УДК 613.62:355.343.2

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТРЕСС У ВОДИТЕЛЕЙ

М.М. Некрасова[1], И.В. Федотова[1], М.А. Бобоха[3], Н.В. Брянцева[3], Д.И. Каратушина[2], А.В. Бахчина[2] , С.Б. Парин[2], С.А. Полевая[1],
[1]ГБОУ ВПО «Нижегородская государственная медицинская академия»,
[2]ГОУ ВПО «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»,
[3]ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии»

Некрасова Марина Михайловна *– e-mail: nmarya@yandex.ru*

Представлены результаты по изучения влияния производственных факторов (шум, вибрация, инфразвук, тяжесть, напряженность) на формирование профессионального стресса у водителей грузовых автомобилей. В качестве объективных показателей функциональных изменений отмечены снижение мощности спектра вариабельности сердечного ритма, повышенные пороги цветоразличения, смещение межполушарных отношений в сторону доминирования правого полушария.

Ключевые слова: профессиональный стресс, водители автотранспорта, функциональная диагностика, кампиметрия, латерометрия, вариабельность сердечного ритма.

The results of investigation of impact of occupational factors (noise, vibration, infrasound, severity, intensity) on development of occupational stress in truck drivers have been presented. Reduction the spectrum of heart rate variability (HRV), higher chromatic threshold, shift of interhemispheric relations to dominance of the right hemisphere have been observed as objective indices of functional changes.

Key words: occupational stress, automobile drivers, functional diagnostics, computer campimetry, laterometry, heart rate variability.

Введение

Исследования по изучению влияния производственных факторов на развитие стрессового состояния и разработка мер его профилактики становятся актуальными проблемами медицины труда [1, 2, 3]. В настоящее время профессиональный стресс выделен в отдельную рубрику в МКБ-10 (Z 73) [3]. Всё более существенное значение в механизмах развития профессионального стресса стало уделяться не только психоэмоциональным нагрузкам, но и другим вредным профессиональным факторам (шум, вибрация, неблагоприятные метеорологические условия, загрязнение воздуха, ионизирующие и неионизирующие излучения, тяжесть, конфликты, высокая ответственность, дефицит времени) [4].

Хроническое воздействие неблагоприятных факторов рабочей среды определяет значительное функциональное напряжение, увеличивает риск формирования профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний. В ряде исследований выявлено, что существует сильная корреляционная связь между степенью функциональных сдвигов, прежде всего со стороны сердечно-сосудистой и центральной нервной систем (ЦНС), и величиной интегрального показателя производственной нагрузки [3]. Сведения, представленные в литературе, показывают, что у водителей автотранспортных средств часто наблюдается перенапряжение и истощение регуляторных систем, ведущее к развитию хронических неинфекционных заболеваний (артериальная гипертензия, синдром вегетативной дисфункции и др.) [5, 6].

При нерациональном режиме труда и отдыха, короткой продолжительности сна, низкой удовлетворенности работой у водителей регистрируется повышенный уровень кортизола в крови, увеличивается концентрация общего холестерина, липопротеинов низкой плотности (ЛПНП-ХС) и триглицеридов (ТГ), снижается концентрация липопротеинов высокой плотности (ЛПВП-ХС) [7].

Одним из физических факторов, оказывающих значительное влияние на организм водителя, является вибрация. Производственная вибрация снижает психомоторную работоспособность, отрицательно действует на эмоциональную сферу и умственную деятельность человека, таким образом, повышая вероятность возникновения несчастных случаев. При воздействии вибрации нередко наблюдаются изменения со стороны ЦНС в виде синдрома вегетативной дисфункции (СВД), которые могут быть связаны с комбинированным действием вибрации, инфразвука и интенсивного шума [8].

