

Исследование влияния приема «энергетических» напитков на психофизиологические показатели человека в условиях утомления

Ю.Д. Пометов, А.В. Ковалева, А.Н. Мартюшов, И.В. Демешина, В.П. Нужный

В статье представлено исследование психофизиологических эффектов, возникающих в результате приема «энергетических» напитков у людей, находящихся в состоянии утомления, вызванного длительной работой на автотренажере. Показано, что непрерывная работа на автосимуляторе вызывает состояние утомления по субъективным ощущениям испытуемых, по результатам физиологических и психофизиологических тестов.

Ключевые слова: утомление, психофизиологического состояния, работоспособность, психостимулирующие средства.

Основным фактором, лимитирующим работоспособность оператора (в том числе водителя автомобиля), является развивающееся в процессе деятельности физическое и психическое утомление.

Проблеме утомления посвящено большое количество исследований. В основном они направлены на оптимизацию различных сторон жизни и деятельности человека, обеспечивающих максимальную эффективность и надежность его работы.

Как известно, состояние утомления может проявляться снижением уровня функционального состояния человека: возникновением вялости (особенно при монотонной деятельности), парадоксально сочетающейся с повышением уровня активации организма вплоть до возбуждения, раздражения, аффективными реакциями. Поэтому при изучении явления утомления и возможных методов его профилактики и

коррекции особое место занимает вопрос достижения оптимального уровня функционирования человека, при высокой эффективности его деятельности [1].

Для быстрого и кратковременного повышения работоспособности некоторые водители транспортных средств принимают «энергетические», или психостимулирующие, средства, содержащие кофеин (чай, кофе, «энергетические» напитки). Однако прием психостимулирующих средств, содержащих большое количество кофеина или соединений синтетического происхождения, имеет ряд ограничений из-за того, что их поступление в организм может вызывать не только стимуляцию работоспособности, но и парадоксальное ее снижение вплоть до угнетения [5, 9]. Существует тем не менее группа средств (растительного животного происхождения), не оказывающих подобного влияния. Средства эти от-

носятся к биологически активным добавкам (БАД) к пище. Многие БАД содержат вещества тонизирующего и адаптогенного действия, которые повышают защитные силы организма, общую устойчивость, физическую и умственную работоспособность, уменьшают отрицательное воздействие внешней среды и стрессов [3, 6]. В последнее время все больше людей употребляют различные БАД с самыми разными целями [15], в том числе и для повышения физической и умственной работоспособности [6].

Задачей настоящей работы было исследование психофизиологических эффектов, возникающих в результате приема «энергетических» напитков у людей, находящихся в состоянии утомления, вызванного длительной работой на автотренажере.

Целью проведенного исследования являлись следующие задачи:

анализ субъективных ощущений, возникающих у испытуемых после приема «энергетических» напитков, по стандартному набору признаков;

изучение возможных эффектов приема «энергетических» напитков при выполнении тестовых заданий, моделирующей операторскую деятельность в состоянии утомления (компьютерный автосимулятор);

анализ ряда психофизиологических эффектов, возникающих после приема «энергетических» напитков;

анализ клинико-физиологических параметров при фоновых измерениях и после употребления «энергетических» напитков.

Материалы и методы исследования

С помощью проведенного исследования изучались три вида коммерческих «энергетических» напитков: Red Bull, Non Stop и Bulldozer. В качестве контрольного напитка (плацебо) использовалась смесь минеральной воды «Нарзан» и яблочного сока в равных долях (150 + 150 мл). Все использованные напитки были применены в одинаковом объеме – 0,33 л.

Напитки Red Bull и Non Stop содержат химически чистый кофеин в концентрации 32 мг и 43 мг в 100 мл напитка соответ-

ственно, а напиток в виде разведенного порошка Bulldozer – 12 мг природного кофеина в 100 мл. Помимо кофеина в «энергетических» напитках есть комплекс витаминов и биологически активных веществ, среди которых основными являются таурин и глюкуронолактон (Red Bull), экстракт гуараны, лимонника китайского и женьшеня (Non Stop), экстракт гребней винограда, экстракт зеленого чая, лимонника и черники (Bulldozer).

