciones, por lo que es crucial ser capaz de realizar un procedimiento de alta calidad, minimizando los riesgos para el paciente². Estos objetivos son pilares fundamentales para programas de formación en EDA³. En este sentido, la utilización de modelos de simulación antes de la exposición a pacientes y la sistematización de la enseñanza y aprendizaje de la endoscopia durante la etapa

clínica, apuntan a cumplir con estos objetivos. Al igual que otros procedimientos en medicina, la endoscopia ha sido clásicamente enseñada en el escenario clínico, con pacientes reales a través del aprendizaje basado en la experiencia (*hands-on learning*). Esta metodología tiene limitaciones como el incremento de la duración del procedimiento, dependencia de la población que acepta someterse a un examen realizado por estudiantes y un potencial incremento de las molestias y riesgos para el paciente⁴. En respuesta a estas limitaciones la simulación ha aparecido como una alternativa para enseñar las destrezas clínicas necesarias para efectuar un procedimiento y con esto, lograr que residentes y alumnos logren un estándar de habilidad suficiente para continuar su práctica de forma más segura y eficiente en pacientes. Existen una gran variedad de simuladores; entre ellos modelos mecánicos, animales vivos, órganos cadavéricos

Artículo Original

(*ex-vivo*) de animales y simuladores virtuales⁵. Estos dispositivos han demostrado mejorar la adquisición de habilidades en colonoscopia⁶ y la capacidad de realizar exitosamente procedimientos hemostáticos⁷. Sin embargo, este hallazgo no ha sido constante en todos los estudios y el real impacto en la práctica clínica, seguridad del paciente y costo-beneficio en salud no han sido determinados⁵. Aún con esta limitación, es deseable que todo proceso de aprendizaje, que signifique un potencial riesgo para el paciente, se inicie con un modelo de simulación⁸.

Para lograr la acreditación en la realización de procedimientos como EDA es crítico demostrar competencias adecuadas, las cuales deben ser observadas y documentadas directamente por el(los) instructor(es). La *American Society for Gastrointestinal Endoscopy* (ASGE) ha recomendado un mínimo de 130 endoscopias digestivas altas para lograr este objetivo¹, sin embargo, este número solamente representa un punto de referencia aproximado que no asegura la adquisición de una adecuada competencia para todos los estudiantes. Por esto existe consenso que el entrenamiento en EDA debe ser estructurado y objetivado en todas sus etapas para proveer seguridad y alta calidad, aun así, los modelos de enseñanza en uso actual están pobremente definidos y no existe un método estandarizado¹. En este sentido, las curvas de aprendizaje son herramientas útiles en esta sistematización y se definen, en una forma simple, como el tiempo y el número de procedimientos que un estudiante necesita para ser capaz de realizar una técnica de forma independiente, con un resultado razonable⁹. Desde el punto de vista gráfico, corresponden a un diagrama en que el eje horizontal representa el tiempo transcurrido durante la formación, y el vertical el número de éxitos logrados en el tiempo. La curva representada es de tipo logarítmica, ya que al inicio del aprendizaje los éxitos son menores y van aumentando rápidamente en los primeros procedimientos. A medida que el número de exámenes exitosos se incrementan, disminuye el número de materias nuevas aprendidas, alcanzando un aplanamiento (*plateau*) o llanura¹⁰. Parámetros importantes de la curva de aprendizaje son: la “intersección y” que es el nivel de rendimiento inicial del período de práctica; la “pendiente de la curva” que determina la tasa de aprendizaje y la “asintótica superior” o *plateau* que es el máximo nivel alcanzable usando la intervención de aprendizaje en un tiempo infinito. Por último, la curva de aprendizaje posee un punto de inflexión en el que la tasa de aprendizaje pasa de una fase rápida inicial a una fase más lenta, durante la cual cada unidad sucesiva de práctica resulta en menos aprendizaje (“ley de disminución de retorno”)¹¹.