Показателем изменения ЦНС при стрессе являются величины дифференциальных порогов цветоразличения и порогов латерализации, полученные с помощью компьютерных методов латерометрии и кампиметрии [9, 10, 11, 12]. Компьютерная латерометрия обеспечивает измерение дифференциальных порогов пространственного слуха при латерализации дихотического стимула и позволяет определить функциональное состояние мозга и межполушарную асимметрию, кампиметрия – позволяет определить пороги цветоразличения в виртуальном цветовом пространстве, уровень эмоционального напряжения по шкале эмоциональное истощение – оптимальное состояние – стресс, а также нарушения функции внимания и оперативной памяти [10].

В качестве объективных показателей стресса, в частности, используются спектральные показатели вариабельности сердечного ритма, позволяющие оценить адаптационные резервы и функциональное состояние организма [13].

Целью настоящей работы явилась оценка уровней стресс-факторов, влияющих на водителей, и изучение реакций сердечно-сосудистой и центральной нервной системы на неблагоприятную производственную обстановку.

Материал и методы

Условия труда изучались на рабочих местах водителей грузовых автомобилей КАМАЗ 55111, УРАЛ 4320, ЗИЛ 4502 (год выпуска 1989–2011, доля машин со сроком эксплуатации свыше 10 лет составляла 64,7%). Численность группы – 40 человек в возрасте от 26 до 61 года, (средний возраст – 49,8±8,1); водительский стаж – от 5 до 42 лет (средний стаж – 27,1±10,1).

Программа обследования включала гигиенические и клинико-лабораторные методы. С целью оценки характера шумового воздействия на рабочих местах водителей проведено 495 замеров уровней звукового давления. Замеры инфразвука выполнялись в соответствии с Международным стандартом ИСО/ДИС7196.2 с использованием коррекции G. Для оценки уровней общей вибрации было проведено 2700 измерений виброускорения и определены эквивалентные значения, при оценке локальной вибрации – 1134 замера.

Состояние здоровья оценивалось по результатам медицинского осмотра специалистов профпатологического центра Нижнего Новгорода и биохимических исследований (определение в сыворотке крови липидного профиля, активности ферментов: аланинаминотрансферазы – АлАТ, аспартатаминотрансферазы – АсАТ). Кроме того для оценки состояния здоровья использованы данные анкетного опроса водителей.

В качестве объективных показателей стресса применяли спектральные показатели вариабельности сердечного ритма, а также величины дифференциальных порогов цветоразличения и порогов латерализации, полученные с помощью компьютерных методов латерометрии и кампиметрии. Для количественной оценки первичных когнитивных функций регистрировали следующие показатели: при проведении компьютерной кампиметрии – значения дифференциальных порогов цветоразличения в красной, зеленой и синей части спектра в задаче на обнаружение (dH(крас.), dH(зел.), dH(син.)) и на исчезновение стимула (dНис(крас.), dНис(зел.), dНис(син.)); при проведении компьютерной латерометрии – время начала движения сигнала (dtmin_лев., dtmin_пр.), остановки в крайнем латеральном положении (dtmax_лев., dtmax_пр.), «расщепления» сигнала (dtrash_лев., dtrash_пр.). Полученные значения порогов латерализации использовали для нахождения коэффициентов функциональной межполушарной асимметрии [10]. Вариабельность сердечного ритма (ВСР) исследовали по 5-минутным записям ЭКГ при фоновой пробе и активной ортостатической пробе (АОП).

При сравнительном анализе использовались стандартизованные по возрасту показатели, полученные методом прямой стандартизации, в стажевых группах до 30 лет и более 30 лет.

Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием программного пакета Statistica 6.0. Методы обработки данных включали непараметрические критерии Манна-Уитни и Вальда-Вольфовица; для непрерывных величин с нормальным распределением – t-тест Стьюдента. Для выявления связей между показателями применялись непараметрические коэффициенты корреляции Спирмена, тау Кендалла, гамма и параметрический коэффициент корреляции Пирсона. Статистически значимыми считали различия при значениях $p \leqslant 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Проведенное санитарно-гигиеническое обследование рабочих мест водителей грузового транспорта показало, что эквивалентный уровень шума превышал ПДУ (70 дБА) на 1,0–13,0 дБА в 85,7±9,3% случаях. Энергетические максимумы приходились на средние и высокие частоты. Эквивалентные корректированные величины инфразвука превышали нормативные значения (100 дБлин) в 78,6±10,9% случаев на 3–15 дБлин, в основном, на частотах 8–16 Гц. Уровень общей вибрации был выше ПДУ на 1,0–7,0 дБ, при этом чаще превышения фиксировались при измерении вертикальной вибрации. Максимальные уровни регистрировались на низких частотах (2–4 Гц). Было отмечено превышение ПДУ эквивалентного уровня виброускорения локальной вибрации в 42,9±13,2% случаях на 1,0–5,0 дБ. По спектральным параметрам локальная вибрация характеризовалась как низкочастотная.

Таким образом, на рабочих местах водителей грузовых машин ведущими вредными производственными факторами являются инфразвук, общая вибрация, шум. Условия труда по сумме всех виброакустических параметров соответствуют классам 3.2–3.3.

Наряду с физическими факторами, труд водителей характеризуется высоким психоэмоциональным напряжением. Все водители отметили частое возникновение предаварийных ситуации, 38,9±8,1% из них были участниками аварий. Оценка напряженности труда водителей показала, что по показателям «Содержание работы», «Восприятие сигналов», «Характер выполняемой работы», «Эмоциональные нагрузки», а также «Длительность сосредоточенного наблюдения» их труд следует отнести к классу 3.2, общая оценка условий труда водителей по напряженности соответствует классу 3.3.

Оценка тяжести труда водителей показала, что основным неблагоприятным фактором является фиксированная рабочая поза, на основании хронометражных исследований в зависимости от процента времени вождения по данному фактору труд водителей соответствует классу 3.1–3.2.

Таким образом, общая гигиеническая оценка условий труда водителей с учетом превышения уровня воздействия факторов производственной среды, согласно Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» относится к классам 3.3–3.4, что соответствует высокой и очень высокой степени профессионального априорного риска.

Результаты анкетного опроса свидетельствуют о большом числе жалоб на состояние здоровья в этом контингенте. Так распространены жалобы на общую слабость (44,4±8,3%), утомляемость (50±8,3%), усталость в конце смены (52,8±8,3%), чувство раздражительности и депрессии (77,8±6,9%), бессонницу (19,4±6,6%), головную боль (19,4±6,6%), боли в области спины (50±8,3%), шеи (41,7±8,2%), плеч (30,6±7,7%), в суставах (16,7±6,2%), усталость глаз (58,3±8,2%), снижение слуха (13,9±5,8%), кашель (36,1±8%).

Дискомфортные состояния водители связывают с такими профессиональными факторами, как шум (50±8,3%), вибрация (38,9±8,1%), длительность сосредоточенного наблюдения (55,6±8,3%), запыленность (44,4±8,3%) и

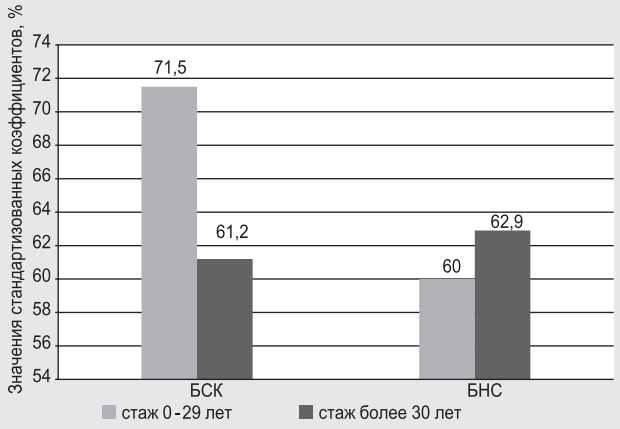

РИС. 1.
Характер распространенности заболеваний в стажевых группах 0–29 лет и более 30 лет *(БСК – болезни системы кровообращения; БНС–болезни нервной системы)*.

