

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ФИЗИЧЕСКОЙ  
КУЛЬТУРЫ  
ИМ. П.Ф. ЛЕСГАФТА

**А.И. Дмитрук**

**БИОРИТМОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ В СПОРТЕ**

Санкт-Петербург  
2007

УДК 796.015.6

**Рецензенты:**

**Шапошникова В.И.**, канд. пед. наук  
(ГНИИ соц.-эконом. проблем и спорт.-оздоровит.  
технологий СПбГУФК им. П.Ф. Лесгафта)

**Щеголев В.А.**, докт. пед. наук, профессор  
(Петровская академия наук и искусств, отд. физ. воспитания)

**Дмитрук, А.И.**

Биоритмологические аспекты проблемы адаптации в спорте: Учебно-методическое пособие  
/ А.И. Дмитрук; Санкт-Петербургский гос. ун-т физ. культуры им. П.Ф. Лесгафта. - СПб.: [б.и.],  
2007. – 58 с.

Печатается по решению Редсовета СПб ГУФК им. П.Ф.Лесгафта  
Утверждено УМК СПб ГУФК им. П.Ф. Лесгафта. Прот. № 13 от 19.04.07

В учебно-методическом пособии рассмотрены вопросы адаптации организма в ходе тренировочного процесса в связи с общими и индивидуальными проявлениями природных биологических ритмов.

Пособие рекомендовано для студентов СПбГУФК им. П.Ф. Лесгафта, физкультурных вузов и спортивных факультетов педагогических вузов, специалистов по спортивной медицине и АФК.

УДК 796.015.6

Отв. за выпуск **В.К. Козлов**, докт. мед. наук, зав. каф. спортивной медицины (СПбГУФК им. П.Ф. Лесгафта)

© СПбГУФК им. П.Ф. Лесгафта, 2007

© Дмитрук А.И., 2007

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>I. ОБЗОР БИОЛОГИЧЕСКИХ РИТМОВ, ИХ СПЕКТР</b> ..	5
<b>II. ВНЕШНИЕ ФАКТОРЫ СИНХРОНИЗАЦИИ БИОРИТМОВ</b> .....	10
<b>III. ГОДОВЫЕ РИТМЫ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ЧЕЛОВЕКА</b> .....	19
<b>IV. МНОГОЛЕТНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ</b> .....	25
<b>V. АДАПТАЦИЯ И БИОРИТМЫ</b> .....	26
<b>VI. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОРИТМОВ</b> .....	33
<b>VII. БИОРИТМЫ, ТРЕНИРОВКА, УТОМЛЕНИЕ</b> .....	50
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	59
<b>ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ</b> .....	60
<b>РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА</b> .....	61

## ВВЕДЕНИЕ

На протяжении жизни биосистемы испытывают влияние многих факторов природы как земного, так и космического происхождения. Большинству факторов свойственна ритмичность в своих проявлениях, другие носят спорадический, случайный характер. К каждому из них человек должен приспосабливаться. В процессе эволюции приспособление к периодическим изменениям в природе приобрело упреждающий характер. К явлениям непериодического характера организм не приспособился и в каждом конкретном случае вынужден перенапрягать механизмы защиты и компенсации.

Периодические изменения нередко переносятся человеком болезненно и при нарушении функции адаптивных систем могут вызвать суб- и декомпенсацию отдельных систем обеспечения. В биосистемах организма основные физиологические и биохимические процессы закономерно меняются во времени, обуславливая, в известной мере, суточные и сезонные биоритмы. Эти процессы выработались на протяжении эволюции и закрепились в генетических аппаратах животного и человека. Следует отметить, что суточные ритмы обеспечивают координацию гомеостаза и тесно связаны с ритмами труда и отдыха. Особенно важно знать, какие координационные отношения складываются между адаптивными системами и системами обеспечения организма.

Рациональное и эффективное построение тренировочного процесса в спорте тесно связано с индивидуальными биоритмическими характеристиками спортсменов. Поэтому организация чередования нагрузок и отдыха в соответствии с биоритмами и в сочетании с рациональным использованием природы - весьма актуальная проблема современной спортивной медицины и спортивной педагогики.

## I. ОБЗОР БИОЛОГИЧЕСКИХ РИТМОВ, ИХ СПЕКТР

Хронобиология – наука, изучающая механизмы биологической временной структуры организма человека, включая ритмические проявления жизни, имеющиеся на всех уровнях организации живой системы. Составной частью хронобиологии является учение о биологических ритмах – биоритмология.

С хронобиологических позиций, сущность здоровья заключается в сохранении архитектоники временной организации биосистемы. Учет закономерностей временной организации организма и биологических ритмов расширяет возможности индивидуализации нагрузки в спортивной тренировке, в построении режима труда и отдыха и может существенно помогать в сохранении энергетических резервов спортсмена, его здоровья и долголетия.

Биологический ритм – это упорядоченное во времени и предсказуемое изменение биологических процессов. Он характеризуется периодом, мезором, акрофазой и амплитудой колебаний.

Период – время между двумя одинаковыми значениями изучаемого показателя, время одного полного колебания.

Мезор – средний уровень значений исследуемого параметра биоритма. Позволяет судить о среднесуточной величине показателя, так как позволяет игнорировать случайные отклонения.

Акрофаза – значение времени, которое соответствует максимуму синусоиды и служит для приблизительной оценки биоритма. Имеет большое значение для фармакологической коррекции.

Амплитуда – величина наибольшего отклонения от среднего уровня значений того или иного параметра от мезора. Характеризует мощность ритма.

Исходя из длительности периода, биоритмы подразделяют на высоко-, средне- и низкочастотные.

Частота биоритма – число повторений периодов в единицу времени.

При совпадении частот периодов колебаний или акрофаз двух и более

ритмов происходит их синхронизация, а при достоверном несовпадении возникает десинхроноз (рассогласование).

Спектр всевозможных ритмов жизни охватывает широкий диапазон масштабов времени – от миллисекунд (микроритмы) до нескольких лет и сотен лет (макромегаритмы).

Ритмы можно подразделять по отдельным признакам: 1) по их собственным характеристикам; 2) по биологической системе, в которой наблюдается ритм; 3) по роду процесса, порождающего ритм; 4) по функции, которую ритм выполняет.

По уровню организации биосистем выделяют клеточные, органннные, организменные, популяционные ритмы.

В зависимости от соответствующих ритмически протекающих геофизических и социальных факторов различают следующие эндогенные биоритмы: «циркадианный» (околосуточный), «циркасептальный» (околонедельный), «циркалунарный» (околомесячный), «цирканнуальный» (окологодовой). Ведущим биологическим ритмом считается циркадианный. Это послужило основанием для подразделения всего спектра на ультрадианные и инфрадианные спектры. Лучше изучены ультрадианные ритмы (ритмы двигательной активности, работоспособности, экскреторной функции почек и т.п.).

В основе природы биоритмов лежит принцип синхронизации эндогенных (внутренних) биоритмов экзогенными (внешней среды). Периодически повторяющиеся явления окружающей среды, которые оказывают влияние на частоту и акрофазу биоритма, называются синхронизаторами (датчиками времени). В качестве синхронизатора может служить световая периодика, слабые вариации геофизических полей и т.п. Наиболее значимыми датчиками времени являются свет и темнота.

В основе физиологического механизма может лежать генная обусловленность характеристик циркадианных ритмов. Показано, что основной механизм, ответственный за биоритмы, находится на клеточном и

субклеточном уровнях и задается определенной генетической программой, заложенной в «хрононе», представляющем собою участок ДНК, с которого происходит транскрипция РНК с периодом около 24 часов. Это послужило основой для обоснования концепции «биологических часов», заключающейся в том, что организмы обладают врожденными внутренними механизмами, позволяющими измерять время. В настоящее время полагают, что «главные часы» находятся в нейроэндокринных структурах.

Временная закономерность биологических систем обозначена термином «хроном» (chronome), который имеет три фразеологических корня: *chronos* (время), *nomos* (закономерность) и *chromosome* (хромосома), чем подчеркивается положение о том, что временная организация живого а) подчиняется определенным закономерностям, т.е. предсказуема, и б) является генетически детерминированной. Хроном состоит из трех взаимосвязанных компонентов: 1) широкого спектра ритмов различных частот, модулирующих друг друга; 2) трендов – однонаправленных линейных изменений функции, наблюдаемых в процессе роста организма в ходе адаптации к факторам внешней среды (например, к физическим нагрузкам) как следствие развития того или иного патологического процесса, при восстановлении, в процессе старения и т.д., и 3) нерегулярных колебаний функции, представляющих собой детерминистический и недетерминистический хаос. Простейшим примером физиологического показателя, имеющего все три компонента, может служить артериальное давление (циркадианные, ультрадианные и инфрадианные ритмические компоненты, положительный возрастной тренд, эпизодические нерегулярные изменения артериального давления в ответ на экзогенные раздражители).

Из трех перечисленных компонентов хронома особый интерес представляет первый. Ритмичность, во-первых, является фундаментальным свойством живой материи и важнейшим условием ее существования и развития, а, во-вторых, знание ритмических закономерностей дает основу для научного прогнозирования. Любой истинный ритм складывается из двух

компонентов: а) эндогенного, связанного с внутренним, генетически закрепленным свойством клеток и органов проявлять ритмические колебания показателей своей жизнедеятельности, и б) экзогенного, связанного со взаимодействиями организма с окружающей его внешней средой и ответными реакциями на те или иные раздражения. Экзогенный компонент является менее предсказуемым.

Здоровье человека и долголетие зависят от поддержания ритмичности работы органов и систем организма. Биологические ритмы органов и систем взаимосвязаны во времени, и нарушение работы одного органа ведет к постепенному рассогласованию биоритмов всего организма. Как отмечают ученые, рассогласование биоритмов - это первый шаг к заболеванию.

#### Интеграция колебательных процессов в организме

Ритмичные колебания различных функций организма образуют единый ансамбль, в котором прослеживается строгая упорядоченная последовательность в активации поведенческих, физиологических и метаболических процессов.

В основе временной координации ритмов лежит принцип, согласно которому колебания уровня функционирования различных систем организма, как правило, бывают синхронизированными с ритмами функциональных возможностей этих систем. Изменение интенсивности функционирования нервной, мышечной, эндокринной и других систем происходит в сравнительно короткий срок (микроритмы). Например, наименьшее время, на которое может реагировать мозг и нервная система человека, составляет 0,5 - 0,8 с. Сокращения сердца происходят в интервале 0,4 – 1,8 с. Такой же темп имеют движения рук и ног во время ходьбы. Интервал времени, 0,5 – 0,7 с соответствует скорости реагирования слухового и зрительного анализаторов.

Для структурного и субстратного обеспечения функций организма требуется значительно большее время – часы, дни (мезоритмы). Кроме того, существуют макроритмы (больше одного месяца), например, изменения физиологических и психических показателей организма человека с периодом



близко к трём или 5 – 7 годам.

Важным условием эффективного функционирования биосистемы является синхронизация во времени запроса на определённую функцию с максимумом колебаний функциональной готовности соответствующих звеньев системы. Это, в свою очередь, может быть достигнуто только в результате временной деятельности организма. Условно суточный цикл можно разделить на три фазы, характеризующиеся преобладанием определённых эндокринных и метаболических процессов.

1. Фаза восстановления, которая охватывает у человека первую половину сна. Наряду со структурно-функциональным восстановлением первая половина сна характеризуется усилением процессов долговременного запоминания информации, накопленной в активный период. В этой фазе отмечается повышенная секреция гормонов с анаболическим действием и митотическая активность.

2. Фаза подготовки к активной деятельности разворачивается во второй половине сна и в начале периода бодрствования. Этот период характеризуется увеличением доли парадоксальных стадий сна, которые играют важную роль в творческой переработке и упорядочении информации.

3. Фаза активности характеризуется высоким уровнем бодрствования, что выражается в преобладании высокочастотных ритмов электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и усилении мощности сверхвысокочастотной компоненты в сердечном ритме, нервной, моторной и вегетативной реактивностью на внешние воздействия. Для этого периода характерно увеличение функциональной активности симпато-адреналовой системы с выделением кортикостероидов.

Наряду с прямым действием гормонов на организм и ткани участие центральных механизмов в интеграции множества колебательных процессов в организме может осуществляться через циклические изменения физико-химических параметров внутренней среды, например, суточных колебаний температуры тела, нашего равновесия, концентрации биоэнергетических

субстратов.

### Принцип циркадных организаций биоритмов

Временная организация биосистемы – не просто комплекс биоритмов организма. Она характеризуется механизмами регуляции, связями с внешней средой и взаимодействием между ритмами. Схематично она содержит также следующие компоненты:

- блок регуляции временной организации;
- блок, воспринимающий сигналы регуляции;
- блок, выполняющий эффекторные (исполнительные) функции;
- блок, который связывает временную организацию биосистемы с внешней средой и другими системами.

