

Realidad mixta en Hololens 2 como sistema de asistencia intraoperatoria en cirugía de escoliosis idiopática del adolescente: un caso clínico.

DOI: <http://dx.doi.ORG/10.37315/SOTOCAY20222915780>

FERRÀS TARRAGÓ J1, SÁENZ GAMBOA J2, DOMÉNECH FERNÁNDEZ J1.

1 HOSPITAL ARNAU DE VILANOVA, VALENCIA

2 CENTRO DE INVESTIGACIÓN PRÍNCIPE FELIPE, VALENCIA

Resumen

La realidad virtual ha sido una de las principales revoluciones tecnológicas en traumatología en la última década. Ésta nos permite realizar una asistencia intraoperatoria de forma sencilla, sin uso de anclajes físicos y con un proceso de preparación de la imagen rápida y accesible. Presentamos el uso de esta tecnología en la asistencia quirúrgica para la corrección de la deformidad en una escoliosis idiopática del adolescente. Material y métodos: mediante código C++ y la plataforma Unity se generó una herramienta de planificación virtual y se realizó el diseño del posicionamiento y tamaño óptimo de los implantes en el ápex de la deformidad. Posteriormente se fijó en el paciente real y se empleó la imagen holográfica para la asistencia quirúrgica. Resultados: el posicionamiento y el tamaño de los implantes fue idéntico al planificado mediante esta tecnología. El tiempo de planificación fue bajo y la satisfacción del cirujano alta en cuanto a la practicidad de su uso y el resultado obtenido. Conclusiones: la realidad virtual es una tecnología sencilla que permite mejorar la asistencia intraoperatoria en cirugía de raquis, siendo éste uno de los primeros casos descritos para su utilización intraoperatoria.

Palabras clave: Hololens 2, escoliosis idiopática del adolescente, realidad mixta.

Summary

Virtual reality has been one of the main technological revolutions in trauma in the last decade. This allows us to perform intraoperative assistance in a simple way, without the use of physical anchors and with a quick and accessible image preparation process. We present the use of this technology in surgical assistance for the correction of the deformity in adolescent idiopathic scoliosis. Material and methods: using C++ code and the Unity platform, a virtual planning tool was generated and the optimal positioning and size of the implants were designed at the apex of the deformity. Subsequently, the image was fixed in the patient and the holographic image was used for surgical assistance. Results: the positioning and size of the implants were identical to those planned using this technology. The planning time was low and the surgeon's satisfaction was high regarding the practicality of its use and the result obtained. Conclusions: virtual reality is a simple technology that allows improving intraoperative assistance in spinal surgery, this being one of the first cases described for its intraoperative use.

Keywords: Hololens 2, adolescent idiopathic scoliosis, mixed reality.

Correspondencia:

Joan Ferràs Tarragó

Cotferras@gmail.com

Fecha de recepción: 27 de julio 2022

Fecha de aceptación: 20 de septiembre de 2022

INTRODUCCIÓN

La navegación intraoperatoria es una de las tecnologías más novedosas de los últimos años en cirugía ortopédica y traumatología¹. Mediante la navegación, podemos obtener información sobre el posicionamiento de las estructuras óseas y de los implantes, mejorando así el posicionamiento de éstos². La escoliosis es una patología en la que la orientación vertebral se modifica respecto a los valores normales en los tres planos del espacio. Cuando la cirugía es el tratamiento indicado, es necesario introducir tornillos a través de los pedículos vertebrales, los cuales se encuentran en una posición anómala respecto a la normalidad. Por ello, se han desarrollado múltiples sistemas de asistencia intraoperatoria y de robótica para mejorar la seguridad en la implantación de tornillos pediculares en cirugía de escoliosis³.

La principal limitación de los sistemas de navegación actuales en cirugía de escoliosis es el coste del equipamiento y la necesidad de fijadores o trackers durante la cirugía. Esto es debido a que los sistemas de navegación actuales se basan fundamentalmente en la triangulación de señales de luz infrarroja, que actúan como punto de confluencia entre la información del navegador y la morfología del paciente⁴. Tras la aparición de los sistemas de realidad mixta, se han descrito múltiples aplicaciones para los mismos, ya sea para formación o asistencia intraoperatoria^{2,5}. La principal ventaja de estos sistemas es que permiten fijar un objeto 3D virtual en el espacio físico sin la necesidad de trackers, empleando referencias espaciales. De este modo, los sistemas de realidad mixta permiten ver la anatomía de un paciente en 3D obtenida a partir de una tomografía o de una resonancia, incluyendo las referencias del posicionamiento óptimo de los implantes, permitiendo al cirujano replicar de una forma más sencilla la planificación preoperatoria.

