

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. The influence of the digital environment on the mental capacity and thinking of students / E. S. Bogomolova, K. A. Languev, N. V. Kotova, E. V. Langueva // Science and School. – 2022. – Vol. 1. – P. 123-133.
2. Луговая, В.Ф. Анализ характеристик памяти как элемента когнитивной сферы старшеклассников в контексте их субъективной зависимости от цифровых технологий / В. Ф. Луговая, Е. В. Пискунова // Письма в Эмиссия. Оффлайн. – 2020. – № 10. – С. 2876.
3. Лурия А.Р. Основы нейропсихологии. / А.Р. Лурия. - М.: Изд-во МГУ, 2003. – 384 с.
4. Немов Р.С. Психология / Р.С. Немов. – Москва.: ВЛАДОС, 1998. - Т.1.
5. Влияние технологий цифрового обучения на функциональные и психофизиологические ответы организма: анализ литературы / Д.З. Шибкова, П.А. Байгужин, А.Д. Герасев, Р.И. Айзман // Science for Education Today. – 2021. – Т. 11, № 3. – С. 125-141.

Сведения об авторах

В.Ю. Андреева – студентка лечебно-профилактического факультета
И.И. Дерендяев* – студент лечебно-профилактического факультета
М.А. Карпов – студент лечебно-профилактического факультета
Ю.Е. Катyreва – старший преподаватель кафедры
О.Б. Гилёва – доктор биологических наук, профессор

Information about the authors

V.Yu. Andreeva – student of the Faculty of Treatment and Prevention
I.I. Derendyaev* – student of the Faculty of Treatment and Prevention
M.A. Karpov – student of the Faculty of Treatment and Prevention
Y.E. Katyreva – Senior Lecturer
O.B. Gileva – Doctor of Sciences (Biology), Professor

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):
iderendyaev250@gmail.com

УДК 616.72-002-092:611-018.1

БИОТЕХНОЛОГИИ В ТЕРАПИИ ОСТЕОАРТРИТА. ПРЕПАРАТЫ КЛЕТОЧНОЙ И ТКАНЕВОЙ ТЕРАПИИ

Арсланова Аида Альбертовна, Стайнов Степан Викторович, Крылов Даниил Анатольевич
Кафедра медицинской биологии и генетики
ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России
Екатеринбург, Россия

Аннотация

Введение. Данная научная работа была создана с целью анализа и систематизации сведений об искусственно синтезированных клетках иммунной системы человека, их действия и происхождения. Биотехнология в нынешнее время считается молодой наукой. Она изучает возможность использования живых организмов, их систем или продуктов их жизнедеятельности для решения технологических задач, а также возможности создания живых организмов с необходимыми свойствами методом геной инженерии. Далее в статье мы рассмотрим механизмы работы и получения М1 и М2-макрофагов на примере лечения остеоартрита. **Цель исследования** – получение новых знаний о препаратах клеточной терапии и их анализ. **Материал и методы.** Проведен анализ статей и научных работ на тему иммунотерапии за период с 2015 по 2023 год. **Результаты.** Было рассмотрено строение и состояние суставов при остеоартрите, выведена количественная характеристика макрофагов разных типов и их продукты. На появление болевых симптомов в теле человека при остеоартрите влияют макрофаги разных типов. Для лечения первичной стадии остеоартрита подходит инъекционная клеточная терапия, подавляющая образования макрофагов М1 воспалительных цитокинов. **Выводы.** Исследование позволило получить новые знания о применении клеточной терапии в лечении остеоартрита. Она показала свою эффективность в лечении первичной стадии остеоартрита, благодаря подавлению образования макрофагов М1 и его цитокинов. Результаты исследования подчеркивают перспективы применения клеточной терапии в лечении остеоартрита и необходимость дальнейших исследований в этом направлении.

Ключевые слова: биотехнологии, иммунотерапия, ревматология, макрофаги, остеоартрит, клеточная терапия.

BIOTECHNOLOGY IN THE TREATMENT OF OSTEOARTHRITIS. PREPARATIONS OF CYTOTHERAPY AND CELL THERAPY.

