

УДК 612.014:378.172

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА

¹Полещук Т.С., ²Маркина Л.Д.

¹ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, e-mail: tat_s82@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Владивосток

Современный образовательный процесс становится всё более напряжённым на каждом этапе. Эффективность адаптации студентов к процессу обучения в значительной мере определяется свойствами нервной и вегетативной систем обеспечения деятельности. Цель: Выявить, как адаптационные ресурсы организма отражаются в показателях электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Методы исследования: В исследовании принимали участие студенты-юноши медицинского вуза, средний возраст 19 лет, группа 44 человека. Была записана ЭЭГ с помощью программно-аппаратного комплекса Conpan 3.1 в двенадцати монополярных отведениях по Юнгу. Автоматически получены кривые биполярных отведений. Отрезки записи длительностью 64 с подвергали спектральному анализу, эпоха анализа составляла 4 с, шаг – 2 с. Подсчитывали частоту пульса на лучевой артерии в течение 30 с, измеряли систолическое и диастолическое артериальное давление на плечевой артерии методом Короткова однократно. Вычисляли пульсовое давление, среднее динамическое давление, двойное произведение, вегетативный индекс Кердо. Изучалось адаптационное состояние студентов с помощью диагностической составляющей метода активационной профилактики и терапии в форме психофизиологической анкеты. Результаты: Студенты с двумя пиками спектральной активности в картине биполярных отведений ЭЭГ характеризуются более высоким уровнем здоровья и экономичной работой сердечно-сосудистой системы. Выводы: Свойства нервной системы, отражающиеся в структуре α -ритма биполярных отведений, способствуют лучшей адаптации студентов к обучению.

Ключевые слова: адаптация к обучению, электроэнцефалография, частота сердечных сокращений, артериальное давление, активационная профилактика и терапия

FEATURES FUNCTIONAL STATE OF MEDICAL STUDENTS

¹Poleshchuk T.S., ²Markina L.D.

¹Higher Education Far Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: tat_s82@mail.ru;

²Pacific State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Vladivostok

Modern educational process is more and more intense in even stage. Effectiveness of student adaptation to learning to a large extent depends on properties of the central nervous system and autonomic nervous system. Objective: To examine, how adaptive body resources are appear in the options of electroencephalogram. Methods: There are 44 male students of medical university, who taken a part in our investigation. Electroencephalogram was recorded with hardware and software system Conpan 3.1 in twelve monopolar leads by Jung J. Bipolar leads of electroencephalogram was received automatically. Spectral analysis was carried out for electroencephalogram recording interval 64 s. with era of analysis 4 s. and analysis step 2 s. Pulse rate in radial artery and blood pressure in brachial artery was determined once. Calculated indexes for characterizing the work of the cardiovascular system were used. Also we applied the method of activation prevention and therapy as psycho-physiological questionnaire. Results: Health level of the students with two spectral peak of activity in bipolar electroencephalogram leads was higher, and their pulse rate was lower. Conclusion: Central nervous system properties, manifesting in two spectral peak of activity in bipolar electroencephalogram leads, promotes better adaptation of the student to learning.

Keywords: adaptation to learning, electroencephalogram, hart rate, blood pressure, the method of activation prevention and therapy

Познание сущности и закономерностей процесса саморегуляции, а также факторов, способствующих и препятствующих ему, имеет большое практическое значение. Причем для каждого этапа обучения можно выделить свои наиболее остро стоящие проблемы, противоречия, требующие включения адаптационных механизмов организма, создающие порой высокое нервное-эмоциональное напряжение, которое отрицательно отражается на здоровье и физическом состоянии студентов [1]. Показано, что в процессе адаптации студентов первых и третьих курсов к учебной деятельности существенное

