

# **ФГБОУ ВО ОмГУПС СП СПО ОМУЖТ**

## **Тема «Влияние физической нагрузки на биохимические показатели в организме»**

**Автор:** Компаниец Полина Максимовна, группа 62в, 1 курс, специальность «Сестринское дело»

**Научный руководитель:** Горбунова Людмила Николаевна, преподаватель

**Направления работы:** «Актуальные вопросы здравоохранения и фармации». Литературный обзор

**Ключевые слова:** физическая нагрузка, молочная кислота, мышцы, энергия

**Резюме.** Тема «Влияние физической нагрузки на биохимические показатели в организме». Цель: изучить изменение содержания молочной кислоты при физической нагрузке. Под влиянием физической нагрузки закономерно возрастает концентрация молочной кислоты в крови, с которой связано утомление мышц. Молочная кислота, образующаяся в мышцах при мышечной работе, может привести к возникновению целого ряда дискомфортных ощущений. Чем медленнее нарастает концентрация молочной кислоты в тканях, тем позже наступает утомление. Оказывается, у занимающихся физкультурой и спортом концентрация молочной кислоты в крови при нагрузке повышается в меньшей степени, чем у не занимающихся. Особенность нашего организма состоит в том, что интенсивное сокращение мышц приводит к блокировке поступления кислорода. Во время интенсивной нагрузки местный кровоток замедляется, а вследствие этого замедляется и поступление кислорода в мышцы.

В итоге получается, что наши мышцы нуждаются в кислороде, но в то же время они ограничивают кровоток и уменьшают приток кислорода. Но несмотря на это, нагрузка на мышцы все равно продолжается, и поэтому мышцы ищут новые источники энергии. В результате в мышцах производится АТФ без кислорода, в анаэробном режиме. Гликоген, содержащийся в мышцах, помогает производить энергию без кислорода. В результате такого получения энергии вырабатываются местные выделения, которые называются молочной кислотой. При затрудненном кровотоке молочная кислота из мышечных тканей выводится с трудом, поэтому она накапливается в мышцах.

Большая часть выработавшейся во время физической нагрузки молочной кислоты очень быстро самостоятельно выводится из мышечных волокон – максимум в течение двух суток после ее выработки. Молочная кислота не имеет тенденции задерживаться в организме человека на длительное время.

**Введение.** В последние годы население нашей страны начинает уделять своему здоровью все больше и больше внимания. В том числе далеко не последнее место в этом списке занимают занятия спортом, да и просто посещение

тренажерного зала. Однако иногда люди, стремясь как можно быстрее достичь желаемого результата, переусердствуют. И в итоге сталкиваются с такой проблемой, как молочная кислота в мышцах. И эта молочная кислота может привести к возникновению целого ряда дискомфортных ощущений, таких как:

- Болевые ощущения в самых различных группах мышц, а особенно в тех, на которых нагрузка была особенно высокой. Причем боль зачастую бывает очень сильной.
- Общая слабость и ощущение «разбитости» – человек не в состоянии сделать лишнее движение. Причем подобное состояние может длиться достаточно долго.
- Повышение температуры тела – у кого-то она поднимается незначительно, а у кого-то – может требовать немедленного приема жаропонижающих средств.

Подобное состояние может длиться от нескольких часов, до нескольких дней, а порой, в особо тяжелых случаях, и до нескольких недель. Разумеется, в том случае, если физическая нагрузка была не слишком интенсивной, и молочной кислоты выработалось не так уж и много, дискомфортные ощущения будут не слишком значительными, и исчезнут самостоятельно, без каких – либо проблем.

Возникновение дискомфортных ощущений после посещения занятий по физической культуре является одной из причин пропусков этих занятий обучающимися колледжа ОмГМА. Почему же болят мышцы после физической нагрузки? Только ли проблема в молочной кислоте? Как избежать неприятных ощущений при занятиях спортом и физической культурой?

