

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

ТАРТУСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

ЗУБАНОВ Владимир Петрович

**ЦИРКАДНЫЕ РИТМЫ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ
ФУНКЦИЙ ПРИ АДАПТАЦИИ
К МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

03.00.13 Физиология человека и животных

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

ТАРТУ 1982

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

Работа выполнена в лаборатории экологической физиологии Кемеровского государственного университета и на кафедре теоретических основ физического воспитания Новокузнецкого государственного педагогического института.

Научные руководители:

доктор медицинских наук Панин Л.Б.
кандидат биологических наук Мошкин М.П.

Официальные оппоненты:

доктор медицинских наук, проф. Кассиль Г.И.
кандидат биологических наук, с.н.с. Сазне Т.П.

Ведущая организация: Университет Дружбы Народов им. П.Лумумбы

Защита диссертации состоится " 9 " *июня* 1982 г.
в *15* часов на заседании специализированного совета
К.069.02.07. Тартуского государственного университета
(202400, г.Тарту, ул.Юликооли 18).

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке Тартуского государственного университета.

Автореферат разослан " 7 " *мая* 1982 г.

Ученый секретарь специализированного
совета К.069.02.07., д.м.н., профессор

М.И.Иванов

Тяжелыд Л.Я.

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Современный уровень знания позволяет считать, что колебательные (периодические) процессы являются наиболее универсальной характеристикой всех форм жизнедеятельности и рассматриваются как одно из фундаментальных свойств живых систем. Важнейшим способом адаптации организма к внешним воздействиям является усвоение ритма периодических изменений. Прикладной аспект этой проблемы требует раскрытия форм влияния отдельных биологических ритмов или их сочетания на творческую и физическую деятельность человека. Изучение разнообразных по своей сложности и характеру процессов открывает всё новые факты о ритмической деятельности биологических структур; и задача сейчас уже состоит не только, и не столько в том чтобы получить новые доказательства биоритмов, сколько в том, чтобы использовать эту закономерность как отправной пункт для выяснения особенностей активности, механизмов сохранения целостности биологических структур и осуществления процессов восстановления в условиях нормы и патологии" (Г. П. Крыжановский, 1975).

Если для животных одним из важнейших синхронизирующих факторов является чередование света и темноты, то для человека на первый план выступают социально регламентированные ритмы труда и отдыха, приёма пищи и другие, так называемые "датчики времени". Один из наиболее выраженных суточных ритмов — чередование сна и бодрствования гармонично синхронизирован с чередованием интенсивности и направленности многочисленных физиологических функций и процессов организма.

Но в современных условиях жизни всё чаще приходится сталкиваться с изменением ритмов жизнедеятельности, устранение причин которых невозможно с экономических, народнохозяйственных и других точек зрения. Например, общеизвестна важность освоения районов Крайнего Севера, широкое использование вынужденного способа производства при разработке нефтяных и других месторождений, ночных смен и так далее. Адаптация человека к данным условиям требует чрезмерного напряжения функциональных систем организма. С особой важностью проблема биоритмологической адаптации встает в связи с развитием авиации и космонавтики, когда у человека резко изменяется характер фазовых взаимоотношений уже сложившихся биоритмов.

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

- 2 -

Вопрос о важности мышечной деятельности в синхронизации суточных ритмов различных процессов организма уже ставился в литературе. Интересные и многочисленные результаты получены в исследованиях с гипокниезией (н.в. Шанферова, 1963, 1967; С. Leach, 1972; Л.А. Луговой, 1975; J. Vasmatazou-Danelis и др., 1975; В.П. Черныкова, 1977). Что же касается влияния ритмов двигательной активности на эффективность развития физических качеств человека и физиологических механизмов, через которые реализуется их влияние, то данный вопрос практически не изучен, за исключением ряда работ, показывающих, что более высокие результаты спортсмены достигают при тренировках днём или вечером, по сравнению с тренирующимися утром (И.Г. Васильев и др., 1957; J. Jaskowski, 1967; С.Г. Харвуга, 1974, 1975, 1978; В.М. Шкретий, С.В. Ищенко, 1974; М. Нузу, 1976). Но личные достижения спортсмены, как правило, показывают участвуя в соревнованиях во время суток, близкое к времени проведения регулярных тренировочных занятий.

