

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ В КОЖНОМ ЭКСКРЕТЕ

Авторы:

Короботов Артём Алексеевич,
Россия, Тюменская область г. Тобольск
МАОУСОШ№6, 9 класс

Научный руководитель:

Ярославцева Юлия Владимировна,
учитель биологии,
МАОУСОШ№6

Содержание

Введение

1. Теоретическая часть

1.1 Особенности метаболизма у человека

1.2 Молочная кислота как продукт обмена углеводов в организме

2. Практическая часть

2.1 Методика проведения исследования

2.2 Описание результатов

3. Заключение

4. Список литературы

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ В КОЖНОМ ЭКСКРЕТЕ

Короботов Артём Алексеевич

Россия, Тюменская область, г. Тобольск, МАОУСОШ№6, 9 класс

Аннотация

Целью работы: определить концентрацию молочной кислоты в кожном экскрете различных групп учащихся и выяснить, как пол и физическая активность влияют на её уровень.

При написании работы были использованы методы: анализ литературных источников, наблюдение, эксперимент.

Практическая значимость: наше исследование может быть использовано на уроках биологии в 10-11 классах, для проведения наглядных физиологических опытов в разделе «Метаболизм», на уроках биологии в 9 классе в разделе «Кожа», практических работ в неурочной деятельности по биологии. Результаты исследования позволят ученикам, посещающим различные секции, простыми способами отслеживать интенсивность нагрузки и натренированности.

Ключевые слова: метаболизм, Кожный экскрет, молочная кислота

Введение

Актуальность

Кожа, наряду с почками и легкими, является важнейшим секреторным органом, через нее выводятся различные продукты обмена веществ, в том числе молочная кислота (лактат). Молочная кислота является одним из важных продуктов углеводного обмена в организме человека. Известно, что лактат может выделяться через кожу и, следовательно, служит одним из основных компонентов кожных выделений. Кожные выделения могут выступать не только показателем физического состояния, но и интересным объектом для изучения механизмов регуляции обмена веществ. Изучение состава кожных экскретов интересно по двум причинам: во-первых, кожные экскреты легкодоступны, их взятие-совершенно безболезненный процесс; во-вторых, содержание в нем различных продуктов обмена веществ может колебаться в зависимости от времени суток, пола, возраста и уровня физической активности. Следовательно, можно отследить состав и уровень содержания продуктов обмена в кожном экскрете, что, по сути, является отражением обменных процессов, происходящих в организме.

Гипотеза: предположим, что содержание молочной кислоты в кожном экскрете у групп учащихся будет отличаться в зависимости от ряда факторов.

Объект исследования: Кожный экскрет

Предмет исследования: Молочная кислота

Цель: определить концентрацию молочной кислоты в кожном экскрете различных групп учащихся и выяснить, как пол и физическая активность влияют на её уровень.

Задачи

1. Изучить научную литературу по теме исследования. Определить методику анализа молочной кислоты в кожном экскрете.
2. Собрать образцы кожного экскрета для анализа. Экспериментально определить наличие молочной кислоты в кожных экскретах.
3. По степени насыщенности раствора установить относительное содержание молочной кислоты в смывах кожи.
4. Определить зависимость содержания молочной кислоты в экскрете кожи от таких факторов как: длительность физических нагрузок, пола исследуемых, степени их тренированности.
5. Провести статистический анализ полученных данных.

При написании работы были использованы методы: анализ литературных источников, наблюдение, эксперимент.

Практическая значимость: наше исследование может быть использовано на уроках биологии в 10-11 классах, для проведения наглядных физиологических опытов в разделе «Метаболизм», на уроках биологии в 9 классе в разделе «Кожа», практических работ в неурочной деятельности по биологии. Результаты исследования позволят ученикам, посещающим различные секции, простыми способами отслеживать интенсивность нагрузки и натренированности.

