

Научная статья  
УДК 612.821  
DOI: 10.14529/jpps220308

## Определение индивидуальных профилей функциональной асимметрии головного мозга у студентов-медиков

Ж.Н. Лопатская✉, А.Н. Поборский

Сургутский государственный университет, г. Сургут, Россия

✉ lopatskaya\_zhn@surgu.ru

### Аннотация

**Обоснование.** Концепция о взаимодополняющей организации межполушарного сотрудничества и их фундаментальности для реализации нейрофизиологических функций является основанием для выявления типов межполушарной асимметрии и связанных с ними индивидуально-типологических психовегетативных особенностей. Без учета параметров функциональной организации головного мозга качественная оценка состояния и прогноза адаптации к обучению в вузе в неблагоприятных условиях среды будет недостаточно полноценной. Таким образом, проведение исследования по определению индивидуальных профилей асимметрии головного мозга у студентов-медиков актуально для прогностической оценки обеспечения процесса адаптации к обучению в вузе в неблагоприятных условиях среды. **Цель:** определить индивидуальные профили функциональной асимметрии головного мозга у студентов-медиков в стадии начальной адаптации к обучению в вузе, оценить регулярность признаков, дать прогностическую оценку. **Материалы и методы.** Объектом исследования стали 213 студентов, обучающихся на первом курсе. У обследуемых студентов определялись профили межполушарной латерализации головного мозга в начале и конце учебного семестра на компьютерном комплексе «НС-Психотест». Статистическая обработка полученных результатов проводилась с помощью программного обеспечения Statistica v. 10.0, использовали статистический U-критерий Манна – Уитни и статистический T-критерий Уилкоксона. **Результаты.** Стратифицированы пять устойчивых фенотипов функциональной межполушарной асимметрии головного мозга. С доминированием левого полушария (I профиль) выявлено – 123 студента (59 %). Со смешанными профилями (II–IV профиль) – 81 студент (37 %). С правополушарным доминированием (V профиль) выявлено 9 студентов (4 %). Профиль чистой латеральной организации межполушарных отношений был в большей степени характерен для девушек, а мозаичный фенотип – для юношей. **Заключение.** Выявлено 5 устойчивых фенотипов индивидуальной межполушарной асимметрии в периоде начальной адаптации к обучению в вузе. Обнаружено разнообразие признаков. Психовегетативное обеспечение и адаптационная цена у представителей выделенных нами профилей латеральной организации головного мозга будут различны.

**Ключевые слова:** межполушарное взаимодействие, функциональная асимметрия мозга, студенты, латеральный фенотип

**Благодарности:** Авторы благодарят студентов кружка «Увлекательная физиология» за участие в проведении обследования.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

**Для цитирования:** Лопатская Ж.Н., Поборский А.Н. Определение индивидуальных профилей функциональной асимметрии головного мозга у студентов-медиков // Психология. Психофизиология. 2022. Т. 15, № 3. С. 80–90. DOI: 10.14529/jpps220308

Original article  
DOI: 10.14529/jpps220308

## Individual profiles of functional asymmetry of the brain among medical students

Zh.N. Lopatskaya<sup>✉</sup>, A.N. Poborsky  
Surgut State University, Surgut, Russia  
<sup>✉</sup>lopatskaya\_zhn@surgu.ru

### Abstract

**Introduction.** The concept of the complementary and fundamental nature of interhemispheric interaction for neurophysiological functions is the basis for identifying types of hemispheric asymmetry and related psychovegetative features. A qualitative assessment of the status and prognosis of university adaptation in adverse conditions requires taking into account the functional organization of the brain. Thus, the profiling of hemispheric asymmetry in medical students is relevant for the prognostic assessment of university adaptation in adverse conditions. **Aims.** to identify the individual profiles of functional asymmetry of the brain among medical students at the stage of initial adaptation to university, to assess the stability of its signs, to provide its prognostic assessment. **Materials and methods.** 213 first-year students took part in the study. Hemispheric lateralization was identified at the beginning and end of the semester by means of the NS-Psychotest computer system. The data obtained were processed using Statistica 10.0 and the Wilcoxon–Mann–Whitney test. **Results.** Five regular phenotypes of functional asymmetry of the brain were identified. Left hemispheric dominance was found in 123 students (59 %). Mixed hemispheric dominance (Types II, III, and IV) was identified in 81 students (37 %). Right hemispheric dominance was found in 9 students (4 %). The so-called pure hemispheric dominance was more characteristic of girls, while the mixed one was typical of boys. **Conclusion.** Thus, five regular phenotypes of functional asymmetry and their features were identified at the stage of initial adaptation to university. The psychovegetative support and adaptation cost will be different depending on the profile of hemispheric dominance.

**Keywords:** interhemispheric interaction, functional asymmetry, students, lateral phenotype

*The authors declare no conflict of interest.*

**Acknowledgments:** We express our gratitude to the students of the “Fascinating Physiology” course for participating in our examination.