Исследование гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы у спортсменов разных специализаций и тренирующихся в разное время суток, проведённые группой авторов (Г.М. Шрейберг и др., 1975, 1977; Г.П. Кассиль и др., 1978; Э.А. Матлина, 1978), свидетельствуют о существенных различиях суточного ритма выведения кортикостероидов, катехоламинов и их предшественников с мочой, зависящих, как полагают авторы, от времени систематических физических и эмоциональных нагрузок.

Исследования на животных, проведённые М.Г. Колпиковым с соавторами (1975, 1974, 1976), Г.В. Фремовой (1976, 1981) показывают, что время тренировки крыс существенно влияет на циркадные ритмы гипофизарно-надпочечниковой системы. Однако, в этих исследованиях тренировки крыс проводились либо в период максимальной локомоторной активности, либо в период покоя, что приводило к изменению ритмов сна-бодрствования и приёма пищи животными; поэтому не ясно, только ли изменение ритма двигательной активности является причиной перестройки циркадных ритмов исследуемых функций.

Исходя из современных представлений о циркадной организации физиологических функций организма, сведения, полученные при изучении биоритмов одних систем, нельзя однозначно распространить на другие функциональные системы. Поэтому представляется

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

- 3 -

целесообразным более широкое исследование суточных ритмов у спортсменов, тренирующихся в равное время суток, а в частности, ритмов функционирования сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем, играющих ведущую роль в обеспечении высокой физической работоспособности.

ц е л ь ю данной работы является изучение циркадного ансамбля физиологических функций при различных ритмах двигательной активности, анализ роли глюкокортикоидных гормонов в формировании ритмов работоспособности и изучение эффективности тренировочных занятий при разной циркадной организации двигательных и вегетативных функций. При этом были поставлены следующие основные з а д а ч и :

- анализ циркадного ансамбля физиологических функций у спортсменов, тренирующихся в равное время суток.
- сравнительная характеристика состояния физиологических ритмов после однократных физических нагрузок проводимых в равное время суток и в динамике тренировочного процесса после изменения суточного ритма тренировочных нагрузок.
- изучение влияния десинхронизации физиологических ритмов у спортсменов на эффективность тренировочного процесса и уровень достижения спортивных результатов.
- оценка влияния экспериментального изменения циркадного ритма глюкокортикоидов на суточные ритмы работоспособности, интенсивности дыхания и некоторых показателей углеводно-жирового обмена.

научная новизна и практическая значимость работы.

При относительном постоянстве основных датчиков времени (ритмов сна-бодрствования, приема пищи и других) впервые проведено комплексное исследование влияния ритмов мышечной деятельности на суточные ритмы колебания целого ряда физиологических функций у спортсменов, включающих в себя ритмы сердечно-сосудистой системы; температуры тела, глюкокортикоидов, электролитов и реактивности кровеносных сосудов к вызовным веществам.

Выявлены физиологические функции, циркадные ритмы которых в значительной степени подвержены влиянию временных режимов мышечной деятельности, а также функции, суточные колебания которых относительно независимы от ритмов двигательной активности. Следовательно, равная чувствительность физиологических

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

- 4 -

функций к синхронизирующему влиянию мышечной деятельности может в определённых условиях приводить к устойчивой десинхронизации циркадного ансамбля физиологических функций, которая может являться одной из причин снижения эффективности тренировочного процесса.

При решении методических задач были разработаны и апробированы: новый метод изучения реактивности кровеносных сосудов с электрофоретическим введением вазоактивных веществ и метод регулируемого дозирования величины нагрузки при плавании мелких лабораторных животных с одновременным газовым анализом выдыхаемого воздуха.

Полученные данные играют важное значение при планировании занятий физическими упражнениями, что позволяет определить значимость и оптимальные сроки перестройки временного распорядка в микро- и микроциклах тренировочного процесса.

по, прикладное значение исследования биологических ритмов у спортсменов выходит за рамки оптимизации тренировочного процесса. Эти исследования способствуют развитию научно обоснованных методов коррекции биоритмологических нарушений у людей, живущих и работающих в условиях с необычной временной организацией внешних циклических процессов. Так например, в районах расположенных за полярным кругом, в космосе и так далее, где синхронизирующая роль физических нагрузок может играть более важное значение, чем просто как средство против гипокинезии.