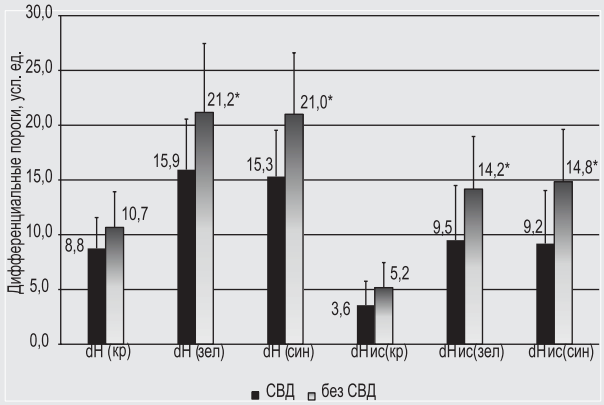

РИС. 2.
Сравнение дифференциальных порогов цветоразличения по основным оттенкам у водителей с признаками СВД и без проявления СВД. (dH(крас.), dH(зел.), dH(син.), dНис(крас.), dНис(зел.), dНис(син.) – дифференциальные пороги цветоразличения в красной, зеленой и синей части спектра в задаче на обнаружение и на исчезновение стимула). Звездочками показаны достоверные различия (p<0,05).

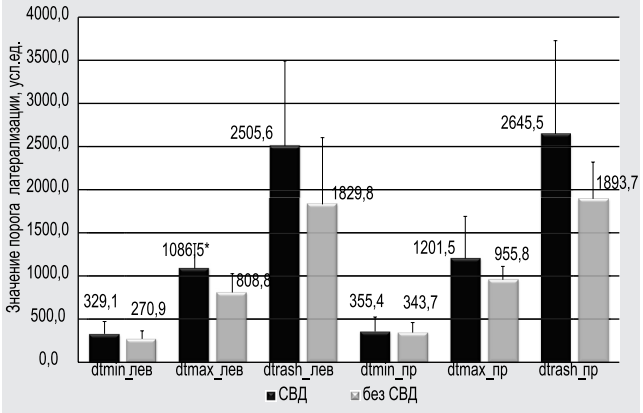

РИС. 3.
Сравнение дифференциальных порогов пространственного слуха у водителей с признаками СВД и без проявления СВД. (dtmin_лев., dtmin_пр. – дифференциальные пороги при начале движения сигнала влево и вправо, dtmax_лев., dtmax_пр. – остановке в крайнем латеральном положении, dtrash_лев., dtrash_пр. – «расщеплении» сигнала. Звездочками показаны достоверные различия (p<0,05).

загазованность воздуха (52,8±8,3%), повышенная температура воздуха в теплый период (58,3±8,2%). Многообразие и высокая распространенность жалоб свидетельствуют об отрицательном влиянии производственной среды на состояние здоровье водителей.

Данные анализа субъективной оценки подтверждаются характером и частотой распространения у водителей заболеваний сердечно-сосудистой и нервной систем, как критических в отношении действия стресс-факторов, выявленные при медицинском обследовании. Стандартизованные по возрасту показатели в стажевых группах до 30 и более 30 лет представлены на 1 рисунке. Обращает внимание высокая распространенность болезней системы кровообращения (БСК) и нервной системы (БНС) в обеих стажевых группах, причем частота БСК была выше среди менее стажированных водителей в 1,2 раза, что, по-видимому, является следствием «эффекта здорового работника» – т. е. медицинского и самоотбора по здоровью в профессиональной группе с вредными условиями труда.

