



Алпаев Д.В.^{1,2,3}, Сериков В.В.², Дмитриева Е.В.¹, Костенко Н.А.¹,
Жовнерчук Е.В.^{4,5}

Суточная динамика артериального давления в условиях сменной работы железнодорожного транспорта

¹ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», 105275, Москва, Россия;

²ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, 125993, Москва, Россия;

³Частное учреждение здравоохранения «Центральная клиническая больница "РЖД–Медицина"», 129128, Москва, Россия;

⁴Академия постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов
медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России», 125371, Москва, Россия;

⁵ФГБУН «Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем Российской
академии наук», Москва, 123007, Россия

Введение. Обсуждаются результаты исследования особенностей суточной ритмики артериального давления (АД) у лиц, постоянно работающих в условиях ротационного графика, под влиянием ночной сменной работы.

Цель исследования – определение модифицирующего воздействия рабочего ночного бодрствования на параметры суточной ритмики артериального давления у лиц, занятых на работах с ночным сменным графиком.

Материалы и методы. Проведён анализ в двух когортах работников локомотивных бригад ОАО «РЖД» 19 лет – 62 года. В исследования включены машинисты, помощники машинистов локомотивов, на протяжении не менее 1 года, с ночными сменами $n = 30\,566$, число измерений – 4 497 122. Первая группа обследуемых с нормальным уровнем АД ($n = 250$). Во второй группе ($n = 27$) регистрировалось нормальное, но пограничное (высокое нормальное) АД.

Результаты. Установлено, что наиболее низкие уровни систолического артериального давления (САД) регистрировались в когорте испытуемых в сутки с ночной рабочей сменой, наиболее высокие – в общей группе работников и в когорте испытуемых в сутки с дневной рабочей сменой.

Суточная динамика САД характеризовалась закономерной сменой фаз во всех группах наблюдения. В общей группе, подгруппе лиц с нормотонией, в когорте испытуемых при работе в дневную смену формировалась однотипная по конфигурации кривая суточного профиля артериального давления СПАД.

Ограничения исследования. Репрезентативность объёма выборки была обеспечена участием в исследовании работников локомотивных бригад с разбросом возраста от 19 до 62 лет. Ограничения исследования связаны с распределением респондентов по полу: в выборке отсутствуют респонденты женского пола.

Заключение. Параметры суточной ритмики артериального давления (СР АД) чутко реагируют на изменение времени рабочих часов. В наибольшей степени изменения суточной ритмики в часы ночного рабочего бодрствования характерны для показателей суточной ритмики диастолического артериального давления.

Ключевые слова: работа в ночную смену; суточная ритмика артериального давления; предрейсовый медицинский осмотр

Соблюдение этических стандартов. Данное исследование не требовало заключения этического комитета в связи с анализом данных ретроспективных записей предрейсового медицинского осмотра.

Для цитирования: Алпаев Д.В., Сериков В.В., Дмитриева Е.В., Костенко Н.А., Жовнерчук Е.В. Суточная динамика артериального давления в условиях сменной работы железнодорожного транспорта. *Гигиена и санитария*. 2023; 102(9): 914–920. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-9-914-920> <https://elibrary.ru/zcejoi> (In Russ.)

Для корреспонденции: Жовнерчук Евгений Владимирович, доктор мед. наук, вед. науч. сотр., зав. лаб. «Когнитивная психология и психология малых групп» ФГБУН Государственный научный центр Российской Федерации Институт медико-биологических проблем Российской академии наук, Москва, 123007. E-mail: zhevuy@ya.ru

Участие авторов: Алпаев Д.В. – концепция и дизайн исследования, редактирование; Сериков В.В. – концепция и дизайн исследования, редактирование; Дмитриева Е.В. – концепция и дизайн исследования, редактирование; Костенко Н.А. – написание текста, редактирование; Жовнерчук Е.В. – написание текста, редактирование. Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 30.06.2023 / Принята к печати: 26.09.2023 / Опубликована: 30.10.2023

Dmitry V. Alpaev^{1,2,3}, Vasily V. Serikov², Ekaterina V. Dmitrieva¹, Natalya A. Kostenko¹, Evgeniy V. Zhovnerchuk^{4,5}

Daily trend of blood pressure in staff under conditions of shift work of railway transport

¹Research Institute of Occupational Medicine named after A.I. Academician N.F. Izmerov of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Moscow, 105275, Russian Federation;

²Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Health of the Russian Federation, Department of Occupational Pathology and Occupational Medicine, Moscow, 125993, Russian Federation;

³Private healthcare institution "Central Clinical Hospital of Russian Railways – Medicine", Moscow, 129128, Russian Federation;

⁴Academy of Postgraduate Education "Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency of Russia", Moscow, 125371, Russian Federation;

⁵Science State Scientific Center of the Russian Federation Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, 123007, Russian Federation

Introduction. The results of the study of features of the daily rhythm of blood pressure in people who constantly work in a rotational shift schedule, arising under the influence of night shift work, are discussed.

The purpose of the study was to determine the modifying effect of working night wakefulness on the parameters of the daily rhythm of blood pressure in persons employed in work with a night shift schedule.

Materials and methods. The analysis was carried out, in two cohorts of 19 years – 62 years employees of locomotive crews of Russian Railways. The study included drivers, assistant locomotive drivers, for at least 1 year, with night shifts $n = 30,566$, the number of measurements = 4,497,122, but borderline (high normal) blood pressure.