Múltiples estudios han evaluado la adquisición de destrezas a través de curvas de aprendizaje y han sido llevados a cabo en diversas áreas de la cirugía,

radiología y en técnicas endoscópicas complejas como la disección submucosa tanto en modelos experimentales como en experiencias clínicas^{9,12-16}. Sin embargo, escasos son los estudios que evalúan estas curvas de aprendizaje en EDA diagnóstica¹⁷. La obtención de estas curvas permite definir áreas que requieren mayor atención durante la formación y evaluar el momento en que el aprendiz adquiere un nivel básico de independencia para así poder enfocar el posterior aprendizaje en tareas más complejas, como podría ser en el caso de la EDA, la interpretación de los hallazgos endoscópicos o la enseñanza de procedimientos terapéuticos.

Los objetivos del presente trabajo son: 1) Describir un modelo estandarizado de entrenamiento sistemático en EDA en residentes sin experiencia en procedimientos endoscópicos, que incluye un módulo de entrenamiento en ambiente simulado, seguido de un programa de entrenamiento en pacientes reales. 2) Evaluación de los residentes mediante la creación de curvas de aprendizaje que nos permitan determinar áreas de dificultad en el aprendizaje y los tiempos necesarios para lograr una autonomía básica.

Métodos

Participantes y escenario

Residentes del programa de Gastroenterología Adulto, Gastroenterología Pediátrica, Cirugía Digestiva y Medicina Familiar de la Pontificia Universidad Católica de Chile, sin experiencia en endoscopia fueron entrenados en destrezas endoscópicas básicas en ambiente simulado y luego evaluados durante un período de formación en EDA diagnóstica de 3 meses de duración. El escenario clínico donde se realizaron los procedimientos correspondió a un centro endoscópico ambulatorio (Centro Médico San Joaquín) y los pacientes fueron adultos con clasificación ASA 1 ó 2 derivados para EDA diagnóstica. Este centro cuenta con un sistema protocolizado de derivación de pacientes con ASA 3 ó 4, uso de anticoagulantes o antiagregantes plaquetarios, comorbilidades que aumenten el riesgo de complicaciones y se excluyeron del entrenamiento a pacientes con EDA que requieran terapia endoscópica. Todos los exámenes fueron supervisados por un tutor experto y se utilizó sedación con midazolam y/o ketamina por vía intravenosa. Cada paciente recibió información sobre el procedimiento y el carácter docente de éste, además de sus potenciales complicaciones, tras lo cual se obtuvo el consentimiento informado.

Período de práctica en modelos de simulación

Previo a la realización de EDA en pacientes, todos los residentes fueron instruidos en conceptos endoscópicos básicos y entrenados en modelos de simulación

mecánicos y *ex-vivo* en un curso de 4 sesiones teóricas y 4 sesiones prácticas (27 h presenciales totales). Los modelos mecánicos consistieron de maquetas de plástico o cartón cerradas, con un orificio a través del cual se introducía el endoscopio, estableciendo como desafíos el hallazgo de marcas enumeradas o extracción de objetos con diferentes accesorios. Los modelos *ex-vivo* fueron confeccionados con estómagos de cerdo incorporados a un maniquí de yeso. Se utilizaron equipos de EDA Fuji modelos EG530CT/EG590ZW, torre Fujifilm EPX4400HD. Durante este período el objetivo fue lograr una coordinación visuoespacial entre los movimientos de las manos y la visión en pantalla, la familiarización con los equipos de EDA y sus comandos y el manejo de accesorios como pinzas de biopsia, asas de polipectomía e inyectores. Además, se practicaron maniobras como la retrovisión y paso del píloro en el modelo *ex-vivo*.

Período de práctica clínica y pauta de evaluación

Durante cada procedimiento realizado después del período de simulación en pacientes derivados para EDA, se evaluó el cumplimiento de 4 hitos previamente consensuados a través de método Delfi modificado, que han sido utilizados en estudios previos^{18,19}. Estos 4 hitos fueron: intubación esofágica, paso del píloro, paso a segunda porción duodenal, y retrovisión gástrica. Cada uno se consideró como logrado o no logrado si el alumno cumplía con la tarea sin ayuda manual del tutor. Si el hito era completado exitosamente se asignó un puntaje de 1, y de 0 si no era logrado. El puntaje final fue la suma de cada uno de los hitos siendo este puntaje de 0 si ningún hito era logrado, hasta 4 puntos si lograba hacer la EDA completa. Durante cada procedimiento, independiente de su resultado, se entregó retroalimentación (*feedback*) por parte del tutor⁸. Se estableció como meta la realización y evaluación de 130 EDA por cada residente.

