

УДК 612.082(98)

DOI: 10.37482/2687-1491-Z065

**ПОЛОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ МЕЖПОЛУШАРНОЙ АСИММЕТРИИ  
НЕЙРОЭНЕРГОМЕТАБОЛИЗМА У МОЛОДЫХ ЛЮДЕЙ,  
ПРОЖИВАЮЩИХ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РФ**

О.Н. Котцова\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7004-6368>  
Н.Ю. Аникина\*\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8115-0291>  
А.В. Грибанов\*/\*\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4714-6408>  
И.С. Кожевникова\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7194-9465>

\*Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова  
(г. Архангельск)

\*\*Северный государственный медицинский университет  
(г. Архангельск)

Адаптивные реакции организма в условиях Арктики обуславливают напряжение всех функциональных систем организма и сопровождаются изменением нейроэнергометаболизма в центральной нервной системе. Несмотря на то, что закономерности межполушарной асимметрии и взаимодействия полушарий относятся к важнейшему фундаментальному механизму работы мозга, до сих пор отсутствуют данные о нейрометаболических особенностях межполушарной асимметрии мозга у мужчин и женщин – жителей Арктической зоны РФ. **Цель работы** – выявить различия церебральных энергообменных процессов у мужчин и женщин с разным типом межполушарной асимметрии, родившихся и проживающих на территории Арктической зоны РФ, по данным распределения уровня постоянного потенциала головного мозга. **Материалы и методы.** Обследованы 63 человека (30 мужчин и 33 женщины) в возрасте 30–34 лет, родившихся и проживающих в г. Архангельске. Оценка энергетического обмена головного мозга проводилась с помощью 5-канального аппаратно-программного диагностического комплекса «Нейро-КМ». Анализ распределения уровня постоянного потенциала осуществлялся путем картирования монополярных значений и расчета их градиентов. Для расчета межполушарной асимметрии церебральных энергообменных процессов использовался межполушарный градиент – разность потенциалов между правым и левым височными отведениями (Td-Ts). Полученные значения уровня постоянного потенциала сравнивались со среднестатистическими нормативными значениями. **Результаты.** Выявлены отличия в распределении энергообменных процессов по коре головного мозга у мужчин и женщин с разным типом полушарного доминирования. Наиболее сбалансированный церебральный обмен регистрировался у мужчин с превалированием активности правого полушария и у

**Ответственный за переписку:** Кожевникова Ирина Сергеевна, адрес: 163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, д. 14; e-mail: kogechnikovais@yandex.ru

**Для цитирования:** Котцова О.Н., Аникина Н.Ю., Грибанов А.В., Кожевникова И.С. Половые различия межполушарной асимметрии нейроэнергометаболизма у молодых людей, проживающих в Арктической зоне РФ // Журн. мед.-биол. исследований. 2021. Т. 9, № 3. С. 275–284. DOI: 10.37482/2687-1491-Z065

женщин с левополушарным доминированием. Наличие половых различий полушарной асимметрии нейроэнергетического метаболизма может отражать разные стратегии адаптации к климатическим условиям северных широт у мужчин и женщин.

**Ключевые слова:** Арктическая зона РФ, трудоспособное население, молодые мужчины, молодые женщины, адаптация к климатогеографическим условиям, постоянный потенциал мозга, церебральный энергообмен, межполушарная асимметрия.

Физиологические механизмы функциональной дифференциации полушарий головного мозга и их взаимодействия между собой до сих пор остаются до конца не изученными и оцениваются неоднозначно [1–4]. Согласно эволюционно-генетическому подходу, правое полушарие относят филогенетически к более древнему, левое же полушарие считается филогенетически более молодым и обладает большей индивидуальной изменчивостью, его работа во многом зависит от средовых и социальных факторов [5]. Специализация полушарий головного мозга является врожденной [6], но под влиянием биосоциальной среды происходит усовершенствование функциональной асимметрии и межполушарного взаимодействия [7, 8]. В настоящее время выявлены половые различия корковых структур и межполушарной асимметрии. Так, цитоархитектонические структуры мозга мужчин имеют выраженную структурную асимметрию, в то время как для цитоархитектонических структур мозга женщин более типичным является симметричность строения [9, 10].