Исследование проведено на шести добровольцах-испытуемых в возрасте от 18 до 23 лет мужского пола, на момент испытания не обнаруживавших признаков соматической и психической патологии. Все испытуемые были близки по антропометрическим данным: средний возраст составил 19,7 года (SD = 1,8), средний рост – 177,2 см (SD = 7,5), средний вес – 70,0 кг (SD = 6,0). Изучение эффектов «энергетических» напитков проводилось методом двойного слепого контроля.

Моделирование утомления и оценка эффективности вождения.

Состояние утомления моделировали длительной непрерывной 8-часовой работой на компьютерном автотренажере (Logitech WingMan Racing, Ver. 4.20.167 2002). Для оценки степени утомления и вероятной его компенсации приемом исследуемых напитков испытуемым предлагались контрольные «гонки» и оценивались их результаты: средняя скорость (или время прохождения «трассы») и степень (суммарный коэффициент) «повреждения автомобиля» к концу «заезда», которая свидетельствовала об ошибках при выполнении данного задания. Все испытуемые на каждом из этапов эксперимента проходили один и тот же «маршрут» на одинаковой «модели автомобиля» с одной и той же схемой управления. Кроме того, моделировались шумовые и вибрационные ощущения, сопровождающие управление автомобилем.

По ходу испытаний участники через 5 и 6,5 часа «вождения» принимали «энергетические» напитки: Red Bull, Non Stop, Bulldozer и нейтральный напиток (плаце-

бо). При этом на каждом этапе испытаний для определения возможных эффектов действия применявшихся напитков были использованы методы субъективной и объективной оценок состояния испытуемых.

Метод субъективной оценки состояния испытуемых.

Для самооценки состояния испытуемым до начала исследования в состоянии утомления после 5-часового «вождения» и после приема напитков предлагалось ответить на вопросы двух анкет. Первая из них была направлена на выявление жалоб (в баллах от 1 до 5) на самочувствие и содержала следующие шкалы: общее самочувствие, мышечная усталость, усталость глаз, головноекружение, головная боль, работоспособность, нервное напряжение, желание прекратить игру. Вторая анкета содержала разделы о субъективной оценке быстроты наступления эффекта от напитка, продолжительности и выраженности его действия.

Методы психофизиологического исследования.

Исследования проводили с помощью компьютерного аппаратно-программного комплекса оценки психофизиологического состояния человека «ТОНУС» [4, 8], при этом использовались следующие тесты:

Теплинг-тест — определение максимально возможной частоты нажатия указательным пальцем правой (ведущей) руки на сенсор, расположенный на панели прибора (определение свойств нервной системы, таких, как лабильность и сила).

Треморометрия. В данном исследовании определялся тремор (дрожание) кисти ведущей руки. Испытуемый должен был удерживать штырек в отверстии прибора так, чтобы не касаться его стенок (при касании загоралась красная лампочка).

Время простой зрительно-моторной реакции. Этот показатель отражает время обнаружения сигнала (регистрируется латентный период от момента появления сигнала до момента нажатия на клавишу прибора).

Время реакции выбора (на зрительный раздражитель). В отличие от простой реак-

ция выбора включает в себя этап принятия решения (выбор из двух альтернатив — красная или зеленая лампочка).

Критическая частота световых мельканий (КЧСМ) — частота следования световых сигналов, при которой они воспринимаются как непрерывный сигнал.

Кратковременная (оперативная) память на геометрические фигуры. Объем оперативной памяти является ее важнейшей характеристикой и определяется количеством правильно воспроизведенных элементов при однократном их предъявлении.

Переключение внимания. Применялась методика «красно-черная таблица» (таблица Шульте — Платонова). Инструкция заключалась в следующем: испытуемому необходимо находить (чередую) красные цифры в убывающем порядке начиная с 13, а черные — в возрастающем порядке начиная с 1. Регистрировалось время выполнения задания, количество ошибок и среднее время исправления ошибки.

