

# Nuevo modelo de simulador para neuroendoscopia

Romina Argañaraz<sup>1,2</sup>, Amparo Sáenz<sup>1</sup>, Juan Manuel Liñares<sup>1</sup>, Patricia Martínez<sup>2</sup>,  
Marcela Bailez<sup>2</sup>, Beatriz Mantese<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Neurocirugía, Hospital de Pediatría Juan P. Garrahan. C.A.B.A., Argentina

<sup>2</sup>Centro de Simulación, Hospital de Pediatría Juan P. Garrahan. C.A.B.A., Argentina

## RESUMEN

**Introducción:** El entrenamiento en simuladores es considerado una herramienta fundamental en las especialidades quirúrgicas, contribuyendo en el aprendizaje de una determinada técnica quirúrgica. Existen modelos de simulación sintéticos que replican la anatomía ventricular con alta fidelidad sin embargo tienen un costo elevado. Algunos centros describieron el uso de cadáveres humanos pero la disponibilidad del material suele ser limitada y la adquisición dificultosa. Otros autores utilizan entrenamiento en modelos biológicos vivos (roedores de laboratorio) que presentan la ventaja de tener alta fidelidad en cuanto a la consistencia de tejidos, sin embargo, la utilización de estos modelos se encuentra cuestionados desde el aspecto ético.

**Material y Métodos:** Se presenta un modelo de simulación que utiliza unidades de cerebro bovino y membrana amniótica. Colocamos el cerebro bovino y las unidades de membrana amniótica dentro de un recipiente esférico de poliestireno expandido. Una vez que se forma la esfera, insertamos dos trocares que nos permitirán insertar el neuroendoscopio y llenarlo con agua.

**Resultado:** Presentamos un nuevo modelo accesible y realista para la simulación neuroendoscópica que reproduce ejercicios de biopsia, coagulación de tejidos, fenestración y dilatación de membrana.

**Conclusión:** Los simuladores para neuroendoscopia descritos hasta ahora son confiables, pero conllevan un alto costo. Los modelos con animales vivos, aunque con menor costo, son cuestionados desde un punto de vista ético. En el trabajo actual, describimos un modelo de simulador neuroendoscópico ventricular de alta fidelidad que, debido a su bajo costo, permite ser replicado en cualquier centro de entrenamiento que tenga un neuroendoscopio.

**Palabras clave:** Neuroendoscopia; Entrenamiento Neuroquirúrgico; Simulación; Entrenamiento Quirúrgico; Modelos Biológicos

## ABSTRACT

**Objectives:** Ventricular endoscopy is considered an excellent technique. However, without an optimal learning curve, it could lead to deadly complications.

There are synthetic simulation models that replicate the ventricular anatomy with high fidelity but high costs. Some low-cost models have been published using human corpses for endoscopic training; however, materials' acquisition is difficult. A different option is live biological models (laboratory rodents), although cost is lower, they are questioned from an ethical point of view. The ideal simulator, in addition to aspiring maximum fidelity, must be accessible, affordable and easy to replicate to facilitate repetitive training.

**Methods:** A simulation model using bovine brain and membrane units made by a soda cup covered by an amniotic membrane. We placed the bovine brain and the amniotic membrane units inside an expanded polystyrene spherical container; once the sphere is formed, we inserted two trocars, which will enable us to insert the neuroendoscope and fill it with water.

**Result:** We introduced an attainable and realistic new model for neuroendoscopic simulation, which replicates biopsy, tissue coagulation, fenestration, and membrane dilatation exercises.

**Conclusion:** Simulators for neuroendoscopy described so far are reliable, but they entail a high cost. Models with live animals, although with lower cost, are questioned from an ethical point of view.

In the current work, we describe a high fidelity ventricular neuroendoscopic simulator model that, due to its low cost, allows to be replicated in any training center that has a neuroendoscope.

**Key words:** Neuroendoscopia; Entrenamiento Neuroquirúrgico; Simulación; Entrenamiento Quirúrgico; Modelos Biológicos

## INTRODUCCIÓN

El entrenamiento en simuladores es considerado una herramienta fundamental en la formación de cualquier especialidad quirúrgica, ya que permite reducir complicaciones durante la curva de aprendizaje de una determinada técnica quirúrgica.<sup>3</sup> Los simuladores se clasifican en alta o baja fidelidad según la similitud de dicho simulador con el escenario real. Además, algunos simuladores presentan objetivos precisos para ejercitar determinada maniobra quirúrgica sin requerir necesariamente una similitud anatómica.<sup>1</sup>

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Amparo Sáenz

amparosaenzmaza@gmail.com

Recibido: Julio de 2019. Aceptado: Noviembre de 2019.