Известно, что адаптивные реакции организма в условиях Арктической зоны РФ (АЗРФ) протекают с напряжением всех функциональных систем организма, сопровождаются изменением нейроэнергетического метаболизма в центральной нервной системе и типа полушарного доминирования. Несмотря на то, что закономерности межполушарной асимметрии и взаимодействия полушарий относятся к важнейшему фундаментальному механизму работы мозга, до сих пор отсутствуют данные о нейрометаболических особенностях межполушарной асимметрии мозга у мужчин и жен-

щин – жителей АЗРФ. Таким образом, целью данной работы явилось установление особенностей церебрального энергообмена у мужчин и женщин с разным типом полушарного доминирования, родившихся и проживающих в АЗРФ.

**Материалы и методы.** В исследовании церебральных энергетических процессов приняли участие 63 молодых человека трудоспособного возраста (30–34 лет), родившихся и проживающих на территории АЗРФ (г. Архангельск): 16 мужчин с правополушарным доминированием («правополушарные») и 14 – с левополушарным («левополушарные»); 18 женщин с правополушарной асимметрией и 15 – с левополушарной. Исследование проводилось с разрешения этического комитета института медико-биологических исследований Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова (протокол № 1 от 14.01.2019 г.). Каждый участник подписывал форму информированного согласия на обследование, согласно Хельсинкской декларации, регламентирующей правила проведения научных исследований.

В настоящее время наиболее безопасным, доступным и высокоинформативным методом исследования кислотно-щелочного равновесия в головном мозге [11] является регистрация распределения уровня постоянного потенциала (УПП) с компьютерной визуализацией параметров. Метод позволяет оценить церебральный энергетический метаболизм и межполушарное взаимодействие. Регистрация и анализ УПП проводились с помощью 5-канального аппаратно-программного диагностического комплекса «Нейро-КМ» («АСТЕК», Россия) в одно и то же

время суток, при максимальном физическом и психическом покое испытуемых. Потенциалы регистрировались с помощью хлорсеребряных электродов ЭВЛ-1М4 (референтный) и ЕЕ-G2 (активный) монополярно по 5 отведениям. Активные электроды располагались по сагиттальной линии в лобной, центральной и затылочной областях (Fz, Cz, Oz), а также вдоль парасагиттальной линии в правом и левом височных отделах (Td, Ts) по международной схеме 10-20. Референтный электрод располагался на запястье левой руки. Электроды накладывались на точки отведения контактными тампонами, смоченными гипертоническим раствором NaCl, благодаря которому происходило снижение кожного сопротивления до 1–2 кОм, уменьшалась величина кожных потенциалов, а также блокировалась кожно-гальваническая реакция. Запись УПП осуществлялась через 5-6 мин после наложения электродов и велась непрерывно в течение всего исследования. При экспериментальном измерении, длительность которого составляла 15 мин, выполнялся постоянный контроль значений кожного сопротивления в местах отведения УПП, которое не превышало 30 кОм.

Анализ распределения УПП проводился путем картирования монополярных значений постоянного потенциала в 5 отведениях (Fz, Cz, Oz, Td, Ts), локального потенциала (Fz-X, Cz-X и т. д.), расчета межэлектродных разностей (Fz-Cz, Oz-Td и т. д.), а также расчета межполушарного градиента (Td-Ts). Полученные характеристики распределения УПП сравнивались со среднестатистическими нормативными значениями, встроенными в программное обеспечение комплекса.

Статистическая обработка данных проводилась при помощи пакета программ SPSS Statistics 26. Вычислялась одномерная описательная статистика для каждого из показателей, осуществлялась оценка распределений признаков на нормальность. Результаты обработки данных представлялись в виде медианы ( $Me$ ), первого и третьего квартилей ( $Q_1$ ;  $Q_3$ ). Для сравнения групп применялся непараметри-

ческий критерий Манна–Уитни, для установления связи между показателями – коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Различия считались значимыми при уровне  $p < 0,05$ .

**Результаты.** Исследование УПП в монополярных и локальных отведениях (*табл. 1*, см. с. 278) выявило статистически значимые отличия по отдельным показателям церебрального энергообмена как в группе мужчин, так и в группе женщин, что позволяет судить о некоторых особенностях нейроэнергометаболизма у жителей АЗРФ в зависимости от пола и межполушарного доминирования.

У лиц мужского пола с левополушарным доминированием энергообменных процессов регистрировались критически высокие значения УПП в центральном отведении (Cz), близкие к среднему по коре головного мозга ( $X_{cp}$ ) – в затылочном (Oz) и левом височном отведениях (Ts), наименьшие по значению – в лобном (Fz) и правом височном (Td) монополярных отведениях.

