

Министерство здравоохранения Республики Беларусь
Учреждение образования
«Гомельский государственный медицинский университет»

Кафедра биологической химии

Авторы:

О.С. Логвинович, заведующий кафедрой, к.б.н., доцент

А.Н. Коваль, доцент, к.б.н., доцент

А.В. Литвинчук, доцент, к.х.н.

М.В. Громыко, старший преподаватель

Н.С. Мышковец, старший преподаватель

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

для проведения лабораторного занятия
по учебной дисциплине «Биологическая химия»

для студентов

2-го курса лечебного факультета,
обучающихся по специальности 7-07-0911-01 «Лечебное дело»

Тема: Белки и нуклеиновые кислоты-2.
тканевой метаболизм аминокислот

Время: 3 часа

Утверждены на заседании кафедры биологической химии
(протокол от 29.08.2025 № 10)

Гомель, 2025

1. УЧЕБНЫЕ И ВОСПИТАТЕЛЬНЫЕ ЦЕЛИ, МОТИВАЦИЯ ДЛЯ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ, ТРЕБОВАНИЯ К ИСХОДНОМУ УРОВНЮ ЗНАНИЙ

Центральные пути метаболизма – это пути обмена углеводов и для вступления в эти пути аминокислота должна потерять аминогруппу. Углеродный скелет (альфа-кетокислота), остающийся после удаления аминогруппы, включается в обмен подобно метаболитам углеводного обмена и цикла трикарбоновых кислот. Азот аминогруппы в дальнейшем используется для синтеза других соединений или выделяться из организма.

Цель занятия: сформировать современные представления о метаболизме обмена аминокислот; о путях образования аммиака и механизмах его токсичности; систематизировать знания о путях детоксикации аммиака, акцентировать внимание на цикле синтеза мочевины, его локализации и биологической роли. Воспитать у студентов чувство гордости за избранную профессию и сформировать у них культуру бережного отношения к своему здоровью.

Задачи занятия: изучить основные направления обмена аминокислот в тканях организма, молекулярные механизмы токсического действия аммиака и пути его детоксикации, акцентировать внимание на цикле синтеза мочевины, его локализации и биологической роли. Освоить метод определения концентрации мочевины в биологических жидкостях уреазным фенол/гипохлоритным методом.

Требования к исходному уровню знаний:

Студент должен знать:

1.1 Основные реакции обмена аминокислот.

1.2 Цикл трикарбоновых кислот (ЦТК).

Студент должен уметь:

1.3 Работать с полуавтоматическим биохимическим анализатором или спектрофотометром.

1.4 Работать с микропипетками.

2. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗ СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН

2.1. Строение, классификация и свойства аминокислот (биоорганическая химия).

2.2. Строение витамина В₆ и его активных форм (биоорганическая химия).

2.3. Физико-химические свойства аммиака (неорганическая химия).

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ

3.1. Основные реакции обмена аминокислот:

3.1.1. Реакции на радикал: разрыв (механизм, биологическое значение), метилирование, гидроксिलирование (Про, Лиз, Фен) и др. Механизм микросомального окисления (роль аскорбата, NADPH, цитохрома P450 и др.), примеры, биологическое значение.

3.1.2. Реакции на карбоксильную группу: декарбоксилирование (на примере Гис, Тир, Трп, Глу) – механизм, ферменты, биологическая роль, восстановление – ферменты, биологическая роль.

3.1.3. Реакции на аминогруппу. Виды дезаминирования (окислительное, восстановительное, гидролитическое, внутримолекулярное), их медико-биологическое

значение.

3.1.3.1. Прямое окислительное дезаминирование – механизм, ферменты, коферменты, биологическое значение.

3.1.3.2. Реакции переаминирования – ферменты, коферменты, биологическое значение.

3.1.3.3. Непрямое окислительное дезаминирование – механизм, ферменты, коферменты, биологическое значение.

3.1 Аммиак, пути его образования и механизмы токсичности. Пути детоксикации аммиака: восстановительное аминирование, образование амидов (Глн и Асн), аммонийогенез.

