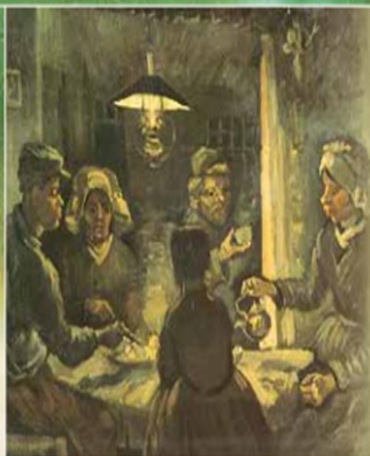


BOLK'S COMPANIONS

FOR THE STUDY OF MEDICINE



БИОХИМИЯ

с феноменологической точки
зрения

Христа Ван Теллинген



LOUIS BOLK INSTITUUT

BOLK'S COMPANIONS
FOR THE STUDY OF MEDICINE

Биохимия

С феноменологической точки зрения

Христа Ван Теллинген



Об Институте Луи Болка

Институт Луи Болка проводит исследования, необходимые для развития органического и устойчивого сельского хозяйства, продовольствия и здравоохранения с 1976 года. Его основная доктрина гласит, что природа является источником всех знаний о жизни. Институт является лидером в своей области благодаря внутреннему и международному взаимодействию с практикующими специалистами, использованию знаний, полученных эмпирическим путем и рассмотрению различных вопросов в более широком контексте. С помощью своих новаторских исследований Институт стремится внести свой вклад в здоровое будущее для людей, животных и окружающей среды. Институт работает совместно с Фондом-Кингфишер.

Biochemistry from a Phenomenological Point of View

Christina van Tellingен, MD

Номер публикации GVO 02

Для дополнительной информации:

Институт Луи Болка Hoofdstraat24

NL3972 LADriebergen, Нидерланды

Тел.: (+31) (0) 343 -523860 Факс: (+31) (0) 343-515611

Colofon:

©Louis BolkInstituut, 2001

Обложка: Fingerprint Driebergen

Картина на обложке: Винсент ван Гог

из музея Кроллер-Мюллер

Перевод с английского: Егор Сорокин

Медицинские редакторы перевода:

к.м.н. Евгения Сергеева, антропософский врач;

к.м.н. Жанна Архипова, антропософский врач

Рекомендовано для IPMT по антропософской медицине

Об авторе

Христа ван Теллинген, доктор медицины (1949) работает врачом общей практики с 1982 года. Она обучала студентов-медиков и врачей в Соединенных Штатах, Канаде и Европе. Она преподает студентам-медикам и врачам в Университете Виттен / Хердеке, Германия. Она является членом Медицинской Секции Высшей Школы Духовной науки в Гётеануме (Дорнах, Швейцария)

О проекте

Проект Обновления Медицинского Образования ставит своей целью создание модулей, которые показывают, как современные естественно-научные факты могут быть по-другому восприняты через призму гётеанистического феноменологического метода, что, в свою очередь, приводит к возникновению новых концепций в биологии и медицине. Эти новые концепции позволяют по-другому оценить роль биохимических, физиологических и морфологических факторов в жизнедеятельности организмов в их развитии во времени и пространстве. Они позволяют, к примеру, увидеть соотношение между сознанием, психологией, поведением и формой человеческого тела. Серия брошюр Volk's companions "изучающим медицину" дополняет современное медицинское образование.

Оглавление

Благодарности	6
Предисловие	7
Введение	8
1. Метаболизм	11
1.1. Анаболические и катаболические процессы и энергетический обмен.	11
1.2. Биохимические циклы в обмене веществ.....	14
1.2.1. Биохимический цикл в организме в целом	14
1.2.2. Биохимический цикл в природе	15
1.2.3. Цикл лимонной кислоты.....	16
1.2.4. Биохимические циклы во времени.....	18
1.2.5. Онтогенез, филогенез и временные ритмы	22
1.3. Заключение и выводы	24
2. Структура и связи в строении углеводов, белков и липидов	28
2.1. Полимеры, мономеры и химические связи	28
2.1.1. Сложные углеводы/полисахариды.....	28
2.1.2. Белки	31
2.1.3. Липиды.....	33
2.2. Выводы и заключение.....	35
3. Метаболизм и активность углеводов	39
3.1. Углеводы и вода	39
3.2. Функции углеводных полимеров.....	40
3.3. Глюкоза и энергия.....	42
3.4. Заключение и выводы	44
4. Метаболизм и активность белка	47
4.1. Белковый обмен и азот.....	47
4.1.1. Азотистый баланс.....	47
4.1.2. Азотистый обмен в природе.....	47
4.1.3. Цикл мочевины в организмах.....	48
4.2. Структура белка как определяющий фактор его функции	49
4.2.1. Специфичность структуры белка.....	49
4.2.2. Фибриллярные белки	50

4.2.3. Глобулярные белки	52
4.2.4. Мембранные белки.....	53
4.2.5. Гликопротеины.....	53
4.3. Аминокислоты.....	54
4.3.1. Активность аминокислот.....	54
4.3.2. Метаболизм аминокислот.....	55
4.4. Заключение и выводы	56
5. Структура и метаболизм липидов	61
5.1. Классификация липидов	61
5.1.1. Структура липидов.....	61
5.1.2. Функции липидов.....	62
5.2. Триацилглицериды и жирные кислоты	63
5.2.1. Метаболизм триацилглицеридов и жирных кислот	63
5.2.2. Метаболизм жирных кислот при голодании и сахарном диабете	64
5.3. Другие омыляемые липиды и мембраны.....	66
5.3.1. Компоненты и функции мембран	66
5.3.2. Мембраны клеток нервной системы.....	67
5.3.3. Мембраны как “места хранения”	67
5.4. Неомыляемые липиды	68
5.4.1. Холестерин.....	68
5.4.2. Стероидные гормоны.....	69
5.4.3. Витамин D.....	70
5.5. Заключение и выводы	70
6. Обзор и выводы.....	75
6.1. Циклы и ритмы.....	75
6.2. Углеводы, растения и свет.....	75
6.3. Белки, животные, математические и музыкальные законы.....	76
6.4. Люди, липиды и способность говорить “нет”	77
Литература.....	80

Благодарности

Этот модуль был написан в институте Луи Болка в Дрибергене, Голландия. Он является результатом стимулирующего обмена идеями между коллегами. Я крайне благодарна Рено Амонс, Гарри Шольбергу, Марии Лидер, Том Шефферсу, Виллему Ян ван Мерло, Эдмонду Шурелю, Гуусу ван дер Би и многим другим за их ценные комментарии, и я с нетерпением жду дальнейшего сотрудничества с ними. Следующей темой станут молекулярные основы клеточной биологии.

Этот проект стал возможным благодаря финансовой поддержке от фонда Иона, фонда Феникс, компании Фарма Натура (ЮАР), фонда терапевтической поддержки лечебной педагогики, фонда Триодос, а также отдельных лиц.

Христа ван Теллинген, Дриберген, сентября 2001

Предисловие

Этот модуль из серии пособий института Луи Болка для изучающих медицину - попытка помочь студентам медицинских и других направлений в изучении биохимии живых организмов, а также помочь им лучше запомнить его для применения в дальнейшей учебе и работе.

Он предназначен для использования в качестве дополнения к другим учебным материалам по биохимии, чтобы получить общее представление о предмете, используя инновационный подход к изучению и исследованиям, известный как гёттанестический метод. В Институте Луи Болка в Голландии, где была написана эта работа, этот метод широко используется в исследованиях в области сельского хозяйства, питания и медицины. Его цель состоит в том, чтобы осмысленно связать разрозненные факты друг с другом. Поскольку детальные знания, которыми мы обладаем в области биохимии, получены из когерентных организмов, можно снова собрать детали воедино и таким образом расширить наше понимание того, как организмы функционируют. В гёттанестическом методе отдельные феномены собираются вместе и характеризуются. Это делается, например, путем демонстрации того, в каких областях определенные процессы типичны для живого мира. Сравнение прототипического процесса с другими процессами в организме или в других частях живой природы позволяет нам сделать выводы о его роли или значении во всем органе или организме. Таким образом, мы достигаем более широкого взгляда на предмет.

Поэтому, в дополнение к изучению фактов, представленных в полноценных учебниках по биохимии, изучение этого модуля поможет найти связь между отдельными органами, организмами и живой природой. Мы посвящаем эту работу всем студентам, которым необходимо изучить биохимию и которые также хотят получить более глубокое понимание предмета

Мы хотим подчеркнуть, что этот модуль не заменяет учебников по биохимии. Информация, содержащаяся здесь, компактна и

предполагает наличие знаний, содержащихся в учебниках. Но мы надеемся с помощью него сделать изучение и запоминание текстов (даже) более интересным.

Создателем этого нового подхода к науке является писатель и ученый Иоганн Вольфганг фон Гёте. Для получения дополнительной информации об этом методе обратитесь к книге Анри Бортофта, 1986 года.

Введение

Как мы можем воздать должное самой жизни во время ее изучения?

Биохимия — это область наук о жизни, которая в первую очередь дает представление о непрекращающихся разнообразных изменениях, происходящих в организмах. Она показывает, что вещества не статичны - их структура и функции постоянно изменяются. Клетки, включая их мембраны, а также ткани и организмы - структуры, подвергающиеся постоянным изменениям.

Изменение организмов связано с их метаболизмом. В то время как на уровне тканей и органов организм может казаться относительно стабильным, его биохимические соединения постоянно вовлечены в процесс обмена веществ. Метаболизм — это непрерывное превращение соединений, происходящее в клетках и тканях. В ходе него метаболиты увеличиваются до более крупных молекул (анаболизм) или разрушаются до более мелких (катаболизм). Скорость и вид метаболизма тканей изменяется в течение минут в зависимости от функции тканей, времени суток, возраста, психического состояния. Биохимия занимается химией живых организмов. Организм функционирует как единое целое, и, как следствие, процессы биохимических реакций связаны между собой. *Пока мы можем соотносить отдельные процессы с организмом в целом, мы остаемся осведомленными о взаимосвязи различных веществ и в большей степени понимаем законы жизни.*

Биохимия может научить нас воспринимать человеческое тело как стоячую волну в ручье. Стоячая волна возникает, когда неровность в русле ручья (например, камень) заставляет воду образовывать волну. Стоячая волна имеет более или менее постоянную форму, в то время как новая вода течет через нее все время. Уникальная форма русла ручья и свойства воды определяют форму стоячей волны. В то же время русло ручья изменяется потоком воды в стоячей волне. Форма стоячей волны и уникальная форма русла ручья взаимосвязаны.

Подобно взаимозависимости потока воды и формы русла ручья, течение метаболических реакций в организме взаимосвязано с типом и формой организма. Течение этих процессов уникально для каждого организма. Это справедливо для всех *живых* организмов. Реакционные процессы в *неорганической* химии могут протекать отдельно друг от друга, они более самостоятельны.

Мы попытаемся выяснить, имеют ли различные группы соединений в биохимии и их реакции *прототипическое*, т.е. *изначальное*, место и функцию, а также где и как они вписываются в общий метаболический поток. Например: все живые организмы имеют углеводный обмен; мы покажем, как процессы углеводного обмена эволюционировали и где они играют особую роль, в рамках организма человека и в живой природе в целом.



Мы выясним это, *рассмотрев* определенные реакции, связанные с возникновением и существованием различных метаболических соединений, а затем *охарактеризовав* их для того, чтобы определить тип процесса, с которым мы имеем дело. Для выявления взаимосвязей внутри метаболического потока мы воспользуемся *сравнительным* методом, что продемонстрирует, как различные процессы интегрируются в живых организмах.

Результатом будет целостный взгляд на факты и более глубокое понимание протекания метаболических процессов. Опыт показывает, что обзор целого облегчает запоминание деталей. Изучение этого модуля сделает биохимию более интересной и легкой для запоминания, а также повысит ваше уважение к природе.

Вопросы, заданные в рамках, пока не имеют окончательных ответов. Они призваны стимулировать дальнейшие исследования.

1. Метаболизм

Введение

Метаболизм основан на анаболических и катаболических реакциях. Метаболизм начинается с приема пищи, которая является чужеродной для организма (содержащей различные количества меньших и более крупных соединений), которая расщепляется в пищеварительном тракте на более мелкие молекулы путем гидролиза.

В ходе анаболических процессов мелкие молекулы, попавшие в кровоток, становятся частью организма. Катаболические реакции вновь разрушают структуры, образовавшиеся в ходе анаболических процессов, для удовлетворения функциональных потребностей организма.

Мы рассмотрим связи процессов в различных органах и целых организмах, а также взаимосвязь организмов во всей живой природе.

1.1. Анаболические и катаболические процессы и энергетический обмен.



Рис. 1.1 Анаболические и катаболические процессы в метаболизме углеводов

Процессы метаболизма имеют два противоположных направления.

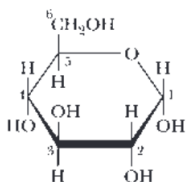
1. Анаболическое:

В ходе анаболизма более крупные соединения образуются из более мелких. В этих процессах преобладают *реакции восстановления*.

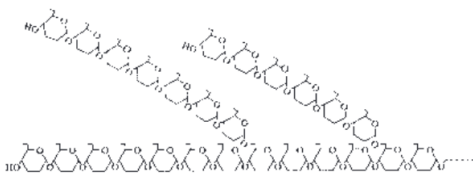
Примером этого может служить образование сложных углеводов из лактата или углекислого газа.

2. Катаболическое:

Катаболизм — это противоположный процесс, представляющий собой распад более сложных соединений на более мелкие. *Реакции окисления и дегидрирования* играют важную роль в этих процессах. Примером может служить превращение глюкозы или гликогена в углекислый газ.



α -D-глюкоза



Гликоген (Campbell, 1999г.)

Результатом *анаболических* реакций является возникновение более крупных молекул, которые образуют относительно постоянные структуры организма. Анаболические реакции обычно *требуют затрат энергии*. Энергия необходима для осуществления реакции, а также для поддержания структуры образующегося более сложного соединения. Энергия, заключенная в структуре соединений (потенциальная энергия), накапливается. Эта энергия выражается, например, в связях между молекулами. Примерами являются:

- все ковалентные связи, включая гликозидные связи в сложных углеводах и пептидные связи первичной структуры белков;
- различные связи, которые поддерживают трехмерную структуру белков, такие как пептидные связи, водородные связи, дисульфидные связи;

- гидрофобные связи и ван-дер-ваальсовы связи в структурах липидов.

Катаболические реакции разрушают вещества в организме, в результате чего *энергия высвобождается* для других целей. Высвободившаяся энергия может быть использована на работу мышц (биомеханическая энергия), для поддержания проводимости в нервной ткани (биоэлектрическая энергия), для синтеза различных веществ и для осуществления механизмов активного транспорта.

В ходе анаболических реакций энергия химических связей включается в более крупные соединения, которые, в свою очередь, являются частью клеточных или тканевых структур, например клеточных мембран, волокон соединительной ткани или гликогена печени. Катаболические реакции эффективно высвобождают эту энергию. Таким образом, структурные вещества организмов выполняют дополнительную функцию, в случае необходимости становясь источником потенциальной энергии.

