

Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МЕДИЦИНА

FUNDAMENTAL AND APPLIED MEDICINE

*Материалы Международной конференции
молодых ученых*

*Proceedings of the All-Russian Conference
of young scientists*

Саратов, 19 – 20 ноября 2025г.
November, 19-20, 2025

Саратов
2025

УДК [53:57:61+004](082)

ББК 28.071я43

Б63

- Б63** **Фундаментальная и прикладная медицина:** Сборник тезисов Международной конференции молодых ученых. Саратов, 19-20 ноября 2025 г. / редакционная коллегия С.И. Киреев (ответственный редактор), А.А. Голядкина – Саратов: "Техно-Декор", 2025. – 65 с.
ISBN 978-5-908063-27-2. – Изображение. – Текст: непосредственный.

Материалы конференции представляют современное состояние исследований в области фундаментальной и прикладной медицины. Сборник содержит исследования в областях медицинской биомеханики, медицинской биофизики, медицинской биохимии и медицинской кибернетики.

Для студентов, аспирантов, докторантов и молодых ученых, а также всем ученым и инженерам, чьи интересы лежат в областях фундаментальной и прикладной медицины.

The materials of the conference present the current state of research in the field of fundamental and applied medicine. The collection of articles contains research in the fields of medical biomechanics, medical biophysics, medical biochemistry, medical cybernetics.

For students, graduate students, doctoral students and young scientists, as well as for all scientists and engineers whose interests lie in the fields of fundamental and applied medicine

Редакционная коллегия:

С.И. Киреев (*отв. редактор*),

А.А. Голядкина (*отв. секретарь*)

УДК [53:57:61+004](082)

ББК 28.071я43

Работа издана в авторской редакции

ISBN 978-5-908063-27-2

© Авторы статей, 2025

© Саратовский университет, 2025

© ООО "Техно-Декор", 2025

РУКОВОДСТВО КОНФЕРЕНЦИИ

Сопредседатели: С.И. Киреев
В.В. Тучин

Зам. председателя: Ан.В. Скрипаль

Ответственный секретарь: А.А. Голядкина

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ «ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МЕДИЦИНА»


Бессонов Л.В., Бучарская А.Б., Ватульян А.О., Горячева И.Ю., Глуховской Е.Г., Иванов Д.В., Караваев А.С., Кириллова И.В., Коннова С.А., Коссович Л.Ю., Левченко К.К., Оленко Е.С., Островский Н.В., Семячкина-Глушковская О.В., Скрипаль Ан.В., Сушкова Н.В., Фалькович А.С.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ «ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МЕДИЦИНА»

Голядкина А.А., Доль А.В., Полиенко А.В., Сорокина К.О., Челнокова Н.О.

Адрес организационного комитета:

410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, Факультет фундаментальной медицины и медицинских технологий СГУ



Bio Meeting

КОГНИТИВНЫЕ И НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОСПРИЯТИЯ ИНФОРМАЦИИ ПРИ СНИЖЕННОЙ ОСТРОТЕ ЗРЕНИЯ

А.В. Айдинова, А.П. Рытик

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского, Саратов*

В условиях глобальной цифровизации современное общество сталкивается с настоящей эпидемией миопии, приобретающей масштабы неинфекционной пандемии. Тревожные данные свидетельствуют о том, что распространенность этого нарушения рефракции среди молодых людей в отдельных регионах достигает 80-90% [1, с. 867], а в российской студенческой среде диагноз подтверждается у 29.5% обучающихся, стоит отметить, что девушки страдают от него чаще [2, с. 21]. Ключевым фактором риска выступает чрезмерная зрительная нагрузка, связанная с использованием электронных устройств, которое у студентов с миопией в среднем составляет до 8 часов в сутки, причем продолжительность использования напрямую коррелирует со степенью близорукости [2, с. 22].

На фоне этого актуальным становится вопрос о системном влиянии миопии на работу головного мозга. Современные исследования, использующие объективный метод регистрации когнитивных вызванных потенциалов (КВП), в частности компонента P300 ЭЭГ, демонстрируют, что снижение остроты зрения приводит к функциональной перестройке центральной нервной системы. У лиц с миопией наблюдается статистически значимое удлинение времени принятия решения (латентности P300) в височных, срединно-лобной и левой лобной областях коры головного мозга, что свидетельствует о замедлении скорости обработки информации даже при ее поступлении по слуховому каналу [1, с. 869]. Этот факт указывает на то, что нарушения выходят за рамки первичного сенсорного дефицита и затрагивают высшие когнитивные процессы. Параллельно с нейрофизиологическими изменениями прослеживается неоднозначная, но устойчивая связь между миопией и определенными когнитивными способностями. Мета-анализ данных показывает, что миопия может быть ассоциирована с более высокими показателями математического интеллекта [3, с. 314], что, согласно теории М. Сторфера, может объясняться повышенным развитием теменно-затылочных областей, отвечающих за визуально-пространственное мышление. Важнейшим инструментом в исследовании этих процессов является компонент P300, который выступает высоко информативным объективным маркером когнитивного дефицита [4, с. 84]. Изменения его амплитудно-временных характеристик могут служить ранними предикторами когнитивных нарушений у лиц с миопией, опережая появление клинически выраженных симптомов.

Ввиду всех проанализированных данных, можно говорить о том, что миопия — это не просто локальное нарушение рефракции, а системное состояние, затрагивающее функциональную организацию головного мозга. В условиях продолжающейся цифровизации и роста зрительных нагрузок понимание нейрокогнитивных компенсаторных механизмов и факторов риска становится критически важным. Комплексный подход, сочетающий офтальмологический мониторинг и нейрофизиологическую оценку (включая P300), позволит не только оптимизировать коррекцию зрения, но и разработать своевременные стратегии для сохранения когнитивного здоровья и предотвращения связанного с миопией когнитивного старения в

популяции. В связи с этим одной из задач становится разработка метода и устройства предиктивной аналитики доступных маркеров и инструментальная оценка когнитивной нагрузки человека.

Ключевые слова: миопия, когнитивные функции, вызванные потенциалы

Keywords: myopia, cognitive functions, event-related potentials.

Список используемой литературы:

1. Зеленцов Р.Н. Особенности пространственного распределения параметров слуховых когнитивных вызванных потенциалов P300 у молодых людей с миопией / Р.Н. Зеленцов, И.С. Кожевникова, Л.В. Поскотинова // Экология человека. — 2023. — Т. 30, № 11. — С. 865–874. — DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco626008>

2. Апрельев А.Е. Медико-социальные показатели распространенности миопии у студентов / А.Е. Апрельев, Н.П. Сетко, Р.В. Пашинина, А.М. Исеркепова // Медицинский вестник Башкортостана. — 2017. — Т. 12, № 2 (68). — С. 20–23.

3. Kelley M.P. Investigation of the Relationship between Myopia and Intelligence in a Sample of Undergraduate Students / M.P. Kelley // Neuroscience & Medicine. — 2011. — Vol. 2, No. 4. — P. 313–317. — DOI: 10.4236/nm.2011.24041

4. Игнатова Ю.П. Когнитивные вызванные потенциалы: P300 в нейрофизиологии и клинической практике / Ю.П. Игнатова, И.И. Макарова, К.А. Страхов // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. — 2022. — Т. 12, № 4. — С. 80–91. — DOI: 10.29039/2224-6444-2022-12-4-80-91

5. Ponomarev T. P300 Subcomponents in Overt and Covert Visual Attention / T. Ponomarev, A. Pronina, A. Kaplan // Neuroscience and Behavioral Physiology. — 2025. — Vol. 55. — P. 1258–1267. — DOI: <https://doi.org/10.1007/s11055-025-01884-y>

6. Walla P. Intense Short-Video-Based Social Media Use reduces the P300 Event-Related Potential Component in a Visual Oddball Experiment: A Sign for Reduced Attention / P. Walla, Y. Zheng // Life. — 2024. — Vol. 14, No. 3. — P. 290. — DOI: <https://doi.org/10.3390/life14030290>

7. Сетко Н.П. Сравнительная характеристика функционального состояния вегетативной и центральной нервной систем у учащихся в зависимости от наличия и степени миопии / Н.П. Сетко, Е.В. Бульчева, И.А. Ясин, А.Е. Апрельев // Гигиена и санитария. — 2020. — Т. 99, № 4. — С. 394–398. — DOI: 10.33029/0016-9900-2020-99-4-394-398

8. Holden B.A. Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050 / B.A. Holden, T.R. Fricke, D.A. Wilson et al. // Ophthalmology. — 2016. — Vol. 123, No. 5. — P. 1036–1042. — DOI: 10.1016/j.ophtha.2016.01.006

О СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ КОЖИ ПОСРЕДСТВОМ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

А.М. Алексеев, Ю.А. Бродская

Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина, Саратов

Аннотация. В работе исследованы возможности библиотеки глубокого машинного PyTorch для обучения нейронной сети для автоматической сегментации изображений в задачах дифференциальной диагностики в дерматологии. Свёрточная нейронная сеть UNet была обучена на наборе медицинских изображений (меланома) и показала хорошие результаты в задаче распознавания поражений кожи. Проведено обучение длительностью в 20 эпох каждой из моделей. В результате обучения Unet показала лучший результат чем UNet++. Предполагается, что применение сверточной нейронной сети в диагностике микозов позволит повысить и уменьшить число ошибок. Таким образом, в перспективе является построение и реализация алгоритмов диагностирования микозов кожи и онихомикозов на основе клинических признаков и симптомов, с последующей разработкой программного средства поддержки принятия решений.

Ключевые слова: модели распознавания образов, нейронные сети, библиотека PyTorch, заболевания кожи, меланома, онкология.

Abstract. The paper explores the capabilities of the PyTorch deep machine learning library for neural network training for automatic image segmentation in differential diagnosis tasks in dermatology. The UNet convolutional neural network was trained on a set of medical images (melanoma) and showed good results in the task of recognizing skin lesions. The training was carried out with a duration of 20 epochs for each of the models. As a result of the training, Unet showed a better result than UNet++. It is assumed that the use of a convolutional neural network in the diagnosis of mycoses will increase and reduce the number of errors. Thus, the long-term goal is to build and implement algorithms for diagnosing skin mycoses and onychomycosis based on clinical signs and symptoms, followed by the development of decision support software.

Keywords: pattern recognition models, neural networks, PyTorch library, skin diseases, melanoma, oncology.

В работе исследованы возможности библиотеки глубокого машинного PyTorch с помощью которой была обучена нейронная сеть для автоматической сегментации изображений в задачах дифференциальной диагностики в дерматологии и создания попиксельной маски для них. Следует отметить, что особенно хорошо поддаются анализу ИИ медицинские данные в виде изображений, которые используются в диагностике различных заболеваний, в частности, дерматологических [1]. Свёрточная нейронная сеть UNet была обучена на наборе медицинских изображений (меланома) и показала хорошие результаты в задаче распознавания поражений кожи. Для реализации модели был использован язык Python, фреймворк PyTorch и библиотека Segmentation Models. Выбор связан с тем, что синтаксис ядра Python минималистичен. В то же время стандартная библиотека включает большой объём полезных функций. Данная среда программирования широко применяется в области машинного обучения. PyTorch — библиотека машинного обучения для языка Python с открытым исходным кодом, созданная на базе Torch. Используется для решения различных задач: компьютерное зрение, обработка

естественного языка. [2] Segmentation models — библиотека с готовыми нейронными сетями для сегментирования изображений написанная на основе готовых инструментов PyTorch. [3] Для предварительной обработки изображений задействованы библиотеки scikit-image и numpy. Для использования сверточной сети необходимо чтобы все изображения имели размер кратный 32, а также одинаковый формат.

В данном случае имеем всего 2 класса, следовательно, сегментация должна иметь 1 канал и значения 0-1 вместо 0-255. Хотя все сегментации из набора данных являются чёрно-белыми, некоторые файлы имеют 3 канала вместо одного. Проведено обучение длительностью в 20 эпох каждой из моделей. В результате обучения U-net показала лучший результат чем UNet++. Это может быть связано с особенностями используемого набора данных: в представленном наборе содержатся изображения разных типов меланом, однако для сегментации используется всего 2 класса – фон (кожа) и сам объект (меланома). При наличии более подробных исходных данных модель смогла бы выделять признаки по каждому классу и повысить точность распознавания в целом. В ближайшей перспективе планируется продолжение и расширение исследования за счет построения системы автоматической диагностики микозов кожи и онихомикозов, так как они в последние годы приобретают все больший удельный вес в структуре болезней. Микозы являются частыми осложнениями многих заболеваний, входящих в компетенцию врачей различных специальностей. При этом отмечаются затруднения в их диагностике; редко удается достаточно точно оценить размеры поражения кожи, особенно при неправильной форме очагов. Например, выделение микоза кожи лица в отдельную клиническую форму обусловлено очень частыми диагностическими ошибками, наблюдающимися в 50-60% случаев. Предполагается, что применение сверточной нейронной сети в диагностике микозов позволит повысить уменьшить число ошибок. Таким образом, в перспективе является построение и реализация алгоритмов диагностирования микозов кожи и онихомикозов на основе клинических признаков и симптомов, с последующей разработкой программного средства поддержки принятия решений.

Список используемой литературы:

1. Клокова А.К., Бродская Ю.А., Колодий Е.Г. Реализация математических моделей распознавания образов для задач диагностики онкологических заболеваний молочной железы. Проблемы оптической физики и биофотоники. SFM-2024: материалы 12-го Международного симпозиума, 28-ой Международной молодежной научной школы Saratov Fall Meeting 2024 и Международной молодежной школы по флуоресцентным красителям, белкам и приборам в области наук о жизни / под ред. Г.В. Симоненко, В.В. Тучина. – Саратов: Изд-во «Саратовский источник», 2024. – С. 12-19.: ил. ISBN 978-5-6053241-0-2

2. PyTorch documentation — PyTorch 2.5 documentation URL: <https://pytorch.org/docs/stable/index.html>

3. Pavel Iakubovskii. Segmentation Models Pytorch GitHub repository URL: https://github.com/qubvel/segmentation_models.pytorch

РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛЕЙ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ КИШЕЧНИКА

А.А. Барбашин, Ю.А. Бродская

Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина, Саратов

Аннотация: Предложена реализация алгоритма распознавания образов для дифференциальной диагностики аутоиммунных заболеваний кишечника, относящихся к таким разделам медицины, как гастроэнтерология и колопроктология. Создание и реализация математической модели диагностики заболевания снизит временные затраты и минимизирует количество ошибок при постановке диагноза. В качестве модели для реализации были выбраны экспертные системы, которые, в отличие от моделей машинного обучения, не требуют большого объема данных для обучения. В качестве инструмента для реализации системы выбран Prolog. Результаты работы системы показали, что экспертная система смогла правильно определить диагноз в 60% случаев - такой процент в диагностике обусловлен тем, что в классе хронических неинфекционных заболеваний кишечника высокий процент расхождения диагноза: 74%.

Ключевые слова: распознавание образов, экспертная система, ПРОЛОГ, воспалительные заболевания кишечника, гастроэнтерологические заболевания.

Abstract: An implementation of an image recognition algorithm for the differential diagnosis of autoimmune intestinal diseases related to such branches of medicine as gastroenterology and coloproctology is proposed. The creation and implementation of a mathematical model for the diagnosis of a disease will reduce time costs and minimize the number of errors during diagnosis. Expert systems were chosen as the model for implementation, which, unlike machine learning models, do not require a large amount of data for training. Prolog is chosen as the tool for implementing the system. The results of the system showed that the expert system was able to correctly determine the diagnosis in 60% of cases - this percentage in diagnosis is due to the fact that in the class of chronic non-communicable intestinal diseases there is a high percentage of discrepancy in diagnosis: 74%.

Keywords: pattern recognition, expert system, Prolog, inflammatory bowel diseases, gastroenterological diseases.