С позиции взаимодействия организма и среды, различают два типа колебательных процессов:

- адаптационные ритмы или биоритмы – колебания с периодами, близкими к основным геофизическим циклам; их роль состоит в адаптации организма к периодическим изменениям внешней среды;
- физиологические или рабочие ритмы – колебания, которые отражают временной компонент деятельности физиологических систем организма. В организме человека существует более 100 биологических ритмов, которые отражают разные физиологические и психофизиологические функции.

## II. ВНЕШНИЕ ФАКТОРЫ СИНХРОНИЗАЦИИ БИОРИТМОВ

Как уже упоминалось, существуют основные циркадные ритмы, являющиеся универсальной временной основой всех динамических процессов, протекающих в организме человека. Фазовая и частотная синхронизация таких колебаний происходит под влиянием внешних циклов.

Экспериментально установлено, что из всего многообразия внешних синхронизаторов для биоритмов человека имеют реальное значение

следующие гелиофизические факторы:

- фотопериодика;
- колебания магнитного поля Земли;
- изменение температуры среды.

Кроме гелиофизических факторов, в качестве внешних «датчиков времени» важную роль играют социальные факторы, из которых наиболее существенны режимы труда, отдыха и питания.

Внешние «датчики времени» оказывают синхронизирующее воздействие на многие метаболические и вегетативные процессы не прямо, а опосредованно, через изменение ритмов двигательной и пищевой активности, социальную регламентацию режимов труда, отдыха и питания.

Например, учёба в утреннюю и вечернюю смены, спортивные тренировки, проводимые в широком временном диапазоне, также создают суточные режимы, в которых основная нагрузка на организм приходится на разное время суток.

#### Фотопериодический контроль циркадных ритмов

Фотопериодика играет роль одного из ведущих «датчиков времени», синхронизирующее действие которого проявляется на биологических объектах различной сложности – от клеток до многоклеточных организмов.

Эффективность светового сигнала во многом определяется временем его воздействия на организм и зависит от того, в какую фазу цикла покой - активность был предъявлен световой сигнал. Как правило, наибольший эффект достигается при воздействии световых сигналов в начале и в конце активного периода.

Выявлены также значительные различия в синхронизирующем эффекте света в зависимости от длины световой волны. Наиболее эффективным синхронизатором является зелёный свет. Синхронизирующее действие резко снижается как при удлинении, так и при укорочении длины световой волны.

Влияние света на суточные ритмы физиологических, биохимических,

иммунных и других процессов организма осуществляется не только опосредованным путём через регуляцию двигательного и пищевого поведения, но и прямым путём через ретино-гипоталамические связи. Особое значение в передаче влияний на биоритмы имеет эпифиз. Показано, что эпифиз обладает собственными биологическими часами, «ход» которых постоянно приводится в соответствие с геофизическими ритмами, ведущую роль среди которых играет фотопериодика.

Изменение светового режима вызывает перестройку всего комплекса суточных ритмов. В условиях обычной жизни роль фотопериодики маскируется более сильными социальными влияниями, регламентирующими режимы труда, отдыха и питания. При снижении действия социальных факторов значение светового режима в формировании биоритмов возрастает.

Существуют также данные, что синхронизирующее влияние фотопериода на биоритмы человека зависит от интенсивности освещения. При низком уровне освещённости фотопериодическая синхронизация суточных колебаний физиологических и метаболических процессов реализуется опосредованно через влияние на ритмы покоя - активности. При большой интенсивности свет прямо действует на нейроэндокринные процессы человека, в частности подавляет продукцию мелатонина эпифиза.

#### Роль геомагнитного поля в координации биоритмов

Магнитное поле Земли в числе других геофизических процессов закономерно меняет свои параметры в течение суток. Оно является одним из наиболее важных геофизических факторов, который осуществляет гелиофизические связи. Его значение как «датчика времени» удаётся выявить при устранении более сильных синхронизаторов - фотопериодики и социальных статусов. Показано, что воздействие колебаний геомагнитного поля способствует стабилизации суточных ритмов и многих физиологических функций. Экранирование от магнитного поля сопровождается отклонением периодов ритмов двигательной активности и

температуры тела от 24 ч и частотным рассогласованием этих ритмов.

Электромагнитные поля, возникающие на поверхности Земли везде одновременно, действуют на организм сильнее, чем изменения погоды, и на всех уровнях, включая молекулярный, внутри- и межклеточный. Например, скорость некоторых ферментативных и иммунных реакций меняется в течение суток, что, по-видимому, обусловлено колебаниями геофизических параметров среды. Оказалось, что магнитные сигналы воспринимаются непосредственно мозгом, причем наиболее воспринимаемыми являются сигналы тех частот, которые свойственны организму.

Показано, что в магнитоактивные дни замедляется утренний подъем и вечерний спад температуры тела и частоты сердечных сокращений. Снижается амплитуда колебаний этих показателей; для систолического давления крови обнаружены противоположные тенденции; значительно изменяется электрографическая картина сна, уменьшается его ритмическая организация, обычно сокращается общая длительность. Спортсмен, недостаточно выспавшийся перед соревнованием, уже рискует своим результатом. Следовательно, определение магниточувствительности спортсмена имеет большое значение.

Реакция человека на гелиофизическое воздействие индивидуальна и зависит от того, к какому биоритмологическому типу он принадлежит и с какой фазой эндогенного ритма эта реакция совпадает. Среди людей имеются магнитолабильные и магнитоустойчивые типы, и их реакция на возмущенное магнитное поле неоднозначна. Наиболее выраженная реакция на воздействие магнитного поля наблюдается у лиц, родившихся в годы высокой солнечной активности.

Также установлено, что атмосферная ионизация и земной магнетизм изменяются в зависимости от фаз Луны. Гравитационное влияние Луны на Землю и геомагнетизм являются всепроникающими физическими факторами, которые действуют на организм молодого и взрослого человека. Максимум и минимум циклических изменений физиологических процессов также

проявляется в определенные фазы Луны. Чем выше Луна, тем сильнее ее гравитационное влияние на поверхности Земли в данной точке.

В период растущей и убывающей Луны происходят более значительные изменения гравитации, что оказывает влияние на активность коры надпочечников и щитовидную железу, а это, в свою очередь, влияет и на изменения состояния центральной нервной системы, которая более лабильна у юных спортсменов.

Нарушение же баланса нервных процессов при изменяющемся воздействии гравитации в сторону возбуждения или запредельного торможения ухудшает защитные возможности организма при экстремальных воздействиях среды.

Имеющиеся в литературе данные о влиянии на человека гелиофизических факторов также позволяют считать возможным возникновение травм у спортсменов при экстремальных солнечных и лунных воздействиях.

В определенных случаях геомагнитные возмущения вызывают нарушения амплитудно-фазовой структуры биоритмов. Однако предстоит значительная исследовательская работа, прежде чем станет понятной реальная роль геомагнитных колебаний и будут определены конкретные механизмы их действия на биоритмологические процессы.

#### Режим питания как фактор синхронизации циркадных ритмов

Ритм питания «встроен» в суточный стереотип поведения человека. Заложенные в раннем детстве привычки питания особенно прочны. Максимальная пищевая активность, как правило, совпадает с периодом бодрствования. У человека это выражается в трёхразовом приёме пищи в дневные часы. При изменении режима питания, обусловленном социальными факторами или специальными задачами (например, в период сгонки массы тела), выявляется самостоятельное значение времени приёма пищи в

формировании циркадных ритмов ряда физиологических и метаболических процессов. В соответствии с режимом питания перестраивается деятельность органов пищеварения.

Приспособление организма к новому режиму питания достигается в результате изменения ритма активности многих ферментных систем в различных органах и тканях. Во многом синхронизации циркадных ритмов режимом питания способствует перестройка гормональных ритмов, в частности ритма изменений концентрации глюкокортикоидов в крови. Наиболее сильно пищевой режим влияет на суточные ритмы концентрации в крови глюкозы, свободных жирных кислот, кетоновых тел, триглицеридов и железа.

Кроме того, изменение режима питания неизбежно влияет и на ритм сон - бодрствование.

К сожалению, роль питания как средства развития адаптации к спортивным нагрузкам, а также восстановления после них разрабатывается еще недостаточно.

#### Режим двигательной активности как фактор синхронизации биоритмов

Адаптивная направленность временной организации физиологических функций во многом связана с обеспечением ритмов работоспособности организма, соответствующим образом синхронизированных со временем выполнения умственной и физической работы. Известно, что у спортсменов максимальные физические возможности наблюдаются в часы, совпадающие со временем регуляции тренировочных занятий, т.е. при утренних тренировках максимальное проявление двигательных качеств регистрируется в первой половине дня, а при вечерних – во второй. Это возможно только в том случае, если ритмы физических нагрузок будут выступать в качестве самостоятельных факторов синхронизации суточных колебаний многих физиологических и обменных процессов. Экспериментально доказано, что тренировки в часы предполагаемых соревнований все же дают спортсменам определенное

преимущество. Основные же тренировки с высокими физическими нагрузками следует проводить в оптимальные часы суток с учетом хронотипа спортсмена. В этом случае спортсмен сможет раскрыть свои максимальные возможности и «запомнит» их для дальнейшей реализации и в худших для организма условиях.

Значение двигательной активности в формировании циркадных ритмов двигательной активности отчётливо проявляется при резком сокращении мышечной деятельности. В условиях гипокинезии, несмотря на сохранение устойчивых режимов сна и бодрствования, а также питания, изменяются циркадные ритмы многих физиологических функций, что выражается, прежде всего, в снижении амплитуды колебаний. Это относится к циркадным ритмам частоты сердечных сокращений (ЧСС), температуры тела, экскреции воды и электролитов, концентрации глюкокортикоидов, альдостерона и адренкортикотропного гормона в плазме крови.

Показано также, что у лиц с низким уровнем физической работоспособности (максимальное потребление кислорода (МПК) – от 40 до 50 мл/кг·мин) суточные колебания показателей сердечной деятельности отличаются большей лабильностью, и при статистической обработке не удаётся выявить достоверных циркадных ритмов. При среднем уровне аэробной производительности (МПК – от 50 до 60 мл/кг·мин) отмечались достоверные ритмы минутного объёма кровообращения и ЧСС. При МПК выше 60 мл/кг·мин все элементы сердечной деятельности имеют хорошо выраженные и синхронизированные между собой циркадные ритмы.

Однократная физическая нагрузка не вызывает существенных изменений в характере суточных колебаний сердечной деятельности. В то же время периодические тренировки в утренние часы приводят к появлению дополнительных пиков на суточных кривых ЧСС и объёмной скорости выброса. В часы, соответствующие началу спортивных занятий, отмечается также увеличение температуры тела.

Переход от утренних тренировок к вечерним сопровождается последовательным смещением максимумов показателей сердечной



деятельности на дневное и вечернее время. Причём эти изменения наблюдаются и в дни, свободные от тренировочных занятий. В приспособлении организма к новому суточному режиму физической активности большое значение имеет соответствующая перестройка режимов нейроэндокринной системы, в частности гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы. При этом циркадный ритм активности гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы у спортсменов зависит от времени выполнения физических нагрузок. Максимум выделения кортикостероидов с мочой, как правило, приходится на время регулярных тренировок.

Время выполнения мышечной работы влияет на ритм не только физической, но и умственной работоспособности. Причиной более быстрого протекания мыслительных процессов в часы максимальной двигательной активности может быть соответствующая перестройка суточных ритмов вегетативных функций, в частности ритма изменения температуры тела. Известно, что суточные колебания умственной работоспособности прямо коррелируют с температурой тела. В свою очередь, температура тела, как правило, повышается в часы регулярных физических нагрузок, даже если сами нагрузки в это время не выполняются. Достигается это, с одной стороны, за счёт увеличения обмена веществ, с другой - в результате снижения радиационных теплопотерь.

Следует отметить, что для спорта особый интерес представляет обратная задача: исходя из внутренних эндогенных ритмов, построить тренировочный процесс таким образом, чтобы максимум физиологических и метаболических процессов в организме приходился на часы интенсивной физической нагрузки.

### Десинхроноз

У человека как между экзогенными и эндогенными ритмами, так и между важнейшими ритмами отдельных физиологических систем выявлены фазовые соотношения, имеющие индивидуальный характер. В

экспериментах, проводимых в изоляции и темноте, субъективная оценка состояния была высшей тогда, когда физиологические функции совпадали по фазе. Возникла синхронизация биоритмов человека. Если же физиологические функции не совпадали по фазе, функциональное состояние ухудшалось.

Такое состояние может наблюдаться во время трансконтинентальных перелётов. Оно характеризуется тем, что на протяжении определённого времени ухудшается самочувствие: наблюдается утомление, ощущение нездоровья, желание спать днём. Наиболее выражено эти симптомы наблюдаются при перелёте с востока на запад или с запада на восток, т.е. при пересечении часовых поясов.

