

### ВЫПОЛНЕНИЕ ОПЕРАТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ИНДЕКСА СЕНСОМОТОРНОЙ АСИММЕТРИИ

М. К. Ржепецкая<sup>1</sup>, С. С. Гринчук<sup>1</sup>, Н. А. Щукина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» МО РФ, г. Санкт-Петербург, Россия

### PERFORMANCE OF OPERATING ACTIVITY DEPENDING ON THE INDIVIDUAL SENSOMOTOR ASYMMETRY INDEX

M. K. Rzhepetskaya<sup>1</sup>, S. S. Grinchuk<sup>1</sup>, N. A. Shchukina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> S. M. Kirov Military Medical Academy of the Russian Defense Ministry, Saint Petersburg, Russia

#### Резюме

**Цель:** исследование взаимосвязи сенсомоторной межполушарной асимметрии и функционального состояния операторов, их психологических особенностей и эффективности профессиональной деятельности.

**Материалы и методы.** По результатам измерения времени простой зрительно-моторной реакции обеих рук рассчитывался индивидуальный индекс асимметрии, динамика которого прослеживалась у операторов в продолжение 24-часовых смен.

**Результаты** исследования свидетельствуют о выраженной взаимосвязи сенсомоторной асимметрии, функционального состояния операторов, их психологических особенностей и эффективности профессиональной деятельности. Операторы дежурных смен, имеющие выраженную праволатеральность (величина ИИА  $\geq 0,11$ ) менее подвержены состоянию утомления в процессе круглосуточного дежурства.

**Заключение.** Предлагается показатель — индивидуальный индекс сенсомоторной асимметрии и критерии его оценки. Установлено, что по значениям индивидуального индекса асимметрии опосредованно можно оценить предрасположенность человека к выполнению операторской деятельности в условиях суточного дежурства (1 табл., 2 рис., библи.: 6 ист.).

**Ключевые слова:** индивидуальный индекс, латентный период, операторы, простая зрительно-моторная реакция, психологические показатели, сенсомоторная асимметрия, утомление, функциональная асимметрия мозга.

Статья поступила в редакцию 23.09.2019 г.

Безопасность профессиональной деятельности человека определяется его надежностью, т. е. способностью безошибочного и стабильного выполнения заданных операций в течение определенного времени в любых условиях профессиональной деятельности без ущерба для здоровья. Одним из факторов надежности деятельности человека являются его адаптационные способности, в развитии которых большое значение имеет функциональная асимметрия мозга (ФАМ) [1–4].

Так, известно, что к измененным климатогеографическим условиям среды больше приспособлены лица с левым или с симметричным профилем функциональной асимметрии [1], в то время как в обычных условиях среды преимущество имеют лица с преобладающей праволатеральностью. Лица с малой выраженностью асимметрии успешнее выполняют монотонную деятельность [5]. У лиц с правым профилем асимметрии более эффективна операторская деятельность (летчики, водители) [3].

#### Summary

**Objective:** to study the relationship of sensorimotor interhemispheric asymmetry and the functional state of operators, their psychological characteristics and the effectiveness of professional activity.

**Materials and methods.** According to the results of measuring the time of a simple visual-motor reaction of both hands, an individual asymmetry index was calculated, the dynamics of which was observed among the operators during the 24-hour shifts.

**Results.** Pronounced relationship of sensorimotor asymmetry, the functional state of operators, their psychological characteristics and the effectiveness of professional activity. Duty shift operators with pronounced right-handedness (IIA value  $\geq 0.11$ ) are less susceptible to a state of fatigue during round-the-clock duty.

**Conclusion.** An indicator is proposed — an individual index of sensorimotor asymmetry and criteria for its assessment. It has been established that, based on the values of the individual asymmetry index, one can indirectly assess a person's predisposition to carry out operator activities in the conditions of daily duty (2 figs, 1 tabl., bibliography: 6 refs).

**Key words:** fatigue, functional asymmetry of the brain, individual index, latent period, operators, psychological indicators, sensorimotor asymmetry, simple visual-motor reaction.

Article received 23.09.2019.