- апробация работы. Основные материалы работы доложены на:
- областной конференции молодых учёных Кузбасса, Кемерово, 1977.
 - научном семинаре института клинической и экспериментальной медицины СС Амп СССР, новосибирск, 1977.
 - II всесоюзной конференции по адаптации человека к различным географическим, климатическим и производственным условиям, Владивосток, 1978.
 - региональной конференции "физиологические, медицинские и педагогические проблемы спортивной и трудовой деятельности", Томск, 1978.
 - IX всесоюзном симпозиуме "эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности", Черники (ЭССР), 1981.

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

- 5 -

-заседании кафедры теоретических основ физического воспитания повокузнецкого государственного педагогического института, повокузнецк, 1961.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, раздела собственных исследований, включающего описание результатов и их обсуждение (4 главы), заключения, выводов и списка литературы (261 источник, из них 164 - отечественных и 117 - зарубежных авторов).

Работа выполнена на 144 страницах машинописного текста, содержит 5 таблиц, 19 рисунков.

Материалы и методы исследования. под наблюдением находилась группа пловцов (10 человек) в возрасте 19-20 лет на момент начала исследований. в зависимости от расписания занятий в общеобразовательной школе часть из них тренировалась с 7 до 10 часов, остальные - с 15 до 18 часов.

за двухлетний период наблюдений анализировались результаты соревнования с учётом времени их проведения (утром или днём). время, показанное на дистанции переводилось по единой спортивной классификационной таблице в очки. Одновременно, с сентября по декабрь месяц каждого года проводился контроль за изменением массы тела, роста, жизненной ёмкости лёгких, силы кисти и скорости проплывания 50-метровой дистанции.

в конце двухлетнего периода в декабре месяце в дни отдыха не ранее чем через 24 часов после последней тренировки в состоянии относительного покоя изучались циркадные ритмы частоты сердечных сокращений (ЧСС), минутного объёма кровообращения (МОК), объёмной скорости выброса крови из левого желудочка (ОСВ), скорости распространения пульсовой волны по артериям (СРПВ), объёмной скорости кровотока в предплечье (ОСК) и кончике пальца (ОСКп), реактивности кровеносных сосудов на гистамин, концентрации H^+ -ионов, натрия и калия в слюне, силы и статической выносливости мышц кисти.

все испытуемые, в зависимости от времени тренировок в этом полугодии, разделились на две группы: 9 человек тренировались с 7 до 10 часов, 7 человек - с 15 до 18 часов.

для изучения влияния однократных физических нагрузок, проводимых в разное время суток, исследовались не тренированные люди (6 человек) мужского пола в возрасте 19-24 лет.

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

- 6 -

Через несколько дней после определения контрольных (фоновых) суточных ритмов физиологических функций, испытуемые выполняли физическую нагрузку в 9 часов и спустя 7-10 дней - в 21 час. Первые 5 минут работа выполнялась на велоэргометре, последующие 5 минут на кистевом динамометре, и так далее в таком чередовании общей длительностью 1 час. Таким образом, каждая нагрузка включала по 6 десятиминутных циклов. Это позволило наряду с общим утомлением вызывать и локальное (для мышц предплечья).

Все физиологические функции исследовались лежа на кушетке до начала работы, сразу после её окончания и через каждые 6 часов в восстановительном периоде на протяжении двух суток.

Изучение переходных процессов при изменении ритма двигательной активности проводилось в специально организованном исследовании, в котором участвовали 6 человек в возрасте 16-18 лет не занимающиеся спортом. После двухдневного измерения фоновых характеристик суточных ритмов они приступили к тренировкам по баскетболу с 7 до 8 час. 30 мин.

Циркадные ритмы физиологических функций изучали в дни отдыха на 4, 11 и 18 сутки утренних тренировок. С 21 дня время тренировочных занятий было перенесено на 19 часов. Интенсивность тренировочных нагрузок в обоих циклах была одинаковой и контролировалась по ЧСС (в среднем 140 сердечных сокращений в минуту). Порядок проведения биоритмологических исследований так же не изменился. Время сна и приёма пищи контролировались и сохранялись неизменными в течение всего исследования.

В экспериментах на белых мышах изучалось влияние глюкокортикоидов на суточные ритмы работоспособности, интенсивности дыхания и показателей углеводно-липидного обмена. Животные содержались в условиях вивария при искусственном освещении с 9 до 21 часа.