Presentamos la aplicación de un sistema de aplicación mixta aplicado en la asistencia intraoperatoria para la fijación vertebral de un paciente con escoliosis idiopática del adolescente.

CASO CLÍNICO

Generación del software

El software (metaCOT, Surgival ®) fue diseñado por los autores del trabajo basándose en lenguaje C++ de la plataforma Unity y un entorno MRTK (Mixed Reality Toolkit) de Microsoft (Redmond, Estados Unidos)⁶. Para la obtención del biomodelo 3D, se segmentó una RMN mediante el protocolo de segmentación automática de RMN y se planificó el posicionamiento óptimo de los implantes mediante MeshMixer (Autodesk, California, Estados Unidos) (Fig. 1).

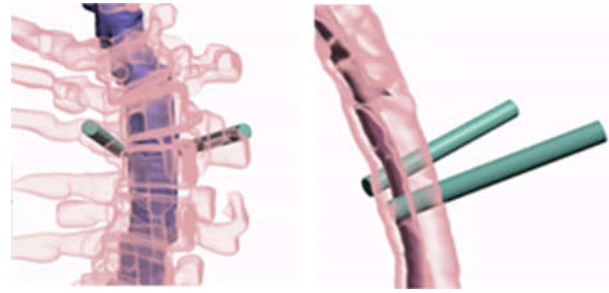


Figura 1: Imagen de la planificación preoperatoria mediante MeshMixer®.

Tras la obtención del biomodelo y la planificación del posicionamiento óptimo de los implantes, se exportó cada uno de los elementos de forma individual al entorno Unity para su escalado a tamaño real 1:1 con el medio (Fig. 2). Finalmente se compiló la aplicación y se instaló en las gafas de realidad mixta Microsoft HoloLens 2 mediante Visual Studio 2019 a partir del archivo sln.



Figura 2: Imagen virtual (holográfica) del modelo a escala 1:1 en la planificación preoperatoria. En rojo, se distingue el saco dural, obtenido de forma automática mediante la generación de redes neuronales de segmentación automática.

Valoración intraoperatoria

Mediante el uso de anclajes espaciales se posicionó el biomodelo y la planificación preoperatoria sobre el paciente real. El cirujano principal dispuso de las gafas y mediante las mismas, posicionó los tornillos pediculares del ápex de la deformidad, empleando las referencias virtuales del sistema (Fig. 3).

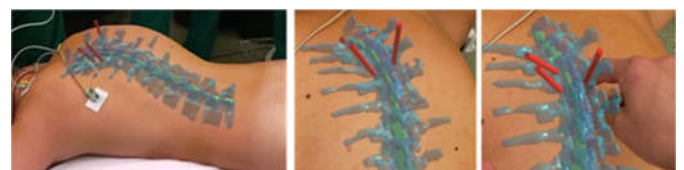


Figura 3: Imagen intraoperatoria de la superposición de la imagen holográfica y la planificación del posicionamiento y la orientación de los tornillos pediculares.

El tiempo de planificación quirúrgica del sistema fue de 5 minutos y la satisfacción del cirujano con el sistema durante la planificación fue alta. El posicionamiento de los tornillos en el paciente fue correcta, estando en todo su trayecto por el interior de los tornillos pediculares, y coincidiendo con el eje marcado por el sistema de realidad virtual.

La satisfacción del cirujano con el proceso de asistencia fue alta y valorada como positivamente tanto en su función de planificación preoperatoria como de asistencia. El sistema no modificó el flujo normal de trabajo del quirófano, lo que facilitó su implementación sin cambios en la logística ni la dinámica habitual del quirófano.

