

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-3.
Обмен отдельных 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

Пути обмена отдельных аминокислот определяются различиями в строении их радикалов, поэтому они разнообразны и многочисленны. Вступая в эти специфические реакции, АК принимают участие во многих важных процессах: в синтезе гормонов и нейромедиаторов, в образовании простетических групп сложных белков-хромопротеинов и нуклеопротеинов, в биосинтезе сложных липидов, в получении макроэргов, являющихся источником энергии для клеток, в обезвреживании токсических веществ. В данных превращениях может изменяться как вся молекула АК, так и её отдельные функциональные участки.

Цель занятия: сформировать современные представления о метаболизме отдельных аминокислот в тканях организма в норме и при патологии, обосновать с биохимических позиций целесообразность применения отдельных аминокислот в медицинской практике. Воспитать у студентов чувство гордости за избранную профессию и сформировать у них культуру бережного отношения к своему здоровью.

Задачи занятия: дать характеристику основных путей интеграции углеводного, липидного и белкового обмена, а также реакций и механизмов образования общих метаболитов. Сформировать представления об основных путях метаболизма ала, гли, сер, глу, асп, мет, фен и тир; расширить знания о синтезе заменимых аминокислот. Освоить метод определения активности АЛТ в плазме крови оптимизированным энзиматическим кинетическим 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 химические свойства аминокислот (биоорганическая химия).

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

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ

3.1. Обмен серина и глицина: биосинтез холина, этаноламина, пуриновых оснований, гема, креатина, GSH, гиппуровой кислоты, желчных кислот. Роль ТГФК в обмене данных аминокислот. Нарушения обмена глицина.

3.2. Обмен глутаминовой кислоты: аминирование (обезвреживание аммиака), дезаминирование, трансаминирование, декарбоксилирование (биологическая роль ГАМК и ГОМК, роль в метаболизме. Показания к применению глутаминовой кислоты в медицинской практике. Энергетический “выход” окисления Глу.

3.3. Обмен аспарагиновой кислоты: трансаминирование, амидирование (обезвреживание аммиака), α -декарбоксилирование (биологическая роль b-аланина), биосинтез пуриновых и пиримидиновых оснований, биосинтез мочевины, участие в цикле пуриновых нуклеотидов. Показания к применению аспарагиновой кислоты в медицинской практике.

3.4. Обмен метионина. S-аденозилметеонин (SAM): его роль в синтезе холина, адреналина, карнитина, креатина, ансерина, витамина U (S-метилметионина).

3.5. Обмен фенилаланина и тирозина биосинтез катехоламинов, тиреоидных гормонов. Нарушения обмена (фенилкетонурия, алкаптонурия, альбинизм) и их основные клинические проявления.

3.6. Биосинтез заменимых АК из глюкозы. Глико- и кетогенные аминокислоты. Характеристика основных путей интеграции углеводного, липидного и белкового обмена.

4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЗАНЯТИЯ

Практическая часть занятия. Лабораторная работа №1 «Определение активности аланинаминотрансферазы в плазме крови оптимизированным энзиматическим кинетическим 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.

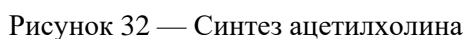
5.3 Практическая часть занятия: выполняются лабораторные работы. Лабораторная работа «Определение активности аланинаминотрансферазы в плазме крови оптимизированным энзиматическим кинетическим методом» выполняется экспериментально согласно инструкции, а также прорабатывается с использованием рабочей тетради по биологической химии.

5.4 Контроль усвоения темы. Письменная работа включает следующие вопросы:

А). Написать реакции метаболизма гли и сер.



Рисунок 31 — Реакция взаимопревращения глицина и серина



The diagram illustrates the urea cycle (ornithine cycle) with the following components and reactions:

- Top Left:** $N^5\text{-CH}_3\text{-THF}$ (Methylenetetrahydrofolate) is converted to THF (Tetrahydrofolate).
- Top Center:** **Метионин** (Methionine) is shown with its chemical structure: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH-COOH}$.
- Top Right:** **АТФ** (ATP) is converted to $\text{PP}_i + \text{P}_i$ (Pyrophosphate and Inorganic Phosphate).
- Right:** **Метилметионил-аденилат-трансфераза (2)** (Methionine adenylyltransferase) catalyzes the reaction of Methionine and ATP to form **S-аденилметионин** (S-adenosylmethionine) and $\text{PP}_i + \text{P}_i$. The structure of S-adenosylmethionine is shown as a methionine chain attached to the 5' carbon of an adenosine moiety.
- Center:** **S-аденилметионин** is converted to **Гуанидил-метил-трансфераза (2)** (Guanidylmethionine transferase), which produces **Гуанидинацетат** (Guanidylacetate) and **S-аденилгомоцистеин** (S-adenosylhomocysteine). The structure of Guanidylacetate is shown as HN=C(NH)-NH-COOH .
- Bottom Center:** **Гуанидинацетат** is converted to **Креатин** (Creatine) and **Орнитин** (Ornithine) by the enzyme **Глициналдин-трансфераза (2)** (Glycylalanyln transferase). The structure of Creatine is shown as $\text{HN=C(NH)-N(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-COOH}$.
- Bottom Left:** **С-аденилгомоцистеин** is converted to **Гомоцистеин** (Homocysteine) and **Аденозин** (Adenosine) by the enzyme **5,4М-лифолаза (3)** (5,4M-lipoase). The structure of Homocysteine is shown as $\text{SH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH-COOH}$.
- Far Left:** **Аденозин** is converted back to $N^5\text{-CH}_3\text{-THF}$ by the enzyme **Метилтрансфераза (2)** (Methyltransferase), releasing H_2O .
- Far Right:** **Орнитин** is converted to **Аргинин** (Arginine) and **Глицин** (Glycine) by the enzyme **Глициналдин-трансфераза (2)** (Glycylalanyln transferase). The structures of Arginine and Glycine are shown as $\text{NH}_2\text{-C(=NH)-NH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH-COOH}$ and $\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$ respectively.

Рисунок 33 — Метаболизм SAM и креатинина

[illegible]

Рисунок34 – Метаболизм глутаминовой кислоты

Г). Знать реакции метаболизма фен и тир.

