

Лекция 1.14. Адаптация

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РИТМЫ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА И ЕГО АДАПТАЦИИ К
ЭКСТРЕМАЛЬНЫМ УСЛОВИЯМ.

- Биологическим ритмом (биоритмом) называется регулярное самоподдерживающееся и в известной мере автономное чередование во времени различных биологических процессов, явлений, состояний организма. Время, необходимое для завершения одного полного цикла ритмического процесса, называется его периодом, число циклов, совершающихся в единицу времени, — частотой ритма. Акрофаза, т. е. фаза, в которой отмечается максимальное значение ритмически колеблющейся величины, может быть выражена в раз-ной мере и повторяться с разной периодичностью.
- Ритмичность биологических процессов — неотъемлемое свойство живой материи. Живые организмы в течение многих миллионов лет живут в условиях ритмических изменений геофизических параметров среды. Биоритмы — это эволюционно закрепленная форма адаптации, определяющая выживаемость организмов путем приспособления их к ритмически меняющимся условиям среды обитания. Закрепленность этих биоритмов обеспечила опережающий характер изменения функций, т. е. функции начинают меняться еще до того, как произойдут соответствующие изменения в окружающей среде. Опережающий характер изменений функций имеет глубокий адаптационный смысл и значение, предупреждая напряженность перестройки функций организма под влиянием уже действующих на него факторов.
- Классификация биоритмов. Различают несколько классов ритмов разной частоты. По классификации хронобиолога Ф. Халберга, ритмические процессы в организме делятся на три группы. К первой относятся ритмы высокой частоты с периодом до 1/2 ч. Ритмы средней частоты имеют период от 1/2 ч до 6 сут. Третью группу составляют ритмы с периодом от 6 сут до 1 года (не-дельный, лунный, сезонный, годичный ритмы).
- Выраженность и наибольшая изученность околосуточных биоритмов среди ритмов средней частоты взяты за «точку отсчета» и потому распространено их деление на околосуточные — циркадианные, или циркадные (circa — около, dies — день, лат.); ритмы с периодом более суток — инфрадианные (infra — меньше, лат., т. е. цикл повторяется меньше одного раза в сутки); ритмы с периодом меньше суток — ультрадианные (ultra — сверх, лат., т. е. частота больше одного раза в сутки). Существуют и другие, более детальные классификации биоритмов.
- Примерами физиологических процессов, протекающих в циркадном ритме, являются чередование сна и бодрствования, суточные изменения температуры тела, работоспособности, мочеобразования, артериального давления и др. Инфрадианные биоритмы также многочисленны, например менструальный цикл у женщин, зимняя спячка у некоторых животных и др. Примерами ультрадианных ритмов являются фазы нормального сна, периодическая деятельность пищеварительного тракта, ритмы дыхания и сердечной деятельности и др.
- Циркадианные ритмы у человека. Все или почти все виды деятельности человека связаны с временем суток, циклом бодрствование — сон.
- Температура тела на протяжении суток изменяется на 0,6—1,0°C и не зависит от того, спит или бодрствует человек. Температура тела зависит от активности человека и влияет на продолжительность сна. В наблюдениях в условиях длительной изоляции человека (проживание в пещере) со свободно-текущими ритмами отмечено, что если засыпание совпадает с минимальной температурой тела, то сон длится 8 ч; если человек засыпал при относительно высокой температуре тела, то длительность сна могла достигать 14 ч. В нормальных условиях люди с нормальным 24-часовым циклом бодрствование — сон обычно засыпают с понижением и просыпаются с подъемом температуры тела, не замечая этого. Суточный ритм температуры тела является очень прочным стереотипом, закрепленным в эволюционном развитии сменой дня и ночи, с характерными для них разной освещенностью, температурой окружающей среды, движением воздуха, геомагнитным воздействием и наконец раз-личной активностью человека, который со времени существования вида *Homo sapiens* имел высокую активность в дневное время суток. Этим можно объяснить то, что со временем суток связана интенсивность основного обмена — он выше днем, чем ночью.