Arslanova Aida Albertovna, Stainov Stepan Viktorovich, Krylov Daniil Anatolievich
Department of Medical Biology and Genetics
Ural State Medical University
Yekaterinburg, Russia

Abstract

Introduction. This scientific work was created in order to analyze and systematize information about artificially synthesized cells of the human immune system, their actions and origin. Biotechnology is currently considered a young science. She studies the possibility of using living organisms, their systems or products of their vital activity to solve technological problems, as well as the possibility of creating living organisms with the necessary properties by genetic engineering. Further in the article, we will consider the mechanisms of operation and production of M1 and M2-macrophages using the example of immunotherapy. **The aim of this study** is to obtain new knowledge about cell therapy preparations and analyze them. **Material and methods.** The analysis of articles and scientific papers on the topic of immunotherapy for the period from 2015 to 2023. **Results.** The structure and condition of joints in osteoarthritis were considered, quantitative characteristics of macrophages of different types and their products were derived. The appearance of pain symptoms in the human body in osteoarthritis is influenced by macrophages of different types. Injectable cell therapy is suitable for the treatment of the primary stage of osteoarthritis, suppressing the formation of M1 macrophages and cytokines. **Conclusion.** The study provided new insights into the use of injectable cell therapy in the treatment of osteoarthritis. It has shown to be effective in treating the primary stage of osteoarthritis by suppressing the formation of M1 macrophages and cytokines. The results of the study emphasize the prospects for the application of cell therapy in the treatment of osteoarthritis and the need for further research in this direction.

Keywords: biotechnology, immunotherapy, rheumatology, macrophages, osteoarthritis, cell therapy.

ВВЕДЕНИЕ

Биотехнология в нынешнее время считается молодой наукой. Она изучает возможность использования живых организмов, их систем или продуктов их жизнедеятельности для решения технологических задач, а также возможности создания живых организмов с необходимыми свойствами методом генной инженерии. С помощью данной науки можно увеличить эффективность иммунотерапии при остеоартрозе.

Цель исследования – получение новых знаний о препаратах клеточной и тканевой терапии в лечении остеоартрита и их анализ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведен анализ статей и научных работ на тему терапии остеоартрита за период с 2015 по 2023 год.

Остеоартрит — дегенеративное заболевание суставов, сопровождаемое болью, отечностью и тугоподвижностью. В основе лежит поражение всех компонентов сустава: хряща, субхондральной кости, синовиальной оболочки, связок, капсулы, околоуставных мышц. Распространено среди малоподвижных, пожилых и лиц с избыточным весом. Лечение важно из-за прогрессирования и ухудшения качества жизни [7, 8].

Адоптивная иммунотерапия — это персонализированный вид неспецифической клеточной иммунотерапии преимущественно активированными лимфоцитами, но и дендритными клетками, натуральными киллерами и макрофагами, что приводит к активации различных звеньев иммунитета, усилению иммунного ответа.

Процедура получения активированных клеток иммунной системы включает в себя следующие этапы:

1. У больного/донора забирается венозная периферическая кровь;
2. Из периферической крови в стерильных условиях выделяются моноклеарные клетки;
3. С учетом количества этих клеток они помещаются в питательную среду с добавлением определенных интерлейкинов и инкубируются в течение 14 дней в термостате;
4. Ежедневно осуществляется контроль эффективности роста и активации иммунных клеток в суспензионной культуре, проводится оценка морфологии клеточных культур.

В данной статье мы рассмотрим механизм работы и влияние макрофагов при ОА. Макрофаги это тканевые клетки иммунной системы, обладающие выраженной двигательной активностью и способностью к фагоцитозу. образуются из моноцитов крови, которые после выхода из кровотока попадают в разные органы и ткани, где превращаются в макрофаги. При этом происходит увеличение размера клеток до 20–25 мкм. Макрофаги несут на своей поверхности разнообразные специфические рецепторы, позволяющие распознавать чужеродные макромолекулы, микроорганизмы и клетки, а также рецепторы для антител. Выделяют резидентные и воспалительные макрофаги. Резидентные макрофаги образуются из моноцитов, спонтанно мигрирующих из крови в ткани и длительно (в течение нескольких