При повреждениях или в экстремальных ситуациях, таких как голодание, потребности организма удовлетворяются за счет расщепления большого количества различных структурных соединений. В конце концов вещества, образующие любой организм, снова оказываются в окружающей его среде в форме энергии, например, в результате мышечной деятельности, флуоресцентного свечения у некоторых рыб и т.п., в виде продуктов выделения, либо когда организм умирает.

ВОПРОС: *Являются ли различные виды химических связей прототипическими для различных видов соединений? Хранятся ли различные виды энергии в различных видах связей?*

ВОПРОС: *Откуда берется энергия, которую мы расходует на осуществление ментальных процессов, таких как мышление, эмоции или намерения? Она тоже высвобождается из разрушающихся структур организма?*

1.2. Биохимические циклы в обмене веществ

Анаболизм и катаболизм — это противоположные процессы, и все же они не являются зеркальным отображением друг друга. Обычно ключевые реакции анаболического обмена требуют других ферментов и/или приводят к образованию других промежуточных соединений, в отличие от катаболических реакций. Анаболические и катаболические процессы могут протекать в одной и той же клетке, но они часто происходят в разных клеточных компартментах (например, анаболизм липидов в цитозоле и катаболизм липидов в митохондриях) и, вероятно, в разное время. Анаболизм и катаболизм не просто противоположны, но цикличны, что приводит к тому, что один процесс следует за другим и предопределяет последующий. Катаболизм невозможен без образовавшихся заранее соединений, которые в ходе него могут быть разрушены. Анаболизм невозможен без энергии, получаемой в ходе катаболизма, которую можно было бы заключить в более крупные структуры.

1.2.1. Биохимический цикл в организме в целом



Рис. 1.2 Пример цикличности анаболических и катаболических процессов в организме: Цикл Кори

Метаболизм при анаэробных нагрузках является примером метаболического цикла, включающего в себя различные органы. Так называемый цикл Кори объединяет гликолиз в тренируемых мышцах и глюконеогенез в печени.

При интенсивных упражнениях глюкоза в скелетных мышцах анаэробно

расщепляется до лактата (гликолиз) для получения дополнительной энергии. Кровь транспортирует лактат в печень. В печени глюкоза

может быть восстановлена из лактата (глюконеогенез). Она может храниться в виде гликогена или транспортироваться кровью обратно в мышцу, чтобы снова использоваться в качестве источника энергии для мышечного сокращения.

Анаболические и катаболические процессы могут циклически чередоваться в различных органах человеческого организма.

1.2.2. Биохимический цикл в природе

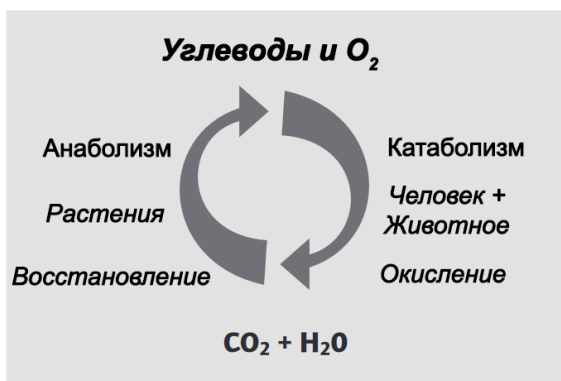


Рис. 1.3 Пример взаимозависимых анаболических и катаболических процессов в природе

Метаболический цикл углеводов связывает *различные организмы в природе*.

Зеленые растения превращают углекислый газ и воду в углеводы и кислород в ходе процесса, называемого фотосинтезом. Они строят свой организм из углеводов,

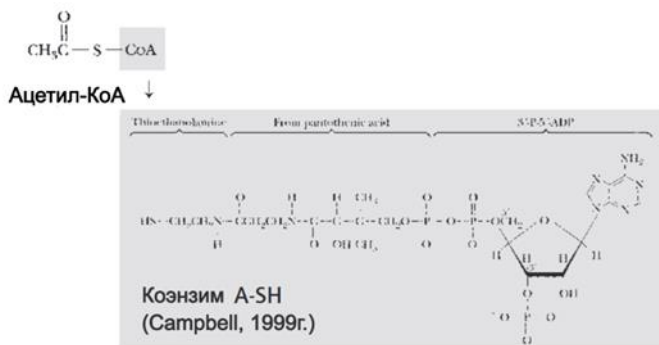
образующихся при фотосинтезе, и выделяют кислород. Это восстановительный, анаболический процесс, протекающий в растении, использующем солнечный свет в качестве источника энергии.

Кислород и растительные углеводы, образующиеся в процессе фотосинтеза, используются высшими организмами в окислительных процессах, необходимых для получения энергии. Метаболический цикл, существующий между растениями, с одной стороны, и людьми и животными, с другой, объединяет различные организмы в природе.

Он является центральным звеном в схеме, объединяющей другие метаболические циклы.

Ацетил-КоА и цикл лимонной кислоты

Ацетил-КоА — это молекула, которая запускает цикл лимонной кислоты, связываясь с его «конечным» продуктом – оксалоацетатом. Все метаболиты углеводов и липидов входят в этот цикл в виде ацетил-КоА, что является связующим звеном для окончательного окислительного распада многих аминокислот.



Ацетил-КоА, возможно, является ключевой молекулой всего метаболизма (см. также разделы 2.1.3 и главу 5). В дополнение к тому, что он является исходной молекулой для цикла лимонной кислоты, он также является отправной точкой для синтеза жирных кислот и холестерина.

У бактерий и растений ацетил-КоА может быть преобразован в оксалоацетат и другие промежуточные продукты цикла лимонной кислоты по глиоксилатному пути и впоследствии стать отправной точкой для синтеза как аминокислот, так и углеводов. Глиоксилатный путь недоступен млекопитающим, вследствие чего они не могут превращать жиры в углеводы. Именно по этой причине млекопитающие не могут жить, питаясь исключительно жирами. Многие бактерии используют одну только уксусную кислоту, которую

преобразуют в ацетил-КоА, для синтеза необходимых своему организму веществ.

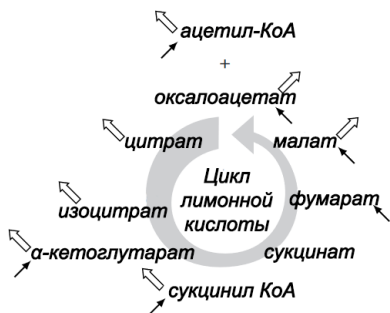
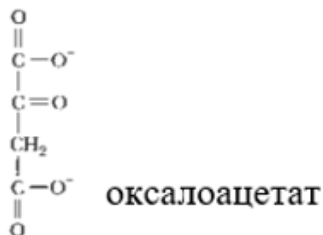


Рис. 1.5 Цикл лимонной кислоты и его анаболические (↔) и катаболические (→) процессы
 Значок "+" указывает на процесс конденсации ацетил-КоА с оксалоацетатом

В митохондриях должен поддерживаться достаточный уровень оксалоацетата, чтобы ацетил-КоА мог войти в цикл лимонной кислоты. Оксалоацетат также является отправной точкой глюконеогенеза.



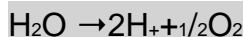
1.2.4. Биохимические циклы во времени

Преобладание анаболических или катаболических процессов в биохимических циклах отличается в разное время суток (циркадные ритмы) и в разное время жизненного цикла организма.

Фотосинтез у растений

Фотосинтез в основном происходит в листьях зеленых растений. На самом деле он представляет собой два процесса: световую реакцию и темновую реакцию.

1. Световые реакции: Световые реакции происходят под воздействием света, который поглощается хлорофиллом (хлорофилл — это биохимическое соединение растений, аналогичное гемоглобину крови высших организмов). Световые реакции включают окисление воды с образованием кислорода.



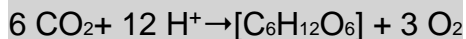
Энергия, высвобождаемая в ходе этого катаболического процесса, сохраняется в виде НАДФН, образующегося из НАДФ⁺ путем фотофосфорилирования аденозиндифосфата (АДФ) в АТФ, которое, в свою очередь, связано с окислением воды. Вторая световая реакция:



АТФ является макроэргическим соединением (макроэргом) и представляет собой биохимическую форму непосредственно доступной энергии (см. также раздел 3.3.). В нормальных условиях световые реакции фотосинтеза являются дневными процессами. Световые реакции используют солнечную энергию для высвобождения энергии оксалоацетата, которая удерживает молекулу воды, которая, в свою очередь, преобразуется в АТФ с участием НАДФН.

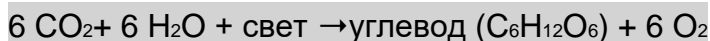
Световые реакции преобразуют солнечный свет в биохимическую энергию растения. Свет запускает передачу протонов от одного вещества к другому в термодинамически восходящем направлении.

2. Темновая реакция: Второй процесс фотосинтеза — это *темновая реакция*. Она включает в себя связывание CO_2 для получения сахаров:



Энергия для этого анаболического процесса поступает из АТФ, образующегося в световых реакциях. Темновая реакция приводит к образованию дисахаридов и полисахаридов (крахмала и целлюлозы). Как следует из названия, эта реакция зависит от солнечного света не напрямую, а только косвенно.

Общее уравнение фотосинтеза:



Хлорофилл растения поглощает солнечный свет в течение дня, используя его напрямую для световых реакций и косвенно, путем преобразования в химическую энергию, для темновых реакций фотосинтеза. Растения являются примером использования солнечной энергии!

Растение выстраивает свой организм во время темновой фазы фотосинтеза, в результате чего оно заметно растет. Световые реакции приводят не к видимому росту, а к производству энергии, которую не видно невооруженным глазом. Видимый рост растения происходит в отсутствие света. Рост растений по направлению к солнцу и сложный процесс поворота головки подсолнечника к свету основаны на более интенсивном росте на стороне растения, повернутой в противоположную от солнца сторону, т. е. там, где активнее может происходить темновая реакция.

На освещенной стороне растения солнечная энергия преобразуется в биохимическую по мере окисления воды.

Световые реакции фотосинтеза не могут происходить ночью, при условии отсутствия искусственных источников света. Метаболизм растений связан с циклом дня и ночи. Внутренний временной интервал растений обычно задается ритмом солнечной активности. На ритмы растений можно легко повлиять, изменив их освещенность, как это происходит в теплицах.

ВОПРОС: Когда растение активнее растет - днем или ночью?

Метаболизм высших организмов во времени

У людей и высших животных после приема пищи преобладают анаболические процессы. Анаболизм также преобладает в периоды роста. В начале жизни, когда рост более выражен, в метаболизме в большей степени проявляются анаболические процессы, чем в более позднем возрасте. У людей может возникать катаболическое состояние при голодании. Во время болезни также преобладает катаболизм.

У животных и людей ритм внутренних часов определяет обмен веществ. Свет также играет определенную роль в "настройке" внутренних часов. Животные и люди имеют метаболические циркадные ритмы (ритм дня и ночи). Метаболические циркадные ритмы обнаруживаются очень рано у эмбрионов птиц, а также у новорожденных людей. У взрослых людей солнечный суточный ритм смещается, как в ритме сна и бодрствования, так и в метаболизме.

1. Эрготропная фаза: между 3 часами ночи и 3 часами дня. Хильдебрандт и др. (1998) показали, что один прием пищи в 2000 калорий в течение этого времени приводит к снижению веса более чем на 500 граммов в течение 5 дней.

В эксперименте измеряли потребление кислорода. Подопытные получали равные, небольшие порции с низким содержанием белка в течение дня и ночи (каждые 2-4 часа). Потребление кислорода оказалось на 50% выше во время фазы эрготропии (120% от среднесуточного потребления кислорода). В этой фазе преобладает катаболизм.

2. Трофотропная фаза: между 3 часами дня и 3 часами ночи. Такой же прием пищи во время трофотропной фазы приводит к увеличению веса более чем на 500 граммов в течение недели. Потребление кислорода составляет 80% от среднесуточного. Во время этой фазы доминирует анаболизм.

В метаболизме взрослого человека солнечный суточный ритм сместился на ритм 3 часа ночи/3 часа дня.

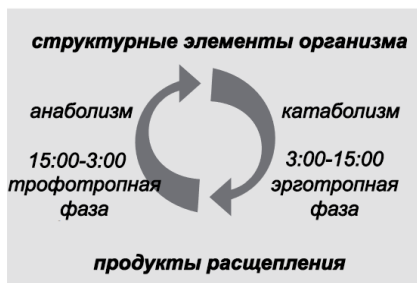


Рис. 1.6 Временные ритмы в метаболических процессах

Внутренние часы человека сопротивляются изменениям; на них труднее влиять, чем на внутренние часы растений (Hildebrandt et al, 1998). Человеку может потребоваться 1-3 недели, чтобы его физиология перестроилась после авиаперелета через несколько часовых поясов. После смены часового пояса многим внутренним ритмам необходимо

изменить свою фазу. Некоторые ритмы приспособляются к дневному и ночному ритму нового часового пояса в день прибытия, другим требуются недели для синхронизации. Как правило, внутренние часы могут смещаться на 1-2 часа в день после перемещения между часовыми поясами.

1.2.5. Онтогенез, филогенез и временные ритмы

Хильдебрандт и др. описывают различные ритмы организмов:

А. Длинные волновые ритмы:

- циркануальный (годовой) ритмы
- лунный (месячный) ритм
- циркасептаный ритм (недельный),
- циркадный (суточный) ритм

В. Ритмы средней длины: часовые и минутные ритмы, проявления которых мы обнаруживаем в различных органах, как, например, ритмы перистальтики и дыхания.



Рис. 1.7 Из Hildebrand, 1998

С. Коротковолновые ритмы: ритмы секунд или долей секунд. Они преобладают в клетках и тканях (как видно, например, в ритмах электроэнцефалограммы (ЭЭГ) мозга).

В целом длинноволновые ритмы являются в большей степени *экзогенными ритмами*, что означает, что они зависят от внешних воздействий, например, от ритмов солнца и луны. У растений преобладают длинноволновые ритмы (т. е. годовые и лунные). Растения не имеют сильно развитых внутренних ритмов, что облегчает изменение их внутренних часов извне, как это происходит в теплицах с искусственным освещением.

Ритмы с более короткой длиной волны, такие как ритмы органов,

обычно являются *эндогенными ритмами*. Они зависят только от внутренних часов организма. Эндогенные ритмы более развиты у животных. Чем сильнее развито животное, тем больше у него развивается целый спектр ритмов различной частоты, вплоть до очень коротких.

У людей ярко выражены эндогенные ритмы. Джетлаг- синдром (синдром смены часового пояса) - является результатом наличия сильного эндогенного ритма. Человеческие существа также развили важную способность в отношении временных циклов - мы способны постепенно *освободиться* от экзогенных длинноволновых ритмов (таких как ритмы солнца и Луны). Эти экзогенные временные ритмы могут преобразовываться человеческим организмом и затем функционировать со сдвигом. Помимо вышеупомянутого сдвига в солнечном суточном ритме другим примером этого является соотношение женского цикла и лунного ритма. Люди могут быть относительно свободны от экзогенных ритмов и более зависимы от ритмов времени.