3.2 Биосинтез мочевины, реакции, ферменты, локализация, биологическая роль цикла синтеза мочевины (ЦСМ). Энергетическая емкость ЦСМ. Связь ЦСМ с ЦТК и обменом аминокислот. Роль ЦСМ в регуляции КОС. Врожденные дефекты ферментов ЦСМ, основные клинические проявления.

3.3 Пути вступления аминокислот в ЦТК (схема). Глико- и кетогенные аминокислоты.

4 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЗАНЯТИЯ

Лабораторная работа «Определение концентрации мочевины в моче уреазным фенол/гипохлоритным методом» выполняется с использованием набора реагентов (Витал).

5 ХОД ЗАНЯТИЯ

5.1 Введение.

5.2 Теоретическая часть занятия: рассматриваются контрольные вопросы, проводится устный опрос студентов.

5.3 Практическая часть занятия: лабораторная работа «Определение концентрации мочевины в биологических жидкостях уреазным фенол/гипохлоритным методом» выполняется экспериментально согласно инструкции, а также прорабатывается с использованием рабочей тетради по биологической химии.

5.4 Контроль усвоения темы. Письменная работа включает следующие вопросы:

5.4.1 Знать основные реакции обмена аминокислот (рисунок 23-25). Уметь объяснить их биологическую роль.

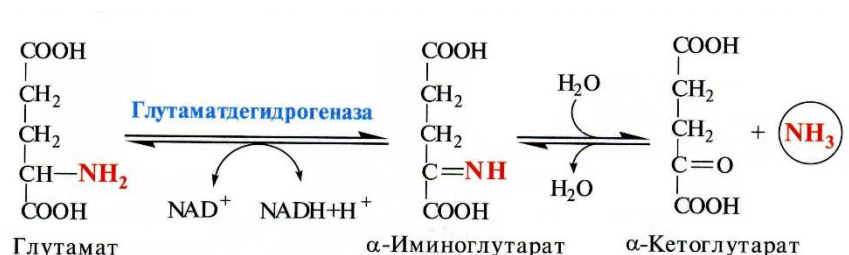


Рисунок 23. Прямое окислительное дезаминирование



Рисунок 24. Трансаминирование

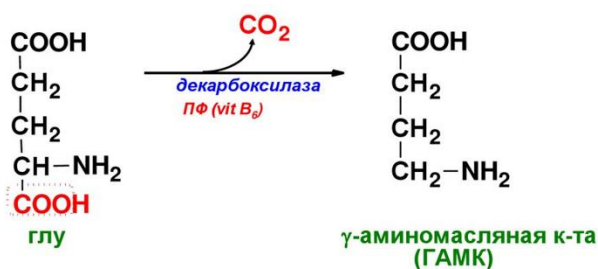


Рисунок 25. Образование ГАМК

5.4.2. Знать схемы реакций основных путей детоксикации аммиака: образование амидов, аммиониогенеза (рисунок 26-27).