Подобное нарушение синхронизации физиологических функций получило название десинхроноза. Он является компонентом общего адаптационного синдрома, и все изменения в состоянии здоровья сопровождаются, в первую очередь, нарушением биоритмов.

При десинхронозе организм в новых условиях некоторое время продолжает функционировать как и раньше, а затем постепенно начинает приспосабливаться к новому дневному распорядку. Происходит синхронизация биологического времени с местным астрономическим. Это происходит на протяжении двух недель. Ресинхронизация внутренних циклических процессов может быть причиной патологии.

Десинхроноз подразделяют на следующие виды:

➤ внутренний, который возникает при нарушениях согласования ритмов внутри организма. Например, нарушения ритма питания относительно ритма сна и бодрствования (отсюда – плохое настроение, раздражительность, отсутствие аппетита, бессонница и т.д.);

➤ внешний, который возникает при нарушении синхронизации биоритмов и фаз влияний среды (смена часовых поясов).

Десинхроноз может быть также острым и хроническим, явным и скрытым, общим и частичным. Например, быстрое перемещение через

большое количество часовых поясов приводит к острому десинхронозу, а многократное с небольшими перерывами – к хроническому. Поэтому для лётчиков существуют конкретные нормы полетов с учетом смены часовых поясов.

Явный десинхроноз проявляется и в субъективных ощущениях, и в объективных реакциях. Нарушен сон, аппетит, повышается раздражительность, а объективно – изменяются частота сердечных сокращений, температура тела, кровяное давление и многие другие показатели, причем может изменяться и их акрофаза.

При скрытом десинхронозе ощущается субъективный комфорт (хороший сон, бодрое настроение, хорошая работоспособность), но в это время в организме уже происходит нарушение естественной фазовой синхронизации некоторых циркадианных ритмов.

Тотальный десинхроноз проявляется нарушением циркадианной системы во всех звеньях (или большинстве звеньев) в организме.

При частичном десинхронозе рассогласование суточных ритмов функций организма происходит только в некоторых звеньях циркадианной системы.

### III. ГОДОВЫЕ РИТМЫ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ЧЕЛОВЕКА

Биологические колебания с периодом, равным одному году (цирканнуальные), традиционно называют сезонными. Их целевой функцией является приспособление организма к изменениям внешней среды в разные сезоны года. Сезонная периодичность смены состояния окружающей среды влияет на человека, на животный и растительный мир Земли и имеет адаптивный характер. Гелиокосмическая обстановка в три месяца после рождения ребенка формирует приспособительные механизмы его организма, которые обуславливают многие проявления жизнедеятельности человека. Сезонные биоритмы, охватывая по существу все функции, отражаются на

состоянии организма в целом, на здоровье и работоспособности человека.

В основе цирканнуальных ритмов лежит комплекс внешних и внутренних причин, которые можно объединить в три группы, различные по механизму действия.

1. Адаптивные изменения функционального состояния организма, направленные на компенсацию годичных колебаний основных параметров окружающей среды и, прежде всего, температуры, а также качественного и количественного состава пищи.

2. Реакция на сигнальные факторы среды - продолжительность светового дня, напряженность геомагнитного поля, некоторые химические компоненты пищи. Факторы среды, играющие роль сезонных «датчиков времени», способны вызвать значительные морфофункциональные перестройки в организме, которые, однако, не связаны с приспособлением к действию этих факторов.

3. Эндогенные механизмы сезонных биоритмов. Действие этих механизмов носит адаптивный характер, обеспечивая полноценное приспособление организма к циклическим изменениям параметров окружающей среды.

#### Сезонные изменения среды обитания и приспособительные реакции организма

В средних и высоких широтах одним из наиболее существенных параметров среды, изменяющихся в разные сезоны года, является температура.

Постоянство температуры тела достигается в результате сбалансированности процесса теплоотдачи и теплообразования. В случае отклонения условий от оптимальных в реакции компенсации, как правило, участвуют оба процесса. При длительном действии холода возникают физиологические реакции, направленные на снижение теплоотдачи: уменьшение температуры наружных покровов. Снижение на 1-2°C

температуры ядра тела, приводящее к снижению температурного градиента между внешней и внутренней средой организма; уменьшение респираторных теплотерь за счет относительного уменьшения легочной вентиляции. Одновременно возрастает энергетическая стоимость мышечного сокращения, повышается калоригенная реакция на прием пищи. Резко увеличивается на ранних этапах холодовой экспозиции активность симпатoadреналовой системы, меняется субстратное обеспечение энергетического метаболизма. Возрастает вклад липидов в биоэнергетические процессы и снижается использование углеводов.

Высокая температура окружающей среды вызывает противоположные изменения процессов физической и химической терморегуляции. В этих условиях резко возрастают испарительные теплотери, что может создать предпосылки для дегидратации организма. Для компенсации этого происходит увеличение секреции антидиуретического гормона и альдостерона, что вызывает снижение почечных влаготерь. Изменение механизмов водного обмена играет ключевую роль в приспособлении организма к высокой температуре окружающей среды.

В то же время некоторые физиологические функции однонаправленно реагируют на повышение или понижение температуры. Например, при любом отклонении от зоны теплового комфорта возрастает активность сердечно-сосудистой системы, происходит активация гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы.

Существенный вклад в формирование биоритмов вносят сезонные изменения качественного и количественного состава пищи. Например, весной повышается активность минералокортикоидной функции надпочечников. Диета с низким содержанием жира и белков ограничивает активацию щитовидной железы при длительном действии холода и уменьшает эффективность адаптивных преобразований в системе химической терморегуляции. Существует мнение, что диета с преобладанием липидов облегчает адаптацию организма к холоду, а с преобладанием

углеводов – к жаре.

Годичные колебания температуры, изменения качественного и количественного состава пищи участвуют в формировании сезонных биоритмов, запуская механизмы индивидуальной адаптации организма. Сезонные биоритмы весьма важно учитывать для построения тренировочных графиков спортсменов, так как максимумы физической работоспособности и связанных с ней физиологических функций организма различаются в разные сезоны года.

Если учесть, что в зависимости от сезона рождения человека его резистентность к экстремальным условиям того или иного сезона неодинакова, то вопрос выбора спортивной специализации (преимущественно «летних» или «зимних» видов спорта) становится наиболее актуальным. Изменяется климат планеты, спортсменам приходится соревноваться в разных экстремальных климатических (по температуре и влажности воздуха) условиях. Родившиеся зимой спортсмены лучше переносят ее суровые условия, а спортсмены, родившиеся летом, более «спокойно» переносят нагрузки в жаркие дни. В неблагоприятный период спортсмену особенно необходима поддержка с использованием сбалансированного питания, витаминов, восстановительных процедур и средств, повышающих иммунитет. Успех выступления тренированных спортсменов в неблагоприятные для себя месяцы связан с более высокими «стоимостью» и «риском» для организма. Часто повторяющиеся стрессы, большие тренировочные нагрузки и соревнования в негативные периоды увеличивают риск получения травм, заболеваний, иммунодепрессий, а также влияют на психологическое состояние и даже на успешность выступления спортсмена в соревновании.

Реакции организма на сигнальные изменения показателей окружающей  
среды

Важное адаптивное свойство биоритмов заключается в возможности взаимодействия организма с внешней средой по принципу опережающего

отражения действительности. В реализации этого принципа существенную роль играет использование наиболее стабильных циклических процессов, протекающих в окружающей среде, в качестве сезонных «датчиков времени» - продолжительность светового дня, напряженность геомагнитного поля, некоторые химические компоненты пищи.

Показано, что при действии сигнальных факторов уровень функционирования физиологических систем, в которых происходят адаптивные перестройки, существенно не меняется. При этом основную роль в структурно-функциональных изменениях играют механизмы эндокринной регуляции, которые участвуют в развитии состояния адаптации.

Учет сезонных биоритмов и поиск новых факторов, которые играют роль сигналов, информирующих организм о сезоне года и активно участвующих в его приспособительных перестройках в связи с предстоящими изменениями жизненно важных параметров окружающей среды, очень важны для осуществления строго направленной корректировки организма и тренировочного процесса с целью достижения большей устойчивости к физическим нагрузкам или более полного и эффективного восстановления после них.

### Эндогенные механизмы сезонных ритмов

Вопрос о существовании эндогенных механизмов сезонных биоритмов долго оставался спорным, а по отношению к человеку - дискутируется и в настоящее время. Практически ничего не известно ни о локализации биологических часов, отсчитывающих сезонное время, ни о принципах их действия. Предполагается, что наиболее вероятно они локализованы в гипоталамических структурах головного мозга. Несомненно, что в формировании сезонных биоритмов участвуют различные по своей природе механизмы. Их действие носит аддитивный характер. В то же время приспособительные изменения любой функциональной системы, направленные на компенсацию внешнесредовых воздействий, одновременно

могут вызвать снижение эффективности функционирования других систем организма. Так, при адаптации к холоду может уменьшаться скорость метаболизма фармакологических средств, применяемых в спорте высших достижений. Иногда отмечаются патологические изменения сердечно-сосудистой и выделительной систем. Комплекс отрицательных последствий, развивающихся на фоне адаптации организма, является платой за адаптацию.

### Сезонные биоритмы здорового человека

Терморегуляция и биоэнергетика. Теплоотдача с поверхности кожи снижается зимой и повышается летом. Летом возрастают испарительные влаго- и теплотери, а также выделение липидов с потом, снижается величина показателя кислотно-щелочного равновесия пота. Сезонные колебания энергообмена характеризуются более высоким уровнем потребления кислорода в холодное время года. Изменения энергообмена прямо коррелируют с функцией щитовидной железы. Энергетическая стоимость физической работы повышается при адаптации человека к низким температурам. Активация сердечной деятельности при нагрузке носит зимой также более выраженный характер.

Питание и обмен веществ. Общая калорийность пищи возрастает в осенне-зимний период. Зимой увеличивается потребление жиров, достигая максимума в конце зимы – начале весны, а летом – углеводов.

Многие биохимические показатели крови характеризуются значительными сезонными колебаниями, которые необходимо учитывать в диагностической практике. Зимой возрастает содержание общих липидов, триглицеридов и свободных жирных кислот в сыворотке крови.

Значительной зависимостью от годовых колебаний диеты характеризуется выведение многих органических и неорганических веществ с мочой. Например, выведение кальция максимально в июле-сентябре, мочевой кислоты, фосфата и калия – в ноябре-декабре. Одновременно увеличивалось потребление этих веществ с пищей. Есть предположение, что



обмен кальция и фосфора в значительной степени обусловлен годовыми колебаниями содержания витамина D.

Нейроэндокринная система. Функциональная активность симпатико-адреналовой системы увеличивается в зимнее время. Парасимпатический отдел вегетативной нервной системы имеет минимальную функциональную активность осенью, а максимальную – весной.

Система кровообращения. Максимальные ЧСС, артериальное давление, сократительная функция миокарда у здоровых людей наблюдается в зимние месяцы. При этом сезонная динамика функциональной активности системы кровообращения совпадает с колебаниями энергетического обмена.

Иммунная система. Общая гемолитическая активность крови максимальна зимой, а минимальна - летом. Реактивность иммунной системы также максимальна зимой и минимальна летом. Предполагают, что в механизме формирования циклических изменений активности иммунной системы важную роль играют ритмы колебаний эндокринных параметров.

#### IV. МНОГОЛЕТНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ

Установлено, что у значительного количества людей проявляется ступенчатость жизни с «узловыми точками», или так называемыми пиками, в определенные возрастные периоды. Значительную роль в формировании этих периодов играет эндокринная система. Многолетние биологические циклы у людей являются биологической закономерностью. Они проявляются в динамике спортивных результатов, приростах соматических и функциональных признаков у детей и подростков, в изменении показателей крови, а также в показателях иммунитета человека. На достаточно высоком уровне спортивного совершенствования также происходят временные спады или временная стабилизация спортивных результатов. Выявлены более значительные приросты этих результатов через два года на третий.

В многолетней динамике спортивных результатов выделено три этапа:

- этап становления спортивного мастерства (развитие специальных качеств, совершенствование техники и т.п.) – в этот период результаты растут ежегодно;
- этап скачкообразного прироста результатов с трехгодичной периодичностью у мужчин и двухгодичной - у женщин;
- этап стабилизации или ухудшения спортивных результатов, снижение величин показателей и изменение ритмичности их прироста.

Наиболее четкое проявление многолетних эндогенных ритмов у спортсменов происходит на предкульминационном и кульминационном этапах спортивной деятельности, когда спортивные результаты приближаются к индивидуальному максимуму.

Использование спортсменами различных гормональных препаратов, чрезмерные нагрузки могут быть причиной нарушения гормонального баланса и многолетних циклов у спортсменов и спортсменок.

Учет многолетних биологических циклов позволит более успешно осуществлять многолетнее прогнозирование спортивных результатов и индивидуальное планирование нагрузки.