1. Теоретическая часть

1.1 Особенности метаболизма у человека



Метаболизм - это комплекс биохимических процессов, которые позволяют организму усваивать, преобразовывать и использовать питательные вещества для поддержания жизнедеятельности. Этот процесс имеет два основных направления: **катаболизм**, который включает в себя расщепление сложных молекул на более простые, и **анаболизм**,

который синтезирует необходимые организму вещества из более простых компонентов. Каждый из этих процессов выполняет важные функции, поддерживая гомеостаз и адаптацию организма к изменениям окружающей среды. [1]

Обмен веществ начинает свою работу с момента поступления пищи в организм. Содержащиеся в ней питательные вещества проходят ряд стадий трансформации, включая переваривание, всасывание и транспортировку по клеткам. Каждый из этих процессов строго регулируется и требует участия различных ферментов. Например, углеводы расщепляются до глюкозы, жиры расщепляются до жирных кислот и глицерина, а белки - до аминокислот. Затем эти основные компоненты участвуют в циклах, обеспечивающих клеточную активность и синтез необходимых молекул. [1]

Сложность метаболических процессов обусловлена необходимостью участия различных гормонов, которые отвечают за регулирование обмена веществ. Инсулин и глюкагон играют центральную роль в углеводном обмене, в то время как кортизол и адреналин участвуют в регуляции реакции организма на стрессовые ситуации. Скорость этих метаболических процессов также зависят от состояния клеток и тканей, которые могут приспособиться к различным условиям, как внешним, так и внутренним. [1]

Одним из наиболее интересных аспектов обмена веществ является его способность изменяться в ответ на различные изменения в организме. Например, физическая активность значительно изменяет расход энергии. При занятиях спортом организм активизирует пути, направленные на быстрое получение и использование энергии, усиливая процессы окисления жиров и углеводов. В этом смысле важно понимать, что обмен веществ - это не статичный процесс; он динамичен и адаптируется к потребностям организма. [1] Кроме того, следует отметить, что метаболизм также зависит от генетических факторов. Полиморфизмы в генах, кодирующих метаболические ферменты, могут влиять на

эффективность катаболических и анаболических процессов. У людей могут быть разные уровни метаболической активности в зависимости от их генетической предрасположенности, которая может повлиять на то, как они реагируют на определенные диеты или физические нагрузки. Также важно учитывать влияние окружающей среды на обмен веществ. Питание, физическая активность, уровень стресса, а также наличие токсинов и загрязняющих веществ в окружающей среде могут влиять на скорость и эффективность метаболических процессов. В последние годы вопросы экологии и того, как изменения в окружающей среде могут повлиять на здоровье человека через призму метаболических изменений, все чаще привлекают внимание исследователей.

С ростом интереса к проблемам обмена веществ и их влиянию на здоровье развивается область медицины, связанная с профилактикой заболеваний путем коррекции обмена веществ. Исследования того, как диетические вмешательства, изменение уровня физической активности и применение различных стратегий для изменения метаболического фона организма могут предотвратить или облегчить течение заболеваний, становятся все более актуальными.

Подводя итог, можно отметить, что понимание сущности и важности обмена веществ имеет огромное значение для медицины и здоровья человека. Эти знания позволяют разрабатывать эффективные стратегии контроля обмена веществ, что, в свою очередь, может привести к улучшению качества жизни, профилактике заболеваний и, возможно, значительному продлению активной фазы жизни. Исследования в этой области продолжают развиваться, предоставляя новые данные о взаимодействиях между генами, окружающей средой и метаболическими процессами, что открывает перспективы для новых открытий и улучшения состояния здоровья. [1]

Катаболизм

Катаболизм - важный аспект метаболической активности организма, направленный на расщепление более сложных молекул на более простые компоненты. Процессы, происходящие в рамках катаболизма, играют центральную роль в обеспечении организма энергией, необходимой для его жизнедеятельности, а также могут влиять на поддержание гомеостаза и синтез новых веществ, необходимых для функционирования клеток. Условно процесс утилизации углеводов можно разделить на три стадии: подготовительную, анаэробную (или бескислородную) и аэробную (или насыщенную кислородом). У человека на подготовительном этапе олигосахариды (сахароза, лактоза) и полисахариды (гликоген, крахмал), поступающие с пищей, расщепляются пищеварительными ферментами желудочно-кишечного тракта на мономеры (глюкозу, фруктозу, галактозу), которые

всасываются в кровь и попадают в клетки. Дальнейшие превращения глюкозы происходят в процессе гликолиза.