У мужчин с правополушарным доминированием церебрального энергообмена отсутствовал «скачок» УПП в центральном отведении. Разница между монополярными значениями по коре головного мозга у «правополушарных» мужчин находилась в пределах нормы, при этом наибольший уровень потенциала отмечался в центральном и лобном отведениях, наименьший – в левом височном. Значения УПП в правом височном и затылочном отведениях у лиц мужского пола с правополушарным доминированием практически совпадали.

У лиц женского пола наблюдалась иная тенденция распределения энергозатрат по коре головного мозга. Так, у женщин, вне зависимости от типа доминирования, наибольшая интенсивность энергообменных процессов отмечалась по сагиттальной линии, при этом значения УПП в затылочном отведении превышали значения во фронтальной области. Отличия между подгруппами регистрировались в височных областях: у женщин с левополушарным доминированием значения УПП

Таблица 1

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОНОПОЛЯРНЫХ И ЛОКАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ УПП  
У МОЛОДЫХ ЖИТЕЛЕЙ АЗРФ ( $n = 63$ )  
С РАЗНЫМ ТИПОМ МЕЖПОЛУШАРНОГО ДОМИНИРОВАНИЯ,  $Me (Q_1; Q_3)$ , мВ  
DISTRIBUTION OF MONOPOLAR AND LOCAL VALUES OF DC-POTENTIAL LEVEL  
IN YOUNG RESIDENTS OF THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION ( $n = 63$ )  
WITH DIFFERENT TYPES OF HEMISPHERIC DOMINANCE,  $Me (Q_1; Q_3)$ , mV**

Показатель	Правополушарное доминирование		Левополушарное доминирование	
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
Fz	11,81 (1,72; 21,28)	5,28 (-1,01; 11,26)	8,37 (1,32; 19,69)	11,40 (3,60; 16,99)
Cz	14,84 (6,97; 22,69)	10,43 (0,32; 18,55)	24,00 <sup>#</sup> (13,69; 31,16)	16,19 <sup>#</sup> (0,10; 23,13)
Oz	9,22 (3,66; 18,60)	10,27 (3,75; 13,02)	13,58 (9,89; 19,51)	13,07 (5,12; 21,29)
Td	9,17 (4,54; 17,48)	3,43 (-1,17; 10,52)	5,45 (-4,72; 10,73)	3,75 (0,53; 11,62)
Ts	3,78 (-0,39; 13,12)	-0,74* (-3,78; 6,59)	10,40 (2,30; 21,69)	8,87* (3,78; 19,28)
X <sub>cp</sub>	8,97 (5,65; 16,55)	6,13 (2,17; 8,35)	13,44 (7,33; 16,71)	8,25 (5,59; 16,64)
Fz-X	-1,72 (-8,20; 4,69)	-0,76 (-5,52; 4,70)	-3,43 (-6,57; 3,09)	0,52 (-6,30; 5,51)
Cz-X	4,61 (0,35; 10,77)	7,00 (-3,57; 10,27)	9,72 (2,99; 17,43)	0,88 (-6,21; 13,61)
Oz-X	0,01 (-2,15; 2,65)	2,38 (-0,84; 8,58)	-0,32 (-4,35; 8,27)	3,99 (-3,50; 7,10)
Td-X	0,70* (-2,18; 2,37)	-1,77 (-5,24; 5,43)	-8,45* (-14,91; -1,49)	-4,95 (-8,67; -0,80)
Ts-X	-5,89 (-8,40; -1,18)	-5,82* (-9,78; -1,65)	-3,40 (-11,78; 6,19)	1,04* (-6,21; 2,30)

*Примечание.* Установлены статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ): # – между данными мужчин и женщин с одинаковым полушарным доминированием; \* – между данными лиц одного пола с разным полушарным доминированием.

и в левом, и в правом височных монополярных отведениях были выше аналогичных показателей подгруппы сравнения. У женщин с правополушарным доминированием уровень потенциала в левом височном отведении был ниже нуля ( $Ts = -0,74$  мВ), что указывает на формирование области энергодефицита в левой височной области.

Анализ локальных градиентов указывает на существенную интенсификацию энергообменных процессов в центральной области с

сохранением средней активности затылочной доли и снижение энергообменных процессов во фронтальной и правой височной областях у лиц мужского пола с левополушарным доминированием. У мужчин с правополушарным доминированием энергообменных процессов положительная энергетическая активность отмечалась в центрально-затылочной области со смещением в правый височный отдел и одновременным снижением энергообмена в левом височном отведении.