Análisis de los datos

Para el análisis de los datos se dividieron los procedimientos en segmentos de 10 endoscopias y se calculó el porcentaje de logro de cada período (número de procedimientos exitosos/número de procedimientos realizados durante ese período multiplicado por 100), tanto para cada hito en forma individual como para EDA completas. Con estos datos se confeccionaron curvas de aprendizaje y se estimó: el nivel de rendimiento inicial, la tasa de aprendizaje, el punto de inflexión y el *plateau*. Para determinar las diferencias entre las variables medidas se utilizó el *test* de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney. Se fijó una significación estadística con un $p < 0,05$ más corrección de Bonferroni con $p < 0,008$. Para realizar estos cálculos se utilizó el programa VassarStat®.

Resultados

Un total de 8 residentes (3 de Gastroenterología Adulto, 2 de Gastroenterología Pediátrica, 2 de Cirugía Digestiva, y 1 de Medicina Familiar) completaron el período de simulación. El proceso incluyó 8 sesiones (4 teóricas y 4 prácticas), cumpliendo 27 h totales durante un período de 4 semanas. Todos los residentes completaron el entrenamiento simulado.

Posteriormente, durante la etapa de práctica clínica se evaluó un total de 130 endoscopias por residente con un total de 1.040 procedimientos supervisados y evaluados. Con este número de residentes, la cantidad de procedimientos por cada segmento fue de 80 EDA (10 procedimientos cada residente). No se registraron complicaciones mayores durante este período. No hubo hemorragias, perforaciones ni infecciones en los pacientes sometidos a EDA diagnóstica por parte de los residentes durante el programa de entrenamiento en pacientes reales.

La curva de aprendizaje descrita para cada uno de los hitos fue de tipo logarítmica como se observa en la Figura 1. El nivel de rendimiento inicial (segmento I) para el hito intubación esofágica fue el más bajo con un porcentaje de cumplimiento de 14,3%, seguido por el paso a segunda porción duodenal con 52,8%. El paso del píloro y la retrovisión fueron logradas exitosamente en 67,1% y 70%, durante este primer segmento, respectivamente (Figura 2). La diferencia entre el hito intubación y cada una de las otras destrezas fue estadísticamente significativa ($p < 0,001$). El porcentaje de EDA completadas en su totalidad por los residentes (4 puntos) durante este primer segmento fue de 11,4% (Figura 3). La tasa de aprendizaje para cada uno de los hitos fue similar, sin existir diferencias estadísticamente significativas entre ellos (Tabla 1). Al considerar EDA completas el punto de inflexión fue alcanzado en el segmento IV (entre la EDA número 30 y 40) y el *plateau* en el segmento VIII (entre la EDA

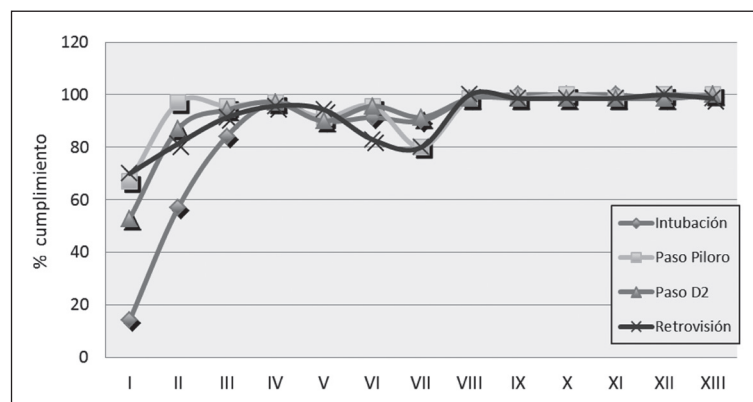


Figura 1. Curvas de aprendizaje de los 4 hitos.

