ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ДИАГНОСТИКЕ, ВИРТУАЛЬНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ КЛИНИЧЕСКИХ РЕЗУЛЬТАТОВ В ОРТОГНАТИЧЕСКОЙ ХИРУРГИИ.

Хожиахмедова Ситорабону Ахмаджон кизи

Аннотация

В тезисе рассматриваются современные возможности применения технологий искусственного интеллекта при цифровом планировании бимаксиллярной ортогнатической хирургии. Особое внимание уделено использованию алгоритмов машинного и глубокого обучения для автоматизированной диагностики, определения анатомических ориентиров, виртуального моделирования остеотомий и прогнозирования послеоперационных изменений. Показаны перспективы применения искусственного интеллекта при диагностике зубочелюстных деформаций, планировании хирургического вмешательства, оценке эстетических результатов и прогнозировании послеоперационных осложнений.

Ключевые слова

бимаксиллярная ортогнатическая хирургия, искусственный интеллект, цифровое планирование, виртуальное хирургическое планирование, глубокое обучение, трёхмерное моделирование, зубочелюстные деформации.

Annotatsiya

Maqolada bimaksillyar ortognatik jarrohlikni raqamli rejalashtirishda sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanishning zamonaviy imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi. Sun’iy intellekt, mashinali va chuqur o‘rganish algoritmlaridan avtomatlashtirilgan diagnostika, anatomik orientirlarni aniqlash, osteotomiyalarni virtual modellashtirish va operatsiyadan keyingi o‘zgarishlarni prognozlashda foydalanishga alohida e’tibor qaratilgan. Sun’iy intellektdan dentoalveolyar deformatsiyalarni diagnostika qilish,

jarrohlik aralashuvini rejalashtirish, estetik natijalarni baholash va operatsiyadan keyingi asoratlarni prognozlashda foydalanish istiqbollari ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar

bimaksillyar ortognatik jarrohlik, sun’iy intellekt, raqamli rejalashtirish, virtual jarrohlik rejalashtirish, chuqur o‘rganish, uch o‘lchamli modellashtirish, dentofatsial deformatsiyalar.

Abstract

The article examines the current possibilities of applying artificial intelligence technologies in the digital planning of bimaxillary orthognathic surgery. Particular attention is paid to the use of machine learning and deep learning algorithms for automated diagnosis, identification of anatomical landmarks, virtual modeling of osteotomies, and prediction of postoperative changes. The prospects of artificial intelligence application in the diagnosis of dentofacial deformities, surgical planning, assessment of aesthetic outcomes, and prediction of postoperative complications are demonstrated.

Keywords

bimaxillary orthognathic surgery, artificial intelligence, digital planning, virtual surgical planning, deep learning, three-dimensional modeling, dentofacial deformities.

Актуальность исследования.

Бимаксиллярная ортогнатическая хирургия относится к наиболее сложным направлениям челюстно-лицевой хирургии, поскольку требует одновременной коррекции положения верхней и нижней челюстей с восстановлением функциональной окклюзии, лицевой симметрии и эстетических пропорций лица. Точность пространственного позиционирования костных сегментов непосредственно влияет на функциональные и эстетические результаты лечения.

Традиционное планирование основывается на клиническом обследовании, цефалометрическом анализе, изучении окклюзии, гипсовых моделей и данных

компьютерной томографии. Однако ручное определение анатомических ориентиров может сопровождаться межэкспертной вариабельностью и зависеть от опыта специалиста. Особенно значимой эта проблема становится при выраженных скелетных деформациях и лицевой асимметрии.

Развитие цифровой стоматологии привело к переходу от двумерного анализа к трёхмерному виртуальному моделированию. Виртуальное хирургическое планирование позволяет визуализировать предполагаемое перемещение челюстей, однако дальнейшее развитие данной технологии связано с использованием алгоритмов машинного и глубокого обучения, способных автоматизировать отдельные этапы диагностики и планирования.