Рисунок 26. Образование амидов глутаминовой и аспарагиновой кислот

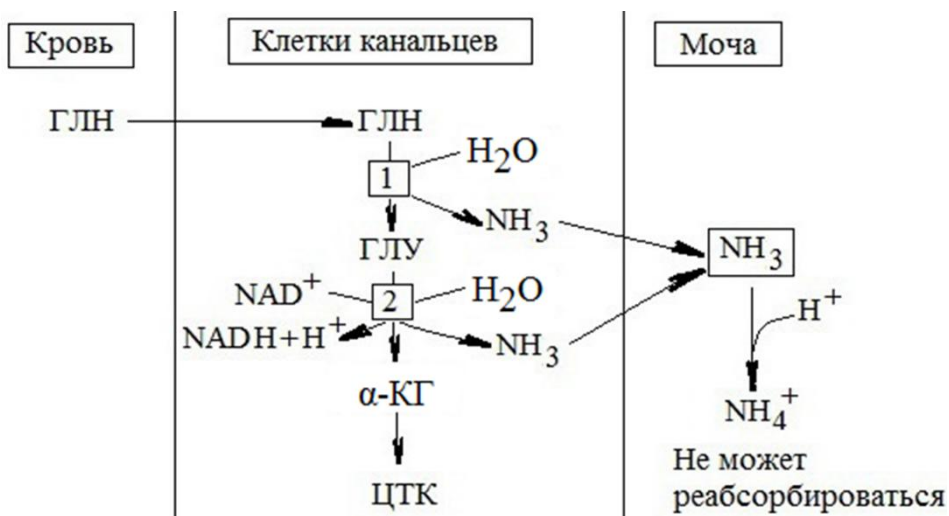


Рисунок 27. Схема аммиониогенеза

5.4.3. Знать реакции ЦСМ.

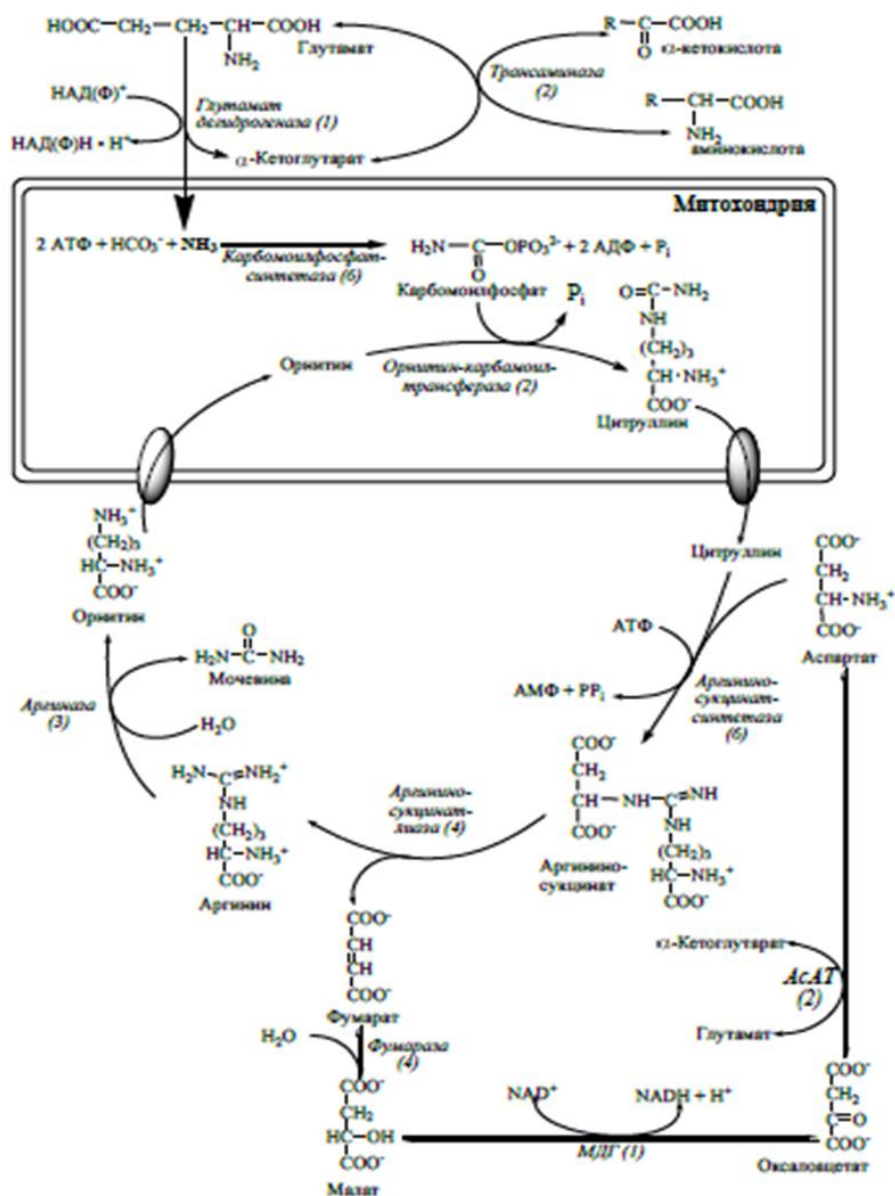


Рисунок 28. Реакции ЦСМ

5.5 Заключительная часть занятия. Подведение итогов, проверка протоколов, объявление заданий, к очередному занятию.