В обычных условиях среды ФАМ является, несомненно, благоприятным признаком. Однако, оборотной стороной специализации полушарий мозга является повышенная уязвимость: в необыч-

ных, экстремальных условиях среды преимущество получают лица с наименьшей специализацией полушарий мозга, что ведет к нарастанию в популяции индивидуумов с показателями левосторонней функциональной асимметрии и амбидекстров [1]. Следовательно, учет адаптационных особенностей человека на основе ФАМ может способствовать сохранению его работоспособности и безопасности в процессе трудовой деятельности.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Анализ результатов многолетних исследований функционального состояния организма человека и его работоспособности показал, что при одновременном выполнении простой зрительно-моторной реакции двумя руками у некоторых операторов наблюдались статистически значимые различия между латентными периодами простой зрительно-моторной реакции (ЛП ПЗМР) при выполнении задания левой и правой руками. Так, у одних — ЛП ПЗМР левой руки был меньше, чем правой; у других — наоборот, больше; у третьих — ЛП ПЗМР левой и правой рук не различались. При этом у большинства специалистов при повторном обследовании в исходном состоянии эти различия имели устойчивый и однотипный характер. Выявленные особенности ЛП ПЗМР правой и левой рук человека являются проявлением функциональной межполушарной асимметрии, но не всегда являются признаком леворукости.

Для определения индивидуального индекса асимметрии (ИИА) предлагается показатель, который рассчитывается по результатам выполнения методики ПЗМР:

$$\text{ИИА} = \frac{\overline{X}_p - \overline{X}_l}{\sqrt{S_p^2 + S_l^2}},$$

где:  $\overline{X}$  — среднее значение ЛП ПЗМР руки (п — правой, л — левой);

S — среднее квадратическое отклонение значений ЛП ПЗМР руки (п — правой, л — левой).

Предлагаемый ИИА является группирующим признаком с целевыми значениями  $\pm 0,11$ .

На основе ИИА нами разработано правило выделения трех групп операторов:

I группа: значение ИИА меньше  $-0,11$  (ведущая левая рука);

II группа: значение ИИА больше  $+0,11$  (ведущая правая рука);

III группа: значения ИИА между  $-0,11$  и  $+0,11$  (ведущая рука не выявлена).

Проведено пять циклов комплексных обследований функционального состояния 18 военнослужащих, несущих круглосуточное посменное дежурство. Результаты регистрировались до и после 24-часовой смены через каждые три месяца.

В обследованной выборке у 67% операторов наблюдалось преобладание скорости выполнения задания одной из рук. I группу составили 39% военнослужащих, у которых ЛП ПЗМР левой руки был меньше, чем правой, эта группа была обозначена как  $\text{ИА}^-$  (ИИА отрицательный); во II группу вошли 28% военнослужащих, у которых ЛП ПЗМР правой руки был меньше, группа обозначена как  $\text{ИА}^+$  (ИИА положительный); третью группу составили 33% военнослужащих, у которых значения скорости левой и правой рук не различались, эта группа обозначена как  $\text{ИА}^\pm$  (ИИА нейтральный).

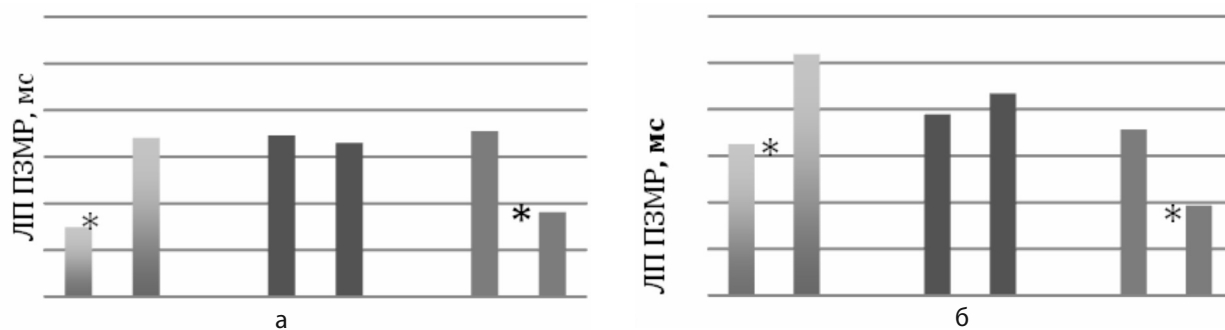
Выделенные три группы военнослужащих сравнивались между собой по физиологическим и психологическим показателям. Был проведен сравнительный анализ результатов обследования операторов для выявления различий между группами как в исходном состоянии, так и после суточного дежурства. Анализировались параметры зрительно-моторной реакции, самооценки состояния и психологических показателей, уровня работоспособности.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

