



Попов А.С.

Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь

Влияние однократного приема лекарственного средства модафинил на психическую работоспособность после пребывания в условиях депривации сна

Конфликт интересов: не заявлен.

Подана: 24.04.2024

Принята: 03.06.2024

Контакты: antonydoc@rambler.ru

Резюме

Цель исследования. Изучение влияния лекарственного средства модафинил на нейродинамические показатели работоспособности у лиц, пребывающих в условиях депривации сна.

Материалы и методы. Исследование проводилось по схеме проспективного открытого однокрупного несравнительного исследования оценки эффективности лекарственного средства модафинил (modafinil) для коррекции психической работоспособности.

Исследование проведено с участием 54 здоровых добровольцев мужского пола в возрасте от 18 до 34 лет, средний возраст составил 21,3 года. Дизайн исследования предусматривал однократный прием двух капсул лекарственного средства модафинил либо двух капсул плацебо. Прием осуществлялся натощак. Диагностика психической работоспособности осуществлялась проведением тестов исследования сложной зрительно-моторной реакции, реакции на движущийся объект, теста оценки внимания и теста оценки помехоустойчивости на стандартизированном сертифицированном оборудовании ООО «Нейрософт» – компьютерном комплексе «НС-Психотест».

Результаты. Прием препарата модафинил в дозе 200 мг вечером (между 19:00 и 20:00) накануне ночи в условиях лишения сна позволяет улучшить показатели СВР при выполнении теста СЗМР, показатели концентрации внимания при выполнении теста на внимание ($\alpha=0,05$). При этом прием препарата модафинил не позволяет улучшить показатели при выполнении теста РДО, показатели помехоустойчивости ($\alpha=0,05$).

Выводы. Лекарственное средство модафинил может быть рекомендовано для приема внутрь однократно вечером в дозе 200 мг с целью поддержания уровня психической работоспособности в условиях депривации сна.

Ключевые слова: модафинил, психическая работоспособность, депривация сна

Popov A.
Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

Influence of a Single Use of Modafinil on Mental Performance after Staying in Conditions of Sleep Deprivation

Conflict of interest: nothing to declare.

Submitted: 24.04.2024

Accepted: 03.06.2024

Contacts: antonydoc@rambler.ru

Abstract

Purpose. To study the effect of the drug modafinil on neurodynamic performance indicators in individuals living under conditions of sleep deprivation.

Materials and methods. The study was conducted according to the design of a prospective, open, single-group, non-comparative study assessing the effectiveness of the drug modafinil for the correction of mental performance.

The study involved 54 healthy male volunteers aged 18 to 34 years, with an average age of 21.3 years. The study design involved a single dose of two capsules of either the drug modafinil or two placebo capsules. The reception was carried out on an empty stomach. Diagnostics of mental performance was carried out by conducting tests for studying a complex visual-motor reaction, reaction to a moving object, an attention assessment test and a noise immunity assessment test on standardized certified equipment of Neurosoft LLC – the NS-Psychotest computer complex.

Results. Taking the drug modafinil at a dose of 200 mg in the evening (between 19.00 and 20.00 hours) the night before under conditions of sleep deprivation allows to improve the indicators of SVR when performing the SMR test, indicators of concentration when performing the attention test ($\alpha=0.05$). At the same time, taking the drug modafinil does not improve performance in the RDO test or noise immunity indicators ($\alpha=0.05$).

Conclusion. The drug modafinil can be recommended for oral administration once in the evening at a dose of 200 mg. in order to maintain the level of mental performance in conditions of sleep deprivation.

Keywords: modafinil, mental performance, sleep deprivation

■ ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время возрастает интерес к лекарственным препаратам, способствующим поддержанию бодрствования и повышающим психическую работоспособность. Особую группу составляют препараты-аналептики.

Аналептики (от греч. *analepsis* – «восстановление») – это вещества, восстанавливающие функцию жизненно важных центров продолговатого мозга (дыхательного и сосудодвигательного). В связи с этим препараты данной группы называют также оживляющими средствами. Они различаются по механизму действия и являются

функциональными антагонистами снотворных и наркотических препаратов, т. е. оказывают пробуждающее действие. Препараты этой группы лекарственных веществ способствуют возвращению сознания у пациентов, находящихся в бессознательном состоянии [1–3].