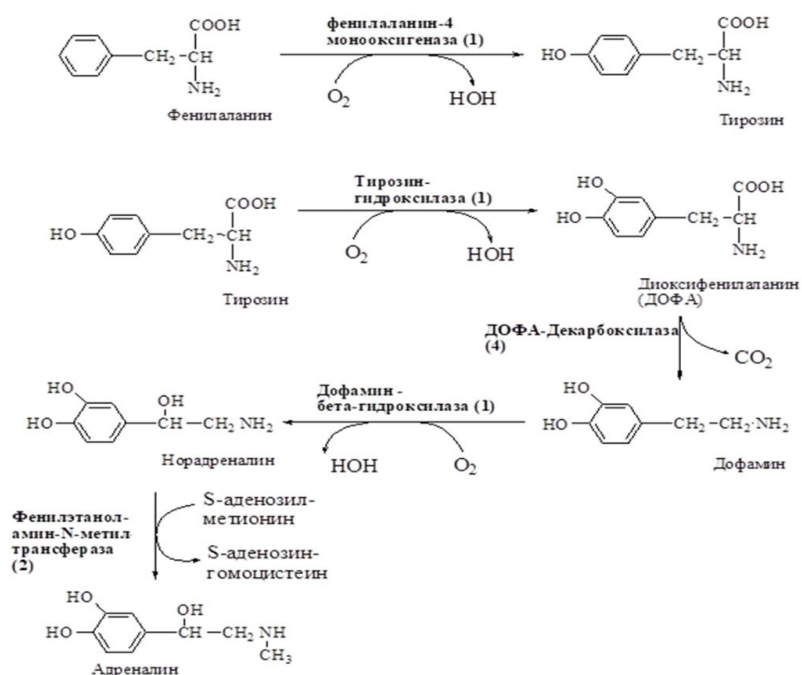


Рисунок 35 – Синтез адреналина

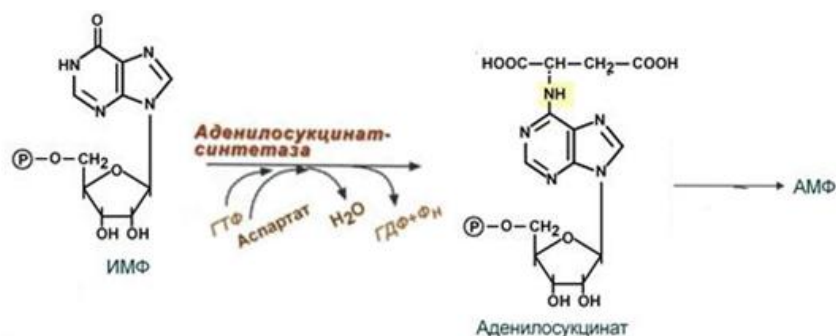


Рисунок 6. Участие асп в синтезе пуриновых нуклеотидов

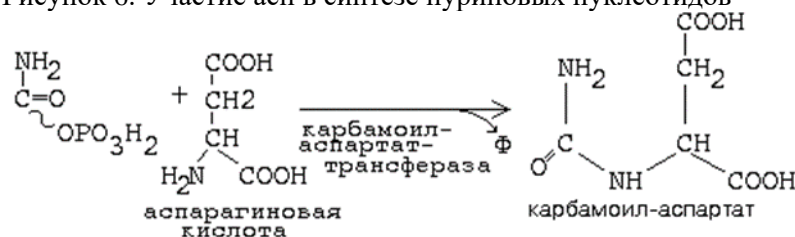


Рисунок 36 – Участие асп в синтезе пиримидиновых нуклеотидов

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

Контрольные вопросы по теме «Белки и нуклеиновые кислоты-3» включают знание реакций следующих метаболических путей: метаболизм SAM и креатинина, метаболизм глутамата в цикле Робертса (ГАМК-шунт), интеграцию обмена белков, липидов, углеводов.

6. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Самоконтроль знаний по теме «Белки и нуклеиновые кислоты-3. Обмен отдельных аминокислот» осуществляется:

согласно изданию «Биохимия для самостоятельной работы: пособие / М.В. Громыко [и др.]. – Гомель: ГомГМУ, 2021. – 148 с. (задание 2.5 на стр. 92 и 2.7 на стр. 93); Режим доступа: <http://elib.gsmu.by/handle/GomSMU/8625>; - Дата доступа: 29.08.2025

путём компьютерного тестирования с использованием платформы Moodle, режим доступа: <https://dl.gsmu.by/course/view.php?id=81>. - Дата доступа: 29.08.2025

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/ISBN9785970433126.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. 78-80. – 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, 2017. –стр. 55-78. – Режим доступа: <http://rep.bsmu.by/handle/BSMU/2139> – 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: 29.08.2025
5. 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://elibrary.ru/item.asp?id=28948129> – Дата доступа: 29.08.2025
6. Нарушение плацентарного обмена аминокислот при задержке роста плода / Т. Н. Погорелова, В. О. Гунько, В. В. Авруцкая [и др.] // Биомедицинская химия. – 2017. – Т. 63. – № 3. – С. 266-271. – DOI 10.18097/PBMC20176303266. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29714637> – Дата доступа: 29.08.2025
7. Георгинова, О. А. Диагностические возможности анкетирования для выявления гиперурикемии при суставном синдроме / О. А. Георгинова, Т. Н. Краснова, Е. П. Павликова // Лечение и профилактика. – 2021. – Т. 11. – № 2. – С. 38-45. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46538661> – Дата доступа: 29.08.2025
8. Руденко, В. И. Современные возможности патогенетического лечения пациентов с нарушениями пуринового обмена / В. И. Руденко, Ю. Л. Демидко, И. Г. Краев // Экспериментальная и клиническая урология. – 2021. – Т. 14. – № 3. – С. 100-111. – DOI 10.29188/2222-8543-2021-14-3-100-110. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46633053> – Дата доступа: 29.08.2025
9. Изменения метаболизма пуринов при костно-суставной форме рака легкого / О. В. Синяченко, Р. Ф. Алиев, М. В. Ермолаева, В. Г. Бондарь // Травма. – 2019. – Т. 20. – № 5. – С. 46-52. – DOI 10.22141/1608-1706.5.20.2019.185555. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41565448> – Дата доступа: 29.08.2025
10. Изменения пуринового метаболизма при раке желудка / О. В. Синяченко, Р. Ф. Алиев, М. В. Ермолаева, В. Г. Бондарь // Гастроэнтерология. – 2019. – Т. 53. – № 4. – С. 223-229. – DOI 10.22141/2308-2097.53.4.2019.182401. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42420706> – Дата доступа: 29.08.2025
11. Метаболические факторы, определяющие эффективность гипоурикемического лечения подагрического артрита / О. В. Синяченко, Д. М. Федоров, М. В. Ермолаева, В. В. Пилипенко // Боль. Суставы. Позвоночник. – 2018. – Т. 8. – № 3. – С. 124-128. – DOI 10.22141/2224-1507.8.3.2018.144646. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36412721> – Дата доступа: 29.08.2025
12. Золин, П. П. Фракционирование пуриновых производных в изучении энергетического обмена / П. П. Золин, В. Д. Конвай, А. А. Домрачев // Вестник Омского университета. – 2017. – № 1(83). – С. 65-70. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28862877> – Дата доступа: 29.08.2025
13. Вистерничан, О. А. Особенности катаболизма пуринов у больных с ишемической болезнью сердца / О. А. Вистерничан // Медицинский журнал Западного Казахстана. – 2017. – № 3(55). – С. 33-37. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32660752> – Дата доступа: 29.08.2025
14. Острая перемежающаяся порфирия / А. А. Попов, В. А. Миронов, Л. И.