месяцев) сохраняющих жизнеспособность [18]. Основные функции резидентных макрофагов – регуляторная и гомеостатическая: они удаляют путем фагоцитоза старые и нежизнеспособные клетки, ограничивают активность других клеток иммунной системы, контролируют морфогенетические процессы, секретируют функционально важные белки межклеточного матрикса и др. Воспалительные макрофаги покидают кровоток в ответ на хемотаксические сигналы, поступающие из очага воспаления, в который они мигрируют. Срок их жизни обычно составляет несколько недель. Под влиянием факторов воспаления эти макрофаги активируются: приобретают способность секретировать провоспалительные цитокины а также бактерицидные белки. Они осуществляют фагоцитоз патогенных микроорганизмов и чужеродных частиц. Макрофаги используют образ-распознающие рецепторы (ОРР), включая ТПР, лектиновые рецепторы С-типа. Согласно нынешнему пониманию, синовиальные макрофаги, присутствующие в суставах с ОА, способствуют повреждению хряща и изменению костей. Однако они могут и восстанавливать поврежденные ткани, очищать от мусора и восстанавливать гомеостаз тканей за счет выработки противовоспалительных цитокинов и антагонистов цитокинов. Механизм действия и эффект, отражающийся на состоянии пациента, зависят от различий типов активированных макрофагов, поэтому, рассмотрим способы их получения [1, 3].

Способ получения макрофагов. Как правило, макрофаги можно разделить на два основных типа в зависимости от их путей активации, биомаркеров и высвобождения цитокинов: классически активированные макрофаги 1 типа (M1) и альтернативно активированные макрофаги 2 типа (M2). Макрофаги M1 активируются посредством липополисахаридов и интерфероном- γ , высвобождаемого Т-хелперами I типа, продуцируя большое количество провоспалительных цитокинов, таких как IL-1 β , IL-6, IL-12, а также низкие уровни IL-10, которые опосредуют воспаление [13, 14]. Напротив, образование макрофагов M2 стимулируется цитокинами, такими как IL-4 и IL-13, которые способствуют ремоделированию тканей и одновременно подавляют воспаление [9, 10]. M1-подобные макрофаги обладают противомикробными и провоспалительными свойствами, в то время как M2-подобные макрофаги обладают противовоспалительным свойством. Нарушение баланса между про- и противовоспалительными макрофагами может привести к хроническому воспалению низкой степени тяжести при ОА [16]. Неспособность синовиальных макрофагов трансформироваться из подтипа M1 в M2 может способствовать иницированию и прогрессированию ОА. В синовиальной оболочке пациентов с ОА количество цитокинов M1, включая IL-12, IL-1 β , увеличивается, тогда как количество цитокинов M2, таких как IL-1 α , снижается. Необходимо воздействовать на конкретную популяцию макрофагов [4].

Терапевтические аспекты. Существование активированных макрофагов у пациентов с ОА коленного сустава изучали конкретно *in vivo* с использованием визуализирующего агента этарфолатида на активированных, но не покоящихся макрофагах. Ключевыми структурами поглощения этарфолатида были капсула сустава, синовиальная оболочка и субхондральная кость. Макрофаги M1 составляют незначительную популяцию, около 1% инфильтрированных клеток в обоих случаях [18]. Было выявлено, что адипоциты представляют собой популяцию клеток, которая подвергается наиболее существенным изменениям с трехкратным уменьшением воспаленной синовиальной оболочки [2]. Провоспалительные макрофаги играют важную роль в острой воспалительной фазе после травмы, удаляя тканевые остатки и моделируя заново матрикс [17]. Однако обильная деградация матрикса вредна, приводя к снижению прочности на растяжение зажившего сухожилия [12]. Кроме того, повреждение связок или сухожилий может привести к инфильтрации макрофагами других близлежащих тканей сустава, что приводит к местной противовоспалительной реакции. К тому же, была описана клеточная и транскрипционная гетерогенность синовиальных тканей пациентов с ОА и выявлено 12 популяций синовиальных клеток. Среди них были две отдельные популяции макрофагов: провоспалительные (I-MФ) и иммунорегуляторные (IR-MФ). Обе популяции имели одинаково высокие уровни IL-1 α , IL-1 β , IL-6, тогда как для клеток IR-MФ было показано нарастание иммунорегуляторных маркеров