Artículo Original

Tabla 1. Progresión del aprendizaje de los 4 hitos a través del período completo de evaluación*

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
Intubación	14,2	57,1	84,2	97,1	90	91,4	90	98,6	100	100	100	98,6	100
Paso de píloro	67,1	97,1	95,7	97,1	91,4	95,7	80	98,6	98,6	100	98,6	100	100
Paso a D2	52,9	87,1	94,3	97,1	90	95,7	91,4	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6	100
Retrovisión	70	81,4	91,4	95,7	94,3	82,9	80	100	98,6	98,6	98,6	100	98,6

*Valores expresados en porcentaje de cumplimiento. D2: segunda porción duodenal.

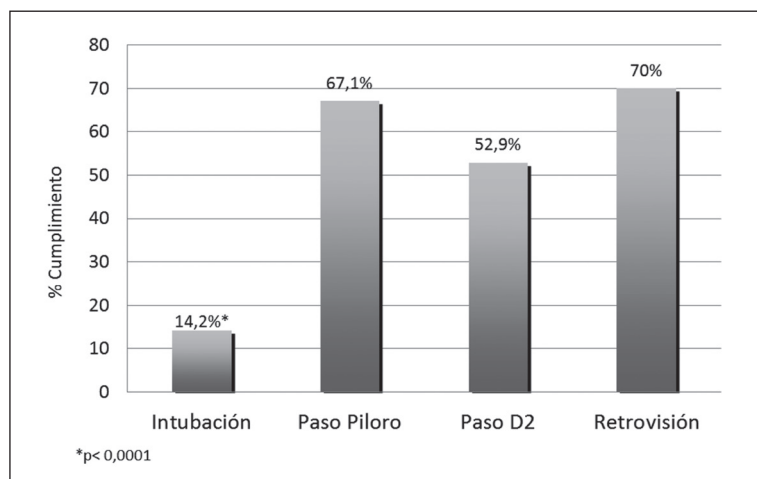


Figura 2. Nivel de rendimiento inicial para cada uno de los hitos (10 primeras endoscopias).

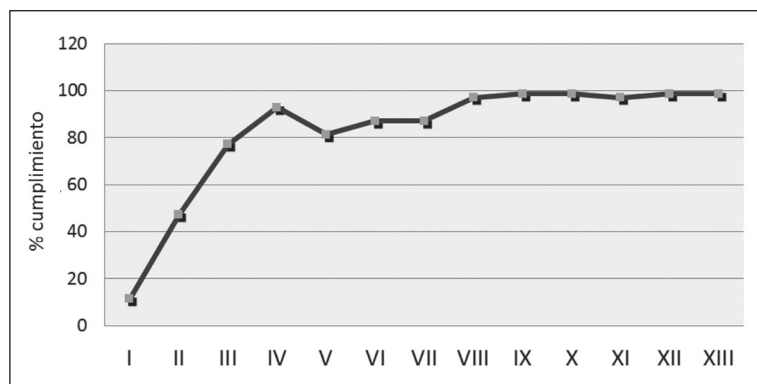


Figura 3. Curva de aprendizaje considerando EDA completas.

número 80 a 90). A partir de este segmento el logro de los hitos se volvió casi constante (Figura 3).

Discusión

La EDA es un procedimiento de amplio uso en la actualidad, tanto con fines diagnósticos como terapéuticos y su aprendizaje es un objetivo fundamental den-

tro de los programas de Gastroenterología y Cirugía Digestiva. Sin embargo, los estándares en la formación en EDA diagnóstica están pobremente definidos y varían entre países e instituciones¹. Es fundamental sistematizar la forma de enseñar la EDA diagnóstica al igual que otros procedimientos endoscópicos, lo cual podría redundar en una mayor eficiencia en el proceso y una mayor seguridad para los pacientes. Múltiples estudios han abarcado esta temática en procedimientos más complejos como disección endoscópica submucosa o colangiografía retrógrada endoscópica, sin embargo, escasos reportes existen en EDA diagnóstica.