1.3. Заключение и выводы

Метаболические процессы

Метаболический процесс человеческого организма обычно начинается с поступления расщепленных питательных веществ из кишечника, которые становятся доступными для анаболических или катаболических реакций. Анаболические реакции накапливают вещества организма. Анаболические реакции позволяют организму "формировать собственное вещество" и принимать определенную форму. Организм становится физически оформленным, как стоячая волна в ручье.

Крупные соединения содержат в себе энергию химических связей, которая позволяет им поддерживать собственную структуру. Эта энергия может быть получена в результате катаболических реакций и использована для реализации тех функций

организма, которым она требуется. Метаболический поток живого организма протекает вместе с катаболизмом его собственных структурных веществ(субстанции), в процессе которого высвобождается энергия, необходимая для функционирования организма (анаболических, биоэлектрических, биомеханических процессов и процессов активного транспорта).

Цикл лимонной кислоты, протекающий в митохондриях, является центром окислительного разрушения и отправной точкой для восстановительного синтеза крупных соединений в организме. Ацетил-КоА играет важную роль в этом центре метаболической активности.

Метаболический цикл растений начинается с расщепления воды. Зеленые растения получают энергию в результате расщепления воды с помощью солнечного света. Окисление воды обеспечивает энергию, необходимую растению для построения собственного организма. Растения, в свою очередь, являются важной частью пищевого цикла. Они снабжают животных и людей питательными веществами, а также продуцируют кислород, необходимый для процессов расщепления, в ходе которых пища превращается в энергию и метаболиты. Таким образом, энергия для функционирования высших организмов косвенно получается благодаря расщеплению воды при участии солнечного света в ходе фотосинтеза.

Характеристика

Два противоположных метаболических процесса - анаболизм и катаболизм-на самом деле являются частью циклов, которые включают в себя различные биохимические реакции, затрагивают различные клеточные компартменты, органы и/или организмы, а также связаны с разными временными ритмами.

Биоритмы

Солнечный свет обеспечивает растения энергией, необходимой для расщепления воды, а также определяет суточный ритм этого процесса: воздействие света является доминирующим

фактором в настройке внутренних часов как у растений, так и у животных и людей. Человеческий организм имеет внутренние часы, которые определяют метаболический цикл с циклически меняющимся акцентом либо на анаболизм, либо на катаболизм в смещенном суточном ритме (эрготропная и трофотропная фазы), что указывает на то, что солнечный ритм был преобразован.

Характеристика

Периодизация метаболического цикла связана с активностью соответствующих процессов в организме. Растения наиболее подвержены экзогенным ритмам, животные имеют больше эндогенных ритмов, чем растения, а люди могут освобождаться от влияния экзогенных ритмов.

Поскольку здесь мы сталкиваемся с фундаментальным различием между животными и людьми, а именно с тем, что люди могут становиться относительно свободными от экзогенных временных циклов, далее мы будем рассматривать человеческий организм отдельно.

ВОПРОС: *Какова связь между фазой метаболического процесса (анаболической или катаболической) и состоянием сознания?*

Вывод: Метаболизм во многом определяет согласованность между жизнедеятельностью организмов и состоянием окружающей их среды. Метаболические процессы протекают в виде взаимосвязанных циклов, а также цикличны во времени. Солнечный суточный ритм оказывает значительное экзогенное влияние на метаболические ритмы. Примером этого является его влияние на жизнедеятельность растений. Живые организмы имеют свои собственные эндогенные временные циклы, которые более выражены у высших животных. У людей есть дополнительная прототипическая способность: они могут освобождаться от экзогенных временных циклов.



2. Структура и связи в строении углеводов, белков и липидов

2.1. Полимеры, мономеры и химические связи

Углеводы, белки и липиды являются основными питательными веществами для человека. Расщепление питательных веществ (углеводов, белков и липидов) в кишечнике приводит к образованию небольших соединений (метаболитов), которые могут проникать в кровь через стенку кишечника. Сложные углеводы и белки - это полимеры, которые распадаются на большое количество более мелких однотипных соединений, мономеров. Липиды не имеют мономерной и полимерной форм. *Все сложные соединения в организме вырабатываются внутри самого организма и являются специфичными для него.*

2.1.1. Сложные углеводы/полисахариды

В природе существует три основных сложных углевода. Все три являются полисахаридами (см. также раздел 3.2). *Крахмал* и *целлюлоза* являются типичными растительными продуктами. Они представляют собой полимерные формы глюкозы, а глюкоза считается мономером крахмала и целлюлозы. Несмотря на то, что оба они являются комплексами глюкозы в растениях, крахмал и целлюлоза имеют различную форму и различную функцию. Гликоген — это полимер глюкозы у животных и людей. Каждый из трех распадается, превращаясь в большое количество молекул D-глюкозы.

Молекулы глюкозы в этих полисахаридах связаны между собой α -или β -гликозидными связями. Гликозидные связи — это особые ковалентные связи. Необычная природа этих связей во многом определяет форму более сложного соединения, в основном потому, что эти связи препятствуют вращению определенных молекул навстречу друг другу.

Крахмал, целлюлоза и гликоген являются гомополисахаридами, потому что они содержат только один тип мономера - глюкозу. Существуют гетерополисахариды, которые содержат более одного типа мономеров, такие как пептидогликаны, содержащиеся в клеточных стенках бактерий. В большинстве углеводных полимеров содержится не более двух различных видов мономеров. Далее мы выясним, что углеводы менее дифференцированы по своей полимерной структуре, чем белки (раздел 2.1.2.).

Крахмал



Рис. 2.1 Крахмал
(Campbell, 1999г.)

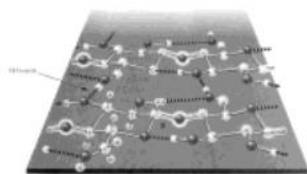


Рис. 2.2 Целлюлоза
(Campbell, 1999г.)

Крахмал встречается в виде гранул в растительных клетках. Он расщепляется, превращаясь в большое количество молекул α -D-глюкозы. В крахмале имеются гликозидные связи, связывающие молекулы глюкозы. Наиболее часто встречающейся конформацией амилозы, простейшей формы крахмала, является спираль. Энергия, которая поддерживает спиральную форму амилозы и её гликозидные связи, высвобождается при расщеплении в ходе катаболических процессов в растениях или в пищеварительном тракте животных и людей. Его роль заключается в том, чтобы быть значимым источни-

ком энергии в живом мире. Ферменты в растительных, животных и человеческих организмах легко расщепляют α -гликозидные связи спирали крахмала, что приводит к высвобождению глюкозы, а глюкоза может быть расщеплена далее для получения энергии (раздел 3.3.). α -Связь между молекулами глюкозы в крахмале также определяет его функцию в качестве соединения, используемого для хранения энергии.

Целлюлоза

Целлюлоза является основным компонентом клеточной стенки растений. Целлюлоза образуется из β -D-глюкозы соединенной β -гликозидными связями. β -Гликозидные связи целлюлозы позволяют создавать дополнительные водородные связи между линейными полисахаридными цепями. Это приводит к формированию плоской формы углевода, которая не может быть легко разрушена ни растениями, ни в пищеварительном тракте человека и многих животных. Типичные β -связи целлюлозы и возможность формирования водородных связей делают целлюлозу структурным углеводом растений. Клеточная стенка, окружающая клеточную мембрану и состоящая в основном из целлюлозы, придает растениям их стабильность. Древесные растения содержат больше целлюлозы.

Другие соединения с β -гликозидными связями

Животные структурные углеводы содержат в качестве мономеров аминокислоты или последовательности аминокислот. Клеточные стенки растений содержат относительно мало белка и пептидов.

Углеводы с β -гликозидными связями можно найти у некоторых беспозвоночных, таких как насекомые, креветки или лобстеры. Их экзоскелет содержит хитин, который является полимером N-ацетил- β -D-глюкозамина, моносахарида с аминной группой. В хитине отдельные нити удерживаются вместе водородными связями, как в целлюлозе. Соответственно, хитин выполняет структурную функцию. Он также содержится в клеточных стенках дрожжей, грибов и водорослей.

β -Гликозидные связи также соединяют два мономера, содержащих аминогруппы, в стенках бактериальных клеток: N-ацетил- β -D-глюкозамин и N-ацетилмурамовую кислоту. Нити соединяются остатками аминокислот, образуя пептидогликан. Пептидогликаны образуют прочную структуру, которая является мишенью для некоторых антибиотиков.

Гликоген

Гликоген содержится в виде гранул в определенных типах клеток животных и человека, таких как клетки печени и мышц, однако обычно отсутствует в клетках сердца и мозга в организме человека. α -Гликозидные связи соединяют молекулы глюкозы в гликогене. Как и в крахмале, α -гликозидные связи гликогена обеспечивают функцию накопления энергии, позволяя глюкозе легко отщепляться.

2.1.2. Белки

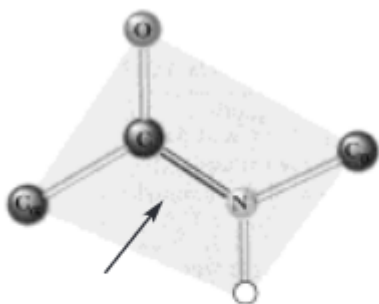


Рис. 2.3 Пептидная связь (Campbell, 1999г.)

Когда белки гидролизуются, образуется большое количество аминокислот. В отличие от мономеров полисахаридов, аминокислоты в белках имеют множество различных форм. Двадцать различных аминокислот содержатся в человеческом белке в различных количествах и комбинациях.

Они связаны между собой пептидными связями, образующими *первичную структуру белков*. Пептидные связи в белках также являются специализированными ковалентными связями, подобно гликозидным связям в углеводах. И, подобно гликозидным связям, пептидные связи ингибируют вращение определенных молекул в аминокислотах вокруг друг друга и, следовательно, играют определенную роль в создании окончательной формы белков.

Однако конечная форма белков не определяется исключительно последовательностью аминокислот и пептидными связями,

связывающими их вместе (первичная структура ковалентных связей белка). Конформация белков также подвержена сложным процессам фолдинга (укладки), связанным с различными типами химических связей, такими как водородные и дисульфидные связи. Таким образом, первичная структура белков определяет их способность образовывать вторичную и третичную структуру, которые необходимы для того, чтобы белки обладали определенными формами биологической активности в организме.

Вторичная структура белка формируется водородными связями, определяющими расположение отдельных фрагментов белка относительно главной аминокислотной цепи. Они отвечают за формирование таких вторичных структур белка, как α -спирали и β -структуры. Водородные связи играют важную роль в конечной структуре такого структурного белка, как коллаген (см. раздел 4.2.2.)

Третичная структура белков дополняет их фактическую трехмерную структуру с помощью:

- ковалентных дисульфидных связей между сульфидсодержащими боковыми цепями аминокислот,
- водородных связей между боковыми цепями аминокислот,
- электростатических сил притяжения
- гидрофобных взаимодействий.

Белки могут принимать стержневидную волокнистую или компактную глобулярную форму, в зависимости не только от упомянутых выше связующих факторов, но и от условий, при которых образовался белок (разделы 4.2.2 и 4.2.3).

Белки также могут иметь *четвертичную структуру*, которая включает в себя несколько различных полипептидных цепей. Связи, поддерживающие эту белковую структуру, являются нековалентными.

Конформация является специфичной для конкретного белка и определяет его функцию и функциональную способность.

2.1.3. Липиды

Ацетил-КоА можно считать важным компонентом липидов. Жирные кислоты и холестерин в конечном итоге синтезируются из ацетил-КоА. Омыляемые липиды содержат одну или несколько жирных кислот, а неомыляемые липиды, стероиды, являются производными холестерина. Жирные кислоты также окисляются до ацетил-КоА. Производные холестерина не расщепляются в организме человека (раздел 5.4.1).

Липиды имеют тенденцию образовывать кластеры в водной среде тела, по причине того, что они имеют длинные неполярные гидрофобные хвосты. Гидрофобные хвосты жирных кислот "сокрыты" внутри кластера, изолированы от воды, а на периферии кластера обнажена водорастворимая гидрофильная сторона, соединенная с головной группой (см. рис. 2.4.). Гидрофобные взаимодействия в водной среде происходят спонтанно. С точки зрения термодинамики, этот тип взаимодействия не требует добавления энергии, при условии, что гидрофобные боковые цепи или хвосты присутствуют в водной среде тела. Данное явление контрастирует с описанными ранее типами связей, которым требуется дополнительная энергия (см. раздел 1.1).

Липидные кластеры могут принимать либо мицеллоподобные, либо мембраноподобные формы, что позволяет изолировать их гидрофобные части от водной среды. *Мицеллярная форма* возникает, например, когда липиды всасываются и транспортируются в организме. Мицеллы представлены одним слоем липидов. Их структура усложняется у липопротеинов низкой плотности (ЛПНП), например, у тех в которых мозаика холестерина и фосфолипидов, связанных с белком (апопротеин В-100), образует внешнюю структуру вокруг множества молекул сложных эфиров холестерина. Частицы ЛПНП играют важную роль в транспортировке холестерина в кровотоке.

Триацилглицериды (триглицериды) являются формой липидов, запасующей энергию, и накапливаются в клетках жировой ткани в виде жировых шариков (см. раздел 5.2.1.).

Все липиды, за исключением триглицеридов, обнаруживаются в качестве компонентов *мембран*.

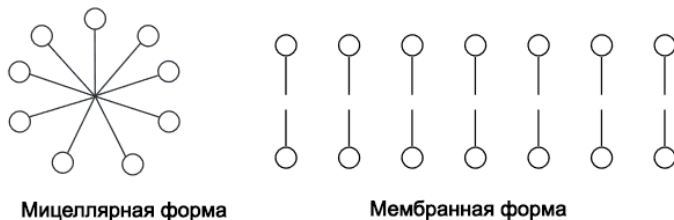


Рис. 2.4 Мицеллярная и мембранная формы липидов. Мицелла может быть большой и иметь внутреннее пространство, отделенное от воды, внутри которого могут транспортироваться липиды. Мембраны на самом деле также являются закругленными структурами с ограниченным внутренним пространством, которое является внутренней средой клетки или компартментов.

○ -гидрофильная головка липида | -гидрофобный хвост липида

Мембраны: Липиды необходимы для образования мембран по причине их гидрофобных свойств и склонности к образованию кластеров. Мембраны представляют собой липидный бислой. Они разделяют водную среду на компартменты, что необходимо для функционирования всех организмов. Они делают возможным образование органелл в одноклеточных организмах и отделяют организм от окружающей его (в основном водной) среды.

Мембраны являются полупроницаемыми, главным образом по причине присутствия белков, которые функционируют как каналы между липидами. Это свойство делает возможным транспорт соединений через мембрану и обеспечивает связь между водной средой внутри мембраны и внешней средой. Полупроницаемые мембраны делают возможным существование внутриклеточной среды, которая отличается от окружающей. Это свойство превращает отдельную клетку в организм. В многоклеточных организмах мембраны делают возможным дифференцированное

функционирование. Клетки могут иметь разные функции и в то же время одну и ту же внеклеточную среду. Метаболизм в основном происходит во внутриклеточной среде. Межклеточный матрикс играет важную роль в транспортировке метаболитических веществ и объединении клеток организма в единое целое. У позвоночных разделение внутриклеточной и внеклеточной среды делает возможными такие функции, как сокращение мышц и проведение электрических импульсов в нервной системе.

