

Сучасні симуляційні методи в нейрохірургії

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Анотація. Сучасний розвиток симуляційних методів в медичній практиці відкриває нові перспективи для підвищення ефективності нейрохірургічних втручань. Дослідження в області симуляційних моделей та віртуальних середовищ в нейрохірургії націлені на вдосконалення тренування лікарів та розвиток їхніх навичок в умовах максимальної реалістичності. У цій роботі аналізуються різноманітні симуляційні методи, які застосовуються у нейрохірургії, зокрема використання віртуальної та доповненої реальності. Ця робота має на меті систематизацію та узагальнення інформації щодо застосування симуляційних методів у нейрохірургії, а також визначення перспектив для подальших досліджень у цьому напрямку.

Ключові слова: нейрохірургічне моделювання, доповнена реальність, віртуальна реальність, нейрохірургія

Abstract. The contemporary development of simulation methods in medical practice opens up new perspectives for enhancing the effectiveness of neurosurgical interventions. Research in the field of simulation models and virtual environments in neurosurgery is focused on improving the training of physicians and developing their skills in conditions of maximum realism. This work examines various simulation methods applied in neurosurgery, including the use of virtual and augmented reality. This work aims to systematize and generalize information on the use of simulation methods in neurosurgery, as well as to identify prospects for further research in this direction.

Keywords: neurosurgical simulation, augmented reality, virtual reality, neurosurgery

Нейрохірургія — це спеціалізація з високим ризиком і високими ставками з невеликим полем для помилок. Стандартизація досвіду та навчання нейрохірургів для забезпечення найвищої якості медичної допомоги та мінімізації занепокоєння щодо безпеки пацієнтів є життєво важливою для цієї зростаючої глобальної спеціальності [1, 2].

Симуляційні методи в нейрохірургії грають важливу роль у навчанні, тренуванні, плануванні операцій та дослідженнях. Вони дозволяють лікарям та медичним студентам розвивати та вдосконалювати свої навички безпечно та ефективно, а також допомагають покращити якість нейрохірургічної діяльності [2, 3].

За останні десятиліття в нейрохірургічній освіті набуло широкого поширення високоякісне моделювання фізичного занурення [3,4]. Використання реалістичних моделей, призначених для точного імітування клінічної ситуації, що досліджується, поступово витісняє трупні методи [5]. У зв'язку з цим, віртуальні, комп'ютерно сконструйовані фотореалістичні та 3D-друковані технології для моделювання також спостерігали прискорений ріст у прийнятті для субспеціальних областей нейрохірургічної освіти, таких як невровазулярна аневризмальна хірургія, також із підвищенням рівня точності [6, 7].

Зростаюча різноманітність симуляторів, таких як ImmersiveTouch, VIST, ANGIO Mentor, ROBOSIM, SIMONT, NeuroSIM, 3D-друковані моделі, а також платформи симуляторів мобільної, доповненої реальності (AR), віртуальної реальності (VR) і змішаної реальності тепер доступні для різних нейрохірургічних спеціалізацій.

Технологія AR доповнює реальну візуальну інформацію віртуальними даними. У більшості звітів про застосування доповненої реальності в нейрохірургії AR використовувалася як система нейронавігації AR (ARN), яка накладає тривимірні (3D) віртуальні зображення анатомічних структур на хірургічне поле, отримані за допомогою електронних пристроїв, таких як відеокамери, планшетні комп'ютери і накладні дисплеї (HMD) [8]. Попередні звіти визначили дві унікальні особливості ARN. По-перше, ARN дозволяє хірургам використовувати навігаційну систему в більш природній позі, не зміщуючи погляд з операційного поля. По-друге, ARN може надавати анатомічну інформацію за допомогою 3D віртуальних зображень. ARN накладає 3D віртуальні зображення на операційне поле, дозволяючи хірургам легко інтегрувати анатомічну інформацію в операцію. Звичайна нейронавігація використовує анатомічну інформацію, отриману за допомогою комп'ютерної томографії (КТ) або магнітно-резонансної томографії (МРТ). Таким чином, хірургам необхідно перетворити двовимірні

діагностичні зображення в 3D. Дослідники застосовували ARN у різних нейрохірургічних процедурах, включаючи хірургію пухлин головного мозку, цереброваскулярну хірургію, вентрикулостомію та нейроендоскопічну хірургію, хірургію хребта та стереотаксичну радіохірургію, підтверджуючи ці унікальні особливості ARN, які краще підтримують хірургів під час операції [8, 9].

Віртуальна реальність (VR) і доповнена реальність (AR) інтуїтивно знайшли застосування в нейрохірургічному плануванні, враховуючи збільшення доступності документів на цю тему. Однак корисність VR і AR поза межами нейрохірургічного планування залишається невивченою і, отже, відкриває можливості для розширення їх застосування.

