

УДК 612.766.1.577.3:656.001.5

НАРУШЕНИЕ СТРУКТУРЫ СУТОЧНЫХ РИТМОВ У ДИСПЕТЧЕРОВ МЕТРОПОЛИТЕНА ПРИ СМЕННОМ ТРУДЕ

Ластовченко В. Б.**Институт медицины труда АМН Украины, г. Киев**

Представлены результаты биоритмологического анализа суточной динамики психофизиологических показателей поездных диспетчеров метрополитена, работающих по графику с дневными и ночными 12-часовыми сменами. Показано, что у диспетчеров в 36–85% случаев имеет место нарушение фазовой структуры суточных ритмов, нормальные суточные кривые отсутствуют. Выраженная десинхронизация биоритмов является следствием сочетанного влияния факторов сменности и напряженности труда. Определены также те факторы трудового процесса, которые в наибольшей степени ответственны за развитие десинхроноза: напряженная умственная деятельность в период приема-передачи смены и в часы ночной смены, характеризующиеся самым низким суточным уровнем функций.

Ключевые слова: диспетчеры метрополитена, 12-часовые смены, суточные ритмы, десинхроноз

Введение

Профессия поездного диспетчера службы движения метрополитена относится к типу операторских профессий, основным содержанием работы которых является управление движением подвижных транспортных средств. Работа диспетчеров организована по графику, включающему дневные и ночные смены. Последнее обстоятельство дает основание предположить заинтересованность системы суточных ритмов организма и возможность их изменения в процессе профессиональной деятельности. Известно, что у работающих по сменному графику развивается десинхроноз — пограничное состояние, которое характеризуется нарушением фазовой структуры суточных ритмов, изменением амплитуды и периода колебаний [1]. Амплитудно-фазовая структура суточных ритмов является самостоятельной характеристикой функционального состояния организма, определяющей такие его свойства, как умственная и физическая работоспособность [2]. Обнаружено, что у работников умственного труда число измененных суточных кривых больше, чем у лиц с преимущественно физическим трудом. Имеются основания полагать, что на изменение структуры биоритмов у первых повлияло значительное рабочее напряжение [3]. Следует отметить, что исследования суточных ритмов у операторов сменного труда не нашли своего отражения, по крайней мере, в доступной нам литературе. Учитывая, что поездной диспетчер метрополитена является ключевым звеном, обеспечивающим график движения электропоездов, безопасность пассажиров и сохранность транспортных средств,

очевидной является необходимость изучения состояния его биоритмов, как универсального критерия функционального состояния.

Цель работы — выявить влияние напряженности труда на суточные биоритмы диспетчеров метрополитена.

Методы исследования

Исследования были проведены в Киевском метрополитене на трех линиях. Управление движением осуществляли поездные диспетчеры — один диспетчер на каждой линии. Всего было обследовано 11 человек. График работы двухсменный с 12-часовой продолжительностью дневных и ночных смен. Согласно сменному графику, дневная смена начиналась в 8:00, заканчивалась — в 20:00; ночная — начиналась в 20:00, заканчивалась в 8:00 следующих суток. Субъективное состояние диспетчеров оценивалось с помощью теста «САН» [4]. Состояние центральной нервной системы (ЦНС) — с помощью метода хронорефлексометрии, по модифицированному варианту методики А.Е.Хильченко с использованием аппарата ПНН-3 [5]. Измерялся латентный период сложной зрительно-моторной реакции (ЛП СЗМР). Состояние сердечно-сосудистой системы оценивалось по показателям артериального давления (АДС, АДД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС). Замеры показателей в дневной смене проводились в начале смены, в 12:00, 16:00 и в конце смены; в ночной — также в начале смены, в 24:00, 4:00 и в конце смены.

Проводился хронометраж рабочего дня, на основании которого составлялась профессиографичес-

кая характеристика труда поездного диспетчера. Напряженность труда диспетчеров оценивалась по показателям в соответствии с «Гигиенической классификацией труда» 1986г. [6].

Анализ суточной динамики исследуемых психофизиологических показателей осуществлялся с использованием биоритмологического подхода.