Целью данной работы является изучение изменения содержания молочной кислоты при физической нагрузке. Задачи:

1. Изучить особенности энергетического обмена в мышцах при физической нагрузке.
2. Изучить биохимические механизмы образования и действия молочной кислоты.
3. Изучить биохимические сдвиги при стандартной и максимальной работе.

4. Изучить биохимические процессы в период отдыха после мышечной работы.

**Основная часть.** При любой физической нагрузке задействованы наши мышцы. Чтобы мышцы нормально выполняли свои биохимические функции, им требуется поглощать достаточное количество кислорода. При помощи кислорода мышцы пополняют запасы энергии (обновляют АТФ) [1]. При физических нагрузках мышцы сокращаются очень интенсивно. Поэтому чем интенсивнее сокращаются мышцы, тем больше им требуется кислорода.

Особенность нашего организма состоит в том, что интенсивное сокращение мышц приводит к блокировке поступления кислорода[6]. Во время интенсивной нагрузки местный кровоток замедляется, а вследствие этого замедляется и поступление кислорода в мышцы.

В итоге получается, что наши мышцы нуждаются в кислороде, но в то же время они ограничивают кровоток и уменьшают приток кислорода. Но несмотря на это, нагрузка на мышцы все равно продолжается, и поэтому мышцы ищут новые источники энергии. В результате в мышцах производится АТФ без кислорода, в анаэробном режиме[3]. Гликоген, содержащийся в мышцах, помогает производить энергию без кислорода. В результате такого получения энергии вырабатываются местные выделения, которые называются молочной кислотой (лактат). При затрудненном кровотоке молочная кислота из мышечных тканей выводится с трудом, поэтому она накапливается в мышцах[3].

Два основных компонента молочной кислоты – водород и анион лактата. Кислота понижает уровень pH в мышцах, в результате чего человек испытывает боль и жжение[2]. Но, не смотря на это, молочную кислоту относят к группе мягких кислот.

Большая часть молочной кислоты, которая вырабатывается во время физических нагрузок, очень быстро выводится самостоятельно из мышечных волокон – максимум в течение двух-трех дней после ее выработки. Она не задерживается в организме на длительный период. Поэтому та боль, которую

человек ощущает спустя трое суток после тренировки, никак не связана с молочной кислотой[6].

Однако, несмотря на то, что молочная кислота покидает мышечные волокна через двое суток, она способна спровоцировать их повреждение. В результате этого человек будет ощущать сильную мышечную боль до тех пор, пока мышцы не восстановятся. Если человек испытывает чувство жжения в мышцах во время тренировки, это еще не означает, что он будет испытывать боль в последующие пару дней. Однако, если чувство жжения слишком сильное, то стоит прекратить тренировку или ослабить упражнения, так как есть вероятность того, что молочная кислота выработалась в большом количестве и мышечные волокна будут сильно повреждены. Если местное кровообращение не очень затруднено, то часть молочной кислоты вымывается и болезненные ощущения не так сильны. Поэтому вполне возможно производить молочную кислоту в довольно больших количествах и при этом не ощущать особого жжения. Поэтому в литературных источниках, посвященных изучению влияния физических нагрузок на организм, наиболее оптимальной считается техника в стиле “отдых/пауза”, за 10-15 секунд между тяжелыми повторениями нормальный кровоток успевает восстановиться и удалить молочную кислоту[6].

К развитию болевых ощущений в мышцах может привести не только молочная кислота, но и синдром отсроченной мышечной боли. Что же это такое? Такая разновидность болевых ощущений получила свое название благодаря тому, что она появляется спустя некоторое время после тренировки. Хотя мышцы и начинают болеть почти сразу, но к этой боли приводит избыточное количество молочной кислоты[2]. Через пару дней она выводится и к этому времени о себе дает уже знать другой тип боли – травматическая боль. Она возникает из-за сильной физической нагрузки, которая влечет за собой деформацию и повреждение мышечных волокон, например растяжение. Такой тип боли проходит самостоятельно приблизительно через неделю. Но если случаи тяжелые, то человеку приходится обращаться за помощью к врачу.