Клинико-физиологические методы.

Активная ортостатическая проба. Она позволяла оценить реакцию организма на изменение положения тела, отражающую способность сердечно-сосудистой системы к поддержанию кровообращения в вертикальной позе [16]. У испытуемого в течение 10 минут регистрировали исходные параметры в положении лежа. Затем по команде испытуемый самостоятельно вставал и в течение 10 последующих минут находился в положении стоя. Дважды в горизонтальном положении и на 1-й, 3-й, 5-й, 7-й и 10-й минутах стояния определяли основные параметры кровообращения: частоту сердечных сокращений и артериальное давление на автоматическом измерителе давления «МХ2/НЕМ 732» (Япония).

Стабилометрическое исследование. Оно проводилось с помощью клинической стабиллометрической системы производства фирмы МБН (РФ), представляющей собой измерительную платформу, оснащенную высокочувствительными датчиками давления, дополнительным монитором на штативе (на уровне глаз испытуемого) и интерфейсом для персонального компью-

тера, позволяющим получать оцифрованные данные, а также стандартный протокол измерений [7, 10]. Для оценки вертикальной устойчивости был использован тест Ромберга. Испытуемый сначала стоял в основной стойке 51 секунду с открытыми глазами, фиксируя взгляд на цветном круге монитора, затем еще 51 секунду с закрытыми глазами. Смысл исследования заключался в том, что при выключении зрительного анализатора вертикальное положение сохраняется исключительно за счет мобилизации проприорецептивной системы. При этом нормальная реакция со стороны контроля баланса тела состояла в увеличении амплитуды колебаний центра давления тела. Регистрировали длину пути перемещения центра давления тела (мм), скорость перемещения центра давления (мм/с) и площадь полигона, описанного статокинезиограммой (мм²).

Для последующего анализа использовали интегральный показатель – коэффициент Ромберга (результат деления величины площади полигона статокинезиограммы при измерении с открытыми глазами на величину того же параметра, измеренного с закрытыми глазами).

Измерение артериального давления (АД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) при дозированной физической нагрузке. До начала и после окончания испытаний производилась оценка физической работоспособности испытуемых на велоэргометре фирмы Kettler AX-1. В положении сидя испытуемый выполнял стандартную работу мощностью 240 кгм/мин (40 Вт) в течение 5 минут, при этом регистрировалась ЧСС и каждую нечетную минуту – АД.

Статистико-математический анализ. Анализ проведен с использованием программного продукта компании STATISTICA 6.0. for Windows (компания StatSoft), в том числе графический анализ данных – отображение изменчивости произведенных экспериментальных измерений и уточнение методических подходов для более углубленного их анализа (модуль программного пакета STATISTICA – Graphs); дескриптивная (описательная) статистика –

расчет средних значений (Mean), стандартных отклонений (SD) и стандартных погрешностей (SE) измеренных параметров; оценка различий средних значений в каждой точке измерения при употреблении испытуемыми напитков, содержащих «энергетическое» действующее начало, и напитков плацебо (по критерию ANOVA).

Результаты и их обсуждение **Субъективная оценка состояния испытуемых.**

В результате 5-часовой нагрузки («гонки» на автосимуляторе) у испытуемых развилось состояние, характеризующееся рядом статистически значимых отличий от фонового состояния. При ответе на вопросы анкеты о субъективных ощущениях оказалось, что по сравнению с фоном произошло достоверное снижение количества баллов по шкале «общее самочувствие» ($t = 5,68, p < 0,001$), а также появились признаки мышечной усталости, усталости глаз, снизилась работоспособность, возникло желание прекратить игру. Все эти признаки можно расценивать как наступление состояния утомления. Весьма существенно возрос суммарный балл негативных изменений (0,92 – фон, 4,43 – утомление, $t = -7,28, p < 0,001$).