Проведен индивидуальный анализ суточных ритмов психофизиологических показателей диспетчеров. Установлено время суток, на которое приходилось максимальное значение показателя — акрофаза максимума (Аф макс.), и время его минимального значения — акрофаза минимума (Аф мин.). Расположение Аф макс. и Аф мин. рассматривалось с учетом данных литературы о границах зон их нормы. Аф макс. показателей самооценки состояния — самочувствия (С), активности (А), настроения (Н) приходятся на период с 10:00 до 20:00 [4]; Аф макс. АДС и АДД — на период с 15:00 до 19:00 [7,8]; Аф макс. ЧСС — на период с 12:00 до 22:00 [7]; ЛП СЗМР — на период с 10:00 до 19:00 [9]. Известно, что суточные минимумы большинства физиологических показателей приходятся на период с 2:00 до 4:00 ночи.

Результаты и их обсуждение

Рабочий день поездного диспетчера начинается за 30 мин до начала дневной и ночной смен. Это время предназначено для приема-передачи смены. Во время приема смены диспетчер получает устную информацию о ситуации на линии метрополитена от диспетчера предыдущей смены. Изучает записи в оперативных журналах. Затем передает циркулярный приказ о начале смены дежурным станциям и принимает от них доклады. Утверждает приказ и с этого времени берет на себя личную ответственность за обеспечение графика движения электропоездов метрополитена. Нарушения графика по причине различных технологических неполадок, аварийных ситуаций и других обстоятельств, обычно, происходят внезапно. Поэтому диспетчер, практически постоянно, на протяжении 12 часов работает за пультом управления. В дневной смене все его время занято управлением движением. Диспетчер осуществляет постоянное наблюдение за движением поездов — информация отображена на мониторе. Осуществляет контроль графика движения — графики на каждый астрономический час представлены на бумажных носителях. Следит за состоянием станций с путевым развитием и тупиков. Выполняет команды об обкатке и перегонке

поездов. Постоянно производит записи в оперативных журналах. Руководит съемом поездов после утреннего и вечернего «пики», выпуском поездов для вечернего «пики». Управление движением диспетчер осуществляет посредством селекторной и радиотелефонной связи с диспетчерами станций, с машинистами поездов, с диспетчером депо, с руководящим персоналом метрополитена, с операторами и диспетчерами других служб.

В ночной смене диспетчер управляет движением на протяжении 6 часов. Из них 4 часа выпадают на период от начала смены до прекращения движения поездов в 24:00, и 2 часа — на период от начала движения в 6:00 до окончания смены. Диспетчер дважды передает циркулярный приказ: о снятии напряжения на контактном рельсе и затем — о включении напряжения. Остальное время работы диспетчера в ночной смене занято управлением различными технологическими операциями, контролем отправки рабочих бригад в туннели и возвращения их на станции.

Плотность информационных сигналов в среднем за один час работы составляет от 500 до 800 сигналов; время сосредоточения внимания (в процентах к продолжительности смены) — 95,8%. Напряженность труда по каждому из показателей относится к III классу, 1 степени. Эмоциональное и интеллектуальное напряжение, определяемое, как «ответственность за безопасность других лиц», оценивается как III класс, 2 степень. Таким образом, напряженность труда поездных диспетчеров метрополитена по внешним критериям, отнесена к наивысшему, третьему классу вредных и опасных условий труда в соответствии с Гигиенической классификацией труда.

Индивидуальный анализ фазовой структуры суточных ритмов С, А, Н, АДС, АДД, ЧСС, ЛП СЗМР показал, что у диспетчеров в границы зон нормы попадали либо суточные максимумы, либо минимумы показателей. Поэтому нормальные суточные кривые в целом по группе диспетчеров обнаружены только в единичных случаях. Исключение составил показатель активности (36,3% случаев). В то же время значительное число случаев составили измененные суточные кривые (от 36,3 до 85,0% случаев) таблица 1. В таблице представлена структура распределения случаев расположения Аф макс. и Аф мин. исследуемых показателей в границах зоны нормы, а также случаев нарушения структуры суточных ритмов за счет смещения акрофаз за эти границы. Как видно из таблицы, анализ

