**Биологические ритмы**

Биологические ритмы — фундаментальное свойство органического мира, обеспечивает его способность адаптации и выживания в циклически меняющихся условиях внешней среды. Проблемы, которые решает биоритмология, важны для познания жизни как особой формы движения материи во времени и имеют существенной значение для теоретической и практической медицины. Поскольку в биоритмологическом аспекте здоровье представляет собой оптимальное соотношение взаимосвязанных ритмов физиологических функций организма и их соответствие закономерным колебаниям условий среды обитания, анализ изменений этих ритмов и их рассогласования помогает глубже понять механизмы возникновения и развития патологических процессов, улучшить раннюю диагностику болезней и определить наиболее целесообразные временные схемы терапевтических мероприятий.

Поскольку практически все показатели жизнедеятельности (биохимические, физиологические и поведенческие) обнаруживают ритмичность, и прежде всего циркадианные околосуточные ритмы, встает вопрос о том, как изменяются в онтогенезе временная организация различных функций и состояний организма и не могут ли эти изменения послужить критериями возрастных этапов? Нельзя ли посредством анализа ритмической организации биологических процессов на разных этапах онтогенеза подойти к изучению таких централизованных понятий биологии, как гомеостаз и адаптация.

Эндогенная природа биологических ритмов, в частности суточных, убедительно показана и признается сегодня большинством исследователей. Однако между живой системой и окружающей средой изменяются сложные взаимосвязи. Они проявляются прежде всего в роли внешних периодичностей в качестве датчиков времени то есть в установлении соответствующих фазовых и частотных соотношений функций организма с окружающей средой. В зависимости от условий обитания такую роль могут выполнять разные экзогенные факторы. Это особенно важно в отношении онтогенетического развития организма когда только устанавливается временная организация функций. Какова значимость внешних периодичностей для нормального развития? Есть ли для циркадианной системы феномен имкринтинга? Можно ли путем повышения затягивающей силы датчиков времени или с помощью дополнительного датчика поддержать временную упорядоченность старческого организма? Эти и другие вопросы представляют чрезвычайно большой теоретический и практический интерес.

В последнее время биосистемы интенсивно исследуются с позиций теории надежности.

Интерес к познанию особенностей временной организации биосистем в онтогенезе возрастает в связи с необходимостью решения вопроса о том, что же является определяющим в онтогенезе — изменение физиологического состояния с возрастом, которое приводит к изменению временной организации, или, напротив, изменение иерархической структуры временной организации, которое изменяет функциональное состояние организма.

Практическое знание хронологического изучения онтогенеза состоит в поиске путей оптимизации нормального развития и поддержания циркадианной системы в старости. Такие исследования помогут установить нормативы для разных этапов пре- и постнатального развития, лучше решать вопросы разграничения нормы от патологии, диагностики и терапии, профотбора и другие. Но изучая развитие циркадианной системы, надо учитывать помимо самих циркадианных ритмов и ультрадианные, и инфрадианные составляющие, не забывая при этом, что все эти ритмы лишь отражают деятельность этой системы, которая включает в себя, помимо осцилляторов, рецепторы внешних сигналов и соответствующие пути между самими осцилляторами и рецепторами.

Только через познание специфики хронологической структуры на отдельных этапах онтогенеза возможен выход в медицину, на изучение биоритмов индивидуумов, то есть сознание хрономедицины.

Становление суточной ритмики у растущих организмов.

Суточные ритмы являются эндогенными, генетически запрограммированными. Это неоднократно доказывалось прямыми и косвенными методами.

Уже в 1932г Э. Бюннинг описал гибрид фасоли, отличающийся по длине периода циркадианного ритма.

Особенно интенсивно велись исследования на дрозофиле. Были найдены несколько генов, связанных с циркадианным ритмом, наиболее интересным из которых представляется так называемый период-ген, который был выделен и клонирован. Последовательности, подобные период-гену дрозофилы, найдены в генетическом материале, кур, мышей и человека, а также растений. О врожденном характере циркадианных ритмов свидетельствуют также опыты, в которых животные развивались в постоянных условиях, то есть при отсутствии внешних датчиков времени наиболее убедительны результаты, полученные на птицах. На 19-й день инкубации в генатоцитах куриного эмбриона показано становление суточного ритма содержания гликогена, тканевого дыхания, некоторых цитометрических и кариометрических показателей. У ящериц, проходивших эмбриональное и постэмбриональное развитие в условиях исключения датчиков времени, появлялся циркадианный ритм двигательной активности.