Наличие холестерина, который является довольно жестким по своей структуре, и ненасыщенных жирных кислот, которые имеют изгибы в хвостовой части, влияет на текучесть мембран противоположным образом. Мембраны прокариот (таких как бактерии) являются самыми эластичными из всех, так как они почти не содержат стероидов. Растительные мембраны содержат фитостеролы (стероиды, подобные холестерину) и обладают меньшей текучестью. Многие ненасыщенные жирные кислоты в растительных мембранах делают их более жидкими, чем мембраны животных и людей, которые содержат холестерин.

Важно отметить, что все компоненты мембран находятся в постоянном движении, как и кажущаяся неизменной форма организмов все время претерпевает изменения.

2.2. Выводы и заключение

Углеводы и белки могут встречаться в виде полимеров, которые могут расщепляться на мономеры. Липиды не имеют полимерных форм, но образуют кластеры в водной среде организма.

Сложные структуры

Полимерные формы *углеводов* в основном имеют в своей структуре не более двух различных мономеров. Глюкоза является единственным мономером в наиболее распространенных полисахаридах - крахмале, целлюлозе и гликогене. Разница в функциях

полисахаридов обусловлена различными типами гликозидной связи. Крахмал и гликоген имеют α -гликозидные связи, и функционируют как источник энергии растений или животных и человека соответственно. Целлюлоза, хитин и пептидогликаны имеют β -гликозидные связи и служат структурным элементом для растений и низших животных.

Белки — это высококодифференцированные полимеры. В организме человека они могут содержать до 20 различных аминокислот. Трехмерная конформация белков принимает специфические формы, которые обеспечивают различные функции белков.

Липиды не имеют мономерных или полимерных форм как таковых; в начале своего анаболического пути все они имеют форму ацетата в виде ацетил-КоА. Они имеют возможность образовывать вторичные структуры в виде мембран или мицелл.

Характеристика

Структуры углеводов, белков и липидов могут иметь формы различной сложности, от запасаемых форм, таких как гранулы или глобулы в клетках, до функционально важных спиральных или плоских форм углеводов и белков, волокнистых или глобулярных конформаций белков или липидных структур мицелл и мембран. В многоклеточных высших организмах запасаемые формы встречаются в специальных клетках, которые связаны с запасующим соединением, т.е. гликоген в клетках печени и мышц, липиды в жировых клетках. *Все сложные соединения производятся в самом организме и специфичны для него.*

Химические связи

Ковалентные связи являются преобладающим типом связи в структуре углеводов (например, гликозидная связь) и первичной структуре белков (например, пептидная связь). Основная форма липидов также базируется на ковалентных связях. Ковалентные связи

играют важную роль в базовой структуре соединений. Это основной тип связей в крахмале.

Дополнительные *водородные связи* необходимы для создания окончательной формы структурных полисахаридов, таких, как целлюлоза, и структурного белка коллагена. что позволяет формировать α -спирали и β -цепи во вторичной структуре белков. *Водородные связи придают дополнительную стабильность структуре соединений.* Это делает их незаменимыми в структурных соединениях. У более простых форм жизни водородные связи в углеводах во многом определяют структуру. Вместе с ковалентными *дисульфидными связями, электростатическими силами притяжения и гидрофобными взаимодействиями* водородные связи обеспечивают специфические конформации протеинов, которые определяют функциональную способность белков.

Гидрофобные взаимодействия обеспечивают образование мицелл и мембран - типичных органических форм липидов. Гидрофобные взаимодействия основаны в первую очередь не на принципе притяжения, как все остальные связи, а на принципе отталкивания. Они мгновенно возникают в водной среде тела без использования дополнительной энергии. *Гидрофобные взаимодействия в липидах обеспечивают разделение водной среды живых организмов на отсеки.* Это делает возможным дифференцированное функционирование организмов. В липидах также обнаруживается некоторое количество водородных связей и электростатических сил притяжения, а также *ван-дер-ваальсовых связей.*

Характеристика

Ковалентная связь в углеводах является прототипической. Водородные связи обеспечивают более стабильные структуры как в структурных углеводах, так и в белках. Гидрофобные взаимодействия на самом деле не являются связями; они основаны на принципе отталкивания, а не притяжения и происходят спонтанно. Они играют заметную роль в структурах липидов и позволяют

применять самые сложные и в то же время самые базовые принципы структурирования живых организмов.

ВОПРОС: Представляют ли различные типы химических связей различные виды энергии? (см. также главу 6.)

Вывод: *Связи содержат потенциальную энергию и определяют структуру и функции соединений в организмах.*



3. Метаболизм и активность углеводов

Введение: Питательные вещества

Основные питательные вещества имеют множество функций в организме. Их расщепление в ходе процесса пищеварения приводит к образованию метаболитов, которые в дальнейшем используются во множестве различных процессов в организме. Они могут быть использованы для производства крупных соединений, которые формируют структуру организма (например, углеводы в клеточной стенке растений, коллагене или липиды в мембранах). Метаболиты также могут быть преобразованы в вещества, которые регулируют различные процессы в организме (например: ферменты, вещества участвующие в иммунном распознавании или в проведении нервных импульсов). Помимо этого, они могут окисляться для обеспечения энергией вышеозначенных процессов, а также биомеханических процессов и процессов активного транспорта, в ходе чего совершается их окончательное расщепление, как это происходит, например, с глюкозой.

Углеводы, белки и липиды имеют множество различных функций в организме; также они, в определенных пределах, могут преобразовываться друг в друга в ходе промежуточных реакций в цикле лимонной кислоты, который связывает их анаболические и катаболические циклы воедино. У каждого из них есть область характерной активности, которая будет обсуждаться отдельно в следующих главах для каждого вида соединений. В этой главе рассматривается углеводный обмен, в главе 4 обсуждается белковый обмен, а в главе 5 - метаболизм липидов.

3.1. Углеводы и вода

В разделе 1.2.4 мы выяснили, как происходит распад воды в начале синтеза углеводов, происходящего в процессе фотосинтеза. Это один из важных процессов, который показывает взаимосвязь между углеводами и водой. Вода окисляется для преобразования

солнечного света в биохимическую энергию, использующуюся для синтеза углеводов из CO_2 :



Животные и люди вдыхают O_2 и используют его для расщепления углеводов до CO_2 и воды в цикле лимонной кислоты и при окислительном фосфорилировании (раздел 1.2.2.). Этот окислительный катаболический процесс вместе с восстановительным анаболическим процессом фотосинтеза образует в природе цикл между растениями и организмами животных и людей (см. рис. 1.3), в котором вода попеременно окисляется и вновь образуется.

Связь между водой и углеводами также обнаруживается, когда сахар сжигается без добавления кислорода, т.е. превращается в углерод. Это происходит, когда сахар нагревается в закрытом контейнере, в который не может проникнуть кислород. В результате образуются углерод и вода, причем последняя выходит в виде пара. Это явление означает, что общая формула для мономеров углеводов может быть записана как $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_n$. Именно по этой причине им дали название *угле-воды*. Например, общая формула глюкозы- $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

Углеводы связаны с водой как в своей структуре, так и в свойственных им метаболических процессах. При образовании полисахаридов, как и при образовании пептидных связей в протеинах, одна молекула воды высвобождается из глюкозы в процессе образовании гликозидной связи при каждом добавлении новой молекулы глюкозы.

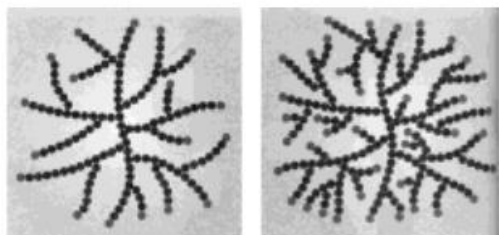
3.2. Функции углеводных полимеров

Углеводные полимеры, как и все крупные соединения, содержат в своей структуре потенциальную энергию, которая высвобождается при их распаде в качестве метаболической и других видов

энергии для организма. Многие широко распространенные углеводы являются полисахаридами.

Полисахариды — это полимеры сахаров (см. раздел 2.1.1). Наиболее распространенным мономером является глюкоза (раздел 3.3). Углеводы также выполняют структурные функции.

Запасающая функция



Амилопектин

Гликоген

(Campbell, 1999г.)

Гликоген и крахмал являются формами хранения глюкозы. Гликоген обычно более разветвлен, чем крахмал, что позволяет отщеплять глюкозу в нескольких точках одновременно. Поэтому гликоген, который является основным полимером глюкозы у высших организмов, может

обеспечить более высокую скорость снабжения глюкозой в определенных ситуациях, чем крахмал, который встречается только у растений. Животные и люди имеют возможность быстрее получать глюкозу по своему требованию, чем растения. Как упоминалось ранее в разделе 2.1.1., гликоген не образуется в клетках сердца и мозга. Это происходит в основном в клетках печени и мышц, но только печень может превращать лактат в глюкозу. Печень влияет на работу мышц с помощью глюконеогенеза (см. цикл Кори, раздел 1.2.1), и регулирует уровень глюкозы в сыворотке крови. *Углеводная функция печени является прототипической у высших животных и людей.*

Гликоген не выполняет структурную функцию у высших организмов, и, следовательно может быть расщеплен, не влияя на их структуру. Запасы гликогена в печени являются идеальным источником энергии для организма. Однако запасы гликогена у человека

истощаются уже после 10-15 часов голодания и, следовательно, нуждаются в постоянном пополнении.

Структурная функция

Целлюлоза является структурным полимером глюкозы у растений (см. рис. 2.2.). Структурные углеводы в животных организмах содержат аминокислоты или последовательности аминокислот в виде мономеров для образования хитина и пептидогликанов (раздел 2.1.1.). Разрушение целлюлозы влияет на структуру растения, так же как разрушение пептидогликанов антибиотиками влияет на структуру бактерий, а разрушение хитина влияет на структуру беспозвоночных, у которых из него образуется экзоскелет.

Глюкоза не может быть отщеплена от целлюлозы без участия специальных ферментов, называемых целлюлазами, которые встречаются у бактерий и в пищеварительном тракте крупного рогатого скота. В пищеварительном тракте человека нет целлюлаз. Целлюлоза является основной нерастворимой частью пищевых волокон в нашем рационе. Она стимулирует перистальтику и связывает некоторые потенциально токсичные вещества, поступающие с пищей.

3.3. Глюкоза и энергия

Глюкоза — это самый распространенный моносахарид в природе. Метаболизм глюкозы занимает центральное место в энергообеспечении живых организмов. Её можно транспортировать по телу к месту, в котором требуется энергия. Анаэробное расщепление глюкозы при гликолизе дает пируват, а при длительных анаэробных условиях, лактат и 2 молекулы АТФ на молекулу глюкозы. Дальнейшее аэробное расщепление пирувата происходит в цикле лимонной кислоты (раздел 1.2.3.). Оно дает 30 дополнительных молекул АТФ. В ходе катаболизма глюкозы высвобождается энергия, что приводит к фосфорилированию АДФ в АТФ. АТФ является для организмов непосредственным носителем энергии. Он содержит две фосфоангидридные связи, связывающие фосфаты. Эти связи легко

гидролизуются с последующим немедленным высвобождением энергии (менее 1 минуты). Таким образом, это непосредственно доступная биохимическая энергия, которая, однако, должна быть использована “сразу”. Её можно использовать для преобразования биохимической энергии в биомеханическую энергию (как в случае с работой мышц), биоэлектрическую энергию (как в нервной системе), свет (как у фосфорилирующих бактерий), активный транспорт и т. д.

Высвобожденная в процессе гликолиза и окисления в цикле лимонной кислоты энергия также может быть использована в форме АТФ для восстановительных анаболических процессов, которые приводят к образованию таких соединений, как протеины и липиды. Глюкоза — это восстанавливающий сахар. При окислении глюкозы другое соединение может быть восстановлено в ходе анаболической реакции с использованием энергии, которая передается через АТФ.



Рис. 3.1 Использование макроэргов в энергозатратных процессах

Поскольку они не имеют структурной функции, глюкоза и гликоген могут быть расщеплены без последствий для структуры

организма. Таким образом, глюкоза становится основным поставщиком энергии для живых организмов. *Прототипическая функция глюкозы в организмах заключается в обеспечении энергией.*

3.4. Заключение и выводы

Функции углеводов

Углеводы могут выполнять различные функции в организмах. Их функции у растений отличаются от их функций в высших организмах. Растения являются единственными организмами, которые используют гомополисахариды для создания структурных компонентов, а также крахмал и глюкозу в качестве источника энергии. У низших животных углеводы также могут выполнять структурные функции. В таком случае их конформация включает аминокислоты или производные аминокислот. У высших организмов углеводы лишь обеспечивают энергию для метаболических потребностей организма. Они не выполняют структурную функцию. *Функции углеводов у растений отличаются от их функций у высших организмов.*

Прототипы углеводных полимеров появляются в растениях в виде крахмала и целлюлозы. Гликоген в печени является прототипом углеводного полимера для высших животных и человека.

Крахмал у растений и гликоген у животных и людей, распадаясь, могут свободно высвободить свой запас потенциальной энергии, не нарушая при этом структурную целостность организма, частью которого они являются. *Эта особенность делает эти углеводы идеальным источником энергии.* Гликоген расщепляется до глюкозы. Глюкоза является промежуточным соединением, несущим энергию. При ее распаде образуется макроэргическое соединение АТФ, которое необходимо использовать сразу, потому что оно легко гидролизуется. Энергия может использоваться для различных функций организма, варьирующихся от анаболических биохимических до транспортных и биомеханических процессов.

Глюкоза является восстанавливающим сахаром в том смысле, что ее окисление обеспечивает организм энергией, необходимой для восстановительных процессов, которые делают возможным синтез различных соединений, тканей, органов и организмов в целом.

Характеристика: вода, углеводы и растения

Вода играет важную роль в структуре углеводов и связанных с ними процессах. Роль воды можно сравнить с ролью углеводов в организмах и ролью растений в природе.

Связь между водой и углеводами становится заметной в процессе фотосинтеза. Окисление воды солнечным светом при фотосинтезе является началом для синтеза углеводов в растениях. Кислород, который выделяется в ходе этого процесса, необходим для функционирования высших организмов.

$H_2O \rightarrow H^+ + O_2 \rightarrow$ синтез углеводов + функционирование высших организмов

Роль углеводов в метаболизме заключается в том, чтобы путем их расщепления сделать энергию доступной для анаболических процессов и различных функций организма.

углеводы \rightarrow АТФ + $CO_2 \rightarrow$ синтез организма и функции организма

Место растений в природе в целом стало видимым для нас в разделе 1.2.2. Растения являются важной частью цикла питательных веществ в природе. Они являются самым важным источником пищи для многих видов. Типичная функция растений в природе состоит в том, чтобы помочь сделать энергию доступной для высших организмов через их расщепление в пищеварительной системе высших животных и людей.

Растения \rightarrow метаболиты + $CO_2 \rightarrow$ Структура организмов высших животных и человека + функции



Вывод: Распад воды, сопровождающийся преобразованием солнечного света в биохимическую энергию, косвенно обеспечивает энергией живые организмы. Функция воды у растений аналогична функции углеводов у высших организмов и функции растений во всей природе. Вода является основой всей жизни. Углеводный метаболизм в организмах - "растительный".