В работе рассматривается актуальное приложение математической теории распознавания образов (РО) — медицинская диагностика в гастроэнтерологии [1,2]. Предложена реализация алгоритма РО для дифференциальной диагностики аутоиммунных заболеваний кишечника, относящихся к таким разделам медицины, как гастроэнтерология и колопроктология. Создание и реализация математической модели диагностики заболевания снизит временные затраты и минимизирует количество ошибок при постановке диагноза. Воспалительные заболевания кишечника (ВЗК), к числу которых относятся язвенный колит (ЯК) и болезнь Крона (БК), находятся во всем мире в центре внимания из-за прогрессирующего течения этой патологии, высокого риска развития инвалидизирующих осложнений и сложностей в подборе терапии. ВЗК - одна из нерешенных проблем в современной гастроэнтерологии, что обусловлено высоким, постоянно растущим уровнем заболеваемости, малоизученным этиопатогенезом, плохо прогнозируемым прогрессирующим течением и сложностями в выборе лечебной тактики [3]. Необходимость своевременной диагностики ВЗК связана с преобладанием заболевания среди лиц молодого трудоспособного

возраста и со снижением качества жизни из-за хронизации процесса (и необходимости частого стационарного лечения). Формирование набора данных для исследования - один из ключевых этапов данной работы, так как качество данных определяет точность алгоритмов. Для формирования набора данных для разработки алгоритмов использовались открытые источники из релевантных материалов в медицинских и научных базах данных, предоставившие актуальные сведения о диагностических критериях, биомаркерах и клинических характеристиках пациентов. Данные подвергались предварительной обработке, включающей унификацию формата, устранение пробелов и противоречий и исключение нерелевантной информации, что обеспечило структурированность и готовность данных для их анализа. Для расширения набора данных использовались и клинические протоколы, рекомендации ведущих онкологических сообществ NCCN и ESMO, которые дали стандартизированную информацию о стадировании заболевания, критериях дифференциальной диагностики и применении диагностических методов, включая морфологические, молекулярно-генетические и инструментальные исследования. Кроме того, важным этапом стало выделение ключевых диагностических признаков. Эти признаки были приведены к единой системе классификации, что облегчило их дальнейшее использование в алгоритмах диагностики. Параллельно проводилась валидация данных для исключения ошибок, связанных с неполнотой или неоднородностью исходной информации. В качестве модели для реализации были выбраны экспертные системы (ЭС), которые, в отличие от моделей машинного обучения, не требуют большого объема данных для обучения. В качестве инструмента для реализации системы выбран Prolog — язык и система логического программирования, основанные на языке предикатов математической логики дизъюнктов Хорна. Язык основан на логике первого порядка, формальной логике и предназначен как декларативный язык программирования: программа представляет собой набор фактов и правил, которые определяют отношения. Вычисление инициируется запросом, выполняемым над программой. Результаты работы системы показали, что ЭС смогла правильно определить диагноз в 60% случаев - такой процент в диагностике обусловлен тем, что в классе хронических неинфекционных заболеваний кишечника высокий процент расхождения диагноза: 74%. В качестве перспектив исследования планируется усовершенствование диагностической системы.

Список используемой литературы:

1. Бродская Ю.А., Приори Л.Д. Математические модели распознавания образов в проблеме диагностики дисбиозов кишечника /Проблемы оптической физики и биофотоники. SFM-2021: материалы Международного симпозиума и Международной молодежной научной школы Saratov Fall Meeting 2021 / под ред. Г.В. Симоненко, В.В. Тучина. – Саратов: Изд-во «Саратовский источник», 2021. - ISBN 978-5-6047595-9-2 – С. 24-29.: ил.
2. Бродская Ю.А. О реализации алгоритмов распознавания образов в задачах лабораторной диагностики / Проблемы управления в социально-экономических и технических системах. Материалы XIX Международной научно-практической конференции. Саратов, 2023. С. 15-20.
3. Burisch J., Pedersen N., Cukovic-Cavka S. et al. East-West gradient in the incidence of inflammatory bowel disease in Europe: the ECCO-EpiCom inception cohort // Gut. 2014. Vol. 63. № 4.

ФОТОПЛЕТИЗМОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИКИ СОСУДИСТОГО ТОНУСА ПРИ ГРАВИТАЦИОННОЙ ПРОБЕ КАК МЕТОД РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

С.И. Белозерова, А.А. Сагайдачный

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Саратов

Abstract. В данной работе исследуется возможность использования фотоплетизмографии в сочетании с гравитационной пробой для оценки сосудистой регуляции и ранней диагностики артериальной гипертензии. Проведен анализ изменений АС- и ДС-компонент ФПГ-сигнала у здоровых добровольцев при изменении положения верхней конечности, выявлены особенности венозного оттока, которые могут быть использованы для диагностики артериальной гипертензии.

Ключевые слова: фотоплетизмография, гравитационная проба, артериальная гипертензия, сосудистый тонус.

Abstract. This paper explores the possibility of using photoplethysmography in combination with a gravity test to assess vascular regulation and early diagnosis of arterial hypertension. An analysis of changes in the AC and DC components of the PPG signal in healthy volunteers was carried out when changing the position of the upper limb; features of venous outflow were identified that can be used to diagnose arterial hypertension.

Keywords: photoplethysmography, gravity test, arterial hypertension, vascular tone.

Артериальная гипертензия (АГ) является важным фактором риска развития многих сердечно-сосудистых заболеваний и остается одной из главных проблем современного здравоохранения. В связи с этим ранняя диагностика нарушений сосудистой регуляции, предшествующих развитию стойкой АГ, приобретает особую актуальность. Целью данной работы стала оценка динамики тонуса сосудов при проведении гравитационной пробы (поднятии верхней конечности) с использованием метода фотоплетизмографии (ФПГ), а также определение перспектив применения данного подхода для диагностики АГ.

Исследование было проведено на группе из 18 условно здоровых добровольцев. Регистрация ФПГ осуществлялась в положении сидя при двух положениях руки: на уровне сердца и при вертикальном поднятии. Предварительно каждому испытуемому измерялось артериальное давление. В ходе анализа оценивались АС- (амплитуда пульсаций) и ДС-компоненты (базовый уровень кровенаполнения) ФПГ-сигнала. Результаты показали, что поднятие руки вызывает разнонаправленные изменения АС-компоненты: у половины испытуемых наблюдалось увеличение, а у другой половины – уменьшение амплитуды. Предположительно, это связано с индивидуальными особенностями исходного артериального давления и тонуса сосудов. У лиц с более высоким артериальным давлением, способным поддерживать перфузионное давление на достаточном уровне, и с повышенным тонусом сосудов, дающий резерв для компенсаторной вазодилатации, поднятие руки привело к увеличению АС-компоненты. У лиц с нормальным или пониженным давлением и с пониженным тонусом сосудов поднятие руки привело к уменьшению АС-компоненты.

При этом ДС-компонента снижалась у всех испытуемых, что отражает уменьшение венозного наполнения вследствие гравитационного воздействия. Однако динамика восстановления сигнала существенно различалась. На основании этого были выделены

группы с восстановлением и без восстановления DC-компоненты, что может отражать индивидуальные особенности венозного оттока. Причем было замечено, что в первой группе (n=11) у большинства испытуемых (8 из 11) наблюдается увеличение амплитуды AC-компоненты, и у меньшинства (3 из 11) ее умеренное снижение (не более 37%). Следовательно, сохранившийся артериальный приток обеспечивает венозный отток. Тогда как во второй группе (n=7) у подавляющего большинства испытуемых (6 из 7) наблюдается выраженное снижение амплитуды AC-компоненты (от 75% до 95%). Это свидетельствует о значительном снижении артериального притока, которое в сочетании с прекращением венозного оттока, приводит к резкому снижению общего кровенаполнения тканей и, как следствие, к отсутствию восстановления DC-компоненты.

Как было установлено ранее, основные нарушения в системе микроциркуляции при АГ характеризуются нарушениями в системе оттока с нарастанием признаков застоя крови на уровне венолярного отдела сосудистого русла по мере прогрессирования заболевания. Поскольку DC-компонента характеризует венозный отток, то проба с изменением положения руки может быть информативна при диагностике нарастания признаков застоя крови по мере прогрессирования гипертонии.

Полученные результаты указывают на перспективность гравитационной пробы с ФПГ для оценки сосудистой регуляции, в частности, выявления нарушений венозного оттока по динамике DC-компоненты, что может быть актуально для ранней диагностики АГ. В заключение следует отметить, что для подтверждения диагностической ценности данного метода необходимы дальнейшие исследования с участием пациентов с АГ.

ОБРАБОТКА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПЯТЕН КРОВИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕЕ ВЯЗКОСТИ.

О.Ю. Болomoжнова

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Саратов

Аннотация. Проведено сравнение методов бинаризации для автоматического анализа изображений пятен модельной крови с высокой и низкой вязкостью. Показана эффективность глобальной бинаризации по методу Оцу для пятен с высокой вязкостью и необходимость применения каскада методов (сегментация по цвету, бинаризация по маске, морфологическое замыкание) для пятен с низкой вязкостью. Выявлены различия в распределении площадей пятен в зависимости от вязкости и типа поверхности.

Ключевые слова: бинаризация, вязкость крови, обработка изображений, метод Оцу, морфологические операции, сегментация по цвету.

Abstract. A comparison of binarization methods for the automated analysis of model bloodstain images with high and low viscosity was conducted. The effectiveness of global binarization using Otsu's method for high-viscosity stains and the necessity of applying a method cascade (color segmentation, mask binarization, morphological closing) for low-viscosity stains are demonstrated. Differences in the distribution of stain areas depending on viscosity and surface type were identified.

Keywords: binarization, blood viscosity, image processing, Otsu's method, morphological operations, color segmentation.

Цифровые технологии и искусственный интеллект стали ключевым инструментом в медицине и криминалистике, автоматизируя рутинные задачи, такие как анализ следов крови, что повышает точность и скорость исследований.

Цель работы: Сравнительная оценка эффективности методов бинаризации для детектирования и анализа пятен крови с различной вязкостью на разных типах поверхностей.

Материалы и методы. Для экспериментов использовалась модель крови на основе водного раствора глицерина и KMnO_4 . Приготовлены растворы с низкой (50 мл воды + 15 мл глицерина) и высокой (20 мл воды + 28 мл глицерина) вязкостью. Капли наносились с высоты 1 м на поверхности (бумага А4, пленка, ткань, картон), полученные пятна фотографировались. Анализ изображений проводился с использованием Python в Google Colab.

Результаты.

1. Для пятен с высокой вязкостью (четкие границы, равномерная окраска) эффективна глобальная бинаризация с автоматическим подбором порога по методу Оцу, что позволяет точно выделить всю площадь пятна.

2. Для пятен с низкой вязкостью (размытые границы, неоднородная окраска) стандартные методы бинаризации (глобальная, адаптивная) оказались неэффективны. Разработан каскадный метод, включающий:

- Сегментацию по цвету (поиск пикселей в диапазоне от светло- до темно-коричневого).
- Бинаризацию по полученной маске.

- Морфологическое замыкание (дилатация и эрозия с эллиптической маской 5x5) для заполнения пустот.

3. Анализ распределения площадей пятен выявил, что при высокой вязкости наблюдается больший разброс размеров (от 0 до 12 млн пикселей), в то время как при низкой вязкости распределение более однородное (от 0 до 3 млн пикселей).

Заключение. Проведенный анализ показал, что выбор метода бинаризации критически зависит от реологических свойств крови. Для пятен с высокой вязкостью оптимален простой и быстрый метод Оцу. Для пятен с низкой вязкостью необходим более сложный каскадный подход на основе сегментации по цвету и морфологических операций. Полученные результаты подтверждают необходимость учета вязкости крови и свойств поверхности для автоматического анализа изображений в forensic science.

ВЛИЯНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СПИРОГРАФИИ НА ИНТЕРВАЛ QT ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ

А.Д. Болотникова, Е.С. Оленко

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского», Саратов*

Удлинение интервала QT электрокардиографии (более 450 мс) имеет неблагоприятное прогностическое значение для внезапной сердечной патологии. В работе представлены результаты исследования взаимосвязи показателей спирометрии и интервала QT у пациентов с нарушением функции внешнего дыхания. С использованием методов спирометрии и электрокардиографии на аппаратно-программном комплексе «Валента» проведен сравнительный анализ кардиореспираторных взаимосвязей у 10 пациентов с нарушением функции внешнего дыхания и 10 здоровых лиц контрольной группы. Выявлено статистически значимое удлинение скорректированного интервала QT у основной группы по сравнению с контрольной группой, а также достоверное снижение у них показателей бронхиальной проходимости. Методами непараметрической статистики установлены умеренные обратные взаимосвязи между продолжительностью QTc и показателями внешнего дыхания. При удлинении объема форсированного выдоха за одну секунду (ОФВ1), пиковой объемной скорости (ПОС), максимальной объемной скорости при выдохе 25% (МОС25) отмечается выраженное удлинение интервала QT.

Ключевые слова: нарушение функции внешнего дыхания, интервал QT, электрокардиография, спирометрия, корреляционный анализ.

Prolongation of the QT interval on electrocardiography (more than 450 ms) has an unfavorable prognostic value for sudden cardiac pathology. This paper presents the results of a study on the relationship between spirometry parameters and the QT interval in patients with impaired external respiratory function. Using spirometry and electrocardiography methods with the "Valenta" hardware-software complex, a comparative analysis of cardiorespiratory relationships was conducted in 10 patients with impaired external respiratory function and 10 healthy individuals in the control group. A statistically significant prolongation of the corrected QT interval was revealed in the main group compared to the control group, as well as a significant decrease in their bronchial patency parameters. Using non-parametric statistical methods, moderate inverse relationships were established between the QTc duration and external respiration parameters. An increase in the Forced Expiratory Volume in 1 second (FEV1), Peak Expiratory Flow (PEF), and Maximum Expiratory Flow at 25% of FVC (MEF25) was associated with a marked prolongation of the QT interval.

Keywords: impaired external respiratory function, QT interval, electrocardiography, spirometry, correlation analysis.

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОГО РУСЛА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ ПРОБЫ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ ДОПЛЕРОВСКОЙ ФЛОУМЕТРИИ

В. А. Борзова, А. В. Скрипаль

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н. Г. Чернышевского, Саратов*

Аннотация. В работе рассматривается возможность применения метода лазерной доплеровской флоуметрии совместно с дыхательной пробой для оценки сосудистой реактивности и функционального состояния микроциркуляторного русла. На основе зарегистрированного ЛДФ-сигнала рассчитаны параметры нейрогенного тонуса микрососудов базового кровотока и величины снижения показателя микроциркуляции во время проведения пробы с дыханием у относительно здоровых добровольцев. Результаты позволили оценить вазомоторную функцию микрососудов и функциональное состояние микроциркуляторного русла у участников исследования.

Ключевые слова: лазерная доплеровская флоуметрия, дыхательная проба, микроциркуляторное русло, сосудистая реактивность, нейрогенный тонус, показатель микроциркуляции, вазомоторная функция.

Abstract. The paper considers the possibility of using the method of laser Doppler flowmetry in conjunction with a respiratory test to assess vascular reactivity and the functional state of the microcirculatory bed. Based on the recorded LDF signal, the parameters of the neurogenic tone of the microvessels of the basal blood flow and the magnitude of the decrease in the microcirculation parameter during the respiratory test in relatively healthy volunteers were calculated. The results made it possible to evaluate the vasomotor function of microvessels and the functional state of the microcirculatory bed in the study participants.

Keywords: laser Doppler flowmetry, respiratory test, microcirculatory bed, vascular reactivity, neurogenic tone, microcirculation parameter, vasomotor function.

В современной клинической практике крайне актуальна оценка состояния микроциркуляторного русла для раннего выявления расстройств микроциркуляции крови при различных патологических состояниях, в том числе сердечно-сосудистых, эндокринных, онкологических и аутоиммунных заболеваниях. Также в последние годы возрастает интерес к неинвазивным методам оценки микрососудистого кровотока, позволяющим быстро и точно получить информацию о состоянии сосудистого тонуса, эндотелиальной функции и адаптационных возможностях организма. Целью данной работы является анализ изменения параметров микроциркуляции крови в микрососудах, регистрируемых методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ), в ответ на дыхательную пробу, для определения характеристик сосудистой реактивности и оценки функционального состояния микроциркуляторного русла.

Исследование проводилось на группе из 20-ти условно здоровых добровольцев, не имеющих хронических заболеваний в анамнезе. Перед проведением исследования производились измерения температуры тела, артериального давления, частоты сердечных сокращений, которые могли бы повлиять на достоверность результатов. Сигнал регистрировался портативным лазерным анализатором "ЛАЗМА ПФ", закрепленным на подушечке среднего пальца левой руки. В положении сидя в течение 2-х минут

производилась запись базового кровотока в состоянии покоя, после чего участникам предлагалось сделать максимально глубокий вдох и спокойный выдох без задержки дыхания. После стабилизации базового кровотока алгоритм проведения дыхательной пробы повторялся еще 2 раза. На основе полученного ЛДФ- сигнала были рассчитаны два основных параметра, необходимые при трактовке результатов дыхательной пробы: исходный нейрогенный тонус (НТ) в состоянии покоя и относительная величина снижения показателя микроциркуляции (ПМ) при глубоком вдохе. Результаты исследования показали, что у 7-ми из 20-ти участников регистрировался повышенный нейрогенный тонус, обусловленный увеличенным влиянием симпатической регуляции на уровень базового кровотока; при этом в ответ на дыхательную пробу наблюдалась разная степень выраженности вазоконстрикторного рефлекса: были выявлены случаи недостаточного, оптимального и чрезмерного снижения показателя микроциркуляции. Малая величина снижения ПМ может быть следствием уменьшенного влияния симпатической активности на сосудистую стенку при функциональной нагрузке, что характерно для нарушения реактивности сосудистой стенки или расстройств вегетативных центров; а чрезмерное снижение ПМ говорит о повышенной активности симпатической регуляции микрососудистого тонуса. У 4-х из 20-ти участников исследования показатели нейрогенного тонуса оказались ниже оптимальных значений, что указывает на снижение симпатической регуляции микроциркуляции крови. В сочетании с недостаточным снижением ПМ при дыхательной пробе это может быть характерно для местных изменений в сосудистых стенках, например, симпатолита в зоне тканевого воспаления [1, с. 96]. Значительное снижение ПМ во время проведения функциональной пробы свидетельствует о повышенной реактивности сосудистой стенки. У большинства участников (9 человек) показатели нейрогенного тонуса находятся в пределах нормы, при этом значения изменения ПМ разнятся: у 4-х участников регистрировалось чрезмерное снижение кровотока при вазоконстрикторной стимуляции, у 1-го участника - недостаточное снижение, и лишь у 4-х человек параметры Δ ПМ и НТ находятся в нормальном диапазоне, что характеризует оптимальную симпатическую регуляцию сосудистого тонуса и адекватную рефлекторную реакцию на стимуляцию вазоконстрикторной пробой.