## V. АДАПТАЦИЯ И БИОРИТМЫ

Волнообразность адаптационного процесса – неотъемлемое условие качественной стабильности живой системы

Собран огромный фактический материал, свидетельствующий об универсальности феномена ритма в сфере живой материи, о том, что вся живая природа подчинена закону ритма; установлено, что нарушение естественного хода биологических ритмов, их взаимной согласованности (десинхроноз) является обязательным компонентом стадии тревоги общего адаптационного синдрома. Уже в этом отчетливо просматривается связь проблемы биологических ритмов с проблемой адаптации.

Кроме того, показано, что в ходе адаптационного процесса организм

находится в двойственных отношениях с окружающей средой. С одной стороны, он стремится достичь согласованности с ней, соответствия ее требованиям, с другой – сохраняет некоторую рассогласованность со средой, никогда не достигая идеальной гармонии с ней. И это имеет большое приспособительное значение, поскольку пребывание в некотором разладе со средой тренирует защитные механизмы, поддерживает их в рабочем состоянии, обеспечивает эффективную мобилизацию защитных сил в случае резкого изменения внешних условий.

Таким образом, сущность связи проблемы адаптации и проблемы биоритмов состоит в следующем: одним из главных механизмов приспособления организма к факторам среды и компенсации нарушенных функций является соответствующее изменение ритма интенсивности физиологических процессов. Высокая лабильность процесса жизнедеятельности является универсальным механизмом, с помощью которого организм сохраняет равновесие между распадом и синтезом вещества и поддерживает гомеостаз в меняющихся условиях среды.

Если согласиться с тем, что ритм есть универсальная, всеобъемлющая форма активности живых систем и что понятие адаптации, по сути дела, тождественно понятию жизни, придется признать очевидность взаимосвязи ритма и адаптации. С точки зрения этой взаимосвязи, процесс адаптации должен протекать ритмично, точнее, волнообразно.

В настоящее время есть все основания говорить об общебиологическом законе волнообразности адаптационного процесса, согласно которому этот процесс в любой его фазе (тревоги, резистентности, истощения) протекает в колебательном режиме, т.е. волнообразно.

Закон волнообразности адаптационного процесса позволяет прогнозировать динамику состояния организма при остром и хроническом стрессе, учитывать особенности срочной и долговременной адаптации к разным факторам внешней среды, в том числе и к условиям спортивной и соревновательной деятельности и принимать своевременные меры для

поддержания оптимального функционального состояния организма.

Адаптированность (в понимании биоритмологов) - состояние, когда фазовая архитектура циркадианной системы и синхронность ритмов в большинстве звеньев четко проявляются.

Следует отметить, что в живых системах всякий периодический или волнообразный процесс в сущности является не полным повторением предыдущих событий. Поэтому биологический ритм не является простым повторением, поскольку каждый новый цикл протекает в том же самом и все-таки ином организме. Следующие друг за другом циклы жизненных процессов различаются по своим параметрам - периоду, амплитуде, уровню. В тех случаях, когда адаптационный процесс протекает спокойно, когда действующие на организм стресс-факторы не выходят за рамки обычного «повседневного» уровня, диапазон этих различий невелик, и для описания колебательных процессов в живой системе вполне допустимо использование понятия «ритм» или «периодичность». Если же адаптационный процесс протекает с выраженными и быстро развивающимися изменениями в организме, что может быть обусловлено действием сильных раздражителей либо особой динамичностью организма в некоторые периоды его индивидуального развития, в этих случаях состояние организма от цикла к циклу изменяется очень заметно, и колебательные процессы утрачивают свою правильность и регулярность. Искажение биологического ритма, трансформация его в непериодические колебания свидетельствуют о неадекватном ходе адаптационного процесса. Изменение исходной периодичности при стрессе характеризуется не только нарушением постоянства периода, но и увеличением амплитуды колебательного процесса вследствие активации расхода и восстановления энергетических и пластических ресурсов организма, т.е. активации обеих сторон обмена веществ - катаболизма и анаболизма.

Необходимо специально обратить внимание на то, что внезапное прекращение какого-либо воздействия после достижения резистентности к

нему – это фактически такой же стрессогенный фактор, как и резкое включение раздражителя, поскольку и в том, и другом случае имеет место изменение ситуации, требующее приспособления. Показано, что и в случае прекращения действия раздражителя наблюдается увеличение амплитуды биоритмов.

Одним из возможных механизмов увеличения амплитуды биоритмов при стрессе является взаимная синхронизация ритмов отдельных функциональных структур.

В то же время имеются данные об уменьшении амплитуды ритмических процессов организма при стрессе. В частности, есть наблюдения, согласно которым у спортсменов в состоянии хронического утомления, вызванного чрезмерными тренировочными нагрузками, резко падает амплитуда суточных колебаний экскреции катехоламинов. Нужно отметить, что следует различать эффекты длительного непрерывного воздействия и кратковременного. В первом случае организм со временем выходит на уровень резистентности. Поддержание резистентности на фоне постоянно действующего раздражителя сопряжено с более высоким напряжением жизненных сил, чем в обычных условиях. Такая напряженность в каких-то случаях сопровождается уменьшением амплитуды исходных колебаний. В то же время увеличение амплитуды биоритмов происходит в стадии тревоги, хотя и в стадии «напряженной резистентности» возможно увеличение амплитуды ритма.

В реакцию организма на стрессорное воздействие вовлекается не только амплитуда, но и частота биоритмов. Организм отвечает на раздражение увеличением длительности периода биоритмов. В этом проявляется одна из важнейших закономерностей адаптационного процесса. Для устойчивости биосистем очень важна продолжительность периодов, в течение которых могут наиболее эффективно осуществляться восстановительные процессы. Чем продолжительнее эти периоды, тем более эффективно осуществляются восстановительные процессы и тем устойчивее система к повреждениям.

Таким образом, биоритмологическими индикаторами стресса являются увеличение амплитуды биоритмов (за счет интенсификации внутриклеточного метаболизма и вовлечения в деятельность резервных функциональных структур, вначале с их неполной, а затем - при продолжающемся действии стресс-агента - с тотальной взаимной синхронизацией) и трансформация высокочастотных колебаний в колебания с меньшей частотой.

Проявления волнообразности адаптационного процесса  
в неспецифических и специфических реакциях организма  
на стрессорные воздействия

Схематически реакцию на острое однократное воздействие можно представить в виде первоначального увеличения амплитуды и периода исходного ритма с постепенным затуханием колебаний по амплитуде, уменьшением их периода и окончательным восстановлением исходной периодичности (рис. 1).

Однако в реальной ситуации наблюдаются гораздо более сложные перестройки колебательного процесса. Так, в частности, затухания колебаний после однократного воздействия стрессорного фактора могут сопровождаться нарастанием частоты колебаний, а не уменьшением.

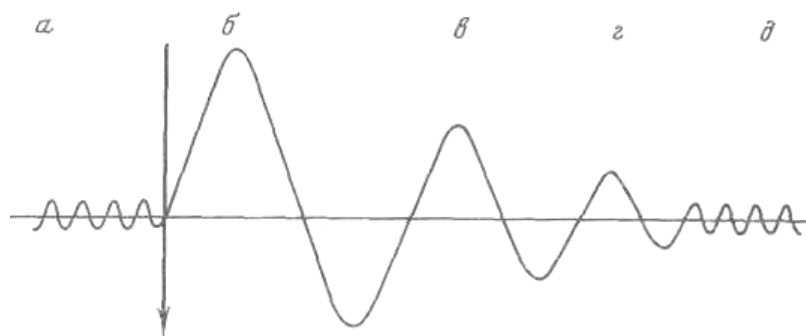


Рис. 1. Волнообразная динамика условного элементарного функционального показателя (а) в различных фазах адаптационного процесса: б, в, г - стадия тревоги; д - стадия резистентности.

Стрелкой указан момент нанесения одиночного раздражения

Сразу после воздействия раздражителя регистрируемая реакция будет определяться главным образом состоянием высокочастотной компоненты как наименее инертной. Но в силу своей малой инертности она и нормализуется быстрее, и тогда на первый план выступают колебания с меньшей частотой. В результате мы получим картину постепенного увеличения периода колебаний по мере затухания стресс-реакции (рис. 2).

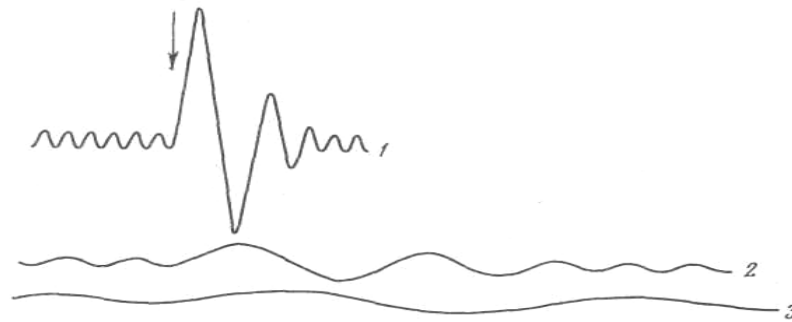


Рис. 2. Высокочастотная (1), промежуточная (2) и низкочастотная (3) компоненты единого колебательного процесса (представлены отдельно) до и после нанесения одиночного раздражения.

Стрелкой указан момент раздражения

Реакция на длительное воздействие носит намного более сложный характер. Она имеет волнообразный характер. В самом начале хронического раздражения, как в первой фазе реакции на острое воздействие, следует ожидать увеличение амплитуды и изменения периода исходных колебаний. В дальнейшем на фоне продолжающегося раздражения амплитуда и период могут как увеличиваться так и уменьшаться; при этом уровень, около которого совершаются колебания, нередко падает ниже исходного или, наоборот, повышается выше исходного. Однако сами колебания не исчезают никогда. Они пронизывают все три стадии адаптации – тревоги, резистентности и истощения, и каждая из этих стадий характеризуется волнообразностью наблюдаемых реакций в любом проявлении – как специфическом, так и неспецифическом.

Закон волнообразности адаптационного процесса позволяет видеть объект в его непрерывном изменении. При изучении специфических и

неспецифических реакций организма на любое стрессорное воздействие наблюдаемую волнообразность нельзя считать случайной. Если волнообразность адаптационной реакции в конкретном случае не обнаруживается, необходимо продлить это исследование, использовать более чувствительные методы, изменить интенсивность самого воздействия, усилив или, наоборот, ослабив его.

Незнание закона волнообразности адаптационного процесса может привести к ошибочному представлению о реакции организма на то или иное воздействие, поскольку картина, характеризующая ответную реакцию, непостоянна и в разные сроки после начала воздействия оказывается прямо противоположной. Нельзя задаваться вопросом: какие изменения вызывает в организме данное воздействие? Вопрос должен быть сформулирован следующим образом: какие изменения обнаруживаются в организме в такой-то срок от начала воздействия? При этом необходимо учитывать и силу воздействия, так как динамика реакции (характер первой фазы, период и амплитуда колебаний) зависит от интенсивности раздражения.

В спорте учет закона волнообразности адаптационного процесса позволит прогнозировать изменения устойчивости организма к экстремальным физическим нагрузкам и на этой основе управлять тренировочным и соревновательным процессами, предвидеть появление пре- и патологических состояний и правильно строить схему их профилактики и лечения.

Для тренировки механизмов адаптации нужно не столько длительное постоянное воздействие раздражителя, к которому организм быстро привыкает, сколько периодическое включение и выключение этого раздражителя (нагрузки), т.е. его импульсное ритмическое воздействие на организм. Именно на этом принципе построена «интервальная тренировка».

Длительность импульса и периода паузы необходимо подбирать для спортсмена в каждом конкретном случае, избегая длительного поддержания подобного режима или постоянного наращивания интенсивности нагрузки.



Материальной основой повышения выносливости организма к функциональным нагрузкам, эффективности тренировки является выбор оптимального соотношения между ритмом (и дозировкой) физических нагрузок и индивидуальными биоритмами организма в каждом конкретном случае.