Гликолиз - это анаэробный ферментативный путь расщепления глюкозы до пирувиноградной кислоты, сопровождающийся выделением энергии, запасаемой в виде АТФ. [1]

Протекающий в нескольких последовательных реакциях гликолиз приводит к образованию пирувата, который затем может быть использован для дальнейшей метаболической переработки в зависимости от условий в клетке. В отсутствие кислорода пируват превращается в молочную кислоту, которая полезна при анаэробных нагрузках, в то время как в присутствии кислорода он вступает в цикл Кребса для получения дополнительной энергии.

Цикл Кребса протекает в митохондриях. В нем пируват превращается в ацетил-кофермент А, после чего он вступает в сложный процесс, включающий различные метаболические реакции, которые приводят к образованию электронов, которые затем участвуют в окислительном фосфорилировании. На этом этапе основные энергоносители, такие как АТФ, образуются в результате окисления субстратов и восстановительных реакций.

В дополнение к углеводам, катаболизм также включает расщепление жиров, которое происходит посредством окисления жирных кислот. Этот процесс превращает жирные кислоты в ацетил-КоА, который затем также вступает в цикл Кребса. Катаболизм липидов становится особенно актуальным во время длительных периодов голодания или интенсивных физических нагрузок, когда запасы углеводов истощаются.

Протеолиз представляет собой еще одну важную сторону катаболизма, который описывает расщепление белков на аминокислоты, выполняющие множество функций в организме. Сначала белки расщепляются с помощью ферментов, после чего высвобожденные аминокислоты могут быть использованы в качестве источника энергии или для синтеза новых белков. Эти аминокислоты также могут вступать в метаболические реакции, позволяя организму адаптироваться к изменяющимся условиям.

Гормоны играют важную роль в регуляции катаболических процессов. Инсулин, вырабатываемый поджелудочной железой, способствует анаболизму, в то время как глюкагон и адреналин активизируют расходование энергетических запасов. Таким образом, баланс между этими гормонами имеет решающее значение для поддержания нормального уровня энергии в клетках и оптимального функционирования метаболических процессов.

Состояние организма, включая физическую активность, стресс и наличие заболеваний, может существенно повлиять на скорость катаболизма. Хронические заболевания, такие как диабет или ожирение, могут вызывать изменения в метаболических процессах, что

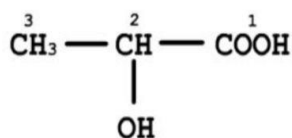
приводит к измененному балансу между катаболизмом и анаболизмом. В таких случаях необходимо учитывать индивидуальные особенности обмена веществ и рекомендовать правильный подход к питанию и лечебной физкультуре, способствующий нормализации этих процессов.

В заключение, катаболизм - это сложный и многоуровневый процесс, который включает в себя множество превращений различных веществ. Эти процессы обеспечивают организм энергией и важными метаболитами, необходимыми для выполнения жизнеобеспечивающих функций. Понимание катаболизма и влияющих на него факторов позволит разработать более эффективные подходы к лечению и профилактике различных заболеваний, а также к улучшению здоровья и физического состояния человека. [1]

1.3 Молочная кислота как продукт обмена углеводов в организме

Молочная кислота - это слабая химическая органическая кислота, относящаяся к классу

Молочная кислота



предельных карбоновых кислот. При стандартных условиях молочная кислота — это одноосновная карбоновая оксикислота белого цвета с характерным запахом.

Молочная кислота - один из ключевых продуктов углеводного обмена. Она содержится во всех клетках и тканях человека. Как известно, молочная кислота

образуется на втором этапе энергетического обмена, то есть в результате расщепления глюкозы (гликолиза), когда глюкоза превращается в пировиноградную кислоту (пируват). В нормальных условиях пируват может подвергаться дальнейшему метаболизму в митохондриях, и он используется для получения энергии (в виде АТФ), необходимой главным образом для физической работы мышц. Однако при недостатке кислорода, вызванном, например, интенсивными физическими нагрузками, пируват превращается в молочную кислоту. Поэтому молочная кислота в относительно большом количестве образуется в клетках мышечной ткани. Основная роль молочной кислоты заключается не только в процессе обмена веществ, но и в том, что она служит важной молекулой для организма. После синтеза в мышечных тканях и других органах молочная кислота поступает в системный кровоток, а затем может распределяться по всему организму. Она частично окисляется, превращаясь в пируват и далее в углекислый газ и воду, что происходит в основном в печени, или может использоваться в качестве источника энергии другими тканями, например, миокардом. Лактат обладает свойствами, которые могут изменять функции клеток, и участвует в сложных метаболических процессах, регулирующих энергетический обмен. Через кровеносное русло молочная кислота

