

На стыке наук: биоэнергетика

Биоэнергетика — раздел биохимии, предметом изучения которого являются энергетические процессы, протекающие в живых организмах. На сегодняшний день ученым из разных стран удалось создать стройную теорию энергетических процессов, происходящих в клетке, столь необходимую и для понимания функционирования любого живого организма, и для получения возможности осуществления соответствующей коррекции при различных патологиях

ИСТОРИЯ ТЕРМИНА

Биоэнергетика как раздел биохимии, изучающий механизмы трансформации и запасаения энергии в живых системах, сформировалась на стыке биофизики, биохимии, молекулярной биологии и физиологии клетки.

Началом биоэнергетики как таковой можно считать работы немецкого врача Роберта Майера, установившего в 1845 г. основные принципы закона сохранения энергии для неорганических явлений.



Альберт Сцент-Дьердьи

Узаконен этот термин был лишь в 1968 г. на симпозиуме по биохимии, состоявшемся в итальянском городке Полиньяно на берегу Адриатического моря, где ученые решили, что науку, изучающую энергообеспечение живых существ, следует назвать «биоэнергетика». Само это слово вошло в обиход с легкой руки Альберта Сцент-Дьердьи — венгерского биохимика, лауреата Нобелевской премии, который прославился тем, что впервые выделил аскорбиновую кислоту из растительных

и животных тканей. В 1956 г. он опубликовал небольшую книжку под названием «Биоэнергетика», в которой было множество увлекательных мыслей и гипотез, но испытание временем выдержало лишь слово, вынесенное автором на обложку.

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ

В 30-е гг. XX в. российские биохимики В. Энгельгардт и В. Белицер показали, что накопление полезной энергии в клетке является результатом двух реакций. При первой вещества, содержащиеся в пище, окисляются, выделяя энергию. Одновременно с этим происходит синтез аденозинтрифосфорной кислоты, при котором осуществляется поглощение энергии. Полученный аденозинтрифосфат (АТФ) обладает замечательным свойством: он легко переносится в организме и выделяет энергию там, где это необходимо. АТФ решает энергетические проблемы организма, связанные как с переносом, так и с аккумуляцией энергии.

В 1949 г. американский биохимик А. Ленинджер связал эти результаты с данными цитологии. Он показал, что окислительное фосфорилирование осуществляется в митохондриях, клеточных органеллах удлинённой формы, которые отделены мем-

браной от клеточной плазмы. В начале 60-х гг. прошлого столетия стало ясно, что на внутренней стороне митохондриальной мембраны находятся дыхательные ферменты. В это время сотрудник кафедры зоологии Эдинбургского университета П. Митчелл опубликовал в журнале Nature небольшую статью, в которой высказал свои соображения о значении мембран для рассмотренных биохимических реакций. Вскоре после этого он ушел из университета, чтобы начать самостоятельные исследования.

НАГРАДА ЗА УПОРСТВО

В 1966 г. П. Митчелл, руководя собственной лабораторией, в штате которой числился всего один сотрудник, вновь обратился к фундаментальным исследованиям. Обнаружив, что на опубликованную им в 1961 г. статью никто не обратил внимания, он решил изложить свои взгляды подробно и написал книгу. В ней он развивал теорию, согласно которой химическая энергия, выделяющаяся при окислении в митохондриях, сначала превращается в электрическую энергию, создающую мембранный потенциал. Затем электрическая энергия вновь превращается в химическую, на этот раз в форме АТФ. Эти представления были сформулированы в так называемой хемиосмотической теории окислительного фосфорилирования.

Во второй половине XX в. биоэнергетика получила широкое развитие. Сначала в некоторых биологических центрах мира появились лаборатории и отделы биоэнергетики, затем (с конца 60-х гг.) начали издаваться журналы и сборники, проводиться симпозиумы и конференции под этим названием



К сожалению, ни один издатель не взялся напечатать книгу П. Митчелла. Тогда ученый сам размножил рукопись и разослал ее биохимикам всего мира. В ответ со всех сторон посыпалась ожесточенная критика. Время, однако, работало на П. Митчелла. Детальные исследования, проведенные самыми различными методами, позволили раскрыть тонкую структуру митохондриальной мембраны и подтвердили, что в ней находится цепь ферментов — переносчиков электронов. В других экспериментах были непосредственно измерены разность потенциалов на внешней и внутренней стенках мембраны и проходящий через нее ток. Оригинальная идея Митчелла подтвердилась.