У женщин с левополушарным доминированием снижение интенсивности энергетических процессов установлено лишь в правом височном отделе. По остальным областям коры головного мозга в данной подгруппе исследования регистрировалась положительная энергоактивность. У лиц женского пола с правополушарным доминированием снижение церебрального энергообмена выявлено во фронтальной и височных областях, с наибольшим дефицитом в левом височном отделе.

Степень активности коры головного мозга и взаимодействие корково-подкоркового уровня можно оценивать с помощью суммарного показателя УПП по всем областям коры головного мозга (SUM). Суммарные показатели по монополярным отведениям у обследуемых оказались наиболее приближены к нормативным значениям (рис. 1), заложенным в программное обеспечение. У лиц мужского пола с левополушарной асимметрией наблюдалась выраженная интенсивность церебрального энергообмена, у женщин с правополушарной асимметрией –

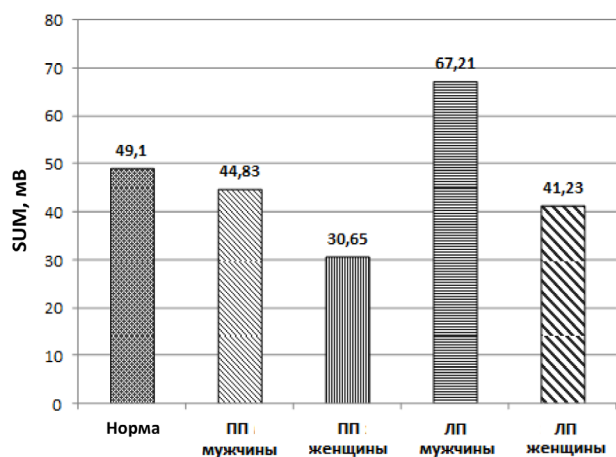


Рис. 1. Суммарные значения УПП (SUM) по монополярным отведениям у молодых жителей АЗРФ с разным типом межполушарной асимметрии: ПП – «правополушарные»; ЛП – «левополушарные»

Fig. 1. Total values of DC-potential level (SUM) for monopolar leads in young residents of the Arctic zone of the Russian Federation with different types of interhemispheric asymmetry

резкое снижение энергообмена в целом по коре головного мозга.

В норме распределение церебральных энергетических процессов при оценке показателей УПП согласуется с принципом «куполаобразности», при котором в центральных отведениях наблюдаются максимальные значения УПП с плавным снижением к периферии. Согласно анализу распределения УПП по коре головного мозга (рис. 2), наиболее корректно данный принцип соблюдается у женщин с левополушарным доминированием и, в определенной степени, у мужчин с правополушарным доминированием.

Межэлектродный градиент Td-Ts имел наибольшие значения у мужчин с левополушарной асимметрией и женщин с правополушарной

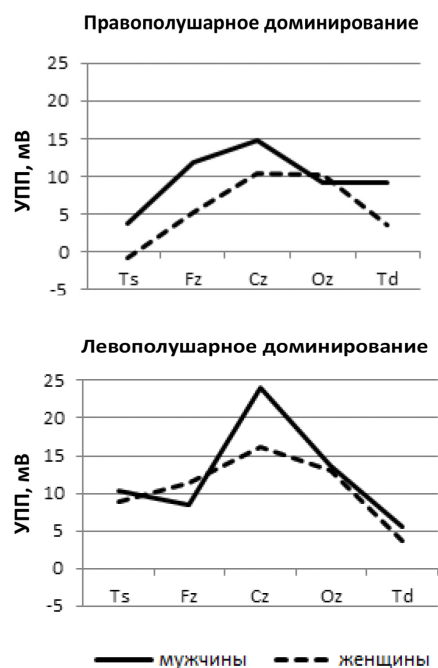


Рис. 2. Профиль распределения УПП по монополярным отведениям у молодых жителей АЗРФ с разным типом межполушарной асимметрии

Fig. 2. Distribution profile of DC-potential level in monopolar leads in young residents of the Arctic zone of the Russian Federation with different types of interhemispheric asymmetry

функциональной асимметрией, наименьшие – у мужчин с правополушарной и женщин с левополушарной асимметрией (табл. 2).