Эффект от приема исследованных «энергетических» напитков, по данным анкет, почувствовали все испытуемые. Согласно их отчетам, эффект состоял в улучшении общего самочувствия, внимания, возникновении ясности мышления, устранении мышечного дискомфорта, появлении бодрости, уменьшении сонливости и утомления глаз.

Все добавки начинали действовать в интервале от нескольких минут до получаса. Продолжительность эффекта напитков Bulldozer и Non Stop была примерно одинакова: эффект сохранялся около 1 часа. Эффект напитка Red Bull длился дольше (до 6 часов после повторного приема).

Наиболее высокая степень выраженности эффекта после первого приема отмечалась при употреблении напитка Red Bull. Однако при употреблении других добавок

выраженность эффекта возрастала в результате второго приема.

После приема напитков Non Stop и Red Bull двое испытуемых отмечали следующие негативные особенности: «заторможенность мысли и действия», «голова соображает хуже, но действия выполняю четко».

Статистический анализ результатов анкетирования показал, что достоверное улучшение общего самочувствия происходило на фоне приема напитка Red Bull ($t = 2,66, p = 0,009$). Улучшение общего самочувствия испытуемых в результате приема напитков Non Stop и Bulldozer обнаружилось на уровне тенденции ($p < 0,1$).

Эффективность выполнения заданий на автосимуляторе.

На рис. 1 показано изменение скоростных и качественных характеристик выполнения заданий на автосимуляторе. Несмотря на видимые различия средних фоновых показателей у испытуемых (до приема «энергетических» напитков), статистически значимых различий между ними не выявлено. Предположительно указанные различия обусловлены индивидуальными особенностями общего исходного состояния испытуемых. Необходимо отметить, что большие индивидуальные различия и, следовательно, большие значения стандартных отклонений и стандартных ошибок измерений сохранялись и на фоне плацебо. Прием «энергетических» напитков приводил к снижению индивидуальных разбросов и к появлению статистически значимых отличий от показателей на фоне приема плацебо (рис. 1).

Помимо субъективных признаков утомления наблюдалось также снижение качества выполнения заданий на автосимуляторе – увеличился суммарный коэффициент «повреждений автомобиля» с 41,17 в фоне до 55,2 при утомлении ($t = -2,02, p = 0,048$).

Исходя из данных, представленных на рис. 1, можно сказать, что все добавки, в особенности Bulldozer и Non Stop ($t = -2,19, p = 0,03$ и $t = -2,65, p = 0,009$ соответственно), положительно влияют на время про-

