

При прочтении книги «Инсулинотерапия для «чайников» М. Богомолова , раздаваемой РДА бесплатно
многие обратили внимание на указанное значение биохимического цикла Кори в подъеме уровня глюкозы в крови в предрассветные и рассветные часы, что особенно сильно заметно летом. Указаны способы пересчёта дозы инсулина для людей со средним образованием, но не рассказано о том, что же такое цикл Кори.

На вопросы читателей «Инсулинотерапии для «чайников» отвечает к.б.н., биохимик А.Н. Байдусь
, член Экспертного Совета РДА, первый
Полный кавалер Почётного знака РДА «Вместе мы сильне!» 1,2,3 ст.
, создатель
биотехнологии производства «инсулинового комплекса Каналеса»
, дающего надежды в его использовании при нахождении способов излечения сахарного диабета 1 типа. Ответ сложноват для людей без медицинского или биологического образования, но он отражает современный взгляд на проблему об особой роли значения pH (кислотности) крови в регулировании процесса.

Цикл Кори: этапы и особенности

В Цикл Кори Цикл молочной кислоты - это метаболический путь, в котором лактат, продуцируемый гликолитическими путями в мышцах, поступает в печень, где снова превращается в глюкозу. Это соединение снова возвращается в печень для метаболизма.

Этот метаболический путь был открыт в 1940 году Карлом Фердинандом Кори и его

женой Герти Кори, учеными из Чешской Республики. Оба они получили Нобелевскую премию по физиологии и медицине.
Анаэробный гликолиз в мышцах.

Цикл Кори начинается в мышечных волокнах. В этих тканях получение АТФ происходит в основном за счет превращения глюкозы в лактат.
Стоит отметить, что термины «молочная кислота» и «лактат», широко используемые в спортивной терминологии, незначительно отличаются по своей химической структуре. Лактат - это метаболит, вырабатываемый мышцами, в ионизированной форме, а у молочной кислоты есть дополнительный протон.

Сокращение мышц происходит за счет гидролиза АТФ.

Это восстанавливается с помощью процесса, называемого «окислительное фосфорилирование». Этот путь происходит в митохондриях медленных (красный) и быстрых (белый) мышечных волокон.
Быстрые мышечные волокна состоят из быстрых миозинов (40–90 мс), в отличие от волокон хрусталика, состоящих из медленных миозинов (90–140 мс). Первые производят больше силы, но быстро утомляются.

Глюконеогенез в печени

Через кровь лактат достигает печени. Опять же, лактат превращается в пируват под действием фермента лактатдегидрогеназы.
Наконец, пируват превращается в глюкозу путем глюконеогенеза с использованием АТФ из печени, образующегося в результате окислительного фосфорилирования.
Эта новая глюкоза может вернуться в мышцы, где она хранится в форме гликогена и снова используется для сокращения мышц.

Реакции глюконеогенеза

Глюконеогенез - это синтез глюкозы с использованием компонентов, не являющихся

углеводами. В этом процессе в качестве сырья могут использоваться пируват, лактат, глицерин и большинство аминокислот.

Процесс начинается в митохондриях, но большинство этапов продолжается в цитозоле клетки.

Глюконеогенез включает десять реакций гликолиза, но наоборот. Бывает так:

-В матриксе митохондрий пируват превращается в оксалоацетат с помощью фермента пируваткарбоксилазы. На этом этапе требуется молекула АТФ, которая становится АДФ, молекулой CO.2 и один из воды. Эта реакция высвобождает два H+ посередине.

-Оксалоацетат превращается в l-малат ферментом малатдегидрогеназой. Для этой реакции необходима молекула НАДН и Н.

-L-малат покидает цитозоль, где процесс продолжается. Малат снова превращается в оксалоацетат. Эта стадия катализируется ферментом малатдегидрогеназой и включает использование молекулы НАД.+

-Оксалоацетат превращается в фосфоенолпируват ферментом фосфоенолпируваткарбоксикиназой. В этом процессе участвует молекула GTP, которая переходит в GDP и CO.2.