Решающую роль в признании гипотезы П. Митчелла сыграли работы проф. Московского государственного университета В.П. Скулачева, который открыл процесс преобразования химической энергии в электрическую на внутренних мембранах митохондрий. Этим было продемонстрировано значение электрического мембранного потенциала как фактора, сопрягающего процессы освобождения и аккумуляции энергии в клетке.

Таким образом, П. Митчелл заставил биохимиков мыслить по-новому: стало понятно, что недостаточно знать только последовательность биохимических реакций — необходимо исследовать и их пространственную организацию. За свою хемисмотическую теорию, которая вывела биоэнергетику на новый рубеж, П. Митчелл был удостоен в 1978 г. Нобелевской премии.

ПОПУЛЯРНОЕ НАУЧНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ

Во второй половине XX в. биоэнергетика получила широкое развитие. Сначала в некоторых биологических центрах мира появились лаборатории и отделы биоэнергетики, затем (с конца 60-х гг.) начали издаваться журналы и сборники, проводиться симпозиумы и конференции под этим названием. Ныне биоэнергетика — одно из популярных

ОСТОРОЖНО, ДВОЙНИКИ!

Следует отметить, что биоэнергетикой ныне именуют не только раздел биохимии, изучающий энергетические процессы в клетке. Такое же название получила отрасль энергетики, основанная на использовании биотоплива. Наконец, гораздо позже этот термин совершенно необоснованно, а в принципе, и незаконно, начали применять для объяснения различных паранормальных явлений, необычных способностей экстрасенсов, магов и йогов, в различных религиозных культурах и т.д., что ничего общего с наукой не имеет

научных направлений со своим кругом идей, объектов и методов, своими лидерами и соперничающими школами, словом, интернациональный организм, живущий и развивающийся по собственным законам. Биоэнергетика рассматривает энергетические процессы в живых организмах с позиции термодинамики открытых систем.

Важнейшими достижениями биоэнергетики можно считать: открытие единообразия энергетических процессов и общность веществ, аккумулирующих энергию во всех формах жизни; установление роли сопрягающих мембран митохондрий и хлоропластов в трансформации энергии окисления и световой энергии в химическую энергию макроэргических связей АТФ.

БИОЭНЕРГЕТИКА И ЛЕКАРСТВА

А может ли дать эта наука что-либо для практики, в частности для медицины? Может, и очень многое. Сначала биоэнергетики смогли точно сказать, как действуют большинство лекарств. Так, например, грамицидин нарушает изолирующий барьер мембран. В этом действии он неразборчив: что бактерия, что клетка большого — все равно. Поэтому грамицидин можно применять как полоскание, но не вовнутрь. Другое дело — левомицетин. Он блокирует синтез белка в бактериях и в наших митохондриях, но не влияет на этот процесс в цитоплазме клетки человека. Левомицетин не столь опасен, как грамицидин, и если все же вызывает побочные эффекты, то их причину следует искать, прежде всего, в нарушении энергетики митохондрий.

Можно взять для примера и фенилин, антикоагулянт, предотвращающий тромбозы, который является довольно сильным



разобшителем-протонофором. При его передозировке существует опасность превратить в тепло всю энергию дыхания.

Благодаря биоэнергетике также стало известно, что амитал, барбамил и другие снотворные-барбитураты бло-

кируют дыхание в митохондриях на уровне первого протонного генератора дыхательной цепи. Есть вещества, введение которых приводит к образованию нового пути переноса электронов в обход поврежденного участка цепи. Так действует, например, витамин K_3 . А такой субстрат дыхания, как янтарная кислота, подключается к дыхательной цепи после звена, атакованного амиталом.

Прошло время, и на фармацевтическом рынке появился натрия аденозинтрифосфат — новое лекарство, стимулирующее энергетический обмен. Сначала его относительно широко применяли при хронической коронарной недостаточности. В настоящее время — в комплексной терапии мышечной дистрофии и атрофии, спазмах периферических сосудов.

Поиск новых препаратов не прекращается. Так, например, крупнейший специалист в области биоэнергетики академик РАН В.П. Скулачев, о котором уже упоминалось выше, заявил в СМИ о том, что обнаружил антиоксидант, способный останавливать постепенное — обусловленное старением — ухудшение здоровья людей. Он считает, что года через два сможет понять секрет старения и предложить человечеству принципиально новое лекарство. Ну что ж, как говорят, поживем — увидим. А пока можно констатировать, что биоэнергетика является одной из тех наук, которые стремительно развиваются, и, следовательно, вероятность прорыва здесь довольно велика, а это в случае успеха приведет к новым открытиям и изобретениям в медицине.

Подготовил Руслан Примак,
канд. хим. наук