Еще одна причина, которая приводит к развитию синдрома отсроченной боли - развитие воспалительного процесса, который протекает в мышцах. Это вполне нормально. Ведь в мышечные волокна начинают поступать те иммунные клетки, которые необходимы для запуска процесса регенерации мышечной ткани [4].

Молочная кислота формируется при распаде глюкозы. Иногда называемая «кровяным сахаром», глюкоза является главным источником углеводов в нашем организме[5]. Это основное топливо для мозга и нервной системы, так же как и для мышц во время физической нагрузки. Когда расщепляется глюкоза, клетки производят АТФ (аденозинтрифосфат), который обеспечивает энергией большинство химических реакций в организме. Уровень АТФ определяет, как быстро и как долго наши мышцы смогут сокращаться при физической нагрузке.

Производство молочной кислоты не требует присутствия кислорода, поэтому этот процесс часто называют «анаэробным метаболизмом». Ранее считалось, что мышцы производят молочную кислоту, когда недополучают кислород из крови. Другими словами, вы находитесь в анаэробном состоянии. Однако современные исследования показывают, что молочная кислота образуется и в мышцах, получающих достаточно кислорода[1]. Увеличение количества молочной кислоты в кровотоке свидетельствует лишь о том, что уровень её поступления превышает уровень удаления. Резкое увеличение (в 2—3 раза) уровня лактата в сыворотке крови наблюдается при тяжёлых расстройствах кровообращения, таких как геморрагический шок, острая левожелудочковая недостаточность и др., когда одновременно страдает и поступление кислорода в ткани и печеночный кровоток[5].

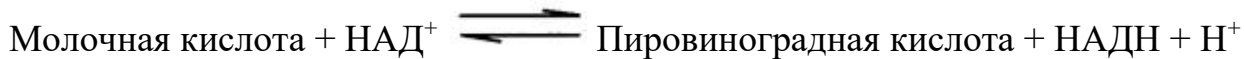
Зависимое от лактата производство АТФ очень незначительно, но имеет большую скорость. Это обстоятельство делает идеальным его использование в качестве топлива, когда нагрузка превышает 50% от максимальной. При отдыхе и умеренной нагрузке организм предпочитает расщеплять жиры для получения энергии. При нагрузках в 50% от максимума (порог интенсивности для

большинства тренировочных программ) организм перестраивается на преимущественное потребление углеводов[6]. Чем больше углеводов вы используете в качестве топлива, тем больше производство молочной кислоты.

Вследствие увеличения потенциальных возможностей окислительных систем и улучшения снабжения организма кислородом коэффициент использования его под влиянием тренировки повышается[6]. В результате этого окисление источников энергии осуществляется более полно, что влечет за собой более экономное расходование их, и в месте с тем поддерживает более высокий, уровень содержания богатых энергией фосфорных соединений. При стандартной мышечной работе и при работе средней и умеренной интенсивности ресинтез АТФ у тренированных людей в большей степени, чем у людей нетренированных, происходит путем аэробных окислительных процессов. Такие виды работы сопровождаются у тренированных по сравнению с нетренированными меньшим расходом углеводов на единицу совершенной работы, меньшим повышением содержания молочной кислоты в крови и меньшими изменениями со стороны буферных систем крови. В результате всего этого тренированный человек выполнял работу более экономно и с меньшим напряжением функциональных систем, чем нетренированный, а период восстановления после работы у первого протекает быстрее, чем у второго. Исследования, проведенные на животных, и наблюдения за тренирующимися спортсменами показывают, что характерные для мышц тренированного организма биохимические изменения развиваются не одновременно, а в определенной последовательности. Наиболее быстро увеличиваются возможности аэробных окислительных процессов и содержание гликогена, затем — содержание структурных белков мышц (миозина) и интенсивность гликолиза и, наконец, наиболее поздно — содержание креатин фосфата в мышцах.