Застосування технологій віртуальної реальності та доповненої реальності в нейрохірургії виявилось ефективним у плануванні операцій та навчанні лікарів. Подальше дослідження може включати розширення застосування симуляційних методів за межами нейрохірургічного планування, включаючи їх використання під час реальних хірургічних втручань. Хоча ARN вже знаходить застосування в нейрохірургії, подальше дослідження може бути спрямоване на оптимізацію цієї технології, зокрема вдосконалення точності та інтеграції з реальним хірургічним полем. Важливим напрямком досліджень є розширення застосування віртуальної та доповненої реальності за межами планування, включаючи їхнє використання під час самого хірургічного процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Dewan MC, Rattani A, Fiegeen G, Arraez MA, Servadei F, Boop FA, Johnson WD, Warf BC, Park KB, We would like to thank the following individuals for their d, contribution to identifying the global neurosurgical deficit. Collaborators are listed in alphabetical o (2018) Global neurosurgery: the current capacity and deficit in the provision of essential neurosurgical care. Executive Summary of the Global Neurosurgery Initiative at the Program in Global Surgery and Social Change. *J Neurosurg* 130:1–10. <https://doi.org/10.3171/2017.11.JNS171500>
2. Аврунин О.Г., Шамраева Е.О. Реконструкция объемных моделей черепа и имплантата по томографическим снимкам // Системы обработки информации: сб. науч. пр. – Х.: ХУПС, 2007. – Вип. 9 (67). – С. 137–140.
3. Сучасні технології фантомного моделювання в нейрохірургії як різновид симуляційного навчання лікарів-нейрохірургів / В. О. П'ятикоп, О. Г. Аврунін, М. Ю. Тимкович, І. О. Кутовий, І. О. Полях // Матеріали навчально-методичної конференції Симуляційне навчання в системі підготовки медичних кадрів, Харків, ХНМУ.- 2016.- С.136-138.
4. Бажан О. В., Аврунін О. Г., Тимкович М. Ю. Використання технологій віртуальної реальності в пластичній хірургії. Авіація, промисловість, суспільство : матеріали I Всеукраїнської науковопрактичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів, Кременчук. 2018.- С. 184.
5. Cobb MI, Taekman JM, Zomorodi AR, Gonzalez LF, Turner DA. Simulation in neurosurgery – A brief review and commentary. *World Neurosurg.* 2016;89:583–6.
6. Harrop J., Lobel D.A., Bendok B., Sharan A., Rezai A.R. Developing a Neurosurgical Simulation-Based Educational Curriculum: An Overview. *Neurosurgery.* 2013; 73: S25–S29. doi: 10.1227/NEU.0000000000000101.
7. Тимкович М.Ю. Использование DICOM-изображений в медицинских системах / М.Ю. Тимкович, О.Г. Аврунин, В.В. Семенец // Техн. электродинамика: Тематич. вып. – 2012. – Т.4. – С. 178–183.
8. Meola A, Cutolo F, Carbone M, Cagnazzo F, Ferrari M, Ferrari V: Augmented reality in neurosurgery: a systematic review. *Neurosurg Rev* 40, 2017: 537-548,
9. Inoue D, Cho B, Mori M, et al.: Preliminary study on the clinical application of augmented reality neuronavigation. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg* 74, 2013: 71-76,
10. Аврунін О.Г., Філатов В.О., Тимкович М.Ю., Кухаренко Д.В., П'ятикоп В.О. Комп'ютерне планування малоінвазивних втручань в офтальмології та нейрохірургії. Харків : ХНУРЕ, 2020. 160 с. DOI: 10.30837/978-966-659- 283-8.

Боєчко-Немовча Анастасія Олегівна, студентка Харківського національного університету радіоелектроніки, факультет Електронної та біомедичної інженерії, кафедра Біомедичної інженерії, група БІБМІ-22-1, м.Харків, anastasiia.boiechko-nemovcha@nure.ua

Науковий керівник: Аврунін Олег Григорович, професор, доктор технічних наук, Харківський національний університет радіоелектроніки, факультет Електронної та біомедичної інженерії, кафедра Біомедичної інженерії, м.Харків, oleh.avrunin@nure.ua

Anastasiia Boiechko-Nemovcha, student of the Kharkiv National University of Radio Electronics, Faculty of Electronic and Biomedical Engineering, Department of Biomedical Engineering, BIBMI-22-1 group, Kharkiv, anastasiia.boiechko-nemovcha@nure.ua

Scientific supervisor: Oleh Avrunin, professor, Doctor of Technical Sciences, Kharkiv National University of Radio Electronics, Faculty of Electronic and Biomedical Engineering, Department of Biomedical Engineering, Kharkiv, oleh.avrunin@nure.ua