Results. The lowest levels of systolic blood pressure (SBP) were found to be recorded in a cohort of subjects per day with a night shift, the highest – in the general group of workers and in a cohort of subjects per day with a day shift.

The daily trend of SBP was characterized by a regular change of phases in all observation groups. In the general group, a subgroup of persons with normotonia, in a cohort of subjects, when working on a day shift, a DECLINE curve of the same type in configuration was formed.

Limitations. The representativeness of the sample size was ensured by the participation in the study of employees of locomotive crews with a range of ages of 19–62 years. The limitations of the study are related to the distribution of respondents by gender: there are no female respondents in the sample.

Conclusions. Parameters of the daily rhythm of blood pressure sensitively react to changes in working hours. To the greatest extent, changes in the daily rhythm during the hours of night working wakefulness are typical for the indicators of the daily rhythm of diastolic blood pressure.

Keywords: work with night shifts; daily rhythm of blood pressure; pre-trip medical examination

Compliance with ethical standards. This study did not require the opinion of an ethics committee in connection with the analysis of data from retrospective pre-trip medical examination records.

For citation: Alpaev D.V., Serikov V.V., Dmitrieva E.V., Kostenko N.A., Zhovnerchuk E.V. Daily trend of blood pressure in staff under conditions of shift work of railway transport. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2023; 102(9): 914–920. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-9-914-920> <https://elibrary.ru/zcejoi> (In Russ.)

For correspondence: Evgeniy V. Zhovnerchuk, MD, PhD, DSci., Leading Researcher at the Academician N.F. Izmerov Research Institute of Occupational Medicine, Moscow, 105275, Russian Federation. E-mail: zhevny@ya.ru

Information about the authors:

Alpaev D.V., <https://orcid.org/0000-0001-8622-5988>

Serikov V.V., <https://orcid.org/0000-0001-7523-4686>

Dmitrieva E.V., <https://orcid.org/0000-0002-9204-753X>

Kostenko N.A., <https://orcid.org/0000-0001-6290-6586>

Zhovnerchuk E.V., <https://orcid.org/0000-0002-7078-7238>

Contribution: Alpaev D.V. – study concept and design, editing; Serikov V.V. – research concept and design, editing; Dmitrieva E.V. – research concept and design, editing; Kostenko N.A. – writing text, editing; Zhovnerchuk E.V. – writing text, editing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: June 30, 2023 / Accepted: September 26, 2023 / Published: October 30, 2023

Введение

Изменение суточной ритмики артериального давления расценивается как одно из типичных проявлений неблагоприятного воздействия на организм продолжительного периода работы с ротационным сменным графиком, включающим ночные смены. Спектр мнений о степени воздействия сменного десинхроноза на уровень системного артериального давления (АД) достаточно широк. Большинство авторов склонны расценивать работу в ночные смены в качестве значимого прогипертензивного фактора, действие которого распространяется (сохраняется) и в междуменный период [1–14]. Как следствие персистирующим воздействием ночной рабочей гипертензии в сочетании с иными неблагоприятными факторами (избыточная

масса тела, проатерогенные изменения липидного спектра, гиподинамия) обусловлено более 30-процентного увеличения риска развития сердечно-сосудистых заболеваний у работающих с ночными сменами [4–6, 11–13]. Альтернативная точка зрения, основанная на том, что изменения уровня АД в процессе ночного сменного бодрствования, по крайней мере у лиц с нормальным уровнем артериального давления, – проявление процессов приспособительного характера, ближе авторам настоящей работы [10, 15–20]. Отсутствие публикаций, содержащих результаты оценки суточной ритмики АД достаточно представительных контингентов работников, постоянно занятых в ночные смены, и прежде всего организационно-методические сложности, связанные с проведением мониторингового контроля суточной ритмики АД непосредственно на рабочем месте не позво-

ляют в полной мере оценить степень и характер неблагоприятного влияния продолжительных периодов ночного рабочего бодрствования на суточный профиль артериального давления (СПАД), предложить перечень мероприятий лечебно-профилактического характера, направленных на устранение последствий сменного десинхрониза.

Цель исследования — определение модифицирующего воздействия рабочего ночного бодрствования на параметры суточной ритмики АД у лиц, занятых на работах с ночным сменным графиком.

Задачи исследования: установить особенности суточной ритмики систолического и диастолического АД у лиц операторских профессий, постоянно работающих в условиях сменного графика, на основе оценки результатов множественных предсменных измерений и результатов суточного мониторинга АД в процессе моделирования сменной работы.

Материалы и методы

Настоящая публикация основывается на анализе результатов наблюдений, проведённых в двух когортах работников локомотивных бригад Открытого акционерного общества «Российские железные дороги» (ОАО «РЖД»). В исследование включены машинисты, помощники машинистов локомотивов (вне зависимости от видов движения), на протяжении не менее 1 года постоянно работающие в условиях сменного рабочего графика (с ночными сменами) при неупорядоченном чередовании часов выхода на смену (так называемый вызывной рабочий график). Ночные часы суток (ночное рабочее время) — интервал 22.00–06.00¹. В рабочем графике лиц, включённых в исследование, на долю ночных смен приходилось от трети до половины всех выходов на смену.

Все лица, включённые в исследование, — мужчины трудоспособного возраста (от 19 до 62 лет), постоянно живущие и работающие в границах одного часового пояса.