Сроки появления суточных ритмов отличаются в зависимости от вида животных и от изучаемой функции. Становление циркадианных биоритмов в онтогенезе, вероятно, прежде всего связанно с содержанием морфофункциональной организации соответствующей системы органа. Так, у 19-дневных куриных эмбрионов некоторые показатели печени (например, гликоген, РНК) проявляют суточные колебания, тогда как ритмы этих же параметров у мышей и крыс возникают к 3-недельному постнатальному возрасту. Это, в частности, можно объяснить разной степенью зрелости организмов сразу после рождения: если вылупившийся из яйца цыпленок готов к самостоятельной жизни, то мышонок или крысенок — беспомощные, слепые существа, неспособные после появления на свет к самостоятельной жизни без матери. Если сравнивать разные функции, то становление суточных ритмов, очевидно, зависит от созревания соответствующего органа. На это указывают и многочисленные данные на людях.

Это, однако, не значит, что эндогенные периодичности могут ускорить или замедлить становление циркадианного ритма.

Становление в онтогенезе фазовых соотношений биопроцессов.

В процессе онтогенеза происходит не только становление и развитие циркадианных ритмов, но и развитие циркадианной архитектоники биоритмов, становлений фазовых соотношений в определенный циркадианный ансамбль.

Уже у новорожденных установлен циркадианный ритм температуры тела, акрофазы которого, однако, сильно различаются. К 4-й неделе происходит процесс синхронизации. Это говорит о том, что суточные ритмы возникают раньше, чем происходит их захватывание внешними периодическими процессами. Предпосылкой для этого является созревание соответствующих механизмов, включающих в себя рецепторы внешних датчиков времени и проводящие пути. Так, акрофазы циркадианных ритмов у грудных детей отличаются от таковых у взрослых организмов.

В течение постнатального онтогенеза может происходить и смена датчиков времени. Очень интересны в этом отношении исследования суточного ритма двигательной активности крыс. Показано, что двигательная активность крысят преобладает в ночное время суток. При искусственном же кормлении через зонд формирование суточного ритма двигательной активности задерживается до перехода на самостоятельное питание.

Функциональная асинхронность на ранних этапах онтогенеза установлена не только между ритмами разных органов, но и в рамках одного и того же органа. Т. Хельбрюгге показал, что у детей ритм выделения мочи, характеризующий деятельность клубочков почек, развивается уже с 2-3 недели, тогда как ритм выделения калия и натрия с мочой, отражающий функцию канальцев, наблюдается только с 3-го месяца постнатальной жизни.

Отличия во времени становления суточного ритма между отдельными функциями у детей Т. Хельбрюгге назвал "физиологической дисхронией", тем самым подчеркивая, что здесь имеет место не какое-то патологическое состояние, а норма, соответствующая возрасту.

Из всего выше сказанного следует, что при развитии циркадианной системы соблюдается определенная последовательность. В первую очередь на основе созревания соответствующих органов и функций формируется сам суточный ритм. В дальнейшем возникает возможность восприятия внешних датчиков, на основе чего устанавливается соответствующие фазовые отношения с окружающей средой; этот процесс может повторяться в связи с изменением значимости эндогенных факторов.

Завершающим этапом является создание внутренних связей между отдельными функциями и осцилляторами.

Таким образом, в течении онтогенетического развития повышается как экзогенная (адаптация к биотическим и абиотическим периодичностям среды), так и эндогенная (внутри- и межсистемная координация функций) упорядоченность циркадианной системы. Выражением этого является и повышение амплитуд большинства суточных ритмов.

Итак, сроки проявления циркадианных ритмов прежде всего зависят от достигнутой степени зрелости. Имеющиеся факты позволяют сделать заключение, что становление циркадианной временной системы идет по определенной генетической программе.

Биоритмы в зрелом и старческом возрасте.

Развитие циркадианного ритма биологических процессов в онтогенезе есть результат реализации наследственной информации, то есть генотипа на определенном этапе индивидуальной жизни, поскольку ритм — это признак. Известно, что не все признаки формируются сразу при рождении. В частности, суточная ритмичность процесса жизнедеятельности, необходима для зрелого организма, а не в момент рождения. И. И. Шмальгаузен указывал, что наибольшей сложности и вместе с тем наибольшей целостности организм достигает в зрелой фазе своего развития.

