



ICAT
Instituto de Ciencias
Aplicadas y Tecnología

MODELO DE ENTRENAMIENTO DE SIMULACIÓN CON REALIDAD AUMENTADA PARA PROCEDIMIENTOS DE PUNCIÓN VENTRICULAR NEUROQUIRÚRGICA

César Fabián Domínguez Velasco¹, Isaac Enrique Tello Mata², Víctor Alcocer Barradas², Juan Salvador Pérez Lomelí¹, Miguel Ángel Padilla Castañeda¹

¹Laboratorio de Bio-instrumentación, Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, cvelasco@comunidad.unam.mx, salvador.perez@icat.unam.mx, miguel.padilla@icat.unam.mx

²Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía "Dr. Manuel Velasco Coello", isaactellom@gmail.com, barradas67@hotmail.com



Se agradece a los proyectos SECTEI 219/2019 y DGAPA-PAPIIT TA10422, por el apoyo económico para la realización de este proyecto.

Resumen: Las metodologías de enseñanza en cirugía neurológica siguen el mismo patrón, el cual indica el aprendizaje sobre el paciente. En las últimas dos décadas se ha comenzado a implementar nuevos patrones de enseñanza que complementan al método tradicional. Tal es el caso del uso de simuladores de alta fidelidad que permiten la mejora de habilidades, centrados en la precisión y tasa de éxito de la operación.

Este trabajo presenta un modelo de entrenamiento de simulación, basado en realidad aumentada que atiende la necesidad de mejora de la tasa de punciones exitosas en el procedimiento de punción ventricular. Este es un procedimiento que debe ser tratado con urgencia ya que la presión del líquido cefalorraquídeo presente en los ventrículos incrementa con el paso del tiempo. Es crucial realizar una punción ideal y en su defecto exitosa, el fallo en la punción provocaría la reinscripción del catéter y por lo tanto en riesgo la vida del paciente.

Aplicadas métricas de calidad de punción y tasa de éxito con el simulador, se puede comprobar que hay una mejora al realizar un entrenamiento repetitivo y en un ambiente seguro.



INTRODUCCIÓN

La simulación en el área de la salud ha tenido un incremento en los últimos 25 años [1], [2]. Para complementar las metodologías de enseñanza tradicional y ofrecer al paciente un entorno seguro y profesional se ha optado por la práctica previa por parte del cirujano en modelos animales o cadavéricos. Alternativamente, se han creado simuladores computacionales que reproducen el procedimiento y los modelos anatómicos de alta fidelidad [3]; además permiten la planificación detallada de procedimientos médicos, revisión colaborativa posoperativa e interacción remota avanzada [4].

En el procedimiento de ventriculostomía se encontró la necesidad de mejorar la calidad de punción debido a dos factores principales:

1. La tasa de catéteres mal colocados asciende a 20% y se plantea la necesidad de un cambio en la práctica [5]. Esto debido a que los pronósticos no son favorables y de alto riesgo al volver a intervenir a un paciente que ya se encuentra en estado delicado.
2. Durante la ventriculostomía, el neurocirujano toma en cuenta referencias "virtuales", además de puntos anatómicos característicos del paciente. Esto no es suficiente ya que el tamaño ventricular, desplazamientos o deformaciones del cráneo influyen en la selección del punto de referencia inicial.

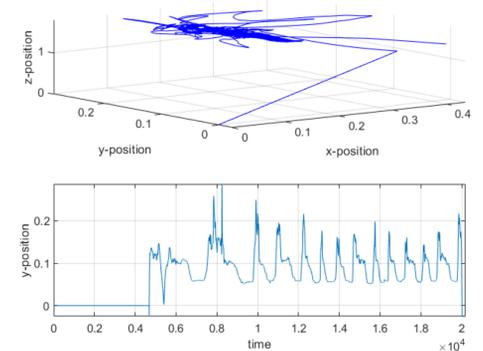
Este ejercicio consiste en liberar la presión intracraneal, derivada de la inflamación de los ventrículos cerebrales, por los cuales circula líquido cefalorraquídeo.

Problemática:

- Cálculo de la ubicación del foramen de Monro.
- La metodología en la práctica es considerada una práctica "a ciegas".
- Trazado imaginario de referencias craneométricas.
- Incluso con la ayuda de estudios de CT, existe una tasa de fallo de punción.