доставляется в печень, где превращается в животный крахмал, полисахарид гликоген, который хранится в клетках печени и при необходимости расходуется, гидролизуясь до глюкозы, которая снова участвует в энергетическом обмене. Всё это указывает на то, насколько важны процессы, связанные с участием молочной кислоты в обмене веществ человека.

Выведение молочной кислоты из организма происходит в основном через почки и печень, хотя некоторые объемы выводятся через легкие и кожные выделения и поэтому служат одним из основных компонентов кожной экскреции. Кроме того, количество молочной кислоты, выделяемой через кожу, довольно легко определить различными методами. Последнее обстоятельство указывает на возможность использования результатов количественного анализа молочной кислоты в кожных выделениях для различных целей. В связи с этим мы исследовали влияние некоторых факторов на количественное содержание молочной кислоты в кожных выделениях юношей и девушек. [2]

2. Практическая часть

2.1 Методика проведения исследования

В нашем исследовании приняли участие 15 условно здоровых, обладающих примерно близкими антропометрическими данными (рост, вес) обучающихся 8-го класса МАОУ СОШ№6 города Тобольска (возраст 15–16 лет): 5 девушек и 5 юношей, которые 3 часа в течение недели занимаются на уроках физкультуры и не имеют никаких дополнительных физических нагрузок, и 5 юношей, которые занимаются в секции «Баскетбол» три раза в неделю по 1,5 часа.

У испытуемых брали кожный экскрет: перед физической нагрузкой, после небольшой тренировки (10 минут бега) и после продолжительной тренировки (40 минут урока физкультуры) на следующий день. Смывы брали следующим образом. В мерный стаканчик налили дистиллированную воду, опустили в нее три фаланги пальцев, тщательно промывая их водой в течение 3 минут. В этом случае молочная кислота (лактат), находящаяся на поверхности кожи, перешла в раствор. В полученных смывах с кожных покровов определение уровня лактата проводилось как можно быстрее с последующей фотографией полученного результата.

Обнаружение лактата в полученном растворе проводили с помощью реактива (2 капли концентрированной соляной кислоты плюс 2 капли 30% FeCl₃ на 100 мл дистиллированной воды) – наблюдали появление светло-



жёлтой окраски (реакция Берга), свидетельствующей о наличии в исходном растворе молочной кислоты. [3]

Полученные фотографии были обработаны и загружены в приложение ColorGrab для определения насыщенности цвета растворов с использованием цветовой системы HSL. В работе приложения "Colorgrab" задействованы два типа анализаторов цвета - на базе систем RGB и HSL. RGB – это цветовая модель, в которой любой цвет представляет собой сочетание в разных пропорциях трех цветов: красного (R – Red), зеленого (G – Green) и синего (B - Blue). Это необходимый компонент при создании и обработке компьютерной графики, предназначенной для электронного воспроизведения. Выбор этих цветов объясняется особенностями физиологии восприятия цвета сетчаткой человеческого глаза. Цветовая система HSL основывается на ограничениях, накладываемых аппаратным обеспечением. Она состоит из тона H (конкретный оттенок цвета), насыщенности S (относительная интенсивность) и освещённости L (величина чёрного оттенка, добавленного к цвету). Оттенок представляет собой угол в диапазоне от 0° или 360° цветового круга относительно красного цвета.

Для осуществления всех вышеперечисленных измерений достаточно навести камеру смартфона на объект, вся информация будет выведена в виде кода.

В отличие от стационарных спектрометров, применение подобных приложений не требует подключение к сети питания, что обеспечивает его мобильность. Данные приложения находятся в открытом доступе для скачивания на игровых платформах. Еще одним важным преимуществом «Color Grab» является удобный и понятный интерфейс.