дением. В группе мужчин основные отличия связаны с более высокими значениями УПП в центральном отведении у лиц с лево-

Таблица 2

**ГРАДИЕНТЫ ЗНАЧЕНИЙ УПП У МОЛОДЫХ ЖИТЕЛЕЙ АЗРФ ( $n = 63$ )  
С РАЗНЫМ ТИПОМ ПОЛУШАРНОГО ДОМИНИРОВАНИЯ,  $Me (Q_1; Q_3)$ , мВ**  
**GRADIENT VALUES OF DC-POTENTIAL LEVEL  
IN YOUNG RESIDENTS OF THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION ( $n = 63$ )  
WITH DIFFERENT TYPES OF HEMISPHERIC DOMINANCE,  $Me (Q_1; Q_3)$ , mV**

Отведения	Правополушарное доминирование		Левополушарное доминирование	
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
Fz-Cz	-4,51 (-18,89; 13,11)	-7,21 (-13,11; 10,30)	-14,88# (-18,94; -1,99)	0,57# (-16,06; 6,72)
Fz-Oz	-5,19 (-10,21; 7,41)	-4,61 (-9,56; 10,32)	-2,33 (-13,33; 4,82)	-2,25 (-8,24; 5,57)
Fz-Td	-1,41 (-9,41; 4,74)	1,45 (-10,51; 8,15)	8,10 (-4,95; 17,76)	5,84 (-2,67; 11,12)
Fz-Ts	2,08 (-1,17; 6,74)	3,55 (-4,49; 14,09)	-2,14 (-10,72; 14,04)	2,71 (-8,86; 6,20)
Cz-Oz	4,62 (-2,26; 8,62)	1,58 (-3,88; 8,69)	11,38# (4,57; 14,23)	1,14# (-12,36; 9,72)
Cz-Td	6,08* (1,86; 9,02)	5,82 (-9,44; 15,21)	16,57* (6,67; 34,23)	5,82 (-2,32; 22,40)
Cz-Ts	11,01 (5,29; 17,66)	10,99 (-0,31; 19,43)	12,63 (-5,66; 29,00)	1,52 (-7,24; 17,26)
Oz-Td	-1,05* (-3,08; 1,05)	5,02 (-3,58; 11,36)	8,01* (1,75; 17,85)	9,77 (-1,22; 12,68)
Oz-Ts	7,26 (-0,57; 10,14)	9,76 (2,03; 13,20)	7,49 (-10,22; 16,28)	2,01 (-5,42; 10,19)
Td-Ts	3,16* (1,79; 8,36)	4,39* (2,05; 8,40)	-5,46* (-8,64; -2,93)	-3,40* (-5,83; -0,52)

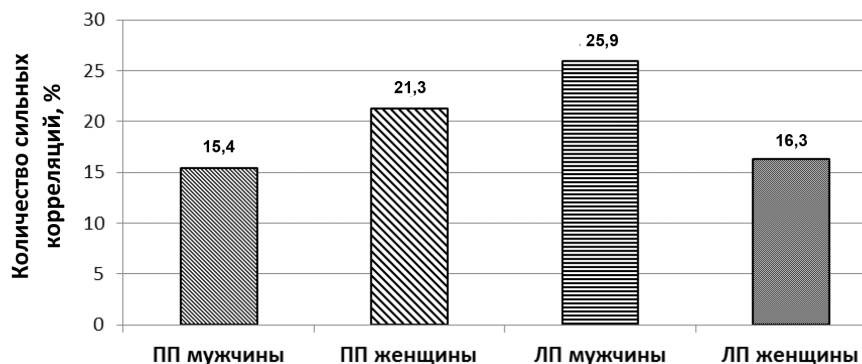
*Примечание.* Установлены статистически значимые различия: # – между данными мужчин и женщин с одинаковым полушарным доминированием; \* – между данными лиц одного пола с разным полушарным доминированием.

Анализ межполушарных градиентов указывает на относительное снижение активности фронтальной области в сравнении с остальными отделами коры головного мозга у лиц с правополушарным доминированием вне зависимости от пола.

У женщин с разным типом полушарного доминирования, проживающих в условиях АЗРФ, межэлектродные градиенты не имели существенных отличий, за исключением показателей, связанных с височным отве-

полушарным доминированием и более активным энергообменом правого височного отдела у лиц с правополушарным доминированием.

При оценке карт нейроэнергометаболизма наиболее пластичная структура с меньшим числом сильных корреляций ( $r > 0,7$ ) между показателями УПП от количества возможных наблюдалась у мужчин с правополушарным и женщин с левополушарным доминированием церебрального энергообмена (рис. 3).



