

Баркар А. А., Маркина Л.Д.

## Нейрофизиологический подход в оценке уровня здоровья

ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Владивосток

Barkar A. A., Markina L.D.

### Neurophysiological approach to health assessment

#### Резюме

Цель исследования – оценка уровня здоровья у правшей и левшей по новым нейрофизиологическим критериям. Методы: группа мужчин и женщин в возрасте 20-50 лет, исследование включало: тестирование на профиль латеральной организации (ПЛО), с расчетом коэффициента правой руки, расчет индекса альфа-ритма и интегрального показателя по электроэнцефалографии, индекса и латентности комплексов восприятия и когнитивного комплекса по когнитивным вызванным потенциалам с помощью нового запатентованного способа, с последующим отбором равного числа правшей и левшей для анализа по группам, по уровням здоровья. Результаты: Здоровье левшей ниже, чем правшей, поскольку в них доминируют негармоничные адапционные реакции, низкие и очень низкие уровни реактивности. Было установлено, что асимметрия спонтанной и вызванной активности уменьшается со снижением здоровья, а также уменьшается активирующее действие доминантного полушария. С помощью нового метода [11, с. 24] обнаружена закономерность изменений показателей когнитивных вызванных потенциалов в зависимости от уровня здоровья. Выводы. Необходим дифференцированный подход в анализе состояния здоровья у правшей и левшей, с учетом особенностей протекания у них адапционных реакций. Полученные результаты позволяют рекомендовать учитывать результаты электроэнцефалографии и когнитивных вызванных потенциалов при вынесении заключения по диагностике уровня здоровья

**Ключевые слова:** уровень здоровья; правши; левши; головной мозг

**Для цитирования:** Баркар А. А., Маркина Л.Д., Нейрофизиологический подход в оценке уровня здоровья, Уральский медицинский журнал, №12 (195) 2020, с. 28 - 33, DOI 10.25694/URMJ.2020.12.13

#### Summary

The aim of the study was to assess the level of health in right – handed and left-handed people according to new neurophysiological criteria. Methods: a group of men and women aged 20-50 years, the study included: testing the profile of lateral organization (PLO), with calculation of the coefficient of the right hand, the index of the alpha rhythm and the integral index of electroencephalography, index, and latency complex perception and cognitive complex cognitive evoked potentials using a new patented method, followed by selection of an equal number of righties and lefties for the analysis by groups, the levels of health. Results: the health of left-handers is lower than that of right-handers, because they are dominated by inharmonious adaptive responses, low and very low levels of reactivity. It was found that the asymmetry of spontaneous and evoked activity decreases with decreasing health, and the activating effect of the dominant hemisphere also decreases. Using a new method [11, p. 24], a pattern of changes in indicators of cognitive evoked potentials depending on the level of health was found. Conclusions. A differentiated approach is needed to analyze the health status of right-handers and left-handers, taking into account the peculiarities of their adaptive reactions. The results obtained allow us to recommend taking into account the results of electroencephalography and cognitive evoked potentials when making a conclusion on the diagnosis of health level

**Key words:** health level; right-handed; left-handed; brain

**For citation:** Barkar A. A., Markina L. D., Neurophysiological approach to health assessment , Ural Medical Journal, No. 12 (195) 2020, p. 28 - 33, DOI 10.25694/URMJ.2020.12.13

## Введение

Организм человека представляет собой высокоорганизованную сложную систему, которая состоит из функционально взаимосвязанных клеток, тканей, органов и систем. За скоординированное функционирование всех процессов, происходящих в организме, непосредственно отвечает и регулирует центральная нервная система (ЦНС), которая обеспечивает взаимосвязь всех функций организма в целом.

Основным звеном в цепи формирования неспецифических адаптивных реакций является взаимосвязь между двумя полушариями головного мозга, которая позволяет специализировать полушария и облегчает реализацию работы регуляторных процессов, функционирование систем органов и организма в целом. Особенности функционирования полушарий головного мозга у правой и левой до сих пор до конца не изучены.