фазовой структуры суточных ритмов субъективных показателей функционального состояния, показателей центральной нервной и сердечно-сосудистой систем обнаружил в значительном числе случаев их десинхронизацию и, практически, полное отсутствие нормальных суточных кривых. Известно, что при сменном труде адаптация к работе в ночное время суток осуществляется путем перестройки суточных ритмов функциональных систем. Неодновременность перестройки ритмов различных систем в зависимости от их пластичности приводит к нарушениям фазовой структуры, то есть к десинхронизации. Явления десинхроноза являются характерной особенностью сменного труда [1]. По мнению С.И. Степановой, стрессогенные факторы самой различной природы в зависимости от своей силы также могут самостоятельно приводить к развитию десинхроноза [10].

Подтверждением этому служат данные, представленные в литературе. Проведено исследование более 700-т суточных кривых у лиц различных профессий. Оказалось, что число измененных суточных кривых у работников умственного труда было больше, чем у работников с преимущественно физическим трудом [3]. Авторы отмечают, что у операторов число нормальных суточных кривых, вообще, невелико. Высказывается мнение, что относительная частота случаев изменений суточного ритма у работающих может служить показателем напряженности выполняемой работы.

Напряженность труда диспетчеров метрополитена отнесена, как это показано выше, к наивысшему классу вредных и опасных условий труда.

Напряженная умственная деятельность диспетчеров, обусловленная большим объемом перерабатываемой информации, возможностью внезапного возникновения аварийной ситуации, дефицитом времени для принятия ответственных решений, личной ответственностью за жизнь людей и сохранность транспортных средств, выступает в роли стрессогенного фактора значительной силы. Можно заключить, что выраженное проявление десинхроноза является следствием сочетанного влияния на суточные ритмы сменного труда и напряженной умственной деятельности.

Из таблицы видно, что нарушения фазовой структуры суточных ритмов С, А и Н составили 54,5; 36,3 и 54,5% случаев, соответственно. При этом нарушения структуры за счет смещения Аф макс. за границы зоны нормы выявлены в единичных случаях. Имело место смещение Аф макс. на начало дневных смен, то есть на 8:00 утра (опережение фазы). В то же время оказалось, что Аф макс. С в 36,3%, А в 59,0% (с учетом нормальных суточных кривых) и Н в 31,8% случаев располагались в зоне нормы.

Исследуемые субъективные показатели функционального состояния диспетчеров позволяют оценить уровень активизации ЦНС по следующим характеристикам. Показатель С отражает силу, здоровье, утомление; А — движение, подвижность, скорость; Н — эмоциональное состояние. Как уже

Таблица 1

**Характеристика суточных ритмов психофизиологических показателей
диспетчеров метрополитена (n = 11)**

Характеристика ритма	Показатели						
	С	А	Н	АДС	АДД	ЧСС	ЛП СЗМР
	Случаи (%)						
Аф макс. в зоне нормы	36,3 ± 10,2	22,7 ± 8,9*	31,8 ± 9,9	—	—	9,0 ± 6,1*	13,6 ± 7,3*
Аф мин. в зоне нормы	9,0 ± 6,1*	4,5 ± 4,4*	4,5 ± 4,4*	15,0 ± 7,9*	4,5 ± 4,4*	18,1 ± 8,2*	4,5 ± 4,4*
Нормальный суточный ритм	—	36,3 ± 10,2	9,0 ± 6,1*	—	18,1 ± 8,2*	18,1 ± 8,2*	—
Нарушения фазовой структуры ритма	54,5 ± 10,6	36,3 ± 10,2	54,5 ± 10,6	85,0 ± 7,9	77,2 ± 8,9	54,5 ± 10,6	81,8 ± 8,2
- За счет сдвига Аф макс.	13,6 ± 7,3*	9,0 ± 6,1*	13,6 ± 7,3*	50,0 ± 11,1	40,9 ± 10,4	31,8 ± 10,4	36,3 ± 10,2
- За счет сдвига Аф мин.	40,9 ± 10,4	27,2 ± 9,0	40,9 ± 10,4	35,0 ± 10,6	36,3 ± 10,2	22,7 ± 8,9*	45,4 ± 10,6

Примечание. * — единичные случаи.