El simulador ideal, además de aspirar a la máxima fidelidad, debería ser en preferencia de bajo costo, accesible y fácilmente reproducible para estimular el entrenamiento repetitivo.

En el presente trabajo, presentamos un nuevo modelo para simulación neuroendoscópica de bajo costo y alta fidelidad para replicar ejercicios de toma de biopsia, coagulación de tejidos, fenestración y dilatación de membranas

## DESCRIPCIÓN DEL MODELO

### Materiales

- Cerebro bovino completo fresco.
- Dos tapas plásticas de botella, de color negro.
- Dos bandas elásticas.
- Una membrana amniótica.



Figura 1: Cerebro bovino completo. La imagen muestra la conformación de un cerebro bovino completo, podemos apreciar la similitud con el cerebro humano en cuanto a su superficie externa.

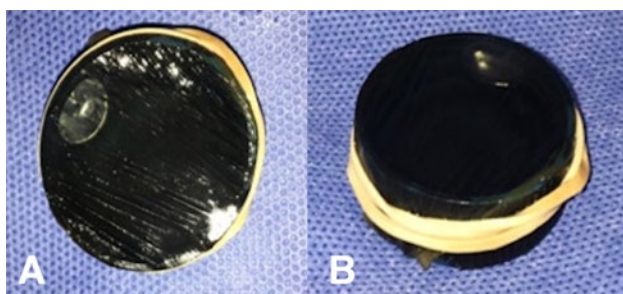


Figura 2: Membrana amniótica. A) La imagen muestra el resultado final de la membrana amniótica envolviendo la tapa de gaseosa, se puede observar por translucencia que se encuentra llena de líquido. B) En la visión lateral se puede observar la tapa de gaseosa sujetada con una banda elástica

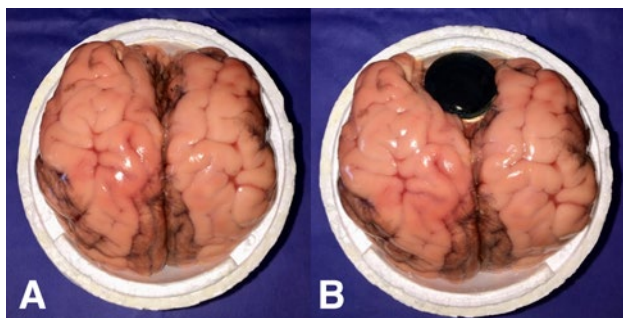


Figura 3: Recipiente de poliestireno expandido. A) La imagen muestra el cerebro bovino colocado dentro del recipiente. B) Resultado final luego de colocar el cerebro bovino junto con la tapa con membrana amniótica.

- Un recipiente de poliestireno expandido (Telgopor®) esférico.
- Un cable para plancha de monopolar.
- Agua o solución fisiológica.
- Dos trocares.

El modelo consiste en la utilización de un cerebro bovino (de preferencia utilizar la pieza completa) (fig. 1) y de



Figura 4: Recipiente con el cable de monopolar. Se puede observar el modelo con el cerebro bovino junto con la tapa de gaseosa y el cable del monopolar ingresando para hacer contacto con el cerebro y así permitir la coagulación.

pequeñas unidades de membrana amniótica, que se colocan envolviendo las tapas de botellas de plástico, para permitir la fenestración y dilatación de la misma (fig. 2 a-b). Éstas se disponen dentro de un recipiente esférico de poliestireno expandido (fig. 3 a-b), el cual se fenestra en la parte superior para permitir el ingreso del endoscopio. Para poder utilizar el monopolar debe colocarse dentro del recipiente el terminal del cable, que proviene de la consola, directamente en contacto con el tejido cerebral (fig. 4). Finalmente cerramos la esfera de poliestireno expandido y la llenamos por completo con solución fisiológica o agua corriente (fig. 5).

Para realizar la unidades de membrana amniótica utilizamos tapas de plástico color negro las cuales tapizamos del lado cóncavo con un fragmento de membrana amniótica de 5x5 cm. Para mantener la tensión utilizamos una banda elástica (fig. 2 b). Debemos rellenar la cavidad que



Figura 5: Modelo terminado. La imagen muestra el modelo terminado cerrado con los trocares colocados a ambos lados para el ingreso del endoscopio y el cable del monopolar ingresando por el extremo superior.