Отдельную группу лекарственных веществ, обладающих психотропной активностью, составляют препараты, корректирующие процессы регуляции сна. С целью преодоления повышенной и патологической сонливости и повышения уровня бодрствования, а также повышения работоспособности используются различные фармацевтические субстанции и методы [4–13].

Скрининг веществ для использования в медицинской практике с целью поддержания бодрствования показал, что одними из наиболее эффективных соединений такого рода являются соединения группы замещенных тиацетамидов. Одним из таких соединений является лекарственное средство модафинил.

Модафинил – новое лекарственное средство. Основным показанием для его назначения остается лечение нарколепсии. Описан его эффект улучшать умственные способности человека. Лечебная доза модафинила составляет 200 мг однократно при лечении гиперсомнии, связанной с нарколепсией. Также препарат показан для лечения обструктивного апноэ во сне, при лечении которого также рекомендуется прием препарата в дозе 200 мг внутрь [14, 15].

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование влияния препарата модафинил на психическую работоспособность у здоровых добровольцев после пребывания в условиях депривации сна было проведено на моноцентровой основе (медицинский пункт УО «Белорусская государственная академия авиации»). Биостатистический анализ выполнен на кафедре клинической фармакологии УО «Белорусский государственный медицинский университет».

Исследование проводилось по схеме проспективного открытого однокрупного неслепого исследования.

Исследование проведено на здоровых добровольцах мужского пола в количестве 54 человек. Участники исследования были в возрасте от 18 до 34 лет, средний возраст составил 21,3 года.

Критерии включения: возраст от 18 до 55 лет; верифицированный диагноз «практически здоров» по данным клинических, лабораторных и инструментальных методов обследования. Обязательным условием являлось добровольное подписание информированного согласия подчиняться требованиям протокола по режиму питания и приему лекарственных средств. Добровольцам по мере набора в исследование присваивался простой порядковый номер, который отражался в документации.

Исходная когорта добровольцев методом лототрона была разделена на 2 группы. Добровольцы самостоятельно в присутствии врача-исследователя вынимали вслепую из барабана бирку с написанной на ней группой участия: 1 – прием плацебо, 2 – прием 200 мг модафинила. Значение вытянутой ими бирки добровольцам не сообщалось.

Продолжительность испытания для каждого субъекта исследования составляла 3 дня.

В период проведения скрининга добровольцев выполнялись получение информированного согласия добровольца, сбор демографических данных и анамнеза;

производились оценка критериев включения и критериев невключения, рандомизация добровольцев, измерение артериального давления и пульса, общий анализ крови, общий анализ мочи, ЭКГ в 12 отведениях.

В случае соответствия добровольца всем критериям, его знакомства с особенностями участия в исследовании предлагалось подписать информированное согласие в двух экземплярах.

В день 1 непосредственного исследования производились начальное обследование, сбор демографических данных, анамнеза и еще раз оценивалась приемлемость добровольца в соответствии с критериями включения/исключения. Далее проводилось психофизиологическое тестирование. Для регистрации психофизиологических показателей испытуемых использовался программно-аппаратный комплекс (ПАК) «НС-ПсихоТест» («Нейрософт», Иваново, РФ).

Вечером во время второго посещения врача-исследователя (визит 2 (день 1)) добровольцы в зависимости от группы, в которую они были включены, получали либо плацебо (1-я группа добровольцев), либо препарат, содержащий 200 мг модафинила (2-я группа добровольцев), однократно (с 17:00 до 19:00). О получении и приеме они ставили подпись в индивидуальной регистрационной карте добровольца.

Режим приема препарата/плацебо: участники исследования принимали однократно натощак (без разжевывания) лекарственное средство либо плацебо вечером с 19:00 до 20:00 по 2 капсулы в положении сидя, запивая 150 ± 2 мл питьевой воды комнатной температуры. После приема лекарственного средства врачом-исследователем проводился контроль ротовой полости и рук добровольцев. В индивидуальной регистрационной карте зафиксировано время приема лекарственного средства и поставлена подпись добровольца, подтверждающая факт приема им лекарства.