En el presente estudio describimos un esquema de entrenamiento estructurado en EDA, que comprende una etapa de simulación, seguida por una etapa de práctica clínica. En un estudio reciente realizado en Corea se evaluaron curvas de aprendizaje de 4 residentes de cirugía en EDA diagnóstica¹⁷. Los autores encontraron que la tasa de éxito comenzó a aumentar después de la EDA número 41 y el *plateau* se logró en promedio en la EDA número 91, valor que coincide con el encontrado en nuestro estudio. Si bien se utilizaron similares hitos para definir el éxito del procedimiento, no se realizó un análisis individualizado de éstos. Creemos importante evaluar cada hito por separado dado que esto permite focalizar los esfuerzos y encontrar formas de optimizar su aprendizaje mediante la entrega inmediata de *feedback* efectivo⁸. En el presente estudio, la intubación esofágica y el paso a la segunda porción duodenal son las destrezas que son logradas en menor cantidad al inicio del aprendizaje, siendo destacable que ambas no son incorporadas en muchos de los modelos de simulación, incluyendo nuestros modelos mecánicos y *ex-vivo*. Este aspecto podría determinar que el nivel de rendimiento inicial sea considerablemente más bajo para estos hitos, destacando la necesidad de incorporar estas habilidades a los modelos de simulación. Es probable que si se incorpora una fase de entrenamiento simulado que aborde de manera sistemática la intubación esofágica y paso a segunda porción del duodeno, podría redundar en una mayor eficiencia, disminuyendo el número de procedimientos en paciente reales necesarios para alcanzar la autonomía y eventualmente

mejorar la seguridad de los pacientes. Además, la tasa de aprendizaje para todos los hitos fue similar. lo cual nos indica que en maniobras que requieren mayor destreza manual como la intubación esofágica y el paso a la segunda porción, el aprendizaje es relativamente rápido. Es importante destacar que en nuestro estudio el *plateau* fue alcanzado entre la endoscopia 80 y 90, lo cual permitiría a este nivel introducir otras tareas como interpretación endoscópica y procedimientos terapéuticos en sesiones siguientes.

Existen varios aspectos importantes a considerar al momento de interpretar esta curva de aprendizaje. En primer lugar el pre-entrenamiento en modelos de simulación probablemente da un punto de partida mejor para las habilidades entrenadas, creando la ilusión de que estas habilidades eran más fáciles de aprender. En segundo lugar, la supervisión y *feedback* constante de un tutor entrenado podría potencialmente incrementar la eficiencia del aprendizaje del estudiante, dándole la oportunidad de corregir errores de forma inmediata. De hecho, en una revisión sistemática de evaluación en el sitio de trabajo, se demostró que el *feedback* efectivo es la intervención con mayor impacto educacional; y el formato de retroalimentación en tiempo real empleado en nuestro programa cumple con los criterios establecidos en experiencias de pre y postgrado⁸.

Para analizar la efectividad de nuestro programa de entrenamiento nos podemos referir al modelo de 4 niveles de Kirkpatrick^{20,21}.

Nivel 1. *Reacción*: Al final del programa de entrenamiento se citó a los alumnos de forma individual a una sesión de retroalimentación (*feedback*) para saber cuál fue su reacción al programa. Hubo consenso global en que el programa les había servido para aprender a efectuar una EDA, y la sensación del grupo fue que ahora se sentían con mayor independencia y confianza para iniciar entrenamiento en procedimientos más complejos, como por ejemplo, interpretación de hallazgos y endoscopia terapéutica.

Nivel 2. *Aprendizaje*: Los residentes mejoraron de forma significativa su rendimiento respecto a cada hito después del programa de entrenamiento. Observando su curva de aprendizaje, se deduce que desde la endoscopia 80-90 el grado de aprobación de cada hito se mantiene relativamente constante. Falta aún analizar aspectos más finos de su entrenamiento, como por ejemplo, eficiencia de movimiento, tiempo requerido para realizar el procedimiento y otros factores a observar cuando logran el nivel de destrezas deseado para un endoscopista, ya que en este estudio no incluimos concordancia entre el residente y el experto en el diagnóstico final ni en la toma de decisiones intra-procedimiento.

Nivel 3. *Transferencia*: Una de las fortalezas de este estudio es que logramos observar cómo mejoran

los residentes en pacientes reales (el mismo contexto en que harán su práctica profesional), por lo que el rendimiento demostrado en sus evaluaciones es el mismo que el constructo real. Las únicas diferencias que uno podría observar es el grado de supervisión, ya que durante el período de entrenamiento, ellos están acompañados siempre por un experto entrenado.