- Волкова [и др.] // Трудный пациент. – 2021. – Т. 19. – № 5. – С. 43-44. – DOI 10.224412/2074-1005-2021-5-43-47. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46622093> – Дата доступа: 29.08.2025
15. Клинический случай острой перемежающейся порфирии / Д. Д. Мухаметова, В. С. Васичкина, Н. А. Черемина, М. А. Кунст // Практическая медицина. – 2021. – Т. 19. – № 4. – С. 108-111. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47311788> – Дата доступа: 29.08.2025
16. Черепанова, В. В. Трудности диагноза острой порфирии в терапевтическом стационаре: описание клинических случаев / В. В. Черепанова // Медицина. – 2020. – Т. 8. – № 4(32). – С. 60-69. – DOI 10.29234/2308-9113-2020-8-4-60-69. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46166761> – Дата доступа: 29.08.2025
17. Оценка радиомодифицирующего действия креатина на выживаемость, креатин-креатинкиназную систему печени, ядерно-ядрышковый аппарат гепатоцитов и клетки периферической крови крыс / Л. С. Нерсесова, М. С. Петросян, Е. М. Каралова [и др.] // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2019. – Т. 59. – № 6. – С. 599-609. – DOI 10.1134/S0869803119060079. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41432409> – Дата доступа: 29.08.2025
18. Влияние ионизирующего излучения на креатин-креатинкиназную систему мозга крыс и противолучевое действие креатина / М. С. Петросян, Л. С. Нерсесова, Н. А. Адамян [и др.] // Нейрохимия. – 2019. – Т. 36. – № 3. – С. 246-253. – DOI 10.1134/S1027813319030117. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38517851> – Дата доступа: 29.08.2025
19. Могильная, Т. Ю. Исследование возможностей ВРМБ метода для определения концентраций онкомаркеров в моче / Т. Ю. Могильная, А. М. Васильев, А. Г. Ботиков // Известия Российской академии наук. Серия физическая. – 2019. – Т. 83. – № 10. – С. 1431-1434. – DOI 10.1134/S0367676519050454. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39525183> – Дата доступа: 29.08.2025
20. Изменение физико-химических свойств желчи в процессе возникновения и манифестации холангита. Острый холангит: возможные механизмы запуска / В. В. Бойко, А. В. Малоштан, Р. М. Смачило [и др.] // Новости хирургии. – 2021. – Т. 29. – № 1. – С. 20-27. – DOI 10.18484/2305-0047.2021.1.20. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44841605> – Дата доступа: 29.08.2025
21. Трухан, Д. И. Холецистокардиальный синдром в реальной клинической практике / Д. И. Трухан, Е. Н. Деговцов, Е. Л. Давыдов // Медицинский совет. – 2021. – № 4. – С. 212-219. – DOI 10.21518/2079-701X-2021-4-212-219. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45602621> – Дата доступа: 29.08.2025
22. Медяник, М. И. Ожирение у детей. Роль желчных кислот в патофизиологии ожирения / М. И. Медяник, А. А. Похлебкина, Е. Б. Мильнер // University Therapeutic Journal. – 2021. – Т. 3. – № 1. – С. 36-48. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45635863> – Дата доступа: 29.08.2025
23. Фоминых, Ю. А. Обмен липидов и желчных кислот у пациентов с желчнокаменной болезнью, перенесших холецистэктомию / Ю. А. Фоминых, Ю. П. Успенский, К. Н. Наджафова // University Therapeutic Journal. – 2021. – Т. 3. – № S3. – С. 22. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47480491> – Дата доступа: 29.08.2025