Оценке с учётом времени рабочей активности подлежали преимущественно стандартные параметры суточной ритмики артериального давления (СР АД): средние суточные (АД ср. сут.), среднедневные (АД ср. дн.) и ночные (АД ср. н.) показатели систолического (САД) и диастолического (ДАД) АД, значения суточного индекса (СИ) АД, пиковые (акрофаза) и минимальные (мини-фаза) значения уровней АД, время регистрации последних.

Общая группа респондентов включала все показатели АД: как пограничные значения АД, так и нормативные ($n = 30\,566$; число измерений — 4 497 122).

Первая группа респондентов с нормальным уровнем АД формировалась на основе селективного отбора нормативных показателей АД из общей выборки: $n = 250$, число измерений — 37 796.

Проведённое в первой когорте исследование носило ретроспективный характер — оценивались хранящиеся в базе предрейсовых медицинских осмотров (ПРМО) действительные результаты предсменных измерений АД. Уровень АД измерялся аппаратным (осциллометрическим) методом (КАПД — 02-СТ), результаты измерений автоматически заносились в базу данных, результаты повторных измерений (в процессе одного осмотра) не учитывались. На одного работника в среднем приходилось порядка 150 измерений, произвольно распределённых по часам суток (что приобъединено по кратности измерений соответствует трём процедурам стандартного суточного мониторинга АД). На основе полученных результатов рассчитывали рассматриваемые показатели. Настоящая методика формирования (оценки) показателей СР АД, методически безусловно отличная от

стандартной процедуры суточного мониторинга артериального давления (СМАД), ранее была определена нами как расчёт параметров СР АД «по точкам» [1, 15].

Вторая группа (когорты испытуемых) — $n = 27$ (возраст — $43,6 \pm 7,7$ года, стаж работы по специальности — $14,7 \pm 8,3$ года) была сформирована из работников локомотивных бригад, у которых по результатам предсменных измерений регистрировалось нормальное, но пограничное (высокое нормальное) АД. Всем испытуемым процедура СМАД [21] проводилась по стандартной 24-часовой методике с использованием носимого комбинированного (АД + ЭКГ) суточного монитора МДП-НС-02 (ООО «ДМС Передовые технологии, Россия») на протяжении трёх суток.

1-е сутки — сутки с дневной рабочей сменой (09.00–17.00) — формируют **группу дневной смены**;

2-е сутки — сутки с ночной рабочей сменой (22.00–06.00);

3-и сутки — сутки отдыха². Процедура СМАД в рабочие сутки проводилась в процессе моделирования дневной и ночной работы машиниста локомотива в кабине-тренажёре «Кабина машиниста электровоза ЭП1М» (ПКБ ЦТ ОАО «РЖД», Россия), позволявшей с высокой степенью достоверности воспроизводить условия поездной работы локомотивных бригад. Исследование проводилось в НУЗ «Научный клинический центр ОАО «РЖД» (в настоящее время ЧУЗ «Центральная клиническая больница «РЖД — Медицина»).

Усреднённые значения полученных показателей сопоставляли в группах сравнения с учётом особенностей формирования исследуемых когорт (групп сравнения), особенностей сменного рабочего графика. Полученные данные обрабатывались методами математической статистики пакетом SPSS версии 20. Для выявления различий в группах сравнения применялся непараметрический *U*-критерий Манна — Уитни (*англ.* Mann — Whitney *U* test) — статистический критерий, используемый для оценки различий между двумя независимыми выборками.

Результаты

Суточная ритмика систолического артериального давления. По результатам оценки абсолютных и средних (за периоды суток) значений САД (табл. 1) установлено, что во всех группах наблюдения уровень АД находился в пределах нормальных значений.

Наиболее низкие уровни САД регистрировались в когорте испытуемых в сутки с ночной рабочей сменой, наиболее высокие — в общей группе РЛБ и в когорте испытуемых в сутки с дневной рабочей сменой. Средние дневные, средние ночные и среднесуточные величины САД находились в границах референтных (нормальных) значений.

Суточная динамика САД характеризовалась закономерной сменной фаз во всех группах наблюдения. В общей группе, подгруппе лиц с нормотонией, в когорте испытуемых при работе в дневную смену (рис. 1) формировалась однопиковая по конфигурации кривая СПАД.

В указанных группах отчётливо прослеживались элементы СР САД: период ночного снижения, переходящий в фазу утреннего подъёма, завершающийся формированием первого (утреннего) пика, плато середины суток, предвечерний подъём АД с пиковыми суточными значениями (акрофаза) с последующим снижением до суточного минимума (мини-фаза) в ночные часы. Минимальные значения САД (оптимальные значения нормального АД) регистрировались ближе к середине ночи (01.00–05.00), причём в общей группе наступление периода ночного снижения, равно как и начало утреннего подъёма, несколько запаздывало (05.00). При достижении ночного минимума в описанных трёх группах наступал период утреннего подъёма САД, завершающийся достижением первого (утреннего) пика в период с 06.30 до 08.30. Наибольших величин уровень САД в фазу утреннего подъёма достигал в когорте испытуемых при работе в

¹ В нашей работе «Суточный профиль артериального давления у работающих с ночными сменами при нормотонии и гипертонии» (2011) период ночного времени был принят 23.00–07.00, публикуемые данные приведены с поправкой на изменение времени ночных рабочих часов.

² В тексте настоящей публикации результаты, полученные при проведении исследования в сутки отдыха, не обсуждаются.