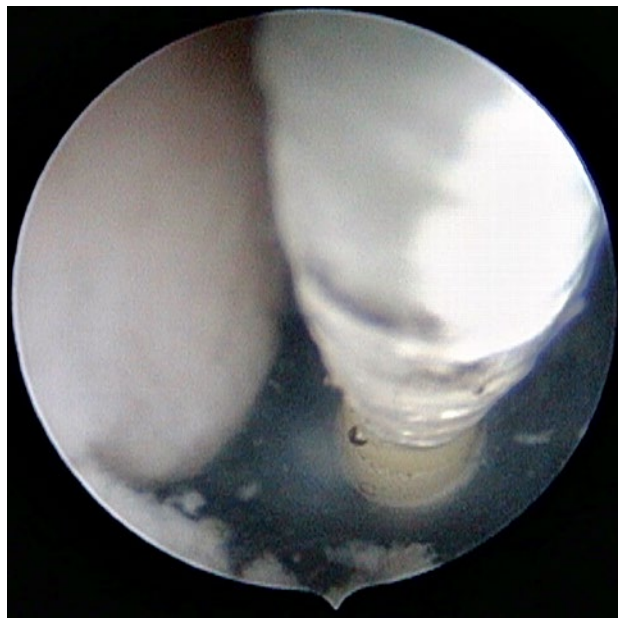


Figura 7: Imagen endoscópica del ejercicio de fenestración de membrana que simula una tercer ventriculostomía endoscópica.



Figura 6: Imagen del estudiante entrenando con el modelo de simulación en uno de nuestros cursos.

quedó entre la tapa y la membrana amniótica con agua o solución fisiológica para lograr el medio acuoso que se encontrará una vez fenestrada la membrana y que simula el piso del III ventrículo (fig. 6). Para concluir colocamos la



Figura 8: Imagen endoscópica de ejercicio de toma de biopsia.

esfera sobre otro recipiente que sirve como base de sustentación y en la parte superior, donde teníamos las dos ventanas, colocamos dos trocares para el ingreso del endoscopio (no son requisito absoluto). Se utilizan dos entradas para duplicar el número de ejercicios (fig. 7). Este modelo innovador permite la biopsia y coagulación de tejidos (fig. 8) y la dilatación de membranas simulando un ejercicio de tercer ventriculostomía endoscópica.

## DISCUSIÓN

En la neurocirugía, la endoscopia ventricular es con-

siderada una técnica excelente y sus indicaciones y usos aumentan día a día. Sin embargo, sin una curva de aprendizaje óptima podría verse acompañada de complicaciones.<sup>7,10</sup>

En los últimos años se presentaron diferentes modelos sintéticos, éstos imitan la anatomía ventricular con alta fidelidad, logrando replicar la anatomía craneana y facial externa.<sup>4,6</sup> Sin embargo, la adquisición de estos modelos resulta dificultosa debido a su elevado costo, teniendo un valor actual en el mercado de US\$1300 (SIMONT®). Algunos centros describieron el uso de cadáveres humanos para el entrenamiento endoscópico,<sup>5,9</sup> pero la disponibilidad del material es limitada y la adquisición dificultosa. Otros autores<sup>8</sup> publicaron el entrenamiento en modelos biológicos vivos (roedores de laboratorio), donde se genera un hidroperitoneo que permite replicar la coagulación y biopsia de tejidos. Presentan la ventaja de tener alta fidelidad en cuanto a la consistencia de tejidos, ya que se utiliza tejidos orgánicos vivos. Sin embargo, este modelo requiere de un espacio destinado a la cría de animales, la disponibilidad de un veterinario para realizar la anestesia y aceptar el sacrificio de animales para este fin.<sup>2</sup> Este último punto es importante ya que, en los últimos años, se ha impulsado una corriente mundial que promueve evitar el uso innecesario de animales en docencia e investigación siempre que exista una alternativa factible.<sup>12</sup>

En el presente artículo presentamos un modelo de simulador realizado con cerebro bovino y membrana am-

niótica, donde es posible replicar los ejercicios básicos de entrenamiento en neuroendoscopia realizando coagulación de tejidos, fenestración y dilatación de membranas con tejido orgánico. De este modo podemos simular una tercer ventriculostomía endoscópica y toma de biopsia de tejido cerebral con alta fidelidad, navegando en un medio líquido. Este modelo fue ampliamente aceptado en experiencias iniciales por médicos en formación.