Результаты исследования показали, что у большинства участников, находящихся в равных условиях проведения пробы, показатели базового и переменного кровотока имеют достаточно большой разброс, обусловленный как возрастными, половыми, психоэмоциональными факторами, так и физиологическими особенностями регуляции микроциркуляции крови. Данные, полученные при ЛДФ- исследовании в сочетании с функциональной дыхательной пробой, доказали высокую чувствительность метода даже к незначительным изменениям регуляции кровотока, что может иметь важное значение в выявлении отклонений от нормальных микроциркуляторных механизмов на ранних стадиях многих заболеваний.

Список используемой литературы:

1. Крупаткин А. И., Сидорова В. В. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. - Москва: ОАО Издательство "Медицина", 2005. - 96 с.

ДИАГНОСТИКА ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ ПОЧЕК У ПАЦИЕНТОВ С СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ: РОЛЬ ЭЛЕКТРОЛИТНОГО БАЛАНСА И АНАЛИЗА МОЧИ

Д.А. Бынеева

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н. Г. Чернышевского, Саратов*

Аннотация. Хроническая болезнь почек (ХБП) часто развивается скрыто, особенно у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ), которые относятся к группе высокого риска. Ранние стадии ХБП трудно выявить, поскольку скорость клубочковой фильтрации остаётся в пределах нормы, в то время как лабораторные изменения начинают проявляться значительно раньше. Цель исследования – оценить диагностическую значимость электролитного баланса и анализа мочи у пациентов с ССЗ для раннего выявления ХБП. В рамках исследования планируется обследовать 20 пациентов с различными формами сердечно-сосудистых заболеваний без сопутствующего сахарного диабета, оценив показатели электролитов, параметры мочи и соотношение альбумин/креатинин. Ожидается, что выявленные изменения будут коррелировать с ранними признаками повреждения почек, что позволит повысить точность диагностики на доклиническом этапе.

Ключевые слова: Хроническая болезнь почек; сердечно-сосудистые заболевания; электролитный баланс; анализ мочи; альбумин/креатинин; ранняя диагностика; СКФ; тубулярная дисфункция.

Abstract. Chronic kidney disease (CKD) often develops cryptically, especially in high-risk patients with underlying cardiovascular disease (CVD). Early-stage CKD is rare because the glomerular filtration rate remains within the normal range, while laboratory abnormalities begin much earlier. The aim of this study was to evaluate the diagnostic utility of electrolyte balance and urine analysis in patients with CVD for the early detection of CKD. The study will involve 20 patients with various forms of cardiovascular disease without concomitant diabetes mellitus, measuring electrolyte levels, urine parameters, and the albumin/creatinine ratio. The changes identified are expected to correlate with early kidney damage, improving the accuracy of preclinical diagnostics.

Keywords: Chronic kidney disease; cardiovascular disease; electrolyte balance; urine analysis; albumin/creatinine; early diagnosis; SCF; tubular dysfunction.

Хроническая болезнь почек является частым осложнением сердечно-сосудистых заболеваний и нередко остаётся недиагностированной на ранних стадиях, поскольку скорость клубочковой фильтрации долгое время может оставаться в пределах нормы. В этой ситуации особое значение приобретают более чувствительные маркеры, среди которых ключевыми являются электролитный баланс и показатели анализа мочи, позволяющие выявлять ранние гломерулярные и тубулярные нарушения. Цель исследования – определить диагностическую значимость электролитов в крови и показателей анализа мочи для раннего выявления хронической болезни почек у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

В предыдущей курсовой работе была дана теоретическая оценка функций электролитов и их роли в поддержании гомеостаза. Были изучены механизмы регуляции натрия, калия, кальция, магния и фосфора, их участие в обеспечении электрической

активности клеток, осмотического давления, ритмичности работы сердца и тонуса сосудов. Подробно анализировались механизмы электролитных нарушений при хронической болезни почек: тубулярная дисфункция, активация ренин-ангиотензин-альдостероновой системы, склонность к метаболическому ацидозу и изменения концентрационной способности почек. Отдельное внимание уделялось клиническим проявлениям электролитных нарушений (аритмии, слабости, нарушению проводимости, нарушениям минерализации) и их роли как ранних индикаторов скрытого повреждения нефронов, возникающего до снижения скорости клубочковой фильтрации. Эти данные подтвердили, что электролитные сдвиги могут быть не только диагностическими, но и прогностическими маркерами, что стало основанием для перехода к практическому исследованию.

В рамках текущей работы планируется обследование двадцати пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями, за исключением лиц с сахарным диабетом, чтобы исключить влияние диабетической нефропатии. Исследование включает анализ мочи с определением кетонов, креатинина в моче, общего белка, соотношения альбумин/креатинин, а также рН и удельного веса как показателей канальцевой и концентрационной функции. Возможно, в дополнение будут оцениваться электролиты в крови, креатинин и расчетная СКФ. Собранные данные будут обработаны статистически для выявления связей между лабораторными показателями и клиническими характеристиками пациентов.

Предполагается, что у части пациентов будут выявлены ранние признаки ХБП: микроальбуминурия, снижение удельного веса, изменение рН, появление кетонов как маркера тубулярной дисфункции и отклонения в показателях креатинина в моче. Ожидается, что комплексная оценка электролитов и анализ мочи окажутся более чувствительными инструментами ранней диагностики, чем традиционная оценка креатинина и СКФ, и позволят улучшить раннее выявление хронического повреждения почек у пациентов с заболеваниями сердечно-сосудистой системы.

ОБЗОР ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОГЛАСОВАННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ ТЕХНИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ ДИАГНОСТИКИ

А.А. Вальтер, А.В. Харламов

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского, Саратов*

Аннотация. В обзоре систематизированы методы оценки согласованности измерений в зависимости от типа данных — от коэффициентов каппа и ранговой корреляции до внутриклассовой корреляции и графика Бланда–Альтмана — с акцентом на их роль в обеспечении надёжности результатов цифровых диагностических технологий.

Ключевые слова: согласованность измерений, внутриэкспертная и межэкспертная согласованность, экспертные оценки, парные измерения.

Abstract. This review systematizes methods for assessing measurement agreement according to data type — from Cohen’s and Fleiss’ kappa coefficients and rank correlation measures to intraclass correlation coefficient (ICC) and Bland–Altman plots — with an emphasis on their role in ensuring the reliability of results produced by digital diagnostic technologies.

Keywords: measurement agreement, intra-rater and inter-rater reliability, expert assessments, paired measurements.

В условиях развития доказательной медицины и широкого внедрения цифровых диагностических технологий особую значимость приобретает вопрос согласованности измерений – как между экспертами, так и между техническими средствами диагностики. Современные технические средства диагностики — от мобильных приложений до систем визуализации — всё чаще заменяют или дополняют экспертную оценку, предоставляя данные в категориальных или количественных шкалах.

Целью настоящего обзора является систематизация подходов к оценке согласованности измерений в медицинских исследованиях. Актуальность обусловлена необходимостью обеспечения воспроизводимости, надёжности и клинической достоверности результатов, получаемых как от специалистов, так и от медицинских диагностических приборов, и лежащих в основе принятия решений.

В литературе выделяют два основных типа согласованности: внутриэкспертная и межэкспертная. Для их оценки применяются различные статистические показатели, выбор которых зависит от типа шкалы измерений (категориальная, порядковая, количественная).

Для порядковых данных применяются коэффициенты ранговой корреляции – коэффициенты Спирмена и Кендалла. Оба метода широко используются для предварительной оценки согласованности, особенно на ранних этапах валидации диагностических шкал.

При работе с номинальными категориальными данными наиболее распространены коэффициенты каппа Коэна (для двух оценщиков) и его обобщению – каппа Флейсса (для трех и более оценщиков).

Для количественных измерений основным инструментом является коэффициент внутриклассовой корреляции (ICC), позволяющий оценивать как внутри-, так и межэкспертную согласованность.

Альтернативный подход – график Бланда-Альтмана, визуализирующий разности между парами измерений относительно их средних значений. Метод позволяет выявить

систематические смещения, что особенно важно при сравнении новых технических средств диагностики. В ряде исследований также используется парный t-критерий Стьюдента, который может применяться для проверки систематической ошибки между парными измерениями.

Заключение. Выбор метода оценки согласованности должен основываться на типе данных, числе источников и целях исследования. В условиях широкого внедрения медицинских приборов диагностики необходимо согласование статистических подходов для повышения достоверности результатов, независимо от их источника.

ВЫБОР АЛГОРИТМА ПОСТРОЕНИЯ ПЕРСониФИЦИРОВАННОЙ БИОМЕХАНИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОРОНАРНОГО СОСУДА НА ОСНОВАНИИ ДАННЫХ АНГИОГРАФИИ И ВНУТРИСОСУДИСТОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

И.Д. Гесин, А.Д. Жук, О.В. Антонова^{1,2},

¹*Санкт-Петербургский Политехнический Университет Петра Великого, Санкт-Петербург*

²*Институт Проблем Машиноведения РАН, Санкт-Петербург*

Аннотация. Целью данной работы является выбор наиболее эффективного алгоритма построения персонифицированной биомеханической модели коронарного сосуда на основании данных ангиографии и внутрисосудистого ультразвукового исследования.

Ключевые слова: биомеханическая модель, коронарная артерия, ангиография

Abstract. The aim of this work is to select the most effective algorithm for a personalized biomechanical model of a coronary artery development based on angiography and intravascular ultrasound data.

Keywords: biomechanical model, coronary artery, angiography

Работа посвящена выбору наиболее эффективного подхода к построению математической модели коронарных сосудов, пораженных атеросклерозом. В качестве персонифицированных исходных данных выступают данные ангиографии, внутрисосудистого ультразвукового исследования и виртуальной гистологии. Производится обработка исходных данных, которые представляют из себя набор изображений сосуда. На основании полученных результатов, с высокой степенью автоматизации строятся конечно-элементные модели сосудов, учитывающие различные механические свойства стенок сосудов и зон, поражённых атеросклерозом (атеросклеротических бляшек).

В дальнейшем, полученные биомеханические модели будут использованы при разработке комплексной математической модели «коронарная артерия – стент -баллон» и при моделировании процессов стентирования.

Результаты работы позволят с высокой степенью удобства создавать математические модели сосудов любого конкретного пациента. Это даст возможность качественной оценки каждого конкретного случая.

СТРУКТУРА БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ОТЧЕТОВ

Д. Е. Гришина

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского, Саратов*

Аннотация. В современном здравоохранении медицинские отчеты играют важную роль в управлении качеством медицинской помощи, анализе данных и принятии решений. Эффективная структура базы данных является основой для составления точных и своевременных отчетов, что позволяет медицинским учреждениям улучшать качество обслуживания пациентов, оптимизировать процессы и повышать эффективность работы. В работе рассматривается структура базы данных для составления медицинских отчетов.

Ключевые слова: база данных, медицинские отчеты, PostgreSQL.

Abstract. In modern healthcare, medical reports play an important role in quality management of medical care, data analysis, and decision-making. An effective database structure is the basis for accurate and timely reporting, which allows medical institutions to improve the quality of patient care, optimize processes, and increase operational efficiency. The paper considers the structure of a database for compiling medical reports.

Keywords: database, medical reports, PostgreSQL.

Ведение отчетной документации является ключевым элементом функционирования лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ). Анализ их деятельности основывается на статистических формах, утвержденных государственными органами, что позволяет оценить общую эффективность работы учреждения, его структурных подразделений, а также качество медицинской помощи и профилактических мероприятий. Отчетная документация также играет важную роль в финансовом управлении учреждением, способствует анализу продуктивности врачебного персонала, контролю за использованием медикаментов и медицинского оборудования, а также планированию дальнейшей деятельности.

Для ведения документации в ЛПУ используются специализированные медицинские информационные системы (МИС). Однако в процессе составления отчетной документации медицинские организации сталкиваются с новыми задачами, которые не всегда могут быть реализованы в текущих версиях МИС. Например, часто возникает задача формирования отчета за произвольный период времени (не за месяц, квартал или год). Для этого требуется вручную копировать и объединять данные из отчетов за разные месяцы, что является неудобным и времязатратным, и не исключает возникновения ошибок.

Для решения этой проблемы было бы целесообразно размещать текущую отчетность в базе данных (БД), которая позволила бы автоматизировано составлять такие отчеты, объединяя нужную информацию. При этом заполнение БД не должно быть трудоемким процессом, а выполняться в несколько кликов по итогам каждого месяца.

Работа производилась в программе PostgreSQL, которая является свободной объектно-реляционной системой управления базами данных.

В структуре БД существует справочник, содержащий информацию о каждом отделении медицинского учреждения. В справочнике указаны даты открытия и закрытия отделения, а также приведены его полное и сокращенное наименования, используемые в отчетной документации. Справочник связан с основными таблицами, созданными на

основе файлов EXCEL с отчетами "Движение за <месяц> 20<хх>". Эти таблицы включают данные о движении пациентов (поступивших, выписанных, умерших) за каждый день указанного месяца и койко-днях.

Эти таблицы БД периодически (как правило, по итогам месяца) пополняются новыми данными из отчетов в формате EXCEL. Для подготовки данных к корректной загрузке в БД таблицу в файле EXCEL используется макрос, преобразующий данные к нужному формату.

Выдача данных из БД будет осуществляться с помощью запросов PostgreSQL. Использование БД позволит быстро формировать отчеты за произвольный период, а также предоставит руководителям ЛПУ большой статистический материал за несколько лет.

КОЭФФИЦИЕНТ ФАЗОВОЙ КОГЕРЕНТНОСТИ МЕЖДУ ВЫСОКОЧАСТОТНЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ СИГНАЛОВ RR-ИНТЕРВАЛОВ И ДЫХАНИЯ КАК ИНДИКАТОР ДИНАМИЧЕСКИХ ВЕГЕТАТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ, ПЕРЕНЕСШИХ ОСТРЫЙ ИНФАРКТ МИОКАРДА

Е.С. Дубинкина¹, А.Р. Киселёв^{1,2}, А.С. Караваев¹

¹ Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Саратов

² ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины" Минздрава России, Москва

Аннотация. Для 50 пациентов исследовалась динамика коэффициента фазовой когерентности между высокочастотными колебаниями сигналов RR-интервалов и дыхания в течение года после острого инфаркта миокарда. Показано, что данный показатель чувствителен к нарушениям вегетативной регуляции системы кровообращения, возникающим при инфаркте миокарда, а также потенциально перспективен для контроля терапии.

Ключевые слова: острый инфаркт миокарда, коэффициент фазовой когерентности

Abstract. For 50 patients, there was studied the dynamics of phase coherence coefficient between high-frequency oscillations of RR-intervals and respiratory signals during one year following acute myocardial infarction. It has been shown that this indicator is sensitive to autonomic dysregulation of the circulatory system caused by myocardial infarction and potentially promising for therapy monitoring.

Key words: acute myocardial infarction, phase coherence coefficient

Коэффициент фазовой когерентности (SPC) [1], количественно характеризующий кардиореспираторное взаимодействие, показал свою пользу для ранней диагностики и контроля терапии сердечно-сосудистых заболеваний [2]. В работе исследовалась чувствительность SPC к изменениям, вызванным острым инфарктом миокарда (ОИМ).

Исследование включало 50 пациентов после ОИМ (26 мужчин и 24 женщины) в возрасте 53 ± 9 лет и 10 здоровых мужчин в возрасте 25 ± 5 лет. Проводилась одновременная десятиминутная регистрация сигналов электрокардиограммы в I стандартном отведении и дыхания с помощью грудного тензOMETрического датчика. Частота дискретизации сигналов - 250 Гц, разрешение – 12 бит. У пациентов с ОИМ сигналы регистрировались 4 раза: через 1 неделю, через 3 недели, через 6 месяцев и через 1 год после ОИМ.

Для здоровых добровольцев среднее по группе значение SPC составило $69.3 \pm 2.1\%$; для пациентов с ОИМ: через 1 неделю после ОИМ – $32.2 \pm 3.4\%$, через 3 недели – $35.1 \pm 4.1\%$, через 6 месяцев – $47.6 \pm 2.8\%$, через 1 год – $62.3 \pm 4.7\%$. У пациентов после ОИМ, на каждой контрольной точке, SPC был статистически значимо ($p < 0.05$) ниже, чем у здоровых лиц. SPC, оцененный через 1 год после ОИМ, был статистически достоверно выше ($p < 0.05$), чем на предшествующих контрольных точках. С увеличением времени, прошедшим после ОИМ, SPC демонстрировал монотонный рост и приближался к значениям, характерным для здоровых испытуемых, что свидетельствует в пользу гипотезы о том, что SPC отражает степень восстановления вегетативной регуляции после ОИМ и может быть использован для контроля терапии.