Проведено две серии исследований: в первой изучалось влияние гидрокортизона на ритмы физической работоспособности и интенсивности дыхания животных, во второй - влияние гормона на суточную периодичность содержания гликогена в печени, глюкозы и свободных жирных кислот в крови в состоянии покоя и при выполнении стандартной нагрузки длительностью 1 час.

В каждой серии животные разбивались на три группы. Одной

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

- 7 -

группе животных гидрокортизон (1 мг/100 г. массы тела) вводился в фазе циркадного минимума эндогенного кортикостероидного ритма, то есть в 9 часов; другой - в фазе максимума, то есть в 21 час. Контрольным животным вводился физраствор в том же объеме. О характере суточного ритма глюкокортикоидов у сумеречных животных с максимумом в 21 час говорят многочисленные литературные данные (И.Г. Колпаков и др., 1973, 1976; И.А. Романов и др., 1970; F. Halberg, 1977).

Материалы исследований суточных ритмов обработаны по биоритмологической программе "КОСИНОР", предложенной F. Halberg e. a. (1967), в вариантах повосибирских авторов (К.А. Багриновский и др., 1973) и представлены в виде хронокарт. Основные материалы обрабатывались методом вариационной статистики с определением средней арифметической величины, квадратического отклонения средней и стандартной ошибки. Значения средних сравнивались по t -критерию Стьюдента. Рассчеты производились на микрокалькуляторе БЗ-21 с применением математических программ.

Результаты исследований и их обсуждение.

1. Анализ спортивных результатов и суточных ритмов физиологических функций у спортсменов, тренирующихся в равное время суток.

Изучение динамики результатов выступления в соревнованиях показало, что средний уровень спортивных достижений достоверно выше ($p < 0,05$) при "дневных тренировках" чем при "утренних". Однако, наилучшие результаты спортсмены показывали выступая в соревнованиях в привычное для проведения венятий время суток. Так при тренировках с 7 до 10 часов результаты в утренних стартах были равны 448 ± 8 очкам, а в вечерних - 429 ± 10 очкам (различия не достоверны, $p > 0,05$); при дневных тренировках соответственно - 460 ± 7 очкам и 452 ± 9 очкам ($p < 0,05$). Полученные результаты совпадают с данными других авторов (И.Г. Васильев и др., 1957; J. Jaskowski, 1967; J. Nitka, 1967; И.А. Шкретий, С.В. Щенко, 1974; С.Г. Дарибура, 1974, 1970; И. Нузу, 1978).

Исследование антропометрических показателей и скоростных качества спортсменов в эти же периоды наблюдения показало, что при дневных тренировках отмечалось более значительное ($p < 0,05$), по сравнению с утренними, повышение массы тела ($+3,7 \pm$

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

- 20 -

дения 17-КГС с мочой.

5. Одинаковая динамика концентрации 11-ОКС и экскреции 17-КГС после нагрузок как в утреннее, так и в вечернее время позволяет сделать вывод о том, что функциональная активность коры надпочечников в этот период в большей степени подчинена закономерностям восстановительного процесса, чем влиянию механизмов регуляции суточных ритмов.

6. При переходе к новому режиму тренировочных занятий уже через 3 дня наступает изменение циркадного ансамбля физиологических функций. К 11-18 суткам в основном формируются соответствующие новому режиму суточные ритмы показателей сердечной деятельности. Этого периода не достаточно для стабилизации ритмов глюкокортикоидов, наиболее инертными, не имеющими существенных фазовых перестроек в эти периоды, являются ритмы температуры тела, концентрации натрия и калия в слюне.

7. Введение гидрокортизона мышам в фазе минимума концентрации глюкокортикоидов в крови (9 часов) смещает максимум выделения CO_2 с 03 на 21 час. Повышение интенсивности дыхания способствует в этот период более выраженному, чем в контроле, повышению работоспособности животных. Введение гормона в фазе максимума глюкокортикоидов (21 час) не влияет на фазовые характеристики этих ритмов, а только увеличивает амплитуды суточных колебаний.

8. Введение гидрокортизона мышам как в 09, так и в 21 час сопровождается изменением суточного ритма содержания Са_с в крови в состоянии покоя и резким повышением жиромобилизующей реакции на физическую нагрузку. жиромобилизующий эффект более длительное время сохраняется после утреннего введения гормона.