От уровня реактивности и типа адаптационной реакции находятся в зависимости большое количество процессов в организме, в частности процессы самоорганизации, также система адаптационных реакций и состояний реактивности оказывают непосредственное влияние и связаны напрямую со здоровьем, ухудшением здоровья и состоянием между здоровьем и болезнью [3, с. 540-656]. Определяющим фактором, который влияет на особенности функционирования физиологических и психофизиологических, является тип межполушарного взаимодействия, соответственно от профиля функциональной асимметрии зависит стратегия адаптации [8, с. 14-17].

Было доказано, что люди с левым профилем функциональной асимметрии лучше переживают природные стрессоры, а социальные - люди с правым [7, с. 71-73]. Описано явление «переключаемости и пластичности», способности мозга количественно изменять и фиксировать «латерализацию» в процессе обучения или под воздействием внешней среды [10, с. 29-31; 12, с. 389-428].

Асимметрия спонтанной биоэлектрической активности мозга человека состоит в различиях свойств электрических процессов в правом и левом полушарии головного мозга [4, с. 239]. Одним из ведущих функциональных методов тестирования показателей эндогенных ответов мозга на те или иные раздражители, которые в частности проецируются через восприятие и обработку информации – вызванных потенциалов на эндогенный ответ, также функций нервной системы [5, с. 15-17] - является электроэнцефалография (ЭЭГ) [13, с. 39-50; 14, с. 408-417].

Цель исследования – оценка уровня здоровья у правой и левой по новым нейрофизиологическим критериям.

## Материалы и методы

Обследованы 300 мужчин и женщин в пределах одной возрастной группы 20-40 лет, с разным уровнем здоровья. Проводилось тестирование на профиль латеральной организации (ПЛО), с расчетом Коэффициента правой руки (Кпр). Чем сильнее праворукость испытуемого, тем выше положительное значение Кпр; чем силь-

нее леворукость, тем выше отрицательное значение Кпр [1, с. 203-219]. Тип адаптационной реакции и уровень реактивности был проанализирован с помощью компьютерной программы «Анти-Стресс» [2, с. 13-16]. Программа «Анти-Стресс» автоматически диагностировала один из 4 типов адаптационной реакции: реакцию тренировки, реакцию спокойной и повышенной активации, реакцию переактивации, реакцию стресса; а также один из 4 типов уровня реактивности: высокий, средний, низкий или очень низкий. Уровень здоровья был рассчитан с помощью таблицы (см. таблицу), которая разработана сотрудниками кафедры нормальной и патологической физиологии ФГБОУ ВО ТГМУ Минздрава России [9, с. 56-167; 10, с. 29-31].

Регистрация ЭЭГ проводилась на 20-канальном компьютерном электроэнцефалографе «NS420A» («biola», Россия, г. Москва). Анализ ЭЭГ включал в себя: расчет индекса альфа - ритма и интегрального показателя. Индекс альфа-ритма рассчитывали, как процент от времени присутствия альфа-ритма в течение периода регистрации ЭЭГ, а интегральный показатель рассчитывали по формуле (1):

$$\text{ИП} = \delta + \theta + \beta 1 / \alpha + \beta 2, \quad (1)$$

где  $\delta$  – дельта активность,  $\theta$  – тета активность,  $\beta 1$  – бета-ритм 1 диапазона,  $\alpha$  – альфа-ритм,  $\beta 2$  – бета-ритм 2 диапазона.

Регистрация вызванных потенциалов на эндогенный ответ проведена на многофункциональной компьютерной системе НЕЙРО-МВП (Neurosoft, Россия, Иваново). Был разработан новый метод диагностики здоровья правой и левой – «метод диагностики функционального состояния мозга по уровню здоровья», основанный на регистрации вызванных потенциалов P300 [11, с. 24], при котором эндогенные реакции мозга анализировались только на значительные звуковые щелчки отдельно в полушариях, латентные и амплитудные значения вычислялись по новым запатентованным формулам (2, 3):