сказано выше, зона нормы суточных максимумов С, А и Н приходится на период с 10:00 до 20:00. Поскольку дневная 12-часовая смена начинается в 8:00 и заканчивается в 20:00, то фактически она совпадает по времени с зоной нормы Аф макс. показателей самооценки. Исключение составляет период времени с 8:00 до 10:00. Обнаруженное расположение суточных максимумов С и Н в границах зоны нормы в трети случаев, а также А более чем в половине случаев свидетельствует об относительном постоянстве дневной составляющей суточных ритмов этих показателей.

В формировании рабочего напряжения, определяющего такой уровень активизации который является достаточным для обеспечения операторской деятельности, важную роль играют мотивация к работе и сознательные волевые усилия [10,11]. Имеются основания полагать, что эффект мотивации невелик в те часы, когда активизация естественным образом находится на высоком уровне в соответствии с суточным ритмом. Или, иначе, когда суточные максимумы показателей самооценки находятся в границах зоны нормы [10]. Эффект мотивации увеличивается, когда имеет место суточное снижение уровня активизации ЦНС. Известно, что суточные минимумы С, А и Н приходятся на период с 0:00 до 3:00 или с 3:00 до 6:00 в зависимости от индивидуального типа ритма работоспособности. Аф мин. показателей самооценки состояния в этот период времени, практически, не наблюдались. Нарушения фазовой структуры ритмов показателей самооценки (см.табл.1) отмечались в основном за счет смещения Аф мин. за границы зоны нормы (от 27,2 до 40,9% случаев). При этом наибольшее число сдвигов Аф мин. С и А ($22,7 \pm 6,0$ и $18,1 \pm 5,2\%$ случаев) пришлось на окончание ночной смены, то есть на 8:00 следующих суток (запаздывание фазы). Вероятно, поддержание активизации ЦНС на необходимом уровне в ночной смене по сравнению с дневной требует более значительных волевых усилий и повышенной мотивации для преодоления понижающего влияния суточного ритма. Вместе с окончанием работы в ночной смене отпадает необходимость в активизирующем влиянии рабочего напряжения. Поэтому и наблюдается смещение суточных минимумов с ночных на утренние часы. Таким образом, десинхронизация суточных ритмов показателей самооценки происходит, в основном, за счет их ночной составляющей.

Из таблицы видно, что нарушения фазовой структуры суточных ритмов АДС, АДД и ЧСС сос-

тавили 85,0; 77,2 и 54,5% случаев, соответственно. Следует отметить, что десинхронизация суточных ритмов показателей сердечно-сосудистой системы выявлена в значительно большем числе случаев, чем у субъективных показателей. Расположение Аф макс. и Аф мин., АДС, АДД и ЧСС в границах зон их нормы либо наблюдалось в единичных случаях, либо вовсе не обнаруживалось. Нормальные суточные кривые отсутствовали. Нарушения структуры ритмов за счет смещения акрофазы максимума за границы зоны нормы наблюдались в большем числе случаев, чем за счет смещения Аф мин. Обнаружена общая для всех показателей направленность сдвигов фазы максимума на 8:00, то есть на начало дневной смены (опережение фазы). Сдвиги Аф макс. АДС на это время наблюдались в $21,0 \pm 7,0$; АДД — в $18,1 \pm 6,0$; ЧСС — в $22,7 \pm 5,4\%$ случаев. Что касается суточных минимумов, то их сдвиги за границы зоны нормы какой-либо общей тенденции не имели.

Следует отметить, что зона нормы суточных максимумов АДС и АДД приходится на вторую половину дневной смены, она достаточно узкая, составляет всего 4 часа (15:00—19:00). Зона нормы максимума ЧСС шире, чем у АД, и составляет 10 часов (12:00—22:00).

Б.С. Алякринский определил период времени расположения акрофазы как зону «блуждания» фазы [1]. В последующих публикациях других авторов этот период времени получил название «зоны нормы» фазы [7].