Анализ результатов исследования липидного обмена у водителей выявил значительную долю лиц с повышенными уровнями общего холестерина в стажевой группе до 30 лет – 54,1% (стандартизованный по возрасту показатель) и 26,9% – в стажевой группе 30 и более лет; ЛПНП-ХС – 68,5% и 35,9% соответственно, ТГ – 17,1% и 9,0%. У 99% всех обследованных водителей отмечено снижение концентрации ЛПВП-ХС ниже защитного антиатерогенного уровня (1,56 ммоль/л); у 25,6% водителей стажевой группе до 30 лет и 26,9% – в стажевой группе 30 и более лет концентрации ЛПВП-ХС были ниже физиологической нормы (0,9 ммоль/л). В первой стажевой группе у 97,1% водителей холестериновый коэффициент атерогенности превышает значение 3,5; в группе водителей со стажем 30 лет и более таких лиц меньше – 53,9%. Такой уровень показателей указывает на высокий риск развития атеросклероза.

При определении активности ферментов в плазме крови было установлено, что повышенные концентрации АлАТ, АсАТ в группе до 30 лет стажа регистрировались чаще, стандартизованные показатели составили соответственно по АлАТ – 37% и 18%, АсАТ – 28,5% и 13,5%.

Выявленные значительные метаболические нарушения в первой группе по сравнению с группой более стажированных водителей также можно объяснить «эффектом здорового работника» за счет ухода из профессии людей, которые не могут продолжить профессиональную деятельность по состоянию здоровья.

Результаты исследования ВСР указывают на истощение регуляторных механизмов, о чем свидетельствует снижение общей мощности спектра сердечного ритма (ТР): у 65±8,1% водителей зафиксирована ТР менее 1500 мс^2 при фоновой записи. Также при поликлиническом обследовании были отмечены значительные уровни систолического (160±18 мм рт. ст.) и диастолического (91±8 мм рт. ст.) артериального давления (АД) (59,3±7,9% случаев), клинические проявления синдрома вегетативной дисфункции (СВД) (56,3±7,9%). Установлено, что у лиц с диагностированным СВД в спектральной структуре ВРС имеет место выраженное доминирование (до 90,7% от общей мощности спектра) волн очень медленного периода (VLF-компонента) (R=0,68, p=0,04). По показателям ВСР в покое и при АОП были зарегистрированы

следующие варианты вегетативной дисфункции у водителей с клиническими проявлениями СВД:

– преобладание активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС) в покое (показатель вегетативного баланса LF/HF 0,2–0,9) и недостаточная (LF/HF 0,4–1,1) или адекватная (LF/HF 1,3–2,7) активация симпатико-адреналовой системы при АОП (38,8±7,8%);

– преобладание симпатико-адреналового отдела в покое (LF/HF 1,3–-3,6) и недостаточная (LF/HF 1,9–3,4) или избыточная (LF/HF 4,8–17,0) реактивность ВНС при АОП. При этом варианте значительное увеличение доли VLF-компонента наблюдалось как в покое (49,4–90,7% от общей мощности спектра), так и при АОП (40,7–78,6% от общей мощности спектра).

Если при первом варианте сочетание СВД с увеличением АД наблюдалось в 28,6±7,2% случаев, то при втором варианте такое сочетание встречается значительно чаще (55,5±6,2%, p=0,02), что является показателем более глубоких психовегетативных нарушений. Большинством исследователей признается важная роль стресса в генезе психовегетативных расстройств [14].

При измерении дифференциальных порогов цветовой чувствительности у водителей по методу кампиметрии выявлено существенное снижение дифференциальной чувствительности к базовым оттенкам по сравнению с условной нормой, особенно к синему и зеленому оттенку, что свидетельствует об ухудшении когнитивной функции. Нами показано, что у водителей, которые были участниками аварий, повышение порога к синему оттенку встречается чаще (64±14,5% и 23,3±7,6% случаев соответственно, p=0,026). Следует отметить, что у водителей без клинических проявлений СВД пороги цветоразличения были достоверно выше, чем у водителей с признаками СВД (рис.2).