6 ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Самоконтроль знаний по теме «Белки и нуклеиновые кислоты-1. Переваривание белков. Всасывание аминокислот» осуществляется:

1. согласно изданию «Биохимия для самостоятельной работы: пособие / М.В. Громыко [и др.]. – Гомель: ГомГМУ, 2021. – 148 с. (задания 1.4 и 1.5 на стр.89); Режим доступа: <http://elib.gsmu.by/handle/GomSMU/8625>; – Дата доступа: 29.08.2025
2. путём компьютерного тестирования с использованием платформы Moodle, режим доступа: <https://dl.gsmu.by/course/view.php?id=81>. – Дата доступа: 29.08.2025
3. Для подготовки к компьютерному тестированию нужно использовать

учебно-методическое пособие «Сборник тестовых заданий по биологической химии : учеб.-метод. пособие для студентов 2 курса всех фак-тов учреждений высш. мед. образования / И. А. Никитина [и др.]. – Гомель : ГомГМУ, 2023. – 262 с.– Режим доступа: <https://elib.gsmu.by/handle/GomSMU/13804>. – Дата доступа: 29.08.2025

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ СРС

Время, отведенное на самостоятельную работу, может использоваться на:

- подготовку к лабораторным занятиям;
- конспектирование учебной литературы;
- выполнение тестовых заданий для самоконтроля знаний.

Основные методы организации самостоятельной работы:

- изучение темы и подготовка устных ответов на вопросы, вынесенные на СРС.

Перечень заданий СРС:

- решение практических задач ЭУМК
- выполнение тестовых заданий ЭУМК

Контроль СРС осуществляется в виде:

- индивидуальной беседы
- оценки устного ответа на контрольные вопросы занятия
- тестирования или письменной работ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Биохимия: учебник / под ред. Е.С. Северина. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – стр. 449-510. – Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970448816.html> – Дата доступа: 29.08.2025
2. Схемы и реакции основных метаболических путей : учеб.-метод. пособие для студентов учреждений высш. образования, обучающихся по специальностям 1-79 01 01 "Лечеб. дело", 1-79 01 04 "Мед.-диагност. дело" / М-во здравоохранения РБ, УО "ГомГМУ", Каф. общей, биоорганической и биологической химии ; А.И. Грицук [и др.]. – Гомель: ГомГМУ, 2018. – 127 с. – Рек. УМО по высш. мед., фармацевт. образованию. Стр. 73-77. – Режим доступа: <http://elib.gsmu.by/handle/GomSMU/9190> – Дата доступа: 29.08.2025
3. Сборник тестовых заданий по биологической химии. В 2 ч. Ч.1: учеб.-метод. пособие для самостоятельной работы студентов 2 курса всех фак. мед. вузов / М-во здравоохранения РБ, УО "ГомГМУ", Каф. общей, биоорганической и биологической химии; А. И. Грицук [и др.]. – Гомель: ГомГМУ, 2019. – стр. 55-78. – Режим доступа: <https://elib.gsmu.by/handle/GomSMU/3658> – Дата доступа: 29.08.2025
4. Биологическая химия: учебник / В.К. Кухта, Т.С. Морозкина, Э.И. Олецкий, А.Д. Таганович; под ред. А.Д.Тагановича. – Минск: Асар, М.: Издательство БИНОМ, 2008. – 688 с. – Режим доступа: https://kingmed.info/knigi/Biohimia/book_1866/Biologicheskaya_himiya-Kuhta_VK_Morozkina_TS_Taganovich_AD-2008-pdf - Дата доступа: 23.04.2024.
5. Нарушение обмена аминокислот - предшественников газотрансмиттеров при преждевременных родах / А. А. Михельсон, Т. Н. Погорелова, В. О. Гунько [и др.]