**Рис. 3.** Количество сильных корреляционных связей ( $r > 0,7$ ) между показателями УПП (%) в общем числе корреляций у молодых жителей АЗРФ с разным типом межполушарной асимметрии: ПП – «правополушарные»; ЛП – «левополушарные»

**Fig. 3.** Number of strong correlations ( $r > 0.7$ ) between DC-potential level parameters in the total number of correlations in young residents of the Arctic zone of the Russian Federation with different types of interhemispheric asymmetry, %

**Обсуждение.** Результаты проведенного исследования указывают на различия в энергообменных процессах у проживающих в АЗРФ мужчин и женщин с разным типом полушарного доминирования.

В группе мужчин наиболее сбалансированный церебральный энергообмен зарегистрирован у лиц с правополушарным доминированием. В группе женщин, напротив, оптимальными показателями, приближенными к норме, обладают лица с преобладающей левополушарной активностью. Регистрируемые монополярные значения УПП в данных подгруппах исследования характеризуются соблюдением принципа «куполообразности» распределения, что, прежде всего, свидетельствует о нормализации церебрального энергообмена. В подгруппе «левополушарных» мужчин несоблюдение данного принципа связано с очень высокими значениями в центральном отведении, что, вероятно, указывает на влияние подкорковых структур и ретикулярной формации. В подгруппе «правополушарных» женщин высокие значения УПП, нарушающие принцип «куполообразности», отмечают в затылочной области.

Суммарный показатель энергозатрат по коре головного мозга характеризует оптимизацию нейронной организации корково-таламических связей, формирование механизма межсистемной интеграции головного мозга, обеспечивающего сбалансированность в работе основных центров в процессе адаптации. В подгруппах мужчин с правополушарным доминированием и женщин с левополушарным доминированием суммарный показатель наиболее приближен к нормативным значениям, встроенным в программное обеспечение. У правополушарных женщин регистрируется минимальный суммарный показатель среди всех подгрупп исследования, что указывает на значительное уменьшение интенсивности церебрального энергообмена. Высокие значения УПП в затылочном отведении, снижение уровня потенциала в лобном отделе в совокупности с падением суммарного УПП у женщин с правополушарным доминированием могут свидетельствовать о переходе механизмов регуляции на подкорковый уровень. У мужчин с левополушарным доминированием суммарный показатель имеет максимальное значение, что также связано с высокими

показателями УПП в центральном отведении, характеризующими влияние ретикулярной формации.

Нейроэнергометаболизм косвенно отражает особенности текущего функционального состояния центральной нервной системы и организма в целом. Более высокая стабильность энергетического состояния головного мозга также наблюдается в группе «правополушарных» мужчин и «левополушарных» женщин.

Более выраженная специализация полушарий головного мозга у «левополушарных» мужчин и «правополушарных» женщин может указывать на незавершенные процессы адаптации или дизадаптивные реакции.

Большое число сильных корреляционных связей между показателями УПП в группе «правополушарных» женщин и «левополушарных» мужчин может служить отражением нейрофизиологической нестабильности.

Таким образом, нейроэнергометаболизм у «левополушарных» женщин и «правополушарных» мужчин при воздействии экстремальных климатогеографических факторов характеризуется более высокой стабильностью с активным включением коры обоих полушарий мозга в адаптивные перестройки и тесным взаимодействием корково-подкорковых структур головного мозга. Адаптивные реакции у «правополушарных» женщин и «левополушарных» мужчин реализуются при более выраженной межполушарной асимметрии и, вероятно, развитии дизадаптивных реакций. Наличие половых различий полушарной асимметрии нейроэнергометаболизма может отражать разные стратегии адаптации к климатическим условиям северных широт.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Список литературы