## VI. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОРИТМОВ

### Связь индивидуальных особенностей биоритмов с адаптивными особенностями организма

Известно, что суточная периодичность жизненных функций подвержена индивидуальным вариациям. Однако сама по себе констатация этого факта еще не проясняет вопроса о том, как же конкретно связаны индивидуальные характеристики циркадианных ритмов организма с его способностью адаптироваться к необычным распорядкам жизни. Предполагается, что при адаптации к сдвигу фазы ритма сна - бодрствования в рамках 24-часовых суток (т. е. без изменения длительности суточного цикла) скорость такой адаптации определяется степенью слаженности циркадианных ритмов организма, их взаимной согласованности. В самом общем виде циркадианная система с хорошо организованными, упорядоченными взаимосвязями ее компонентов должна при прочих равных условиях быстрее перестраиваться на новый лад после сдвига фазы ритма сна- бодрствования. Индивидуально выраженную способность циркадианной системы к перестройке такого рода называют подвижностью. Чем быстрее и легче совершается адаптация к сдвигу фазы, тем подвижнее циркадианная система, и, наоборот, чем медленнее эта адаптация, тем выше инертность системы циркадианных ритмов. Таким образом, подвижность циркадианной системы должна быть непосредственно связана с уровнем ее организованности, слаженности всех ее звеньев. Эта слаженность определяется четкостью каждого отдельного

ритма, входящего в циркадианную систему, стабильностью количественных характеристик его параметров, регистрируемых от цикла к циклу, и, в первую очередь, устойчивостью положения акрофаз на временной шкале. С этой точки зрения, показателем слаженности циркадианной системы организма является хорошая воспроизводимость параметров циркадианных ритмов при длительном наблюдении. Это свойство получило название константности или биостационарности. В действительности, конечно, абсолютной константности никогда не бывает: если наложить одну на другую несколько суточных кривых, например, температуры тела, то окажется, что показатели, полученные в один и тот же час суток, будут сосредоточены в рамках некоторого диапазона, ширина которого является одной из характеристик константности суточного ритма. Узкий диапазон свидетельствует о высокой константности, широкий — о низкой (или, что то же самое, о высокой лабильности). Очевидно, чем больше параметров каждого конкретного суточного ритма учитывается при оценке его константности, тем полнее эта оценка. Константность циркадианной системы организма является интегральным выражением константности составляющих ее суточных ритмов.

Сейчас уже установлено, что четкость взаимосвязи циркадианных ритмов меняется при стрессовых воздействиях самой разнообразной природы. Характер этих изменений зависит, прежде всего, от силы раздражителя. Небольшой или умеренный стресс полезен организму, и эта полезность проявляется в том, что при такого рода стрессе циркадианные ритмы могут становиться более константными, а их взаимодействие — более упорядоченным, более четким. Другими словами, в состоянии небольшого или умеренного стресса константность циркадианной системы может увеличиться. Но такая реакция, конечно, не обязательна для всех без исключения лиц. Если в обычных условиях константность жизненных ритмов организма данного человека высока, то под влиянием даже небольшого стресса она может уменьшиться. Что же касается стрессоров

большой силы, то сейчас уже установлено, что они расстраивают согласованную работу всех звеньев циркадианной системы организма, нарушают их взаимную синхронизацию (т.е. вызывают десинхроноз), и если в этот момент измерить константность циркадианных ритмов, то она окажется низкой. К числу таких стрессоров может относиться переутомление, а также частые нарушения привычного распорядка сна - бодрствования, обусловленные систематическими трансмеридиональными перелетами, сменной тренировочных графиков с утра на вечер и наоборот.

Чтобы обнаружить увеличение лабильности тех или иных функциональных показателей при стрессе, не обязательно регистрировать эти показатели в циркадианном ритме, т.е. в течение нескольких суток. Иногда достаточно кратковременной регистрации, позволяющей оценить константность ультрадианных или других высокочастотных ритмов. Высокая работоспособность характеризуется низкой вариативностью показателей, посредством которых она определяется, и наоборот. При мышечном утомлении наблюдается нарастание вариативности межимпульсных интервалов в электромиограмме двигательных единиц, вариативности частоты пульса, величин дифференциального порога мышечного усилия и др.

Необходимо отметить, что константность циркадианной системы организма колеблется в сезонном ритме. Многочисленные экспериментальные данные указывают на существование так называемого сезонного физиологического десинхроноза, который выражается в том, что константность циркадианной системы у жителей средних широт снижается в переходные сезоны года - весной и осенью - и возрастает в контрастные сезоны - летом и зимой. Сезонный физиологический десинхроноз сопровождается уменьшением сопротивляемости организма к повреждающим факторам, а у лиц, страдающих хроническими заболеваниями, способствует обострению этих заболеваний. Наконец, константность циркадианной системы организма изменяется с возрастом. В периоды бурно протекающей возрастной эволюции (периоды повышенного напряжения организма, интенсивного

стресса) имеет место уменьшение константности циркадианных ритмов. Также в период угасания константность циркадианных ритмов должна быть ниже, чем в зрелом возрасте.

### Генотип и биоритмы

Константность циркадианных ритмов одного и того же человека связана с состоянием здоровья, временем года, возрастом, а также отличается индивидуальным своеобразием «биоритмологического генотипа» (или геноритма), одним из проявлений которого является индивидуально присущий человеку уровень константности его жизненных ритмов. В той или иной мере «биоритмологический генотип» всегда оказывается измененным различными ситуационными влияниями и в таком трансформированном виде предстает как «биоритмологический фенотип» (феноритм). Если учесть эти влияния и постараться по возможности устранить их, можно составить представление о генетически запрограммированных особенностях циркадианных ритмов, в том числе и о степени их константности.

Существует концепция, согласно которой в эмбриональном развитии, начиная с зачатия, происходит избирательное объединение разнородных структур организма с биоритмами, имеющими различные по длительности периоды, предполагается «захватывание» мелких частот более крупными (охватывающими весь организм) к моменту кульминации (рождения ребенка).

Установлено, что генетический фактор оказывает влияние на длительность периода изучавшегося ритма и четкость разграничения фаз активности и покоя, а также на степень межиндивидуальной вариативности характеристик ритма. Циркадианная иерархия формировалась в процессе эволюции живых систем, в ходе которой организм постепенно утрачивал способность к глобальной реакции на случайные возмущения в сфере датчиков времени. Высокая чувствительность к таким возмущениям одних звеньев организма и нечувствительность других гарантировала организм от многочисленных тотальных перестроек своей жизнедеятельности вслед за

случайными событиями, происходящими во внешней среде, и в то же время сохраняла способность постоянно следить за состоянием среды, отмечать всевозможные ее изменения, чтобы всегда быть готовым адекватно отреагировать на них. В этом проявляется двойственный характер реагирования живых систем на случайные и кратковременные возмущения в среде (тактические адаптации) и закономерные, длительные изменения внешних условий (стратегические адаптации), затрагивающие весь организм, а не только его лабильные звенья. Увязка очень медленно протекающих равновесных процессов с относительно быстро протекающими процессами приводит к тому, что система может производить впечатление относительно инертной, нереагирующей, несмотря на различные изменения отдельных компонентов. Изменение одного компонента фактически не будет достаточно для вызова реакции всей системы, так как изменение в компоненте компенсируется уже прежде, чем оно заметным образом могло бы повлиять на совокупную систему. Краткое и быстро проходящее изменение одного компонента влияет лишь на прочие быстро реагирующие компоненты системы, которые за время изменения стремятся к соответствующему новому равновесию, но не на большую часть медленно реагирующих компонентов.

Такое представление подтверждает положение, согласно которому в состав функциональной системы входят по крайней мере две категории физиологических механизмов с весьма различными физиологическими свойствами. В одну из них входят механизмы, обладающие крайней консервативностью и относительной консервативностью. Другие же узловые механизмы системы обладают весьма широкой пластичностью. С точки зрения оптимального функционирования циркадианной системы организма, к константности ритмов-водителей и ритмов-ведомых предъявляются разные требования. Для успешного осуществления связи между средой и организмом ритм-водитель должен быть чувствительным к внешним сигналам, способным быстро отвечать на эти сигналы изменением

численных значений своих параметров, т. е. обладать достаточно высокой лабильностью. В то же время скорость реакции организма на изменение параметров ритма-водителя тем выше, чем прочнее взаимосвязь ритмов-ведомых, в сфере которых главным образом и происходит передача сигнала с этажа на этаж. Прочность этой взаимосвязи определяется степенью их константности. Высокая константность ритмов-ведомых обеспечивает быструю и точную передачу сигналов от одного уровня циркадианной системы к другому, быстрое приспособление организма к новому положению фазы время-датчика. Хотелось бы подчеркнуть, что такое быстрое приспособление выгодно в случае стратегической адаптации. Что же касается тактической адаптации, то высокоскоростная система может оказаться в проигрыше, достигая в короткие сроки глубоких перестроек в ответ на случайные и сравнительно кратковременные средовые изменения. В этом, по-видимому, состоит еще одно противоречие адаптационного процесса: выигрывая в стратегии, организм проигрывает в тактике.

Именно поэтому неверно было бы думать, что адаптивные возможности циркадианной системы и в стратегическом, и в тактическом отношении тем выше, чем выше лабильность ритмов-водителей и одновременно чем выше константность ритмов-ведомых, т. е., другими словами, чем выше скоростные возможности системы в плане реакций на сдвиги фазы время-датчиков. Можно думать, что одновременный учет интересов организма в сфере тактической и стратегической адаптации обеспечивается сочетанием достаточно высокой (но не избыточной) константности ритмов-ведомых с достаточно высокой (но тоже не избыточной) лабильностью ритмов-водителей.

Чем лучше организована система, тем она адаптивнее. Более организованные системы, как правило, являются и более приспособленными, иными словами, адаптация выступает в качестве критерия организованности, и наоборот. Здесь под организацией подразумевается не морфофизиологическое строение, а упорядоченность взаимодействия рабочих единиц, составляющих

систему, а также целостной системы с окружающими ее условиями. С точки зрения этого принципа, хорошо организованная циркадианная система должна быть высокоадаптивной не только по отношению к сдвигу фазы ритма сна - бодрствования, но и к любому стрессорному воздействию, нарушающему фазовую архитектуру циркадианных ритмов. Иначе говоря, хорошо организованная циркадианная система должна быть устойчива к десинхронозу, вызванному стресс-агентом любой природы.

Какие же конкретно суточные ритмы являются управляющими (ведущими), а какие – управляемыми (ведомыми)? На первый взгляд, представляется логичным при решении этого вопроса принять в качестве критерия выраженность и быстроту ответа ритмического процесса на стрессорные воздействия: ведь мы говорили, что ритмы-водители отличаются высокой реактивностью (лабильностью), а ритмы-ведомые — устойчивостью (константностью). В зависимости от специфики раздражителя скорость и выраженность реакции того или иного ритмического процесса может оказаться различной. Поэтому попытка подойти к оценке положения того или иного ритма в циркадианной иерархии на основе его устойчивости к стрессорным воздействиям без учета специфики наличных условий едва ли будет результативной. Нужно иметь в виду также силу раздражителя и фактор индивидуальности организма, которые накладывают свой отпечаток на характер реакции.

Высокий уровень адаптированности человека к различным условиям жизнедеятельности обеспечивается многими генетически определяемыми параметрами, в первую очередь, хорошо организованной саморегуляцией функций, взаимоотношениями биоритмической активности мозга и эндокринных и вегетативных функций.

Врожденные межиндивидуальные различия строения и функций мозга, двигательного аппарата и вегетативных систем определяют особенности адаптации людей к их профессиональной или спортивной деятельности и различную скорость развития адаптации.

Выделены три группы лиц с различной способностью к адаптации.

1. Неадаптивный тип с высоким уровнем нейротизма, низкими субъективными оценками самочувствия, активности, настроения, нестабильными и случайными функциональными взаимосвязями, с отсутствием альфа-ритма в статистической структуре ЭЭГ.

2. Адаптивный тип с высокой реактивностью на различные нагрузки, большим числом функциональных взаимосвязей, с выраженными альфа- и тета-ритмами в структуре взаимосвязей компонентов ЭЭГ.

3. Адаптивный тип с невысокой реактивностью на воздействия специфическими изменениями отдельных функций, устойчивостью системных реакций, экономизацией взаимосвязей различных показателей. У этого типа людей с тенденцией к интроверсии и высоким уровнем самооценки доминирующим является альфа-ритм ЭЭГ.

Подвижность и константность – это отдельные стороны биоритмологического статуса, которые, конечно, не исчерпывают содержания этого понятия. Очень важной особенностью индивидуального биоритмологического статуса человека является отношение максимума его работоспособности к тому или иному периоду суток. По этому признаку люди делятся на три типа: «жаворонки» (с утренним пиком работоспособности), «совы» (с вечерним пиком работоспособности) и «голуби», имеющие максимум работоспособности в середине дня (их еще называют «аритмики»). Лица, относящиеся к «утреннему» типу, предпочитают рано ложиться и рано вставать, в то время как представители «вечернего» типа поздно ложатся и поздно встают. Особенности биоритмической структуры относятся к устойчивым индивидуальным свойствам и могут рассматриваться как элементы конституции человека. Они могут быть использованы при прогнозировании приспособительных реакций организма.

Что касается корреляции между типом суточного ритма работоспособности и адаптацией к сдвигу фазы ритма сна - бодрствования,



то по этому поводу можно найти лишь единичные работы. Для людей, склонных к более позднему отходу ко сну, характерна замедленная адаптация к смене часовых поясов. Лица «вечернего» типа обнаруживают лучшую переносимость ночной работы, нежели представители «утреннего» типа. И это совершенно естественно: «вечерний» тип как раз и характеризуется высокой работоспособностью в вечернее, а нередко и в ночное время. Но хорошая переносимость ночной работы у «сов» выражается не только в высокой продуктивности, но и в отсутствии резких деформаций суточной температурной кривой, обусловленных ночным бодрствованием; такие деформации наблюдались у «жаворонков». Между прочим, одним из характерных нарушений суточного ритма температуры тела у «жаворонков» было увеличение его амплитуды, что, как уже говорилось, является признаком стресса.