место принадлежит особенностям функциональных связей между нейродинамическими параметрами, личностными характеристиками, эндокринными функциями и показателями вегетативного обеспечения деятельности [2]. Среди вегетативных проявлений эмоционального напряжения особая роль отводится изменениям в сердечно-сосудистой системе, которая служит одним из основных «индикаторов» адаптации организма к изменяющимся условиям окружающей среды [1]. Ещё одним достаточно точным и информативным методом оценки адаптивных возможностей человека является

электроэнцефалография [3]. И.А. Куряев [3], рассматривая возможности использования метода электроэнцефалографии в изучении процессов адаптации человека, на основании анализа литературы делает вывод, что индивидуальные психологические свойства личности и адаптивные возможности человека тесно связаны с биоэлектрическими характеристиками мозга. Исходя из этого цель данного исследования – выявить, как адаптационные ресурсы организма отражаются в показателях ЭЭГ.

Материалы и методы исследования

В исследовании принимали участие 44 студента-юноши второго курса медицинского вуза, средний возраст которых составил 19 лет. Исследование одобрено этическим комитетом ГОУ ВПО ВГМУ (протокол № 7, дело № 45, 16 апреля 2007 г.).

ЭЭГ записывалась с помощью программно-аппаратного комплекса Conpan 3.1 в двенадцати монополярных отведениях по Юнгу [Jung, 1953 – цит. по 4, стр. 25–38] с частотой дискретизации 256 Гц, скоростью записи – 23 мм/с, коэффициентом усиления 80, в полосе частот 0,5–70 Гц. Проводилась фильтрация с сохранением частот от 0,5 до 45 Гц. Для дальнейшего анализа были визуально отобраны участки без артефактов или с их минимальным количеством. Биполярные отведения получены автоматически из монополярных. Использовалась динамическая модификация спектрального анализа [5] (смотрите также предыдущую работу авторов). Индивидуальные быстрые преобразования Фурье выполнялись для отрезка длительностью 64 с, эпоха анализа составляла 4 с, шаг – 2 с.

У студентов подсчитывали частоту пульса на лучевой артерии в течение 30 с однократно, измеряли систолическое (САД) и диастолическое (ДАД) артериальное давление на плечевой артерии методом Короткова однократно (случайное давление). Были рассчитаны пульсовое давление (ПД) по формуле $ПД = САД - ДАД$, среднее динамическое давление (СДД) по формуле $СДД = 0,42САД + 0,58ДАД$, двойное произведение (ДП) по формуле $ДП = (САД \times ЧП) / 100$, вегетативный индекс Кердо (ВИК) по формуле $ВИК = (1 - ДАД / ЧП) \times 100$. Для определения состояния адаптации использовалась диагностическая составляющая метода активационной профилактики и терапии в форме психофизиологической анкеты, включающей десять вопросов. Результаты обрабатывали с помощью компьютерной программы «Антистресс» [6]. Использовалась классификация состояний В.В. Маркина [7]. Уровень

здоровья (УЗ) диагностировался по сочетанию типа адаптационной реакции (АР) и уровня реактивности (УР) (табл. 1). Выделяют реакцию тренировки (РТ), реакцию спокойной активации (РСА), реакцию повышенной активации (РПА), реакцию преактивации (РП) и реакцию стресса (РС), которые реализуются на высоком (А), среднем (В), низком (С) и очень низком (D) УР.

Статистическая обработка была проведена с помощью пакета Excel, программы Statistica 6.0. Результаты представлены в виде n – количество обследованных студентов, $(M \pm m)$ – среднее арифметическое и ошибка среднего, Me – медиана p – уровень значимости. Для проверки значимости различий применялись дисперсионный анализ в варианте однофакторного дисперсионного анализа с фиксированными эффектами (F), метод углового преобразования Фишера (ϕ) и точный метод Фишера (ТМФ).

