

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ АНАТОМИИ И ГЕМОДИНАМИКИ ВЕРХНЕЧЕЛЮСТНОЙ АРТЕРИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ АНАТОМИЧЕСКОЙ ПРЕПАРОВКИ И РАННЕ ПРОИЗВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Немсцверидзе Я.Э.^{1, 2, 3}, Яремин Б.И.^{1, 2, 4}, Супильников А.А.^{1, 2, 4},
Наджафов Х.А.², Степанова Р.И.⁴

¹Медицинский университет «Реавиз», Самара, Россия

²Московский медицинский университет «Реавиз»

³Московский областной научно-исследовательский клинический институт
имени М.Ф. Владимирского

⁴Российский национальный исследовательский медицинский университет
имени Н. И. Пирогова, Москва, Россия

Введение. Верхнечелюстная артерия отличается значительной анатомической вариабельностью, что осложняет планирование операций в челюстно-лицевой области. Классические работы описывают частоту атипичных вариантов на уровне 8–15%, однако современные методы визуализации фиксируют отклонения до 23–28% случаев [1, с. 1878]. Ручной анализ изображений занимает много времени и зависит от опыта специалиста. Хотя технологии искусственного интеллекта активно внедряются в диагностику сосудов головы и шеи, специализированных решений для верхнечелюстной артерии пока не создано.

Цель. Обосновать необходимость комплексного анализа анатомии и гемодинамики верхнечелюстной артерии с использованием методов искусственного интеллекта и специализированного программного обеспечения на основе данных морфологических исследований.

Материал и методы. Выполнен систематический обзор литературы (базы PubMed, Scopus, Web of Science, IEEE Xplore) за 2015–2024 гг. по методике PRISMA 2020. Проведено морфологическое исследование на кадаверном материале для верификации вариантов строения артерии. Для оценки функциональных параметров кровотока применялась зарегистрированная программа для ЭВМ, разработанная авторами данного исследования (Свидетельство № 2026611481).

Результаты и их обсуждение. По данным систематического обзора, в 58,8% исследований для сегментации сосудов используется архитектура U-Net. Средняя точность сегментации (коэффициент Дайса) составляет 0,87, что соответствует уровню экспертной согласованности [2, с. 5]. Автоматизация сокращает время анализа с $14,2 \pm 3,6$ минут до $4,9 \pm 0,4$ минут. При этом работ, посвящённых исключительно верхнечелюстной артерии, в выборке не обнаружено.

Собственное анатомическое исследование подтвердило наличие пяти основных вариантов топографии артерии (латеральное, медиальное, перфорирующий, промежуточный и аномальное отхождение). Наиболее часто

встречается латеральное положение ствола (57,0%). Диаметр сосуда уменьшается от нижнечелюстного отдела ($3,8 \pm 0,6$ мм) к крылонёбному ($2,4 \pm 0,4$ мм). Для оценки гемодинамических параметров выявленных анатомических вариантов использовали специализированное программное обеспечение, разработанное авторами данного исследования (Свидетельство № 2026611481). Результаты моделирования показали, что наибольшая гемодинамическая нагрузка возникает в перфорирующем варианте хода сосуда, где линейная скорость крови достигает 68 см/с. Необходимость учета функциональной анатомии для безопасности транскатетерных вмешательств также была отражена в зарубежных исследованиях [3, с. e211]. Обнаружение подобных особенностей целесообразно автоматизировать с применением сверточных нейронных сетей для сегментации сосудистого русла в сочетании с трехмерной реконструкцией топографии.

Выводы. Результаты работы на кадаверном материале подтверждают высокую вариабельность верхнечелюстной артерии. Это требует тщательного планирования вмешательств в данной области. Систематический обзор показал эффективность алгоритмов глубокого обучения для сосудов головы и шеи (коэффициент Дайса 0,87), но специализированных инструментов для верхнечелюстной артерии пока нет. Разработанная и зарегистрированная авторами программа позволяет дополнить морфологическую оценку функциональными параметрами. В дальнейшем планируется создать аннотированные выборки с учетом малого диаметра и извитости артериальной сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. Systematic review and meta-analysis of the anatomy of the maxillary artery using the Anatomical Quality Assurance (AQUA) checklist / N. E. Ottone, C. Sandoval, P. Cid-Gutierrez [et al.] // Surgical and Radiologic Anatomy. – 2021. – Vol. 43, № 11. – P. 1875–1886.
2. Rapid vessel segmentation and reconstruction of head and neck angiograms using 3D convolutional neural network / H. Jin, S. Lee, Y. Kim [et al.] // Nature Communications. – 2020. – Vol. 11. – Art. 4829.
3. Maxillary artery: functional and imaging anatomy for safe and effective transcatheter treatment / S. Tanoue, H. Kiyosue, H. Mori [et al.] // RadioGraphics. – 2013. – Vol. 33, № 7. – P. e209–e224.

КРОВΟΣНАБЖЕНИЕ ПОЧКИ МНОЖЕСТВЕННЫМИ АРТЕРИЯМИ (ОПИСАНИЕ СЛУЧАЯ)

Носкова В.С., Шарова С.А.

*Уральский государственный медицинский университет
Екатеринбург, Российская Федерация*

Введение. Почка – парный орган мочевыделительной системы, играющий ключевую роль в поддержании гомеостаза. Анатомическое строение почки, включая её сосудистую архитектуру, имеет фундаментальное и