// Биомедицинская химия. – 2021. – Т. 67. – № 5. – С. 443-448. – DOI 10.18097/PBMC20216705443. – Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47146303> – Дата доступа: 29.08.2025

6. Наследственные болезни обмена: аминокислородопатии, органические ацидемии, дефекты митохондриального β -окисления. Краткий обзор / О. В. Бугун, Н. Н. Мартынович, Г. П. Богонослова [и др.] // Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal). – 2021. – Т. 6. – № 5. – С. 112-125. – DOI 10.29413/ABS.2021-6.5.11. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47218419> – Дата доступа: 29.08.2025

7. Метаболизм аминокислот у новорожденных с сепсисом / Р. Х. Гизатуллин, И. Н. Лейдерман, В. У. Сатаев [и др.] // Вопросы практической педиатрии. – 2020. – Т. 15. – № 3. – С. 21-26. – DOI 10.20953/1817-7646-2020-3-21-26. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43808711> – Дата доступа: 29.08.2025

8. Мартынович, Н. Н. Клинико-лабораторные маркеры наследственных болезней обмена веществ у детей первого полугодия жизни / Н. Н. Мартынович, Н. Э. Глобенко, С. Н. Кузнецова // Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal). – 2020. – Т. 5. – № 4. – С. 73-78. – DOI 10.29413/ABS.2020-5.4.10. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43873689> – Дата доступа: 29.08.2025

9. Алексеенко, А. С. Метилмалоновая ацидурия у ребенка / А. С. Алексеенко, О. Ю. Зенкина // Российский педиатрический журнал. – 2020. – Т. 23. – № 6. – С. 389-390. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44415515> – Дата доступа: 29.08.2025

10. Жекбаева, С. Сравнительная оценка показателей мочевины и остаточного азота в плазме крови в различных возрастных группах / С. Жекбаева, С. О. Акунова // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2020. – № 11. – С. 87-89. – DOI 10.26104/NNTIK.2019.45.557. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45808147> – Дата доступа: 29.08.2025

11. Рылова, Н. В. Показатели обмена карнитина и аминокислот у юных спортсменов / Н. В. Рылова, А. В. Жолинский // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2019. – № 11(171). – С. 72-75. – DOI 10.31146/1682-8658-esg-171-11-72-75. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41327038> – Дата доступа: 29.08.2025

12. Котов, С. В. Митохондриальные нарушения при нервно-мышечной патологии / С. В. Котов, О. П. Сидорова, Е. В. Бородатая // Нервно-мышечные болезни. – 2019. – Т. 9. – № 3. – С. 22-31. – DOI 10.17650/2222-8721-2019-9-3-22-31. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41331825> – Дата доступа: 29.08.2025

13. Алексеевская, Е. С. Гомолог аргинина гомоаргинин в качестве субстрата аргинин: глицинамидинотрансферазы и аргиназ человека / Е. С. Алексеевская, Т. Ф. Субботина, А. А. Жлоба // Бюллетень сибирской медицины. – 2018. – Т. 17. – № 1. – С. 7-14. – DOI 10.20538/1682-0363-2018-1-7-14. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34907566> – Дата доступа: 29.08.2025

14. Наследственные болезни обмена с синдромом гипераммониемии и дебютом в неонатальном периоде (клинический случай) / О. В. Халецкая, М. А. Сусллова, А. В. Апенкина [и др.] // Медицинский альманах. – 2018. – № 3(54). – С. 82-86. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34923682> – Дата доступа: 29.08.2025