**For citation:** Lopatskaya Zh.N., Poborsky A.N. Individual profiles of functional asymmetry of the brain among medical students. *Psikhologiya. Psikhofiziologiya = Psychology. Psychophysiology.* 2022;15(3):60–90. (in Russ.) DOI: DOI: 10.14529/jpps220308

### Введение

Межполушарное взаимодействие – важная нейрофизиологическая детерминанта, определяющая траекторию индивидуального развития организма во всех сферах. Одной из составляющей общего адаптационного процесса является психофизиологическая адаптация. В психофизиологических механизмах компенсаторно-приспособительных процессов у человека существенное место отводится функциональной асимметрии головного мозга, межполушарным взаимоотношениям, типу функциональной межполушарной асимметрии головного мозга. Функциональная межполушарная асимметрия мозга – это перераспределение функций между полушариями головного мозга, проявляющееся на мотор-

ном, сенсорном и психическом уровнях. При этом моторная (двигательная), сенсорная и психическая асимметрии взаимосвязаны между собой.

Моторная асимметрия – это совокупность неравенства функций рук, ног, половин туловища и лица в формировании общего двигательного поведения и его выразительности. Сенсорная асимметрия – это проявление неравенства функций органов чувств. Психическая асимметрия проявляется в особенностях организации отражения окружающей действительности и в обеспечении целостной нервно-психической деятельности человека<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Лопатская Ж.Н. Функциональная асимметрия полушарий головного мозга и адаптивные реакции

В основе межполушарного функционирования лежит переключаемость активных зон, которая срабатывает при изменении функционального состояния организма и факторов окружающей среды для адекватного соответствия деятельности головного мозга новым условиям [1]. Функциональная асимметрия головного мозга – процесс динамичный. Асимметрия характеризует мозг как по структуре, так и по функциям. Анатомические асимметрии объясняют лишь часть функциональной изменчивости при латерализации, причем структурные и функциональные асимметрии развиваются в разные периоды жизни и по-разному [2].

Например, многочисленными исследованиями подтвержден факт уменьшения функциональной асимметрии головного мозга при старении. Функциональная асимметрия левого и правого полушария является важным аспектом здоровой организации мозга для многих функций [3]. Нейрофизиологическая организация межполушарной асимметрии головного мозга определяется конституциональными и генетическими факторами. Поведенческие и анатомические асимметрии мозга существуют уже внутриутробно, что указывает на раннюю генетическую программу развития формирования левой и правой оси мозга. Проявляющийся при этом характер межполушарных отношений в последующем развитии организма будет обусловлен как климатическими условиями проживания, так и особенностями культурной среды<sup>2</sup> [4]. С эволюционной точки зрения латерализация функций двух мозгов в процессе эволюции лишь увеличивалась [5].

Функциональная латерализация функций головного мозга также будет зависеть и от образовательной нагрузки, климатогеографических и антропогенных факторов региона проживания. Описание окружающей среды и медико-демографических характеристик населения на территории Российской Федерации показало наличие весьма значительных региональных различий [6]. В этой

связи является актуальным проведение исследований по определению индивидуальных профилей функциональной асимметрии головного мозга в конкретных климатогеографических регионах и формирование прогностической оценки потенциала испытуемых.

Гипокомфортные условия Среднего Приобья характеризуются: продолжительной и суровой зимой с достаточно низкими температурами, коротким прохладным летом с вероятностью возникновения отрицательных температур, интенсивной циклонической активностью, общей неустойчивостью и изменчивостью погоды, резкими колебаниями метеофакторов даже в течение суток, повышенной геомагнитной активностью, высокой антропогенной нагрузкой на организм. По мнению ряда авторов и на основе собственных данных выявлено, что развитие функциональных нарушений в гипокомфортных условиях среды у студентов отмечаются чаще и они имеют более выраженный характер.

Длительный и сложный процесс медицинского образования, работа в секторе с больными людьми предъявляют серьезные требования к здоровью, пластичности психики и физиологии молодых людей. Самый высокий уровень напряженности и стресса у студентов-медиков определяется на первом году обучения<sup>3</sup>. В этой связи динамическая асимметрия головного мозга будет влиять на асимметрию вегетативной нервной системы, что предопределяет разную активацию симпатических и парасимпатических влияний [7–9]. Проблема адаптации студентов к обучению является актуальной. Именно от того, насколько успешно адаптируются студенты к сложным условиям обучения в медицинском вузе, зависит состояние их здоровья, а от этого и успешность подготовки будущего врача, которые затем повлияют на качество оказания медицинской помощи населению.

Недавние крупномасштабные исследования нейровизуализации показывают, что большинство частей человеческого мозга демонстрируют структурные различия между левым и правым полушарием. Такие структурные асимметрии полушарий были зарегистрированы как для корковых, так и для подкорковых структур [10]. Полушарная латерализация представляет собой основной архи-

у студентов первого курса медицинского вуза, проживающих в условиях Среднего Приобья: 03.03.01 – Физиология: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Курган, 2011. 23 с.

<sup>2</sup> Александров С.Г. Функциональная асимметрия и межполушарные взаимодействия головного мозга: учебное пособие для студентов. Иркутск: ИГМУ, 2014. 62 с.

<sup>3</sup> Лопатская Ж.Н. Указ. соч.

тектурный принцип организации человеческого мозга, лежащий в основе познания; часто утверждается, что он представляет собой стабильную, подобную черте особенность. Тем не менее новые данные подчеркивают динамическую природу сетей мозга, в которой разрешенные во времени изменения в функциональной латерализации остаются неизведанными [11].