Список используемой литературы:

1. Ponomarenko V.I., Karavaev A.S., Borovkova E.I., Hramkov A.N., Kiselev A.R., Prokhorov M.D., Penzel T. Decrease of coherence between the respiration and parasympathetic control of the heart rate with aging // *Chaos*. — 2021. — Vol. 31, № 7. — Art. No. 073105. — DOI: 10.1063/5.0056624. — PMID: 34340353.

2. Kiselev A.R., Gridnev V.I., Prokhorov M.D., Karavaev A.S., Posnenkova O.M., Ponomarenko V.I., Bezruchko B.P., Shvartz V.A. Evaluation of 5-year risk of cardiovascular events in patients after acute myocardial infarction using synchronization of 0.1-Hz rhythms in cardiovascular system // *Annals of Noninvasive Electrocardiology*. — 2012. — Vol. 17, no. 3. — P. 204–213. — DOI: 10.1111/j.1542-474X.2012.00514.x. — PMID: 22816539. — PMCID: PMC6932226.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ КРОВОТОКА

Е.С. Емельянова, А.В. Доль

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского, Саратов*

Аннотация. Проведены экспериментальные исследования на испытательном стенде для проливки модели аневризмы брюшной аорты с установленным стент–графтом. Получены результаты на разных режимах работы испытательного стенда и разной частоте сердечных сокращений. Показана эффективность установленного стент–графта в просвет аневризмы и снижение нагрузки на купол аневризмы.

Ключевые слова: аневризма брюшной аорты, испытательный стенд, стент–графт.

Abstract. Experimental studies were conducted on a test bench for perfusing a model of an abdominal aortic aneurysm with an installed stent graft. Results were obtained under different operating modes of the test bench and different heart rates. The effectiveness of the installed stent graft in the aneurysm lumen and the reduction of load on the aneurysm dome are demonstrated.

Keywords: abdominal aortic aneurysm, test bench, stent graft.

Аневризма брюшного отдела аорты является серьезной сосудистой патологией, приводящей к летальному исходу при разрыве. Стентирование занимает одно из ключевых мест в лечении аневризм. Установка стент–графта позволяет укрепить стенку сосуда, изменить характер кровотока и снизить риск разрыва аневризмы. Для оценки эффективности и безопасности данного метода необходимо проведение экспериментальных исследований.

Цель работы: Оценка изменения характера кровотока после установки стент–графта и снижение нагрузки на купол аневризмы

Материалы и методы. На испытательном стенде проводилась проливка силиконовой модели аневризмы реального пациента. Работу сердца выполнял насос, имитирующий работу сердца. Насос позволяет задавать такие параметры, как соотношение между фазами систолы и диастолы, а также частоту сердечных сокращений в минуту. С помощью крыльчатых расходомеров оценивались скорости движения жидкости на выходах из купола аневризмы и подвздошных артерий.

После всех измерений из модели удалялся стент–графт и проводились повторные измерения на тех же режимах без стента.

Затем в программе Excel для каждого режима строились точечные диаграммы с гладкими кривыми. На каждом графике выбирался участок с 3–4 периодами пульсации. Сравнивались кривые до и после установки стента.

Результаты. На всех режимах установка стента привела к увеличению скорости кровотока в подвздошной артерии.

1. На режиме 30/70 самый большой процент тока жидкости, уходящий в подвздошные артерии, наблюдается при ЧСС 50 и 60. С увеличением ЧСС количество жидкости, уходящее в артерии, уменьшается.

2. На режиме 35/65 самый большой процент тока жидкости, уходящий в подвздошные артерии, наблюдается на ЧСС 60 и 70. С увеличением ЧСС количество жидкости, уходящее в артерии, уменьшается.

3. На режиме 40/60 самый большой процент тока жидкости, уходящий в подвздошные артерии, наблюдается на ЧСС 50 и 60. С увеличением ЧСС количество жидкости, уходящее в артерии, уменьшается.

На всех режимах установка стента привела к уменьшению скорости кровотока в куполе аневризмы.

Заключение. Полученные результаты наглядно демонстрируют, что установка стента приводит к значительному изменению характера кровотока в аневризме. Происходит перераспределение кровотока: скорость движения крови в подвздошных артериях увеличивается, при этом в куполе аневризмы наблюдается ее снижение. Наибольшая эффективность стента отмечается при ЧСС 70-80 ударов в минуту, когда уменьшение потока крови в аневризме достигает 20%. Это свидетельствует о том, что стент снижает гемодинамическую нагрузку на стенки аневризмы, тем самым уменьшая риск ее разрыва.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ ГЕМОДИНАМИКИ И АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ У БОЛЬНЫХ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТОНИЕЙ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ТЯЖЕСТИ

И.А. Ефременко, Е.С. Оленко

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского, Саратов*

Целью исследования являлось изучение взаимосвязи между показателями периферической гемодинамики и артериального давления у больных с гипертонической болезнью разной степени тяжести для определения гемодинамических маркеров её прогрессирования. Обследовано 20 больных с АГ разной степени и стадии заболевания, средний возраст составил 56 ± 20 лет. Обследование сосудов верхних и нижних конечностей проводилось с использованием импедансной РВГ. Полученные результаты показали, что периферическая гемодинамика и её изменения напрямую зависит от степени АД и стадии заболевания. Наиболее значимые нарушения наблюдаются в дистальных отделах конечностей (стопы, кисти), что подчеркивает важность реографии для ранней диагностики возможных сосудистых осложнений у больных АГ. Проведенное исследование позволило выявить закономерности изменений периферической гемодинамики при АГ, что может быть полезным для разработки более точных методов диагностики и оценки эффективности лечения пациентов с ГБ. Полученные данные подчеркивают необходимость дальнейшего изучения сосудистых механизмов формирования АГ и их влияния на прогрессирование заболевания.

Ключевые слова: артериальная гипертония, периферическая гемодинамика, суточное мониторирование артериального давления, реовазография

The aim of the study was to study the relationship between peripheral hemodynamic parameters and blood pressure in patients with hypertension of varying severity to determine the hemodynamic markers of its progression. 20 patients with hypertension of various degrees and stages of the disease were examined, the average age was 56 ± 20 years. Vascular examination of the upper and lower extremities was performed using an impedance RVG. The results showed that peripheral hemodynamics directly depends on the degree of blood pressure and the stage of the disease, and its changes depend on the stage of hypertension. The most significant disorders are observed in the distal parts of the extremities (feet, hands), which emphasizes the importance of rheography for early diagnosis of possible vascular complications in patients with hypertension. The study made it possible to identify patterns of changes in peripheral hemodynamics in hypertension, which may be useful for developing more accurate diagnostic methods and evaluating the effectiveness of treatment in patients with hypertension. The data obtained emphasize the need for further study of the vascular mechanisms of hypertension formation and their effect on the progression of the disease.

Key words: arterial hypertension, peripheral hemodynamics, daily blood pressure monitoring, rheovasography

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЛИЦ МОЛОДОГО ВОЗРАСТА С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ТРЕВОЖНОСТИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ГРУППЫ ПОВЫШЕННОГО РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПСИХОСОМАТИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИИ

А.А. Зимарина

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского, Саратов*

Аннотация. При психологическом обследовании студентов вуза была показана отчетливая связь уровней тревожности и показателей алекситимичности, стрессоустойчивости и форм стресс-преодолевающего поведения: наиболее эффективными были лица со средним уровнем тревоги как диспозиции, чего нельзя сказать о респондентах с высоким уровнем личностной тревожности, которые составляют группу повышенного риска возникновения психосоматических патологий.

Ключевые слова: повышенная тревожность; лица молодого возраста; психосоматическая патология; факторы риска

Abstract. Psychological examination of university students revealed a distinct correlation between anxiety levels and indicators of alexithymia, stress resistance, and forms of stress-coping behavior. The most effective coping strategies were observed in individuals with a moderate level of anxiety as a disposition. This was not the case for respondents with a high level of personal anxiety, who constitute a high-risk group for the development of psychosomatic pathologies.

Keywords: elevated anxiety; young adults; psychosomatic pathology; risk factors

Известно, что повышенная тревожность признана мировым медицинским сообществом в качестве самостоятельного фактора риска развития психосоматических заболеваний и сердечно-сосудистых катастроф. Исходя из того, что профилактическое направление является ведущим в современной медицине область наших научных интересов направлена на изучение психологических особенностей относительно здоровых лиц молодого возраста через призму уровней их тревожности.

Цель исследования: определить и сравнить психофизиологические особенности относительно здоровых лиц молодого возраста с учетом их уровней тревожности.

С помощью тестов Ч.Спилбергера-Ю.Ханина, С.Субботина, Э.Хайма, Торонтской Алекситимической Шкалы (ТАШ) и проективной психометрической методики обследовали 44 относительно здоровых студента-медика, мужского и женского пола [средний возраст 21,2 (20,4; 23,2) года].

Все наблюдаемые нами лица были градированы в зависимости от уровня их тревожности как диспозиции: I группу сформировали учащиеся вуза с умеренным уровнем тревожности (47,7%), а II группу – с высоким уровнем тревоги (52,3%); лиц с низким уровнем личностной тревожности среди обследованных не было. Установлено, что чем выше был уровень тревожности респондентов, тем ниже был уровень их устойчивости к стрессу, тем выше показатель по ТАШ (алекситимичность) и чаще выбор непродуктивных форм стресс-преодолевающего поведения преимущественно в эмоциональной сфере. Это свидетельствует о повышенном риске развития психосоматической патологии у данных лиц.

Следовательно, полученные результаты свидетельствуют о целесообразности проведения психологической коррекции у студентов с высоким уровнем тревожности.

ВЫБОР МОДЕЛИ МАТЕРИАЛА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПРОЦЕССА СВОРАЧИВАНИЯ БАЛЛОНА ДЛЯ АНГИОПЛАСТИКИ

С.Д. Иванов, О.В. Антонова^{1,2}

¹Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург

²Институт Проблем Машиноведения РАН, Санкт-Петербург

Аннотация. Целью работы является исследование влияния модели материала на описание механического поведения баллона для ангиопластики.

Ключевые слова: биомеханика, баллонная ангиопластика, модели материалов, гиперупругость, конечно-элементное моделирование.

Abstract. The aim of the work is to study the effect of the material model on the description of the mechanical behavior of an angioplasty balloon.

Keywords: biomechanics, balloon angioplasty, material models, hyperelasticity, finite element modeling.

В работе представлены результаты конечно-элементного моделирования процесса сворачивания баллона для ангиопластики с использованием различных моделей гиперупругих материалов. Были рассмотрены модели Огдена различных порядков [1, с. 4, 2, с. 8], модель пластичности Мизеса с изотропным упрочнением [3, с. 5], модель Купера-Саймондса [4, с. 4] и полиномиальная гиперупругая модель 4-го порядка [5, с. 3]. Для каждой из моделей выполнено моделирование этапов предварительного формования и сворачивания баллона вокруг катетера. Сравнение постановок проводится по деформированной геометрии, а также распределению эквивалентных напряжений в области складок. Результаты сопоставления используются для формулирования практических рекомендаций по выбору модели гиперупругих материалов при моделировании процесса сворачивания баллона.

Список используемой литературы:

1. Ashish Bhave, Benjamin Sittkus, Gerald Urban, Ulrich Mescheder, Knut Möller. Finite element analysis of the interaction between high-compliant balloon catheters and non-cylindrical vessel structures: towards tactile sensing balloon catheters // *Biomechanics and Modeling in Mechanobiology*. – 2023. – 29 p
2. Bernard Helou, Aline Bel-Brunon, Claire Dupont, Wenfeng Ye, Claudio Silvestro, Michel Rochette, Antoine Lucas, Adrien Kaladji, Pascal Haigron. Influence of balloon design, plaque material composition, and balloon sizing on acute post angioplasty outcomes: an implicit Finite Element Analysis // *International Journal for Numerical Methods in Biomedical Engineering*. – 2021. – 49 p.
3. Lisa Wiesent, Ulrich Schultheiß, Christof Schmid, Thomas Schratzensattler, Aida Nonn. Experimentally validated simulation of coronary stents considering different dogboning ratios and asymmetric stent positioning // *PLOS ONE*. – 2023. – 25 p
4. Tao Li, Zhuo Zhang, Wenyuan Wang, Aijia Mao, Yu Chen, Yan Xiong, Fei Gao. Simulation and experimental investigation of balloon folding and inserting performance for angioplasty: A comparison of two materials, Polyamide-12 and Pebax // *Journal of Functional Biomaterials*. – 2023. – 15 p
5. Ganesh B. Rahinj, Harshit S. Chauhan, Martin L. Sirivella, Menta V. Satyanarayana, Laxminarayanan Ramanan. Numerical analysis for non-uniformity of balloon-expandable stent deployment driven by dogboning and foreshortening // *Cardiovascular Engineering and Technology*. – 2021. – 18 p

ВЫБОР МОДЕЛИ МАТЕРИАЛА ДЛЯ ОПИСАНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ КОРОНАРНОЙ АРТЕРИИ, ПОРАЖЕННОЙ АТЕРОСКЛЕРОЗОМ, ПРИ СТЕНТИРОВАНИИ

Н.А. Кабин¹, О.В. Антонова^{1,2}

¹Санкт-Петербургский Политехнический Университет Петра Великого, Санкт-Петербург

²Институт Проблем Машиноведения РАН, Санкт-Петербург

Аннотация. Целью данной работы является исследования влияния модели материала на напряженное-деформируемое состояния коронарной артерии при проведении ангиопластики.

Abstract. The aim of this work is to investigate the influence of the material model on the stress-strain state of the coronary artery during angioplasty.

Ключевые слова: биомеханика, коронарная артерия, напряженно-деформируемое состояние, модели материалов

Keywords: biomechanics, coronary artery, stress-strain state, material models

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) за 2021 год, сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) стали причиной примерно 19,41 миллиона летальных исходов по всему миру. Скорректированный по возрасту коэффициент смертности в этом контексте составил 235,18 на 100 000 человек. В свою очередь, смерть от ишемической болезни сердца (ИБС) имела стандартизированный коэффициент 108,73.

Ежегодно в мире проводится около 2 миллионов процедур стентирования, при этом до 30% из них требуют повторной операции. Для снижения процента повторных обращений и улучшения эффективности процедуры стентирования существующие методики и регламенты медицинского вмешательства нуждаются в корректировке. Для обоснования необходимых изменений кроме результатов клинических испытаний предлагается использование методов математического моделирования для выбора оптимальных характеристик стента и баллона, а также оптимальных параметров их установки. Это позволит оценить оптимальное давление в баллоне, необходимое для максимального раскрытия сосуда без его повреждения,

В работе рассматривалась задача, состоящая из упрощенных моделей коронарной артерии, атеросклеротической бляшки и баллона. В ходе работы численно был проведен анализ напряженно-деформируемого состояния (НДС) коронарной артерии при использовании различных моделей материала, а именно изотропно-упругой, а также гиперупругих моделей: Огдена и Муни-Ривлина.

Для оценки полученных результатов проведено сравнение НДС с результатами [1, с. 6], показавшее хорошее совпадение. Для увеличения скорости проведения расчётов для моделирования атеросклеротической бляшки и баллона использовалась изотропноупругая модель материала.

Список используемой литературы:

1. Wei, L. Influences of plaque eccentricity and composition on the stent-plaque-artery interaction during stent implantation / L. Wei, Q. Chen, Z. Li // *Biomechanics and Modeling in Mechanobiology*. – 2019. – Т. 18, № 1. – С. 45-56.

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОЙ ДОППЛЕРОВСКОЙ ФЛОУМЕТРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ

А.С. Каменчук, А.Д. Усанов

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского, Саратов*

Аннотация. В работе исследуется применение лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) для оценки микроциркуляции крови у здоровых молодых людей и пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Проведён сравнительный анализ ЛДФ-грамм, выявивший значимые различия в показателях перфузии и регуляции микрокровотока между группами. Метод подтвердил свою ценность как неинвазивный инструмент для диагностики и мониторинга микроциркуляторных нарушений.

Abstract. The study explores the application of laser Doppler flowmetry (LDF) to assess blood microcirculation in healthy young individuals and patients with cardiovascular diseases. A comparative analysis of LDF-grams revealed significant differences in perfusion parameters and microflow regulation between the groups. The method proved to be a valuable non-invasive tool for diagnosing and monitoring microcirculatory disorders.

Ключевые слова: лазерная доплеровская флоуметрия, микроциркуляция, артериальная гипертензия, эндотелиальная дисфункция, ЛАЗМА ПФ

Keywords: laser Doppler flowmetry, microcirculation, arterial hypertension, endothelial dysfunction, LASMA PF

В работе представлены результаты исследования микроциркуляции крови методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ). Метод ЛДФ широко применяется для неинвазивной оценки микроциркуляции крови с 1980-х годов и основан на анализе доплеровского сдвига частот лазерного излучения, рассеянного движущимися эритроцитами [2, с. 17]. Изучались особенности амплитудно-частотного спектра микрогемодинамики у 11 здоровых лиц (контрольная группа) и 11 пациентов с артериальной гипертензией (основная группа).