Nivel 4. *Valor de diseminación y aporte para la organización*: Con este estudio se puede estimar cuánto demora entrenar a un alumno en destrezas para endoscopia diagnóstica bajo la metodología actual. Esto nos permite saber en qué momento se pueden introducir nuevas metas y conocimientos, como por ejemplo, interpretación de hallazgos endoscópicos o toma de muestras para biopsias. Además, permite objetivar cuán efectiva es una metodología de entrenamiento tutorial justificando el costo y esfuerzo de la institución y docentes a esta tarea.

En nuestro centro, este programa ha generado un cambio organizacional, ya que los residentes no entran a la sala de endoscopia sin antes haber completado el entrenamiento en simuladores; y cada residente es asignado a un tutor endoscópico que durante 3 meses enseña de manera protocolizada a los residentes. También proveen *feedback* efectivo inmediatamente después de cada procedimiento, lo que difiere del modelo de entrenamiento previo.

En conclusión, un programa de entrenamiento estructurado para EDA diagnóstica mejora las habilidades y la adquisición de destrezas de residentes en práctica. Este entrenamiento acelera la adquisición de autonomía en la realización de EDA diagnóstica reduciendo en al menos 40 procedimientos, el número recomendado por la ASGE (de 130 a 80-90 EDAs), y sin complicaciones en más de 1.000 procedimientos realizados por los residentes durante su proceso de aprendizaje.

Agradecimientos: El equipo investigador desea agradecer al personal de Equipos Médicos Zepeda, por su valiosa colaboración en la implementación de los talleres de simulación endoscópica.

Resumen

Introducción: La endoscopia digestiva alta (EDA) diagnóstica es uno de los procedimientos médicos más solicitados en la práctica clínica habitual y si bien es una técnica segura no está exenta de complicaciones. Programas de entrenamiento estructurados podrían ayudar a garantizar un procedimiento de calidad y con adecuados estándares de seguridad. **Objetivo:** Describir un programa estandarizado de entrenamiento en EDA diagnóstica en un ambiente simulado y clínico. **Métodos:** Residentes de los programas de gastroente-

Artículo Original

rología adultos, pediátrica, cirugía digestiva y medicina familiar, sin experiencia en EDA, fueron sometidos a un programa de entrenamiento simulado, seguido de una etapa de práctica clínica supervisada. Se evaluó el cumplimiento de 4 hitos preestablecidos (intubación esofágica, paso del píloro, paso a la segunda porción duodenal y retrovisión) y se confeccionaron curvas de aprendizaje. **Resultados:** Ocho residentes completaron la etapa de simulación y realizaron 130 EDA durante la etapa clínica. Inicialmente el hito más difícil de cumplir fue la intubación esofágica, logrado sólo en el 12,5% en las primeras 10 sesiones, existiendo una diferencia estadísticamente significativa con los

otros hitos (retrovisión: 63,8%; paso a la segunda porción duodenal: 46,3% y paso del píloro: 62,5%; $p < 0,001$). El aplanamiento de la curva de aprendizaje fue alcanzado entre la endoscopia 80 y 90 de forma comparable para los 4 hitos, sin complicaciones en 1.040 procedimientos. **Conclusión:** El programa de entrenamiento reduce el tiempo de entrenamiento de manera eficiente y segura para los pacientes. Modelos de simulación podrían servir para mejorar el rendimiento en etapas de mayor dificultad.

Palabras clave: Programa de entrenamiento endoscópico, endoscopia digestiva alta, simulación y curvas de aprendizaje.