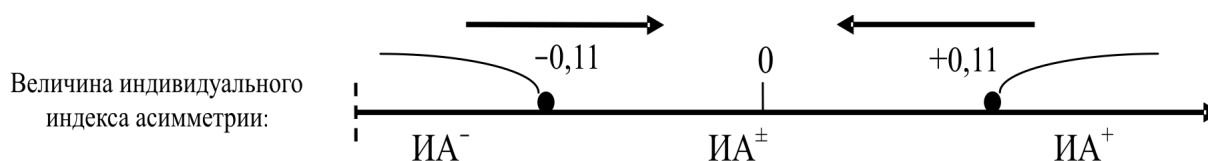
Дифференциация на группы проводилась на основании значений ИИА, являющегося производным от ЛП ПЗМР. В соответствии с этим, в исходном состоянии получены статистически значимые различия между величинами ЛП ПЗМР левой и правой рук ( $p < 0,05$ ): в группе  $\text{ИА}^-$  скорость левой руки была выше, чем правой, а в группе  $\text{ИА}^+$  наоборот, скорость правой руки была выше, чем левой (рис. 1). Обращает на себя внимание тот факт, что в группе с нейтральной асимметрией  $\text{ИА}^\pm$  величина показателей ЛП ПЗМР находилась на уровне значений неведущей руки.

В группе  $\text{ИА}^-$  скорость реакции левой руки была выше, чем правой, а в группе с  $\text{ИА}^+$  — наоборот, правой выше, чем левой. При этом после дежурства ЛП ПЗМР статистически значимо увеличился только в группе с  $\text{ИА}^-$  ( $p < 0,05$ ), время реакции у лиц остальных групп не изменилось. В то же время в группе  $\text{ИА}^+$  время реакции ведущей руки было статистически значимо наименьшим по сравнению с другими группами ( $p < 0,05$ ).

Анализ результатов психологического обследования военнослужащих выявил, что операторы, входящие в группу  $\text{ИА}^+$ , статистически значимо



**Рис. 1.** Средняя величина латентного периода ПЗМР до (а) и после (б) суточного дежурства в группах операторов с разными показателями ИИА слева — ИА<sup>-</sup>, по центру — ИА<sup>±</sup>, справа — ИА<sup>+</sup>. В парных диаграммах левая соответствует левой руке, правая — правой



**Рис. 2.** Изменения величины индивидуального индекса асимметрии при развитии утомления у операторов выделенных групп

отличались от остальных. У них были выше показатели самочувствия и настроения, более высокий уровень самооценки функционального состояния, уровень интереса к выполняемой работе, внимательности; они более спокойны и уверены в себе; имели ниже значения реактивной тревожности.

После суточного дежурства статистически значимые различия между группами сохранялись, за исключением значений реактивной тревожности, которая во всех группах снижалась в связи с окончанием смены.

Зафиксировать прямые показатели работоспособности операторов, несущих круглосуточное посменное дежурство, не представлялось возможным. Поэтому для оценки уровня работоспособности использовались косвенные показатели, полученные при выполнении методики вариационной хронорефлексографии [6]. Уровень работоспособности определялся по типу кривой вариационного распределения временных показателей ПЗМР и оценивался как оптимальный, сниженный или существенно сниженный.

### ОБСУЖДЕНИЕ

В процессе развития естественного утомления в ходе суточного дежурства отмечались выраженные динамические сдвиги показателя ИИА. Характер динамических сдвигов ИИА зависел от индивидуальных особенностей оператора. Установлено, что выявленные сдвиги ИИА контрлатеральны относительно исходных показателей асимметрии. При развитии утомления у операторов с ИА<sup>+</sup> отме-

чается сдвиг показателя влево, а у операторов с ИА<sup>-</sup> выявлены обратные «зеркальные» сдвиги вправо (рис. 2).

Сравнительная характеристика групп операторов с различным индивидуальным индексом асимметрии по физиологическим и психологическим показателям представлена в табл. 1.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ результатов исследования показал, что операторы с ИИА  $\geq 0,11$  после суточного дежурства имели меньшую величину ЛП ПЗМР, выше оценивали свое самочувствие и настроение, сохраняли выраженный интерес к работе, были более внимательны, спокойны и уверены в себе, имели низкие показатели реактивной тревожности. У операторов, относящихся к группе ИА<sup>+</sup>, наблюдался оптимальный уровень работоспособности в 96% случаев.

Таким образом, по показателям ИИА можно опосредованно оценить способность человека к выполнению операторской деятельности в условиях суточного дежурства. Результаты исследования свидетельствуют о выраженной взаимосвязи сенсомоторной межполушарной асимметрии и функционального состояния операторов, их психологических особенностей и эффективности профессиональной деятельности. Операторы дежурных смен, имеющие выраженную праволатеральность (величина ИИА  $\geq 0,11$ ) менее подвержены процессам утомления в процессе круглосуточного дежурства.