Такое увеличение дифференциальных порогов к базовым оттенкам (прежде всего к синему) наблюдается при фармакотерапии психотропными препаратами, которые обеспечивают активацию ГАМК-бенздиазепинового комплекса [10]. Активность ГАМК является показателем функции стресс лимитирующей системы и играет роль в устойчивости организма к стрессовым ситуациям [15, 16, 17]. Следует отметить, что развитие стресса и последующих патологических процессов является следствием взаимодействия трех базовых систем защиты: стресс-реализующей (симпатоадреналовой), стресс-потенцирующей (гипоталамо-гипофизарно-адреналовой) и стресс-лимитирующей (эндогенной опиоидной системы и системы гамма-аминомасляной кислоты). В условиях хронического стресса недостаточность стресс-лимитирующей системы может приводить к развитию психосоматических расстройств, в том числе СВД.

При исследовании звуколокализационной функции у обследуемых водителей в отличие от условной нормы чаще регистрировали доминирование правого полушария по показателю возбудимости (dtmax), причем у лиц с СВД данное отличие более выражено (рис. 3). Кроме того у них наблюдается тенденция к повышению порогов латерализации. Известно, что правое полушарие в большей степени отвечает за психовегетативную регуляцию [18]. Возможно, функциональное доминирование правого полушария у водителей является реакцией на неблагоприятное воздействие факторов производственной среды. В большинстве исследований отмечено, что стресс сопровождается активацией правого полушария, при этом умеренное правополушарное доминирование рассматривают в качестве защитного механизма [11, 12]. О доминировании правого полушария у водителей свидетельствуют показатели лабильности (dtmin) и возбудимости (dtmax), левого – показатели устойчивости (dtrash). У среднестатистического здорового испытуемого, напротив, наблюдается доминирование левого полушария по показателям возбудимости и устойчивости, правого – по показателю лабильности [10]. При стрессе межполушарные отношения меняются, полушарное доминирование может снижаться вплоть до инверсии. Это подтверждают многочисленные наблюдения за людьми, работающими вахтовым методом в климатически неблагоприятных районах, за спортсменами и т. п. [12]. В нашем исследовании снижение степени межполушарной асимметрии (менее 0,025 условных единиц) было зафиксировано у 33,3±9,1% водителей.

Результаты корреляционного анализа влияния отдельных производственных факторов на субъективную оценку психического здоровья показали связь развития раздражительности с монотонностью работы (R=0,34, p=0,04).

При низких значениях общей мощности спектра ВРС достоверно чаще встречались жалобы на депрессивное состояние (R=0,39, p=0,018), бессонницу (R=0,64, p=0,002), среди производственных факторов данные обследуемые выделяли воздействие значительных уровней шума (R=0,5, p=0,003), вибрации (R=0,39, p=0,02), повышенной температуры воздуха на рабочем месте в теплый период (R=0,34, p=0,048), загазованность (R=0,35, p=0,04).

Водители, у которых зарегистрирован максимум дифференциального порога цветоразличения в синем базовом оттенке достоверно чаще отмечали состояние общей усталости (R=0,61, p=0,008), утомление (R=0,59, p=0,01), раздражительность (R=0,57, p=0,02), головную боль, бессонницу, боль в суставах (R=0,7, p=0,02), предъявляли жалобы на загазованность (R=0,6, p=0,01), длительность сосредоточенного наблюдения (R=0,49, p=0,04).

Обследуемые, у которых зафиксировано снижение коэффициента межполушарной асимметрии (менее 0,025 условных единиц) также чаще отмечали наличие депрессии (R=0,67, p=0,016), раздражительности (R=0,63, p=0,001), боли в суставах (R=0,62, p=0,047), предъявляли жалобы на повышенную температуру воздуха на рабочем месте в теплый период (R=0,45, p=0,03), необходимость перемещения тяжелых деталей при выполнении ремонтных работ (R=0,53, p=0,007).