Таблица 1 / Table 1

Параметры суточной ритмики систолического артериального давления в отдельных группах работников локомотивных бригад
Parameters of daily rhythm of systolic blood pressure (BP) in some groups of employees of locomotive brigades

| Определяемый показатель/параметр Determined indicator/parameter | СПАД, определяемый согласно методике «моделирования по точкам» Average pulse blood pressure (APBP) determined according to the "point modelling" methodology | | СПАД, определяемый по результатам СМАД в процессе моделирования сменной работы в группе пациентов с нормотонией APBP, determined by the results of DBPM during modelling of shift work in the group of patients with normotension n = 27 | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| | совокупная группа aggregate group n = 30 566 | группа лиц с нормотонией group of persons with normotonia n = 250 | сутки с дневной рабочей сменой 24 hours with day-shift | сутки с ночной рабочей сменой 24 hours with night-shift |
| АД средненочное, мм рт. ст. BP average night mmHg | 123 | 118 | 112 | 123 |
| АД среднедневное, мм рт. ст. Daily average BP, mm Hg | 126 | 121 | 125 | 122 |
| АД среднее суточное, мм рт. ст. BP average daily mm Hg | 125 | 120 | 119 | 122 |
| Суточный индекс АД (%) Daily index BP (%) | 2.4 | 2,5 | 10.4 | -0.8 |
| Период формирования мини-фазы АД, ч Period of blood pressure miniphase formation, hr | 03.00–05.00 | 01.00 – 03.00 | 01.00 – 03.00 | 07.30 – 08.30 |
| Значение мини-фазы АД, мм рт. ст. Meaning of blood pressure miniphase, mm Hg | 122 | 115 | 111 | 109 |
| Время начала утреннего подъёма АД, ч Time of onset of morning BP rise, hr | 05.00 | 03.00 | 03.00 | 08.30 |
| Наивысший уровень АД в фазу утреннего подъёма (утренняя акрофаза), мм рт. ст. Highest BP level during the morning rise phase (morning acrophase), mm Hg | 125 | 121 | 135 | 121 |
| Время регистрации утренней акрофазы, ч Registration time morning acrophase, hr | 08.30 | 08.15 | 06.30 | 09.15 |
| Значение акрофазы АД, мм рт. ст. Meaning of acrophase BP, mm Hg | 127 | 124 | 131 | 134/136 |
| Время регистрации суточной акрофазы АД, ч Time of registration of daily acrophase BP, hr | 19.30 | 19.30/21.30 | 15.45 | 02.00/21.45 |

дневную смену (135 мм рт. ст.) – акрофаза в данной группе регистрировалась именно утром (см. табл. 1). Объяснением последнего обстоятельства является обычное для времени заступления на смену состояние эмоционального напряжения, связанное с прохождением предсменных медицинского освидетельствования и инструктажа, проверкой узлов локомотива.

Кривая суточной ритмики АД в сутки с ночной рабочей сменой (рис. 2) претерпевает инверсию в сравнении с профилем СР АД ранее описанных групп (полагаем, что в общей

группе изменения не столь заметны вследствие более чем двукратного преобладания дневных рабочих часов).

В сутки с ночной рабочей сменой происходит смещение фаз СР по оси абсцисс, кривая вместе с тем более «монотонная», что обусловлено наличием периода предсменного отдыха в дневные часы (14.00–20.00) и более низким, нежели в часы дневного бодрствования, уровнем ночного АД. В ночные рабочие часы уровень САД закономерно повышался по причине рабочего напряжения, изменения положения тела в пространстве, двигательной активности, особенностей

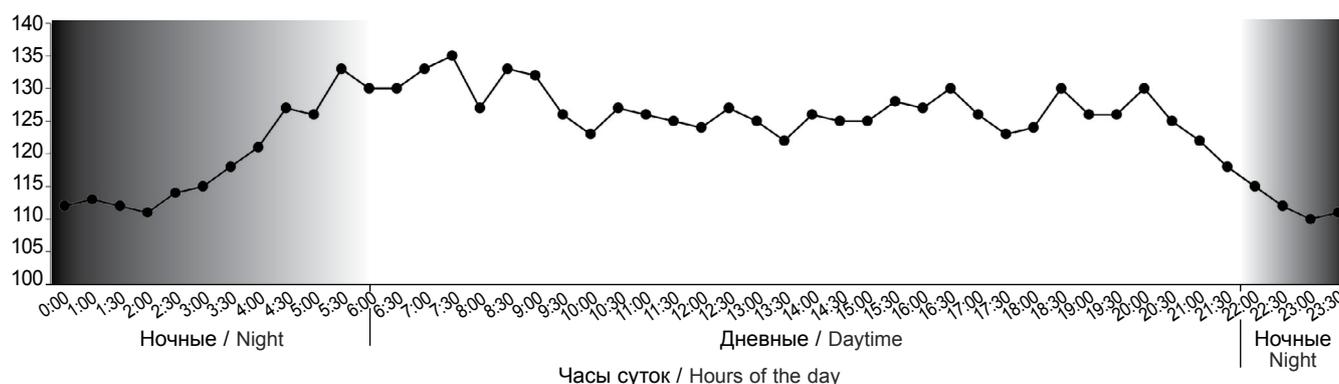


Рис. 1. Суточная ритмика систолического АД в сутки с дневной рабочей сменой.

Fig. 1. Daily rhythm of systolic BP per day with daytime work shift.