На период участия в исследовании добровольцам запрещалось спать, а также принимать в пищу кофеинсодержащие напитки и продукты (кофе, какао, шоколад), фруктовые соки.

На следующий день утром (день 2 непосредственного исследования) каждому добровольцу было проведено повторное психофизиологическое тестирование. Также выполнялся физикальный осмотр: измерение кровяного давления (ммHg), пульса (уд. в мин.), температуры тела ($^{\circ}\text{C}$).

На следующий день (день 3) добровольцам проводили физикальный осмотр: измерение кровяного давления (ммHg), пульса (уд. в мин.), температуры тела ($^{\circ}\text{C}$). Также производилась оценка безопасности приема препарата.

Оценка психической работоспособности проводилась с использованием нескольких методик: тест «Сложная зрительно-моторная реакция» (СЗМР); тест «Реакция на движущийся объект» (РДО); тест «Оценка внимания» (ОВ); тест «Помехоустойчивость» (ПУ).

Тест СЗМР проводился методом предъявления испытуемому через случайные промежутки времени световых сигналов определенного цвета, как и в тесте простой зрительно-моторной реакции (это «верный» световой сигнал). В промежутках между появлением сигналов испытуемому предъявляли сигналы, отличающиеся по цвету от указанного «верным». Ошибками считались: пропуск сигнала (после предъявления стимула не последовало нажатия на кнопку); преждевременные нажатия; ошибки выбора цвета сигнала; опережения (нажатие на кнопку было произведено до предъявления сигнала). При выполнении теста СЗМР регистрировались среднее

время реакции (СВР) и рассчитанный программой коэффициент точности Уиппла (КТУ).

При исследовании реакции на движущийся объект (РДО) на экране монитора был изображен круг. Со скоростью один оборот в секунду красная заливка заполняла диаметр круга. Испытуемому предлагалось нажимать на кнопку зрительно-моторного анализатора в момент совмещения красной заливки с чертой, которая постоянно меняла угол расположения, что исключало элемент привыкания к условиям задачи. При выполнении теста РДО регистрировалось среднее время реакции (СВР), количество точных реакций и направленность сдвига реакции, т. е. преобладание запаздываний (торможение) или опережений (возбуждение).

Оценка внимания производилась на основе зрительно-моторной реакции в условиях статической помехи. Обследуемому последовательно предъявлялись световые сигналы красного цвета в центре экрана монитора (цвет фона – темно-серый), всего в количестве 50 сигналов. От испытуемого требовалось как можно быстрее отреагировать на появление сигнала нажатием на кнопку на зрительно-моторном анализаторе. При нажатии на кнопку сигнал исчезал. При выполнении теста оценки внимания регистрировались среднее время реакции (СВР), рассчитанные программой показатели устойчивости внимания (УВ) и концентрации внимания (КВ).

Тестирование помехоустойчивости производилось по методике оценки внимания с усложнением теста путем добавления зрительных помех в виде возникающих на экране хаотично расположенных сигналов круглого очертания, но отличного от основного сигнала цвета.

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью программного обеспечения SPSS-15.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

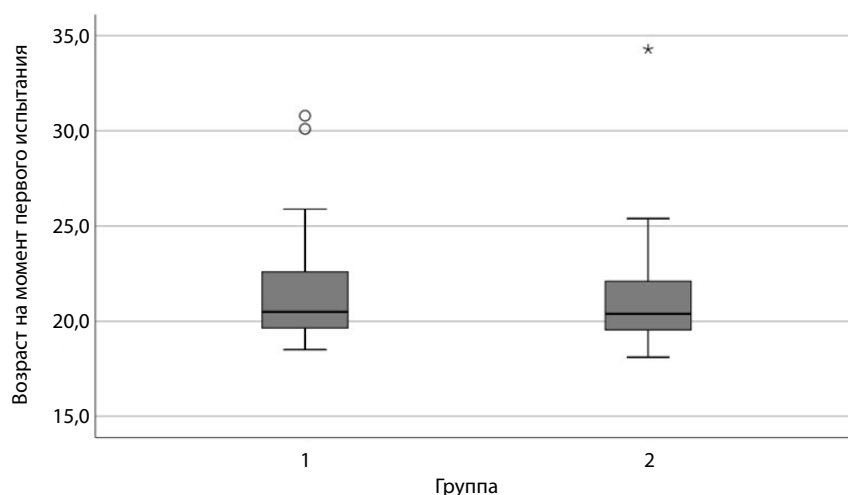
Возрастные характеристики групп, сформированных в результате случайного распределения методом лототрона, представлены на рисунке.

