

81,0% (95%CI 72,2 – 87,5%) і специфічністю 76,0% (95%CI 66,8 – 83,3%). Виявлено статистично значущі зміни міжклітинних синаптичних зв'язків в зоні інвазивного поширення гліом різного ступеня злоякісності (чутливість дискримінантної моделі – 85,0% (95% CI 76,7 – 90,7%), специфічність – 74,0% (95%CI 64,6 – 81,6%)), що опосередковано є свідченням темпів наростання пухлинної маси і її впливу на зону інвазивного поширення пухлин. Отримані результати потребують подальшого набору матеріалу, ретельного аналізу і клінічних зіставлень.

Ключові слова: головний мозок, гліоми, наслідки травми мозку, епілепсія; синапси, нейропластичність, електронна мікроскопія.

3D-візуалізація у вивченні анатомії людини

Маліновська Н. М., Матківська Р. М.

Кафедра описової та клінічної анатомії

Завідувач кафедри: професор Дзевульська І. В.

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця

м. Київ, Україна

Вступ. Засвоєння анатомії є фундаментальним етапом підготовки лікаря, що традиційно спирається на роботу з препаратами, атласами та площинними зображеннями. Однак просторова організація органів і систем людського тіла вимагає від студента сформованого тривимірного мислення, яке за класичного підходу формується повільно та нерівномірно. Зафіксовано стійку тенденцію до скорочення часу, відведеного на вивчення анатомії в медичних освітніх програмах, а також зниження рівня просторових навичок у студентів. Це актуалізує пошук альтернативних та доповнювальних методів викладання, здатних компенсувати зменшення обсягу практичної роботи в анатомічному залі.

Упровадження технологій тривимірної візуалізації відкриває принципово нові можливості для інтерактивного та індивідуалізованого засвоєння анатомічних знань. Метааналізи останніх років підтверджують, що використання 3D-моделей і технологій доповненої реальності статистично значущо покращує як фактичні, так і просторові знання студентів-медиків порівняно з традиційними методами навчання. Водночас ринок відповідних рішень є надзвичайно різноманітним: від безкоштовних веб-платформ до комплексів віртуальної реальності вартістю десятків тисяч доларів. Незважаючи на зростаючий масив публікацій, питання систематизації та порівняльного аналізу наявних технологічних рішень для конкретних анатомічних модулів, а також їхнього економічно обґрунтованого впровадження у вітчизняних медичних закладах освіти залишається недостатньо дослідженим.

Мета – проаналізувати сучасні технологічні підходи до 3D-візуалізації анатомічних структур та їхню ефективність у контексті медичної освіти; визначити найбільш перспективні рішення для поетапного впровадження у освітній процес вітчизняних медичних закладів освіти з урахуванням їхнього матеріально-технічного забезпечення.

Матеріали і методи. Проведено систематичний пошук наукових публікацій у базах даних PubMed / MEDLINE, Scopus та Web of Science за останні 10 років з використанням ключових термінів: «3D visualization anatomy», «augmented reality medical education», «virtual anatomy», «three-dimensional anatomical models», «3D printing anatomy education». Критерії включення: оригінальні дослідження, рандомізовані контрольовані випробування та метааналізи з оцінкою ефективності 3D-технологій у вивченні анатомії; наявність кількісних показників ефективності навчання (результати тестування, показники просторового мислення). Аналіз здійснювався методом тематичного синтезу з виокремленням ключових технологічних категорій та їхніх педагогічних характеристик.

Огляд. Виокремлено чотири провідні категорії технологічних рішень для 3D-візуалізації в анатомічній освіті, що різняться за технологічною складністю, вартістю впровадження та доведеною педагогічною ефективністю.

Перша категорія – інтерактивні 3D-атласи та веб-платформи (Visible Body, Complete Anatomy, BioDigital Human). 3D-технології підвищують рівень фактичних знань з анатомії і просторового розуміння порівняно з традиційними методами. Поєднання 3D-інструментів із традиційним навчанням (лекції та кадаверна дисекція) достовірно поліпшує результати лабораторних іспитів, насамперед у довгостроковому утриманні знань. Ключовою перевагою цієї категорії є відсутність вимог до спеціаль-

ного обладнання: платформи функціонують на стандартних комп'ютерах і мобільних пристроях, що робить їх оптимальними для першочергового впровадження у навчальний процес.