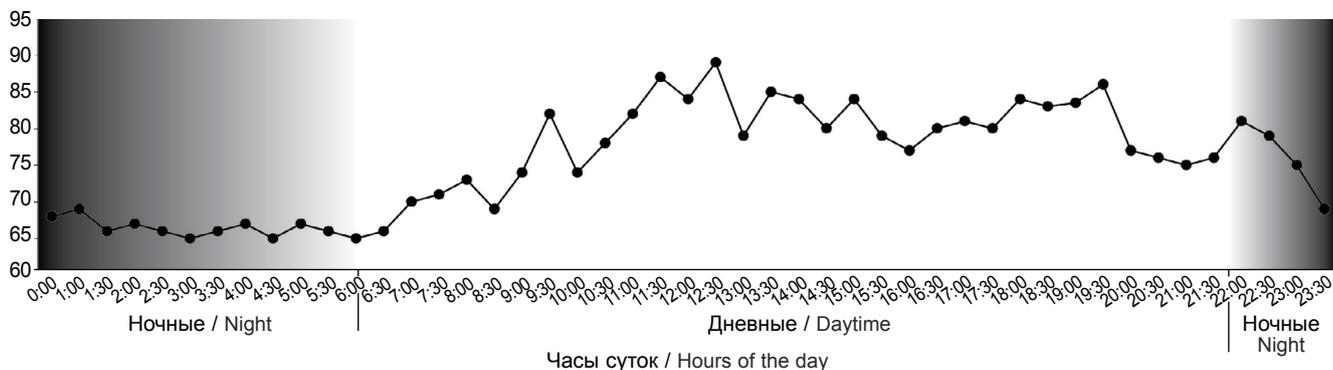


Рис. 2. Суточная ритмика диастолического АД в сутки с ночной рабочей сменой.

Fig. 2. Daily rhythm of diastolic BP per day with night work shift.

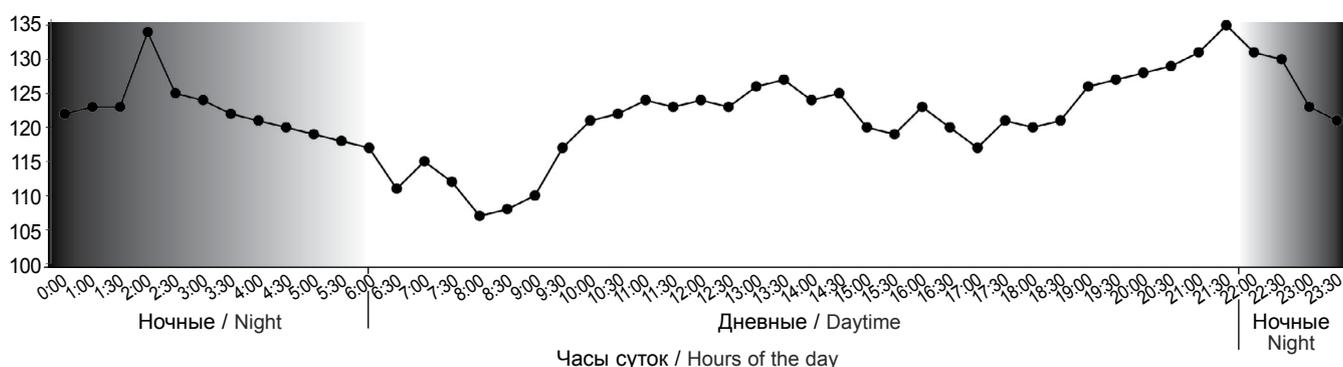


Рис. 3. Суточная ритмика систолического АД в сутки с ночной рабочей сменой.

Fig. 3. Diurnal rhythm of systolic BP per day with night work shift.

светового режима (степени освещенности)³. Несмотря на то что средненочное САД в группе работавших в ночную смену наряду с общей группой было наиболее высоким, его значение (123 мм рт. ст.) находится ближе к нижней границе референтного показателя нормального средненеделного САД (135 мм рт. ст.), приближаясь к значениям ночной нормы (в сутки с ночным сном).

Среднедневные значения САД в сутки с ночной рабочей сменой наиболее близки к уровням средненеделного САД в группе лиц с нормотонией и явно ниже, чем в общей группе и в группе дневной работы когорты испытуемых. Сравнительно низкие значения средненеделного САД в группе ночной смены можно объяснить периодом предсменного сна (2–4 ч).

Максимальные суточные значения САД в группе ночной смены (см. табл. 1) регистрировались в интервале 21.45–22.00 и совпадали по времени с моментом заступления на смену. В последующем на протяжении почти всего периода ночной работы происходило медленное (пологое) снижение кривой САД, ускорившееся к 07.30–08.30. Наименьшие значения САД в сутки с ночной работой регистрировались во время окончания рабочей смены. Таким образом, формирование мини-фазы САД в сутки с ночной работой в сравнении с другими группами сравнения было смещено по времени на 2,5–4 ч.

Оптимальный суточный индекс (СИ) САД (см. табл. 1) характеризует СР САД группы дневной смены когорты испытуемых (10,4 – *dipper*). СИ САД первой когорты (общая группа и группа лиц с нормотонией) – *non-dipper* (2,4 и 2,5). В сутки с ночной работой СИ САД формально должен быть

отнесён к категории «night-picker» (–0,8). Следует отметить, что значения коэффициента СИ САД первой когорты и группы ночной работы близки по абсолютным величинам и могут быть отнесены к различным категориям СИ лишь формально.