Суммарный коэффициент повреждений

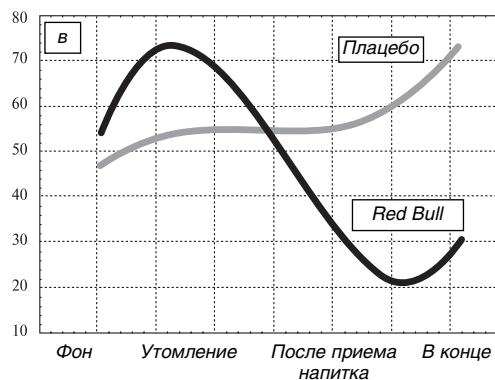
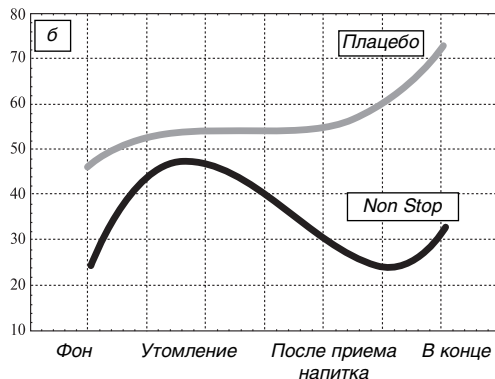
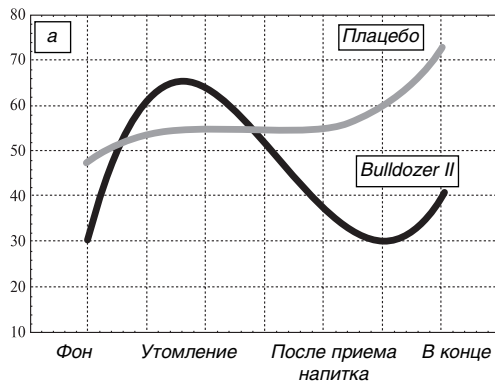
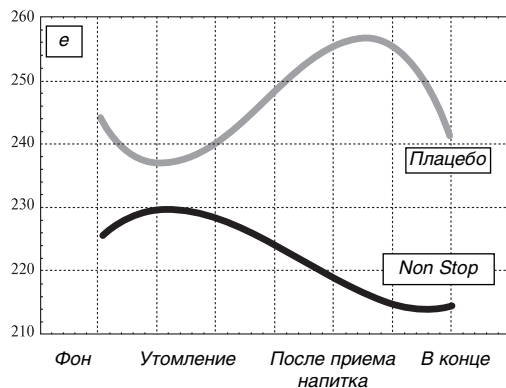
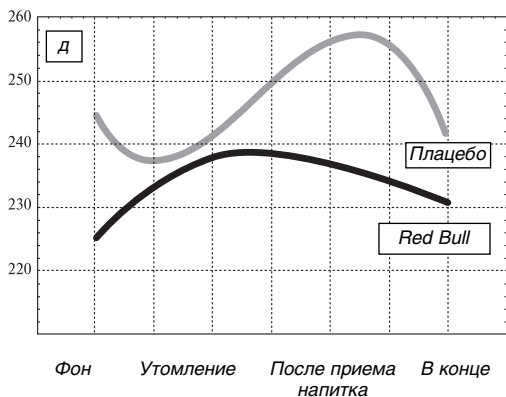
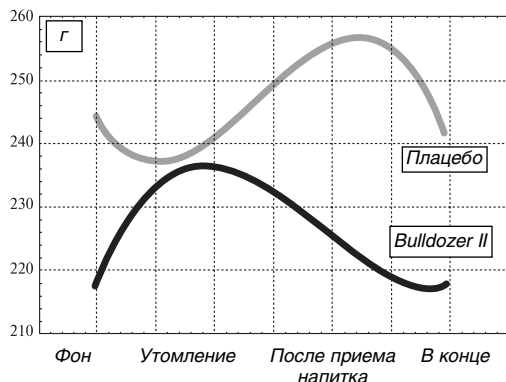


Рис. 1. Динамика показателей «повреждения автомобиля» (а, б, в) и времени прохождения «трассы» (г, д, е) в исходном состоянии и при схеме «энергетических» напитков по сравнению с плацебо

Время прохождения тестового задания



хождения «трассы» контрольной «гонки» (уменьшают его).

При этом суммарный коэффициент «повреждения автомобиля» в конце исследования уменьшался (Bulldozer: $t = -2,0$, $p =$

$= 0,048$; Non Stop: $t = -2,47$; $p = 0,015$; Red Bull: $t = -2,61$, $p = 0,01$) по сравнению с плацебо.

Таким образом, при приеме «энергетических» напитков улучшаются как скоростные, так и качественные показатели эффективности «вождения» (операторской деятельности).

Психофизиологические характеристики по тесту «ТОНУС».

По сравнению с фоновыми значениями состояние утомления характеризовалось достоверным снижением объема оперативной памяти (78% — в фоне, 66,3% — при утомлении, $t = 2,54$, $p = 0,014$). Другие психофизиологические характеристики, измеренные аппаратно-программным комплексом «ТОНУС», в процессе длительной работы на автостимуляторе не изменились.

Прием напитка Non Stop, в отличие от приема других напитков, привел к реальному сокращению времени реакции выбора (321,5 мс — плацебо; 271,2 мс — Non Stop, $t = 2,45$, $p = 0,03$) по сравнению с фоном.