Referencias

- 1.- Adler DG, Bakis G, Coyle WJ, DeGregorio B, Dua KS, Lee LS, et al. Principles of training in GI endoscopy. *Gastrointest Endosc* 2012; 75: 231-5.
- 2.- Cohen J, Safdi MA, Deal SE, Baron TH, Chak A, Hoffman B, et al. Quality indicators for esophagogastroduodenoscopy. *Gastrointest Endosc* 2006; 63: S10-5.
- 3.- Wexner SD, Litwin D, Cohen J, Earle D, Ferzli G, Flaherty J, et al. Principles of privileging and credentialing for endoscopy and colonoscopy. *Gastrointest Endosc* 2002; 55: 145-8.
- 4.- Bini EJ, Firoozi B, Choung RJ, Ali EM, Osman M, Weinshel EH. Systematic evaluation of complications related to endoscopy in a training setting: A prospective 30-day outcomes study. *Gastrointest Endosc* 2003; 57: 8-16.
- 5.- Desilets DJ, Banerjee S, Barth BA, Kaul V, Kethu SR, Pedrosa MC, et al. Endoscopic simulators. *Gastrointest Endosc* 2011; 73: 861-7.
- 6.- Haycock A, Koch AD, Familiari P, van Delft F, Dekker E, Petruzzello L, et al. Training and transfer of colonoscopy skills: a multinational, randomized, blinded, controlled trial of simulator *versus* bedside training. *Gastrointest Endosc* 2010; 71: 298-307.
- 7.- Hochberger J, Matthes K, Maiss J, Koebnick C, Hahn EG, Cohen J. Training with the compact EASIE biologic endoscopy simulator significantly improves hemostatic technical skill of gastroenterology fellows: a randomized controlled comparison with clinical endoscopy training alone. *Gastrointest Endosc* 2005; 61: 204-15.
- 8.- Miller A, Archer J. Impact of workplace based assessment on doctors' education and performance: a systematic review. *BMJ* 2010; 341: c5064.
- 9.- Ramsay CR, Grant AM, Wallace SA, Garthwaite PH, Monk AF, Russell IT. Statistical assessment of the learning curves of health technologies. *Health Technol Assess* 2001; 5: 1-79.
- 10.- Thurstone LL. The Learning Curve Equation. *Psychological Monographs: General and Applied* 1919; 26: i-51.
- 11.- Ericsson KA. Deliberate practice and the acquisition and maintenance of expert performance in medicine and related domains. *Acad Med* 2004; 79: S70-81.
- 12.- Gotoda T, Friedland S, Hamanaka H, Soetikno R. A learning curve for advanced endoscopic resection. *Gastrointest Endosc* 2005; 62: 866-7.
- 13.- Parra-Blanco A, Arnau MR, Nicolás-Pérez D, Gimeno-García AZ, González N, Díaz-Acosta JA, et al. Endoscopic submucosal dissection training with pig models in a Western country. *World J Gastroenterol* 2010; 16: 2895-900.
- 14.- Kakushima N, Fujishiro M, Kodashima S, Muraki Y, Tateishi A, Omata M. A learning curve for endoscopic submucosal dissection of gastric epithelial neoplasms. *Endoscopy* 2006; 38: 991-5.
- 15.- Kato M, Gromski M, Jung Y, Chuttani R, Matthes K. The learning curve for endoscopic submucosal dissection in an established experimental setting. *Surg Endosc* 2012 [Publicación electrónica en avance].
- 16.- Oda I, Odagaki T, Suzuki H, Nonaka S, Yoshinaga S. Learning curve for endoscopic submucosal dissection of early gastric cancer based on trainee experience. *Dig Endosc* 2012; 24 Suppl 1: 129-32.
- 17.- Lee HH, Song KY, Park CH, Jeon HM. Training of Surgical Endoscopists in Korea: Assessment of the learning curve using a cumulative sum model. *J Surg Educ* 2012; 69: 559-63.
- 18.- Cass OW, Freeman ML, Peine CJ, Zera RT, Onstad GR. Objective evaluation of endoscopy skills during training. *Ann Intern Med* 1993; 118: 40-4.
- 19.- Neumann M, Hahn C, Horbach T, Schneider I, Meining A, Heldwein W, et al. Score card endoscopy: a multicenter study to evaluate learning curves in 1-week courses using the Erlangen Endo-Trainer. *Endoscopy* 2003; 35: 515-20.
- 20.- Kirkpatrick DL. Evaluating Training Programs: The four levels. San Francisco: Berrett-Koehler; 1994.
- 21.- Kirkpatrick D. Revisiting Kirkpatrick's four-level model, part of Great Ideas Revisited series. En: *Training & Development* 1996: 54-9.