Суточная ритмика диастолического артериального давления. При анализе СР ДАД отмечаются более существенные различия между группами сравнения. Кривая СП ДАД близка по форме кривой СП САД и содержит аналогичные «структурные элементы» (рис. 3).

Наиболее близка конфигурация кривой СП ДАД в общей группе, группе лиц с нормотонией, группе дневной смены когорты испытуемых. Среднедневные и средние суточные значения ДАД, регистрируемые во всех трёх группах, не выходят за пределы нормальных (референтных) значений (табл. 2).

Средненочные величины, напротив, различны. Значения, регистрируемые в общей группе и в группе лиц с нормотонией, несколько выше (4 и 1 мм рт. ст. соответственно) нормальных величин, тогда как в группе дневной смены этот показатель не превышает пределов референтных значений.

Период ночного снижения ДАД в группах – общей, лиц с нормотонией, дневной смены – длится от 2 до 6 ч и приходится преимущественно на ночные часы суток. Наиболее приближен ко времени периода ночного при нормальной СР АД период ночного снижения ДАД в общей группе и группе лиц с нормотонией. Период ночного снижения ДАД в группе дневной работы когорты испытуемых более продолжителен – начавшись вскоре после полуночи, завешается только к 07.00 (см. табл. 2).

Максимальные значения периода утреннего подъёма ДАД в общей группе и группе лиц с нормотонией регистрируются в ранние утренние часы суток (около 06.30), в группе дневной работы когорты испытуемых – ближе к полудню (11.45).

³ При моделировании ночной сменной работы освещённость приборных панелей и общая освещённость в кабине тренажёра не превышала 5–15 л.

Таблица 2 / Table 2

Параметры суточной ритмики диастолического артериального давления в отдельных группах работников локомотивных бригад
Parameters of daily diastolic blood pressure rhythm in individual groups of locomotive crew workers

| Определяемый показатель/параметр Determined indicator/parameter | СПАД, определяемый согласно методике «моделирования по точкам» Average pulse blood pressure (APBP), determined according to the "point modelling" methodology | | СПАД, определяемый по результатам СМАД в процессе моделирования сменной работы APBP, determined by the results of DBPM during modeling of shift work in the group of patients with normotension n = 27 | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| | совокупная группа aggregate group n = 30 566 | группа лиц с нормотонией group of persons with normotonia n = 250 | сутки с дневной рабочей сменой 24 hours with day-shift | сутки с ночной рабочей сменой 24 hours with night-shift |
| АД среднечасовое, мм рт. ст. / BP average night mm Hg | 74 | 71 | 69 | 81 |
| АД среднедневное, мм рт. ст. / BP daily average mm Hg | 74 | 71 | 80 | 74 |
| АД среднее суточное, мм рт. ст. / BP average daily mm Hg | 74 | 71 | 75 | 77 |
| Суточный индекс АД (%) / Daily index BP (%) | 0 | 0 | 13,7 | -17,6 |
| Период формирования мини-фазы АД, ч Period of BP miniphase formation, hr | 03.30–05.30 | 02.00–05.00 | 01.00–07.00 | 07.30–08.45 |
| Значение мини-фазы АД, мм рт. ст. / Meaning of BP miniphase, mm Hg | 73 | 67 | 64 | 67 |
| Время начала утреннего подъёма АД, ч Time of onset of morning blood pressure rise, hr | 05.30 | 05.00 | 07.00 | 08.45 |
| Наивысший уровень АД в фазу утреннего подъёма (утренняя акрофаза), мм рт. ст. Highest BP level during the morning rise phase (morning acrophase), mm Hg | 75 | 74 | 86 | 81 |
| Время регистрации утренней акрофазы, ч Registration time of morning acrophase, hr | 06.30 | 06.30 | 11.45 | 12.45 |
| Значение акрофазы АД, мм рт. ст. / Meaning of BP acrophase, mm Hg | 76 | 75 | 87/85 | 83/85 |
| Время регистрации суточной акрофазы АД, ч Time of registration of daily BP acrophase, hr | 19.30 | 18.30 | 12.00/19.45 | 12.45/21.45 |

Следует отметить, что в сутки с дневной рабочей сменной когорты испытуемых СП ДАД регистрируются два пика ДАД. Первый (акрофаза ДАД) регистрируется в середине суток (когда регистрируемый уровень АД на несколько мм рт. ст. превосходит верхнюю границу референтных значений ДАД), второй, более низкий, – в вечерние часы (19.45). Акрофаза ДАД у работающих днём регистрируется в разгар рабочей смены, второй (вечерний) подъём ДАД – проявление типичной СР ДАД.

В группах, составляющих первую когорту, суточная акрофаза регистрируется в типичное время – 18.30–19.30, причём значения показателей ДАД на 4–5 мм рт. ст. ниже верхней границы нормальных величин.

График суточной кривой ДАД в группе лиц, работавших ночью (рис. 4), имеет два суточных пика – ночной (21.45) и дневной (12.45) и два периода регистрации минимальных величин – утренний (07.30) и дневной (16.45). В середине суток регистрируется «высокое» (81–83 мм рт. ст.) плато (см. табл. 2).