Б.С.Алякринский отмечал, что чем значительнее отклонение фазы циркадианного ритма от средней точки зоны ее «блуждания», тем значительнее напряжение механизмов адаптации. Оказалось, что, несмотря на разную ширину зон нормы максимумов АД и ЧСС, средняя их точка совпадает и приходится на 17:00. Поэтому сдвиг Аф макс. этих показателей является одинаковым и составляет 9 часов. Такое продолжительное по времени опережение фазы максимума позволяет говорить о значительном напряжении механизмов адаптации сердечно-сосудистой системы диспетчеров. Таким образом, у диспетчеров в 20% случаев обнаружено смещение суточных максимумов АД и ЧСС на начало дневных смен. Кроме того, отмечалось смещение максимумов С, А и Н на этот период, в единичных случаях. Вероятно, максимальный подъем суточных кривых, который наблюдался у диспетчеров в начале дневной смены, обусловлен мобилизацией организма на предстоящую работу, повы-

шенной мотивацией к работе и высокой личной ответственностью за ее результаты [10,11,12]. Согласно данным литературы, у поездных диспетчеров железнодорожного транспорта в 20–25% случаев также наблюдался повышенный уровень физиологических функций в первые часы рабочей смены [13]. Наши собственные исследования операторов энергоблоков атомной электростанции показали, что имело место смещение суточных максимумов С, А, Н, АДС, АДД на начало дневных 8-ми и 12-ти часовых смен [14].

Расположение Аф макс. и Аф мин. ЛП СЗМР в границах зон нормы наблюдалось в единичных случаях. Нормальные суточные кривые отсутствовали. Зато в значительном числе случаев (81,8%) обнаружены нарушения структуры ритма. При этом, как Аф макс., так и Аф мин. по группе диспетчеров в целом распределялись по всей 24-часовой шкале. Какой-либо общей тенденции в их сдвигах выявить не удалось. Такое расположение суточных максимумов и минимумов, вероятно, отражает индивидуальную динамику работоспособности диспетчеров в рабочих ситуациях различной сложности.

Можно сделать заключение, что фактором трудового процесса, десинхронизирующим суточные ритмы сердечно-сосудистой системы диспетчеров, является ситуация начала работы — этап приема-передачи смены. Последний характеризуется мобилизацией организма на предстоящую работу, повышенной мотивацией к работе и высокой личной ответственностью за ее результаты. Другим десинхронизирующим фактором является работа диспетчера в ночной смене — в часы наибольшего суточного снижения уровня функций. Поддержание активизации ЦНС на уровне, необходимом для обеспечения операторской деятельности, осуществляется за счет повышенной мотивации и значительных волевых усилий.

Литература

1. Алякринский Б. С. Проблемы скрытого десинхроноза // Космическая биология и авиакосмическая медицина, 1972.— № 1.— С. 32–37.
2. Деряпа Н.П., Мошкин М.П., Посный В.С. Проблемы медицинской биоритмологии / АМН СССР.— М.: Медицина, 1985.— 208 с.
3. Смирнов К. М., Навакатикян А.О., Гамбашидзе Г.М. и др. Биоритмы и труд.— Л.: Наука, 1980.— 144 с.
4. Доскин В. А., Лаврентьева Н. А., Стронгина О.М., Шарай В.Б. Психологический тест «САН» применительно к исследованиям в области физиологии труда // Гигиена труда и профзаболевания — 1975.— № 5.— С. 28–32.

Учитывая неизбежность развития десинхроноза при сменном труде, становится очевидной необходимость разработки мероприятий по снижению его неблагоприятного влияния на организм человека-оператора.