4. Метаболизм и активность белка

Все белки содержат азот в своей основной структуре в дополнение к углероду и воде (= водороду и кислороду), которые обычно содержатся в полисахаридах. Белки — это полимерные формы азотсодержащих аминокислот. Мы охарактеризуем их область активности, рассмотрим их свойства, и сравним её с аналогичными процессами в природе, чтобы получить представление о роли белков в природе.

4.1. Белковый обмен и азот

4.1.1. Азотистый баланс

Катаболизм белков в организмах не является адекватным способом обеспечения организма энергией, поскольку расщепление большого количества белка приведет к разрушению структуры главным образом мышечных белков. Это становится заметным при рассмотрении азотистого баланса организмов. В физиологических условиях количество выделяемого азота должно равняться количеству азота, поступающему с пищей.

4.1.2. Азотистый обмен в природе

Азот, содержащийся в аминокислотах и белках, в общем смысле поступает из воздуха, который на 80% состоит из N_2 . Однако большинство живых организмов не могут поглощать его непосредственно из воздуха. Сначала он попадает в почву во время процесса азотфиксации, осуществляемого особыми бактериями, которые формируют корневые узлы бобовых. В ходе этого процесса N_2 сначала преобразуется в аммиак и затем включается в α -кетоглутарат, промежуточное звено цикла лимонной кислоты, с образованием глутамата (аминокислоты). Аминная группа глутамата переносится в ходе процессов трансаминирования в дальнейшие промежуточные продукты цикла лимонной кислоты и другие метаболиты углеводов и липидов (ацетил-КоА и ацетоацетил-КоА.). Сложные процессы

преобразования могут в конечном итоге привести к образованию всех 20 аминокислот.

Растения поглощают органические азотсодержащие соединения, которые вырабатываются бактериями почвы.



Рис. 4.1 Цикл азота в природе

Высшие организмы получают азот из растений, употребляя их в пищу. Отходы их жизнедеятельности возвращают азот в почву.

В ходе процесса денитрификации, осуществляемого бактериями почвы, азот возвращается обратно в атмосферу.

10 из 20 аминокислот в организме человека не могут быть синтезированы в достаточном количестве, особенно у растущих детей, и, следовательно, должны быть включены в рацион, чтобы предотвратить разрушение структуры организма.

4.1.3. Цикл мочевины в организмах



Рис. 4.2 Цикл мочевины, цикл азота в организмах

Обмен азота в организмах циклический. В цикле мочевины глутамат отдает ионы аммония орнитину в ходе процесса дезаминирования, протекающего в митохондриях, что приводит к образованию цитрулина, который переходит в цитозоль и еще через две реакции превращается в аргинин, от которого отделяется мочевина, чтобы снова образовался орнитин. Цикл

мочевины глутамат отдает ионы аммония орнитину в ходе процесса дезаминирования, протекающего в митохондриях, что приводит к образованию цитрулина, который переходит в цитозоль и еще через две реакции превращается в аргинин, от которого отделяется мочевина, чтобы снова образовался орнитин. Цикл

мочевины связан как с анаболическими, так и с катаболическими процессами в метаболизме азота. Цикл мочевины имеет две связи с циклом лимонной кислоты: через оксалоацетат и фумарат.

Для экскреции мочевины необходима вода, поэтому она выделяется у многих млекопитающих из организма с мочой, как отходы. Для её правильного выделения необходимо достаточное количество воды.

Метаболизм азота — это управляемый механизм, ограниченный как темпами поступления субстрата, так и темпами выведения продукта. Он управляется системой с *отрицательной обратной связью*. Когда количество конечного продукта достигает определенного уровня, он ингибирует свой собственный синтез. Системы обратной связи характерны для метаболизма азота из-за того, что он имеет очень жесткие ограничения в плане уровней (накопления и расхода) потребления и продукции.

4.2. Структура белка как определяющий фактор его функции

4.2.1. Специфичность структуры белка

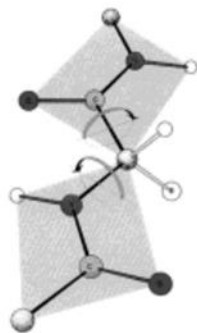


Рис. 4.3 Формирование полипептидной цепи (Campbell, 1999г.)

Первичная структура белка состоит из длинных полипептидных цепей, образованных различными комбинациями 20 аминокислот (раздел 2.1.2.). Конформация белка более дифференцирована и более сложна, чем структура углеводов. Белки имеют три возможных уровня конформации, выходящих за рамки их первичной структуры, представляющей собой аминокислотные цепи (полипептидные цепи).

Вторичная структура включает в себя образование α -спиралей и β -цепей (см. также раздел 2.1.2.). Спирали и плоские формы отдельных соединений также существуют в углеводах. У белков они существуют в одном и том же соединении. Третичная структура — это общее сворачивание белка на себя, что приводит к типичному трехмерному расположению, которое позволяет белку функционировать. Четвертичная структура существует, когда несколько полипептидных цепей(субъединиц) вместе образуют взаимодействующую молекулу, такую, как гемоглобин.

Разнообразие аминокислот делает возможным существование множества различных полипептидных цепей, что, в свою очередь, делает возможным создание множества различных белков. Белки и их функции в организме очень разнообразны. Белки, в отличие от углеводов, специфичны для выполняемой ими функции. Изменение одной или нескольких аминокислот в полипептидной цепи может придать им другую функцию (например, миоглобин, в сравнении с α - и β -цепями гемоглобина) или нарушить их функционирование (как в случае с гемоглобином S при серповидноклеточной анемии).

Конформация белка может быть *фибриллярной* или *глобулярной*. *Мембранные белки* располагаются в мембранах клеток. Они могут иметь различные формы, варьирующиеся в зависимости от их функции. *Гликопротеины* — это белки с углеводными остатками.

4.2.2. Фибриллярные белки

В целом форма фибриллярных белков представляет собой длинный стержень. Фибриллярные белки *нерастворимы в воде*.

Примеры типичных фибриллярных белков:



Рис. 4.4
Коллаген
(Campbell 1999г.)

- *Коллаген* является прототипом фибриллярных белков и наиболее часто встречающимся белком у позвоночных. Коллаген состоит из трех спиральных полипептидных цепей, которые оборачиваются друг вокруг друга, образуя тройную спираль. Водородные связи удерживают три цепи вместе. Коллаген располагается вне клеток, в костной и соединительной ткани. Полипептидные цепи состоят в основном из относительно простой триады аминокислот: глицина, пролина и гидроксипролина. В цепи каждая третья по порядку аминокислота - глицин, каждая вторая - пролин или гидроксипролин, а первая, чаще всего также пролин или гидроксипролин, но в некоторых случаях это может быть и другая аминокислота. Коллаген выполняет важную структурную функцию. Он является основным волокном в соединительной ткани: ткани, располагающейся между органами и другими тканями, в которую встроены клетки и части органов.
- Другим примером фибриллярной конформации белков является *кератин*, встречающийся в шерсти и волосах. Он в основном α -спиральный. Волокна *фиброина*, основного белка шёлка, представлены в основном β -структурами.
- *Мышечные белки* - актин и миозин - также являются в основном фибриллярными белками. Они являются основными составляющими мышечных волокон, но встречаются и в других типах клеток. Эти белки всегда находятся внутри клеток. Их структура относительно проста, хотя и более сложна, чем у коллагена. Миозин имеет шаровидную головку, которая играет важную роль в сокращении мышц. Он обеспечивает взаимное движение миофибрилл, взаимодействуя с актином. В начале движения

взаимодействие актинового и миозинового компонентов усиливается, и мышцы сокращаются, что приводит к перемещению частей или всего тела целиком в пространстве, и изменению отношения органа или организма к его окружению. В состоянии покоя эти белки являются структурными, а при движении функциональными. Мышечные волокна также влияют на движение внутри клеток.

Фибриллярные белки формируют структурные элементы организма животных и человека.

4.2.3. Глобулярные белки

Глобулярные белки — это компактные *функциональные белки*. Общая форма глобулярного белка - сферическая, как следует из названия. У них сложная комплексная третичная и четвертичная структуры. Глобулярные белки *растворимы в воде*.

Примеры глобулярных белков

Большинство *ферментов* являются функциональными глобулярными белками. Они катализируют реакции между молекулами. Согласно теоретической модели ферментативной функции "замок и ключ" они связывают субстрат и катализируют определенную реакцию, а затем выпускают продукты реакции. Их конфигурация обратимо изменяется в зависимости от активности. Они остаются неизменными в результате процесса, который они катализируют.



Рис. 4.5 Миоглобин, глобулярный белок (Campbell 1999г.)

Ферменты катализируют многочисленные метаболические реакции во всем организме. Реакции, катализируемые ферментами, протекают до в 10^{14} раз быстрее, чем некатализируемые реакции. Каждая реакция имеет специфичный фермент, который её катализирует. Это разнообразие форм белков становится возможным благодаря конфигурации их первичной структуры, формируемой 20-ю раз-

личными аминокислотами, что впоследствии позволяет создавать их специфические вторичные, третичные и, возможно, четвертичные структуры. Последовательность аминокислот должна быть точно подобрана, чтобы белок был биологически активным.

Другие примеры глобулярных белков включают миоглобин и гемоглобин.

4.2.4. Мембранные белки

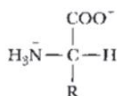
Мембранные белки являются важным компонентом мембран. 20-80% массы мембран клеток животных и человека состоит из белка. Эти белки имеют структурную функцию, но их основная роль - функциональная. Они образуют трансмембранные каналы, которые позволяют, при определенных условиях, пропускать определенные соединения. Они влияют на активный транспорт соединений через мембрану и функционируют как рецепторы на внутренней и внешней поверхности мембраны для таких соединений, как нейротрансмиттеры. Мембранные белки также могут являться ферментами.

4.2.5. Гликопротеины

Гликопротеины представлены антителами, участвующими в иммунном распознавании и в качестве антигенных детерминант в клеточных мембранах человека. Использование гликопротеинов

для типирования и сопоставления групп крови и трансплантатов является примером специфичности белков в организме. Хотя близкие совпадения можно найти, например, у близнецов, идеальное совпадение можно найти только в белках внутри одного организма. Белки подчеркивают уникальность организмов и играют важную роль в распознавании различия между "я" и "не-я", что является функцией иммунной системы.

4.3. Аминокислоты



Типичная структура аминокислоты

Расщепление белка в метаболизме не приводит к выделению макроэргов, однако аминокислоты дают энергию при расщеплении. Аминокислоты важны как метаболиты, которые могут быть использованы организмом в анаболических процессах для создания

собственных белков. Энергия для этого процесса поступает за счет процессов катаболизма углеводов.

4.3.1. Активность аминокислот

Многие аминокислоты биологически активны в организме сами по себе (например, глутамат или глицин) или с небольшими структурными изменениями (например, серотонина моноамин, который образуется из триптофана, и катехоламины, которые получают из тирозина) или в виде пептидов (небольших аминокислотных цепей). Пептиды активны в качестве нейромедиаторов в нервной ткани, где они функционально соединяют нервные клетки, передавая электрические импульсы химическим путем от аксона к рецепторам на аксоне или от тела клетки к следующей клетке.

Некоторые из них выполняют важную функцию в качестве солей желчных кислот (глицин в гликохолевой кислоте), в реакциях метилирования (метионин) или в воспалительной реакции (гистамин из гистидина). Тироксин является производной тирозина и функционирует как гормональное вещество, влияющее на скорость метаболизма. Окситоцин, вазопрессин и инсулин — это пептидные

гормоны, которые влияют на сокращение гладких мышц матки, сокращение гладких мышц кровеносных сосудов и углеводный обмен соответственно.

Также известно, что многие из этих соединений влияют на сознание. Серотонин и гистамин, высвобождаемые при укусе пчелы, вызывают сильное ощущение боли, а также местное воспаление. При шизофрении обнаруживается повышенный уровень серотонина и катехоламинов, включая дофамин. При эндогенных депрессиях обнаруживается недостаток серотонина и катехоламинов. Стимулирующий эффект кофе обусловлен его стимулирующим влиянием на метаболизм моноаминов. Стимуляторы сознания, такие как кокаин и ЛСД, имитируют действие катехоламинов и серотонина в центральной нервной системе соответственно. Скорость метаболизма моноаминов изменяется в зависимости от ритма сна и бодрствования в здоровом организме. Серотонин и дофамин секретируются в области ствола мозга, которая активна во время ходьбы (см. Less, 1994).

4.3.2. Метаболизм аминокислот

Большинство аминокислот являются *глюкогенными*. Их расщепление после дезаминирования приводит к образованию пировата или оксалоацетата. Это дает им возможность превращаться в глюкозу путем глюконеогенеза, а затем вступать в углеводный обмен, или использоваться в цикле лимонной кислоты. Таким образом, аминокислоты могут обеспечивать организм энергией, как и углеводы, но они делают это менее эффективно. Когда энергетические потребности организма требуют расщепления белков в большом количестве, как при состоянии недоедания, тогда страдают другие функции белков, в первую очередь структурные (раздел 4.1.1.)

Аминокислота лейцин является исключительно *кетогенной*, то есть она может быть расщеплена только до ацетил-КоА или ацетоацетил-КоА, и ее распад может привести к образованию кетонных тел или жирных кислот. Она может быть использован в цикле лимонной кислоты, но не может быть преобразована в глюкозу.

Изолейцин, лизин, фенилаланин, триптофан и тирозин являются как кетогенными, так и глюкогенными.

Аминокислоты также способствуют синтезу нуклеиновых кислот и пиррольного кольца гемоглобина.

4.4. Заключение и выводы

Азот

Азот захватывается из атмосферы почвенными бактериями и поглощается бобовыми растениями. Когда животные и люди едят растения, азотсодержащие вещества попадают в их организм. Азот становится частью цикла мочевины в организмах, который связан как с анаболическими, так и с катаболическими процессами, а также с циклом лимонной кислоты. Как только азот выделяется в виде мочевины, он снова входит в более крупный цикл в природе и может быть либо снова поглощен растениями, либо денитрифицирован почвенными бактериями, чтобы стать частью азота в воздухе в еще большем цикле. Метаболизм азота в организмах контролируется обширными механизмами отрицательной обратной связи, необходимыми для поддержания жесткого баланса азота. Потребление азота должно соответствовать экскреции, чтобы предотвратить структурное разрушение.

Расщепление белка в пищеварительном тракте приводит к образованию аминокислот, которые являются важными метаболитами для организма, необходимыми для того, чтобы создавать свои собственные белки в ходе анаболических процессов. Энергия для этих процессов поступает из катаболизма углеводов. Когда белки расщепляются для получения энергии в организме, как в состоянии голода, происходит структурное и функциональное разрушение организма. Белки имеют структурную функцию у животных и людей, и их нельзя использовать в качестве обычного источника энергии. Мы обнаружили, что углеводы выполняют структурную функцию у растений, а также играют важную роль в структурных компонентах

бактерий и беспозвоночных. У последних двух структурный элемент содержит амин или производные аминокислот. Их можно рассматривать как переходы к структурным белкам. Это делает белки характерными для структуры животных.