DISCUSIÓN

Presentamos el primer caso de asistencia intraoperatoria basada en un sistema de realidad mixta fabricado en un centro sanitario. En este caso, se ha empleado para facilitar la colocación de tornillos pediculares en el ápex de la deformidad, donde la deformidad tridimensional hace la colocación de los tornillos más complicada. Además, mediante el sistema propuesto, pudimos evaluar el calibre óptimo de los tornillos pediculares, pudiendo visualizar la trayectoria y la distancia a la médula y a la raíz tras la implantación del tornillo pedicular.

La planificación 3D es una de las innovaciones más significativas en cirugía ortopédica en la última década^{7,8}. Las publicaciones en relación a la impresión 3D han aumentado exponencialmente los últimos años. Una de las ventajas de la realidad mixta respecto a la impresión 3D es

que permite la generación de imágenes de forma más rápida, más sencilla y más económica. Además, permite compartir información entre cirujanos tanto a nivel de estructuras 3D como de video en tiempo real, lo que hace que sea un campo de futuro cada vez más sencillo y más económico.

Una de las principales limitaciones de la realidad mixta es la dificultad para evaluar el efecto que tiene su uso sobre la cirugía. Las escalas de valoración de pacientes son el objetivo último de la cirugía ortopédica, sin embargo, su valor está muy influenciado por valores no controlables en estudios como es el tipo de paciente, sus expectativas, el dolor... Es por ello que las nuevas tecnologías, como la navegación, siguen teniendo dificultades para encontrar diferencias a nivel clínico, aunque a nivel radiográfico hayan demostrado mejorar la técnica quirúrgica⁹.

En el caso que presentamos, la sensación subjetiva del cirujano que empleó el sistema fue satisfactoria, y la colocación de los tornillos pediculares fue idéntica en la planificación y en el paciente real. Aunque se trate de un único caso, este trabajo muestra una de las principales aplicaciones de esta tecnología para la asistencia intraoperatoria en casos futuros, siendo un primer paso que abre un mundo de opciones a la realidad mixta.

Por último, cabe resaltar que son necesarios estudios que definan exactamente el error que podemos encontrar a la hora de emplear esta tecnología para la asistencia intraoperatoria y que nunca será cero. Para ello, serán necesarios estudios con tamaños muestrales altos y sistemas de valoración tridimensional de los resultados obtenidos respecto a los esperados usando y sin usar el sistema de realidad mixta.

Bibliografía

1. Wood DS, Eckel TM, Kitziger KJ, Peters PC, Gladnick BP. Accelerometer-based navigation improves early patient-reported outcomes after gap-balanced total knee arthroplasty. *Journal of Orthopaedics* 2021; 23:37-40.
2. Wu X, Liu R, Yu J, et al. Mixed Reality Technology-Assisted Orthopedics Surgery Navigation. *Surgical innovation* 2018; 25:304-305.
3. McAfee PC, Lieberman I, Theodore N. Innovations in Robotics and Navigation. *International journal of spine surgery* 2021; 15:S7-S9.
4. Ewurum CH, Guo Y, Pagnha S, Feng Z, Luo X. Surgical Navigation in Orthopedics: Workflow and System Review. In: *Advances in experimental medicine and biology*. Singapore: Springer Singapore, 2018; 47-63.
5. Verhey JT, Haglin JM, Verhey EM, Hartigan DE. Virtual, augmented, and mixed reality applications in orthopedic surgery. *The international journal of medical robotics + computer assisted surgery* 2020; 16:e2067-n/a.
6. Maniam P, Schnell P, Dan L, et al. Exploration of temporal bone anatomy using mixed reality (HoloLens): development of a mixed reality anatomy teaching resource prototype. *Journal of visual communication in medicine* 2020; 43:17-26.
7. Shah P, Chong BS. 3D imaging, 3D printing and 3D virtual planning in endodontics. *Clin Oral Invest* 2018; 22:641-654.
8. Tack P, Victor J, Gemmel P, Annemans L. 3D-printing techniques in a medical setting: a systematic literature review. *Biomedical engineering online* 2016; 15:115.
9. Gargallo-Albiol J, Barootchi S, Salomó-Coll O, Wang H. Advantages and disadvantages of implant navigation surgery. A systematic review. *Annals of anatomy* 2019; 225:1-10.