1) межполушарная латентность комплекса восприятия (P1–N1–P2) рассчитывается по формуле (2):

$$L_{P1-N1-P2}^{MM} = \left( \frac{L_{P1}^{MM} + L_{N1}^{MM}}{2} + \frac{L_{N1}^{MM} + L_{P2}^{MM}}{2} + \frac{L_{P2}^{MM} + L_{P1}^{MM}}{2} \right) / n \quad (2)$$

где  $L_{P1-N1-P2}^{MM}$  – межполушарная латентность комплекса восприятия, мс; (P1-N1-P2) – комплекс восприятия, состоящий из первого позитивного (P1), первого негативного (N1) и второго позитивного (P2) пиков;  $L_{P1}^{MM}$ ,  $L_{N1}^{MM}$  – латентность первого позитивного пика P1 для правого и левого полушария соответственно, мс;  $L_{N1}^{MM}$ ,  $L_{P2}^{MM}$  – латентность первого негативного пика N1 для правого и левого полушария соответственно, мс;  $L_{P2}^{MM}$  – латентность второго позитивного пика P2 для правого и левого полушария соответственно, мс;  $n$  – количество регистрируемых пиков из комплекса восприятия.

2) межполушарная амплитуда эндогенной волны P300 рассчитывается по формуле (3):

$$A_{P300}^{MM} = \frac{A_{P300}^{MM} + A_{P300}^{MM}}{2} \quad (3)$$

где  $A_{P300}^{MM}$  – межполушарная амплитуда эндогенной

волны P300, мкВ;  $A_{P300}^{mn}$ ,  $A_{P300}^{ml}$  – амплитуда эндогенной волны P300 для правого и левого полушария соответственно, мкВ.

3) межполушарная латентность когнитивного комплекса (N2–N3) рассчитывается по формуле (4):

$$L_{(N2-N3)}^{mn} = \frac{L_{N2}^{mn} + L_{N3}^{mn}}{2} - \frac{L_{N2}^{ml} + L_{N3}^{ml}}{2} \quad (4)$$

где  $L_{(N2-N3)}^{mn}$  – межполушарная латентность когнитивного комплекса, мс; (N2 – N3) – когнитивный комплекс, состоящий из второго (N2) и третьего (N3) отрицательных пиков;  $L_{N2}^{mn}$ ,  $L_{N3}^{mn}$  – латентность вторых отрицательных пиков N2 для правого и левого полушарий соответственно, мс;  $L_{N2}^{ml}$ ,  $L_{N3}^{ml}$  – латентность третьих отрицательных пиков N3 для правого и левого полушарий соответственно, мс.

При обработке результатов проведенных исследований применен статистический пакет программ «SPSS 13.0»: для числовых переменных вычисляли среднее арифметическое (M), стандартное отклонение (S), при сопоставлении независимых групп использовался критерий Манна-Уитни, при  $p < 0,05$  различия считались достоверными.

### Результаты и обсуждение

Было выявлено неоднородное распределение внутри групп по уровню реактивности и типу адаптационной реакции, согласно компьютерной программе «Анти-Стресс». У обследуемых с левым ПЛЮ выявили большие значения адаптационных реакций средней и низкой реак-

тивности, поэтому был сделан следующий вывод, что у правой руки показатели здоровья выше, чем у левой - в возрастной группе диапазоном от 20 до 40 лет. Также были отмечены следующие закономерности - только у левой регистрируется реакция реактивации на низкую и очень низкую реактивность; распространенность III уровня здоровья левой на 7% выше, чем у правой, а II уровня здоровья на 10% ниже, чем у правой. В следствие чего можно обобщить и сделать вывод, что существует зависимость общего уровня пространственной синхронизации альфа-ритма от уровня активации и также при различных вариантах адаптационных реакций отличаются друг от друга ЭЭГ и общий уровень пространственной синхронизации альфа-ритма, что подтверждается в литературных источниках [6, с. 64-65]. При реакциях стресса наблюдаются самые низкие значения синхронизации биопотенциалов коры в спектрах, при гармонических адаптационных реакциях (высокая и спокойная активация высокой и средней реактивности) была отмечена обратная закономерность – в состоянии спокойного бодрствования величина синхронизации коры выше. В возрастной группе диапазоном от 20 до 40 лет правой и левой (с I по IV) отмечалось ухудшение самочувствия, что сопровождалось снижением альфа-ритма (рис.1) и межполушарной латентность когнитивного комплекса (МЛКК) (рис.2) от I до IV.