Средний возраст испытуемых в первой группе составил 21,5 года, во второй группе 21,2 года. Сопоставимость групп по возрасту проверялась с использованием критерия U Манна – Уитни для независимых выборок. В результате значение критерия составило 0,568. Выявлено, что при уровне значимости 0,05 гипотеза о различии распределений возраста в группах 1 и 2 не подтверждается. Группы однородны по полу и возрасту.

Также проведена проверка сопоставимости групп по основным параметрам нейродинамических показателей.

Проведена проверка сопоставимости групп по показателям психической работоспособности изначально на фоне полноценного сна по всем методикам исследования. Полученные результаты и результаты расчетов значений статистического критерия Манна – Уитни представлены в табл. 1.

Сравнение групп с использованием U-критерия Манна – Уитни при уровне значимости 0,05 не подтвердило гипотезу о наличии различий между группами ни по одному из анализируемых показателей (значения критерия и асимптотическая значимость (p) представлены в табл. 1). В условиях полноценного сна группы сопоставимы по нейродинамическим показателям всех методик.



Характеристика групп испытуемых по возрасту Characteristics of the groups of subjects by age

Таблица 1

Значения нейродинамических показателей и статистического критерия Манна – Уитни в группе, принимавшей плацебо, и группе, принимавшей модафинил, исходно при измерении после полноценного отдыха (Me [P₂₅; P₇₅])

Table 1

Values of neurodynamic parameters and the Mann-Whitney statistical criterion in the placebo group and the Modafinil group initially measured after a full rest (Me [P₂₅; P₇₅])

Методика исследования	Оцениваемый показатель	1-я группа (плацебо)	2-я группа (модафинил)	Значение U Манна – Уитни	Асимп. знач. (двухсторонняя)
СЗМР	Среднее время реакции	292,46 [270,39; 305,93]	274,09 [265,46; 299,22]	292,000	0,210
	Коэффициент точности Уиппла	0,04 [0,03; 0,07]	0,04 [0,01; 0,07]	292,000	0,204
РДО	Среднее время реакции	0,85 [–8,28; 15,63]	–3,60 [–12,03; 9,63]	280,500	0,293
	Количество точных реакций	25,00 [19,00; 29,00]	27,00 [22,00; 29,00]	286,00	0,340
	Направленность сдвига реакций	8,50 [–27,25; 35,50]	–5,50 [–36,25; 15,75]	267,00	0,194
Оценка внимания	Среднее время реакции	299,60 [287,90; 310,90]	293,10 [283,70; 304,30]	297,00	0,243
	Устойчивость внимания	1,00 [0,93; 1,08]	0,99 [0,94; 1,06]	358,00	0,910
	Концентрация внимания	0,99 [0,93; 1,01]	0,99 [0,93; 1,05]	351,00	0,815
Оценка помехоустойчивости	Помехоустойчивость	41,70 [31,60; 54,80]	42,10 [30,10; 58,80]	340,00	0,672

Оценивалось наличие сдвига показателей психической работоспособности после пребывания испытуемых каждой группы в условиях депривации сна. При наличии сдвига оценивалась его направленность. Для оценки использовался непараметрический Т-критерий знаковых рангов Вилкоксона.

Показатели значений нейродинамических показателей в условиях полноценного сна (первый замер) и после пребывания в условиях депривации сна (второй замер) в первой группе (добровольцы принимали плацебо) представлены в табл. 2.

Оценки сдвигов показателей в первой группе показали уменьшение средних значений по всем исследуемым показателям СЗМР (табл. 2). Статистически достоверных изменений показателей не наблюдалось.