Результаты исследования и их обсуждение

Выделены два типа распределения спектра: первый тип – один спектральный пик в полосе α -ритма; второй тип – два спектральных пика в полосе α -ритма. Учащиеся, у которых выявлен один пик мощности при спектральном анализе для монополярных отведений ЭЭГ, составляют 52,3% ($n = 23$). У 47,7% ($n = 21$) исследованных выявлено два пика мощности в спектре ЭЭГ. У студентов с одним пиком мощности в спектре ЭЭГ его средняя частота составляет $9,85 \pm 0,15$ Гц. У учащихся с двумя пиками мощности в спектре ЭЭГ первый пик имеет частоту $9,42 \pm 0,18$ Гц, второй пик находится на частоте $10,42 \pm 0,17$ Гц. Разница между пиками составляет $1,00 \pm 0,06$ Гц. Это согласуется с данными авторов методики [5].

При спектральном анализе, проведённом для записей биполярных отведений (рис. 1), студенты, характеризующиеся одним пиком в спектре мощности ЭЭГ, составляют 54,5% ($n = 24$). Пик спектральной мощности у таких исследованных в среднем расположен на частоте $9,96 \pm 0,16$ Гц. Выявлено 45,5% ($n = 20$) учащихся с двумя пиками мощности в спектре ЭЭГ. Первый пик мощности в этой группе находится на частоте $9,58 \pm 0,14$ Гц, второй пик – на частоте $10,50 \pm 0,13$ Гц. Средняя разница между пиками составляет $0,94 \pm 0,06$ Гц.

Таблица 1

Категории состояния адаптационных механизмов

Общее состояние	АР	УЗ
Отличное и хорошее	РТ-А, РСА-А, РПА-А, РПА-В	I
Удовлетворительное	РТ-В, РСА-В, РПА-С	II
Лёгкое или умеренное нарушение здоровья	РС-А, РСА-С, РПА-Д, РС-В, РП-С, РСА-Д, РТ-С	III
Значительное нарушение здоровья	РТ-Д, РС-С, РС-Д, РП-Д	IV