CD169. Исследование показало, что макрофаги I-MФ не являются единственным вероятным источником провоспалительных цитокинов в синовиальной оболочке, ведь дендритные клетки и фибробласты также экспрессируют высокие уровни IL-1 β . Прирост количества макрофагов, обнаруженных в синовиальной и субхондральной кости пациентов с ОА, можно идентифицировать по маркерам клеточной поверхности, включая белки CD163, CD68, CD14. Рассмотрим каждый из них [4, 5]. CD163 — высокоаффинный рецептор, который участвует в захвате и повторном использовании железа через эндоцитоз комплексов гемоглобин-гаптоглобин. Он также действует как иммунный сенсор на различные бактерии, и запускает внутриклеточные сигналы, включая секрецию IL-6. Этот белок может играть роль в противовоспалительных процессах и быть показателем активации макрофагов при воспалительных заболеваниях [20]. Особую роль занимает CD68 — высоко экспрессируемый клетками моноцитарной линии белок, циркулирующими и тканевыми макрофагами. CD68 человека представляет собой трансмембранный гликопротеин I типа, сильно гликозилированный во внеклеточном домене. Его первичная последовательность состоит из 354 аминокислот. Он играет роль в фагоцитарной активности тканевых макрофагов, как во внутриклеточном лизосомальном метаболизме, так и во внеклеточных взаимодействиях клетка-клетка и клетка-патоген [20]. CD14 — мембранный белок, распознающий липополисахариды. Содержит 10 повторяющихся лейцин-богатых фрагментов. Ген CD14 кодирует две формы белка: 50 и 55 кДа. Белок 55 кДа (mCD14) удерживается в мембране участком с гликозилфосфатидилинозитолом. Действует как ко-рецептор в клеточном рецепторном комплексе для распознавания липополисахаридов и участия в иммунном ответе [20]. При обследовании пациентов с ОА увеличение CD14 и CD163 свидетельствует о воспалительных фенотипах и тяжести ОА [6]. При ОА активация макрофагов может происходить из-за повреждения хряща за счет цитокинов и факторов роста. Потенциальные медиаторы проникают в синовиальную жидкость через поврежденный хрящ и активируют синовиальные макрофаги. Активация синовиальных макрофагов приводит к высвобождению провоспалительных цитокинов, а также катаболических и анаболических факторов, которые могут вызывать образование остеофитов [20].

Ученые исследовали культуры ОА синовиальных клеток, которые обладают преимуществом спонтанной продукции различных противовоспалительных цитокинов. Они продемонстрировали, что дефицит CD14 коррелирует с задержкой деградации хряща при ОА. В этом исследовании они истощили синовиальные макрофаги с помощью магнитных шариков, конъюгированных с анти-CD14, что привело к снижению продукции IL-1 β синовиальными фибробластами и уменьшению повреждения хряща. В мышинной модели ОА было выявлено, что усиленная инфильтрация макрофагов снижает образование остеофитов за счет увеличения доли CD163. Глюкокортикоиды увеличивают экспрессию CD163 синовиальными макрофагами и снижают количество CD68 макрофагов [5].

Другие исследования показали, что при добавлении дексаметазона к эксплантатам синовиальной оболочки пациентов с ОА, что данное вещество подавляет противовоспалительные макрофаги M1. Так же использовали Tissuegene-C (инъекционная генетическая терапия для лечения первичного остеоартроза) для локализованной доставки TGF- β 1 (трансформирующий фактор роста — ингибируют пролиферацию большинства клеток, но могут стимулировать рост некоторых мезенхимальных клеток; они обладают иммуносупрессорным эффектом и они усиливают формирование межклеточного матрикса) у пациентов с ОА. Стимуляция поляризации M2 — это предполагаемый механизм активности TissueGene-C [19].

Кристаллы основного фосфата кальция (ОФК) из гидроксиапатита влияют на тяжесть позднего ОА, активируя макрофаги к M1-фенотипу (рис. 1). Мочевая кислота также связана с воспалением в ОА через IL-18 и IL-1 β . Взаимодействие макрофагов с другими клетками в суставах важно. Хондроциты могут стимулировать активацию макрофагов через экзосомы, поддерживая коммуникацию между клетками и иммунный баланс [11, 15].

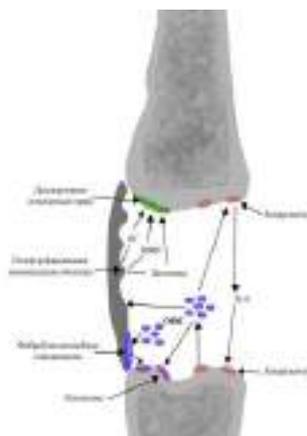


Рис.1 Гипотетические патогенетические эффекты кристаллов основного фосфата кальция в развитии остеоартрита и суставного воспаления

РЕЗУЛЬТАТЫ

Активация макрофагов при ОА может быть вызвана повреждением хряща, что приводит к высвобождению провоспалительных цитокинов и факторов роста. Для лечения первичной стадии ОА подходит инъекционная клеточная терапия, подавляющая образования макрофагов М1 воспалительных цитокинов, на более поздних стадиях лечение неэффективно.