Максимальная надежность биосистем в зрелом возрасте обусловлена специфической хронобиологичностью организации и прежде всего максимальной величиной циркадианных амплитуд. В зрелом возрасте в течении довольно длительного времени сохраняется относительная стабильность амплитуд, спектрального состава и акрофаз циркадианных ритмов.

В процессе старения организмов их хроноструктура изменяется. Для человека и для животных отмечено не только снижение амплитуд биоритмов в процессе старения, но также смещение спектрального состава в сторону ультрадианных составляющих и изменения акрофаз.

На основе литературных данных, а также теоретических соображений можно полагать, что распад циркадианной системы протекает в обратной последовательности по сравнению с ее становлением. В первую очередь по-видимому, ухудшается внутренняя и внешняя координация функций, что может найти выражение в сдвиге акрофаз. Смещение акрофаз биоритмов в старости для различных функциональных систем и биопроцессов может существенно отличаться. Вследствие этого меняются и внутренние, и внешние фазовые соотношения, что приводит к полной десинхронизации ритмов сна и бодрствования, а также температуры тела.

В процессе старения постоянно ухудшаются приспособительные возможности. Полная же потеря адаптированной способности приводит к гибели. На примере суточного ритма двигательной активности мышей показано, что за 1-2 недели до смерти наблюдается полное рассогласование с внешним датчиком времени.

Акрофаза двигательной активности смещается в середину светового периода в связи с сокращением периода двигательной активности до 22-23 часов.

Полный распад суточного ритма наблюдается только за 2-3 дня до смерти. Это подтверждает, что сама ритмичность сохраняется очень долго. Установленный факт еще раз иллюстрирует отмеченное выше положение, что прежде всего исчезает координация различных циркадианных ритмов (те есть внутренних акрофаз) в 24-часовом цикле.

Заключение.

В процессе развития формируется временная организация функций организма. В настоящее время наиболее важным является не констатация феноменологии ритмов, а биологическая оценка значимости особенностей циркадианной временной организации организмов на разных этапах онтогенеза как в норме, так и при патологии. В этом аспекте можно научиться не принимать случайные быстрозатухающие колебания за истинные ритмы, присущие биосистеме на данном этапе онтогенеза.

Известно, что жизнеспособность с точки зрения возрастной физиологии — это диапазон адаптационных возможностей организма, то есть двойная амплитуда биоритмов.

Основное значение в оценке жизнеспособности принадлежит именно циркадианной амплитуде биопроцессов на различных уровнях организации живых систем (от клеточного до организменного). Следует согласиться с тем, что "24-часовая периодичность — это поистине единство нашей естественной хронологии".

В свете изложенного выше старение — это смена негэнтропийной тенденции развития на энтропийную , в этот период тормозится способность возвращаться к исходному состоянию, идет сужение границ развития, физиологического стресса, надежность организма уменьшается.

Необратимый онтогенетический процесс идет в период роста и в так называемом стационарном состоянии, то есть во взрослом (зрелом) возрасте, не со знаком минус, а со знаком плюс. Таким образом, преобладают негэнтропийные процессы.

Встает фундаментальный вопрос — когда же кончается стационарный период зрелого возраста и начинается старческий?

Ответ на этот вопрос открывает перспективу определения биологического возраста и его маркеров, а в методологическом плане продвигает нас к познанию биологического времени.

Проблема биологического возраста — важнейшая в современной возрастной физиологии в целом и в геронтологии в частности — остается до сих пор нерешенной. Определение биологического возраста важно прежде всего для выявления точки отсчета, от которой можно количественно оценивать действительный физиологический возраст.

Пространственно-временная организация процессов биосистемы развивается в онтогенезе, достигая в зрелом (стационарном) возрасте оптимума адаптивности, максимума надежности и упорядоченности, минимума энтропии.

Таким образом, в это период онтогенеза достигается совершенствование циркадианной временной организации, а циркадианные ритмы — ведущее звено в целостной ритмической системе организма, которое играет роль общего начала, объединяющего все фрагменты организма в единое целое. По мнению многих авторов, хронологическим маркером старения, критерием биологического возраста является начало изменения циркадианной хроноструктуры зрелого возраста, которое должно проявиться в уменьшении амплитуд биопроцессов, изменении конфигурации акрофаз, усилении спектра ультрадианных составляющих в ритмической структуре биосистемы.