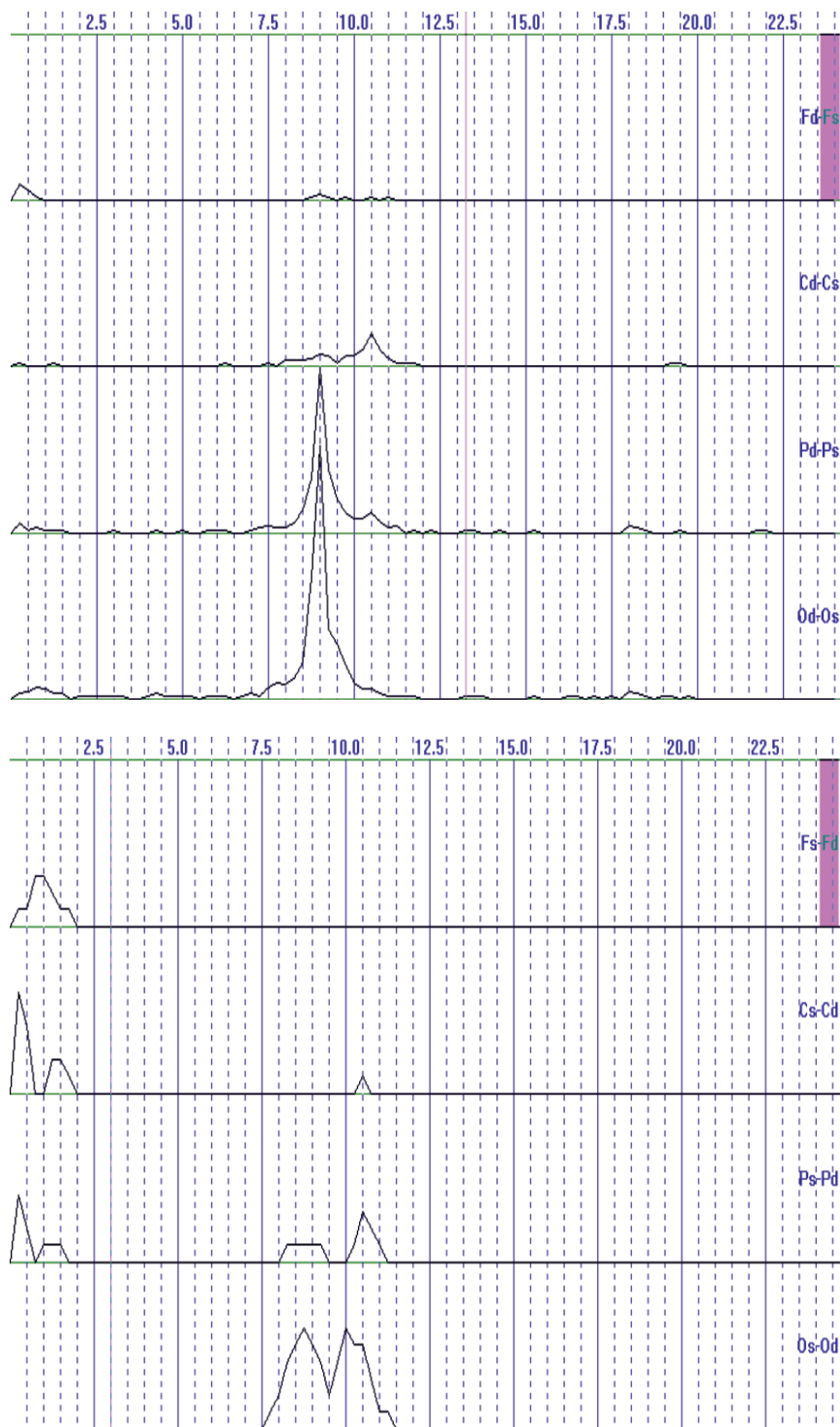


Рис. 1. Структура спектра электроэнцефалограммы

Слева – спектр мощности биоэлектрической активности мозга студента В2, снятый 31.10.2008, отведения биполярные, один пик в спектре мощности. Справа – спектр мощности биоэлектрической активности мозга студента А1, снятый 1.10.08,

биполярные отведения. В отведениях Os два пика мощности.

Среди учащихся, характеризующихся двумя пиками спектральной активности в биполярных отведениях ЭЭГ, чаще встречается второй УЗ, реже – третий (табл. 2).

Таблица 2

Тонкая структура α -ритма в биполярных отведениях и адаптация к обучению (n = 44)

Тип ЭЭГ	1 пик		2 пика		Достоверность различий
	n	%	n	%	
Уровень здоровья					Угловое отклонение, ТМФ
I	7	29,2	5	25,0	$\varphi = 0,31, p > 0,05$
II	7	29,2	13	65,0	$\varphi = 2,42, p = 0,01$
III	8	33,8	2	10,0	$\varphi = 1,94, p = 0,03$
IV	2	8,3	0	0,0	ТМФ = -1,23, $p > 0,05$
Адаптационная реакция					Угловое отклонение, ТМФ
Реакция тренировки	1	4,2	2	10,0	$\varphi = 0,76, p = 0,10$
Спокойная активация	10	41,7	10	50,0	$\varphi = 0,55, p > 0,05$
Повышенная активация	7	29,2	8	40,0	$\varphi = 0,75, p > 0,05$
Реакция переактивации	2	8,3	0	0,0	ТМФ = -1,23, $p > 0,05$
Реакция стресса	4	16,7	0	0,0	ТМФ = -2,55, $p = 0,09$