Вертикальная устойчивость (стабилометрическое исследование).

На рис. 2 показаны значения коэффициента Ромберга в фоне (до начала испытаний без приема напитков) и в конце исследований (после утомления в результате 5-часовой работы и приема напитков). На правом графике (рис. 2,б) видно, что при приеме Bulldozer и Red Bull происходит существенное снижение коэффициента Ромберга ($t = -2,09$, $p = 0,042$; $t = -2,09$, $p = 0,042$ и $t = -1,94$, $p = 0,058$ соответственно) по сравнению с плацебо.

Известно, что на размеры колебаний центра давления могут оказывать влияние дыхательные движения, циркуляция крови, функциональное состояние ЦНС и состояние проприоцептивного аппарата. При этом различные соматические и нервные расстройства, а также токсические воздействия и утомление могут существенно сказываться на системе равновесия человека [10]. Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод об улучшении вертикальной устойчивости при приеме напитков Bulldozer и Red Bull (последний — на уровне тенденции). Это могло быть

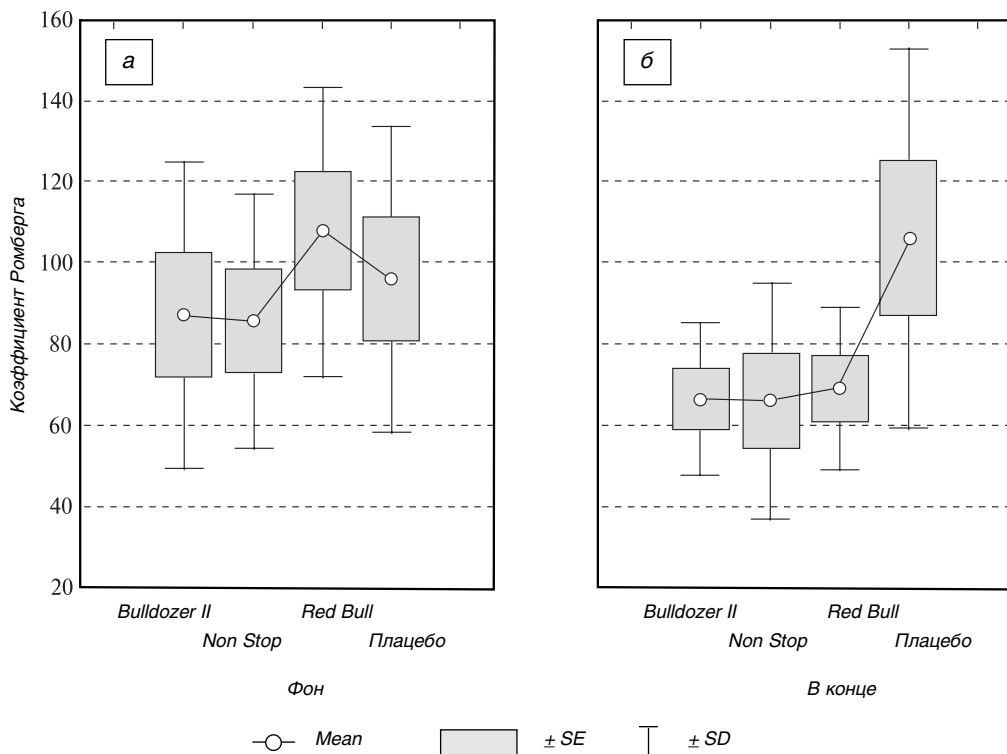


Рис. 2. Значения коэффициента Ромберга в исходном (фоновом) состоянии (а) и при действии «энергетических» напитков (б)

следствием улучшения проприоцептивной и вестибулярной чувствительности, что реализовалось повышением способности контролировать позу, особенно в условиях отсутствия зрительного контроля.

Гемодинамические показатели (АД и ЧСС) во время ортостатической пробы.