ОБСУЖДЕНИЕ

В литературе описаны методы лечения пациентов с остеоартритом при помощи адоптивной иммунотерапии. В исследованиях было выявлено, что макрофаги М1 составляют незначительную популяцию при ОА [18]. Увеличение CD14 и CD163 свидетельствует о воспалительных фенотипах и тяжести ОА [6]. Генетическая терапия индуцирует противовоспалительную среду в суставах пациентов с ОА [19]. Различные терапии, такие как магнитные шарики, глюкокортикоиды [5] и генетическая терапия [19], используются для уменьшения воспаления при ОА.

ВЫВОДЫ

1. ОА — многофакторная патология, характеризующаяся воспалением и иммунным ответом в суставе. Макрофаги являются наиболее распространенным типом иммунных клеток, присутствующих в воспаленной синовиальной ткани.

2. Макрофаги играют важную роль в стимулировании выработки медиаторов воспаления и дегенерации при ОА.

3. Необходимо исследовать функциональные фенотипы и гетерогенность макрофагов для разработки лучших стратегий лечения.

4. Важно идентифицировать биомаркеры для разных подгрупп макрофагов. Разработка системы классификации ОА на основе иммунопатологических особенностей критически важна для будущих исследований.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Частная гистология : учебник для студентов медицинских вузов / С.В. Сазонов. - Екатеринбург : УГМУ, 2023. - 584 с.
2. Сарбаева, Н.Н. Макрофаги: разнообразие фенотипов и функций, взаимодействие с чужеродными материалами / Н.Н. Сарбаева, Ю.В. Пономарева, М.Н. Милякова // Гены и клетки. - 2016. - №1. - С. 9-17.
3. Павленко, В. И. Клетки и органы иммунной системы : учебное пособие / В. И. Павленко, И. Ю. Саяпина. - Благовещенск : Амурская ГМА Минздрава России, 2017.
4. Phenotype Diversity of Macrophages in Osteoarthritis: Implications for Development of Macrophage Modulating Therapies / N. V. Mushenkova, N. G. Nikiforov, N. K. Shakhpazyan [et al.] // International Journal of Molecular Sciences. – 2022. – Vol. 23(15). – P. 8381.
5. The role of synovial macrophages and macrophage-produced cytokines in driving aggrecanases, matrix metalloproteinases, and other destructive and inflammatory responses in osteoarthritis / J. Bondeson, S. D. Wainwright, S. Lauder [et al.] // Arthritis research & therapy – 2006. – Vol. 8. – P. 1-12.
6. Monocytes, macrophages, and their potential niches in synovial joints – therapeutic targets in post-traumatic osteoarthritis / P. Haubruck, M. M. Pinto, B. Moradi [et al.] // Frontiers in Immunology. – 2021. – Vol. 12. – P. 763702.
7. Загородний, Н. В. Остеоартрит : история и современность / Н. В. Загородний, Т. Б. Минасов. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. - 368 с.
8. Особенности лечения и профилактики остеоартрита в молодом возрасте / М. А. Страхов, Н. В. Загородний, А. В. Скороглядов [и др.] // РМЖ. – 2016. – Т. 24, № 8. – С. 498–504.

