

Realidade aumentada: o futuro do treinamento em simuladores vasculares

Autores: Tamires Martins Silva

Introdução

A cirurgia vascular é uma especialidade altamente dependente de precisão anatômica, habilidades técnicas avançadas e tomada de decisão em tempo real. Com o aumento da complexidade dos procedimentos, métodos tradicionais de ensino – baseados em observação, treinamento em cadáveres e aprendizado progressivo no ambiente cirúrgico – apresentam limitações importantes. Nesse contexto, as tecnologias de realidade estendida (Extended Reality – XR) emergem como ferramentas promissoras para transformar o treinamento, o planejamento cirúrgico e a prática clínica em cirurgia vascular.

A realidade estendida refere-se ao espectro de tecnologias que combinam elementos do mundo real e virtual. Ela envolve 3 principais conceitos: realidade virtual (VR), que cria um ambiente totalmente imersivo e simulado; realidade aumentada (AR), a qual sobrepõe informações digitais ao ambiente real, permitindo interação simultânea com o campo cirúrgico; realidade mista (MR), que integra modelos virtuais tridimensionais de forma dinâmica ao mundo real, possibilitando manipulação e alinhamento espacial em tempo real.

Essas tecnologias permitem visualização tridimensional detalhada da anatomia vascular, simulação de procedimentos e integração de imagens pré-operatórias ao cenário clínico real.

Aplicações no treinamento em cirurgia vascular

Diversos estudos demonstram que a XR tem papel relevante na educação e treinamento de residentes e cirurgiões vasculares. Simuladores baseados em VR e AR permitem a prática repetitiva de procedimentos endovasculares complexos, como angioplastias, implante de stents e reparo endovascular de aneurismas, em ambiente seguro e controlado.

Essas plataformas melhoram a compreensão espacial da anatomia, reduzem a dependência de treinamento exclusivamente intraoperatório e possibilitam avaliação objetiva de desempenho, como tempo de procedimento, precisão e número de erros, aceleram a curva de aprendizado e aumenta a confiança do cirurgião antes do contato com o paciente real.

Planejamento pré-operatório

A realidade estendida permite a reconstrução de modelos tridimensionais personalizados a partir de exames de imagem, possibilitando melhor compreensão anatômica, escolha mais precisa de dispositivos e simulação prévia do procedimento. Em casos complexos, como aneurismas com anatomia desfavorável, o planejamento assistido por XR pode otimizar a estratégia cirúrgica e reduzir incertezas e complicações.

Uso intraoperatório

No intraoperatório, a realidade aumentada e mista possibilitam a sobreposição de informações anatômicas virtuais ao campo cirúrgico real, oferecendo orientação em tempo real. Essa integração pode aumentar a precisão dos procedimentos endovasculares, melhorar a ergonomia e reduzir a dependência de fluoroscopia contínua.

Limitações e desafios

Apesar do potencial, a implementação da XR enfrenta limitações como alto custo, necessidade de infraestrutura adequada, curva de aprendizado e heterogeneidade tecnológica. Além disso, ainda são necessários estudos clínicos maiores e multicêntricos para avaliar seu impacto em desfechos clínicos.

Conclusão

As tecnologias de realidade estendida representam uma inovação com grande potencial para transformar o treinamento, o planejamento e a execução de procedimentos em cirurgia vascular. Evidências atuais sugerem benefícios claros na educação e na compreensão anatômica, com aplicações emergentes no ambiente clínico real. No entanto, estudos adicionais são necessários para definir o papel dessas ferramentas na prática vascular e estabelecer diretrizes para sua implementação segura, eficaz e custo-efetiva.

Referências

- Halman J, Tencer S, Siemiński M. Artificial Intelligence and Extended Reality in the Training of Vascular Surgeons: A Narrative Review. *Medical Sciences (Basel)*. 2025;13(3):126. doi:10.3390/medsci13030126. [MDPI](#)
- Eves J, Sudarsanam A, Shalhoub J, Amiras D. Augmented Reality in Vascular and Endovascular Surgery: Scoping Review. *JMIR Serious Games*. 2022;10(3):e34501. doi:10.2196/34501. [games.jmir.org](#)
- Judge C, Beaulieu RJ. Extended Reality Technologies in Vascular Surgery: One Small Step or One Giant Leap? *JVS-Vascular Insights*. 2025;100315. doi:10.1016/j.jvsi.2025.100315. [ScienceDirect](#)
- Woodall WJ, Chang EH, Toy S, Lee DR, Sherman JH. Does Extended Reality Simulation Improve Surgical Procedural Learning and Patient Outcomes Compared With Standard Training Methods? A Systematic Review. *Simul Healthc*. 2024;19:S98-S111. (Exemplo de evidência sobre XR em educação cirúrgica).