Отклонения систолического и диастолического давления были неинформативными. Наиболее информативным оказался анализ пульсового давления (ПД), которое в положении стоя под влиянием приема таких напитков, как Bulldozer и Non Stop, в целом было выше, чем при приеме плацебо (Bulldozer приводил к повышению ПД на 1-й, 3-й, 5-й и 7-й минутах, а Non Stop – на 1-й и 7-й минутах вертикального положения, при $p < 0,05$) (рис. 3, а и рис. 3, б). Прием Red Bull на 3-й и 10-й минутах приводил

к снижению этого показателя ($p < 0,05$), а на 5-й минуте – к росту ПД (рис. 3, в). Иначе говоря, Red Bull вызывал неустойчивость вегетативной регуляции артериального давления при ортостатической пробе.

Частота сердечных сокращений при проведении ортостатической пробы во всех случаях возрастала, причем при приеме плацебо и напитка Non Stop увеличение ЧСС было минимальным. Однако статистически значимых различий между напитками и плацебо обнаружено не было.

АД и ЧСС при дозированной физической нагрузке.

Статистический анализ полученных результатов показал, что использованные в исследовании «энергетические» напитки, по показателям АД и ЧСС, не влияют или влияют незначительно на характеристики

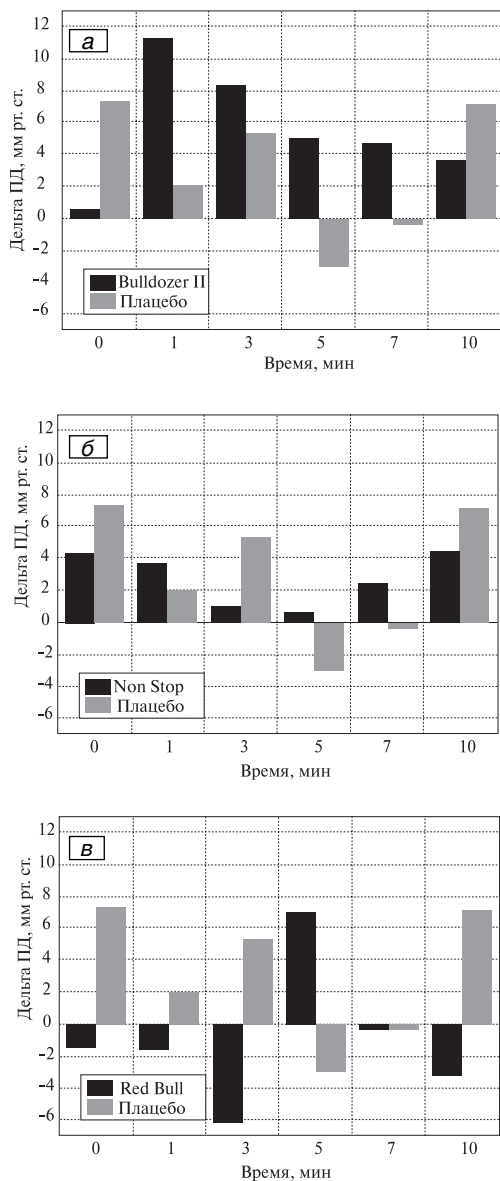


Рис. 3. Отклонения пульсового давления (дельта ПД) при выполнении ортостатической пробы. За ноль приняты исходные (фоновые) значения ПД (а – отклонения ПД при приеме напитка Bulldozer II, б – отклонения ПД при приеме напитка Non Stop, в – отклонения ПД при приеме напитка Red Bull)

физической работоспособности испытуемых (через 8 часов работы на автотренажере). Единственное достоверное различие было получено при анализе отклонений ПД от фона. Если при приеме плацебо после нагрузки возникает выраженное снижение ПД (на 12,2 мм рт. ст.), то при приеме напитка Bulldozer происходит его незначительное повышение (на 1,7 мм рт. ст.).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что напиток Bulldozer, в состав которого входят только компоненты растительного происхождения, по эффективности не уступает аналогичным напиткам, содержащим синтетические соединения. Растительным экстрактам, входящим в состав этого напитка (зеленый чай, гребни винограда, лимонник китайский, черника), присуще, по-видимому, слабо-выраженное психостимулирующее, адаптогенное действие. Указанный эффект, проявляющийся улучшением работоспособности (физической и психической) и уменьшением признаков утомления, типичен и для других природных соединений растительного происхождения [12]. Важно, что этот эффект не сопровождается признаками чрезмерного психического возбуждения, а реализуется в диапазоне физиологической нормы [3].