2.2 Описание результатов

Полученные результаты были обработаны в программе MicrosoftExcel и затем проанализированы. Сравнивались показатели относительного содержания молочной кислоты в кожной экскреции в трех разных группах.

В группе 1: 5 девочек и 5 мальчиков до и после физической нагрузки (40-минутный урок физкультуры) отслеживалась зависимость от пола. После физической нагрузки насыщение раствора у молодых людей было несколько выше как после небольшой нагрузки, так и после продолжительной по сравнению с девочками из их класса. Это говорит о том, что после физической нагрузки уровень молочной кислоты у мужчин повышается в большей степени, чем у женщин. (см. таблицу 1).

Таблица №1 Количественное содержание молочной кислоты в кожном экскрете (группа 1)

№	Реципиенты	Содержание молочной кислоты в кожном экскрете	
		До нагрузки	Нагрузка 40 минут
Девушки			
1	Лида А	47%	65%
2	Анастасия С	52%	65%
3	Анастасия П	47%	82%
4	Полина М	50%	71%
5	Геля З	48%	86%
Юноши			
1	Данис Ш	56%	95%
2	Кирилл А	49%	87%
3	Матвей С	25%	83%
4	Илья О	54%	91%
5	Ярослав А	43%	94%

Группа 2: пять молодых людей после легкой физической нагрузки (10-минутный бег) и после длительной физической нагрузки (40-минутный урок физкультуры) отслеживали зависимость уровня молочной кислоты от интенсивности физической активности (см. таблицу 2).

Таблица №2 Количественное содержание молочной кислоты в кожном экскрете (группа 2)

№	Реципиенты	Содержание молочной кислоты в кожном экскрете		
		До нагрузки	Нагрузка 10 минут	Нагрузка 40 минут
1	Данис Ш	56%	61%	95%
2	Кирилл А	49%	58 %	87%
3	Матвей С	35%	59 %	83%
4	Илья О	54%	67 %	91%
5	Ярослав А	43%	74 %	94%

Группа 3: 5 молодых людей из обычного класса и 5 молодых людей, посещающих баскетбольную секцию, до и после нагрузки (40-минутный урок физкультуры) отслеживали зависимость содержания молочной кислоты от степени тренированности человека. (см. таблицу 3)

Таблица №3 Количественное содержание молочной кислоты в кожном экскрете (группа 3)

№	Реципиенты	Содержание молочной кислоты в кожном экскрете		
		До нагрузки	Нагрузка 10 минут	Нагрузка 40 минут
5 юношей из обычного класса				
1	Данис Ш	56%	61%	95%
2	Кирилл А	49%	58 %	87%
3	Матвей С	35%	59 %	83%
4	Илья О	54%	67 %	91%
5	Ярослав А	43%	74 %	94%
5 юношей посещающие секцию «Баскетбол»				
1	Савелий М	51%	60%	65%
2	Михаил Д	48%	62%	68%
3	Арсений П	47%	61%	67%
4	Андрей М	50%	57%	62%
5	Рафаэль А	49%	57%	64%

Результаты

1. В образцах кожного экскрета содержащих молочную кислоту после физической нагрузки наблюдалось более интенсивное окрашивание, что указывает на высокое содержание молочной кислоты, а это значит, что концентрация лактата в кожных выделениях меняется в зависимости от физической нагрузки. Скорее всего, это происходит из-за повышенной интенсивности гликолиза во время физической активности.

2. Были построены графические диаграммы зависимости насыщенности цвета раствора от времени физической нагрузки. (см. приложение 1)

3. Увеличение насыщенности цвета раствора произошло во всех трех группах. (см. приложение 2) исходное значение лактата было примерно одинаковым (48,6% у девушек, 47,4% у юношей и 49% у спортсменов-юношей). После физической нагрузки насыщенность раствора у молодых людей была несколько выше как после небольшой нагрузки, так и после продолжительной по сравнению с девочками из их класса. Если мы сравним показатели у молодых людей, которые не посещают секцию, и у молодых людей из спортивной секции "Баскетбол", то можно заметить, что изменения уровня насыщенности цвета раствора у спортсменов практически не происходят, но все же наблюдается некоторое повышение. Это небольшое изменение по сравнению с уровнем насыщения в обычной группе позволяет предположить, что в этих образцах наблюдалось более низкое содержание молочной кислоты, что свидетельствует о более высоком уровне подготовки спортсменов.