DESARROLLO

- Segmentación de los modelos de cráneo y ventrículos basados en estudios de tomografía por computadora (CT) a las cuales se aplicaron filtros para la reducción y limpieza de artefactos. Finalmente se generó una malla de las dos estructuras las cuales fueron utilizadas en el ambiente virtual y físico. Se realizó el modelado de la herramienta de punción ventricular. Para lograr un entorno de realidad aumentada (RA), se modeló la carcasa de una cámara estéreo. A cada uno de los elementos fueron agregadas configuraciones estructurales para su rastreo con un sistema óptico basado en esferas reflectantes.
- Se desarrolló un entorno virtual, partiendo de las segmentaciones obtenidas del paso anterior. Se imprimieron en 3D los modelos anatómicos y las herramientas. El cráneo, el catéter y la cámara estéreo son rastreados en tiempo real. Los centroides de los modelos virtuales están alineados a aquellos correspondientes a los modelos físicos, el centro óptico de la cámara con la carcasa de rastreo. Esta configuración permite el despliegue de una aplicación de RA para aplicaciones en neurocirugía.



EXPERIMENTOS

Los participantes, todos pertenecientes al Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía "Manuel Velasco Suárez" (INNN), realizaron el procedimiento de punción ventricular con el sistema. Se tomaron en cuenta 47 participantes, todos ellos de distintos niveles de experticia, los cuales fueron clasificados bajo el siguiente criterio:

- Junior: Residentes de nivel R1 a R3.
- Senior: Residentes de nivel R4 a R6.
- Experto: Neurocirujanos profesores adscritos al hospital.

Protocolo:

1. Se informó a cada participante que las pruebas consistían en imitar únicamente la tarea de punción.
2. En total, 12 punciones fueron tomadas en cuenta para cada uno de los participantes, donde la primera y última punción serían a ciegas, las diez restantes, asistidas con RA.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El ventrículo fue dividido en cinco regiones conocidas: asta derecha, asta izquierda, tercer ventrículo, cuerpo derecho y cuerpo izquierdo.

- En el grupo de punciones Pre-AR, se encontró que el 36% (17 participantes) y el 23% (11 participantes) de las punciones corresponden a aquellas ideales y correctas respectivamente.
- Dentro del grupo de punciones Post-AR, se identifica un incremento al 57% (27 participantes) en punciones ideales y un 32% (15 participantes) en punciones correctas. La baja en porcentaje en punciones en el asta izquierda (9%) se distribuyen hacia punciones en regiones ideales y correctas.
- Las regiones restantes corresponden a aquellas extraventriculares o de alto riesgo, las cuales suponen un muy bajo porcentaje de incidencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] W. O. Contreras López, P. A. Navarro, y S. Crispin, "Intraoperative clinical application of augmented reality in neurosurgery: A systematic review", *Clinical Neurology and Neurosurgery*, vol. 177, pp. 6–11, feb. 2019, doi: 10.1016/j.clineuro.2018.11.018.
- [2] B. Fiani, F. De Stefano, A. Kondilis, C. Covarrubias, L. Reier, y K. Sarhadi, "Virtual Reality in Neurosurgery: Can You See It?—A Review of the Current Applications and Future Potential", *World Neurosurgery*, vol. 141, pp. 291–298, sep. 2020, doi: 10.1016/j.wneu.2020.06.066.
- [3] P. Hvolbek, P. M. Nilsson, F. Sanguedolce, y L. Lund, "A prospective study of the effect of video games on robotic surgery skills using the high-fidelity virtual reality RobotiX simulator", *Adv Med Educ Pract*, vol. 10, pp. 627–634, ago. 2019, doi: 10.2147/AMEP.S199323.
- [4] M. R. Desselle, R. A. Brown, A. R. James, M. J. Midwinter, S. K. Powell, y M. A. Woodruff, "Augmented and Virtual Reality in Surgery", *Computing in Science Engineering*, vol. 22, núm. 3, pp. 18–26, may 2020, doi: 10.1109/MCSE.2020.2972822.
- [5] A. K. Toma, S. Camp, L. D. Watkins, J. Grieve, y N. D. Kitchen, "EXTERNAL VENTRICULAR DRAIN INSERTION ACCURACY", *Neurosurgery*, vol. 65, núm. 6, pp. 1197–1201, dic. 2009, doi: 10.1227/01.NEU.0000356973.39913.0B.

¿PREGUNTAS?

<https://us04web.zoom.us/j/9590775573?pwd=a1BmbTFGdmhhZk1TMU53NEpLZW14QT09>