Также результаты оценки сдвигов показателей при выполнении теста РДО в первой группе показали уменьшение средних значений по всем исследуемым показателям (табл. 2). Статистически достоверные изменения показателей наблюдались по показателю числа точных реакций.

Результаты оценки сдвигов регистрируемых показателей при выполнении теста «Оценка внимания» в первой группе показали увеличение СВР. Статистически достоверных изменений показателей не зарегистрировано (табл. 2).

Таблица 2
Средние значения нейродинамических показателей в группе добровольцев, принимавших плацебо в условиях полноценного сна (замер 1) и после пребывания в условиях депривации сна (замер 2), и значения Т-критерия Вилкоксона
Table 2
Average values of neurodynamic parameters in the group of volunteers taking placebo under conditions of full sleep (measurement 1) and after being in conditions of sleep deprivation (measurement 2) and Wilcoxon T-test values

Методика исследования	Оцениваемый показатель	Замер 1	Замер 2	Значение Т-критерия Вилкоксона	Асимп. знач. (двухсторонняя)
СЗМР	Среднее время реакции	289,4	284,0	–1,105	0,269
	Коэффициент точности Уиппла	0,06	0,06	–0,588	0,557
РДО	Среднее время реакции	4,13	5,85	–0,711	0,477
	Количество точных реакций	24,58	28,08	–2,751	0,006
	Направленность сдвига реакций	7,46	9,57	–0,417	0,676
Оценка внимания	Среднее время реакции	300,27	303,44	–0,480	0,631
	Устойчивость внимания	0,99	1,01	–0,394	0,694
	Концентрация внимания	0,98	0,99	–0,013	0,990
Оценка помехоустойчивости	Помехоустойчивость	41,19	43,30	–0,408	0,683

Оценка сдвигов показателей помехоустойчивости в первой группе показала увеличение расчетной разницы времени реакции. Можно сделать вывод о снижении показателя помехоустойчивости в группе, принимавшей плацебо. Это изменение носило статистически недостоверный характер (табл. 2).

Оценка сдвигов нейродинамических показателей во второй группе (прием препарата модафинил) выявила снижение средней скорости реакции и коэффициента точности Уиппла в тесте СЗМР. Значения нейродинамических показателей в условиях полноценного сна (первый замер) и после пребывания в условиях депривации сна (второй замер) во второй группе представлены в табл. 3. Зарегистрированный сдвиг средней скорости реакции в сторону уменьшения имеет статистически значимый уровень. Как видно из представленных данных, в группе принимавших плацебо показатели как средней скорости реакции, так и КТУ остались на прежнем уровне, в то время как в группе добровольцев, принимавших модафинил, СВР уменьшилась. Пребывание в условиях депривации сна при приеме препарата модафинил позволяет улучшить показатели средней скорости реакции при выполнении задачи СЗМР.

При оценке сдвига нейродинамических показателей в тесте РДО во второй группе (прием препарата модафинил) отмечается снижение СВР и увеличение количества точных реакций. Зарегистрированный сдвиг СВР в сторону уменьшения не имеет статистически значимого уровня. Как видно из представленных данных, в обеих группах зарегистрировано статистически значимое увеличение количества точных реакций (табл. 3).

Оценка сдвигов нейродинамических показателей в тесте «Оценка внимания» во второй группе (прием препарата модафинил) выявила снижение показателей устойчивости внимания и повышение показателя концентрации внимания. Зарегистрировано статистически значимое увеличение показателя концентрации внимания (табл. 3).

Оценка сдвига уровня расчетного показателя помехоустойчивости во второй группе (прием препарата модафинил) выявила уменьшение среднего значения, что говорит о повышении уровня помехоустойчивости в группе. Зарегистрированное увеличение уровня помехоустойчивости имеет статистически недостоверный уровень.

Сравнение степени влияния препарата на регистрируемые показатели работоспособности после пребывания в условиях депривации сна между экспериментальной и контрольной группами проведено с использованием непараметрического U-критерия Манна – Уитни. Значения показателей СВР и КТУ представлены в табл. 4.