Рассмотрим судьбу молочной кислоты, накопившейся в мышцах во время работы. Молочная кислота, как мы уже знаем, является конечным продуктом распада глюкозы в анаэробных условиях. В начальный момент отдыха, когда

сохраняется повышенное потребление кислорода, снабжение кислородом окислительных систем мышц возрастает. В таких условиях молочная кислота окисляется лактатдегидрогеназой, коферментом которой является НАД, до пировиноградной:



Восстановленная форма НАД является источником атомов водорода для электротранспортной цепи, а образовавшаяся пировиноградная кислота в аэробных условиях окисляется до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Кроме молочной кислоты окислению подвергаются и другие накопившиеся во время работы метаболиты: янтарная кислота,  $\alpha$ -глицерофосфат, глюкоза, а на более поздних этапах восстановления и жирные кислоты [3].

Устранение молочной кислоты. В период восстановления происходит устранение молочной кислоты из рабочих мышц, крови и тканевой жидкости, причем тем быстрее, чем меньше образовалось молочной кислоты во время работы. Важную роль играет также после рабочий режим. Так, после максимальной нагрузки для полного устранения накопившейся молочной кислоты требуется 60-90 мин в условиях полного покоя – сидя или лежа (пассивное восстановление). Однако, если после такой нагрузки выполняется легкая работа (активное восстановление), то устранение молочной кислоты происходит значительно быстрее. У нетренированных людей оптимальная интенсивность «восстанавливающей» нагрузки – примерно 30-45% от МПК (например, бег трусцой), а у хорошо тренированных спортсменов – 50-60% от МПК, общей продолжительностью примерно 20 мин [6].

Существует четыре основных пути устранения молочной кислоты: 1) окисление до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  (так устраняется примерно 70% всей накопленной молочной кислоты); 2) превращение в гликоген (в мышцах и печени) и в глюкозу (в печени) – около 20%; 3) превращение в белки (менее 10%); 4) удаление с мочой и потом (1-2%). При активном восстановлении доля молочной кислоты, устраняемой аэробным путем, увеличивается. Хотя окисление молочной кислоты может происходить в самых разных органах и



тканях (скелетных мышцах, мышце сердца, печени, почках и др.), наибольшая ее часть окисляется в скелетных мышцах (особенно их медленных волокнах). Это делает понятным, почему легкая работа (в ней участвуют в основном медленные мышечные волокна) способствует более быстрому устранению лактата после тяжелых нагрузок [8].

**Заключение.** В результате вызываемых тренировкой биохимических изменений в организме, а также функциональных изменений систем дыхания и кровообращения и перестройки нервной координации функций выполнение стандартной, т. е. строго дозированной работы, равно доступной и тренированным и нетренированным людям, сопровождается меньшими биохимическими сдвигами в тренированном организме по сравнению с нетренированным.

Под влиянием физической нагрузки закономерно возрастает концентрация молочной кислоты в крови, с которой связано утомление мышц. Чем медленнее нарастает концентрация молочной кислоты в тканях, тем позже наступает утомление, тем больше выносливость мышц. Оказывается, у занимающихся физкультурой и спортом концентрация молочной кислоты в крови при нагрузке повышается в меньшей степени, чем у не занимающихся [8].

Большая часть выработавшейся во время физической нагрузки молочной кислоты очень быстро самостоятельно выводится из мышечных волокон – максимум в течение двух суток после ее выработки. Молочная кислота не имеет тенденции задерживаться в организме человека на длительное время. Именно поэтому та мышечная боль, которую человек чувствует спустя трое суток и более, не имеет никакого отношения к молочной кислоте. Однако тут необходимо быть крайне внимательными по отношению к своему состоянию здоровья – несмотря на то, что через трое суток мышечная кислота практически полностью покидает мышечные волокна, она может спровоцировать их повреждение. И в результате человек будет ощущать сильнейшую мышечную боль до тех пор, пока мышцы полностью не восстановятся.