- От времени суток зависят интенсивность мочеобразования и концентрация в крови регулирующих этот процесс гормонов. У здорового человека на дневное время приходится акрофаза экскреции воды, электролитов, продуктов азотистого обмена; на ночное время — экскреция аммиака и H^+ . Клубочковая фильтрация днем выше, чем ночью, канальцевая реабсорбция воды выше ночью, чем днем. Акрофазы экскреции различных компонентов мочи несинхронны.
- Не менее выражена циркадианная ритмичность деятельности сердечно-сосудистой системы. В ночное время снижаются частота сердечного ритма, артериальное и венозное давление.
- В деятельности органов дыхания также выражены циркадианные изменения частоты и глубины дыхания, легочной вентиляции, объемов и емкостей легких с акрофазой в дневное время. При этом акрофазы сопротивления воз-душному потоку в бронхах утром и вечером, а растяжимости легких наблюдают в 9 и 13 ч.
- Характерные изменения претерпевает система крови: кроветворение в красном костном мозге наиболее интенсивно утром, селезенка и лимфатические узлы наиболее активны в 17— 20 ч. Максимальная концентрация гемо-глобина в крови наблюдается с 11 до 13 ч, минимальная— в ночное время. Циркадианность характерна для числа эритроцитов и лейкоцитов в крови. Минимальная СОЭ отмечается рано утром. С вечера в крови начинает уменьшаться содержание сывороточных белков. Характерную циркадианную динамику имеют содержание электролитов сыворотки крови, скорость свертывания крови. Следовательно, практически для всех показателей крови характерна циркадианная ритмичность.
- Моторная и секреторная деятельность пищеварительного тракта натощак и после стимулирования приемом пищи существенно ниже в ночное, чем в дневное, время. Имеется циркадианная ритмичность резорбтивной активности пищеварительного тракта, пищеварительных и не пищеварительных функций печени.

- Существенны циркадианные колебания концентрации гормонов в крови. Акрофаза для кортизола и пролактина приходится на 6 ч утра. В это время отмечается минимальная концентрация тиреотропного гормона. Акрофаза для инсулина отмечается около полудня, для ренина и самототропного гормона — в ночные часы, тестостерона — в ночные и утренние часы. Важно, что цирка-дианность характерна не только для секреции гормонов, но и реактивности к ним различных клеток и тканей.
- Наличие циркадианной функциональной активности различных физиологических систем и органов рассматривается как один из диагностических критериев состояния здоровья, а нарушение циркадианной ритмичности в форме ее отсутствия или искажения — как показатель предпатологии и патологии.
- Умственное и физическое утомление существенно изменяет ритмичность физиологических процессов. Это явление десинхроноза рассматривается как обязательный компонент стресса.
- Специалисты, занимающиеся физиологией труда, считают, что максимальная работоспособность (и соответственно активность) существует в два временных периода: с 10 до 12 и с 16 до 18 ч, в 14 ч отмечен спад работоспособности, есть он и в вечернее время. Однако у большой группы людей (50 %) повышена работоспособность в утреннее время («жаворонки») или в вечернее и ночное время («совы»). Считается, что «жаворонков» больше в среде рабочих и служащих, а «сов» — среди представителей творческих профессий. Есть мнение, что «жаворонки» и «совы» формируются в результате многолетнего, предпочтительно утреннего или вечернего, бдения. Во всяком случае эти особенности следует учитывать при индивидуализации режима труда, отдыха, приема пищи, что может повысить функциональную результативность.
- В естественных условиях ритм физиологической активности человека синхронизирован с его социальной активностью, обычно высокой днем и низ-кой ночью. При перемещениях человека через временные пояса (особенно быстро на самолете через несколько временных поясов) наблюдается десинхронизация функций. Это проявляется в усталости, раздражительности, рас-стройстве сна, умственной и физической угнетенности; иногда наблюдаются расстройства пищеварения, изменения артериального давления. Эти ощущения и функциональные нарушения возникают в результате десинхронизации циркадианных закрепленных ритмов физиологических процессов с измененным временем световых суток (астрономических) и социальной активности в новом месте пребывания человека. Человек, покидая место своего постоянно-го или длительного жительства, как бы несет с собой на новое место ритм родных, прежних мест.