Функциональная латерализация традиционно рассматривается как статическая характеристика и характеристика на уровне черт личности, которая, как предполагается, усиливает нейронные способности, но исследования последних лет подтверждают динамический характер латерализации мозговых функций [12]. Явление функциональной асимметрии головного мозга, основанное на мозаичной активности структур больших полушарий в обеспечении жизнедеятельности организма, обуславливает существование принципиальных различий в организации эмоциональных и когнитивных процессов, лежащих в основе адаптационного процесса организма и, соответственно, определяют особенности реакций организма на действие факторов окружающей среды [13–16].

Межполушарная специализация функциональных отношений является важным нейрофизиологическим фактором, определяющим индивидуально-психологические отличия человека, личностные особенности, адаптивный потенциал, вегетативное обеспечение организма в целом, индивидуальные возможности развития, способность к определенному роду когнитивной деятельности, и имеет важнейшее влияние на организм.

Уникальные когнитивные способности человека возникают из гибкого взаимодействия между конкретными локальными нейронными модулями с асимметрией полушария в функциональной специализации [17]. Например, исследования межполушарных взаимодействий между гомологичными областями коры во время обработки функций речи показали, что, несмотря на преобладающую латерализацию языка левым полушарием, правое полушарие также играет важную роль, а межполушарная связь зависит от языкового опыта и участвует в освоении второго языка.

Области, участвующие в обработке языка, имеют дифференциальную связь с другими областями коры и друг с другом и играют определенную роль в языке [18, 19]. Существуют

влияния на когнитивные способности, такие как умственное вращение или вербальная память, возникающие из-за половых различий в асимметрии полушарий: считается, что мужчины более латерализованы, чем женщины, что повышает их пространственные, но затрудняет их вербальные навыки [19].

Неравнозначность левой и правой гемисфер мозга человека, сочетаясь с феноменом доминирования одной из них, влияет на специфику построения и восприятия картины мира, характер реагирования и поведения [20, 21]. Сравнительный анализ показателей социально-психологической адаптации и межполушарной специализации мозга при помощи коэффициента ранговой корреляции Спирмена позволил выделить ряд значимых связей [15]. Лица с доминированием левого полушария в стрессовых условиях принимают решение о возможности позитивного изменения ситуации и мобилизуют все свои ресурсы для его достижения. Индивидуумы с праволатеральной специализацией при столкновении со стрессовой ситуацией стремятся к уходу от проблемы физически или психически [22]. Это объясняется индивидуальной гетерогенностью распределения нейромедиаторных систем головного мозга человека, которые в итоге формируют психофизиолого-соматовегетативный статус личности, а также определяют характер межполушарной асимметрии. Лица с доминированием правого полушария характеризуются более высокой тревожностью эмоционально-вегетативного типа [23].

Избыточная правополушарная активность может приводить к развитию тревожных расстройств. Доминирование левого полушария показывает обратные процессы, т. е. высокую самооценку здоровья. По данным ряда авторов, у людей с доминированием левого полушария низкая склонность к депрессии в отличие от правополушарных [23, 24]. Лица с правополушарным доминированием имеют высокий адаптивный потенциал к экстремальным природным факторам, чем лица с левополушарным доминированием [25]. Особенности полушарного взаимодействия заключаются и в том, что левое доминирование необходимо для реализации речевых стимулов, а общее доминирование правого полушария – во всех других функциональных условиях.

Это обобщенное доминирование правого полушария для всех других функциональных условий (кроме лингвистических стимулов)

соответствует теориям, утверждающим, что правое полушарие развивается раньше и что его развитие менее подвержено внешним воздействиям, поскольку оно поддерживает функции, необходимые для выживания [26].

**Цель:** выявить индивидуальные профили функциональной асимметрии головного мозга у студентов первого курса медицинского института, проживающих в условиях Среднего Приобья, оценить постоянство характеристик и дать прогностическую оценку полученных результатов.

#### Материалы и методы

Обследовано 213 студентов-первокурсников медицинского института Сургутского государственного университета. Критерии включения в обследование: возраст 17 лет (за 17 лет принимали возраст от 16 лет 6 месяцев до 17 лет 5 месяцев 29 дней); отсутствие жалоб на состояние здоровья в период проведения обследований; наличие информированного согласия на участие в исследовании. Критерием исключения из исследования являлась болезнь студента на период обследования.

У обследуемых студентов определялись профили межполушарной латерализации головного мозга в начале и конце учебного семестра. Обследование проходило в первой половине дня в тихом помещении с оптимальными гигиеническими условиями (температура воздуха – 18–22 °С, относительная влажность – 40–60 %); для формирования позитивной установки испытуемых на обследование им предварительно разъяснялись смысл и значение исследований, проводился инструктаж по выполнению тестов.

Исследование выполнялось на АПК «НС-Психотест» (ООО «Нейрософт», Россия). По итогам исследования, исходя из полученных данных по всем тестам, автоматически был произведен расчет коэффициентов межполушарной латерализации по моторной, сенсорной и психической функциям. Статистическая обработка полученных результатов проводилась с помощью программного обеспечения Statistica v. 10.0. Распределение данных отличалось от нормального, использовали статистический U-критерий Манна – Уитни и статистический T-критерий Уилкоксона.