Цель исследования. Проанализировать современные возможности применения искусственного интеллекта в цифровом планировании бимаксиллярной ортогнатической хирургии, включая диагностику, автоматическое определение анатомических ориентиров, виртуальное моделирование, прогнозирование мягкотканных изменений и оценку хирургических рисков.

Материалы и методы. Проведён теоретический анализ современных научных публикаций по применению искусственного интеллекта и цифровых технологий в ортогнатической хирургии. Анализ включал исследования по автоматизированной диагностике, определению анатомических ориентиров, виртуальному планированию остеотомий, прогнозированию мягкотканных изменений и послеоперационных рисков.

Основные результаты. Анализ литературы показал высокую эффективность искусственного интеллекта на различных этапах цифрового планирования. В исследовании Knoops и соавт. на основе 4261 трёхмерного скана лица чувствительность модели достигла 95,5%, специфичность — 95,2%, отрицательная прогностическая ценность — 98,3%. Для автоматизированного

анализа цефалограмм модель ResNet34 продемонстрировала точность 95,4%. Алгоритмы искусственного интеллекта также применяются для автоматического определения костных ориентиров и проектирования линий остеотомии с учётом индивидуальной анатомии пациента. Перспективным направлением является прогнозирование послеоперационных изменений мягких тканей: в отдельных исследованиях точность прогнозирования достигала 92,9%, а в ряде моделей — до 100%.

Важное значение имеет использование искусственного интеллекта непосредственно при виртуальном планировании хирургического вмешательства. Qiu и соавт. разработали систему автоматического проектирования линии остеотомии на основании 2296 трёхмерных компьютерных томограмм. Алгоритм учитывал анатомию нижней челюсти, расположение сосудисто-нервного пучка и геометрию костных поверхностей, что позволило формировать индивидуализированную хирургическую направляющую.

Xiao и соавт. сравнили несколько архитектур для автоматического определения костных референтных точек. Полученные результаты показали высокую эффективность моделей SDNet и DefNet, особенно при анализе области ветви и тела нижней челюсти, имеющей принципиальное значение при выполнении двусторонней сагиттальной остеотомии и бимаксиллярных операций.

Таким образом, наиболее перспективной представляется интеграция искусственного интеллекта с опытом хирурга, виртуальным хирургическим планированием и технологиями трёхмерной навигации. Такой подход позволяет использовать вычислительные возможности искусственного интеллекта при сохранении клинического контроля специалиста.

Заключение. Искусственный интеллект является перспективным инструментом цифрового планирования бимаксиллярной ортогнатической

хирургии. Его применение способствует автоматизации диагностики, повышению воспроизводимости определения анатомических ориентиров, индивидуализации виртуального планирования и прогнозированию послеоперационных изменений. Вместе с тем существующие модели требуют дальнейшей многоцентровой валидации, стандартизации цифровых данных и проспективной клинической оценки. Наиболее перспективным является сочетание искусственного интеллекта с виртуальным хирургическим планированием, трёхмерной навигацией и клиническим опытом хирурга.

Список литературы

1. Motamedian S.R., Mohaghegh S., Niazmand M., et al. Application of Artificial Intelligence in Orthognathic Surgery: A Scoping Review. BioMed Research International. 2025.
2. Shin S.H., Kim J.Y., et al. Deep learning for orthognathic surgery diagnosis. 2021.
3. Knoops P.G.M., et al. Three-dimensional facial morphology for orthognathic decision making. 2019.
4. Qiu Y., et al. AI-assisted osteotomy design in mandibular surgery. 2022.
5. Xiao D., et al. SDNet and DefNet for craniofacial landmark detection. 2021.
6. Ter Horst R., et al. Deep learning for soft tissue prediction after BSSO. 2021.
7. Tanikawa C., Yamashiro T. Three-dimensional soft tissue prediction using deep learning. 2021.
8. Lin H.H., et al. Artificial intelligence in facial asymmetry evaluation. 2021.
9. Lo L.J., et al. Quantitative assessment of postoperative facial symmetry. 2021.
10. Allareddy V., et al. Neural network prediction of systemic infection after orthognathic surgery. 2021.