- Через некоторое время эти ритмы согласуются, но для разных направлений перемещения человека и разных функций это время будет неодинаковым. При перелетах в западном направлении биологические часы отстают по отношению к 24-часовому солнечному циклу, и для приспособления к распорядку дня в новом месте должна произойти фазовая задержка биологических часов. При перелете в восточном направлении происходит их ускорение. Организму легче осуществить фазовую задержку, чем ускорение, поэтому после перелетов в западном направлении ритмы синхронизируются быстрее, чем при перелете в обратном направлении. Люди имеют существенные индивиду-альные различия в скорости синхронизации ритмов при перемещениях. Скорость синхронизации прямо зависит от того, как скоро прилетевший на новое место человек включится в активную деятельность и сон по местному времени, насколько он в этом заинтересован.
- Если поездка недлительная и предстоит скорое возвращение, то не стоит перестраивать на местное время свои биологические часы, так как предстоит их скорая возвратная «перенастройка». Это безвредно для организма человека, если такие «перенастройки» частые, например, у пилотов дальних авиалиний. Они предпочитают скорое возвращение, и на новом месте недлительного пребывания биологические часы «не переводят на местное время».
- Часто встречающимся видом десинхронизации биологического и социального ритмов активности является работа в вечернюю и ночную смену на предприятиях с круглосуточным режимом работы. Обычно рабочие и служащие этих предприятий работают одну неделю в утреннюю, вторую — в вечернюю и третью — в ночную смену. При переходе с одной смены на другую происходит десинхронизация биоритмов, и они не полностью восстанавливаются к следующей рабочей неделе, так как на перестройку биоритмов человека в среднем необходимо примерно 2 нед. У работников с напряженным трудом (например, авиадиспетчеры, авиапилоты, водители ночного транспорта) и перемной сменностью работы нередко наблюдается временная дезадаптация — десинхроноз. У этих людей нередко отмечаются различные виды патологии, связанные со стрессом, — язвенная болезнь, гипертония, неврозы. Это плата за нарушение циркадианных биоритмов. Существуют методы индивидуальной профилактики и коррекции десинхроноза.
- Существенная зависимость функционального состояния человека от времени суток дает объяснение многим явлениям, в том числе преимущественной приуроченности приступов астмы и стенокардии, смерти к ночному времени.
- Ультрарадианные ритмы у человека. Этот класс ритмов достаточно распространен у человека и имеет разную периодичность для различных функций.
- В течение суток несколько раз повышается и снижается содержание гормонов в крови. С периодом 90—100 мин претерпевает изменения электрическая активность коры большого мозга. Этим колебаниям ЭЭГ соответствуют изменения ряда психических процессов, в том числе внимания, мотивации. Показана (Н. Н. Лебедев) синхронность изменений ЭЭГ и периодической моторной активности пищеварительного тракта.

- Для состояния сна характерны 4 электроэнцефалографически определяемые фазы ультрадианной ритмичности, «быстрого», или «парадоксально-го», сна, или сна с быстрым движением глаз (БДГ). При нормальном ночном сне длительностью 7 1/2 ч фаза обычно продолжается 1 1/2 — 2 ч. Электроэнцефалографический анализ циклов сна свидетельствует о его ультрадианной ритмичности.
- Человек принимает пищу несколько раз в сутки, что связано с пищеварительными возможностями его желудочно-кишечного тракта. Такой прием пищи периодически активизирует все висцеральные системы организма, повышает интенсивность обмена веществ и является причиной ультрадианной ритмичности ряда физиологических процессов. Прием пищи является не единственным фактором, влияющим на ультрадианный ритм физиологических функций.
- Инфрадианные ритмы у человека. Многие инфрадианные ритмы прослежены у животных в виде сезонных изменений функций (зимняя спячка, сезонные изменения эндокринных, в том числе половых, функций и т. д.). Примером инфрадианного ритма у человека является менструальный цикл женщин, составляющий около 28 сут).
- Времена года (сезоны) оказывают выраженное влияние и хорошо проявляются в ритмичности изменения функций у многих животных. Элементы сезонного ритма есть и у человека. Полагают, что зимняя депрессия человека обусловлена уменьшением длительности светового дня. Сезонная ритмичность психических процессов имеет значительные индивидуальные особенности, различное эмоциональное восприятие времен года разными людьми. Этот класс биоритмов человека маскируется более физиологически значимыми воздействиями внешней и внутренней среды.