Для высококвалифицированных спортсменов принадлежность к тому или иному типу суточного ритма (хронотипу) имеет значение для учета времени соревнований и проведения тренировок со значительными физическими нагрузками. Следовательно, адаптационные возможности спортсмена того или иного хронотипа при воздействии адаптогенного фактора не являются однозначными. Важную роль в ответных реакциях организма играют гормоны. У лиц разных хронотипов пики экскреции гормонов наблюдаются в различные временные периоды. Утром у «жаворонков» обнаружена большая, чем у «сов», секреция норадреналина. В зависимости от хронотипа спортсмена при физических нагрузках в разные часы суток изменяется уровень напряжения работы систем его организма. При наличии в команде спортсменов - «сов» в утренние и дневные часы им необходима более длительная разминка перед занятием, игрой или соревнованием. Тип суточного ритма спортсмена следует учитывать и при выборе времени суток для использования восстановительных и оздоровительных технологий.

Еще одна особенность индивидуального биоритмологического статуса -

это длительность естественного циркадианного периода. В многочисленных экспериментах, проведенных в так называемых постоянных условиях (т. е. в изоляции от учитываемых внешних периодических факторов) - в пещерах, сурдокамерах и т. д., обнаружилось, что у большинства людей в этих условиях цикл сон - бодрствование удлиняется (в среднем до 24,5-25,9 ч) и лишь у немногих он становится несколько короче 24 ч. Продолжительность периода ритма сна - бодрствования, наблюдаемую в постоянных условиях, называют естественным циркадианным периодом, подчеркивая этим самым его независимость от внешних синхронизаторов, его внутреннюю обусловленность (термин «естественный циркадианный период» применим не только к циклу сон - бодрствование, но и к другим суточным ритмам организма, которые в постоянных условиях «ведут себя» аналогично ритму сна - бодрствования).

Обнаружена корреляция между длительностью естественного циркадианного периода и типом суточного ритма работоспособности. У «утренних» типов свойственный организму циркадианный ритм соответствует 24-часовому, поэтому синхронизация этого ритма с астрономическими сутками естественна и незаметна для организма; период же эндогенного циркадианного ритма у лиц «вечернего» типа несколько больше 24 ч, поэтому в условиях обыденной жизни он укорачивается, что, по-видимому, требует определенных физиологических затрат.

Показано, что лица с удлиненным естественным циркадианным периодом быстрее адаптируются к сдвигу фазы ритма сна - бодрствования после перелета в западном направлении, в то время как лица с укороченным естественным циркадианным периодом легче переносят перелет в восточном направлении. Можно думать также, что люди, имеющие удлиненный естественный циркадианный период, должны легче приспосабливаться к суткам, длиннее 24 ч, а лица с укороченным естественным циркадианным периодом — к суткам, короче 24 ч.

Итак, имеется четыре характеристики индивидуального

биоритмологического статуса человека, связанные с особенностями его циркадианных ритмов: подвижность, константность, принадлежность к «утреннему», «вечернему» или промежуточному типу и, наконец, длительность естественного циркадианного периода.

Основой для суждения о тренируемости спортсмена в различных видах спорта являются генетические маркеры и достаточно уже известные информативные морфофункциональные и психофизиологические критерии. Неадекватный выбор стиля соревновательной деятельности нарушает врожденные механизмы мозгового управления движениями, что замедляет темпы роста спортивного мастерства, ограничивает достижения и угрожает здоровью спортсмена. Дифференциация спортсменов по генетически обусловленным способностям создает основу для индивидуализации педагогического подхода к их обучению и тренировке, помогает сохранить долголетие карьеры и, главное, здоровье.

По степени подвижности индивидуальных биоритмов предложено выделять три типа людей:

биоритмологически подвижный – характеризуется большой подвижностью биоритмов;

инертный – характеризуется отсроченной перестройкой всех функций организма в период бодрствования, низкой работоспособностью, медленной нормализацией сна;

промежуточный – характеризуется выраженной неодновременной перестройкой и длительным рассогласованием внутренних функций.

При определении совместимости людей также немаловажно учитывать значение биоритмов. Убедительно доказанное преимущество совместимости людей при совместной работе позволяет рекомендовать подбор совместимых по биоритмам взаимодействующих пар в игровых видах спорта, в гребле, в синхронном плавании и других видах спорта.

Хронофармакология изучает действие лекарственных препаратов как функцию биологического времени и их влияние на биологические ритмы организма. Хронотерапия представляет собой комплекс лечебных мероприятий, проводимых с учетом фактора времени. Многочисленные экспериментальные исследования показывают, что чувствительность организма к различным внешним воздействиям, в том числе фармакологическим, существенно меняется в зависимости от времени суток и сезона года.

Скорость выведения лекарственных веществ также варьирует в течение суток. Например показано, что полное выведение салициловых препаратов из организма человека при пероральном приеме в 7 ч происходит через 17 ч, тогда как при приеме вечером (19 ч) - через 22 ч. Максимальная скорость выведения с мочой метиламфетамина отмечается в ранние утренние часы, а минимальная — к концу дня. Ритм выведения салициловых препаратов и метиламфетамина тесно связан с суточными колебаниями кислотности мочи, поскольку обратной реабсорбции в почечных канальцах подвергаются неионизированные формы этих веществ. Таким же механизмом определяется и различная скорость выведения сульфаниламидов, которые имеют константу кислотной диссоциации, равную 5.5, и поэтому быстро выводятся днем, когда кислотность мочи сдвинута в щелочную сторону.

Принципиально важным является наличие фазового расхождения между суточными ритмами терапевтического действия препарата и его токсического эффекта. Возвращаясь к наркотическим веществам, можно отметить, что многие из них имеют максимальный терапевтический эффект, определяемый как доза, необходимая для засыпания 50% экспериментальных животных ( $ED_{50}$ ), в период покоя животных. Максимальный токсический эффект, определяемый как доза препарата, вызывающая смерть у 50% животных ( $LD_{50}$ ), отмечается в период активности животных. В результате отношение  $LD_{50}/ED_{50}$ , или так называемый терапевтический индекс, приобретает выраженные колебания в течение суток с максимумом в дневные часы. Иными словами, для человека, активного в светлое время

суток, оптимальным временем для оперативных вмешательств под наркозом являются ночные часы.

Терапевтический эффект некоторых лекарств существенно не меняется в течение суток, но терапевтический индекс может варьировать в результате суточных колебаний их токсического влияния. Наличие существенных суточных колебаний эффективности терапевтического воздействия показано также для многих других лекарственных веществ, в частности для гипотензивных средств, противогистаминных препаратов, лекарств для лечения опухолей, гормональных препаратов.

Фармакологическое действие препаратов характеризуется сезонными колебаниями. Например, противовоспалительные лекарства опосредованного действия наиболее эффективны в весеннее время, т. е. в период, когда наблюдается максимальная активность коры надпочечников. Безусловно, результаты лечения в разные сезоны года определяются не только эффективностью лекарственной терапии, но и действием на организм всего комплекса внешнесредовых факторов, отдельных его элементов, которые также имеют сезонную периодичность.

Так как суточные и сезонные ритмы человека имеют существенные региональные отличия, для успешного использования принципов хронофармакологии и хронотерапии в практической деятельности врача принципиальное значение приобретает решение вопроса о том, какими внутренними физиологическими ритмами организма определяется различная эффективность лекарственного или физиотерапевтического воздействия. Возникает необходимость выбора для каждого лечебного метода или средства маркерных биологических ритмов, с которыми наиболее тесно коррелируют колебания эффективности терапевтического воздействия на организм. Действие многих лекарственных веществ связано с суточными ритмами концентрации кортикостероидов в крови. Учитывая потенцирующее действие кортикостероидов на некоторые внутренние механизмы нейроэндокринной регуляции, можно ожидать, что с ритмом этих гормонов

будет прямо коррелировать эффективность терапевтического воздействия адреномиметиков, препаратов с липолитическим действием. Для лекарств анаболического действия, гистамина и гистаминоподобных веществ большую эффективность можно ожидать при введении их в противофазе с ритмами кортикостероидных гормонов.

Следует отметить, что во многих случаях вывод о взаимосвязи колебаний чувствительности организма к химическим и физиотерапевтическим воздействиям с отдельными биологическими ритмами делается на основании исследований, проведенных в условиях устойчивой синхронизации этих ритмов с комплексом внешних «датчиков времени». В то же время для выяснения наиболее существенных связей между ритмами физиологических функций и терапевтической эффективностью, по-видимому, большее значение имеют исследования, выполненные при направленном изменении амплитудно-фазовой структуры ритмов организма.

Из всего многообразия лекарственных средств, применяемых в современной медицине, наиболее разработаны экспериментально и апробированы на практике временные схемы введения кортикостероидных препаратов с учетом биологических ритмов организма. Большинство авторов считают наиболее оправданным проводить кортикостероидную терапию таким образом, чтобы введение экзогенных гормонов имитировало эндогенный ритм их секреции корой надпочечников. Очевидно, этот принцип справедлив и для других гормональных препаратов, за исключением тех случаев, когда в результате патологии изменяются суточные ритмы чувствительности органов-мишеней к действию вводимого вещества.

В экспериментальной и клинической хронофармакологии по существу неразработанными остаются проблемы лечения комплексом лекарственных средств. Имеются лишь единичные работы, указывающие на то, что изменение временного интервала между введением двух гормональных препаратов (кортикостерона и пролактина) существенно влияет на конечный результат данного фармакологического воздействия, вплоть до того, что при

разных временных интервалах одни и те же вещества оказывают противоположное действие. Значительные различия в эффективности терапевтических воздействий на организм наблюдаются также при сочетании лечения лекарственными препаратами с направленным изменением структуры суточного ритма питания.

Время суток, когда в организме содержание определенных гормонов повышено, является и временем оптимального физиологического воздействия. Эта закономерность особенно важна для использования различных препаратов с целью восстановления спортсменов, повышения уровня их иммунного состояния и работоспособности.

### Хронопрофилактика

В рамках хронопрофилактики разрабатываются методы предупреждения десинхронизации биоритмов, обусловленной различными внешними причинами (широтные перемещения, сменный труд и др.). К этому же относится разработка оптимальных графиков работ, позволяющих снизить отрицательные воздействия неблагоприятных факторов среды, которые существуют на некоторых производствах.

Как уже отмечалось, фазовая и частотная десинхронизация циркадных ритмов организма сопровождается снижением умственной и физической работоспособности человека, резистентности организма к неблагоприятным средовым воздействиям, обострением хронических заболеваний. Существует ряд подходов к профилактике нарушений функционального состояния организма, обусловленных десинхронозом. Поскольку для глубокой внутренней десинхронизации ритмов требуется продолжительное время пребывания человека в новом часовом поясе, одним из первых практических подходов к профилактике десинхроноза является быстрое возвращение назад. В некоторых случаях при переезде человека в новый часовой пояс необходимо быстрое восстановление умственной и физической работоспособности (например, для участия в спортивных соревнованиях, деловых совещаниях и

др.), т.е. необходимы максимально быстрая нормализация амплитудно-фазовой структуры ритмов физиологических функций организма и их синхронизация с внешними циклическими воздействиями. Для этого предлагается несколько способов. Одни из них основаны на предварительной перестройке биоритмов в направлении предстоящего фазового сдвига внешних «датчиков времени». Такая перестройка достигается в результате изменения режима сон - бодрствование, ритмов двигательной активности, режимов питания за несколько суток до широтного перелета. Сразу после перелета рекомендуется активно переходить на режим жизнедеятельности, соответствующий новому поясному времени. Более быстрому формированию нового суточного стереотипа способствует включение в распорядок дня регулярных физических упражнений, в частности утренней гигиенической гимнастики.

Большое влияние на скорость перестройки циркадных ритмов физиологических функций оказывают как время приема пищи, так и ее качественный состав. Было показано, что при фазовом сдвиге светотемнового цикла ресинхронизация ректальной температуры с новым световым режимом происходила быстрее при кормлении пищей с высоким содержанием протеинов (по сравнению с таковой при безбелковом питании). На основании этих данных был детально разработан режим питания, на который необходимо переходить за неделю до широтного перемещения.

Наконец, важным аспектом в профилактике нарушений функционального состояния организма, обусловленных десинхронозом, является специальный отбор людей для сменной работы и регулярных широтных перемещений. Скорость перестройки циркадных ритмов физиологических функций организма, степень их фазовой десинхронизации имеют значительные индивидуальные различия, которые в определенной степени обусловлены наследственными факторами. Однако остается далеко не ясным вопрос о том, в каких условиях следует отдавать предпочтение индивидуумам с пластичными биоритмами, а в каких - с инертными.