9. Thomson, A. Synovial macrophages in osteoarthritis: the key to understanding pathogenesis? / A. Thomson, C. M. Hilkens // *Frontiers in Immunology*. – 2021. – Vol. 12. – P. 678757
10. Macrophages in osteoarthritis: pathophysiology and therapeutics / Y. Chen, W. Jiang, H. Yong [et al.] // *American Journal of Translational Research*. – 2020. – Vol. 12, № 1. – P. 261–268.
11. MacMullan, P. Detection of basic calcium phosphate crystals in osteoarthritis / P. MacMullan, G. McMahon, G. McCarthy // *Joint Bone Spine*. – 2011. – Vol. 78, № 4. – P. 358-363.
12. Role of macrophage polarization in osteoarthritis / B. Chen, H. Hong, Y. Sun [et al.] // *Experimental and Therapeutic Medicine*. – 2022. – Vol. 24, № 6. – P. 757.
13. Zhang, H. Macrophages regulate the progression of osteoarthritis / H. Zhang, D. Cai, X. Bai // *Osteoarthritis and cartilage*. – 2020. – Vol. 28, № 5. – P. 555-561.
14. Федулчев, П.Н. Роль клеточных факторов в этиопатогенезе остеоартрита. // *Сибирский научный медицинский журнал*. – 2023. – Т. 43, № 2. – С. 61–73.
15. Golovach, I. Y. Crystal-Induced Osteoarthritis: the Role of Basic Calcium Phosphate Crystals / I. Yu. Golovach // *TRAUMA*. – 2016. – Vol. 17, № 6. – P. 9-15.
16. The role of macrophages in osteoarthritis and cartilage repair / C. L. Wu, N. S. Harasymowicz, M. A. Klimak [et al.] // *Osteoarthritis and cartilage*. – 2020. – Vol. 28, № 5. – P. 544-554.
17. Lai-Zhao, Y. The Role of Synovium and Synovial Macrophages in Experimental Post-Traumatic Knee Osteoarthritis / Y. Lai-Zhao // *The University of Western Ontario*. – 2020.
18. Non-Viral Gene Therapy Systems for Orthopaedics / I. Uzieliene, U. Kalvaityte, E. Bernotiene // *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. – 2021. – Vol. 8. – P. 618399.
19. TissueGene-C induces long-term analgesic effects through regulation of pain mediators and neuronal sensitization in a rat monoiodoacetate-induced model of osteoarthritis pain / E. H. Park, J. Seo, Y. Lee [et al.] // *Osteoarthritis and cartilage*. – 2023. – Vol. 31, № 12. – P. 1567-1580.
20. «Protein reviews on the web» (<https://web.archive.org/web/20080920090434/http://mpr.nci.nih.gov/prow/>)

Сведения об авторах

А.А. Арсланова* – студент лечебно-профилактического факультета
 С.В. Стайнов – студент лечебно-профилактического факультета
 Д.А. Крылов – ассистент кафедры

Information about the authors

A.A. Arslanova* - student of the Faculty of Treatment and Prevention
 S.V. Stainov - student of the Faculty of Treatment and Prevention
 D.A. Krylov - Department assistant

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):
 echaika41@gmail.com

УДК: 574;614.7;616-094

АНАЛИЗ КАЧЕСТВЕННОГО И КОЛИЧЕСТВЕННОГО ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПАЗАРИТОВ РЫБ ВОЛЧИХИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Байц Анастасия Алексеевна, Катырева Юлия Евгеньевна

Кафедра медицинской биологии и генетики

ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России

Екатеринбург, Россия

Аннотация

Введение. Организмы нашей планеты более чем на 50% состоят из воды, но лишь 3% воды на поверхности Земли пригодны для питья, следовательно, проблема доступности питьевой воды является наиболее актуальной. Одним из решений этой проблемы может стать снижение степени загрязнённости воды в давно используемых водоёмах.

Цель исследования – изучить качественное и количественное содержание паразитов в рыбе, как показателя загрязнённости водоёма. **Материал и методы.** Было проведено анатомические вскрытие четырёх рыб с целью обнаружения паразитов разного происхождения. Для исследования были вскрыты три особи густеры и одна особь чебака. **Результаты.** В результате было найдено несколько представителей разных классов паразитов. Для количественной оценки степени заражения рыб паразитами были рассчитаны следующие показатели интенсивность и экстенсивности инвазии, а также индекс обилия паразитов. **Выводы.** По результатам исследования большая часть рыб данного водоёма может быть заражена теми или иными видами паразитов, что говорит о снижении иммунитета и резистентности организмов данного вида в силу смены сезона года, биологических часов и условий среды обитания.

Ключевые слова: Волчихинское водохранилище, паразиты, рыба, заболеваемость.

ANALYSIS OF QUALITATIVE AND QUANTITATIVE INDICATORS OF FISH PARASITES IN THE VOLCHIKHA RESERVOIR

Bayts Anastasia Alekseevna, Katyreva Yulia Evgenievna

Department of Medical Biology and Genetics