15. Сиротина, З. В. Фенилкетонурия (клинический случай) / З. В. Сиротина, В. В. Филиппова // Здоровоохранение Дальнего Востока. – 2018. – № 3(77). – С. 61-64. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36422536> – Дата доступа: 29.08.2025
16. Сас, Е. И. Патогенические механизмы использования L-Орнитина-L-Аспартата у пациентов с неалкогольной жировой болезнью печени / Е. И. Сас // Поликлиника. – 2018. – № 4-2. – С. 13-16. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36608914> – Дата доступа: 29.08.2025
17. Иванова, И. И. Опыт применения препарата L-карнитина у детей с хроническим гастродуоденитом и дисплазией соединительной ткани / И. И. Иванова, С. Ф. Гнусаев, В. С. Сухоруков // Вопросы практической педиатрии. – 2018. – Т. 13. – № 6. – С. 72-78. – DOI 10.20953/1817-7646-2018-6-72-78. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36946791> – Дата доступа: 29.08.2025
18. Особенности метаболизма серосодержащих аминокислот при беременности у несовершеннолетних / С. Жубыркэ, К. Илиади-Тулбуре, С. Гараева [и др.] // Наука и мир. – 2017. – № 8(48). – С. 119-122. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43037101> – Дата доступа: 29.08.2025
19. Меркушева, Л. И. Старение почки. Взгляд гериатра / Л. И. Меркушева, Н. К. Рунихина, О. Н. Ткачева // Российский журнал гериатрической медицины. – 2021. – № 1. – С. 76-81. – DOI 10.37586/2686-8636-1-2021-76-81. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45591288> – Дата доступа: 29.08.2025
20. Матолинец, Н. В. Патогенетическая роль газотрансмиттеров и метаболитов орнитинового цикла в формировании эндотелиальной дисфункции в остром периоде политравмы / Н. В. Матолинец // Медицина неотложных состояний. – 2019. – № 4(99). – С. 70-77. – DOI 10.22141/2224-0586.4.99.2019.173936. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39217783> – Дата доступа: 29.08.2025
21. Метаболизм L-аргинина у больных сахарным диабетом с диабетической полинейропатией и язвенными дефектами стоп / О. Н. Бондаренко, Г. Р. Галстян, А. Г. Кузнецова [и др.] // Проблемы эндокринологии. – 2004. – Т. 50. – № 1. – С. 3-9. – DOI 10.14341/probl20045013-9. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=40962560> – Дата доступа: 29.08.2025
22. Уровни аминокислот и гомоаргинина в венозных бассейнах головного мозга и сердечной мышцы у пациентов с ишемической болезнью сердца / Н. С. Молчан, Т. Ю. Рейпольская, Т. Ф. Субботина [и др.] // Ученые записки СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова. – 2020. – Т. 27. – № 2. – С. 25-31. – DOI 10.24884/1607-4181-2020-27-2-25-31. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43977331> – Дата доступа: 29.08.2025
23. Руденко, А. О. Влияние аминокислотного спектра пептидных органопрепаратов на эффективность фармакотерапии / А. О. Руденко, Т. Э. Елтышева, М. М. Дьяконов // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2017. – № 1(57). – С. 129-136. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28948129> – Дата доступа: 29.08.2025
24. Невзорова, М. С. Сопоставление активности АСТ и АЛТ при острых вирусных гепатитах / М. С. Невзорова, С. А. Высотин, А. Т. Сайфитова // Международный студенческий научный вестник. – 2020. – № 1. – С. 5. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42578877> – Дата доступа: 29.08.2025
25. Оценка использования маркеров АЛТ, АСТ, СДТ в лабораторной

диагностике хронического злоупотребления алкоголем / А. В. Хапкина, Д. М. Илюхина, Л. А. Желткова, А. В. Михайлова // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. – 2021. – № 1. – С. 29-37. – DOI 10.24412/2071-6176-2021-1-29-37. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44886268> – Дата доступа: 29.08.2025

26. Соловьева, Ю. А. Неинвазивные методы диагностики фиброза печени / Ю. А. Соловьева // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия: Медицинские науки. – 2020. – № 4(21). – С. 45-54. – DOI 10.25587/SVFU.2020.21.4.005. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44490525> – Дата доступа: 29.08.2025

27. Мониторинг активности ферментов в спорте высших достижений / И. Л. Рыбина, А. И. Нехвядович, А. Н. Будко, Е. А. Мороз // Прикладная спортивная наука. – 2017. – № 2(6). – С. 62-71. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30730911> – Дата доступа: 29.08.2025

28. Роль желудочно-кишечного тракта в процессах интоксикации и детоксикации организма / Т. Л. Пилат, Л. П. Кузьмина, М. М. Коляскина, Л. М. Безрукавникова // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2020. – № 11(183). – С. 118-125. – DOI 10.31146/1682-8658-esg-183-11-118-125. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44181412> – Дата доступа: 29.08.2025