В группе испытуемых, работавших ночью, пиковые (акрофаза) величины усреднённых значений ДАД закономерно регистрируются в поздние вечерние и ночные часы, что совпадает со временем начала рабочей смены, суточный минимум (мини-фаза) регистрируется сразу после завершения рабочей смены, второй минимум соответствует времени предсменного отдыха. Следует отметить, что абсолютные значения ДАД в моменты регистрации минимальных вели-

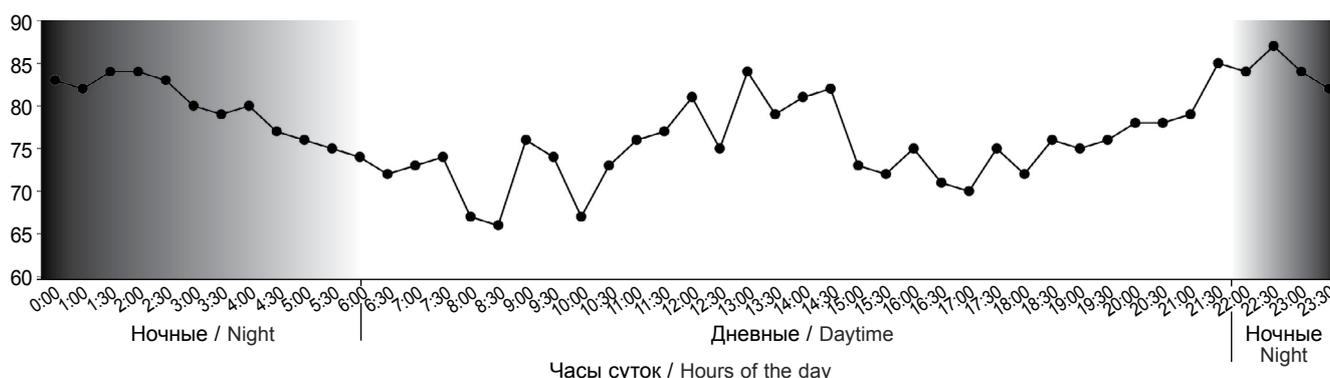


Рис. 4. Суточная ритмика диастолического АД в сутки с ночной рабочей сменой.

Fig. 4. Daily rhythm of diastolic BP per day with night work shift.

чин соответствуют ночным нормам ДАД. Таким образом, кривая СР ДАД в сутки ночной работы при сохранении смены суточных фаз СР инвертирована по оси ординат и смещена по оси абсцисс в сравнении с сутками дневной работы когорты испытуемых и в несколько меньшей степени в сравнении с СР групп, формирующих первую когорту.

В группе ночной смены средние суточные и средненеделные уровни ДАД находились в пределах нормальных значений (см. табл. 2). Повышение уровней ДАД в ночные рабочие часы носит более выраженный характер: средненочное ДАД на 11 мм рт. ст. превышает референтные значения ДАД, установленные для ночного периода. При этом величина ДАД в сутки с ночной работой на 4 мм рт. ст. ниже величины средненеделных значений ДАД при обычном рабочем режиме (с нормальным ночным сном). Описанные изменения достаточно чётко связаны с часами рабочей смены и являются отражением активности системы гемодинамики в часы ночного рабочего бодрствования.

Различие значения коэффициента СИ ДАД (в отличие от САД) в группах сравнения носит более выраженный характер. Наиболее благоприятные значения (13,7 – dipper) СИ ДАД формируются, равно как и для СИ САД, в сутки с дневной рабочей сменой. Коэффициент СИ ДАД в группах наблюдения, формирующих первую когорту, более явно, нежели СИ САД, смещён к границам переходной зоны – имеет нулевое значение (non-dipper). В группе ночной рабочей смены СИ ДАД находится в абсолютной области «night-picker» (–17,6).

Таким образом, следует отметить, что по критерию Манна – Уитни выявлены достоверные значимые различия в группе сравнения преимущественно по значению диастолического АД ($p \leq 0,03$) и на уровне тенденции по значению систолического АД ($p \leq 0,05$).

Заключение

Параметры СР АД чутко реагируют на изменение времени рабочих часов. В наибольшей степени изменения суточной ритмики в часы ночного рабочего бодрствования характерны для показателей суточной ритмики диастолического АД.

У лиц с исходно нормальным уровнем АД в процессе длительной сменной работы сохраняется фазовая структура суточного профиля систолического и диастолического АД: в сутки с ночной рабочей сменой происходит закономерная инверсия фаз суточного ритма АД, обусловленная ночным рабочим бодрствованием.

Абсолютные значения показателей систолического и диастолического АД в своих наивысших значениях близки к уровню нормальных значений показателя, установленных для различных периодов суточной активности.

Выявлены достоверные ($p \leq 0,03$) различия значений суточной ритмики в группе сравнения по значениям диастолического АД и различия на уровне тенденции ($p \leq 0,05$) по показателям систолического АД.