На фоне смещения в меньшую сторону значения самочувствия было выявлено повышение процента инте-

Таблица 1. Уровни здоровья в зависимости от категории состояния адаптационных механизмов соответственно типам адаптационных реакций и уровня реактивности организма

Уровень здоровья	Адаптационные реакции	Общее состояние
I	РТ, А УР; РСА, А УР; РПА, А и В УР	Отличное, хорошее
II	РТ, В УР; РСА, В УР; РПА, С УР	Удовлетворительное
III	РС, А и В УР; РСА, С и D УР; РПА, D УР; РП, С УР; РТ, С УР	Лёгкое или умеренное нарушение здоровья
IV	РТ, D УР; РС, С и D УР; РП, D УР	Значительное нарушение здоровья

Примечание: Адаптационные реакции: РТ – реакция тренировки; РСА – реакция спокойной активации; РПА – реакция повышенной активации; РП – реакция переактивации; РС – реакция стресса. УР – уровень реактивности: А – высокий; В – средний; С – низкий; D – очень низкий. Уровень здоровья: I – первый; II – второй; III – третий; IV – четвертый

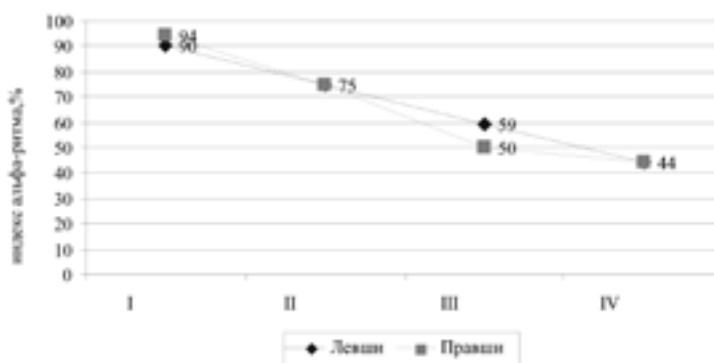


Рисунок 1. Индекс альфа-ритма при разном уровне здоровья, %

Примечание: I, II, III, IV – уровни здоровья

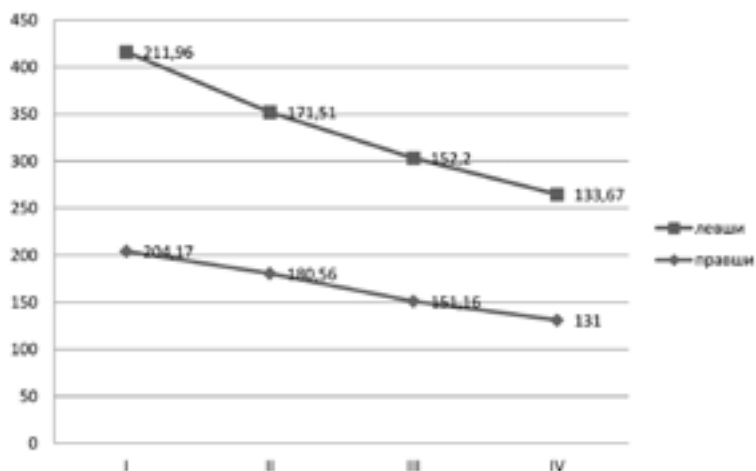


Рисунок 2. МЛКК при разном уровне здоровья, %

Примечание: I, II, III, IV – уровни здоровья

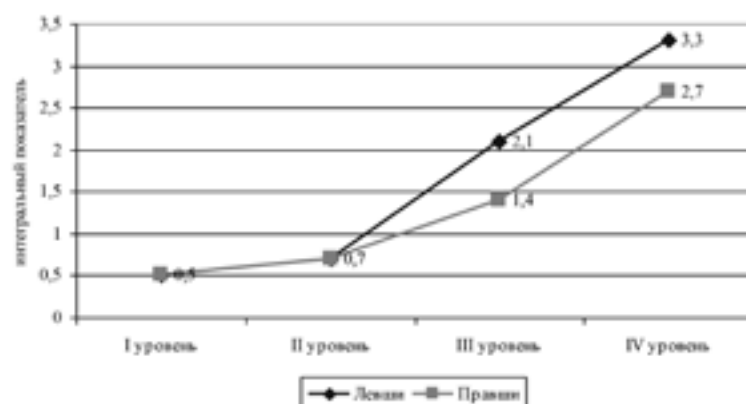


Рисунок 3. Интегральный показатель при разном уровне здоровья, %

Примечания: I, II, III, IV – уровни здоровья

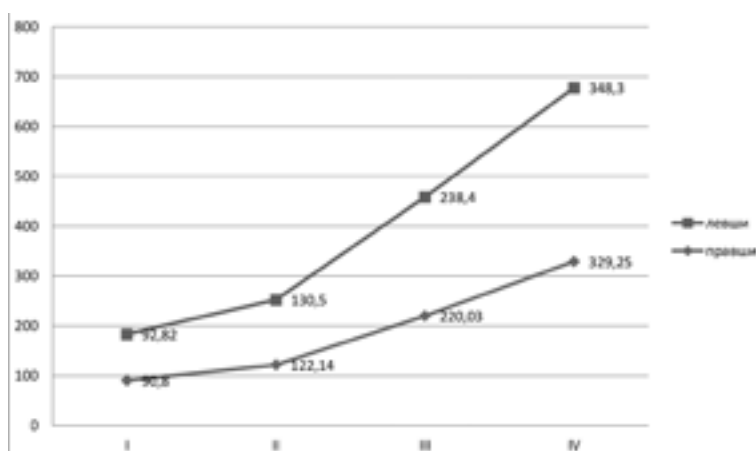


Рисунок 4. МЛКВ при разном уровне здоровья, мс

Примечания: I, II, III, IV – уровни здоровья

грального показателя (рис.3).

На фоне снижения значения самочувствия было выявлено увеличение процента межполушарной латентности комплекса восприятия (МЛКВ) (рис.4).

### Заключение

Было установлено, что асимметрия спонтанной и индуцированной активности уменьшается со снижением здоровья и уменьшается активирующее действие доми-