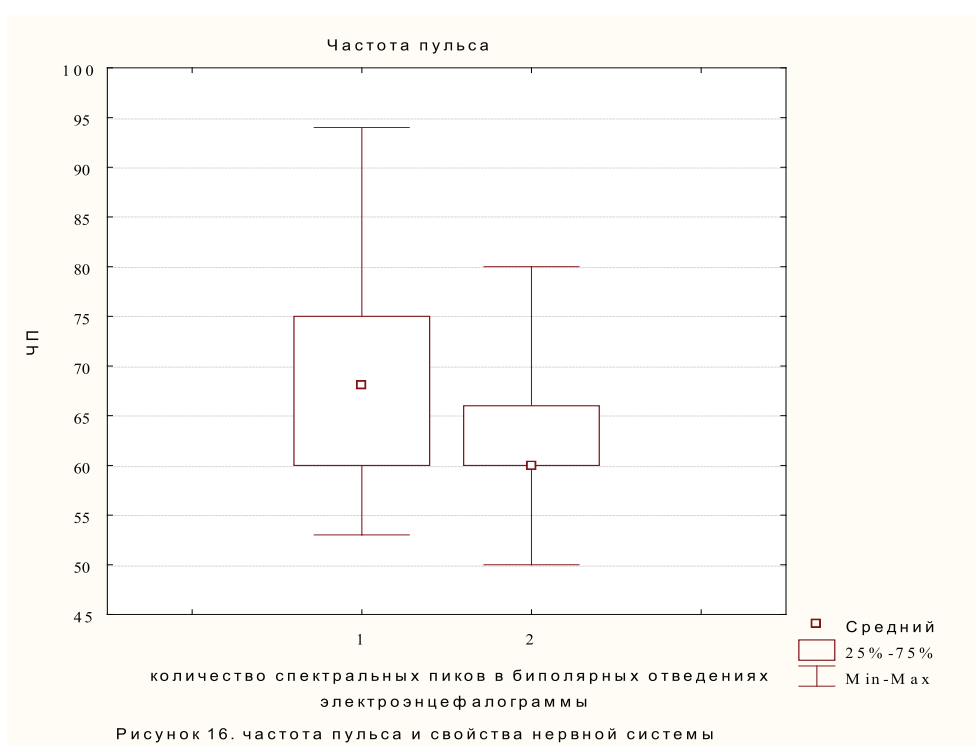


Рис. 2. Частота пульса и свойства нервной системы

В этой группе нет студентов с четвертым УЗ. Дисперсионный однофакторный анализ выявил значимую связь между типом адаптационной реакции и состоянием нервной системы, проявляющимся в количестве пиков мощности на ЭЭГ при биполярной системе отведений ($F = 4,4, p = 0,04$). У студентов с двумя спектральными пиками чаще наблюдаются благоприятные реакции спокойной и повышенной активации и реже – неблагоприятные реакции переактивации и стресса (для углового отклонения приведен односторонний уровень значимости).

У студентов с одним пиком мощности в спектре ЭЭГ частота пульса составляет $67,9 \pm 1,8$ уд/мин, Me – 68,0 уд/мин, нижний квартиль – 60,0 уд/мин, верхний квартиль – 75,0 уд/мин. Учащихся с двумя спектральными пиками характеризует частота пульса $62,5 \pm 1,7$ уд/мин, Me – 60,0 уд/мин, нижний квартиль – 60,0 уд/мин, верхний квартиль – 66,0 уд/мин (рис. 2). Дисперсионный однофакторный анализ подтвердил значимую связь с вышеупомянутым свойством нервной системы для частоты пульса ($F = 4,5, p = 0,04$).

Таким образом, студенты с двумя пиками спектральной активности в картине ЭЭГ характеризуются более высоким уровнем здоровья, гармоничными адаптационными реакциями и экономичной работой сердечно-сосудистой системы, а значит, лучше адаптированы к обучению.

Альфа-ритм является одним из наиболее изучаемых ритмов спектра ЭЭГ человека по причине широкого вовлечения в реакции мозга на многие виды деятельности и на различные состояния организма [3]. Любая функциональная система мозга может осциллировать в α -частотном диапазоне, однако в наибольшей степени к этому склонна затылочная кора и связанные с ней структуры мозга [8].