В целом проблема профилактики десинхронозов с учетом всего комплекса средств воздействия на биологические ритмы организма, включая режимы сна - бодрствования, питания, двигательной активности, использование адаптогенов и лекарственных препаратов, отбор людей по их «пригодности» к сменному труду, далека от окончательного разрешения. Актуальность этой проблемы определяется тем, что деятельность человека, связанная с регулярными изменениями суточного режима жизнедеятельности, нередко сопровождается нарушением обмена веществ, увеличением частоты психосоматических заболеваний, более частым возникновением или обострением хронических заболеваний.

### Функциональная хронодиагностика

Функционально-диагностическое направление, базирующееся на учете суточных ритмов по отношению к нагрузочным пробам, называется функциональной хронодиагностикой.

Функционально-диагностическое обследование - в каких бы целях оно не выполнялось - необходимо обязательно приурочивать к периоду наименьшей устойчивости организма человека к данному конкретному воздействию. Это не означает, что обследование в стадии максимальной резистентности не дает никакой информации и от него следует отказаться. Безусловно, лучше всего исследовать реакцию на любую нагрузочную пробу два раза в сутки - в фазе наихудшей и наилучшей ее переносимости, что позволит судить об амплитуде суточного ритма чувствительности к воздействию; величина амплитуды ритма также является важным показателем функционального состояния организма.

Следует отметить, что чувствительность организма к воздействию колеблется не только в суточном, но и в сезонном ритме. Организм в различные сезоны года по-разному реагирует на воздействие одних и тех же факторов. Например, показано, что физическая работоспособность в весенне-летний период статистически значимо выше, чем осенью и зимой.

Оценивая результат функционально-диагностического обследования, необходимо ориентироваться именно на конкретную сезонную норму реакции на воздействие, в противном случае всегда есть опасность ошибочного заключения относительно устойчивости обследуемого лица к применяемой нагрузке.

## VII. БИОРИТМЫ, ТРЕНИРОВКА, УТОМЛЕНИЕ

Умственная и физическая работоспособность, физиологические, биохимические, гормональные и гематологические показатели у человека имеют отчетливую суточную ритмичность.

### Ритмы умственной и физической работоспособности

Анализ различных форм психической деятельности показывает, что её эффективность выше в часы дневного бодрствования. Это проявляется в уменьшении времени реакции на зрительные и слуховые раздражители, в увеличении скорости и точности переработки информации, в повышении способности к обучению. Изменения психической работоспособности коррелируют с суточными и 90-минутными колебаниями уровня бодрствования, повышение которого характеризуется увеличением частоты и снижением амплитуды колебаний ЭЭГ.

Физическая работоспособность также более эффективна в часы дневного бодрствования. Днём повышается координация движений, возрастает лабильность нервно-мышечного аппарата, увеличивается сила мышц и их статическая выносливость. Максимальные значения мощности мышечной нагрузки проявляются в 6 часов утра, а минимальные - в 14 часов, максимальные значения МПК - в 18 часов (при ЧСС 180 уд/мин), а минимальные - в 10 часов утра.

Отмечается также положительная корреляция между колебаниями работоспособности и температуры тела.

Следует отметить, что динамика работоспособности в течение дня у разных индивидуумов может различаться. Выявлено 3 типа изменений

работоспособности: 1) общий непрерывный подъем работоспособности в течение большей части дня; 2) начальный подъем, за которым следует снижение; 3) два пика, разделённые спадом.

До сих пор до конца не определено, в какой мере на суточные колебания работоспособности влияет утомление.

### Суточные ритмы кардиореспираторной системы

Окислительное фосфорилирование является основным механизмом ресинтеза аденозинтрифосфорной кислоты у млекопитающих животных и человека. Его интенсивность, а значит, и максимальный уровень физической работоспособности лимитируется транспортом кислорода к тканям, т.е. функциональными возможностями дыхания и кровообращения.

Суточные ритмы частоты, глубины и минутного объёма дыхания у человека имеют максимумы в дневные часы. Суточные колебания лёгочной вентиляции, как правило, коррелируют с соответствующими колебаниями потребления кислорода. Синхронно с изменениями уровня функционирования лёгочного аппарата изменяются и его функциональные возможности. Максимумы суточных ритмов жизненной емкости легких, максимальных скоростей вдоха и выдоха, приходятся на вторую половину дня. Эти факты свидетельствуют об увеличении силы дыхательной мускулатуры, растяжимости лёгких и проницаемости альвеолокапиллярного барьера.

Суточные колебания присущи всем показателям функционирования сердечно-сосудистой системы. Максимум ЧСС у здорового человека в состоянии покоя приходится на вторую половину дня. В течение суток варьирует не только средняя продолжительность кардиоцикла, но и выраженность дыхательной аритмии. Наибольшая вариабельность сердечного цикла наблюдается ночью, в фазу минимума ЧСС. В тоже время мощность сверхвысокочастотной компоненты наибольшая в период бодрствования.

Вместе с суточными изменениями ЧСС меняется и сократительная способность миокарда: в дневное время она увеличивается, в ночное – снижается. Об этом свидетельствует повышение систолического объема в дневные часы, а также изменение объёмной скорости выброса, времени изгнания, минутного объема кровообращения (МОК). Суточные колебания интенсивности кровообращения в разных областях сосудистого русла не совпадают по фазе. В головном мозге и скелетных мышцах объёмная скорость кровотока имеет максимум в дневные часы. Кровоток в сосудах кожи кистей рук и стоп, напротив, повышается в ночные часы.

В противофазе с изменениями МОК меняется сопротивление периферических сосудов, что необходимо для стабилизации артериального давления. В норме суточные колебания среднего артериального давления не превышают 5 - 12%. Максимум систолического давления отмечается, как правило, в дневные часы и совпадает по времени с максимумами сократительной функции миокарда.

В течение суток изменяется не только уровень функционирования отдельных звеньев аппарата кровообращения, но и их реактивность. Например, наиболее выраженная реакция на ортостатическое воздействие отмечается в дневные часы. Днём физическая нагрузка вызывает больший, чем ночью, прирост как общего кровообращения (увеличение МОК), так и локального кровотока в работающих мышцах.

### Суточные ритмы обмена веществ

В суточном цикле отчётливо выделяются фазы, когда преобладают эрготропные (фаза активности) или трофотропные (фаза отдыха) процессы. Внешняя деятельность организма и структурное восстановление обеспечивается соответствующими изменениями метаболизма. Наряду с ритмом покой - активность важным фактором в формировании суточных колебаний обмена веществ служит периодический приём воды и пищи. Однако наибольший вклад в формирование 24-часовых колебаний многих

метаболических параметров вносят эндогенные механизмы.

Углеводно-жировой обмен. Основными энергетическими субстратами организма являются углеводы и жиры. Их относительное использование меняется в течение суток. В активный период происходит переключение энергообмена на углеводы, в период покоя - на липиды и это связано с суточной динамикой запасания и расходования этих субстратов. Циклическое переключение энергообмена с углеводного субстрата на жировой характерно для организма в целом, но не является, однако, универсальным для всех органов и тканей.

Белковый обмен. Для циркадных ритмов белкового обмена наиболее общим является преобладание катаболических процессов в период активности, а анаболических – в период покоя. Однако многообразие форм и функций белковых молекул не позволяет свести проблему циркадных ритмов белкового метаболизма к соотношению катаболических и анаболических процессов. Циклические изменения скорости синтеза и распада тех или иных белков очевидно нужно рассматривать в конкретной связи с ритмами физиологических процессов, в которых они участвуют.

Нуклеиновый обмен. Суточные колебания содержания РНК в клетках различных органов и тканей тесно связаны с ритмом митоза ферментов. Максимум синтеза ДНК-зависимой РНК и рибосомной РНК приходится на ночной период. ДНК также имеет выраженные суточные колебания, максимум которых приходится на конец активного периода - начало отдыха. Одновременно или с некоторым отставанием повышается митотическая активность клеток, пик которой приходится во многих тканях на начало периода покоя.

Водно-электролитный обмен. Максимальное выведение с мочой воды, Na, K, Ca, хлоридов и других неорганических веществ совпадает с периодом наибольшей активности.

## Нейроэндокринная регуляция

Суточные колебания функциональной активности нервной и эндокринной систем играют ведущую роль во временной координации всего многообразия циклических процессов в организме. С циклом сон - бодрствование тесно связаны суточные колебания тонуса вегетативной нервной системы. Во сне возрастает тонус парасимпатического отдела, достигая максимума во время медленноволновых стадий. В период активности повышается тонус симпатического отдела (катехоламины в крови, экскреция с мочой адреналина, норадреналина и продуктов их обмена).

С изменением тонуса симпатического отдела связаны суточные колебания вазомоторной активности в различных сосудистых областях, в частности в сосудах кожи.

В координации многочисленных ритмических процессов, протекающих в организме, важная роль принадлежит суточным колебаниям функциональной активности различных звеньев эндокринной системы. Через механизмы гипоталамо-гипофизарного контроля деятельность эндокринной системы тесно связана с центральной нервной системой, при этом существуют центральные механизмы интеграции суточных колебаний нервной и эндокринной систем. В соответствии с ритмами функционирования гипоталамо-гипофизарной системы изменяется и секреторная активность периферических систем.

Однако не только центральными механизмами регуляции определяются суточные колебания гормонального уровня. Практически все звенья эндокринной системы (гипоталамическая секреция рилизинг-гормонов, секреция тропных гормонов гипофиза, функциональная активность периферической железы, ёмкость транспортной системы крови и т.д.) имеют эндогенные ритмы и активно участвуют в формировании суточных колебаний того или иного гормона. У здорового человека при нормальном чередовании цикла сон - бодрствование пик уровня кортикостероидов отмечается в ранние утренние часы, а спад – в 4 часа ночи. В 6-8 часов утра наблюдается максимальная экскреция 17-оксикортикостероидов с мочой и на

2 часа позже – максимум их концентрации в плазме крови.

Показано, что суточная активность нейроэндокринной системы определяется реактивностью её отдельных звеньев к различным внешним воздействиям. Так, например, у человека реакция на внешние стимулы сопровождается более выраженной реакцией гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы в часы, совпадающие или предшествующие максимуму функциональной активности этой системы.

### Биоритмы, тренировка, утомление

Интенсивная мышечная деятельность ведёт к глубоким биохимическим изменениям не только в работающих мышцах, но и во многих других органах и тканях, в первую очередь, в центральной нервной системе, в крови, в кроветворных органах, в сердце, в печени. Эти биохимические изменения в период отдыха практически возвращаются к норме. Если работа проводится систематически, то оставляемые следовые явления, суммируясь, приводят уже к более стойкому повышению или снижению уровня функциональных возможностей организма. Это влечёт за собой появление нового качества в организме – состояния тренированности или перетренированности (утомления).

Всякий процесс адаптации связан с нарушением гомеостаза. Эти нарушения в силу присущей организму способности к приспособительному реагированию служат причиной происходящих в организме адаптационных изменений, направленных на сохранение гомеостаза при действии раздражителя. Происходящие в организме в период мышечной работы биохимические сдвиги в течение отдыха нормализуются, проходя ряд фаз, в том числе фазу суперкомпенсации содержания тех градиентов, которые расходовались. Это касается как субстратов, служащих источниками энергии, так и различных структурных и ферментатических белков.

Оставляемые каждой из систематически нарастающих нагрузок следовые явления суммируются, приводя к стойкой адаптации организма к нагрузкам - состоянию тренированности. Для тренированного организма

характерны как экономизация, так и максимальная мобилизация энергообмена и функциональных потенциалов. Тренировка есть увеличение физиологических возможностей организма, состояние перетренированности является сужением физиологических возможностей за счёт срыва той специализации и активности ферментных систем, которые достигаются в процессе тренировки.

Структурные изменения в организме, развивающиеся при длительной и напряжённой деятельности, являются основными возбудителями восстановительных процессов. Чем больше и глубже эти изменения, тем более напрягаются и восстановительные процессы. При повторных истощающих нагрузках, в зависимости от продолжительности периодов отдыха между ними, может развиваться или тренировка, т.е. повышение работоспособности, или хроническое истощение. Тренировка развивается в том случае, когда перерывы между отдельными периодами достаточно длинны для полного восстановления работоспособности. При значительном глубоком утомлении и в патологических случаях может наступить разрыв обычных взаимоотношений между процессами истощения - восстановления и процессами возбуждения - торможения.

Причиной перетренированности и резкого утомления могут быть также и нарушения суточного режима двигательной активности, сопровождаемые прогрессивно падающим уровнем обмена. Исследование суточного ритма является важным средством для получения физиологической характеристики организма человека и его взаимоотношений со средой в разных формах его деятельности.