Выводы

В обследованной профессиональной группе водителей выявлены отклонения в психофизиологических показателях, которые объективно указывают на состояние стресса: снижение общей мощности спектра вариабельности сердечного ритма, повышение порогов цветоразличения в синем базовом оттенке, умеренное правополушарное доминирование, снижение коэффициента межполушарной асимметрии (менее 0,025 условных единиц). В данной группе отмечен высокий уровень профессионально обусловленной патологии сердечно-сосудистой и нервной систем, дислипопротеинемия, ферментемия. Выявленные отклонения в психофизиологических показателях ассоциируются с

воздействием значительных уровней физических факторов, высокой напряженностью и тяжестью труда. Методы оперативного мониторинга за функциональным состоянием работающих могут быть использованы в комплексе мер профилактики стрессовых состояний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Izmerov N., Suvorov G., editors. Psychological Stress at Work. Proceedings of the International Symposium. 2000. Helsinki.

2. Юшкова О.И., Матюхин В.В., Шардакова Э.Ф. Психофизиологические аспекты производственного стресса в медицине труда. Медицина труда и промышленная экология. 2001. № 8. С. 1-7.

3. Профессиональная патология: национальное руководство. Под ред. Н.Ф. Измерова. М: ГЕОТАР-Медиа, 2011. 784 с.

4. Суворов Г.А., Пальцев Ю.П., Прокопенко Л.В. и др. Физические факторы и стресс. Медицина труда и промышленная экология. 2002. № 8. С. 1-4.

5. Баевский Р.М., Берсенева А.П., Берсенев Е.Ю. и др. Использование принципов донозологической диагностики для оценки функционального состояния организма при стрессорных воздействиях (на примере водителей автобусов). Физиология человека: журнал РАН. 2009. № 1 (35). С. 41-51.

6. Эльгаров А.А., Калмыкова М.А., Эльгаров М.А. Автотранспортная медицина – опыт и перспективы. Медицина труда и промышленная экология. 2010. № 11. С. 21-23.

7. Ulhoa M.A., Marqueze E.C., editors. When does stress end?: evidence of a prolonged stress reaction in shiftworking truck drivers. Chronobiol Int. 2011. № 28 (9). P. 810-818.

8. Суворов Г.А., Бутковская З.М., Тарасова Л.А. и др. Вибрация. В кн.: Физические факторы производственной и природной среды. Гигиеническая оценка и контроль. Под ред. Н.Ф. Измерова., Г.А. Суворова. М.: Медицина, 2003. С. 378-458.

9. Антонец В.А., Полевая С.А., Ерёмин Е.В. Сенсорная шкала пространственного слуха человека в виртуальном акустическом пространстве. Сенс. сист. 2002. № 16 (4). P. 291-296.

10. Полевая С.А. Интеграция эндогенных факторов в систему обработки экстероцептивных сигналов. Автореф. Дисс. Пущино. 2009. С. 9-12.

11. Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. Под ред. В.Ф. Фокин. М.: Научный мир. 2009. 836 с.

12. Леутин В.П. Функциональная асимметрия мозга и адаптация. Вестник Российской АМН. 1998. № 10. С. 10-14.

13. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. Иваново: Иван. гос. мед. академия. 2002. С. 290.

14. Чутко Л.С., Фролова Н.Л. Психовегетативные расстройства в клинической практике. СПб.: Наука, 2005. С. 176.

15. Парин С.Б., Яхно В.Г., Цверов А.В., Полевая С.А. Психофизиологические и нейрохимические механизмы стресса и шока: эксперимент и модель. Вестник НГУ. 2007. № 4. С. 190-196.

16. Пшенникова М.Г. Феномен стресса и его роль в патологии. Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 2000. № 3. С. 20-26.

17. Rossi S., Chiara V., Musella A., editors. Chronic Psychoemotional Stress Impairs Cannabinoid-Receptor-Mediated Control of GABA Transmission in the Striatum. The Journal of Neuroscience. 2008. № 28 (29). P. 7284-7292.

18. Вейн А.М. Синдром вегетативной дистонии. В кн.: Вегетативные расстройства: клиника, лечение, диагностика. /Под ред. В.Л. Голубева. М.: Медицинское информационное агентство. 2010. С. 114-130.