Молочная кислота не приведет к мышечной боли спустя несколько суток. Однако именно молочная кислота способна спровоцировать мышечные повреждения, из-за которых человек и будет испытывать болевые ощущения. И помните о том, что появление чувства жжения во время физической нагрузки, или сразу же после нее, совершенно не свидетельствует о том, что человек обязательно будет испытывать боль в течение нескольких дней после этого. Однако прислушаться к своим ощущениям все же стоит – в том случае, если чувство жжения слишком сильное, можно предположить, что молочная кислота выработалась в очень большом количестве. А это значит, что риск повреждения мышечных волокон возрастает в разы. Именно поэтому в том случае, если вы подозреваете, что в вашем организме выработалось в процессе физической нагрузки слишком много молочной кислоты, можно попытаться от нее избавиться.

### **Практические рекомендации. Как предупредить появление мышечной боли на фоне физической нагрузки**

Для этого нужно знать основные принципы тренировки:

- регулярность тренировок; только регулярные занятия обеспечат правильное развитие мышц и отсутствие микротравм на мышечных волокнах; кроме того, так как под действием регулярных тренировок организм привыкает своевременно выводить из мышц избытки молочной кислоты, после физических нагрузок уже не возникает усталости и мышечных болей;
- нарастающие нагрузки – организм должен привыкать к нагрузкам постепенно, только тогда он будет справляться с выведением продуктов обмена веществ, а мышечные волокна не будут подвергаться разрыву; боль после тренировки – это неправильно; если тренироваться как положено, результатом каждого занятия будет бодрость, хорошее настроение и полное отсутствие боли;
- разогревание мышц перед основной нагрузкой при помощи специальных упражнений, вызывающих прилив крови к мышцам; поступление питательных веществ и кислорода с кровью позволяет снизить интенсивность гликолиза, а

значит, и количество молочной кислоты; хорошее снабжение кровью мышц снизит также их травмирование.

- Для выведения молочной кислоты сразу после тренировки нужно выпить как можно больше жидкости. Неплохо помогают вывести молочную кислоту массаж и теплый душ. И та, и другая процедура способствуют снятию спазма мышц, что в свою очередь приводит к расширению кровеносных сосудов, которые ранее сдавливались мышцами. Интенсивное кровообращение и увеличенный объем жидкости в кровеносных сосудах способствуют быстрому переходу молочной кислоты в печень.

#### Список литературы

1. Биохимия: Учебник для вузов Алейникова Т.Л., Авдеева Л.В. Андрианова Л.Е. и др. (Под ред. Е.С. Северина) М.: ГЭОТАР-МЕД, 2013. 779 с. ISBN 5-9231-0254-4
2. Биологическая химия с упражнениями и задачами : учебник ( Под редакцией чл-корр РАМН С.Е. Северина) М:ГЭО ТАР-Медиа,2011-624с
3. Биохимия (Под ред. Жеребцов Н.А., Артюхов В.Г., Попова Т.Н.) Изд.: ДеЛи, 2012
4. Биохимия: задачи и упражнения (под ред. Коничева А.С., Севастьянова Г.А., Егорова Т.А., Севостьянова Г.А.) Изд.: Колос, 2009.
5. Биохимия (под ред. В.П. Комов., Шведова В.Н.) – М., Дрофа, 2009
6. Биохимия (под ред. Н. Н. Яковлева) Изд.: «Физкультура спорта» 2010-320с
7. Справочник по клинической биохимии (под ред. Колб В.Г. , Камышников В.С.) - Минск. Беларусь 2009-353с

#### Журналы

8. *George A. Brooks* What does glycolysis make and why is it important? // *Journal of Applied Physiology*. — 2010. — B. 108. — № 6. — C. 1450-1451