Для лиц с высокой пластичностью нервной системы характерно наличие в исходной ЭЭГ чётко выраженной структуры статистического взаимодействия компонентов ЭЭГ с большим числом высоковероятностных связей и «функциональным ядром» в области α -ритма [9]. При этом алгоритм взаимодействия компонентов ЭЭГ (авторы выделяют три основных алгоритма) тесно коррелирует с уровнем адаптивной пластичности нейродинамических процессов, с индивидуальными особенностями саморегуляции центральной и вегетативной нервной системы и их динамикой в процессе адаптации, с психологическими особенностями личности, с качеством и надёжностью деятельности, с характером и глубиной состояний психической дизадаптации [9]. Установлено, что при ухудшении УЗ снижается индекс α -ритма, нарастает корково-подкорковая дисфункция, нарастает интегральный показатель на фоне увеличения полиморфной диффузной медленно-волновой активности [10]. Гармоничные адаптационные реакции при I и II уровнях здоровья сопровождаются синхронизацией корковых биопотенциалов, что является отражением энергетически оптимального режима функционирования организма [10].

Высокая реактивность α -диапазона ЭЭГ в ответ на самые разнообразные внешние и внутренние события предполагает его функциональную неоднородность [11; 5; 12 и др.]. О.М. Vazanova, D. Vernon [13] предположили, что различия в частоте альфа-пика в состоянии покоя отражают эндотипический признак, указывающий на различные механизмы активации мозга и генерации α -волн. Ряд авторов указывают на наличие нескольких α -генераторов [11, 14 и др.]. А.Т. Бондарь и А.И. Федотчев [5] обнаружили в состоянии покоя с закрытыми глазами у большинства испытуемых сложную структуру α -диапазона ЭЭГ, состоя-

щую из двух комплексов пиков, в среднем различающихся по частоте на $0,9 \pm 0,2$ Гц. В нашем исследовании у студентов с одним пиком мощности в спектре ЭЭГ максимум в среднем по группе расположен в интервале 9–10 Гц. У студентов с двумя пиками мощности в спектре ЭЭГ один из них также расположен в этом интервале, а второй – в интервале 10–11 Гц.

С преобладанием и усилением активности низкочастотного α -генератора с частотой 7–8 Гц связано функциональное состояние непродуктивной напряжённости, а при состоянии продуктивной напряжённости наблюдается усиление активности среднечастотного α -генератора, работающего на частоте 9–10 Гц [11, с. 87–106]. Возможно, преобладание этих частот в покое говорит, что такие студенты в целом приспособились к условиям обучения.

Альфа-активность, в частности α -ритм, является производным когнитивной деятельности. Хотя спектральные характеристики α -ритма слабо коррелируют с показателями интеллекта, среднечастотные показатели α -активности в лобно-височных отведениях демонстрируют высокие корреляции с интеллектом и другими когнитивными функциями [8]. У большей части исследованных решение арифметических и деадaptических задач связано с более высокочастотным ритмом, тогда как решение зрительных задач требует более низких частот ритма [11, с. 87–106]. Так как врачам и учащимся медицинского вуза приходится решать широкий спектр задач, то можно предположить, что наличие двух пиков α -ритма в покое наиболее полно соответствует этим требованиям, позволяя студентам лучше справляться с такими задачами.

А.Т. Бондарь, А.И. Федотчев [5] предположили, что один из компонентов α -активности может находиться в латентном состоянии и проявляться только при изменении функционального состояния. Значит, студентов с одним и с двумя пиками мощности в картине спектра электроэнцефалограммы можно рассматривать как находящиеся в качественно различных функциональных состояниях. Среди студентов с одним пиком мощности должны наблюдаться условия, усиливающие один пик и подавляющие другой. Такими условиями могут быть, например, сильная мотивация на обучение. Возможно также, что наличие двух пиков в α -диапазоне отражает определённую конфигурацию структур мозга, вовлечённых в формирование этих ритмов и функциональных систем, ответственных за различные стратегии адаптации.