Мы предполагаем, что это возможно в результате более активной работы ферментативной системы (лактатдегидрогеназы), которая преобразует молочную кислоту обратно в пируват, или в результате увеличения количества миоглобина (белка в мышцах, который накапливает кислород) у спортсменов в результате тренировок. Поскольку основным источником молочной кислоты в организме является расщепление глюкозы, можно сказать, что интенсивность гликолиза определяется физической подготовкой человека. [4]

Выводы

1. Увеличение содержания молочной кислоты происходит при увеличении продолжительности физической активности: чем дольше физическая активность, тем выше содержание лактата в образце, что доказывает, что во время физической нагрузки происходит интенсивный гликолиз.
2. У юношей содержание лактата в пробах после нагрузок имеет более выраженную тенденцию к увеличению по сравнению с девушками.
3. У тренированных молодых людей увеличение содержания молочной кислоты незначительно. Это может свидетельствовать о более активном функционировании ферментной системы лактатдегидрогеназы или повышенном запасе миоглобина у спортсменов из-за постоянных тренировок, то есть интенсивность процессов гликолиза определяется физическим состоянием организма.

Заключение

Молочная кислота, образуемая в процессе анаэробного метаболизма, представляет собой важный метаболит, который играет ключевую роль не только в клеточном энергетическом обмене, но и в физиологических процессах организма. Кожный экскрет и его состав могут предоставить ценную информацию о состоянии организма, процессе обмена веществ и различных факторов, влияющих на метаболизм.

В нашем исследовании мы определили концентрацию молочной кислоты в кожном экскрете различных групп учащихся и выяснили, как пол и физическая активность влияют на её уровень. В результате мы пришли к выводу, что содержание молочной кислоты в кожном экскрете у групп учащихся действительно отличается и зависит от ряда факторов. Таким образом, наша гипотеза полностью подтвердилась.

наше исследование может быть использовано на уроках биологии в 10-11 классах, для проведения наглядных физиологических опытов в разделе «Метаболизм», на уроках биологии в 9 классе в разделе «Кожа», практических работ в неурочной деятельности по биологии. Результаты исследования позволят ученикам, посещающим различные секции, простыми способами отслеживать интенсивность нагрузки и натренированности.

Список литературы

1. Агаджанян Н. А. Физиология человека / Н. А. Агаджанян, Л. З. Тель, В. И. Циркин, С. А. Чеснокова. – М.: Медицинская книга; Н. Новгород: НГМА, 2003 – 528 с.
2. Иванов А.А. Метаболизм и его влияние на здоровье человека // Журнал биологических наук. – 2018. – Т. 12, № 3. – С. 45–52.
3. Кузнецов В.М. Анализ кожного экскрета как метод диагностики // Медицинская экология. – 2018. – Т. 52, № 4. – С. 318–321.
4. Корочанская С.П., Сторожук П.Г., Быков И.М. Учебно-методическое пособие по биологической химии. — Краснодар, 2016 — 105с.
5. Ноздрачев А.Д. Начала физиологии / А.Д. Ноздрачев, Ю.И. Баженов, И.А. Баранникова, А.С. Батуев и др. – СПб.: Издательство «Лань», 2004 – 1088 с.
6. Островский Ю.М., Величко М.Г., Якубчик Т.Н. Пируват и лактат в живом организме. – Минск: Наука и техника, 2010.
7. Храмов В.А., Савин Г.А. Простой метод определения лактата в биологических жидкостях. // Гигиена и санитария. 2015. № 4. С. 52-54
8. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Физиология человека» / сост.: О.Е. Фалова. – Ульяновск: УлГТУ, 2006 – 28 с.
9. Физиология человека: в 3 т. / под ред. Р. Шмидта, Г. Тевса. – М. : Мир, 1996 – 420 с.
10. Физиология энергетического обмена: методические указания / сост. О. Е. Фалова. — Ульяновск: УлГТУ, 2006 — 28 с.