нантного полушария. Ухудшение самочувствия наблюдалось снижением показателей функционального взаимодействия межполушарной асимметрии (коэффициентов асимметрии альфа-ритма, индекса P300) и корковой активности (индекса альфа-ритма, межполушарной амплитуды P300 и межполушарной латентности когнитивного комплекса) с ростом показателей: интегрального показателя и межполушарной латентности комплекса восприятия, который может указывать на снижение функциональной активности коры головного мозга на IV уровне здоровья.

В зависимости от состояния здоровья испытуемого была выявлена следующая закономерность изменения параметров когнитивных вызванных потенциалов, при использовании нового метода [11, 24 с.] поэтому в случаях, когда полушарная латентность комплекса восприятия менее 130 мс, межполушарная амплитуда P300 более 10 мА и межполушарная латентность когнитивного комплекса более 200 мс – был получен результат - I уровень здоровья; в тех случаях, когда межполушарная латентность комплекса восприятия более 130 мс, но меньше 190 мс, межполушарная амплитуда P300 больше 8 мА, но меньше 10 мА и межполушарная латентность когнитивного комплекса более 160 мс, но менее 200 мс – диагностировался II уровень здоровья; в том случае, когда межполушарная латентность комплекса восприятия больше 190 мс, но меньше 320 мс, межполушарная амплитуда P300 составляет менее 8 мА, межполушарная латентность когнитивного комплекса составляет менее 160 мс – диагностирован III уровень здоровья; когда межполушарная латентность комплекса восприятия составляет более 320 мс, межполушарная амплитуда P300 менее 5 мА, и межполушарная латентность когнитивного комплекса состав-

ляет менее 140 мс – IV уровень здоровья.