29. Качковский, М. А. Клиническая диагностика холестатического гепатоза беременных / М. А. Качковский, О. В. Кошелева // Вестник медицинского института "РЕАВИЗ": реабилитация, врач и здоровье. – 2018. – № 1(31). – С. 143-147. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32823997> – Дата доступа: 29.08.2025

30. Бойцова, Ю. А. Повышение активности аспартатаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы как предиктор развития послеоперационной тромбоземболии легочной артерии / Ю. А. Бойцова, П. Н. Чижиков // Известия Российской Военно-медицинской академии. – 2020. – Т. 1. – № S1. – С. 181-184. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43836469> – Дата доступа: 29.08.2025

31. Оценка некоторых биохимических показателей крови футболистов в соревновательном периоде спортивной подготовки / Д. Б. Никитюк, Р. М. Раджаббадиев, С. Х. Сото [и др.] // Вестник спортивной науки. – 2020. – № 4. – С. 48-52. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43991816> – Дата доступа: 29.08.2025

32. Гипертрансаминаземия у детей и подростков с впервые диагностированной целиакией / Л. Я. Климов, М. В. Стоян, В. А. Курьянинова [и др.] // Доктор.Ру. – 2017. – № 12(141). – С. 18-23. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30601400>

33. Гасайниев, Т. М. Этиология и клинико-лабораторные особенности инфекционного мононуклеоза у детей / Т. М. Гасайниев, А. С. Пашенко // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2018. – Т. 8. – № 10. – С. 502. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37157954> – Дата доступа: 29.08.2025

34. Шустов, Е. Б. Перспективные макромолекулярные мишени действия лекарственных средств в сфере психофармакологии / Е. Б. Шустов, А. Е. Ким // Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук. – 2021. – № 1. – С. 119-131. – DOI 10.26163/RAEN.202U1.83.020. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44846375> – Дата доступа: 29.08.2025

35. Этиопатогенез и клиника аутоиммунной патологии нервной системы / Е. И. Аверина, О. А. Голева, Е. Н. Мокашева, Е. Н. Мокашева // Международный студенческий научный вестник. – 2021. – № 5. – С. 9. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47477828> – Дата доступа: 29.08.2025
36. Силькис, И. Г. Роль ацетилхолина и ГАМК-торможения в генерации судорожной активности в нейронных сетях, объединяющих новую кору, гиппокамп, базальные ганглии и таламус / И. Г. Силькис // Нейрохимия. – 2020. – Т. 37. – № 2. – С. 106-124. – DOI 10.31857/S1027813320020120. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42636319> – Дата доступа: 29.08.2025
37. Динамика когнитивных нарушений у пациентов с болезнью Паркинсона на фоне L-ДОФА терапии / С. Б. Исмаилова, С. В. Прокопенко, Д. В. Похабов [и др.] // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2021. – Т. 121. – № 7. – С. 36-41. – DOI 10.17116/jnevro202112107136. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46468680> – Дата доступа: 29.08.2025
38. Дофа-зависимая дистония (синдром Сегавы): описание клинического наблюдения / З. Г. Хаятова, З. А. Залялова, А. Ю. Казанцев, Т. В. Матвеева // Практическая медицина. – 2020. – Т. 18. – № 5. – С. 143-145. – DOI 10.32000/2072-1757-2020-5-143-145. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44414177> – Дата доступа: 29.08.2025
39. Угрюмов, М. В. Синтез дофамина недофаминергическими нейронами как эффективный механизм нейропластичности / М. В. Угрюмов // Нейрохимия. – 2018. – Т. 35. – № 4. – С. 281-288. – DOI 10.1134/S1027813318040088. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36427712> – Дата доступа: 29.08.2025
40. Донцов, В. И. Перспективные геропротекторы человека и млекопитающих / В. И. Донцов, В. Н. Крутько // Биохимия. – 2017. – Т. 82. – № 12. – С. 1883-1888. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30671455> – Дата доступа: 29.08.2025