Конформация белков

Конформация белков бывает фибриллярной или глобулярной. Белки в своей полипептидной основе обычно содержат 20 различных аминокислот в различных последовательностях. Полипептидная цепь может состоять из нескольких сотен аминокислот. Но изменение, столь незначительное, как например, замена одной аминокислоты, может привести к дисфункции белка. Конформация белка столь же разнообразна, сколь и специфична. Первичная структура белков, аминокислотная последовательность, определяет их способность формировать вторичную и третичную (а иногда и четвертичную) структуру, определяющую его биологическую активность в организме. Аминокислоты и белки обладают большим набором функций и структур, но они столь же специфичны, сколь и разнообразны. Углеводы выполняют специфическую функцию хранения и снабжения энергией. В разделе 2.1.2. мы обнаружили, что белки имеют целый набор связей, где специализированные ковалентные связи характерны для углеводов.

Наиболее распространенным белком у высших организмов является коллаген-*фибриллярный белок* в соединительной ткани и костях. В его конформацию, имеющую вид тройной спирали, обычно входят всего три различные аминокислоты. В качестве основного волокна соединительной ткани он обеспечивает структуру, в которую встраиваются различные органы и клетки. Другая форма фибриллярного белка встречается в мышцах. Мышечные волокна в состоянии покоя вносят свой вклад в структуру организма. В действии они обеспечивают движение организма и его частей. Фибриллярные белки нерастворимы в воде и в основном являются *структурными* белками.

Ферменты являются примерами *глобулярных белков*. Большинство глобулярных белков являются ферментами. Они влияют на отношения между субстратами, катализируя реакции. Их конфигурация обратимо изменяется в зависимости от их активности. Ферменты катализируют многочисленные метаболические реакции во всем организме, и каждый процесс реакции имеет специфический фермент, который его катализирует. Ферменты являются отличным примером разнообразия и специфичности белков. Глобулярные белки растворимы в воде и в основном являются *функциональными*.

Мембранные белки играют определенную роль в передаче сигналов и соединений через мембраны. *Гликопротеины* играют важную роль в иммунном распознавании. Функция иммунной системы состоит в том, чтобы находить различия между "я" и "не-я". Как таковые гликопротеины подчеркивают уникальность организмов и способствуют их индивидуализации.

Многие мономеры белка - аминокислоты и их производные - биологически активны в организме сами по себе. Они облегчают проводимость в нервной системе, способствуют обменным процессам и влияют на сокращение гладкой мускулатуры.

Характеристика

Характерное различие между растениями и животными заключается в том, что животные обладают способностью перемещаться в пространстве при помощи мышечной активности и проводимости нервной системы. Эта способность делает животных более индивидуализированными, чем растения. В результате у них формируется разнообразный набор внутренних органов, которые имеют специализированные функции. У растений формируются только внешние органы, такие как цветы. Индивидуализация также требует новых способов взаимодействия с окружающей средой, необходимых для избегания изоляции. Мышцы, нервы и органы чувств нужны животным для обеспечения связи с окружающей

средой. Для животных характерна способность к обучению, базирующаяся на поведенческой обратной связи.

Аминокислоты и протеины	Животные
Типично разнообразие структур	Типично разнообразие внутренних органов
Специализированные функции ферментов	Специализированные функции органов
Являются белками мышц	Обладают мышечной активностью
Иммунные функции гликопротеинов	Индивидуализация
Являются нейротрансмиттерами	Обладают нервной системой
Характерна обратная связь	Характерно обучение за счёт обратной связи
Структурные компоненты животных	Используют протеины для формирования своей структуры

Таблица 4.1 Сходство между белками и животными

Характеристики, которые мы рассмотрели в отношении животных, определенным образом связаны с характеристиками белков и аминокислот, как показано в таблице 4.1. Разнообразие структур и функций аминокислот и белков можно свести к одной всеобъемлющей идее: *аминокислоты и белки служат для усиления связей внутри организмов и связей организмов с окружающей их средой.*

Соединительная ткань является прототипической структурой, а ферменты - прототипическим функциональным соединением.

Вывод: *Аминокислоты и белки выполняют в организмах функции, связанные с характерными функциями у животных. Аминокислоты и белки в некотором смысле «похожи на животных». Их всеобъемлющая характеристика заключается в том, что они усиливают связи.*



5. Структура и метаболизм липидов

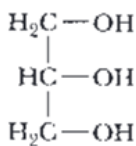
Липидная структура характеризуется относительно малым количеством кислорода. Из-за этого липиды богаче калориями, так как им еще предстоит пройти процесс окисления. Липиды состоят почти исключительно из углерода и водорода и имеют преобладание неполярных групп. Это означает, что они плохо смешиваются с водой, то есть они гидрофобны.

Ацетил-КоА является отправной точкой анаболического пути жирных кислот и холестерина, и конечным продуктом распада всех длинноцепочечных липидов (стероиды не разрушаются, они выводятся из организма). Ацетил-КоА можно считать важным общим компонентом липидов. Ацетил-КоА также функционирует в качестве исходной молекулы для цикла лимонной кислоты (см. Также разделы 1.2.3 и 2.1.3).

5.1. Классификация липидов

5.1.1. Структура липидов

Структурно существует две основные группы липидов:



Глицерин

- Первая группа - омыляемые липиды. Эта группа состоит из липидов с (в основном полярной) головной группой и неполярными хвостами различного размера. Эта группа включает триацилглицериды (триглицериды), гликолипиды, фосфоацилглицериды и сфинголипиды. Неполярные хвосты делают эти липиды гидрофобными.
- Вторая группа - стероиды (неомыляемые). Они включают в себя холестерин. В холестерине есть только одна гидрофильная группа, что делает его очень гидрофобным (раздел 5.4).

5.1.2. Функции липидов

Другая классификация липидов осуществляется по функции, а не по химической структуре:

- *Энергетическая*

Первая из этих групп липидов накапливается в жировой ткани и используется для удовлетворения энергетических потребностей организма. Эти липиды также играют определенную роль в формировании оболочек некоторых жизненно важных органов, например глаз, сердца и почек. Эта группа включает только триацилглицериды и жирные кислоты.

- *Мембраноформирующая*

Липиды второй группы выполняют структурную функцию, поскольку они являются важным компонентом клеточных мембран. Их компоненты могут быть преобразованы во множество других соединений, обладающих функциональными свойствами, таких, как простагландин, лейкотриен и тромбоксан, которые являются производными арахидоновой кислоты, жирной кислоты, содержащейся в липидах мембран. Вторая группа включает другие омыляемые липиды и холестерин

- *Регуляторная*

Третья группа включает другие неомыляемые липиды: стероидные гормоны, желчные кислоты и жирорастворимый витамин D₃, которые являются производными холестерина и выполняют различные регулирующие функции, поддерживающие организм, но не выполняющие структурную роль.

Мы обсудим три группы липидов:

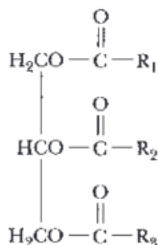
- *Триацилглицериды и жирные кислоты* (мы рассмотрим их отдельно от других омыляемых липидов из-за различий в их функциях)
- *Другие омыляемые липиды*
- *Неомыляемые липиды*

5.2. Триацилглицериды и жирные кислоты

Триацилглицериды состоят из трех цепей жирных кислот, связанных с основной структурой, представленной глицерином. Триглицериды во многом связаны с углеводами, что будет объяснено в разделе 5.2.1.

5.2.1. Метаболизм триацилглицеридов и жирных кислот

Глицерин высвобождается в результате гликолиза в виде глицеральдегид-3-фосфата, а его расщепление приводит к образованию глюкозы. Синтез триацилглицеридов (и всех других липидов) происходит в цитозоле, катаболизм в митохондриях. Триацилглицериды содержатся в жировой ткани и являются липидной формой накопления энергии у животных и людей.



Катаболизм жирных кислот является основным источником энергии. Жирные кислоты расщепляются до ацетил-КоА в ходе процесса β -окисления в митохондриальном матриксе. Для полного расщепления жирных кислот ацетил-КоА должен войти в цикл лимонной кислоты. Это даст большое количество АТФ, необходимого для удовлетворения энергетических потребностей организма. Одна молекула 18-углеродной жирной кислоты дает 120 молекул АТФ, когда она полностью окисляется до CO_2 и воды.

Ацетил-КоА нуждается в наличии оксалоацетата, чтобы войти в цикл лимонной кислоты. Оксалоацетат получают из пирувата, типичного конечного продукта гликолиза. Таким образом, расщепление жирных кислот у животных и людей требует присутствия продуктов гликолиза, в частности пирувата.

Анаболический путь жирных кислот начинается с ацетил-КоА, который может быть получен из пирувата. Далее добавляются молекулы ацетил-КоА, образующие липидную цепь жирных кислот.

Триацилглицериды в адипоцитах являются формой длительного хранения энергии, гораздо более долговременной, чем гликоген. Они могут обеспечить организм большим количеством энергии на единицу веса, чем углеводы.

5.2.2. Метаболизм жирных кислот при голодании и сахарном диабете

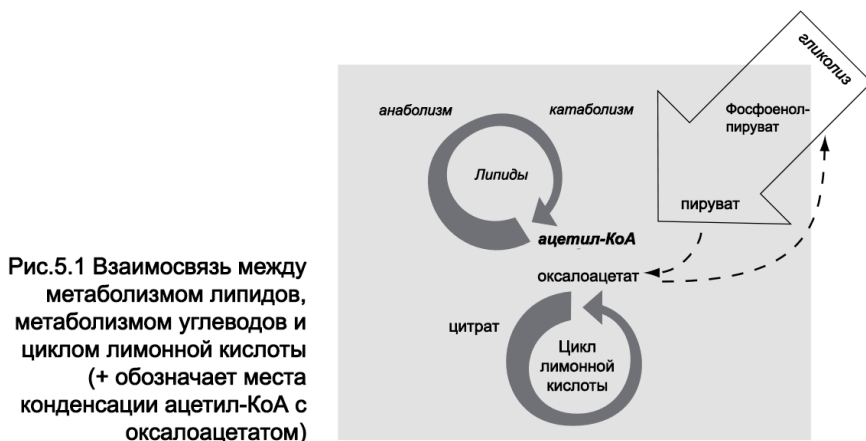


Рис.5.1 Взаимосвязь между метаболизмом липидов, метаболизмом углеводов и циклом лимонной кислоты (+ обозначает места конденсации ацетил-КоА с оксалоацетатом)

Углеводы являются предпочтительной формой энергоснабжения для многочисленных анаболических и функциональных процессов в организме, но запасов гликогена в печени, по оценкам,

хватает не более чем на 10-15 часов (что равно длительному ночному сну) (см. раздел 3.2.). Затем организм использует окисление липидов для своего энергоснабжения.

При длительном голодании гликолиз не дает достаточного количества оксалоацетата, который, взаимодействуя с ацетил-КоА, использовался бы для полного окисления жирных кислот (см. рис. 5.1.). В этом случае оксалоацетат может образовываться в результате распада мышечного белка. Аминокислоты, которые высвобождаются из мышечного белка, включаются в глюконеогенез и дают необходимый оксалоацетат (в основном из глутамина и аланина). Образование оксалоацетата из аминокислот также происходит и в нормальных условиях, когда в организм поступает относительно больше жиров, по сравнению с углеводами. В таком случае аминокислоты для глюконеогенеза получают путем расщепления потребляемых с пищей белков.

При относительном или абсолютном *недостатке углеводного обмена*, например, при голодании, возникает избыток ацетил-КоА в результате β -окисления, и 2 молекулы ацетил-КоА конденсируются в ацетоацетат. Последний, в свою очередь, может быть либо восстановлен до β -гидроксипутирата, либо декарбоксилирован с получением ацетона. Эти «кетонные тела» могут быть очень эффективно использованы в энергоснабжении. Они являются основным регулярным источником энергии для сердца, которое окружено жировой тканью и не накапливает гликоген.

Кетонные тела также являются необходимым питательным веществом для мозга, особенно при недостатке углеводов. Это означает, что *клетки сердца и мозга, которые не содержат гликогена, получают всю или большую часть своей энергии за счет липидов, а не за счет углеводов.*

При *сахарном диабете* расщепление жирных кислот не сопровождается гликолизом, а ацетил-КоА не может напрямую войти в цикл лимонной кислоты. Это приводит к патологическому

образованию кетоновых тел из ацетил-КоА, что является причиной возникновения у диабетиков опасного состояния кетоацидоза.

5.3. Другие омыляемые липиды и мембраны.

5.3.1. Компоненты и функции мембран

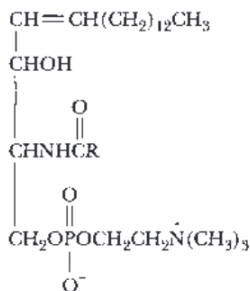
Другие омыляемые липиды, фосфоацилглицериды, сфинголипиды и гликолипиды, имеют важную общую характеристику: все они входят в состав мембран. Поскольку другие омыляемые липиды имеют неполярную гидрофобную группу на одном конце и полярную гидрофильную группу на другом, они могут образовывать липидный бислой, а это та структура, которой на самом деле являются мембраны (см. раздел 2.1.3). Липиды необходимы для формирования мембран. Мембраны позволяют разделять жидкую среду на отсеки. Они отделяют одноклеточные организмы от окружающей среды, а также клетки организмов и различные клеточные органеллы от окружающей цитоплазмы.

Другим основным компонентом мембран является белок (см. раздел 4.2.4). Мембранные белки составляют около половины соединений плазматической мембраны. Они выполняют структурную функцию, а также обеспечивают каналы, по которым многие соединения могут проникать в клетки или покидать их, и, кроме того, они функционируют как рецепторы на внутренней и внешней поверхности мембраны.

Фосфоацилглицериды содержатся во всех мембранах организма и похожи на триацилглицериды. В их составе присутствует молекула фосфорной кислоты и какой-либо спирт вместо одной из жирных кислот, связанной с глицериновой основой. Сфинголипиды и гликолипиды содержатся только в мембранах клеток нервной системы.

5.3.2. Мембраны клеток нервной системы

Как сфинголипиды, которые включают керамиды и сфингомиелины, так и гликолипиды, которые включают ганглиозиды и цереброзиды, являются особыми мембранными липидами, которые



встречаются только в клетках нервной системы, в первую очередь в клеточных мембранах периферических нервных клеток и клеток головного мозга. Их основой является сфингозин, который содержит остаток амина. Гликолипиды содержат остатки углеводов.

Сфингомиелины в избытке содержатся в миелиновых оболочках вокруг аксонов в белом веществе мозга, которое получило свой цвет, а как следствие, и название из-за большого количества липидов, содержащихся в нем. Миелиновые оболочки состоят из плазматических мембран, многократно обернутых вокруг аксона и образующих многослойную структуру. Миелин содержит очень мало белка в своем липидном бислое и по существу является просто липидом. Миелиновая оболочка вокруг аксона обеспечивает гораздо более быструю передачу электрического импульса в нервной системе. Дефект миелиновых оболочек может привести к серьезным неврологическим дефектам, которые обнаруживаются, например, при рассеянном склерозе.