Измерения проводились с помощью портативного лазерного анализатора микроциркуляции крови «ЛАЗМА ПФ» на коже дистальной фаланги пальца руки в состоянии покоя и при проведении функциональных проб [3, с. 5].

У пациентов с АГ выявлены достоверные различия в показателях перфузии (М) и ритмической структуры кровотока по сравнению с контрольной группой. Установлены характерные нарушения: снижение базовой перфузии, признаки эндотелиальной дисфункции (снижение амплитуды эндотелиального ритма Аэ), а также изменения, указывающие на возможный венозный застой и ухудшение регуляторных резервов микроциркуляторного русла [1, с. 25; 5, с. 59]. На примере пациентки с сочетанной патологией (АГ, сахарный диабет, неполная блокада ножки пучка Гиса) наглядно показано комплексное негативное влияние на микроциркуляцию, соответствующее данным о том, что нарушения микроциркуляции являются ключевым звеном в патогенезе сердечно-сосудистых заболеваний [3, с. 87].

Проведенное исследование демонстрирует высокую диагностическую ценность метода ЛДФ для неинвазивной оценки состояния микроциркуляции и выявления ее

нарушений при сердечно-сосудистой патологии, что может быть использовано для ранней диагностики и контроля эффективности терапии [4, с. 252].

Список используемой литературы:

1. Крупаткин, А.И. Функциональная диагностика состояния микроциркуляторной и тканевой систем. Флуктуации, информация и нелинейность. Руководство для врачей / А. И. Крупаткин, В. В. Сидоров. – Москва: Книжный дом "Либроком", 2013. -496 с. – Текст (визуальный) : прямой.
2. Брюнинг, Р.С. Изменение кровотока кожи у людей с артериальной гипертензией / Р.С. Брюнинг, У.Л. Кенни, Л.М. Александер. – Текст : визуальный // Микрососудистые исследования. – 2015. – Т. 97. – С. 81-87.
3. Состояние крупных артерий и сосудов микроциркуляторного русла кожи у пациентов с артериальной гипертензией высокого и очень высокого риска и влияние на них антигипертензивной терапии / Е.В. Мордвинова, Е.В. Ощепкова, А.А. Федорович [и др.]. – Текст (визуальный): прямой // Системная гипертензия. – 2016. – Том 13, № 2. – с. 11-16.
4. Снижение системной микрососудистой функции у мужчин с ишемической болезнью сердца связано со стенокардией, но не объясняется атеросклерозом / У.Д. Штамм, А.Д. Хьюз, Дж. Майет [и др.]. – Текст : визуальный // Микроциркуляция. – 2013. – Т. 20, № 7. – С. 670-677.
5. Ослабление микрососудистой функции у лиц с сердечно-сосудистыми заболеваниями сходно у пациентов индийского, азиатского и европейского происхождения / У.Д. Штамм, А.Д. Хьюз, Дж. Майет [и др.]. - Текст : визуальный // BMC Cardiovascular Disorders. – 2010. – Т. 10. – С. 1-6.

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОПОРИСТОСТИ СЕТЧАТЫХ ОБРАЗЦОВ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ СЕЛЕКТИВНЫМ ЛАЗЕРНЫМ ПЛАВЛЕНИЕМ

П.Н. Килина, А.А. Дроздов, Я.И. Зубенин

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь

Аннотация. Селективным лазерным плавлением были получены сетчатые конструкции на основе порошка CoCr. Определены рациональные режимы, обеспечивающие минимальные значения микропористости.

Abstract. CoCr powder-based mesh structures were produced using selective laser melting. Well-targeted regimes were determined that ensure minimal microporosity values.

Ключевые слова: селективное лазерное плавление, металлический порошок, микропористость.

Key words: selective laser melting, metal powder, microporosity.

Селективное лазерное плавление позволяет изготовить конструкции на основе металлических порошковых материалов с толщиной стенки от 100 мкм [1, с. 344; 2, с. 697]. Целью работы было исследование микропористости образцов на основе порошка CoCr.

Селективное лазерное плавление проводилось на установке Realizer SLM50. Исследование микропористости проводилось с помощью оптического микроскопа Olympus GX51, микрофокусного томографа XT H 225 ST. Диапазон мощности лазерного излучения при сплавлении составил 40–42.5 Вт, время экспозиции 40–60 мкс, расстояние между точками 10–15 мкм. Получены сетчатые конструкции с толщиной перемычки 100–200 мкм.

При томографическом исследовании выявлено, что большее количество дефектов наблюдается в наклонных элементах конструкции, в вертикальном направлении количество дефектов минимально. Поры не превышают размер частиц порошка и находятся в пределах 10–30 мкм. Металлографический анализ проводился на микрошлифах, выявлены поры с размером 1–30 мкм, общая микропористость составляет 0,01–0,05%

В результате комплексных исследований выявлен режим, обеспечивающий минимальную микропористость 0,01% в продольном и поперечном направлении: мощность лазерного излучения $P=40$ Вт, расстояние между точками $L=10$ мкм, время экспозиции $t=40$ мс, при значении объемной плотности энергии 0,8 Дж/мм³.

«Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-79-10169, <https://rscf.ru/project/25-79-10169/>

Список используемой литературы:

1. Demir A.G., Previtali B. Additive manufacturing of cardiovascular CoCr stents by selective laser melting. Mater Des 2017, 119, 338–350.
2. Langi, E., Zhao, L.G., Jamshidi, P. et al. Microstructural and Mechanical Characterization of Thin-Walled Tube Manufactured with Selective Laser Melting for Stent Application//J. of Materi Eng and Perform 2021. V.30, 696–710.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КРОВОТОКА В УПРУГОЙ АРТЕРИИ, ПОРАЖЕННОЙ СТЕНОЗОМ

А.П. Корчагин¹, О.В. Антонова^{1,2}

¹Санкт-Петербургский Политехнический Университет Петра Великого, Санкт-Петербург

²Институт Проблем Машиноведения РАН, Санкт-Петербург

Аннотация. Цель данной работы – разработка математической модели участка коронарной артерии, пораженной стенозом, позволяющей учесть влияние течения крови на ее механическое поведение.

Abstract. The purpose of this work is to develop a mathematical model of a section of a coronary artery affected by stenosis, which allows considering the impact of blood flow on its mechanical behavior.

Ключевые слова: биомеханика, коронарная артерия, взаимодействие жидкости и твердого тела, напряженно-деформируемое состояние

Keywords: biomechanics, coronary artery, fluid-structure interaction, stress-strain state

Исследование стеноза в зоне бифуркации коронарной артерии представляет собой сложную клиническую задачу ввиду анатомической специфики данной области. Бифуркационные поражения, при которых стеноз затрагивает место разделения основного сосуда на две ветви, составляют 15–20 % всех случаев ишемической болезни сердца, требующих интервенционного вмешательства. Ключевая сложность заключается в необходимости одновременного восстановления просвета как основного ствола, так и дочерних ветвей, что требует тщательного планирования процедуры и выбора оптимальной стратегии стентирования. Математическое моделирование поведения пораженных участков артерий при стентировании помогает оценить эффективность выбранных стратегий лечения. Первым шагом в создании такой математической модели является построение участка коронарной артерии и изучение взаимодействия течения крови с ее упругой стенкой.

В данной работе учитывается взаимодействие стенки участка коронарной артерии и крови в нескольких постановках. Рассмотрены стационарное и нестационарное течение крови в артерии. Кровь принимается несжимаемой ньютоновской жидкостью. При моделировании стенки артерии проведено сравнение использования твердотельной и оболочечной моделей. Для моделирования стенок артерии используются изотропно-упругая модель и гиперупругая модель Муни-Ривлина. Связь гидродинамической модели течения крови и упругой модели стенки артерии осуществляется методом Fluid Structure Interaction (FSI).

По результатам проведенных расчетов получена взаимосвязанная модель участка артерии, которую в дальнейшем можно использовать при исследовании зоны бифуркации коронарной артерии.

КРОВОТОК У БОЛЬНЫХ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТОНИЕЙ РАЗНОЙ СТАДИИ ЗАБОЛЕВАНИЯ

А.В. Макарова, Е.С. Оленко

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского, Саратов*

В работе представлены результаты комплексного исследования взаимосвязи параметров церебральной и центральной гемодинамики у пациентов с артериальной гипертонией (АГ) различной степени тяжести. С использованием современных неинвазивных методов диагностики (реоэнцефалографии и интегральной реографии тела) проведен сравнительный анализ гемодинамических показателей у 9 пациентов с АГ и 8 здоровых лиц контрольной группы. Выявлены статистически значимые изменения системной и церебральной гемодинамики, соответствующие стадии заболевания. Методами корреляционного анализа установлены устойчивые взаимосвязи между показателями периферического сосудистого сопротивления и сердечного выброса. Полученные данные имеют важное значение для разработки персонализированных подходов к прогнозированию цереброваскулярных осложнений АГ.

Ключевые слова: артериальная гипертония, церебральная гемодинамика, центральная гемодинамика, реоэнцефалография, интегральная реография тела, корреляционный анализ.

The paper presents the results of a comprehensive study of the relationship between the parameters of cerebral and central hemodynamics in patients with arterial hypertension (AH) of varying severity. Using modern noninvasive diagnostic methods (rheoencephalography and integral body rheography), a comparative analysis of hemodynamic parameters was performed in 9 patients with hypertension and 8 healthy controls. Statistically significant changes in systemic and cerebral hemodynamics corresponding to the stage of the disease were revealed. Correlation analysis methods have established stable relationships between peripheral vascular resistance and cardiac output. The data obtained are important for the development of personalized approaches to the prediction of cerebrovascular complications of hypertension.

Keywords: arterial hypertension, cerebral hemodynamics, central hemodynamics, rheoencephalography, integral rheography of the body, correlation analysis.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ОСТЕОТОМИЙ ПЕРВОЙ ПЛЮСНЕВОЙ КОСТИ В НОРМЕ И ПРИ ОСТЕОПОРОЗЕ

К.А. Марьянкин, И.М. Магомедов, Л.В. Бессонов, А.В. Доль,
С.И. Киреев, Д.В. Иванов

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского, Саратов*

Аннотация. Построены трехмерные биомеханические модели остеотомий scarf и chevron первой плюсневой кости при нормальной и сниженной плотности костной ткани. Методом конечных элементов проведены расчеты напряжений по Мизесу и смещений для кости и имплантатов. Показана устойчивость моделей к малым изменениям геометрии и сравнительная стабильность двух видов остеотомий.

Ключевые слова: биомеханика, моделирование, первая плюсневая кость, остеотомия, scarf, chevron, остеопороз.

Abstract. Three-dimensional biomechanical models of scarf and chevron osteotomies of the first metatarsal bone were constructed for both normal and reduced bone density. Using the finite element method, calculations of von Mises equivalent stresses and displacement fields for the bone and implants were performed. The models demonstrated stability against minor geometric changes and the comparative stability of the two osteotomy types was assessed.

Keywords: biomechanics, modeling, first metatarsal bone, osteotomy, scarf, chevron, osteoporosis.

Hallux valgus (HV) – распространенная деформация, характеризующаяся отклонением первого пальца и первой плюсневой кости (M1). «Золотым стандартом» хирургического лечения является остеотомия M1, среди множества вариантов которой наиболее популярны scarf и chevron. Стабильность фиксации фрагментов после операции критически важна. Наличие остеопороза может значительно снизить прочность кости и надежность фиксации.

Цель работы: Сравнительная оценка стабильности остеотомий scarf и chevron первой плюсневой кости при нормальной плотности кости и при остеопорозе, а также оценка устойчивости моделей к малым изменениям положения имплантатов.

Материалы и методы. На основе данных КТ здорового добровольца построена твердотельная модель M1, на которой смоделированы остеотомии scarf и chevron. Всего создано 36 моделей (по 18 на каждый вид), варьирующих:

1. Состояние кости: нормальная плотность; сниженная толщина кортикального слоя; сниженная толщина и модуль упругости (модель остеопороза).
2. Положение фиксирующих винтов.

В системе Ansys методом конечных элементов решалась статическая контактная задача под действием консольной нагрузки.

Результаты.

1. Рассчитаны поля эквивалентных напряжений по Мизесу (МПа) и перемещений (мм). Коэффициенты вариации для всех моделей составили 2.4-10.9%, что свидетельствует об их устойчивости к незначительным изменениям положения винтов.

2. При scarf остеотомии наибольшие полные смещения костных отломков в среднем в 1.3 - 1.4 раза выше, чем при chevron.

3. Напряжения в кортикальном слое кости при scarf остеотомии оказались более чем в 2 раза выше, чем при chevron.

4. Напряжения в фиксирующих винтах также были выше в моделях с scarf остеотомией по сравнению с chevron.

Заключение. Проведенный сравнительный биомеханический анализ показал, что остеотомия chevron демонстрирует лучшую биомеханическую стабильность по сравнению с scarf, выражающуюся в значительно меньших смещениях отломков и напряжениях как в кости, так и в имплантатах. При этом оба вида остеотомий, даже в условиях модели остеопороза, способны обеспечивать необходимую стабильность фиксации.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ КЛИНИЧЕСКИ ЗДОРОВЫХ ЛИЦ РАЗЛИЧНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ СТЕПЕНИ РИСКА РАЗВИТИЯ У НИХ ПСИХОСОМАТИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИИ

Д.И. Мачильский, А.С. Чусов, Н.А. Пронин, Р.Р. Кудашева,
В.В. Акимова, Е.А. Маризина

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского, Саратов*

Аннотация. В работе проводится сравнительный анализ (с помощью теста СМОЛ) особенностей личностного реагирования клинически здоровых респондентов различных возрастных групп. Было показано, что наибольшему риску возникновения у них психосоматических заболеваний подвержены лица старшей возрастной группы, в связи с установленными у них психологическими изменениями.

Ключевые слова: психологические особенности личности, психосоматическая патология, СМОЛ, возраст, клинически здоровые лица

Abstract. The paper provides a comparative analysis (using the AMPRQ test) of the personal response characteristics of clinically healthy respondents of various age groups. It has been shown that people in the older age group are at the greatest risk of developing psychosomatic diseases due to their psychological changes.

Keywords: psychological personality traits, psychosomatic pathology, age, clinically healthy individuals

В современных работах отечественных и зарубежных исследователей показано, что ряд психологических особенностей личности (например, повышенная тревожность и депрессия) являются независимыми факторами риска возникновения психосоматических заболеваний и их осложнений. В то же время, этот вопрос требует дальнейшего изучения.

Целью настоящего исследования является определение и сравнение психологических особенностей клинически здоровых лиц, различающихся по возрасту, для выявления группы повышенного риска возникновения у них психосоматических заболеваний.

Для достижения поставленной цели с помощью Сокращенного многофакторного опросника для исследования личности (СМОЛ) было обследовано 24 человека мужского и женского пола в возрасте от 30 до 60 лет. На предшествующих этапах амбулаторного и стационарного обследования они были признаны клинически здоровыми и являлись донорами крови. Для статистической обработки полученных результатов был использован пакет прикладных программ: MATLAB, Python, Maxima, Excel.

Все наблюдаемые нами лица были поделены на 3 группы. В I группу вошли респонденты от 30 до 39 лет, во II – от 40 до 49 и в III – от 50 до 60 лет.

Было установлено, что усредненные психологические профили представителей I и II групп были линейными (что соответствует физиологической норме), а усредненный профиль шкал СМОЛ лиц III группы не мог быть охарактеризован подобным образом, поскольку показатели по 6-й клинической шкале выходили за пределы 60 T-баллов и были пикообразно повышены. В этой же группе одной из самых низких точек профиля были значения по 4-й клинической шкале. Это характеризовало респондентов III группы как

конформных, консервативных, ригидных и чрезмерно озабоченных своим социальным статусом личностей, излишне настойчивых даже в мелочах.

В связи с этим, респонденты III группы более, чем представители других групп, подвержены повышенному риску развития психосоматической патологии, поэтому не лишено практического смысла рассмотреть вопрос о возможности коррекции выявленных у них психологических изменений.

РЕОВАЗОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ СОСУДОВ ПРИ ХОЛОДОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Б.С. Медников, М.Ю. Калинин

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского, Саратов*

Целью данной работы явилось изучение особенности влияния периодической венозной окклюзии на гемодинамику при холодной пробе. Обследование сосудов верхних конечностей проводилось с использованием реовазографии (РВГ). При этом одна из конечностей погружалась в холодную воду. На этой же руке была одета манжетка для мониторинга артериального давления. На другой руке помещались электроды для тетраполярной РВГ, а также вторая манжетка для проведения венозной окклюзии на уровне 40 мм.рт.ст. Было обследовано 8 человек с подозрением на наличие сосудистых патологий, средний возраст составил 36 ± 15 лет. Приведены данные о структуре периферического сосудистого ответа на холод. Рассмотрена реакция реосигнала на сброс венозной окклюзии в виде участка со спадом и последующим подъемом реосигнала до прежнего уровня. Описаны механизмы возникновения холодной вазодилатации, ее физиологическое значение и адаптивные изменения. Понижение чувствительности к холоду является предпосылкой к развитию патологии. При адаптации к холоду изменения паттерна дыхательного акта направлены на уменьшение теплопотерь, связанных с согреванием вдыхаемого воздуха.