По результатам проведенных исследований и расчетов выделялись условные границы коэффициентов основных типов асимметрии: от –1,00 до –0,51 – левый; от –0,50 до –0,11 – преимущественно левый; от –0,10 до +0,10 – неопределенный; от +0,11 до +0,50 – преимущественно правый; от +0,51 до 1,00 – правый.

#### Результаты

По результатам проведенного исследования стратифицированы 5 латеральных фенотипов функциональной асимметрии головного мозга. Значения медиан, верхних и нижних квартилей для показателей, отражающих особенности индивидуального профиля асимметрии, представлены в табл. 1.

Полученные результаты распределились следующим образом. Основную часть составили 123 студента (59 %), имеющие доминирование левого полушария по моторной, сенсорной и психической функциям (профиль I). Со смешанными профилями: левая моторная, правая сенсорная и неопределенная

Таблица 1  
Table 1

Значения медиан, верхних и нижних квартилей для показателей, отражающих особенности индивидуального профиля асимметрии (Md, Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>)  
The medians, upper and lower quartiles of asymmetry profile-related parameters

Профиль Profile	Пол Sex	Коэффициенты асимметрии, баллы Asymmetry coefficient, scores		
		Км	Кс	Кп
I	Юноши / Male (n = 23)	0,83 (0,75; 0,88)	0,82 (0,67; 0,83)	0,61 (0,60; 0,80)
	Девушки / Female (n <sub>1</sub> = 81)  (n <sub>2</sub> = 19)	0,76 (0,69; 0,81)  0,87 (0,88; 0,94)	0,68 (0,67; 0,83)  0,84 (0,83; 1,00)	0,62 (0,40; 0,80)  0,82 (0,80; 1,00)
II	Юноши / Male (n = 19)	0,57 (0,50; 0,63)	– 0,18 (– 0,50; – 0,17)	0,00 (0; 0,20)
	Девушки / Female (n = 23)	0,64 (0,57; 0,69)	– 0,34 (– 0,50; – 0,33)	0,00 (– 0,20; 0)

Окончание табл. 1  
Table 1 (end)

Профиль Profile	Пол Sex	Коэффициенты асимметрии, баллы Asymmetry coefficient, scores		
		Км	Кс	Кп
III	Юноши / Male (n = 13)	0,65 (0,63; 0,75)	0,00 (0; 0,17)	0,63 (0,60; 0,80)
	Девушки / Female (n = 16)	0,68 (0,63; 0,75)	0,00 (0; 0,17)	0,50 (0,40; 0,60)
IV	Девушки / Female (n = 10)	- 0,57 (- 0,63; - 0,51)	0,65 (0,50; 0,67)	- 0,61 (- 0,60; - 0,40)
V	Девушки / Female (n = 9)	- 0,81 (- 0,94; - 0,82)	- 0,82 (- 1,00; - 0,83)	- 0,81 (- 0,80; - 0,60)

Примечание. Км – коэффициент моторной асимметрии; Кс – коэффициент сенсорной асимметрии; Кп – коэффициент психической асимметрии.

Note. Км – motor asymmetry; Кс – sensor asymmetry; Кп – mental asymmetry.

психическая функциональная асимметрия – 42 студента (19 %) – профиль II; левая моторная, неопределенная сенсорная, левая психическая функциональная асимметрия – 29 студентов (13 %) – профиль III; правая моторная, левая сенсорная, правая психическая функ-

циональная асимметрия – 10 (5 %) – профиль IV. Меньшую часть составили студенты с правополушарным доминированием по моторной, сенсорной и психической асимметрии головного мозга – 9 студентов (4 %) – профиль V (табл. 2, рис. 1).

Таблица 2  
Table 2

Распределение зон доминирования по полушариям у выявленных индивидуальных профилей функциональной асимметрии головного мозга  
Zones of dominance by hemispheres and their distribution

Профили (девушек – 158; юношей – 55) / Profiles (total females n = 158, males n = 55)	Зоны коры / Cortex areas		
	Моторные Motor	Сенсорные Sensor	Психические Mental
I (девушки/females – 65 % (n = 100); юноши/males – 42 % (n = 23))	Левое Left	Левое Left	Левое Left
II (девушки/females – 14 % (n = 23); юноши/males – 34 % (n = 19))	Левое Left	Правое Right	Неопределенное Undefined
III (девушки/females – 10 % (n = 16); юноши/males – 24 % (n = 13))	Левое Left	Неопределенное Undefined	Левое Left
IV (девушки/females – 6 % (n = 10))	Правое / Right	Левое / Left	Правое / Right
V (девушки/females – 5 % (n = 9))	Правое Right	Правое Right	Правое Right