Таблица 1

**Физиологические и психологические особенности функционального состояния и работоспособности операторов, выполняющих круглосуточное посменное дежурство, в зависимости от индивидуального индекса асимметрии**

Показатели	Индивидуальный индекс асимметрии		
	ИА <sup>-</sup>	ИА <sup>±</sup>	ИА <sup>+</sup>
Общая характеристика групп			
Частота встречаемости	39%	33%	28%
Значение ИИА	менее (-0,11)	от -0,11 до 0,11	более 0,11
Физиолого-психологическая характеристика групп			
Физиологические: – ЛП ПЗМР; – стандартное отклонение ПЗМР	после суточного дежурства ухудшение выполнения ПЗМР обеими руками	–	после суточного дежурства ЛП правой руки не изменился и был лучше (меньшим) по сравнению с другими группами
Психологические: – самочувствие; – настроение; – интерес к работе; – внимательность; – уверенность; – тревожность	–	–	лучше показатели самочувствия и настроения, более высокий уровень самооценки функционального состояния; интереса к выполняемой работе, внимательности, более спокойны и уверены в себе; ниже значения реактивной тревожности
Оптимальный уровень работоспособности	76%		96%

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES**

1. Leutin V. P., Nikolaeva E. I., Fomina E. V. Functional asymmetry of the brain and incomplete adaptation: In: *Rukovodstvo po funktsional'noi mezhpolutsharnoi asimmetrii* (A guide to functional asymmetry). Moscow: Nauchnyi mir Publisher; 2009. 836. Russian (Леутин В. П., Николаева Е. И., Фомина Е. В. Функциональная асимметрия мозга и незавершенная адаптация. В кн.: Руководство по функциональной асимметрии. М.: Научный мир; 2009: 836).
2. Berdichevskaya E. M., Gronskaya A. S. Functional inter-hemispheric asymmetry and sport. In: *Rukovodstvo po funktsional'noi mezhpolutsharnoi asimmetrii* (Guide to functional hemispheric asymmetry). Moscow: Nauchnyi mir Publisher; 2009: 836. Russian (Бердичевская Е. М., Гронская А. С. Функциональная межполушарная асимметрия и спорт. В кн.: Руководство по функциональной асимметрии. М.: Научный мир; 2009: 836).
3. Fomina E. V. Functional asymmetry of the brain and human adaptation to extreme sports loads. Tyumen'; 2006. 40. Russian (Фомина Е. В. Функциональная асимметрия мозга и адаптация человека к экстремальным спортивным нагрузкам. Тюмень; 2006. 40).
4. Bragina N. N., Dobrochotova T. A. Functional asymmetry of human. Moscow: Meditsina Publisher; 1988: 240. Russian (Брагина Н. Н., Доброхотова Т. А. Функциональные асимметрии человека. М.: Медицина; 1988: 240).
5. Kolodynskiy A. A. The role of hemispheric relations in the interaction of the organism with the environment. Riga: Zinatne Publisher; 1984: 65–9. Russian (Колодынский А. А. Роль межполушарных отношений в процессе взаимодействия организма с окружающей средой. Рига: Зинатне; 1984. 65–9).
6. Moroz M. P., Chubarov I. V. Methodology of estimation and forecasting of human operator's working capacity. Saint Petersburg: Petrotsentr Publisher; 2001. 79. Russian (Мороз М. П., Чубаров И. В. Методология оценки и прогнозирования работоспособности человека-оператора. СПб.: Петроцентр; 2001. 79).

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Ржепецкая Марина Кирилловна** — канд. биол. наук, старший научный сотрудник НИО (обитаемости) НИЦ, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» МО РФ, 194044, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6

**Гринчук Светлана Сергеевна** — научный сотрудник НИО (обитаемости) НИЦ, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» МО РФ, 194044, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6

**Щукина Нэлла Алексеевна** — научный сотрудник НИО (обитаемости) НИЦ, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» МО РФ, 194044, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6

### INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Rzhepetskaya Marina K.** — Ph. D. (Biology), Senior Researcher of the Research Department (habitability), Research Center, S. M. Kirov Military Medical Academy of the Russian Defense Ministry, 6, Akademika Lebedeva str., Saint Petersburg, Russia, 194044

**Grinchuk Svetlana S.** — Researcher of the Research Department (Habitability), Research Center, S. M. Kirov Military Medical Academy of the Russian Defense Ministry, 6, Akademika Lebedeva str., Saint Petersburg, Russia, 194044

**Schukina Nella A.** — Researcher of the Research Department (Habitability), Research Center, S. M. Kirov Military Medical Academy of the Russian Defense Ministry, 6, Akademika Lebedeva str., Saint Petersburg, Russia, 194044