Ключевые слова: холодная проба, реовазография, терморегуляция.

The aim of this study was to investigate the specific effects of periodic venous occlusion on hemodynamics during a cold challenge. Vascular examination of the upper limbs was conducted using rheovasography (RVG), while one of the arms was immersed in cold water. Blood pressure monitoring cuffs were worn on the arm, and electrodes for tetrapolar RVG and a second venous occlusion cuff at 40 mmHg were placed on the other arm. Eight people with suspected vascular conditions participated in the study, with an average age of 36 ± 15 years. Data on the peripheral vascular response to cold is presented, including the reaction of the rheosignal after venous occlusion, which shows a decrease followed by an increase in the rheosignal back to its previous level. The mechanisms behind cold vasodilation and its physiological significance are also discussed. Decreased sensitivity to cold is a necessary condition for the development of pathology. When we adapt to the cold, our body makes changes to the way we breathe in order to reduce heat loss and warm the air we inhale.

Key words: cold test, rheovasography, thermoregulation

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МИКРОВОЛНОВОЙ ДИАГНОСТИКИ ПОРАЖЕНИЙ КОСТНОЙ ТКАНИ

Р.С. Медников, А.В. Скрипаль

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Саратов

Аннотация. С целью теоретического обоснования метода контроля степени развития остеопороза с использованием характеристик микроволнового излучения, взаимодействующего с костной тканью выполнен расчёт изменения комплексной диэлектрической проницаемости кости в зависимости от величины пористости кости.

Ключевые слова: Остеопороз, моделирование, кость, СВЧ-диагностика, рентгенометрия

Abstract. In order to theoretically substantiate the method of controlling the degree of osteoporosis development using the characteristics of microwave radiation interacting with bone tissue, the change in the complex dielectric constant of bone was calculated as a function of bone porosity.

Keywords: Osteoporosis, modeling, bone, microwave diagnostics, radiometry

С использованием данных исследователей о величине диэлектрической проницаемости различных тканей человеческого организма [1, с. 614] выполнен расчёт зависимости значений диэлектрической проницаемости от степеней пористости с использованием соотношения Бруггемана, позволяющего рассчитать величину диэлектрической проницаемости композитного материала, которыми являются костные ткани человека. При поражении костной ткани остеопорозом изменяется соотношение между объемными долями компонентов композитного материала.

Используя литературные данные о степени пористости костной ткани с величиной поражения ткани остеопорозом и проведя расчёт величины комплексной диэлектрической проницаемости от степени пористости костной ткани, были получены данные, позволяющие связать степень поражения ткани остеопорозом с измеренной величиной диэлектрической проницаемости ткани.

Расчёт диэлектрической проницаемости костной ткани, как композита, был выполнен с использованием программного обеспечения реализованного в среде MathCad. Было установлено, что в случае здоровой костной ткани диапазон значений диэлектрической проницаемости составляет 27–32 отн. ед., ткани с остеопенией –17–22 отн. ед., ткани с сильным поражением –12–17 отн. ед., ткани с остеопорозом –7–12 отн. ед.

Список используемой литературы:

1. Вендик И.Б., Кириллов В.В., Тамилова С. Ю, Яковлев В.А. Микроволновая диагностика остеопороза, Сб. трудов конференции «Электроника и микроэлектроника СВЧ», Санкт-Петербург, 30 мая – 2 июня 2017, с. 612-616.

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РИСКА РАЗВИТИЯ ПСИХОСОМАТИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У ЛИЦ МОЛОДОГО ВОЗРАСТА ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ АЛЕКСИТИМИИ

Е.Н. Меняйло

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Саратов

Аннотация. С помощью ряда психологических опросников и одной проективной методики были обследованы студенты медицинского факультета университета через призму показателей алекситимии, что позволило выявить у них определенные психофизиологические изменения, которые обуславливают целесообразно проведения их коррекции.

Ключевые слова: алекситимия, психофизиологические изменения, тревожность

Abstract. Using a number of psychological questionnaires and one projective technique, students of the university's medical faculty were examined through the lens of alexithymia indicators, which allowed them to identify certain psychophysiological changes that make it advisable to carry out their correction.

Key words: alexithymia, psychophysiological changes, anxiety

Основным направлением современной медицины большинством авторов признается профилактическая, а профилактика безусловно самой эффективной может оказаться у лиц молодого возраста. Среди признанных факторов риска возникновения психосоматической патологии далеко не последнее место занимает алекситимия, однако, эту проблему нельзя считать полностью изученной.

В связи с этим, целью нашей работы было определить особенности личностного реагирования у относительно здоровых лиц молодого возраста, обучающихся в вузе медицинского профиля, с учетом различных показателей у них алекситимии.

Для достижения поставленной цели под нашим наблюдением находилось 44 человека мужского и женского пола студентов медицинского факультета университета, средний возраст которых составил (21,22) лет. Все они были обследованы с помощью опросников Торонтская Алекситимическая Шкала (ТАШ), Ч. Спилбергера-Ю. Ханина, С. Субботина, Э. Хайма и психометрического проективного теста (ПГ-теста). Для статистической обработки полученных результатов применяли пакет прикладных программ (STATISTIC 10). Психологическое обследование студентов-медиков проводили с учетом различных уровней алекситимии (по ТАШ) : I группу составили респонденты, не имеющие признаки алекситимии (53,3%); II группа - находится в «зоне риска» (25,0%); III группа - носители алекситимии (22,7%).

Была выявлена следующая тенденция: чем выше были показатели по ТАШ (более ярко были выражены признаки алекситимии), тем выше была личностная тревожность, ниже стрессоустойчивость и чаще выбор неадаптивной копинг-стратегии во всех сферах стресс-преодолевающего поведения ($p = 0,05$).

Таким образом, студентам, имеющим отчетливо выраженный признак алекситимии показана психологическая коррекция найденных психологических изменений, направленная на снижение высокого уровня тревожности, гармонизации построения копинг-поведения и повышения стрессоустойчивости.

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО ПОДХОДА К ПОДБОРУ СТРАТЕГИИ ЛЕЧЕНИЯ РАКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АКТИВНОСТИ ТЕЛОМЕРАЗЫ

Г.В. Наумников

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского, Саратов*

Аннотация: В работе рассматриваются различные воздействия на теломеразу человека, такие как активация и ингибирование. На основе проведенного анализа литературы определены ключевые проблемы использования теломеразы при лечении онкологических заболеваний и их решения, наиболее осуществимые с практической точки зрения. Также обозначены возможные векторы дальнейшей работы по вопросу воздействия на активность теломеразы в терапевтических целях. Результаты скрининга позволяют установить границы реальных областей исследовательской деятельности в этом направлении.

Ключевые слова: теломеры, теломераза, активация, ингибирование

Актуальность темы определяется увеличивающимся с каждым годом числом людей, пораженных раком. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), Россия занимает 49 место в мире по уровню заболеваемости онкологией. По статистике, распространённость рака в России растёт в среднем на 2–3% в год. Так, например, если в 2004 году такой диагноз был у 1,9 млн людей, то в 2021 — у 3,9 млн. По данным Росстата, в России онкология является второй по частоте причиной смерти: от рака в 2021 году умерло 283 тысячи человек.

В литературе описаны 2 основных подхода к воздействию на активность теломераз: ингибирование и активация. Первый из них, на данный момент, представляется наиболее разработанным в связи с относительной простотой в контроле за действующими веществами и наличием значительного объема информации, собранного по вопросу ингибирования. Второй подход является новейшей и малоизученной альтернативой, не только ставящей под сомнение базовый подход, но и пересматривающий работу в отношении теломераз в целом.

В ходе проведенного среза информационных источников, была выявлена явная проблема поиска универсального подхода к воздействию на теломеразы. Согласно двум противоположным точкам зрения обозначаются противоречащие друг другу методы, что отражается на работе по этому вопросу в целом. Тем не менее, изучение в этом направлении является важнейшей задачей как для пополнения общих данных о теломеразах, так и для создания конкретных препаратов с учетом новой собранной информации.

Таким образом, представляется возможность не столько работать с онкогенезом на клеточном уровне, справляясь с его последствиями, сколько влиять на первопричину раковых заболеваний на молекулярно-генетическом уровне – концевую недорепликацию с последующей мутацией и переходом в иммортализацию. Однако, такой подход требует намного более подробного рассмотрения в связи с описанными выше трудностями.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

А.Е. Радин, Ю.А. Бродская

Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина, Саратов

Аннотация. В работе рассмотрено применение методов глубокого обучения, в частности свёрточных нейронных сетей, для выявления субклинических признаков заболеваний нижних конечностей, в частности, артроза плюснефаланговых суставов. Рассмотрены подходы для своевременной диагностики заболеваний нижних конечностей посредством распознавания рентгеновских изображений и предложена реализация системы автоматической медицинской диагностики остеоартроза по рентгеновским снимкам с помощью свёрточной нейронной сети. Точность распознавания на тестовой выборке составляет 82%, чем подтверждается клиническая значимость системы.

Ключевые слова: распознавание образов, нейронные сети, заболевания нижних конечностей, распознавание рентгеновских изображений, свёрточная нейронная сеть.

Abstract. The paper considers the use of deep learning methods, in particular convolutional neural networks, to identify subclinical signs of diseases of the lower extremities, in particular, arthrosis of the metatarsophalangeal joints. Approaches for the timely diagnosis of diseases of the lower extremities through X-ray image recognition are considered and the implementation of an automatic medical diagnosis system for osteoarthritis based on X-rays using a convolutional neural network is proposed. The recognition accuracy in the test sample is 82%, which confirms the clinical significance of the system.

Keywords: pattern recognition, neural networks, diseases of the lower extremities, X-ray image recognition, convolutional neural network.

Традиционный анализ рентгенограмм подвержен субъективным факторам, а длительность обработки одного исследования достигает 40 минут в сложных случаях. Клиническая практика выявляет проблему поздней диагностики: по данным ВОЗ (2023), 42% пациентов с начальными стадиями артроза плюснефаланговых суставов не получают своевременной терапии из-за ошибок визуальной интерпретации рентгеновских снимков, при том, что остеоартроз - ведущая причина инвалидности у лиц старше 45 лет ($>10\%$ населения). Применение методов глубокого обучения, в частности свёрточных нейронных сетей, позволяет выявлять субклинические признаки заболеваний с высокой точностью. Кроме того, внедрение ИИ-решений в радиологическую практику сокращает время первичного скрининга на 60-70%, особенно важно это для российского здравоохранения, где нагрузка на одного рентгенолога превышает 25 исследований в смену (при нормативе 15). Из этого следует необходимость разработки автоматизированных систем поддержки принятия решений [1,2].

В данной работе рассмотрены подходы для своевременной диагностики заболеваний нижних конечностей посредством распознавания рентгеновских изображений и предложена реализация системы автоматической медицинской диагностики остеоартроза по рентгеновским снимкам с помощью свёрточной нейронной сети. В исследовании решен ряд задач: 1) создан аннотированный датасет с градацией по Kellgren-Lawrence (0-4); 2) сделана адаптация YOLO-архитектуры для классификации медицинских изображений; 3)

произведена оценка клинической применимости и точности системы. Сформированный датасет содержит ~1650 рентгеновских снимков, размеченных экспертами-рентгенологами. В ходе исследования были проведены предобработка изображений (нормализация контраста, обрезка, стандартизация размеров) и аугментация (повороты, отражения, коррекция яркости/контраста). Машинное обучение состояло из 30 эпох. По результатам тестирования системы можно сделать выводы. Точность распознавания на тестовой выборке составляет 82%, чем подтверждается клиническая значимость системы. В ходе проведения работы также выявлены наиболее информативные признаки для диагностики. В качестве научной новизны данной работы можно выделить следующее: 1) применение YOLO-classification для диагностики остеоартроза; 2) разработка специализированного пайплайна обработки медицинских изображений; 3) валидация на реальных клинических данных.

Практическая значимость представленного исследования также не вызывает сомнений и следует выделить: 1) снижение времени диагностики до нескольких секунд; 2) объективизация оценки рентгеновских снимков; 3) поддержка принятия решений врачами-рентгенологами; 4) возможность скрининга в регионах с нехваткой специалистов. Таким образом, можно считать доказанной эффективность deep learning для диагностики остеоартроза, а разработанная система готова к пилотному внедрению в клиническую практику и ее методология может быть адаптирована для других задач медицинской визуализации.

Необходимо отметить и перспективы дальнейшей работы в данном направлении исследований. Это: 1) интеграция с PACS-системами медицинских учреждений; 2) разработка web-интерфейса и мобильного приложения; 3) мультимодальный анализ (рентген + МРТ); 4) расширение диагностических решений посредством построенной системы на другие заболевания суставов.

Список используемой литературы:

1. Чилилов А.М., Михайлова Ю.В., Зеленова О.В., Стерликов С.А., Оськов Ю.И. Эпидемиология остеоартроза в Российской Федерации и прогноз её развития в постковидный период. / Электронный научный журнал «Социальные аспекты здоровья населения» [Электронный ресурс] — URL: http://vestnik.mednet.ru/content/view/1754/30/lang,ru_ru.cp1251/ (дата обращения 17.10.2025)
2. Клокова А.К., Бродская Ю.А., Колодий Е.Г. Реализация математических моделей распознавания образов для задач диагностики онкологических заболеваний молочной железы. Проблемы оптической физики и биофотоники. SFM-2024: материалы 12-го Международного симпозиума, 28-ой Международной молодежной научной школы Saratov Fall Meeting 2024 и Международной молодежной школы по флуоресцентным красителям, белкам и приборам в области наук о жизни / под ред. Г.В. Симоненко, В.В. Тучина. – Саратов: Изд-во «Саратовский источник», 2024. – С. 12-19.: ил. ISBN 978-5-6053241-0-2

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ НАТУРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО СЖАТИЮ КОСТЕЙ

А.Н. Саидова

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Саратов

Аннотация: В работе проведен статистический анализ данных натуральных экспериментов по одноосному сжатию губчатой костной ткани головки бедренной кости крупного рогатого скота. Установлено наличие статистически значимой положительной связи между МПК и механическими свойствами во всех трех направлениях нагружения (X, Y, Z). Сила корреляции варьировала в зависимости от направления: наиболее тесная линейная зависимость выявлена между МПК и модулем упругости в направлении Y ($R^2 = 0,78$). Для предела прочности наилучшая предсказательная способность МПК наблюдалась в направлении Z ($R^2 = 0,66$). Полученные данные подчеркивают важность учета анизотропии при диагностике и прогнозировании риска переломов.

Abstract: The paper presents a statistical analysis of data from field experiments on uniaxial compression of the spongy bone tissue of the femoral head of cattle. There was a statistically significant positive relationship between MPC and mechanical properties in all three loading directions (X, Y, Z). The correlation strength varied depending on the direction: the closest linear relationship was found between MPC and the modulus of elasticity in the Y direction ($R^2 = 0.78$). For ultimate strength, the best predictive ability of MPC was observed in the Z direction ($R^2 = 0.66$). The data obtained emphasize the importance of taking anisotropy into account when diagnosing and predicting the risk of fractures.

Ключевые слова: биомеханика костной ткани, минеральная плотность, предел прочности, модуль упругости, анизотропия, статистический анализ, одноосное сжатие.

Key words: biomechanics of bone tissue, mineral density, ultimate strength, modulus of elasticity, anisotropy, statistical analysis, uniaxial compression.

Количественная оценка взаимосвязи между минеральной плотностью и прочностными характеристиками кости является ключевой задачей экспериментальной биомеханики. В работе проведен статистический анализ данных натуральных экспериментов по одноосному сжатию губчатой костной ткани головки бедренной кости крупного рогатого скота.

В ходе исследования проведена статистическая обработка данных механических испытаний 77 образцов костной ткани в трех пространственных направлениях (X, Y, Z). Для каждого направления определены минеральная плотность кости (МПК), предел прочности при сжатии и модуль упругости.

Установлено наличие статистически значимой положительной связи между МПК и механическими свойствами во всех направлениях нагружения. Наиболее тесная корреляция выявлена между МПК и модулем упругости в направлении Y ($R^2 = 0,78$). Для предела прочности наилучшая предсказательная способность МПК наблюдалась в направлении Z ($R^2 = 0,66$).

Выявлены существенные различия в механических свойствах костной ткани в зависимости от направления приложения нагрузки. Наибольшие значения предела прочности зафиксированы в направлении Z (медиана 4,3 МПа), тогда как направление Y

характеризовалось наименьшими медианными значениями как прочности (2,5 МПа), так и модуля упругости (270 МПа).

Полученные результаты подтверждают выраженную анизотропию костной ткани и важность учета пространственной ориентации при оценке ее механических свойств. Модуль упругости демонстрирует более тесную связь с МПК, чем предел прочности, что соответствует фундаментальным принципам биомеханики костной ткани.

АНАЛИЗ ДЕФОРМИРОВАНИЯ СОСУДОВ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Е.Ю. Самсонова

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского, Саратов*

Аннотация. В работе рассматривается методика анализа деформирования сосудов нижних конечностей по данным компьютерной томографии и научных статей. На основе построенных геометрических моделей в Mimics и SolidWorks проведено биомеханическое моделирование в Ansys. Результаты позволили оценить отклик сосудов на воздействие факторов риска, таких как образ жизни и экология.