1. Carr A.R., Jimenez E.E., Thompson P.M., Mendez M.F. Frontotemporal Asymmetry in Socioemotional Behavior: A Pilot Study in Frontotemporal Dementia // Soc. Neurosci. 2020. Vol. 15, № 1. P. 15–24. DOI: [10.1080/17470919.2019.1614478](https://doi.org/10.1080/17470919.2019.1614478)
2. Kristanto D., Liu M., Liu X., Sommer W., Zhou C. Predicting Reading Ability from Brain Anatomy and Function: From Areas to Connections // Neuroimage. 2020. Vol. 218. Art. № 116966. DOI: [10.1016/j.neuroimage.2020.116966](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116966)
3. Фокин В.Ф., Пономарева Н.В. Энергетическая физиология мозга. М.: Антидор, 2003. 288 с.
4. Czéh B., Vardya I., Varga Z., Febraro F., Csabai D., Martis L.-S., Højgaard K., Henningsen K., Bouzinova E.V., Miseta A., Jensen K., Wiborg O. Long-Term Stress Disrupts the Structural and Functional Integrity of GABAergic Neuronal Networks in the Medial Prefrontal Cortex of Rats // Front. Cell. Neurosci. 2018. Vol. 12. Art. № 148. DOI: [10.3389/fncel.2018.00148](https://doi.org/10.3389/fncel.2018.00148)
5. Салтыкова М.М. Основные физиологические механизмы адаптации человека к холоду // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2017. Т. 103, № 2. С. 138–151.
6. Безруких М.М. К вопросу о функциональной межполушарной асимметрии и латерализации моторных функций // Актуальные вопросы функциональной межполушарной асимметрии: материалы II Всерос. науч. конф. М.: НИИ мозга РАМН, 2003. С. 27–28.
7. Bedrosian T.A., Nelson R.J. Timing of Light Exposure Affects Mood and Brain Circuits // Transl. Psychiatry. 2017. Vol. 7, № 1. Art. № e1017. DOI: [10.1038/tp.2016.262](https://doi.org/10.1038/tp.2016.262)
8. Dum R.P., Levinthal D.J., Strick P.L. Motor, Cognitive, and Affective Areas of the Cerebral Cortex Influence the Adrenal Medulla // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2016. Vol. 113, № 35. P. 9922–9927. DOI: [10.1073/pnas.1605044113](https://doi.org/10.1073/pnas.1605044113)
9. Чувилев Н.В., Мулик А.Б. Межполушарная асимметрия как фактор организации функционального состояния организма // Вестн. Волгогр. гос. ун-та. Сер. 7: Философия. Социология и соц. технологии. 2007. Вып. 6. С. 160–162.
10. Степанян Л.С., Степанян А.Ю., Григорян В.Г. Межполушарная асимметрия в системной деятельности мозга при коррекции подростковой агрессивности // Асимметрия. 2009. Т. 3, № 2. С. 41–50.



11. Антропова Л.К., Андронникова О.О., Куликов В.Ю., Козлова Л.А. Функциональная асимметрия мозга и индивидуальные психофизиологические особенности человека // Медицина и образование в Сибири. 2011. № 3. С. 4.

## References

1. Carr A.R., Jimenez E.E., Thompson P.M., Mendez M.F. Frontotemporal Asymmetry in Socioemotional Behavior: A Pilot Study in Frontotemporal Dementia. *Soc. Neurosci.*, 2020, vol. 15, no. 1, pp. 15–24. DOI: [10.1080/17470919.2019.1614478](https://doi.org/10.1080/17470919.2019.1614478)
2. Kristanto D., Liu M., Liu X., Sommer W., Zhou C. Predicting Reading Ability from Brain Anatomy and Function: From Areas to Connections. *Neuroimage*, 2020, vol. 218. Art. no. 116966. DOI: [10.1016/j.neuroimage.2020.116966](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116966)
3. Fokin V.F., Ponomareva N.V. *Energeticheskaya fiziologiya mozga* [Energy Physiology of the Brain]. Moscow, 2003. 288 p.
4. Czéh B., Vardya I., Varga Z., Febraro F., Csabai D., Martis L.-S., Højgaard K., Henningsen K., Bouzinova E.V., Miseta A., Jensen K., Wiborg O. Long-Term Stress Disrupts the Structural and Functional Integrity of GABAergic Neuronal Networks in the Medial Prefrontal Cortex of Rats. *Front. Cell. Neurosci.*, 2018, vol. 12. Art. no. 148. DOI: [10.3389/fncel.2018.00148](https://doi.org/10.3389/fncel.2018.00148)
5. Saltykova M.M. Basic Physiological Mechanisms of Human Adaptation to Cold. *Russ. J. Physiol.*, 2017, vol. 103, no. 2, pp. 138–151 (in Russ.).
6. Bezrukikh M.M. К вопросу о функциональной межполушарной асимметрии и латерализации моторных функций [On Functional Interhemispheric Asymmetry and Lateralization of Motor Functions]. *Aktual'nye voprosy funkcional'noy mezhpolusharnoy asimmetrii* [Current Issues of Functional Interhemispheric Asymmetry]. Moscow, 2003, pp. 27–28.
7. Bedrosian T.A., Nelson R.J. Timing of Light Exposure Affects Mood and Brain Circuits. *Transl. Psychiatry*, 2017, vol. 7, no. 1. Art. no. e1017. DOI: [10.1038/tp.2016.262](https://doi.org/10.1038/tp.2016.262)
8. Dum R.P., Levinthal D.J., Strick P.L. Motor, Cognitive, and Affective Areas of the Cerebral Cortex Influence the Adrenal Medulla. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2016, vol. 113, no. 35, pp. 9922–9927. DOI: [10.1073/pnas.1605044113](https://doi.org/10.1073/pnas.1605044113)
9. Chuvilev N.V., Mulik A.B. Mezhpolusharnaya asimmetriya kak faktor organizatsii funkcional'nogo sostoyaniya organizma [Interhemispheric Asymmetry as a Factor in the Organization of the Functional State of the Body]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. 7: Filosofiya. Sotsiologiya i sotsial'nye tekhnologii*, 2007, no. 6, pp. 160–162.
10. Stepanyan L.S., Stepanyan A.Yu., Grigoryan V.G. Mezhpolusharnaya asimmetriya v sistemnoy deyatelnosti mozga pri korrektsii podrostkovoy agressivnosti [Interhemispheric Asymmetry in the Systemic Activity of the Brain During the Correction of Adolescent Aggression]. *Asimmetriya*, 2009, vol. 3, no. 2, pp. 41–50.
11. Антропова Л.К., Андронникова О.О., Куликов В.Ю., Козлова Л.А. Функциональная асимметрия мозга и индивидуальные психофизиологические особенности человека [Functional Brain Asymmetry and Individual Physiological Characteristics of a Person]. *Meditsina i obrazovanie v Sibiri*, 2011, no. 3, p. 4.