Выводы

1. Непрерывная 8-часовая работа на автосимуляторе вызывает у испытуемых состояние утомления, которое проявляется ухудшением их самочувствия, нарушением работоспособности, а также признаками нарушения регуляции сердечно-сосудистой системы и системы контроля ортостатической устойчивости тела.
2. Прием «энергетических» напитков (Bulldozer, Non Stop и Red Bull) приводит к уменьшению жалоб на ухудшение психофизического самочувствия. Улучшение самочувствия характеризуется снижением признаков мышечного утомления и усталости глаз, повышением внимания, появлением ощущения бодрости и ясности мышления.
3. Прием «энергетических» напитков на фоне утомления приводит к улучшению

операторской деятельности испытуемых, повышению ортостатической устойчивости.

4. «Энергетический» напиток Bulldozer, в отличие от других аналогичных напитков (Non Stop и Red Bull), способствует нормализации разбалансированной утомлением системы вегетативной регуляции сосудистого тонуса.

Литература

1. Ильин Е.П. Оптимальные состояния человека как психофизиологическая проблема // Психологический журнал. 1981. Т.2. №5.
2. Круглова Н.И. Произвольная регуляция как средство повышения надежности деятельности: Автореф. дис. ... канд. психол. наук. М., 2003.
3. Кулиненко О.С. Фармакотерапия в спортивной медицине: Справочник. М., 2003.
4. Маничев С. А., Крылов А. А. Практикум по общей, экспериментальной и прикладной психологии. 2-е изд. СПб., 2003.
5. Машковский М.Д. Лекарственные средства: В 2 ч. Ч. 1. 12-е изд., перераб. и доп. М., 1993.
6. Сейфулла Р.Д. Спортивная фармакология: Справочник. М., 1999.
7. Скворцов Д.В. Клинический анализ движений. Стабилметрия. М., 2000.
8. Словарь-справочник по психологической диагностике / Сост. Л.Ф. Бурлачук, С.М. Морозов; Отв. ред. С.Б.Крымский. Киев, 1989.
9. Справочник Видаль 2004 г.: Лекарственные средства в России. 10-е изд., перераб., испр., доп. М., 2003.
10. Трофимчук А. М., Войнов В. Б. Оценка состояния человека-оператора методом компьютерной стабиллографии // Материалы Третьей региональной научно-практической конференции «Проблемы валеологии в образовательных учреждениях Северного Кавказа». Ставрополь, 1996.
11. Ames B.N. A role for supplements in optimizing health: the metabolic tune-up // Arch Biochem Biophys. 2004. March. 423 (1).
12. Black M.M. Micronutrient deficiencies and cognitive functioning // Journal of Nutrition. 2003. Vol. 133 (11 Suppl. 2).
13. Bhattacharya A. Quantitative posturography as an alternative noninvasive tool for alcohol/drug/chemical testing – preliminary thoughts // Drug and Chemical Toxicology. 1999. V. 22 (1).
14. Fenech M. Micronutrients and genomic stability: a new paradigm for recommended dietary allowances // Food and Chemical Toxicology. 2002. Aug 40 (8).
15. Hasler Clare M. Functional foods: benefits, concerns and challenges – a position paper from American council on science and health // Journal of Nutrition. 2002. Vol. 132.
16. Tomaszewski C., Cline D.M., Whitley T.W., Grant T. Effect of acute ethanol ingestion on orthostatic vital signs // Annals of Emergency Medicine. 1995. 25 May.