Выводы

1. Выраженная десинхронизация суточных ритмов показателей центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, а также субъективных показателей функционального состояния, обнаруженная у поездных диспетчеров метрополитена в 36 — 85% случаев при одновременном отсутствии нормальных суточных кривых, является следствием сочетанного влияния факторов сменности и высокой напряженности труда.
2. Смещение суточных максимумов АД и ЧСС в 20% случаев, а в единичных случаях и максимумов субъективных показателей, с дневных на ранние утренние часы (опережение фазы) свидетельствует о десинхронизирующем влиянии на биоритмы ситуации начала работы. Принимая смену, диспетчер берет на себя личную ответственность за результаты работы, что, очевидно, требует мобилизации организма и волевых усилий.
3. Смещение суточных минимумов субъективных показателей функционального состояния у диспетчеров в 20% случаев с ночных на утренние часы (запаздывание фазы) свидетельствует о десинхронизирующем влиянии на биоритмы работы в ночной смене. Поддержание активизации ЦНС в часы наибольшего суточного снижения функций на уровне, необходимом для обеспечения операторской деятельности, вероятно, осуществляется за счет повышенной мотивации и значительных волевых усилий.
5. Макаренко Н.В., Пухов В.А., Кольченко Н.В. и др. Основы профессионального психофизиологического отбора.— К.: Наукова думка, 1987.— 244 с.
6. Гигиеническая классификация труда. СП — 4137.— М.: 1986.
7. Берёзкин М. В. Суточные хронограммы нормальных показателей здорового человека // Хронобиология и хрономедицина.— М.: Триада — Х, 2000.— С. 102–114.
8. Бланк Н.А., Рябых Г.П. Хроноонкология // Там же, — С. 329 — 356.
9. Ашофф Ю., Вивер Р. Циркадианная система человека // Биологические ритмы.— М.: Мир, 1984.— Т.1.— С. 362–388.

10. Колькюхунь П. Ритмы работоспособности // Там же. – С 389 -408.

11. Степанова С.И. Биоритмологические аспекты проблемы адаптации. – М.: Наука, 1986. – 244с.

12. Смирнов К.М. Напряженность труда. // Успехи физиологических наук. – 1984. – Т.15. № 1. – С. 76–99.

13. Кандрор И. Е. Режимы труда и отдыха работников транспортных предприятий // Физиологические принципы разработки режимов труда и отдыха. – Л.: Наука. 1984. – С. 86–113.

14. Ластовченко В.Б. Особенности влияния факторов трудового процесса на суточную динамику психофизиологических показателей операторов // Укр. журн. з пробл. медицини праці: – 2006. – № 3. – С. 10 – 15.

Ластовченко В.Б.

ПОРУШЕННЯ СТРУКТУРИ ДОБОВИХ РИТМІВ У ДИСПЕТЧЕРІВ МЕТРОПОЛІТЕНУ ПРИ ЗМІННІЙ ПРАЦІ

Інститут медицини праці АМН України, м. Київ

Наведені результати біоритмологічного аналізу добової динаміки психофізіологічних показників поїзних диспетчерів метрополітену, які працюють за графіком з денними та нічними 12-годинними змінами. Показано, що у диспетчерів в 36–85 % випадків спостерігаються порушення фазової структури добових ритмів. Нормальні добові криві відсутні. Значна десинхронізація біоритмів є наслідком поєднаної дії факторів змінності та напруженості праці. Встановлені також ті фактори трудового процесу, які найбільш відповідальні за розвиток десинхронізму: напружена розумова діяльність під час прийому та передачі зміни і в години нічної зміни, що характеризуються найбільш низьким добовим рівнем функцій.

Ключові слова: диспетчери метрополітену, 12-годинні зміни, добові ритми, десинхронізм

Lastovchenko V.B.

DISORDERS IN THE STRUCTURE OF DAILY RHYTHMS IN UNDERGROUND DISPATCHERS UNDER SHIFT WORK

Institute for Occupational Health of AMS of Ukraine, Kiev

The results are presented on the biorhythmological analysis of the daily dynamics of psychophysiological indices in dispatchers of the underground trains engaged in day and night 12-hours shifts. It is shown that disorders in the phase structure of daily rhythms in dispatchers are recorded in 36–85 % cases. Normal daily curves were not recorded. The expressed desynchronous biorhythms is likely to be the result of the combined effect of shiftable and strained work. Also, factors of the working process have been defined, which are mostly responsible for desynchronism development: strained mental activity in the period of acceptance and transference of the night shift, characterized by the lowest daily level of functions.

Key words: dispatchers of the underground, 12-hour shifts, daily rhythms, desynchronism

Поступила: 16.06.2008

Контактное лицо: Ластовченко В.Б., к.м.н., старший научный сотрудник лаборатории физиологии умственного труда ГУ «Института медицины труда АМН Украины», ул. Саксаганского, 75, Киев 01033, Украина, тел.(044) 289-00-96.