DOI: 10.37482/2687-1491-Z065

**Ol'ga N. Kottsova\*** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7004-6368>  
**Natal'ya Yu. Anikina\*\*** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8115-0291>  
**Anatoliy V. Gribanov\*\*** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4714-6408>  
**Irina S. Kozhevnikova\*** ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7194-9465>

\*Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov  
(Arkhangelsk, Russian Federation)

\*\*Northern State Medical University  
(Arkhangelsk, Russian Federation)

## SEX-RELATED DIFFERENCES IN THE INTERHEMISPHERIC ASYMMETRY OF CEREBRAL ENERGY METABOLISM IN YOUNG PEOPLE LIVING IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

In the Arctic region, adaptive reactions of the body put pressure on its functional systems and are accompanied by changes in cerebral energy metabolism in the central nervous system. Despite the fact that patterns of interhemispheric asymmetry and interaction are part of the brain's essential, fundamental mechanism, no data is currently available on the neurometabolic features of interhemispheric asymmetry in men and women living in the Arctic zone of the Russian Federation. **The aim** of this paper was to identify the differences in cerebral energy metabolism in men and women born and living in the Arctic zone of the Russian Federation with different types of interhemispheric asymmetry according to the distribution of DC-potential level. **Materials and methods.** The study involved 63 subjects (30 men and 33 women) aged 30–34 years born and living in Arkhangelsk. Cerebral energy metabolism was assessed using the 5-channel Neuro-KM hardware and software complex. Distribution of DC-potential level was analysed by mapping the monopolar values and calculating their gradients. To calculate interhemispheric asymmetry of cerebral energy metabolism, an interhemispheric gradient was used, i.e. the potential difference between the right and left temporal leads (Td-Ts). The obtained DC-potential level results were compared with average standard values. **The results** of the study indicate differences in the distribution of the processes of cerebral energy metabolism in men and women with different types of hemispheric dominance. The most balanced cerebral metabolism was identified in men with right hemisphere dominance and in women with left hemisphere dominance. The presence of sex-related differences in the hemispheric asymmetry of cerebral energy metabolism may reflect different strategies of adaptation to the climatic conditions of northern latitudes in men and women.

**Keywords:** Arctic zone of the Russian Federation, working age population, young men, young women, adaptation to climatic and geographical conditions, DC potential, cerebral energy metabolism, interhemispheric asymmetry.

Поступила 08.02.2021

Принята 30.07.2021

Received 8 February 2021

Accepted 30 July 2021

---

**Corresponding author:** Irina Kozhevnikova, address: nab. Severnoy Dviny 14, Arkhangelsk, 163002, Russian Federation; e-mail: kogechnikovais@yandex.ru

**For citation:** Kottsova O.N., Anikina N.Yu., Griбанov A.V., Kozhevnikova I.S. Sex-Related Differences in the Interhemispheric Asymmetry of Cerebral Energy Metabolism in Young People Living in the Arctic Zone of the Russian Federation. *Journal of Medical and Biological Research*, 2021, vol. 9, no. 3, pp. 275–284. DOI: 10.37482/2687-1491-Z065