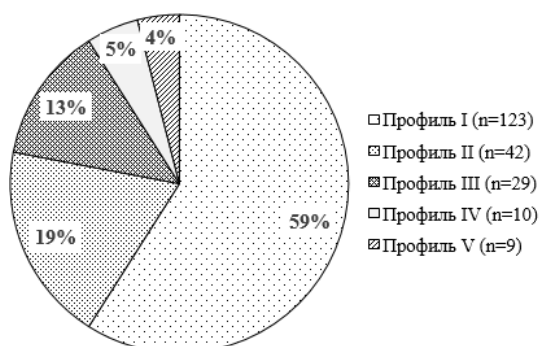


Рис. 1. Распределение студентов по профилям функциональной асимметрии мозга, % (n = 213)  
Fig. 1. Percent distribution of functional asymmetry profiles in university students, n = 213 (100%)

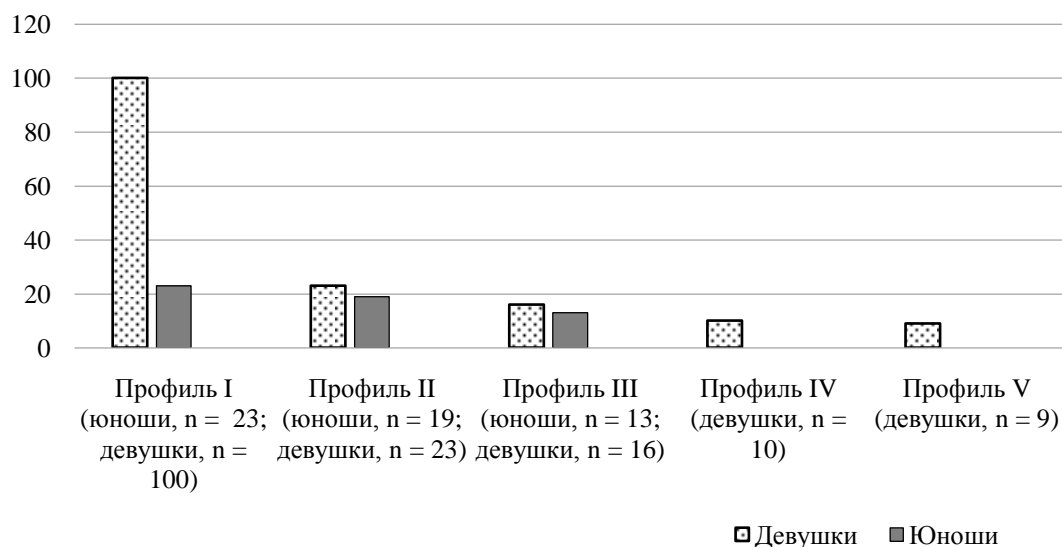


Рис. 2. Гендерная структура выявленных индивидуальных профилей функциональной асимметрии головного мозга  
Fig. 2. Gender distribution of functional asymmetry profiles in university students

Обращает на себя внимание тот факт, что у девушек по сравнению с юношами односторонний латеральный фенотип асимметрии (правый или левый) выявлялся чаще.

Так, одностороннее доминирование левого полушария (профиль I) у студенток имело место в 1,5 раза чаще (65 % девушек и 42 % юношей) (табл. 2, рис. 2).

Однако степень выраженности этого доминирования в данном случае была различной (см. табл. 1). Более сильной последняя обнаруживалась у юношей и 18 % (n = 19) девушек с таким типом функциональной межполушарной асимметрией (см. табл. 1). Одностороннее правополушарное доминирование

(профиль V) было характерно только для 5 % девушек и не наблюдалось у обследуемых юношей. В то же время смешанные профили (II, III, IV) встречались в 1,9 раза чаще у юношей (58 % случаев), чем у девушек (30 % случаев) (см. табл. 2, рис. 2).

С целью подтверждения стабильности характеристик описанных профилей был проведен анализ повторяемости признаков в исследуемый период (в начале обучения и в конце первого учебного семестра) с помощью коэффициента корреляции ( $r_s$ ) (табл. 3). Полученные данные позволяют утверждать, что выделенные профили имеют устойчивый характер.

Таблица 3  
Table 3

Корреляции ( $r_s$ ) между повторными измерениями коэффициентов моторной, сенсорной и психической асимметрий у студентов первого курса в начале и конце учебного семестра  
Correlations ( $r_s$ ) between repeated measurements of motor, sensory and mental asymmetries in first-year students at the beginning and end of the semester

Коэффициент Coefficient	Пол Sex	Профиль / Profile				
		I	II	III	IV	V
Км	Юноши / Males	0,79	0,81	0,70	–	–
	Девушки / females	0,80	0,77	0,83	0,82	0,80
Кс	Юноши / Males	0,75	0,76	0,74	–	–
	Девушки / females	0,82	0,78	0,69	0,71	0,71
Кп	Юноши / Males	0,77	0,74	0,71	–	–
	Девушки / females	0,75	0,78	0,84	0,77	0,75

Примечание. Км – коэффициент моторной асимметрии; Кс – коэффициент сенсорной асимметрии; Кп – коэффициент психической асимметрии.

Note. Км – motor asymmetry; Кс – sensor asymmetry; Кп – mental asymmetry.