24. Амосова, О. Е. Аминокислоты как биомаркеры фазового состава холелитов / О. Е. Амосова, Е. В. Машина, С. Н. Шанина // Вестник геонаук. – 2020. – № 10(310). – С. 22-30. – DOI 10.19110/geov.2020.10.3. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44331546> – Дата доступа: 29.08.2025
25. Постникова, А. Д. Особенности течения муковисцидоза у ребенка 9 лет / А. Д. Постникова, А. А. Голичникова // Российский педиатрический журнал. – 2020. – Т. 23. – № 6. – С. 409. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44415568> – Дата доступа: 29.08.2025
26. Гриднева, Г. И. Изменение концентрации полиглутаматов метотрексата у пациентов с ревматоидным артритом в ходе лечения и после отмены (анализ двух случаев) / Г. И. Гриднева, Е. С. Аронова, Е. Ю. Самаркина // Медицинский алфавит. – 2021. – № 33. – С. 35-37. – DOI 10.33667/2078-5631-2021-33-35-37. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47564875> – Дата доступа: 29.08.2025
27. Бродский, В. Я. Нарушения межклеточных взаимодействий при старении могут быть исправлены / В. Я. Бродский // Онтогенез. – 2020. – Т. 51. – № 4. – С. 309-315. – DOI 10.31857/S0475145020040023. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43159574> – Дата доступа: 29.08.2025
28. Кеда, Л. Н. Свободные аминокислоты в плазме беременных женщин с врожденными пороками развития и хромосомными нарушениями у плода / Л. Н. Кеда, Л. В. Гутикова, В. М. Шейбак // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2020. – Т. 18. – № 4. – С. 469-474. – DOI 10.25298/2221-8785-2020-18-4-469-474. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43961780> – Дата доступа: 29.08.2025
29. Кеда, Л. Н. Возможности прогнозирования врожденных пороков развития и хромосомных нарушений у плода на основании определения уровней свободных аминокислот и их азот-содержащих производных в плазме крови беременных женщин / Л. Н. Кеда, А. В. Наумов, В. Ю. Смирнов // Проблемы здоровья и экологии. – 2020. – № 3(65). – С. 152-158. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44229787> – Дата доступа: 29.08.2025
30. Кузнецов, А. П. Пул свободных аминокислот крови и секреторная функция желудка в покое и при мышечной нагрузке / А. П. Кузнецов, Л. Н. Смелышева, А. С. Московкин // Человек. Спорт. Медицина. – 2021. – Т. 21. – № 1. – С. 46-52. – DOI 10.14529/hsm210106. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45555184> – Дата доступа: 29.08.2025
31. Попа, А. В. Аспарагиназа - один из основных препаратов в лечении детей, больных острым лимфобластным лейкозом / А. В. Попа, Б. В. Курдюков, Е. И. Бойченко // Quantum Satis. – 2020. – Т. 3. – № 1-4. – С. 77-84. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46563889> – Дата доступа: 29.08.2025
32. Коркина, Ю. С. L-аспарагиназа: новое об известном препарате / Ю. С. Коркина, Т. Т. Валиев // Педиатрическая фармакология. – 2021. – Т. 18. – № 3. – С. 227-232. – DOI 10.15690/pf.v18i3.2282. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46369945> – Дата доступа: 29.08.2025
33. Венозные тромбозы у детей, подростков и молодых взрослых с острым лимфобластным лейкозом, получающих программную химиотерапию в Республике Беларусь / В. В. Дмитриев, Н. В. Мигаль, О. И. Быданов [и др.] // Онкогематология. – 2019. – Т. 14. – № 2. – С. 13-23. – DOI 10.17650/1818-8346-2019-14-2-13-23. –

Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38595602> – Дата доступа: 29.08.2025

34. Сравнительные методологические исследования включения L-аспарагиназы в эритроциты / Д. В. Борсакова, М. Е. Плахотник, Л. Д. Колева [и др.] // Онкогематология. – 2018. – Т. 13. – № 3. – С. 91-101. – DOI 10.17650/1818-8346-2018-13-3-91-101. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36306961> – Дата доступа: 29.08.2025

35. 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://elibrary.ru/item.asp?id=43808711> – Дата доступа: 29.08.2025

36. 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://elibrary.ru/item.asp?id=44415515> – Дата доступа: 29.08.2025

37. Тукмачева, К. А. Влияние избыточного поступления метионина на белоксинтезирующую функцию гепатоцитов / К. А. Тукмачева // Морфология. – 2019. – Т. 155. – № 2. – С. 283. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38174405> – Дата доступа: 29.08.2025