Установлено, что в группе добровольцев, принимавших модафинил, СВР и КТУ по данным теста СЗМР, выполненного в условиях депривации сна, статистически не различаются.

Установлено, что группы добровольцев, принимавших модафинил и плацебо, по данным теста РДО, выполненного в условиях депривации сна, статистически не различаются.

Установлено, что в группе добровольцев, принимавших модафинил в условиях депривации сна, показатель концентрации внимания по результатам теста оценки внимания выше.

Установлено, что уровни помехоустойчивости в группе добровольцев, принимавших модафинил, и группе добровольцев, принимавших плацебо, статистически не различаются.

Таблица 3

Средние значения нейродинамических показателей в группе добровольцев, принимавших модафинил в условиях полноценного сна (замер 1) и после пребывания в условиях депривации сна (замер 2) при выполнении, и значения Т-критерия Вилкоксона

Table 3

Average values of neurodynamic parameters in the group of volunteers taking Modafinil under conditions of full sleep (measurement 1) and after being in conditions of sleep deprivation (measurement 2) when performing the Wilcoxon T-test values

Методика исследования	Оцениваемый показатель	Замер 1	Замер 2	Значение Т-критерия Вилкоксона	Асимп. знач. (двухсторонняя)
СЗМР	Среднее время реакции	279,4	267,4	–2,643	0,008
	Коэффициент точности Уиппла	0,04	0,05	–1,287	0,198
РДО	Среднее время реакции	–2,98	–3,42	–0,140	0,889
	Количество точных реакций	25,88	29,46	–3,030	0,002
	Направленность сдвига реакций	–6,96	–6,31	–0,025	0,980
Оценка внимания	Среднее время реакции	294,98	295,35	–0,252	0,801
	Устойчивость внимания	1,01	0,95	–0,763	0,446
	Концентрация внимания	0,98	1,04	–2,069	0,039
Оценка помехоустойчивости	Помехоустойчивость	43,18	38,20	–1,850	0,064

Таблица 4

Средние значения нейродинамических показателей после пребывания в условиях депривации сна группы, принимавшей плацебо (группа 1), и группы, принимавшей модафинил (группа 2) при выполнении, и значения критерия Манна – Уитни

Table 4

Average values of neurodynamic parameters after being in conditions of sleep deprivation of the group taking placebo (group 1) and the group taking Modafinil (group 2) when performing and the values of the Mann – Whitney test

Методика исследования	Оцениваемый показатель	1-я группа (плацебо)	2-я группа (модафинил)	Значение U Манна – Уитни	Асимп. знач. (двухсторонняя)
СЗМР	Среднее время реакции	284,0	267,4	269,00	0,099
	Коэффициент точности Уиппла	0,06	0,05	339,00	0,656
РДО	Среднее время реакции	5,85	–3,42	259,50	0,069
	Количество точных реакций	28,08	29,46	320,50	0,445
	Направленность сдвига реакций	9,57	–6,30	302,50	0,283
Оценка внимания	Среднее время реакции	303,44	295,33	286,00	0,174
	Устойчивость внимания	1,01	0,99	340,00	0,671
	Концентрация внимания	0,99	1,04	248,00	0,044
Оценка помехоустойчивости	Помехоустойчивость	43,30	38,20	326,50	0,511