Друга категорія – технологія доповненої реальності (augmented reality, AR), що передбачає накладання цифрових 3D-моделей на реальне середовище через смартфон або AR-окуляри. VR та AR є настільки ж ефективними для вивчення анатомії, як і застосунки для планшетів, проте додатково забезпечують вищий рівень залученості та занурення студента, що є самостійним педагогічним ресурсом. AR та VR достовірно підвищують результати тестів з фізіології та анатомії у студентів медичних спеціальностей. Принципово важливим є те, що AR-рішення на основі смартфонів мають значно нижчий поріг впровадження порівняно з повноцінними AR-окулярами, що відкриває реалістичний шлях до їх застосування у вітчизняних закладах освіти.

Третя категорія – технологія віртуальної реальності (VR) з повним зануренням. Систематизація наявних даних щодо VR-симуляції в медичній освіті дозволила визначити ключові переваги: відтворюваність, стандартизованість і можливість навчання на вимогу без залучення кадаверного матеріалу. Незважаючи на широкий спектр застосування VR у вищій освіті варто відзначити дві системні проблеми: недостатню увагу розробників до педагогічного обґрунтування VR-застосунків; переважну орієнтацію наявних досліджень на технологічну зручність використання, а не на вимірювані навчальні результати. Зазначені обмеження, поряд із високою вартістю VR-обладнання та ризиком кінетозу в частини користувачів, визначають цю категорію як стратегічний, а не першочерговий напрям впровадження.

Четверта категорія – фізичні 3D-моделі, виготовлені методом адитивного виробництва (3D-друку). Фізичні моделі достовірно переважають інші методи навчання за показниками загального та просторового засвоєння знань. Традиційні пластикові моделі таза мають переваги порівняно з комп'ютерними ресурсами – у тому числі VR – при вивченні номінальної анатомії, що підкреслює значущість тактильного компонента навчання, який є унікальним для фізичних об'єктів і не може бути відтворений у цифровому середовищі. Технологія 3D-друку дозволяє виготовляти моделі за відносно доступною вартістю безпосередньо у закладах освіти, що відкриває нові можливості для персоналізації освітнього процесу та роботи з клінічно значущими анатомічними варіантами.

Висновки. 3D-технології візуалізації демонструють доведену ефективність у підвищенні якості засвоєння анатомічного матеріалу в усіх чотирьох виокремлених категоріях. Вибір конкретного технологічного рішення має визначатися сукупністю критеріїв: педагогічною ефективністю, матеріально-технічними можливостями закладу та специфікою анатомічного модуля. Для поетапного впровадження у вітчизняний освітній процес найбільш обґрунтованими є інтерактивні цифрові атласи – як технологічно доступне рішення з підтвердженою педагогічною ефективністю та мінімальними вимогами до інфраструктури. AR-технології на основі мобільних пристроїв становлять реалістичний наступний крок для модулів, що вимагають розвитку просторової орієнтації. Фізичні 3D-моделі, зокрема виготовлені методом 3D-друку, зберігають значний самостійний педагогічний потенціал завдяки тактильній складовій навчання та можуть використовуватись як доповнення до цифрових інструментів. VR-рішення доцільно розглядати як стратегічну ціль розвитку навчальної інфраструктури за умови системного педагогічного обґрунтування їх впровадження.

Ключові слова: освіта з анатомії (anatomy education); тривимірна візуалізація (three-dimensional imaging); доповнена реальність (augmented reality); віртуальна реальність (virtual reality); медична освіта (medical education).

Відновлення рухових функцій осіб після гострого порушення мозкового кровообігу за геморагічним типом

Малюга С.С., Олійник Т.М.

Кафедра медичної біології та спортивної дієтології

Завідувач кафедри: Пастухова В. А., доктор медичних наук, професор

Національний університет фізичного виховання і спорту України

м. Київ, Україна

Вступ. Геморагічний інсульт є однією з найбільш руйнівних форм інсульту, що характеризується високою частотою інвалідності та смертності. На відміну від ішемічного інсульту, геморагічний інсульт