### Обсуждение

Анализируя полученные результаты, можно дать следующую прогностическую оценку. Студенты с профилем I, III в стрессовой ситуации имеют высокую готовность к мобилизации своих ресурсов для достижения цели, имеют низкий уровень тревожности эмоционально-вегетативного типа, низкую склонность к депрессии, высокую самооценку здоровья, низкие адаптивные возможности. Студенты с профилями II имеют среднюю готовность к мобилизации своих ресурсов для достижения цели, имеют средний уровень тревожности эмоционально-вегетативного типа, среднюю склонность к депрессии, среднюю самооценку здоровья, средние адаптивные возможности организма. Студенты с профилями IV, V характеризуются низкой готовностью к мобилизации своих ресурсов для достижения цели, имеют высокий уровень тревожности эмоционально-вегетативного типа, высокую склонность к депрессии, низкую самооценку здоровья

и в целом высокие адаптивные возможности организма.

### Заключение

В результате проведенного обследования студентов первого курса медицинского института в период начальной адаптации к обучению в вузе, проживающих в Среднем Приобье, стратифицировано пять индивидуальных профилей функциональной межполушарной асимметрии головного мозга по доминированию моторных, сенсорных и психических зон. Выявлено среди обследованных студентов преобладание лиц с доминированием левого полушария (59 %). Студенты со смешанным профилем и студенты с правополушарной латерализацией составили 37 и 4 % соответственно. Односторонний полушарный фенотип был в большей степени характерен для девушек, а мозаичный профиль – для юношей. Корреляционный анализ полученных результатов показал устойчивость характеристик. Полученные результаты имеют высокую вариабельность.

### Список источников

1. Руководство по функциональной межполушарной асимметрии / В.Ф. Фокин, И.Н. Боголепова, Б. Гутник и др. М.: Научный мир, 2009. 836 с.
2. Bisiacchi P., Cainelli E. Structural and functional asymmetry of the brain in the early stages of life: a review // Structure and function of the brain. 2022. Vol. 227, iss. 2. P. 479–496. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00429-021-02256-1>
3. Genetic architecture of structural left-sided asymmetry of the human brain / Z. Sha, D. Shaven, A. Carrion-Castillo et al. // Nature Human Behaviour. 2021. Vol. 5, iss. 9. P. 1226–1239. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41562-021-01069-w>
4. Агаджанян Н.А., Макарова И.И. Этический аспект адаптационной физиологии и заболеваемости населения // Экология человека. 2014. № 3. С. 3–13.
5. The divided brain: the functional asymmetry of the brain underlying self-interpretation / G. Shi, X. Li, Y. Zhu et al. // Neuroimage. 2021. Vol. 240. Art. no. 118382. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.118382>
6. Поборский А.Н., Юрина М.А., Лопатская Ж.Н. Особенности функционального состояния организма студентов с разным профилем асимметрии полушарий головного мозга в условиях экзаменационного стресса // Вестник Сургутского государственного университета. Медицина. 2011. № 9. С. 4–12.
7. Interhemispheric asymmetries of the modular structure in human temporal cortex / R.A. Galuske, W. Schlote, H. Bratzke et al. // Singer Science. 2020. Vol. 289 (5486). P. 1946–1949. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.289.5486.1946>
8. Пестряев В.А., Сафина Т.В. Межполушарная асимметрия трофотропной и эрготропной регуляции // Асимметрия. 2014. Т. 8. № 2. С. 48–58.
9. Леутин В.П., Николаева Е.И. Функциональная асимметрия мозга: мифы и действительность. СПб.: Речь. 2005. 368 с.
10. Ларькин И.И. Высшие корковые функции. Омск: Омский государственный технический университет. 2021. 117 с.
11. Mundorf A., Petersurs J., Ocklenburg S. Asymmetry in the central nervous system: a perspective of clinical neurology // Frontiers in Systems Neuroscience. 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnsys.2021.733898>