5.3.3. Мембраны как “места хранения”

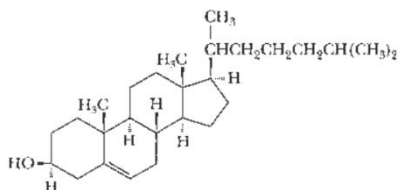
Важной функцией мембран, которая занимает центральное место в недавних исследованиях, является то, что они реализуют особый вид запасающей функции. Компоненты мембран могут высвобождаться при определенных обстоятельствах для получения важных биологически активных веществ. Хорошо известным примером является высвобождение простагландинов, лейкотриенов и тромбксана возникающее в месте травмы, но также способное

влиять на отдаленные органы, такие как легкие, матка или параметры общего состояния организма, такие как артериальное давление. Арахидоновая кислота, обнаруживаемая в мембранах, — это жирная кислота, являющаяся предшественником этих соединений. Простагландины и тромбоксан образуют свои кольца в ходе преобразования из арахидоновой кислоты.

5.4. Неомыляемые липиды

Неомыляемые липиды — это *холестерин* и *стероиды*, получаемые из него. Холестерин является предшественником всех стероидов, которые вырабатываются в организме человека.

5.4.1 Холестерин



Холестерин образуется из ацетильных групп ацетил-КоА и состоит из 4 колец. Большая часть холестерина образуется в печени. Холестерин очень гидрофобен, так как он имеет только одну гидрофильную группу. Расщепление холестерина приводит к образованию

желчных кислот. Желчные кислоты способствуют и регулируют всасывание липидов в кишечнике. Поступление большого количества этого метаболита холестерина в пищеварительный тракт приводит к тому, что в кровоток попадает больше липидов. Это пример механизма положительной обратной связи.

Наличие холестерина, который является довольно жестким по своей структуре, влияет на текучесть мембран (раздел 2.1.3.). Мембраны прокариот являются наиболее гибкими из всех, так как они почти не содержат стероидов. Растительные мембраны содержат фитостеролы (стероиды, подобные холестерину) и обладают меньшей текучестью. Многие ненасыщенные жирные кислоты в

растительных мембранах делают их более жидкими, чем мембраны животных и людей, которые содержат холестерин.

Холестерин является предшественником сигнальных молекул (см. раздел 5.4.2).

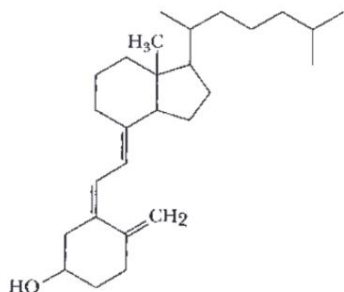
Холестерин присутствует в плазме крови. Согласно ряду исследований, он связан с образованием атеросклеротических бляшек в артериях. (Linder, 1997).

5.4.2. Стероидные гормоны

Стероиды — это производные холестерина. Большинство из них является сигнальными молекулами (биологически активными веществами). Они включают в себя:

- *глюкокортикоиды*, такие как кортизон, которые играют регулируемую роль в углеводном обмене, подавляют проявления воспаления и регулируют то, как организм справляется с длительным стрессом,
- *минералокортикоиды*, такие как альдостерон, которые регулируют электролитный баланс (особенно натрий) в организме, и
- *половые гормоны*, которые возникают в результате превращения холестерина в прегненолон и прогестерон. Они регулируют генеративные функции.

Гормоны выполняют регуляторные функции в организмах. Они помогают организму поддерживать гомеостаз. Они сами регулируются механизмами отрицательной обратной связи.



Витамин D₃

5.4.3. Витамин D

Холестерин также является предшественником жирорастворимого витамина D₃. Его функция заключается в регулировании баланса концентрации кальция в плазме.

5.5. Заключение и выводы

Ацетил-КоА

Ацетил-КоА — это соединение, из которого синтезируются все липиды. Это ворота в цикл лимонной кислоты, занимающий центральное место во всех метаболических процессах. Возможно, это ключевая молекула в метаболизме.

Три группы липидов

Липиды рассматривались в трех группах.

- Первая группа состоит из триацилглицерина и жирных кислот. Они являются длинноцепочечными компонентами жировой ткани, а их основная функция — накопление энергии. Они также выполняют структурную функцию и поддерживают жизненно важные органы, такие как сердце, почки, эпидермис и молочные железы, которые окружены слоем жировой ткани. Количество жировой ткани также влияет на структуру организмов! Они во многом связаны с углеводами. Их структура базируется на глицерине, образующемся в результате гликолиза. Их функция, заключающаяся в поставке энергии для организма животных и человека, является типичной углеводной функцией. Их метаболизм во многом связан с углеводным обменом и зависит

от него. Триацилглицериды обеспечивают доступность энергии для организма при временном дефиците углеводов, по причине своей способности сохранять энергию в течение длительного периода времени. Триацилглицериды обеспечивают стабильное поступление энергии в организм в случае необходимости.

- Вторая группа — это прочие омыляемые липиды, которые образуют биологические мембраны благодаря своей биполярной природе. Мембраны дают возможность создать баланс между внутриклеточными и внеклеточными процессами.

Другими липидами с открытой цепью являются фосфоацилглицериды, сфинголипиды и гликолипиды. Фосфоацилглицериды содержатся во всех клеточных мембранах. Сфинголипиды и гликолипиды встречаются только в составе клеточных мембран нервной ткани. Сфингомиелины в избытке содержатся во многих липидных бислоях, образующих миелиновые оболочки вокруг аксонов. Белое вещество мозга получило свое название из-за высокого содержания липидов. Миелиновые оболочки повышают скорость проведения электрических импульсов в нервной системе и почти не содержат белка.

Белки дополняют омыляемые липиды в составе биологических мембран. Мембранные белки играют определенную роль в установлении связи клетки с ее окружением.

Мембраны могут выполнять специализированную запасующую функцию. Производные жирных кислот мембранных липидов, такие как простагландины, лейкотриены и тромбоксан, играют роль в регуляции воспаления, кровяного давления, свертывания крови и т. д. Таким образом, они помогают восстанавливать или поддерживать гомеостаз организма.

- Третья группа липидов — это стероиды, неомыляемые липиды с формулой в виде конденсированного кольца. Основным неомыляемым липидом является холестерин. Он синтезируется из ацетил-КоА. Холестерин определяет текучесть клеточных мембран животных и человека. Холестерин является предшественником всех остальных стероидов. Гормоны и витамин D, полученные из холестерина, *регулируют метаболические процессы* и обеспечивают гомеостаз организма.

Характеристика липидов

Триацилглицериды улучшают функционирование организмов, расширяя возможности получения энергии. Эта группа липидов по своей функции, метаболизму и структуре "похожа на углеводы". Это долгосрочная форма накопления энергии в организме, и в то же время эти липиды обеспечивают больше энергии на единицу веса и более эффективное энергоснабжение, чем углеводы. В форме кетонных тел они являются основным источником энергии для сердца и важным источником энергии для мозга, которые относятся к наиболее высокоразвитым органам у человека.

Вторая группа липидов обеспечивает дифференцировку процессов в организме, образуя бислои, которые являются основой мембран. Другие омыляемые липиды связаны с белками, и их функцией является усиление связей внутри организмов и связей организмов с окружающей средой. Два класса из этой группы встречаются исключительно в нервной системе: сфинголипиды и гликолипиды. Они способствуют проводимости в нервной системе, формируя миелиновые оболочки, благодаря чему усиливаются функции нервной системы. В центральной нервной системе их содержится столь много, что они определяют цвет белого вещества мозга.

Третья группа липидов делает клеточные мембраны более жесткими и, следовательно, более стабильными и выполняет характерную регулирующую функцию. Холестерин является прототипом, а также предшественником для других липидов этой группы.

Мы описали три характерные функции трех групп липидов следующим образом:

- улучшение функционирования организмов за счет расширения возможностей получения энергии (что взаимосвязано с углеводным обменом),
- обеспечение дифференцировки процессов в организме и усиление функции нервной системы (эти липиды взаимосвязаны с белками), а также
- регуляция метаболических процессов и содействие поддержанию гомеостаза организма.

Люди обычно способны:

- расширять и совершенствовать способы добычи энергии в ходе экономического развития,
- обеспечивать дифференцировку функций за счет улучшения социальной жизни и
- регулировать процессы в природе путем культивирования, чтобы поддерживать гомеостаз.

Все эти задачи являются невыполнимыми для животных. Функционирование человека в природе характеризуется теми же качествами, что и функционирование липидов в организмах. Также люди вольны влиять на эти естественные процессы или нет.

Характерные аспекты липидов в наибольшей степени проявляются в работе эндокринной, сердечной-сосудистой и нервной систем.

Вывод: Функция липидов в организмах “человекоподобна”.
Характерные липидные функции наиболее сильно развиты у человека.



6. Обзор и выводы

Мы использовали *гетеанистический научный метод* для изучения биохимии. Это позволило нам сделать выводы о *роли или значении процессов* в целых органах или организмах.

6.1. Циклы и ритмы

В предыдущих главах мы рассматривали феномены в биохимии. Мы рассмотрели циклическую природу метаболических процессов и увидели, как различные циклы соединяют клетки, органы, организмы и природу в целое. Мы обнаружили, что они взаимосвязаны и подвержены влиянию временных ритмов. Это могут быть длинные солнечные ритмы, как в росте растений, а также короткие миллисекундные ритмы нервной системы. Длинные экзогенные ритмы преобладают у растений; животные обладают целым набором ритмов; люди могут быть относительно свободны от экзогенных ритмов. Самый длинный ритм организма — это продолжительность его жизни. При изучении биохимии организмы стали представляться нам как стоячие волны в ручье, по которому постоянно течет вода, в то время как форма меняется медленно и иногда незаметно. *Циклы характерны для самой жизни*, в то время как в неорганической химии процессы обладают линейностью причины и следствия, а не циклическостью.

6.2. Углеводы, растения и свет

В главе 3 мы обнаружили, что *углеводы являются соединениями, типично несущими энергию*. Окисление воды под воздействием солнечного света в процессе фотосинтеза обеспечивает энергию для синтеза углеводов.

Углеводный обмен в организмах можно описать как “растительный”, поскольку он выполняет в организмах такую же функцию, как и растения в природе. Углеводный обмен дает прототипические примеры циклических процессов.

Первичные питательные вещества, которые снабжают собой циклы организмов, имеют характерный способ связывания. Ковалентная связь характерна для углеводов. Фотосинтез демонстрирует, что энергия для образования ковалентной связи в углеводах первоначально поступает от солнечного света.

Моносахариды связаны со светом в том смысле, что они могут поляризовать его. Это свойство проявляется при образовании полисахаридов. Гликозидная связь включает в себя хиральный С-атом моносахаридов, который также вовлечен в способность поляризовать свет. Во многих других небольших соединениях с преимущественно ковалентными связями (таких как аминокислоты) мы вновь обнаруживаем способность поляризовать свет. С образованием пептидной связи в белках эта способность исчезает. *Способность поляризовать свет становится способностью создавать специфические ковалентные связи, такие, как гликозидные связи в углеводах.*

6.3. Белки, животные, математические и музыкальные законы

В главе 4 мы описали функции белков и аминокислот. Все эти соединения содержат азот, получаемый из воздуха. Они столь же разнообразны, сколь и специфичны. Белки характерно охватывают в своих структурах весь спектр различных типов связей, включая ковалентные связи, водородные связи, дисульфидные связи, электростатические связи и гидрофобные взаимодействия. Мы описали белковый метаболизм как «животноподобный», поскольку функция, которую он выполняет в организмах, аналогична функции, которую животные выполняют в природе (раздел 4.4.).

Всеобъемлющая характеристика белков и аминокислот заключается в том, что они усиливают связи. Соединительная ткань является прототипом структуры, а ферменты - функциональным прототипом.

Ферменты так же разнообразны и специфичны в своих связях, как ноты в музыкальном произведении. Каждая нота должна

находиться в правильном соотношении с другими, чтобы мы могли



слышать динамическую структуру музыкального произведения. Мы можем видеть ту же закономерность в математических расчетах и, если уж на то пошло, в самой химии, где правильное соотношение между различными соединениями необходимо для функционирования организмов. Циклическая природа углеводного обмена рассматривается глубже при изучении белкового обмена. Для этого создаются сложные механизмы отрицательной обратной связи, характерные для метаболизма азота. Мы можем охарактеризовать белковый метаболизм как подчиняющийся

математическим/музыкальным законам.

6.4. Люди, липиды и способность говорить "нет"

В главе 5 основное внимание было уделено липидам, и мы описали их задачу как *расширение и улучшение энергообеспечения организмов; обеспечение большей дифференцировки функций* по отделам внутри организма, а также улучшение работы нервной системы за счет их способности формировать и улучшать мембраны; и *регулирование процессов*, обеспечивающих поддержание гомеостаза. У людей есть аналогичные функции в природе, и, что важно, характерные функции липидов развиты в максимально возможной степени у людей. Метаболизм липидов в организмах приобретает "человеческие" черты, поскольку он выполняет в организмах ту же

функцию, что и люди в природе. С помощью липидов циклические соединения обретают структуру в форме мицелл и мембран вокруг клеток и клеточных органелл.

Гидрофобные взаимодействия характерны для липидов. Эти взаимодействия основаны на принципе отталкивания, а не на принципе притяжения, который преобладает во всех других связях. Развитие ребенка имеет характерную фазу в возрасте двух лет, которую иногда называют “ужасные два”. В это время малыш учится говорить “нет”, что иногда вызывает раздражение у окружающих! Гидрофобные взаимодействия в типично водной среде организмов приводят к образованию мембран в результате спонтанно протекающей реакции, а мембраны позволяют индивидуализировать формы жизни. Способность сказать “нет” также способствует индивидуализации. Кульминацией “ужасных двух” является способность ребенка говорить “я” самому себе. *Липидный обмен лежит в основе индивидуализации.*

Способность говорить “нет” может быть обнаружена физиологически в том, как развиваются человеческие существа. Они остаются незрелыми дольше, чем любое животное, и сохраняют возможность развиваться на протяжении всей жизни, правда, после достижения 18 лет лишь в культурном, а не в физиологическом плане (см. Verhulst, 1999).

Умение говорить “нет” необходимо для развития свободы действия. Свобода основана на способности сдерживаться и выбирать, а не на способности делать все, что представляется возможным! Участие человека в природе становится все более свободным от её законов. Это создает ситуацию столь же опасную, сколь и обнадеживающую, поскольку это творческое взаимодействие не только является основой нашего культурного развития, но и источником истощения наших природных ресурсов. Развитие свободной индивидуальности приводит к необходимости брать на себя ответственность. Мы можем лучше понять свою ответственность, узнав о согласованности в природе и отношениях между нашим

окружением и нами самими. Именно здесь гетеанистическая наука может стать дополнением к естествознанию.

Литература

Bortoft, H, Goethe's Scientific Consciousness. Institute for Cultural Research, 1986, ISBN 3-7725-1544-4.

Campbell, Mary K, Biochemistry. 3rd edition, Saunders College Publishing, 1999.

Elsas, S, Giftbildung und Eiweisszerfallim Nerven systemals Grundlagevon Wachbewusstsein und Vorstellungstätigkeit. Der Merkurstab 6/1994.

Frisch, K, Medizin und biochemischer Forschung. www.klaus-frisch.de, 1999.