Por último, destacamos su bajo costo (US\$ 5) y sencillo armado como aquí se describe.

## CONCLUSIONES

El uso de simuladores para la adquisición de nuevas técnicas quirúrgicas, así como para el entrenamiento continuo, es fundamental para reducir riesgos innecesarios durante la curva de aprendizaje, contribuyendo a la seguridad del paciente.

Los simuladores para neuroendoscopia descriptos hasta el momento son útiles y fidedignos, pero conllevan un costo elevado. Los modelos con animales vivos si bien representan menores costos se encuentran cuestionados desde el aspecto ético.

En el presente trabajo describimos un modelo de simulador para neuroendoscopia ventricular de alta fidelidad, bajo costo, y fácilmente reproducible, donde pueden realizarse todos los ejercicios básicos de entrenamiento en neuroendoscopia.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Bjerrum F, Thomsen ASS, Nayahangan LJ, Konge L. Med Teach. Surgical simulation: Current practices and future perspectives for technical skills training. *Med Teach*. 2018 Jul;40(7):668-675.
2. Bout HJ, Fentener van Vlissingen JM, Karssing ED. Evaluating the ethical acceptability of animal research. *Lab Anim (NY)*. 2014 Nov;43(11):411-4.
3. Coelho G, Zanon N, Warf B. The role of simulation in neurosurgery. *Childs Nerv Syst*. 2014 Dec;30(12):1997-2000.
4. Coelho G, Zymborg S, Lyra M, Zanon N, Warf B. New anatomical simulator for pediatric neuroendoscopic practice. *Childs Nerv Syst*. 2015 Feb;31(2):213-9.
5. Ferreira CD, Matushita H, Silva BR, Netto AU, Correia LG, Holanda MM, et al. Proposal of a new method to induce ventricular system dilation to simulate the features of hydrocephalus and provide an anatomical model for neuroendoscopy training. *Childs Nerv Syst*. 2014 Jul;30(7):1209-15.
6. Filho FV, Coelho G, Cavalheiro S, Lyra M, Zymborg ST. Quality assessment of a new surgical simulator for neuroendoscopic training. *Neurosurg Focus*. 2011 Apr;30(4):E17.
7. Horowitz M, Albright AL, Jungreis C, Levy EI, Stevenson K. Endovascular management of a basilar artery false aneurysm secondary to endoscopic third ventriculostomy: case report. *Neurosurg*. 2001 Dec;49(6):1461-4; discussion 1464-5.
8. Jaimovich SG, Bailez M, Asprea M, Jaimovich R. Neurosurgical training with simulators: a novel neuroendoscopy model. *Childs Nerv Syst*. 2016 Feb;32(2):345-9.
9. Louhimies S1. Directive 86/609/EEC on the protection of animals used for experimental and other scientific purposes. *Altern Lab Anim*. 2002 Dec;30 Suppl 2:217-9.
10. Sastry RA, Koch MJ, Grannan BL, Stapleton CJ, Butler WE, Patel AB. Flow diversion of a recurrent, iatrogenic basilar tip aneurysm in a pediatric patient: case report. *J Neurosurg Pediatr*. 2018 Jan;21(1):90-93.
11. Winer JL, Kramer DR, Robison RA, Ohiorhenuan I, Minneti M, Giannotta S, et al. Cerebrospinal fluid reconstitution via a perfusion-based cadaveric model: feasibility study demonstrating surgical simulation of neuroendoscopic procedures. *Neurosurg*. 2015 Nov;123(5):1316-21.

## COMENTARIO

Los autores realizan la descripción de un nuevo modelo de simulador para neuroendoscopia cerebral dirigido fundamentalmente a la aplicación de la técnica de tercer ventriculocisternostomía; a través de una comunicación concreta, práctica y bien estructurada.

En contraposición a los modelos de simulación sintéticos que implican una inversión onerosa, y a los modelos cada-

véricos de difícil disposición; esta propuesta se constituye en una alternativa viable por su bajo costo de ejecución, y su realización con materiales simples y disponibles.

Felicitemos a los autores por este aporte fáctico que beneficia a los neurocirujanos en formación, al propiciar un acortamiento de las curvas de aprendizaje de las técnicas que el modelo implica.

Claudio Centurión  
Clínica Vélez Sársfield. Córdoba, Argentina