■ ВЫВОДЫ

1. Прием препарата модафинил в дозе 200 мг вечером (между 19:00 и 20:00) накануне ночи в условиях лишения сна позволяет улучшить показатели СВР при выполнении теста СЗМР ($\alpha=0,05$).
2. Выявленные эффекты позволяют рекомендовать прием препарата модафинил здоровым людям с целью улучшения СВР при выполнении задач СЗМР в условиях депривации сна.
3. Прием препарата модафинил в дозе 200 мг вечером (между 19:00 и 20:00) накануне ночи в условиях лишения сна не позволяет улучшить показатели при выполнении теста РДО ($\alpha=0,05$).
4. Выявленные эффекты позволяют рекомендовать прием препарата модафинил здоровым людям с целью улучшения ССР при выполнении задач РДО в условиях депривации сна.
5. Прием препарата Модафинил в дозе 200 мг вечером (между 19:00 и 20:00) накануне пребывания ночью в условиях лишения сна позволяет улучшить показатели концентрации внимания при выполнении теста на внимание ($\alpha=0,05$).
6. Выявленные эффекты позволяют рекомендовать прием препарата модафинил здоровым людям с целью улучшения показателей концентрации внимания при выполнении задач, требующих его концентрации в условиях депривации сна.
7. Прием препарата модафинил в дозе 200 мг вечером (между 19:00 и 20:00) накануне ночи в условиях лишения сна не позволяет улучшить показатели помехоустойчивости ($\alpha=0,05$).
8. Выявленные эффекты не позволяют рекомендовать прием препарата модафинил здоровым людям с целью улучшения показателей помехоустойчивости при выполнении задач, требующих сосредоточения внимания на фоне возникновения световых помех в условиях депривации сна.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. *Analeptic* [Electronic resource]. Available at: translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.34c61739-650326e2-df63899d-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Analeptic (accessed 10.02.2024).
2. *Analeptic drugs* [Electronic resource]. Available at: https://бмэ.опр/index.php/АНАЛЕПТИЧЕСКИЕ_СРЕДСТВА (accessed 10.01.2024).
3. Mashkovskij M. *Medicines*. In 2 vols. Vol. 1. 14th ed. reprint. and add.
4. Kiselyov A., Kotov A., Mikhaleva M., Stovbun S., Kotov S. Ampakins are a new approach to neuroprotection. *Journal of Neurology and Psychiatry named after S.S. Korsakov*. 2022;122(9):54–62.
5. *The best drugs for asthenia* [Electronic resource]. Available at: <https://www.kp.ru/doctor/preparaty/luchshie-preparaty-pri-astenii/> (accessed 15.12.2023).
6. Muruev B., Mondodoev A., Mathanov I., Toropova A., Shantanova L. The actoprotective activity of a complex herbal remedy. *ACTA BIOMEDICA SCIENTIFICA*. 2018;3(4):120–124.
7. Neganov O., Neganova M., Silant'ev A., Silant'ev S., Yakovenko G. A way to restore human performance. *Proceedings of the Far Eastern State Technical University*. 2005;140:243–247.
8. Subbotina S., Kuz'min A., Anohin A. Prospects for the use of ampakins for the correction of adverse functional conditions in military specialists (literature review). *Military Medical Journal*. 2018;339(8):48–52.
9. Poluektov M. Sleep disorders in the practice of a neurologist. *Neurology, neuropsychiatry, psychosomatics*. 2012;4:18–24.
10. Sechin D., Tambovceva R. *The sports application of nootropic drugs. Actual problems of biochemistry and bioenergetics of sports of the XXI century: materials of the All-Russian scientific and practical Internet conference with international participation* (Moscow, April 10–26, 2017). Moscow: Publishing House of GTSOLIFK, 2017:388–396.
11. Chistyakova E. The relevance of the search for actoprotectors among drugs containing intermediates of the tricarboxylic acid cycle. *Collection of materials of the III All-Russian scientific and practical conference with international participation "Innovations in the health of the nation". St. Petersburg, November 10–11, 2015*. Pp. 486–487.
12. Caldwell, John & Caldwell, Lynn & Smith, Jennifer & Alvarado, Linda & Heintz, Tara. *The Efficacy of Modafinil for Sustaining Alertness and Simulator Flight Performance in F-117 Pilots During 37 Hours of Continuous Wakefulness*. 2004.
13. Ehler A.M., Wilson P.B. A systematic review of stimulant use in civilian and military aviation. *Int J Aerosp Psychol*. 2021;1–21.
14. *Doping for the mind: Why the drug modafinil is becoming more and more popular among office workers in the West* [Electronic resource]. Available at: <https://vcr.ru/future/10693-modafinil> (accessed 22.12.2023).
15. Minzenberg M.J., Carter C.S. Modafinil: a review of neurochemical actions and effects on cognition. *Neuropsychopharmacology*. 2008;33(7):1477–502. doi: 10.1038/sj.npp.1301534.