Сдвиги в функциях организма, вызываемые мышечной работой, сопровождаются изменением ритмичной деятельности ряда органов и тканей. В этом случае происходит изменение ритма биоэлектрических процессов в нервной системе, в мышцах, а также наблюдается переход на другие ритмы работы органов кровообращения и дыхания.

Показано, что амплитуда синхронно и реципрокно связанных процессов



на клеточном, тканевом и органном уровнях находится в полном соответствии со степенью функциональной активности в течение суток. Повышение амплитуды суточного ритма процессов метаболизма на клеточном уровне, а также ритмичность ряда физиологических процессов позволяют считать суточный ритм биопроцессов признаком целесообразным, адаптивным, эволюционно приобретённым и развивающимся, играющим важную роль в характере приспособления организма к внешней среде.

Увеличение амплитуды биоритмов свидетельствует о широте нормы приспособительных реакций к внешним факторам. В то же время повышение амплитуды суточных колебаний может указывать на незаконченность адаптационных перестроек или на то, что воздействие является стрессорным для организма.

Феномен увеличения амплитуды биоритмов может быть объяснен синхронизацией ритмов отдельных функциональных структур. При этом для стресса характерна не столько внутриорганная, но и межорганная синхронизация ритмических процессов.

В литературе имеются сообщения, что у спортсменов в состоянии хронического утомления, вызванного чрезмерными тренировочными нагрузками, резко падает амплитуда суточных колебаний уровня некоторых функций организма. Следовательно, режим нагрузки и отдыха более целесообразно планировать с учетом индивидуального изменения функционального состояния человека в течение суток.

В реакцию организма на стрессорное воздействие вовлекается не только амплитуда, но и частота периодических процессов. Организм отвечает на раздражение увеличением длительности биоритмов.

Показано, что в стадии утомления наблюдается резкое увеличение выраженности медленных волн. Например, у спортсменов при утомлении, вызванном мышечной работой, в спектре сердечного ритма и электромиограмме скелетных мышц появляются медленные волны.

Итак, биоритмическими индикаторами стресса (в том числе при

спортивных тренировках) являются увеличение амплитуды ритмических процессов организма (за счёт интенсификации внутриклеточного метаболизма и вовлечения в деятельность резервных функциональных систем вначале с неполной, а затем – при продолжающемся действии стресс-агента – с тотальной взаимной синхронизацией) и трансформация высокочастотных колебаний в колебания с меньшей частотой. Иначе говоря, усиление биоритмов, характеризующихся высокой амплитудой, появление низкочастотных составляющих в спектре биологических колебаний, синхронизация ритмов отдельных функциональных структур свидетельствуют об активации адаптационного процесса, о наличии стресса.

Главная причина соревновательного стресса, который у спортсмена имеет адаптивное значение, — это эмоционально-психическое и физическое напряжение. Но в определенных рамках (и при нормальном состоянии здоровья) стресс для спортсмена играет положительную роль.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Единство человека и Природы, неразрывная связь с Космосом не подлежат сомнениям. Присущая окружающей человека среде ритмичность ее изменений и состояний отражается и проявляется во временной функциональной структуре организма человека на протяжении всей его жизни. Поддержание, произвольно или целенаправленно, синхронности жизнедеятельности организма с внешней средой определяет в значительной мере «успех» адаптации как к условиям деятельности, так и к ее видам.

Достижение высоких спортивных результатов с учетом сохранения здоровья спортсмена невозможно без знания закономерностей развития адаптационного процесса. Но и в спорте высших достижений и при работе с молодым пополнением необходимо учитывать и использовать непосредственную связь тончайших механизмов адаптации с индивидуальными биоритмологическими особенностями организма.

Реактивность центральной нервной системы во многом обуславливается фазами суточного ритма, в связи с чем ответная реакция организма на действие фактора спортивной тренировки может проявиться либо стимулирующим эффектом, выражающемся в улучшении гемодинамических, метаболических, трофических и др. процессов, либо дисбалансом регулирующих влияний на функции организма и отсутствием адекватного тренирующего воздействия и ожидаемого результата.

Изменение привычных синхронизаторов среды может привести к изменению суточных ритмов чувствительности организма к тренировочному процессу. Оптимально выбранное для тренировок время будет способствовать поддержанию хроноалгоритма спортсмена и тем самым совершенствованию механизмов защиты организма от неблагоприятных воздействий и более адекватному протеканию адаптивных реакций. Поэтому фактор времени играет существенную роль в достижении педагогического эффекта - максимальной реализации спортивного потенциала при максимальном сохранении здоровья и долголетия спортсмена.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ

1. Определение биоритма, его основные характеристики и разновидности.
2. Взаимодействие ритмов и их целесообразность.
3. Интеграция колебательных процессов в организме.
4. Роль фотопериодики и геомагнитного поля в координации биоритмов.
5. Режимы питания и двигательной активности как фактор синхронизации биоритмов.
6. Десинхроноз: определение, виды, проявления.
7. Сезонные приспособительные реакции организма, их механизмы.
8. Сезонные биоритмы здорового человека.
9. Характеристика многолетних биологических циклов.
10. Связь волнообразности адаптационного процесса с биоритмами.
11. Волнообразность реакций организма на стрессорные воздействия.
12. Индивидуальные биоритмы и адаптивные особенности организма.
13. Роль генетического фактора в формировании характеристик ритмов.
14. Индивидуальные и групповые характеристики биоритмов.
15. Хронодиагностика, хронотерапия и хронопрофилактика.
16. Суточные ритмы умственной, физической работоспособности и кардиореспираторной системы.
17. Суточные ритмы обмена веществ и нейроэндокринной регуляции.
18. Учет особенностей биоритмов в тренировочном процессе.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

## основная:

1. Агаджанян, Н.А. Хроноархитектоника биоритмов и среда обитания. / Н.А. Агаджанян и др. - Тюмень: Изд-во Тюменского гос. ун-та, 1998.- 168 с.
2. Аршавский, И.А. Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития. / И.А. Аршавский. - М.: Наука, 1982. - 269 с.
3. Высочин, Ю.В. Хронобиологические и геофизические влияния на возникновение спортивных травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата / Ю.В. Высочин, В.И. Шапошникова, В.А. Чуев //Спорт и здоровье нации. - СПб., 2001. - С. 61 - 74.
4. Деряпа, Н.Р. Проблемы медицинской биоритмологии. / Н.Р. Деряпа, М.П. Мошкин, В.С. Посный. - М.: Медицина, 1985.- 208 с.
5. Зубанов, В.П. Перестройка циркадных ритмов физиологических функций при спортивных тренировках в разное время суток / В.П. Зубанов и др. // Физиол. человека. - 1981. - т.7, №1. - С. 138-144.
6. Окунева, Г.Н. Суточный ритм газообмена и кровообращения человека. / Г.Н. Окунева, Ю.А. Власов, Л.Т. Шевелева. - Новосибирск: Наука, 1987. 277 с.
7. Сологуб, Е.Б. Спортивная генетика. / Е.Б. Сологуб, В.А. Таймазов. - СПб.: Терра-спорт, 2000. - 125 с.
8. Степанова, С.И. Биоритмологические аспекты проблемы адаптации. / С.И. Степанова. - М.: Наука, 1986.- 239 с.
9. Таймазов, В.А. Биоэнергетика спорта. / В.А. Таймазов, А.Т. Марьянович. - СПб.: Шатон, 2002. - 122 с.
10. Халберг, Ф. Хронобиология и хрономедицина и влияние гелиофизических факторов на организм человека. / Ф. Халберг. - М., 1992.
11. Шапошникова, В.И. Годовой эндогенный цикл человека / В.И. Шапошникова // Сознание и физическая реальность. - М., 1998. - Т. 3, № 1 - С. 33-40.

12. Шапошникова, В.И. Индивидуализация и прогноз в спорте. / В.И. Шапошникова. - М.: ФиС, 1984. - 157 с.
13. Шапошникова, В.И. Многолетние и годовые циклы / В.И. Шапошникова, Р.П. Нарциссов, Н.А. Барбараш // Хронобиология и хрономедицина. - М., 2000. - С. 115-139.
14. Шапошникова, В.И. Периоды индивидуального года, требующие внимания врачей и тренеров / В.И. Шапошникова, В.А. Чуев // Теор. и практ. физич. культуры. - 2003. - № 8. - С. 47-51.
15. Шапошникова, В.И. Хронобиология и спорт [Текст]: монография / В.И. Шапошникова, В.А. Таймазов. – М.: Советский спорт, 2005. – 180 с.

дополнительная:

1. Агаджанян, Н.А. Десинхроноз: механизмы развития от молекулярно-генетического до организменного / Н.А. Агаджанян, Д.Г. Губин // Успехи физиол. наук, 2004. - № 2. – С. 57-72.
2. Ашофф, Ю. Биологические ритмы. / Ю. Ашофф. - М.: Мир, 1984.- 450 с.
3. Белкания, Г.С. Функциональная система антигравитации. / Г.С. Белкания. - М.: Наука, 1982. – 288 с.
4. Владимирский, Б.М. Биологические ритмы и солнечная активность. / Б.М. Владимирский // В.кн.: Проблемы космической биологии. Биологические ритмы. - М.: Наука, 1980, т. 41, с. 289-315.
5. Высочин, Ю.В. Релаксационный механизм срочной адаптации к физическим нагрузкам и гипертермии / Ю.В. Высочин // Средства и методы повышения специальной работоспособности и технического мастерства юных и взрослых спортсменов: Сб. науч. трудов ГДОИФК. - Л., 1983. - С. 5 - 32.
6. Гласс, Л. От часов к хаосу: ритмы жизни: Пер. с англ. / Л. Гласс, М. Мэки. - М.: Мир, 1991. - 248 с.
7. Дедов, И.И. Биоритмы гормонов. / И.И. Дедов, В.И. Дедов. – М.:

Медицина, 1992.- 256 с.

8. Казначеев, В.П. Космопланетарный феномен человека: Проблемы комплексного изучения. / В.П. Казначеев, Е.А. Спирин. - Новосибирск: Наука, 1991. - 302 с.

9. Курамшин, Ю.Ф. Высшие спортивные достижения как объект системного анализа / Ю.Ф. Курамшин; СПбГАФК им. П.Ф. Лесгафта. - СПб., 2002. - 147 с.

10. Таймазов, В.А. Психофизиологическое состояние спортсмена. / В.А. Таймазов, Я.В. Голуб. - СПб.: Олимп, 2004. - 400 с.

11. Трофимов, А.В. Гелиогеоэкологический баланс пренатального периода развития и его роль в стратегии здоровья человека / А.В. Трофимов, А.А. Гадалов // Вестн. Междунар. НИИ Космической антропозологии. - Новосибирск, 1997. - Вып. 4. - С. 27 - 36.

12. Тыщенко, В.П. Сезонные ритмы / В.П. Тыщенко, Т.К. Горышина, В.Р. Дольник // Проблемы космической биологии. - М.: Наука, 1980. - Т. 41. - С. 238-274.

13. Фурдуй, Ф.И. Стресс и здоровье. / Ф.И. Фурдуй. - Кишинев: Штиинца, 1990. - 239 с.

14. Шапошникова, В.И. Волны жизни: Биоритмы и здоровье. / В.И. Шапошникова. – СПб.: ИК «Комплект», 1996. – 201с.

15. Шапошникова, В.И. Хронобиология и ее значение в подготовке футболистов / В.И. Шапошникова // Искусство подготовки высококлассных футболистов: Науч.-метод. пособие. - М.: Советский спорт, 2003. - С. 350-376.

16. Шапошникова, В.И. Сезоны рождения и ориентация спортсменов / В.И. Шапошникова, В.А. Таймазов // Теор. и практ. физич. культуры. - 2004. - № 1. - С. 31-35.

17. Charles M., Winget et al. Circadian rhythms and athletic performance // Med. and Science in sports and exercise. - 1986. - Vol. 17, N2 5. - P. 498-516.

18. Koutwedakis Y. Seasonal variation in fitness parameters in

competitive athletes // Sports Med. - 1995. - Vol. 19, N° 6. -P. 373-392.

19. Lagercrantz H., Slotkin T. The stress of being born // Sci. Amer. - 1986. - Vol. 254. - P. 100-107.

20. Neumann D. Tidal and lunar rhythms // Biological rhythms: Handbook of behavioral neurobiology / Ed. F. Aschoff. - N.-Y., 1981. -P. 351-380.



УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Св. план 2007

Дмитрук Анатолий Иванович

БИОРИТМОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ В СПОРТЕ

Учебно-методическое пособие

Редактор В.П. Товстых  
Корректор Н.Л. Журавлева  
Отв. за выпуск В.К. Козлов

Сдано в набор 03.04.2007. Подписано в печать 19.04.2007.  
Объем 2,7 печ. л. Тир. экз. Заказ \_\_\_\_\_ Цена свободная  
ИД № 06261 от 12.11.2001

---

ПАО СПб ГУФК им. П.Ф. Лесгафта  
190121 Санкт-Петербург, ул. Декабристов, 35