Ключевые слова: деформация сосудов, нижние конечности, биомеханическое моделирование, Mimics, Ansys

Abstract. The work examines the methodology of analyzing deformation of lower limb vessels based on computed tomography data and scientific articles. Based on the constructed geometric models in Mimics and SolidWorks, biomechanical modeling was performed in Ansys. The results allowed to assess the response of vessels to the impact of risk factors such as lifestyle and environment.

Keywords: vascular deformation, lower extremities, biomechanical modeling, Mimics, Ansys

Введение: актуальность темы обусловлена ростом сосудистых заболеваний (варикоз, тромбоз, атеросклероз) среди людей старше 40 лет с сидячим образом жизни и наследственностью. Деформации сосудов приводят к осложнениям, таким как тромбоз, инсульты и инфаркты. Развитие технологий (УЗ-доплерография, МРТ) позволяет точную диагностику и выявление факторов риска. Объект — сосуды нижних конечностей; предмет — деформирование; цель — анализ деформаций.

Цели и задачи

Цель: проанализировать деформирование сосудов. **Задачи:** изучение научных материалов; построение моделей бедренной и подколенной артерий в Mimics и SolidWorks; ознакомление с Ansys.

Методы: анализ научных статей и снимков КТ; геометрическое моделирование артерий; использование программ Mimics, SolidWorks и Ansys для биомеханического моделирования.

Результаты: моделирование выявило взаимосвязи деформаций с образом жизни и экологией. **Научная новизна:** новые методы диагностики и индивидуализация лечения. **Теоретическая значимость:** понимание поведения сосудов при движениях. **Практическая:** оптимизация ранней диагностики и профилактики.

Заключение: исследование способствует повышению качества жизни через мультидисциплинарные подходы и требует дальнейших клинических испытаний.

О РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ В ЗАДАЧАХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ В КЛАССАХ НЕХОДЖКИНСКИХ ЛИМФОМ И ЛИМФОМАХ БЕРКИТТА

М.В. Седых, Ю.А. Бродская

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Саратов

Аннотация: В работе рассматривается создание системы дифференциальной диагностики неходжкинских лимфом и лимфом Беркитта с использованием алгоритмов распознавания образов. На основе клинических и лабораторных данных реализованы и протестированы модели машинного обучения и экспертная система для классификации типов лимфом. Результаты позволили оценить эффективность предложенного подхода и возможность применения алгоритмов распознавания образов в задачах медицинской диагностики.

Ключевые слова: дифференциальная диагностика, неходжкинские лимфомы, лимфома Беркитта, распознавание образов, экспертная система, поддержка принятия решений

Abstract: This work examines the development of a system for the differential diagnosis of non-Hodgkin's lymphomas and Burkitt's lymphoma using pattern recognition algorithms. Based on clinical and laboratory data, machine learning models and an expert system were implemented and tested to classify lymphoma types. The results made it possible to assess the effectiveness of the proposed approach and the applicability of pattern recognition algorithms to medical diagnostic tasks.

Keywords: differential diagnosis, non-Hodgkin's lymphomas, Burkitt's lymphoma, pattern recognition, expert system, decision support

В работе рассматривается создание системы дифференциальной диагностики неходжкинских лимфом на основе алгоритмов распознавания образов [1-3]. Актуальность исследования обусловлена ростом заболеваемости неходжкинскими лимфомами на 45%, а также лимфомами Беркитта на 15% за последние годы и нехваткой квалифицированных специалистов.

В исследовании предложена реализация алгоритмов диагностирования неходжкинских лимфом и лимфом Беркитта по клиническим признакам и симптомам с последующей разработкой программного средства поддержки принятия решений. Были выбраны методы распознавания, выполнено формирование диагностического набора данных [2], реализация и тестирование прототипа системы, а также сравнение точности выбранных алгоритмов.

В качестве методов для реализации использовались подходы машинного обучения, включая алгоритмы k-ближайших соседей, наивного байесовского классификатора, случайного леса и полносвязных нейронных сетей [1]. Кроме того, был реализован логический подход на базе экспертной системы [3,4]. Реализация велась на языке Python, а клиентская часть системы разработана с использованием фреймворка Vue.js.

В основу анализа положены клинические, морфологические, иммунофенотипические, цитогенетические и молекулярно-генетические признаки пациентов.

Для дифференциального диагностирования лимфомы Беркитта необходим комплекс признаков, включающий клинические и лабораторные характеристики, морфологические

особенности опухолевых клеток, а также специфические иммунофенотипические и генетические маркеры [5].

После очистки и обработки данных были обучены модели, результаты которых показали точность в диапазоне от 62 до 68 процентов. Наилучшие результаты продемонстрировала экспертная система, достигшая точности 68 процентов.

Перспективы дальнейшего развития проекта связаны с расширением базы данных за счёт интеграции открытых медицинских источников, внедрением методов объяснимого искусственного интеллекта для повышения интерпретируемости решений и адаптацией системы для диагностики других заболеваний крови.

Список используемой литературы:

1. Пролубников, А. В. Математические методы распознавания образов [Текст]: учеб. пособие / А. В. Пролубников. - Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского (ОмГУ), 2020. — 110 с.
2. Формирование и валидация обучающих данных в задачах медицинской диагностики / М.В. Седых. // Проблемы управления в социально-экономических и технических системах: Материалы XXI Международной научно-практической конференции. В 2-х томах – Саратов: Издательский центр «Наука». - 2025. - С. 165-169.
3. Подход к решению задачи диагностики в классе неходжинских лимфом с помощью выбранных моделей распознавания образов / М. В. Седых, Ю. А. Бродская // Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине – 2024: Сборник статей Всероссийской школы-семинара / под ред. проф. Ан.В. Скрипаля. – Саратов: Изд-во «Саратовский источник», 2024. – С. 104 — 106.
4. Дженесерет, М. Введение в логическое программирование. / М. Дженесерет, В. К. Чаудри.: Перевод с англ. С. В. Минц – М.: ДМК Пресс, 2022. – 192 с.
5. Стуклов, Н. И. Учебник по гематологии [Текст]: учебник / Н. И. Стуклов, Г. И. Козинец, Н. Г. Тюрина. – М.: Практическая медицина, 2018. – 336 с

СТАДИЙНЫЕ И ГИСТОЛОГИЧЕСКИ-ОПРЕДЕЛЕННЫЕ МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ ПРИ РАКЕ ЛЕГКОГО: СВЯЗЬ С ОКИСЛИТЕЛЬНЫМ СТРЕССОМ И РАЗВИТИЕМ КАХЕКСИИ

Д.С. Серебряков, А.А. Моисеенко, П.Г. Сафронов, Е.С. Кутин
Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Российской Федерации, Москва

Аннотация: Рак легкого (РЛ) представляет собой одну из наиболее значимых онкологических патологий в мире и в России [1, с. 1]. В обзоре рассматриваются современные данные о метаболическом метаморфозе, характерном для РЛ и его влиянии на организм в целом. Особое внимание уделяется стадийным изменениям активности ключевых ферментов энергетического и биосинтетического обмена, развитию системного окислительного стресса, нарушению функции иммунокомпетентных клеток и патогенезу кахексии. Подчеркиваются различия в метаболических профилях различных гистологических типов РЛ, что может иметь значение для разработки персонализированных терапевтических подходов.

Ключевые слова: рак легкого, метаболизм, кахексия.

Abstract: Lung cancer (LC) is one of the most significant oncological pathologies in the world and in Russia [1, с. 1]. The review discusses current data on the metabolic metamorphosis characteristic of LC and its impact on the body as a whole. Special attention is paid to the stage-by-stage changes in the activity of key enzymes of energy and biosynthetic metabolism, the development of systemic oxidative stress, impaired function of immunocompetent cells, and the pathogenesis of cachexia. The differences in metabolic profiles of different histological types of LC are emphasized, which may be important for the development of personalized therapeutic approaches.

Keywords: lung cancer, metabolism, cachexia.

Цель исследования: Проанализировать особенности метаболических нарушений при раке легкого в зависимости от стадии заболевания и гистологического типа опухоли, а также их системное влияние на организм, включая развитие окислительного стресса и кахексии.

Материалы и методы: Проведен обзор и анализ научной литературы, посвященной исследованиям метаболизма при раке легкого. Были просмотрены 30 источников в базах данных PubMed, Elibrary и др., из них отобраны 9 для включения в обзор.

Результаты: Установлено, что метаболические нарушения при РЛ носят стадийный характер [2, с. 2]. На I стадии наблюдается снижение активности ферментов метаболизма азота и угнетение цикла трикарбоновых кислот. Для II стадии характерно подавление пентозофосфатного пути. На III стадии возникает дисбаланс между аэробным и анаэробным окислением глюкозы — «метаболический парадокс». На IV стадии происходит активация липидного анаболизма и сложные изменения обмена азота для обеспечения потребностей опухоли. [6, с. 3] Развитие РЛ сопровождается системным окислительным стрессом, характеризующимся повышенной продукцией активной формы кислорода (АФК) и хроническим воспалением [3, с. 9], при этом в самой опухоли интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ) парадоксальным образом снижена [7, с. 6]. Выявлена корреляция между уровнем АФК, повышенной концентрацией фактора некроза опухоли-альфа (ФНО-альфа, TNF- α) и развитием кахексии [9, с. 11]. Обнаружены различия в метаболических

нарушениях между гистологическими типами РЛ, такие как более выраженное воспаление при плоскоклеточном раке [5, с. 8].

Выводы: Рак легкого вызывают сложные, стадий-зависимые метаболические метаморфозы [6, с. 3], которые затрагивают не только опухолевые, но и иммунные клетки [5, с. 8], способствуя нарушению противоопухолевого иммунного ответа. Ключевым системным следствием является развитие окислительного стресса [4, с. 9] и хронического воспаления, ведущих к кахексии [9, с. 11]. Парадоксальное снижение ПОЛ внутри опухоли [8, с. 5] может являться механизмом уклонения от иммунного надзора. Выявленные гистологически-специфичные метаболические особенности [6, с. 3] открывают перспективы для разработки таргетных терапевтических стратегий, направленных на коррекцию метаболических нарушений при различных типах РЛ.

Список используемой литературы:

1. Уразметова, К. И. Анализ заболеваемости раком легкого на территории Российской Федерации / К. И. Уразметова, М. О. Тимофеева, В. Е. Варенцов // Молодежный инновационный вестник. – 2024. – Т. 13, № S1. – С. 89-92. – EDN SAIZFS.
2. Biswas SK. Metabolic Reprogramming of Immune Cells in Cancer Progression. *Immunity*. 2015;43(3):435-449. doi:10.1016/j.immuni.2015.09.001
3. Ward PS, Thompson CB. Metabolic reprogramming: a cancer hallmark even warburg did not anticipate. *Cancer Cell*. 2012;21(3):297-308. doi:10.1016/j.ccr.2012.02.014
4. Dasanu CA, Sethi N, Ahmed N. Immune alterations and emerging immunotherapeutic approaches in lung cancer. *Expert Opin Biol Ther*. 2012;12(7):923-937. doi:10.1517/14712598.2012.685715
5. Esme H, Cemek M, Sezer M, et al. High levels of oxidative stress in patients with advanced lung cancer. *Respirology*. 2008;13(1):112-116. doi:10.1111/j.1440-1843.2007.01212.x
6. Liou GY, Storz P. Reactive oxygen species in cancer. *Free Radic Res*. 2010;44(5):479-496. doi:10.3109/10715761003667554
7. Cobanoglu U, Demir H, Cebi A, et al. Lipid peroxidation, DNA damage and coenzyme Q10 in lung cancer patients--markers for risk assessment?. *Asian Pac J Cancer Prev*. 2011;12(6):1399-1403.
8. Jaruga P, Zastawny TH, Skokowski J, Dizdaroglu M, Olinski R. Oxidative DNA base damage and antioxidant enzyme activities in human lung cancer. *FEBS Lett*. 1994;341(1):59-64. doi:10.1016/0014-5793(94)80240-8
9. Chciałowski A, Płusa T, Szczylik C, et al. Miejscowe leczenie czynnikiem martwicy nowotworów-alpha u chorej z guzem płuca [Local treatment with tumor necrosis factor alpha in a patient with lung cancer]. *Pol Merkur Lekarski*. 1997;2(12):382-384.

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ РЕТРОГРАДНОЙ ВОЛНЫ СКОРОСТИ КРОВОТОКА ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ СОСУДОВ МЕТОДОМ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДОПЛЕРОГРАФИИ

Е.А. Спиридонова

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского, Саратов*

В работе рассматривается метод оценки сопротивления кровотоку в сосудах путём расчета количественного показателя, характеризующего сосудистую гемодинамику. На основе полученных данных проведена клиническая интерпретация изменений для группы пациентов. Результаты позволили оценить уровень сопротивления кровотоку в периферических артериях, установить связь изменений со структурными и функциональными особенностями сосудистой стенки, а также с гемодинамическими параметрами, что позволяет своевременно проводить необходимое лечение и мониторинг состояния сердечно-сосудистой системы пациентов

Ключевые слова: периферические артерии, ультразвуковая доплерография, резистентность.

The study explores a method for assessing blood flow resistance in vessels by calculating a quantitative indicator characterizing vascular hemodynamics. Based on the obtained data, a clinical interpretation of the changes was conducted for a group of patients. The results allowed for an evaluation of the level of blood flow resistance in the peripheral arteries, established a link between the changes and the structural and functional characteristics of the vascular wall, as well as with hemodynamic parameters. This enables the timely administration of necessary treatment and monitoring of cardiovascular status of patients.

Keywords: peripheral arteries, Doppler ultrasound, vascular resistance.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ГУБЧАТЫХ КОСТЕЙ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

А.Р. Тухтарова

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского, Саратов*

Аннотация. В работе экспериментально исследованы прочностные свойства губчатой кости крупного рогатого скота. Показано, что модуль упругости составляет 547-945 МПа и зависит от геометрии образца, скорости и цикличности нагружения. Наибольшие значения жесткости получены для образцов с соотношением высоты к диаметру 5:1. Обнаружена способность костной ткани к структурной адаптации при циклическом нагружении: после первоначального снижения модуля Юнга на 10-15% наблюдается его стабилизация за счет перераспределения нагрузки на устойчивые трабекулы. Результаты подтверждают перспективность использования модели КРС для биомеханических исследований.

Ключевые слова: губчатая кость, механические свойства, модуль Юнга, одноосное сжатие, циклическое нагружение, крупный рогатый скот

Abstract. This work presents an experimental study of the strength properties of bovine cancellous bone. It was shown that the elastic modulus ranges from 547 to 945 MPa and depends on sample geometry, loading rate, and cyclicity. The highest stiffness values were obtained for samples with a height-to-diameter ratio of 5:1. The ability of bone tissue for structural adaptation under cyclic loading was revealed: after an initial 10–15 % decrease in Young's modulus, its stabilization occurs due to load redistribution to stable trabeculae. The results confirm the prospects of using the bovine model for biomechanical research.

Key words: cancellous bone, mechanical properties, Young's modulus, uniaxial compression, cyclic loading, bovine, biomechanics.

Современная ортопедия и травматология требуют точных данных о биомеханических свойствах костной ткани. В работе методом одноосного сжатия исследованы прочностные характеристики губчатой кости крупного рогатого скота как модели человеческой кости.

В рамках исследования проведены механические испытания методом одноосного сжатия образцов губчатой кости коленного сустава КРС. Эксперимент включал статическое и циклическое нагружение образцов с различным соотношением высоты к диаметру (h/d от 4,3:1 до 6,1:1) и на разных скоростях (2 мм/мин и 10–20 мм/мин).

Установлено, что оптимальным соотношением геометрии образца является $h/d = 5:1$, при котором наблюдаются максимальные значения модуля упругости (908 МПа в среднем). Нарушение геометрии приводит к снижению жесткости на первом цикле нагружения, однако при последующих циклах происходит стабилизация модуля Юнга за счет адаптации микроструктуры кости.

Циклическое нагружение вызывает снижение модуля упругости на 10–15 % после первого цикла с последующей стабилизацией, что объясняется разрушением слабых трабекул и перераспределением нагрузки на устойчивые элементы. Повышение скорости нагружения до 10–20 мм/мин приводит к искусственному увеличению регистрируемой жесткости (до 777 МПа), что связано с вязкоупругими свойствами костной ткани.

Полученные данные демонстрируют хорошую корреляцию с характеристиками человеческой кости, что подтверждает валидность использования модели КРС для доклинических исследований. Результаты работы подтверждают адекватность использования модели КРС в биомеханических исследованиях, что важно для совершенствования методов оценки риска переломов и тестирования ортопедических конструкций.

ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ ОПТИКИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ, ОПТИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И ФОТОТЕРАПИИ

В.В. Тучин

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского, Саратов*

*Национальный исследовательский томский государственный университет, Томск
Институт проблем точной механики и управления, ФИЦ «Саратовский научный центр
Российской академии наук», Саратов*

Медицинская диагностика и терапия во многом опираются на физические методы исследования и воздействия на биологические клетки, ткани и органы. Как, например, такие широко известные методы, как УЗИ, КТ, МРТ и ПЭТ, а также лазерная хирургия или фотодинамическая терапия. В настоящее время на базе фундаментальных исследований оптических свойств биологических тканей интенсивно развиваются разнообразные оптические методы медицинской диагностики, которые мало инвазивны и являются сравнительно недорогими. Иммерсионный метод, основанный на системном или местном введении в организм биологически совместимых агентов, которые обеспечивают повышение контраста изображений УЗИ, КТ, МРТ и одновременно оптических методов, может объединить все эти технологии для получения объективной информации о патологии [1-6]. Одновременно с повышением контраста изображения происходит и увеличение глубины зондирования, что критично для оптических методов. Метод оптического просветления тканей, основанный на временном и обратимом подавлении рассеяния света в тканях с помощью иммерсионных оптических просветляющих агентов (ОПА), имеет значительные перспективы в оптической визуализации и фототерапии [3-6]. Доставка соответствующего ОПА в живую ткань дает ее временную прозрачность в широком спектральном диапазоне от глубокого УФ до ТГц и возможность совместного использования с традиционными методами медицинской диагностики - УЗИ, КТ и МРТ, и ряда других комбинированных технологий, таких как оптоакустическая томография. В лекции обобщены достижения в развитии фундаментальных основ оптики биологических тканей и иммерсионного метода для решения задач мультимодальной медицинской диагностики и фототерапии.

Ключевые слова: биологические ткани, визуализация, иммерсионный метод, оптическое просветление, фототерапия

Список используемой литературы:

1. V.V. Tuchin, J. Popp, and V.P. Zakharov (Eds.), *Multimodal Optical Diagnostics of Cancer*, Basel: Springer Nature Switzerland AG, 2020.
2. A.V. Dunaev, V.V. Tuchin (Eds.), *Biomedical Photonics for Diabetes Research*, Taylor & Francis Group LLC, CRC Press, Boca Raton, FL, September 29, 2022.
3. L. Oliveira and V.V. Tuchin, *The Optical Clearing Method: A New Tool for Clinical Practice and Biomedical Engineering*, Basel: Springer Nature Switzerland AG, 2019.
4. V.V. Tuchin, D. Zhu, E.A. Genina (Eds.), *Handbook of Tissue Optical Clearing: New Prospects in Optical Imaging*, CRC Press, Boca Raton, FL, 2022.
5. D. Zhu, V.V. Tuchin, *BME Front.* **5**, 0058 (2024).
6. T. Yu, X. Zhong, D. Li, J. Zhu, V.V. Tuchin, D. Zhu, , *Adv. Drug Deliv. Rev.* **215**, 115470 (2024).

МЕТРИКИ ОЦЕНКИ РАЗМЕТОК РЕНТГЕНОГРАММ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

А.Р. Халиулова, Л.В. Бессонов

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Саратов

Аннотация. Метрики качества разметки рентгенограмм используются для оценки эффективности разметки рентгенограмм с помощью искусственных нейронных сетей. В результате использования метрик (бинарные меры сходства) и анализа полученных результатов оказалось, что выбранные метрики чувствительны к площади размеченного объекта и количеству точек, что важно учитывать при оценке качества. Также выявлена статистическая значимость различий в разметке, связанная с контрастностью изображений и наличием патологий.

Ключевые слова: разметка рентгенограмм, параметры баланса, искусственные нейронные сети

Abstract. X-ray marking quality metrics are used to evaluate the effectiveness of X-ray marking using artificial neural networks. As a result of using metrics (binary similarity measures) and analyzing the results obtained, it turned out that the selected metrics are sensitive to the area of the marked object and the number of points, which is important to take into account when evaluating quality. The statistical significance of differences in markup related to image contrast and the presence of pathologies was also revealed.

Key words: X-ray marking, balance parameters, artificial neural networks

Разметка рентгенограмм выполняется специалистами чаще всего для постановки диагноза и предоперационного планирования. Задача распознавания объектов для человека не является сложной, но в зависимости от различных факторов может занимать большое количество времени и ресурсов. Для решения данной проблемы предлагается использование искусственных нейронных сетей, обучение которых требует применения качественного обучающего материала. Оценить качество такого материала позволяет использование специализированных метрик. Цель исследования – оценить метод использования метрик качества разметки рентгенограмм.

В рамках исследования были размечены 10 сагиттальных и фронтальных рентгенограмм, при этом менялись значения контрастности (от мягкого до жесткого) и яркости в приложении Labelme. Разметка проводилась 2 экспертами 2 раза за два дня для дальнейшей оценки степени различия между экспертами и для каждого из них по отдельности. Далее с помощью инструмента Medical Segmentation, разработанного аспирантом А.М. Хмыровым (программа находится в процессе регистрации в Роспатенте), сравнивались полученные разметки путем применения бинарных мер сходства (коэффициент (индекс) Жаккара, Серенсена-Чекановского, Кульчинского, Шимкевича-Симпсона, Браун-Бланке и Отиаи) для всей размеченной части позвоночного столба в целом, а также изображения наложения отдельных позвонков и всего размеченного позвоночника со значениями коэффициентов.

В результате анализа полученных значений мер сходства был сделан вывод, что индекс Жаккара можно считать общей метрикой для определения сходства двух объектов в целом. Значения индекса Серенсена получились выше, чем значения коэффициента

Жаккара, что характерно для небольших выборок. Мера Кульчинского менее чувствительна к наличию резких отклонений, но может свидетельствовать об отличиях в контурах фигуры в целом. Применяя метрики нужно учитывать площадь размеченной структуры, особенно это важно для метрик Шимкевича-Симпсона и Браун-Бланке. Также стоит отметить, что на значение коэффициентов сходства влияет количество точек, ограничивающих размеченный объект, так как их количество может коррелировать с качеством и точностью разметки. Для разных исследователей не имеет значение количество разметок одного снимка. Значение имеет контрастность, качество изображения и наличие патологии. Так, наличие клиновидного позвонка или компрессии позвонка усложняет процесс разметки в большей степени во фронтальной проекции. Критерий Манна-Уитни показал наличие статистически значимой разницы между разметкой одним экспертом снимков с разной контрастностью. Результаты дисперсионного анализа указывают на наличие статистически значимой разницы между выборками для разных дней и рентгенограмм.

С помощью данных метрик возможна оценка разметки рентгенограмм перед их использованием для обучения нейронных сетей. Это необходимо для совершенствования сетей и их перехода от задачи автоматической разметки к задаче построения параметров баланса.

**ОСОБЕННОСТИ ЛИЧНОСТНОГО РЕАГИРОВАНИЯ ДОБРОВОЛЬЦЕВ
СРЕДНИХ ШИРОТ НА ОДНОМ ИЗ ЭТАПОВ ПРОЕКТА «ГЕЛИОМЕД – 2»,
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАЛИЧИЯ У НИХ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ
ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ К ИЗМЕНЕНИЯМ ГЕОМАГНИТНОЙ
ВОЗМУЩЕННОСТИ**

Д.С. Шкурина, П.М. Чабукиани, Т.Ю. Нефедова, Е.А. Маризина
*Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского, Саратов*

Аннотация. При обследовании добровольцев проекта «Гелиомед-2» весной 2024 года (в период высокой солнечной активности 11-летнего цикла) было показано, что лица не обладающие психолого-гелиогеомагнитной синхронизацией, более тревожны и менее эффективны при построении стресс-преодолевающего поведения, по сравнению с носителями данной синхронизации.

Ключевые слова: психолого-гелиогеомагнитная синхронизация, многоширотный мониторинг, средние широты, личностная тревожность, стресс-преодолевающее поведение, гелиогеомагнитная возмущенность, Кр - индекс.

Abstract. During the evaluation of volunteers of the «Geliomed – 2» project in the spring of 2024 (during the period of high solar activity of the 11-year cycle), it was discovered that individuals lacking psychological-heliogeomagnetic synchronization tend to be more anxious and less effective in constructing stress-coping behavior compared to those who do possess such synchronization.

Key words: psychological-heliogeomagnetic synchronization, multi-latitude monitoring, middle latitudes, personal anxiety, stress-relieving behavior, heliogeomagnetic disturbances, Kp-index.

Несмотря на повышенный интерес к биотропным эффектам космической погоды как отечественных, так и зарубежных исследователей, данную проблему нельзя считать до конца изученной.

Цель работы: определить психологические особенности личности участников проекта «Гелиомед-2» в средних широтах на одном из его этапов (в 2024 году), с учетом выявленной у них психологической гелиогеомагнитной синхронизации.

Для достижения поставленной цели с помощью тестов Ч. Спилбергера - Ю. Ханина, Э. Хайма и психогеометрической методики, было обследовано 13 добровольцев женского пола, средний возраст – 41,2 (40,2; 44,6) года, проживающих в средних широтах (г. Саратов) на этапе проекта «Гелиомед-2» весной 2024 года. Изучение влияния факторов космической погоды осуществлялось с помощью определения интегрального показателя геомагнитной возмущенности – Кр-индекса. Статистическая обработка полученных результатов проводилась с помощью стандартного пакета прикладных программ – «STATGRAF Plus for Windows 6,0'».

На основании совпадений пиковых значений реактивной тревожности по Ч.Спилбергеру и значений Кр-индекса, испытуемые были поделены на 2 группы – I группу сформировали добровольцы, у которых было выявлено 66,7% и более указанных совпадений: группа с психологической гелиогеомагнитной синхронизацией. Во II группу вошли лица без вышеупомянутых совпадений и не обладающих психологической гелиогеомагнитной синхронизацией.

Было показано, что на данном этапе преобладали участники проекта II группы (76,9%), а носителей гелиогеомагнитной синхронизации было меньше (23,1%).

Установлено, что представители II группы имели более высокий показатель личностной тревожности – 44,9 баллов, по сравнению с добровольцами I группы – 37,0 баллов.

При формировании копинг-поведения лица II группы выбирали преимущественно адаптивные когнитии (проблемный анализ), а добровольцы I группы – неадаптивные (смирение). В эмоциональной и поведенческой сферах менее эффективной в выборе копинг-стратегий оказалась группа, лишенная психологической гелиогеомагнитной синхронизации (II): участники проекта были склонны подавлять свои эмоции и обвинять себя в неудачном исходе событий, а при построении собственно копинг-поведения выбирали активное избегание трудностей. Лица I группы в эмоциональной сфере отдавали предпочтение оптимизму, а в поведенческой – сотрудничеству со значимыми для них лицами.

При психометрическом тестировании у добровольцев II группы была выявлена большая внутриличностная противоречивость, чего нельзя было сказать о представителях I группы.

Таким образом, на одном из этапов проекта «Гелиомед-2» (в 2024 году), в условиях повышенной солнечной активности 11-летнего цикла, группу повышенного риска развития психосоматической патологии составили лица, не имеющие психологической гелиогеомагнитной синхронизации, в связи с их более высоким уровнем тревожности, тенденциями к подавлению эмоций и самообвинению, а также активному избеганию возникающих проблем. Им целесообразно рекомендовать проведение психологической коррекции выявленных изменений.

СОДЕРЖАНИЕ

Айдинова А.В., Рытик А.П. Когнитивные и нейрофизиологические аспекты восприятия информации при сниженной остроте зрения	5
Алексеев А.М., Бродская Ю.А. О сегментации изображений для дифференциальной диагностики заболеваний кожи посредством сверточных нейронных сетей	7
Барбашин А.А., Бродская Ю.А. Реализация моделей распознавания образов в дифференциальной диагностике воспалительных заболеваний кишечника	9
Белозерова С.И., Сагайдачный А.А. Фотоплетизмографическая оценка динамики сосудистого тонуса при гравитационной пробе как метод ранней диагностики артериальной гипертензии	11
Боломожнова О.Ю. Обработка цифровых изображений пятен крови в зависимости от ее вязкости	13
Болотникова А.Д., Оленко Е.С. Влияние показателей спирографии на интервал qt электрокардиографии	15
Борзова В. А., Скрипаль А. В. Анализ функционального состояния микроциркуляторного русла при проведении дыхательной пробы методом лазерной доплеровской флоуметрии	16
Бынеева Д.А. Диагностика хронической болезни почек у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями: роль электролитного баланса и анализа мочи	18
Вальтер А.А., Харламов А.В. Обзор показателей согласованности измерений, выполняемых техническими средствами диагностики	20
Гесин И.Д., Жук А.Д., Антонова О.В., Выбор алгоритма построения персонифицированной биомеханической модели коронарного сосуда на основании данных ангиографии и внутрисосудистого ультразвукового исследования	22
Гришина Д. Е. Структура базы данных для составления медицинских отчетов	23
Дубинкина Е.С., Киселёв А.Р., Караваев А.С. Коэффициент фазовой когерентности между высокочастотными колебаниями сигналов RR-интервалов и дыхания как индикатор динамических вегетативных нарушений у пациентов, перенесших острый инфаркт миокарда	25
Емельянова Е.С., Доль А.В. Экспериментальные методы анализа динамики кровотока	27
Ефременко И.А., Оленко Е.С. Взаимосвязь показателей периферической гемодинамики и артериального давления у больных с артериальной гипертензией разной степени тяжести	29
Зимарина А.А. Сравнительный анализ психофизиологических особенностей лиц молодого возраста с разным уровнем тревожности для выявления группы повышенного риска возникновения психосоматической патологии	30
Иванов С.Д., Антонова О.В. Выбор модели материала при исследовании процесса сворачивания баллона для ангиопластики	31
Кабин Н.А., Антонова О.В. Выбор модели материала для описания механического поведения коронарной артерии, пораженной атеросклерозом, при стентировании	32
Каменчук А.С., Усанов А. Д. Применение лазерной доплеровской флоуметрии для оценки микроциркуляции у пациентов с артериальной гипертензией	33
Килина П.Н., Дроздов А.А., Зубенин Я.И. Исследование микропористости сетчатых образцов медицинского назначения, полученных селективным лазерным плавлением	35

Корчагин А.П., Антонова О.В. Моделирование кровотока в упругой артерии, пораженной стенозом	36
Макарова А.В., Оленко Е.С. Кровоток у больных артериальной гипертонией разной стадии заболевания	37
Марьянкин К.А., Магомедов И.М., Бессонов Л.В., Доль А.В., Киреев С.И., Иванов Д.В. Сравнительный биомеханический анализ различных видов остеотомий первой плюсневой кости в норме и при остеопорозе	38
Мачильский Д.И., Чусов А.С., Пронин Н.А., Кудашева Р.Р., Акимова В.В., Маризина Е.А. Сравнительная оценка психологических особенностей клинически здоровых лиц различных возрастных групп для установления степени риска развития у них психосоматической патологии	40
Медников Б.С., Калинин М.Ю. Реовазографическое исследование состояния сосудов при холодовом воздействии	42
Медников Р.С., Скрипаль А.В. Исследование возможностей микроволновой диагностики поражений костной ткани	43
Меняйло Е.Н. Психофизиологические факторы риска развития психосоматических заболеваний у лиц молодого возраста через призму алекситимии	44
Наумников Г.В. Проблемы современного подхода к подбору стратегии лечения рака с использованием активности теломеразы	45
Радин А.Е., Бродская Ю.А. Разработка автоматизированной системы диагностики заболеваний нижних конечностей при помощи методов глубокого обучения	46
Саидова А.Н. Обработка результатов натуральных экспериментов по сжатию костей	48
Самсонова Е.Ю. Анализ деформирования сосудов нижних конечностей	50
Седых М.В., Бродская Ю.А. О реализации алгоритмов распознавания образов в задачах дифференциальной диагностики в классах неходжкинских лимфом и лимфомах беркитта	51
Серебряков Д.С., Моисеенко А.А., Сафронов П.Г., Кутин Е.С. Стадийные и гистологически-определенные метаболические нарушения при раке легкого: связь с окислительным стрессом и развитием кахексии	53
Спиридонова Е.А. Анализ параметров ретроградной волны скорости кровотока периферических сосудов методом ультразвуковой доплерографии	55
Тухтарова А.Р. Исследование прочностных свойств губчатых костей крупного рогатого скота	56
Тучин В.В. Достижения в области оптики биологических тканей, оптической визуализации и фототерапии	58
Халиулова А.Р., Бессонов Л.В. Метрики оценки разметок рентгенограмм с применением искусственных нейронных сетей	59
Шкурина Д.С., Чабукиани П.М., Нефедова Т.Ю., Маризина Е.А. Особенности личностного реагирования добровольцев средних широт на одном из этапов проекта «Гелиомед – 2», в зависимости от наличия у них психологической чувствительности к изменениям геомагнитной возмущенности	61

Научное издание

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МЕДИЦИНА

Материалы Международной конференции молодых ученых

Саратов, 19-20 ноября 2025 г.

ISBN 978-5-908063-27-2



Ответственный за выпуск *С.И. Киреев*
Оригинал-макет подготовила *А.А.Голядкина*

Подписано в печать 17.12.2025.
Формат А5. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. л. 8,66. Тираж 100. Заказ 39719.

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами

Типография «Техно-Декор»
Саратов, ул. Московская, 160
тел.: (845-2) 77-08-48
sar-print.ru