12. Dynamic changes in brain lateralization correlate with human cognitive performance / X. Wu, X. Kong, D. Vatansever [et al.] // *PLoS Biology*. 2022. Vol. 20, iss. 3. e3001560. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001560>
13. Koen J.D., Srokova S., Rugg M.D. Age-related neural dedifferentiation and cognition // *Current Opinion in Behavioral Sciences*. 2020. Vol. 32. P. 7–14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2020.01.006>
14. Агаджанян Н.А., Баевский Р.М., Берсенева А.П. Проблемы адаптации и учение о здоровье. М.: РУДН, 2006. 284 с.
15. Функциональная асимметрия мозга и индивидуальные психофизиологические особенности человека / Л.К. Антропова, О.О. Андроникова, В.Ю. Куликов, Л.А. Козлова // *Медицина и образование в Сибири*. 2011. № 3. URL: <https://mos.ngmu.ru/archive/index.php?number=36> (дата обращения 10.01.2022).
16. Franks C. In search of the biological roots of the typical and atypical asymmetry of the human brain: a comment on “Phenotypes in the functional segregation of the hemispheres? Prospects and problems” Guy Wingerhoets // *Physics of Life Reviews*. 2019. Vol. 30. P. 22–24. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plev.2019.07.004>
17. Hartvigsen G., Bengio U., Bzdok D. How does the specialization of the hemisphere contribute to the cognition that defines a person? // *Neuron*. 2021. Vol. 109, iss. 13. P. 2075–2090. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2021.04.024>
18. Brain interhemispheric functional communication predicts the success of learning a new language in adults / K. Sander, X. Chai, E.B. Barbeau et al. // *Cerebral Cortex*. 2022. Bhac. 131. DOI: <https://doi.org/10.1093/cercor/bhac131>
19. Cognitive sex differences and hemispheric asymmetry: a critical review of 40 years of research / M. Hirnstein, K. Hugdal, M. Housman // *Laterality*. 2019. Vol. 24, iss. 2. P. 204–252. DOI: 10.1080/1357650X.2018.1497044
20. The genetics of situs inversus without primary ciliary dyskinesia / M.C. Postema, A. Carrion-Castillo, S.E. Fischer [et al.] // *Scientific Reports*. 2020. Vol. 10, iss. 1. P. 3677. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60589-z>
21. Новикова Е.И. Динамика признаков межполушарных асимметрий в процессе возрастного развития // *Грани познания*. 2018. № 6. С. 70–74.
22. Куликов В.Ю., Антропова Л.К., Козлова Л.А. Влияние функциональной асимметрии мозга на стратегию поведения индивида в стрессовой ситуации // *Медицина и образование в Сибири*. 2010. № 5. URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_17740497\\_81307809.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_17740497_81307809.pdf) (дата обращения 10.01.2022).
23. Современные аспекты изучения функциональной межполушарной асимметрии мозга / Ю.П. Игнатова, И.И. Макарова, О.Ю. Зенина, А.В. Аксенова // *Экология человека*. 2016. № 9. С. 30–39.
24. Revisiting hemispheric asymmetry in mood regulation: implications for rTMS for major depressive disorder / B.C. Gibson, A. Vakhtin, V.P. Clark et al. // *Brain Science*. 2022. Vol. 12, iss. 1. DOI: <https://doi.org/10.3390/brainsci12010112>
25. Леутин В.П., Николаева Е.И., Фомина Е.В. Асимметрия мозга и адаптация человека // *Асимметрия*. 2007. № 1. С. 71–73.
26. Психофизиологический и метаболический аспекты адаптации и дезадаптации студентов / С.В. Нотова, Е.В. Кияева, И.Э. Алиджанова и др. // *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2015. № 13. С. 63–68.

*Поступила 26.04.2022; одобрена после рецензирования 06.06.2022; принята к публикации 15.07.2022.*

*Информация об авторах:*

**Лопатская Жанна Николаевна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры морфологии и физиологии, Сургутский государственный университет (628400, ХМАО-Югра, г. Сургут, пр. Ленина, 1). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6004-2294>, [lopatskaya\\_zhn@surgu.ru](mailto:lopatskaya_zhn@surgu.ru)

**Поборский Александр Николаевич**, доктор медицинских наук, профессор кафедры морфологии и физиологии, Сургутский государственный университет (628400, ХМАО-Югра, г. Сургут, пр. Ленина, 1). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7604-3371>, [poborsky@mail.ru](mailto:poborsky@mail.ru)

Заявленный вклад авторов:

**Лопатская Ж.Н.** – концепция и дизайн исследования; проведение исследования и обработка материала; статистическая обработка данных; написание текста.

**Поборский А.Н.** – концепция и дизайн исследования; проведение исследования и обработка материала; статистическая обработка данных; редактирование.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

### References

1. Fokin V.F., Bogolepova I.N., Gutnik B. et al. *Rukovodstvo po funktsional'noi mezhpolusharnoi asimmetrii*. [Manual on functional hemispheric asymmetry]. Moscow, Nauchnyi mir. 2009:836. (in Russ.).
2. Bisiacchi P., Cainelli E. Structural and functional asymmetry of the brain in the early stages of life: a review. *Structure and function of the brain*. 2022;227(2):479–496. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00429-021-02256-1>
3. Sha Z., Shaven D., Carrion-Castillo A. et al. Genetic architecture of structural left-sided asymmetry of the human brain. *Nature Human Behaviour*. 2021;5(9):1226–1239. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41562-021-01069-w>
4. Agadzhanian N.A., Makarova I.I. Ethical aspect of adaptive physiology and morbidity of the population. *Ekologiya cheloveka = Human ecology*. 2014;3:3–13. (in Russ.).
5. Shi G., Li X., Zhu Y. et al. The divided brain: the functional asymmetry of the brain underlying self-interpretation. *Neuroimage*. 2021;240:118382. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.118382>
6. Poborsky A.N., Yurina M.A., Lopatskaia Zh.N. Features of the functional state of the body of students with different profiles of asymmetry of the cerebral hemispheres under examination stress. *Vestnik Surgutskogo gosudarstvennogo universiteta. Meditsina = Vestnik SurGU. Medicina*. 2011;9:4–12. (in Russ.).
7. Galuske R.A., Schlote W., Bratzke H. et al. Interhemispheric asymmetries of the modular structure in human temporal cortex. *Singer Science*. 2020;289(5486):1946–1949. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.289.5486.1946>
8. Pestryaev V.A., Safina T.V. Hemispheric asymmetry of trophotropic and ergotropic regulation. *Asimetriya = Asymmetry*. 2014;8(2):48–58. (in Russ.).
9. Leutin V.P., Nikolaeva E.I. *Funktsional'naya asimmetriya mozga: mify i deistvitel'nost'* [Functional asymmetry of the brain: myths and reality]. St. Petersburg, Rech'. 2005:368. (in Russ.).
10. Larkin I.I. *Vysshie korkovye funktsii* [Higher cortical functions]. Omsk. 2021:117. (in Russ.).
11. Mundorf A., Petersurs J., Ocklenburg S. Asymmetry in the central nervous system: a perspective of clinical neurology. *Frontiers in Systems Neuroscience*. 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnsys.2021.733898>
12. Wu X., Kong X., Vatansever D. et al. Dynamic changes in brain lateralization correlate with human cognitive performance. *PLoS Biology*. 2022;20(3): e3001560. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001560>
13. Koen J.D., Sroková S., Rugg M.D. Age-related neural dedifferentiation and cognition. *Current Opinion in Behavioral Sciences*. 2020;32:7–14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2020.01.006>
14. Agadzhanian N.A., Baevskii R.M., Berseneva A.P. *Problemy adaptatsii i uchenie o zdorov'e* [Problems of adaptation and the doctrine of health]. Moscow, RUDN. 2006:284. (in Russ.).
15. Antropova L.K., Andronnikova O.O., Kulikov V.Y., Kozlova L.A. Functional asymmetry of the brain and individual psychophysiological features of a person. *Meditsina i obrazovanie v Sibiri = Medicine and education in Siberia*. 2019;3. Available at: <https://mos.ngmu.ru/archive/index.php?number=36> (accessed 10.01.2022) (in Russ.).
16. Franks C. In search of the biological roots of the typical and atypical asymmetry of the human brain: a comment on “Phenotypes in the functional segregation of the hemispheres? Prospects and problems” Guy Wingerhoets. *Physics of Life Reviews*. 2019;30:22–24. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2019.07.004>