Литература

(п.п. 4–10, 12–14, 16–21 см. References)

- Цфасман А.З., Алпаев Д.В., Шабалина Е.Г. К оценке суточного профиля артериального давления и частоты его возможных вариантов. *Медицина труда и промышленная экология*. 2015; (1): 13–7. <https://elibrary.ru/trllbf>
- Цфасман А.З. *Клиническая биоритмология*. М.: Репроцентр; 2016.
- Цфасман А.З. *Профессия и гипертония*. М.: Эксмо; 2012. <https://elibrary.ru/qmckvx>
- Горохова С.Г., Атьков О.Ю. *Основы профессиональной кардиологии. Сердечно-сосудистые заболевания при трудовой деятельности: учебное пособие для врачей*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2022.
- Алпаев Д.В. Суточный профиль артериального давления у работающих с ночными сменами. *Железнодорожная медицина и профессиональная биоритмология*. 2011; (19): 61–8.
- Tsfasman A.Z., Alpaev D.V., Shabalina E.G. On evaluation of diurnal profile of blood pressure and its possible variants frequency. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2015; (1): 13–7. <https://elibrary.ru/trllbf> (in Russian)
- Tsfasman A.Z. *Clinical Biorhythmology [Klinicheskaya bioritmologiya]*. Moscow: Reprotsent; 2016. (in Russian)
- Tsfasman A.Z. *Profession and Hypertension [Professiya i gipertoniya]*. Moscow: Eksmo; 2012. <https://elibrary.ru/qmckvx> (in Russian)
- Cannizzaro E., Cirrincione L., Mazzucco W., Scorciapino A., Catalano C., Ramaci T., et al. Night-time shift work and related stress responses: a study on security guards. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2020; 17(2): 562. <https://doi.org/10.3390/ijerph17020562>
- Cassat M., Wuerzner G., Burnier M. Shift work and night work: what effect on blood pressure? *Rev. Med. Suisse*. 2015; 11(485): 1648–54. (in French)
- Crowther M.E., Ferguson S.A., Vincent G.E., Reynolds A.C. Non-pharmacological interventions to improve chronic disease risk factors and sleep in shift workers: a systematic review and meta-analysis. *Clocks Sleep*. 2021; 3(1): 132–78. <https://doi.org/10.3390/clockssleep3010009>
- Kecklund G., Axelsson J. Health consequences of shift work and insufficient sleep. *BMJ*. 2016; 355: i5210. <https://doi.org/10.1136/bmj.i5210>
- Knutsson A., Boggild H. Shiftwork and cardiovascular disease: review of disease mechanisms. *Rev. Environ. Health*. 2000; 15(4): 359–72. <https://doi.org/10.1515/revh.2000.15.4.359>
- Manohar S., Thongprayoon C., Cheungpasitporn W., Mao M.A., Herrmann S.M. Associations of rotational shift work and night shift status with hypertension: a systematic review and meta-analysis. *J. Hypertens*. 2017; 35(10): 1929–37. <https://doi.org/10.1097/hjh.0000000000001442>
- Moreno C.R.C., Marquize E.C., Sargent C., Wright K.P. Jr., Ferguson S.A., Tucker P. Working Time Society consensus statements: Evidence-based effects of shift work on physical and mental health. *Ind. Health*. 2019; 57(2): 139–57. <https://doi.org/10.2486/indhealth.sw-1>
- Gorokhova S.G., At'kov O.Yu. *Fundamentals of Professional Cardiology. Cardiovascular Diseases at Work: A Textbook for Doctors [Osnovy professional'noy kardiologii. Serdechno-sosudistye zabolevaniya pri trudovoy deyatel'nosti: uchebnoe posobie dlya vrache]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2022. (in Russian)
- Suwazono Y., Nogawa K. Effect of shift work on blood pressure. *Nihon. Rinsho*. 2014; 72(8): 1497–502. (in Japanese)
- Gamboa Madeira S., Fernandes C., Paiva T., Santos Moreira C., Caldeira D. The impact of different types of shift work on blood pressure and hypertension: a systematic review and meta-analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2021; 18(13): 6738. <https://doi.org/10.3390/ijerph18136738>
- Torquati L., Mielke G.L., Brown W.J., Kolbe-Alexander T. Shift work and the risk of cardiovascular disease. A systematic review and meta-analysis including dose-response relationship. *Scand. J. Work Environ. Health*. 2018; 44(3): 229–38. <https://doi.org/10.5271/sjweh.3700>
- Alpaev D.V. Daily profile of blood pressure in workers with night shifts. *Zhelezodorozhnaya meditsina i professional'naya bioritmologiya*. 2011; (19): 61–8. (in Russian)
- Gholami Fesharaki M., Kazemnejad A., Zayeri F., Rowzati M., Akbari H. Historical cohort study of shift work and blood pressure. *Occup. Med. (Lond)*. 2014; 64(2): 109–12. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqt156>
- Lars-Kristian L., Skare O., Mamen A. Cardiovascular Health Effects of Shift Work with Long Working Hours and Night Shifts: Study Protocol for a Three-Year Prospective Follow-Up Study on Industrial Workers. *Int. J. Environ Res Public Health*. 2020; 17(2): 589. <https://doi.org/10.3390/ijerph17020589>
- Madeira S.G., Fernandes C., Paiva T., Moreira C.S., Caldeira D. The Impact of Different Types of Shift Work on Blood Pressure and Hypertension: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int. J. Environ Res. Public Health*. 2021; 18(13): 6738. <https://doi.org/10.3390/ijerph18136738>
- Messenger J. *Working Time and the Future of Work*. Geneva: International Labour Organization; 2018. Available at: https://www.ilo.org/global/topics/future-of-work/publications/research-papers/WCMS_649907/lang-en/index.htm
- Chellappa S.L., Vujovic N., Williams J.S., Scheer F.A.J.L. Impact of circadian disruption on cardiovascular function and disease. *Trends Endocrinol. Metab*. 2019; 30(10): 767–79. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2019.07.008>
- Williams B., Mancia G., Spiering W., Agabiti Rosei E., Azizi M., Burnier M., et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur. Heart J*. 2018; 39(33): 3021–104. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy339>