38. Пантелеев, К. Э. Метионин-индуцированная токсическая гепатопатия / К. Э. Пантелеев, К. А. Пазиненко, О. А. Пазиненко // Университетская медицина Урала. – 2020. – Т. 6. – № 1(20). – С. 21-22. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43088046> – Дата доступа: 29.08.2025

39. Влияние общей анестезии на метаболизм метионина в период искусственного кровообращения / Ю. С. Полушин, Т. Ф. Субботина, Н. С. Молчан, А. А. Жлоба // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2020. – Т. 17. – № 4. – С. 59-68. – DOI 10.21292/2078-5658-2020-17-4-59-68. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43871984> – Дата доступа: 29.08.2025

40. Цыганенко, О. В. Клинические особенности ишемических инсультов в молодом возрасте при носительстве полиморфизма метионин-синтазы-редуктазы A66G / О. В. Цыганенко, Л. И. Волкова, А. М. Алашеев // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. – 2021. – Т. 13. – № 4. – С. 25-29. – DOI 10.14412/2074-2711-2021-4-25-29. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46422020> – Дата доступа: 29.08.2025

41. Новгородская, Я. И. Сравнительный анализ пула серосодержащих аминокислот в плазме крови и печени крыс и гистологическая структура печени после ингибирования фолатного цикла на фоне длительного введения метионина / Я. И. Новгородская, Р. И. Кравчук, О. Б. Островская // Вестник Гродненского государственного университета имени Янки Купалы. Серия 5. Экономика. Социология. Биология. – 2020. – Т. 10. – № 3. – С. 150-158. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44229495> – Дата доступа: 29.08.2025

42. Клиточенко, Г. В. Современные возможности диагностики и терапии фенилкетонурии / Г. В. Клиточенко, Н. В. Малюжинская, К. В. Степаненко // Лекарственный вестник. – 2021. – Т. 15. – № 1(81). – С. 24-29. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44952055> – Дата доступа: 29.08.2025

43. Пичкур, Н. А. Наследственные нарушения обмена

тетрагидробиптерина: особенности клинических проявлений и диагностика / Н. А. Пичкур, Н. В. Ольхович, Н. С. Трофимова // Медицинская генетика. – 2017. – Т. 16. – № 7. – С. 36-41. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30148532> – Дата доступа: 29.08.2025

44. Волынец, Г. В. Наследственная тирозинемия 1-го типа у детей / Г. В. Волынец, А. В. Никитин, Т. А. Скворцова // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2019. – Т. 64. – № 5. – С. 69-83. – DOI 10.21508/1027-4065-2019-64-5-69-83. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41260653> – Дата доступа: 29.08.2025

45. Новый тест для диагностики дистонии / В. В. Беленький, О. В. Леонтьев, О. А. Клиценко [и др.] // Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова. – 2019. – Т. 11. – № 3. – С. 73-78. – DOI 10.17816/mechnikov201911373-78. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41488769> – Дата доступа: 29.08.2025

46. Качество жизни больных с алкаптонурией / А. В. Кузин, В. Н. Амирджанова, Е. М. Зайцева, Е. А. Долженкова // Научно-практическая ревматология. – 2021. – Т. 59. – № 1. – С. 93-96. – DOI 10.47360/1995-4484-2021-93-96. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47150059> Дата доступа: 29.08.2025

47. Алкаптонурический охроноз в практике травматолога-ортопеда (случай из практики) / Л. Г. Григоричева, А. Г. Золовкина, Е. А. Супрун [и др.] // Лечащий врач. – 2017. – № 7. – С. 76-79. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29941984> – Дата доступа: 29.08.2025

48. Алкаптонурия - морфологические изменения тканей суставов. Обзор литературы и собственные наблюдения / С. Г. Раденска-Лоповок, А. А. Тимакова, А. В. Кузин, В. Ю. Мурылев // Архив патологии. – 2020. – Т. 82. – № 4. – С. 41-46. – DOI 10.17116/patol20208204141. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43175502> – Дата доступа: 29.08.2025

49. Клинико-генетические аспекты альбинизма / В. В. Кадышев, С. А. Рязская, О. В. Халанская [и др.] // РМЖ. Клиническая офтальмология. – 2021. – Т. 21. – № 3. – С. 175-180. – DOI 10.32364/2311-7729-2021-21-3-175-180. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46550726> – Дата доступа: 29.08.2025

50. Тимин О.А. «Лекции по общей биохимии». – Режим доступа: <https://medfsh.ru/omt/biohimiya/teoriya-biohimiya-timin#model-timin-biohimiya>– Дата доступа: 29.08.2025