-Фосфоенолпируват превращается в 2-фосфоглицерат под действием энолазы. На этом этапе требуется одна молекула воды.

-Посфоглицератмутаза катализирует превращение 2-фосфоглицерата в 3-фосфоглицерат.

-3-фосфоглицерат превращается в 1,3-бисфосфоглицерат, катализируемый фосфоглицератмутазой. На этом этапе требуется молекула АТФ.

- 1,3-бисфосфоглицерат катализируется до d-глицеральдегид-3-фосфата глицеральдегид-3-фосфатдегидрогеназой. На этом этапе участвует молекула НАДН.

-D-глицеральдегид-3-фосфат превращается в 1,6-бисфосфат фруктозы под действием альдолазы.

-Фруктозо-1,6-бисфосфат превращается во фруктозо-6-фосфат с помощью фруктозо-1,6-бисфосфатазы. В этой реакции участвует молекула воды.

-Фруктозо-6-фосфат превращается в глюкозо-6-фосфат под действием фермента глюкозо-6-фосфат-изомеразы.

-Наконец, фермент глюкозо-6-фосфатаза катализирует переход последнего соединения в α-d-глюкозу.

Почему лактат должен поступать в печень?

Мышечные волокна неспособны осуществлять процесс глюконеогенеза. В таком случае это был бы совершенно неоправданный цикл, так как глюконеогенез использует гораздо больше АТФ, чем гликолиз.
Кроме того, печень является подходящей тканью для этого процесса. В этом органе всегда есть энергия, необходимая для выполнения цикла, потому что нет недостатка в O2.

Традиционно считалось, что во время восстановления клеток после тренировки около 85% лактата удаляется и отправляется в печень. Затем происходит преобразование в глюкозу или гликоген.

Однако новые исследования с использованием крыс в качестве модельных организмов показывают, что частой судьбой лактата является окисление.

Кроме того, разные авторы предполагают, что роль цикла Кори не так важна, как считалось ранее. Согласно этим исследованиям, роль цикла снижается только до 10–20%.

Цикл Кори и упражнения

Во время тренировки в крови происходит максимальное накопление молочной кислоты после пяти минут тренировки. Этого времени достаточно, чтобы молочная кислота переместилась из мышечных тканей в кровь.
После этапа тренировки мышц уровень лактата в крови возвращается к норме через час.

Вопреки распространенному мнению, накопление лактата (или самого лактата) не является причиной мышечного истощения. Было показано, что на тренировках с низким накоплением лактата возникает мышечная усталость.
Истинной причиной считается снижение pH в мышцах. Значение pH может упасть с 7,0 до 6,4, что считается довольно низким. Фактически, если pH поддерживается на уровне 7,0, даже при высокой концентрации лактата, мышцы не утомляются.

Однако процесс, который приводит к утомлению вследствие подкисления, еще не ясен. Это может быть связано с осаждением ионов кальция или снижением концентрации ионов калия.
Спортсменам делают массаж и лед на их мышцы, чтобы способствовать прохождению лактата в кровь.

Аланиновый цикл

Существует метаболический путь, почти идентичный циклу Кори, который называется аланиновым циклом. Здесь аминокислота является предшественником глюконеогенеза. Другими словами, аланин заменяет глюкозу.

Ссылки

1. Baechle, T. R., & Earle, R. W. (Eds.). (2007). Принципы силовых тренировок и фитнеса. Panamerican Medical Ed.

2. Кэмпбелл, М. К., и Фаррелл, С. О. (2011). Биохимия. Шестое издание. Томсон. Брукс / Коул.

3. Кулман, Дж., И Рем, К. Х. (2005). Биохимия: текст и атлас. Panamerican Medical Ed.

4. Мугиос, В. (2006). Биохимия упражнений. Кинетика человека.

5. Поортманс, Дж. (2004). Принципы биохимии упражнений. 3rd, исправленное издание. Каргер.

6. Воет, Д. и Воет, Дж. Г. (2006). Биохимия. Panamerican Medical Ed.