17. Hartvigsen G., Bengio U., Bzdok D. How does the specialization of the hemisphere contribute to the cognition that defines a person? *Neuron*. 2021;109(13):2075–2090. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2021.04.024>
18. Sander K., Chai X., Barbeau E.B. et al. Brain interhemispheric functional communication predicts the success of learning a new language in adults. *Cerebral Cortex*. 2022;131. DOI: <https://doi.org/10.1093/cercor/bhac131>
19. Hirnstein M., Hugdal K., Housman M. Cognitive sex differences and hemispheric asymmetry: a critical review of 40 years of research. *Laterality*. 2019;24(2):204–252. DOI: 10.1080/1357650X.2018.1497044
20. Postema M.C., Carrion-Castillo A., Fischer S.E. et al. The genetics of situs inversus without primary ciliary dyskinesia. *Scientific Reports*. 2020;10(1):3677. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60589-z>
21. Novikova E.I. Dynamics of signs of interhemispheric asymmetries in the process of age development. *Grani poznaniya = Facets of cognition*. 2018;6:70–74. (in Russ.).
22. Kulikov V.Yu., Antropova L.K., Kozlova L.A. Effect of functional brain asymmetry to adopt strategies of individual behavior in stressful situations. *Meditsina i obrazovanie v Sibiri = Medicine and education in Siberia*. 2010;5. Available at: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_17740497\\_81307809.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_17740497_81307809.pdf) (accessed 10.01.2022) (in Russ.).
23. Ignatova Yu.P., Makarova I.I., Zenina O.Yu., Aksenova A.V. Modern aspects of the study of functional hemispheric asymmetry of the brain. *Ekologiya cheloveka = Human ecology*. 2016;9:30–39. (in Russ.).
24. Revisiting hemispheric asymmetry in mood regulation: implications for rTMS for major depressive disorder / B.C. Gibson, A. Vakhtin, V.P. Clark et al. // *Brain Science*. 2022;12(1). DOI: <https://doi.org/10.3390/brainsci12010112>
25. Leutin V.P., Nikolaeva E.I., Fomina E.V. Asymmetry of the brain and human adaptation. *Asimmetriya = Asymmetry*. 2007;1:71–73. (in Russ.).
26. Notova S.V., Kiyaeva E.V., Alidzhanova I.E. et al. Psychophysiological and metabolic aspects of adaptation and maladaptation of students. *Vestnik Orenburskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of the Orenburg State University*. 2015;13:63–68. (in Russ.).

*Submitted 26.04.2022; approved after reviewing 06.06.2022; accepted for publication 15.07.2022.*

*About the authors:*

**Zhanna N. Lopatskaya**, candidate of medical sciences, associate professor of the department of morphology and physiology, Surgut State University (Lenin Ave. 1, Surgut, Khanty-Mansi Autonomous Okrug, 628403), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6004-2294>, [lopatskaya\\_zhn@surgu.ru](mailto:lopatskaya_zhn@surgu.ru)

**Alexander N. Poborsky**, doctor of medical sciences, professor of the department of morphology and physiology, Surgut State University (Lenin Ave. 1, Surgut, Khanty-Mansi Autonomous Okrug, 628403), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7604-3371>, [poborsky@mail.ru](mailto:poborsky@mail.ru)

*Contribution of the authors:*

**Zh.N. Lopatskaya** – the concept and design of the study; conducting research and processing the material; statistical processing; text writing.

**A.N. Poborsky** – the concept and design of the study; conducting research and processing the material; statistical processing; editing.

*The authors have read and approved the final manuscript.*