- Биологические часы. У любого живого организма имеются чисто внутренние ритмы, обусловленные колебательными процессами в каждой клетке, ткани, физиологической системе. Если принять во внимание наличие циклических незатухающих химических процессов в живых и неживых системах, то можно предположить, что в живой клетке имеется несколько относительно стабильных по скорости процессов, лежащих в основе механизма водителя ритма данной клетки. На уровне клетки отсчет времени ведут процессы транспорта ионов через мембраны. Популярна биоритмологическая гипотеза, согласно которой исходным измерителем времени является скорость взаимодействия молекул РНК и ДНК в клетке.
- Механизмы отсчета времени имеют все клетки, но некоторые из них обладают повышенной реактивностью к различным параметрам внутренней и окружающей среды и в данной физиологической системе становятся водителем ритма, отсчитывая каждый период функционального цикла. Совокупность механизмов отсчета времени разного уровня получила название биологических часов. Полагают, что эти часы измеряют ограниченные отрезки времени, отсчитывая один цикл, но не суммируют совокупность измеряемых периодов. Биологическими часами не суммируются с предыдущим отсчетом ни ультра-, ни инфра-, ни циркадианные, ни прочие ритмы. Тем не менее, существуют «большие» биологические часы, отсчитывающие длительность жизни. Они констатируют суммарные изменения в гомеостазе организма от момента его рождения до смерти. «Большие» биологические часы «идут» неравномерно. Многие факторы влияют на них, ускоряя (факторы риска) или замедляя их ход, укорачивая или удлиняя жизнь.
- В сознании человека оцениваются длительность явлений или событий, интервалов между ними, последовательность событий, их локализация во времени, скорость, частота и темп событий, ритмичность (или аритмичность). Следовательно, оценивается не абсолютное время, а временные отношения событий.

- Механизм восприятия времени и его «отсчета» в нашем сознании нельзя признать достаточно исследованным. В настоящее время полагают, что восприятие времени оценивается ритмически протекающими физиологическими процессами, в ходе которых от рецепторов различных органов поступают импульсы в кору большого мозга, где формируется представление о временной структуре событий. Такие импульсы поступают от скелетных мышц, ритмически функционирующих висцеральных органов (сердце, легкие, пищеварительный тракт). Оценка времени изменяется также в зависимости от эмоционального состояния человека, его типологических особенностей, возраста, многих внешних факторов, интенсивности обменных процессов и т. д.
- Пейсмекеры биологических ритмов. Ритмозадающий стимул может быть внешним и внутренним. Формирование внутреннего ритмозадающего механизма эволюционно связано с систематическими внешними воздействиями, такими как смена дня и ночи.
- В конце 60-х годов Курт Рихтер провел огромное число экспериментов на крысах, у которых учитывалась циркадианная ритмичность двигательной активности, приема пищи, питья воды при интактном мозге и после стереотаксического разрушения его в 200 разных местах. В результате этих опытов было установлено, что нарушение циркадианных ритмов происходит при повреждении определенного участка гипоталамуса. Этот участок — супрахиазмальные ядра — получает импульсы от сетчатки глаз через особый нервный путь. У млекопитающих, а возможно, и у человека эти ядра ответственны за циркадианную ритмичность физиологических процессов. Клинические наблюдения свидетельствуют, что у человека при поражениях этих ядер опухолью происходят глубокие нарушения ритма сна и бодрствования.
- В экспериментах на животных и в наблюдениях на людях отмечено, что одни физиологические функции изменяются синхронно и их ритмичность утрачивается совместно, а другие функции при этом ритмичность сохраняют (например, не одновременно рассогласовываются ритмы температуры тела, бодрствования — сна). Полагают, что в нашем организме не менее двух пейсмекеров, задающих ритм функций. «Не менее двух» не исключает наличия множества связанных между собой пейсмекеров. Не зря говорится, что гармония ритмов — необходимое условие свободной жизни организмов.

- Для человека большое значение в формировании ритма активности имеют внешние, особенно социальные, сигналы в виде деятельности в различное время суток, групповая деятельность, в которой ритм задает деятельность коллектива. Это немаловажно в оценке результатов наблюдений за биоритмами одного длительно изолированного человека, тяжело переживающего вместе с другими факторами и свое одиночество.
- Следует признать, что основной циркадианный ритм человека формируется под влиянием внутренних пейсмекеров и множества внешних сигналов, которые влияют на временные пейсмекеры и минуя их. Эволюционно оказался закрепленным и «лунный месяц» в ритмичности физиологических процессов (менструальный цикл), так как Луна оказывает влияние на ряд земных явлений, которые в свою очередь воздействуют на живые организмы, и они адаптивно изменяют свои функции. К физическим синхронизаторам относятся также колебания температуры и влажности воздуха, барометрического давления, напряженности электрического и магнитного полей Земли, меняющихся и в связи с солнечной активностью, также имеющей периодичность.