При диагностике донологических состояний может также использоваться разработанный комплекс диагностических критериев уровня здоровья праворуких и леворуких людей [11, 24 с.]. Причиной психосоматических, невротических заболеваний и аддиктивного поведения может служить инверсия доминирования полушарий, которая является признаком неполной адаптации организма, в случае чего появляется возможность диагностировать её на более ранних этапах развития. Преимущество предлагаемых методов диагностики заключается в том, что их можно использовать на любой модели устройства с программой регистрации ЭЭГ и когнитивные вызванные потенциалы.

При анализе уровня здоровья у правой и левой необходимо учитывать, какие особенности течения адаптивных реакций имеются у них. В заключении, можно с уверенностью сказать, что можно рекомендовать учитывать данные ЭЭГ и когнитивных вызванных потенциалов, при вынесении заключения по диагностике уровня здоровья. ■

**Баркар Алина Аркадьевна** - соискатель, Кафедра нормальной и патологической физиологии, ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Минздрава России; **Маркина Людмила Дмитриевна** - доктор медицинских наук, профессор, профессор Кафедры нормальной и патологической физиологии, ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Минздрава России. Автор, ответственный за переписку: Баркар Алина Аркадьевна, 690002, Россия, Приморский край г. Владивосток, пр-т Острякова, 2

## Литература:

1. Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. Функциональные асимметрии человека. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Медицина; 1988.
2. Гаркави Л.Х., Уколова М.А., Квакина Е.Б. Экспертная система «АнтиСтресс». Медицинские информационные системы. 1995; 5: 13-16.
3. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С. Антистрессорные реакции и активационная терапия. Реакция активации как путь к здоровью через процессы самоорганизации. М.: Имедис; 1998.
4. Жаворонкова Л.А. Правши-левши. Межполушарная асимметрия биоэлектрических потенциалов мозга человека. Краснодар: Экоинвест; 2009.
5. Зенков Л.Р. Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии): руководство для врачей. 3-е изд. М.: МЕДпресс-информ; 2004.
6. Коробейникова Е.П. Изменения альфа-ритма человека при общих неспецифических адаптационных реакциях, вызванных ПемП. Применение лазеров и магнитов в биологии и медицине: тез. докл. Областной науч.-практич. конф., Ростов-на-Дону; 1983: 64-65.
7. Леутин В.П., Николаева Е.И., Фомина Е.В. Асимметрия. 2007; 1 (1): 71-73.
8. Лурия А.Р. Нейропсихология памяти. М.: Педагогика; 1974.
9. Маркин В.В. Индивидуальный подход к коррекции дезадаптационных состояний студентов адаптогенами растительного происхождения: дис. ... канд. мед. наук: 14.00.05. Маркин Валентин Валентинович; Владивостокский гос. мед. ун-т. Владивосто; 2004.
10. Маркина Л.Д., Маркин В.В. Новые принципы оценки состояния здоровья с позиции теории неспецифических адаптационных реакций организма. Тихоокеанский медицинский журнал. 2002; 8 (1): 29-31.
11. Баркар А.А., Маркин В.В., Маркина Л.Д., Руденко Л.Н. Патент RU, 2521345 RU, МПК А61 В5/0484. Способ диагностики функционального состояния головного мозга соответственно уровню здоровья; заявитель и патентообладатель ГБОУ ВПО ТГМУ Минздрава России. № 2013112899/14; заявл. 22.03.13; опубл. 27.06.14, Бюл.; 18: 24.
12. Фокин В.Ф., Боровова А.И., Галкина Н.С. [и др.] Стационарная и динамическая организация функ-

- циональной межполушарной асимметрии. Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. М. : Научный мир; 2009.
13. Polich J.M. Left hemisphere superiority for visual search. *J. Cortex.* 1980; 16 (1): 39-50.
14. Polich J.M., Kok A. Cognitive and biological determinants of P300: an integrative review. *J. Biol. Psychol.* 1995; 41: 408-417.