Для показателей углеводного обмена существенным является лишь снижение содержания гликогена сразу после утреннего введения гидрокортизона и уменьшение амплитуды колебаний ритмов гликогена и глюкозы при введении вечером.

9. Пятидневное введение гидрокортизона в фазе циркадного минимума кортикостероидов в крови мышей сопровождалось меньшим приростом массы молодых животных, по сравнению с животными, получившими гидрокортизон в фазе максимума (21 час). Введение гидрокортизона более взрослым животным существенно не влияло на массу тела.

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

- 21 -

Работы, опубликованные по материалам диссертации.

1. Зубанов В.П., Мошкин М.П.. Особенности изменения мышечного кровотока при физической нагрузке в разное время суток. В сб.: Проблемы экспериментальной морфофизиологии и генетики. Кемерово, 1976, с.32-35.
2. Зубанов В.П., Мошкин М.П.. Циркадный ритм функционирования основных элементов сосудистого русла конечностей человека. В сб.: Проблемы экспериментальной морфофизиологии и генетики. Кемерово, 1976, с.29-32.
3. Зубанов В.П., Мошкин М.П., Маликов Н.В., Коробецкий А.А., Петухов С.И. Циркадный ритм работоспособности мизп кисти при различных временных режимах тренировок и в восстановительном периоде. В сб.: Проблемы экспериментальной морфофизиологии и генетики. Кемерово, 1977, с.34-39.
4. Зубанов В.П., Мошкин М.П., Маликов Н.В., Коробецкий А.А.. Соотношение циркадного ритма функции органа и его функциональной способности на примере регуляции сосудистого тонуса. Мат. II Всесоюзной конференции по адаптации человека к различным географическим, климатическим и производственным условиям. Владивосток, 1978, Новосибирск, 1978, с.102-104.
5. Зубанов В.П., Мошкин М.П., Петухов С.И.. Влияние времени тренировки на циркадную синхронизацию основных элементов кровообращения. В сб.: Методические рекомендации для преподавателей общеобразовательных и детских спортивных школ, ВУЗов по итогам I областной научно-методической конференции по физическому воспитанию и физиологии спорта. Кемерово, 1978, с.62-63.
6. Зубанов В.П.. Циркадные ритмы восстановления некоторых физиологических функций человека после физической работы в разное время суток. В сб.: Физиологические аспекты адаптации человека и животных. Кемерово, 1978, с.7-14.
7. Зубанов В.П., Мошкин М.П., Шорин Ю.П.. Биоритмы и оптимизация труда в условиях действия отрицательных факторов производственной среды. В сб.: Физиолого-генетические аспекты адаптации человека и животных. Кемерово, 1979, с.28-35.
8. Зубанов В.П., Мошкин М.П.. Метод оценки сосудистой реактивности у человека с использованием электрофоретического способа введения вазоактивных веществ. В сб.: Новое в методах научных исследований, диагностики и лечения. Новосибирск, 1978, с.3-4.

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

- 22 -

9. Зубанов В.П., Мошкин М.П., Маликов Н.В., Коробецкий А.А.. Метод оценки реактивности сосудов и ионофоретическим введением vasoактивных веществ. Физиология человека, 1979, 2, с.365-367.
10. Зубанов В.П., Мошкин М.П., Петухов С.И., Носов И.П.. Биоритмологические подходы к обоснованию рациональных режимов тренировки. В сб.: Физиологические, медицинские и педагогические проблемы спортивной и трудовой деятельности. Томск, 1979, с.15-16.
11. Зубанов В.П., Дьячков В.А., Мошкин М.П., Посный В.С.. Перестройка циркадных ритмов физиологических функций при спортивных тренировках в разное время суток. Физиология человека, 1981, 1, с.138-144.
12. Зубанов В.П., Мошкин М.П., Ланин Л.В.. Циркадные ритмы кортико-стероидов в первые 48 часов после мышечной работы. В сб.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. Тарту, 1981, 10, с.59-66.
13. Зубанов В.П., Мошкин М.П., Герлинская Л.А., Ромашов Н.А.. Роль глюкокортикоидов в формировании суточных ритмов физической работоспособности. В сб.: Хронобиология и хронопатология. Тезисы докладов на Всесоюзной конференции. М., 1981, с.175.