Hildebrandt, Moser and Lehofer, Chronobiologie und Chronomedizin. Hippocrates Verlag GmbH, Stuttgart, 1998, ISBN 3-7773-1302-5.

Linder, M.C, Nutritional Biochemistry and Metabolism - with clinical applications. 2ndedition, Appleton and Lange, 1997.

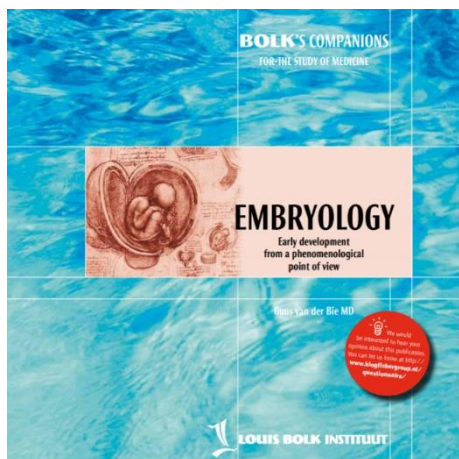
Verhulst, J, Der Erstgeborene. Verlag Freies Geistesleben, 1999, ISBN 3-7725-1557-6

Stryer, L, Biochemistry. 4th edition, Freeman and Company, New York, 1999.

Wolff, O, Biochemie. Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart, 1999, ISBN 3-7725-1734-X.

Серия пособий по изучению медицины Института Луи Болка

Другие издания:



Эмбриология.

Раннее эмбриональное развитие с феноменологической точки зрения

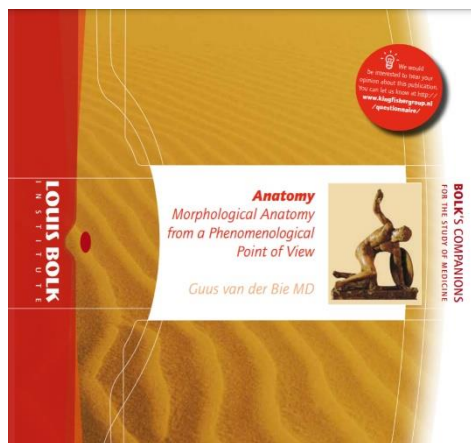
Гуус ван дер Би, доктор медицины.

Можем ли мы дать научное обоснование нашему ощущению, что люди обладают уникальными, свойственными только им, чертами? Не являются ли человеческий разум и организм ни чем иным, как еще одной разновидностью животной жизни? Можем ли мы найти такие ответы на вопросы, которые удовлетворят и голову, и сердце?

Ответы на эти вопросы определяются тем, что мы используем современный научный метод для изучения биологических фактов и феноменологический метод для более глубокого понимания смысла этих фактов.

Раннее эмбриональное развитие может показать нам уникальные и характерные качества человеческого существа.

Результатом является, например, возможность понять связь между сознанием, психологией, поведением и формой тела

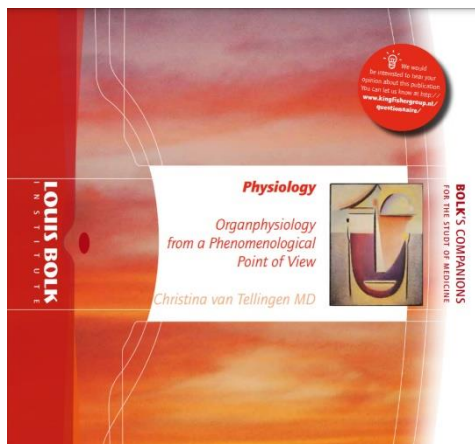


Человеческая морфология может быть понята как выражение уникальных специфических качеств человеческого существа. Это открывает новые возможности для понимания взаимосвязи между сознанием, психологией, поведением и морфологическими аспектами тела.

Анатомия

Морфологическая Анатомия с феноменологической точки зрения

Можем ли мы дать научное обоснование нашему ощущению, что люди обладают уникальными, свойственными только им, чертами? Являются ли человеческий разум и организм не чем иным, как еще одной разновидностью животной жизни? Можем ли мы найти такие ответы на вопросы, которые удовлетворят и голову, и сердце? Ответ на эти вопросы определяется тем, что мы используем современный научный метод для изучения биологических фактов и феноменологический метод для более глубокого понимания смысла этих фактов.



Физиология

Органофизиология с феноменологической точки зрения

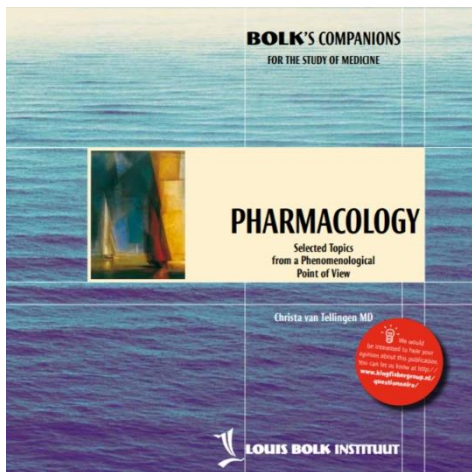
Христина ван Теллинген, доктор медицины.

Может ли физиология дать больше сведений о живом человеческом организме, чем кажется на первый взгляд? У всех ли органов одинаковый уровень активности? Является ли жизнь органов уникальной для организмов и ограничивается ли она лишь биологической активностью? Можем ли мы найти научную основу для исследования согласованности между системами органов?

Развивая современный научный метод с помощью феноменологической точки зрения,

мы можем найти смысл в отдельных фактах и понять их как выражение самой сути жизни. Феноменологический метод делает отношение между органами видимым и понятным. Он подходит к научным фактам с точки зрения их связности и может таким образом дать совершенно новые идеи.

Возникает понимание взаимосвязей между биологическими процессами, сознанием и природой.



соединений на человеческое сознание?

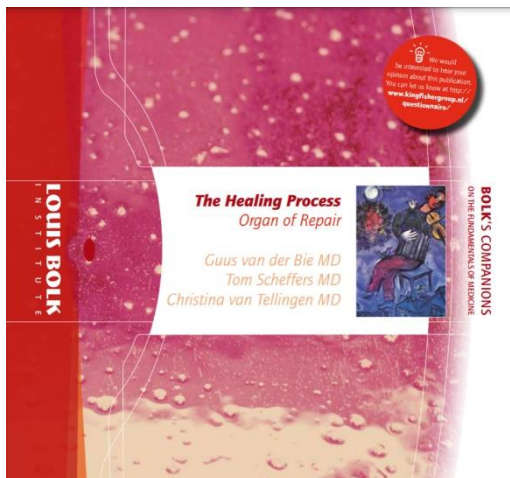
Мы можем расширить круг ответов на эти вопросы, используя комбинацию современного научного метода и феноменологического метода. Данная книга освещает известные факты об активности соединений в организме и дает возможность определить их значение.

Фармакология

Избранные темы с феноменологической точки зрения

Христина ван Теллинген, доктор медицины

Фармакология дает нам представление о том, как изменяются органические процессы при введении в организм чужеродных соединений. Фармакология - это изменяющаяся дисциплина, зависящая от потребностей и знаний конкретного времени. Можем ли мы найти внутреннюю согласованность в многообразии способов воздействия химических соединений на организм? На чем должна основываться такая структура? Как мы можем понять влияние большинства



деталей, включенных в описания этого процесса.

Феноменологический метод – системный, и позволяет исследовать физиологические и патологические процессы в рамках самих процессов. Это приводит к возможности охарактеризовать фазы процесса заживления ран. В результате этого возникли новые представления о происхождении здоровья и болезней, которые также могут послужить основой для медицинской практики.

Процесс исцеления

Орган восстановления

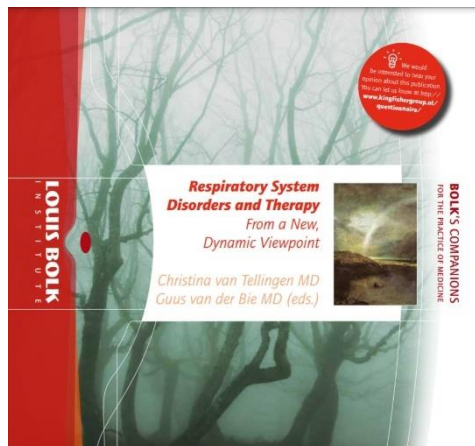
Гуус ван дер Би, доктор медицины

Том Шеффер, доктор медицины

Христина ван Теллинген, доктор медицины

После завершения серии брошюр для изучения медицины этот модуль о процессе исцеления начинает новую серию изданий института Луи Болка, посвященную практической медицине.

В этой брошюре мы исследуем сам процесс исцеления. Оказалось, что существует огромный объем научной литературы по этому вопросу. Легко потеряться в бесчисленных



Дыхательная система

Респираторные заболевания и их терапия с новой, динамической точки зрения

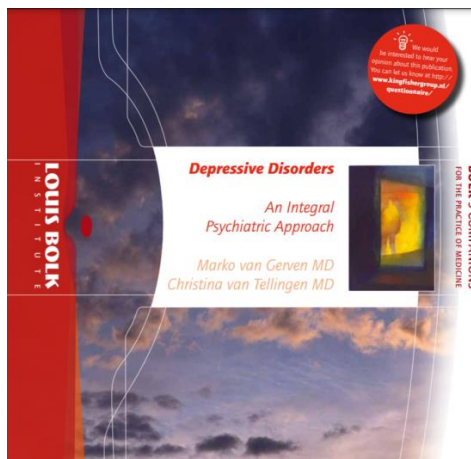
Христина ван Теллинген, доктор медицины

Гуус ван дер Би, доктор медицины

В этом издании в качестве материала для исследования болезней дыхательных путей используется опыт ведения трех наших пациентов с астмой и пневмонией. Почти у всех нас есть некоторый опыт работы с респираторными заболеваниями, учитывая, что ОРВИ, синуситы и бронхиты очень распространены. Большинство врачей знакомы с пациентами с астмой и пневмонией по собственному опыту и

легко узнают описания случаев, которые мы предоставляем.

Опыт работы с этими пациентами приводит нас к пониманию заболеваний дыхательных путей, которое в конечном итоге дает более широкий взгляд на новые идеи и инновационные пути лечения респираторных заболеваний в целом. Наши исследования показали, какую роль в здоровом респираторном тракте и в лечении его заболеваний играет ритм. О нем в особенности сказано в заключительных главах этого издания.



Депрессивные расстройства

Интегральный психиатрический подход

Марко ван Гервен, доктор медицины

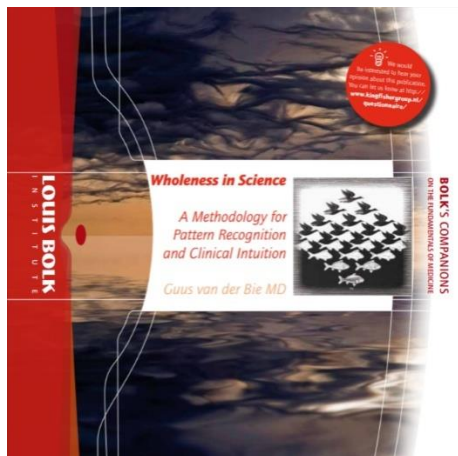
Христина ван Теллинген, доктор медицины

Лечение депрессивных расстройств все чаще оказывается под пристальным вниманием общественности.

Мы классифицировали факторы риска возникновения депрессивных расстройств в соответствии с научным методом, применяемым в естественнонаучной медицине и феноменологии. Возникшая в результате этого система, упорядоченная на четырех биологических уровнях, помогает прояснить причины

расстройств. Вместе с историей развития заболевания это может помочь в подборе индивидуализированного лечения, адаптированного к конкретной ситуации пациента. Лечение направлено на восстановление сил, недостаточных для самоисцеления.

Это издание представляет рабочую модель, основанную на этом методологическом подходе, а также различные истории болезни, чтобы проиллюстрировать, как применение этой модели может помочь в диагностике и лечении на практике. Добавлены таблицы, упорядочивающие хорошо изученные регулярные и интегральные методы лечения в соответствии с четырьмя биологическими уровнями.



Целостность в науке

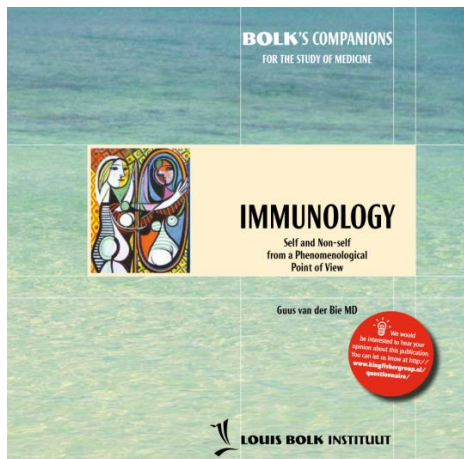
Методология распознавания образов и развития клинической интуиции

Гуус ван дер Би, доктор медицины

Как вы развиваете свою клиническую интуицию? Как врачи получают практические знания о болезнях? Вышеуказанные вопросы жизненно важны для медицины. Болезни не

просто связаны с частичным дефектом, они отражают жизнь пациента. На примере болезни Пфайффера автор показывает, что опытные врачи воспринимают болезни как целостные образы, которые они могут применить к индивидуальной ситуации пациента. Их клиническая интуиция является формой распознавания образов, а распознавание образов поддерживает способность распознавать интегрированное целое.

Практические упражнения из этого издания позволяют читателям тренировать и расширять свои способности распознавания образов с помощью методологии Гете. Клиническая интуиция, как эмпирическое знание, является навыком, который можно активно развивать.



Иммунология

Иммунологические Я и не-Я с феноменологической точки зрения

Гус ван дер Би, доктор медицины.

Зачем писать новую брошюру по иммунологии, когда уже есть так много превосходных текстов на эту тему?

Это издание затрагивает такие вопросы: почему иммунная система функционирует как один орган? Что координирует иммунологические функции?

В издании делается попытка выработать точку зрения для ответа на эти вопросы. При использовании феноменологического подхода фактическое знание, полученное с помощью редукционизма, помещается в более широкую перспективу. Понимание, представленное в этой брошюре, вытекает из наблюдения за живыми организмами с помощью феноменологического метода, который был введен Гёте. Оно также включает в себя понимание целостной концепции, лежащей в основе иммунной системы. Более того, организм в целом можно рассматривать как выражение той же самой концепции.

Биохимия

Биохимия предлагает вам взглянуть на постоянные изменения, протекающие внутри человеческого организма. Но можем ли мы рассматривать (меняющийся) организм в целом, пока изучаем детали? Как мы можем воспринимать многочисленные процессы в качестве прототипических аспектов уникального организма? Существует ли прямое отношение между биохимическими процессами в одном организме и процессами в природе в целом? Ответ на эти вопросы может быть расширен при помощи комбинаций современных научных методов и феноменологического метода, который был разработан специально для того, чтобы изучать взаимосвязь процессов внутри живого организма. Современный научный метод используется для того, чтобы рассматривать биологические факты. Феноменологический подход помогает нам находить в фактах смысл.

В результате мы получаем новый взгляд на взаимоотношения между биологическими процессами, сознанием, психологией и поведением.