Значимое влияние на уровень здоровья и частоту сердечных сокращений выявлено для биполярных отведений, а не монополярных, что говорит об участии взаимодействия полушарий в поддержании состояния нервной системы, благоприятного при адаптации к учёбе. Это соответствует литературным данным [3 и др.]. В частности, вклад в спектральную картину α -активности биполярных отведений, по-видимому, вносит зрительная асимметрия, которая, по нашим данным [15], значимо влияет на УЗ.

Выводы

Комплекс свойств нервной системы, отражающийся в спектральной картине биполярных отведений электроэнцефалограммы двумя пиками в α -диапазоне, способствует лучшей адаптации к обучению.

Список литературы

- Осадчая Е.А., Петрова Р.Ф. Учебный стресс как показатель степени эмоционального напряжения организма студентов в процессе адаптации к вузу // Учёные записки Орловского государственного университета. Естественные, технические и медицинские науки. – 2009. – № 4. – С. 40–49.
- Литвинова Н.А., Казин Э.М., Лурье С.Б., Булатова О.В. Роль индивидуальных психофизиологических особенностей в адаптации к умственной деятельности // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2013. – № 1 (45). – С. 145–247.
- Куряев И.А. Возможности использования ЭЭГ в изучении адаптационных процессов человека // Вестник РУДН, серия Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2012. – № 3. – С. 40–43.
- Зенков Л.Р. Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии). Руководство для врачей / Л.Р. Зенков. – 7-е изд. – М.: МЕДпресс-информ, 2016. – 360 с.
- Бондарь А.Т., Федотчев А.И. Ещё раз о тонкой структуре α -ритма ЭЭГ человека: два спектральных компонента в состоянии покоя // Физиология человека. – 2001. – Т. 27, № 4. – С. 15–22.
- Гаркави Л.Х. Антистрессорные реакции и активационная терапия. Реакция активации как путь к здоровью через процессы самоорганизации / Л.Х. Гаркави, Е.Б. Квакина, Т.С. Кузьменко. – М.: Имедис, 1998. – 656 с.
- Маркина Л.Д., Маркин В.В. Прогнозирование развития дизадаптационных состояний и алгоритм их эффективной коррекции // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2008. – № 3. – С. 30–36.
- Полунина А.Г. Показатели электроэнцефалограммы при оценке когнитивных функций // Журнал неврологии и психиатрии. – 2012. – № 7. – С. 74–82.
- Сороко С.И. Основные типы механизмов саморегуляции мозга / С.И. Сороко, С.С. Бешкаев, Ю.А. Сидоров. – Л.: Наука, 1990. – 205 с.
- Баркар А.А., Маркина Л.Д. Показатели адаптации у правой и левой // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2014. – № 3. – С. 74–76.
- Данилова Н.Н. Психофизиологическая диагностика функциональных состояний: учеб. пособие / Н.Н. Данилова. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 192 с.
- Русалова М.Н. Амплитуда альфа-ритма как показатель устойчивости мысленного воспроизведения эмоциональных образов по памяти // Асимметрия. – 2015. – Т. 9. № 4. – С. 4–17. URL: <http://dx.doi.org/10.18454/ASY.2015.34.732>.
- Bazanov O.M., Vernon D. Interpreting EEG alpha activity. *Neurosci. Biobehav. Rev.* – 2014. – vol. 44. – P. 94–110. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.05.007>.
- Лобасюк Б.А., Боделян М.И. Взаимоотношения ритмов ЭЭГ разных отведений // The Unity of Science: International Scientific Periodical Journal. – 2016. – № 4. – С. 90–94.
- Полещук Т.С. Профиль функциональной асимметрии мозга и адаптация студентов к учебному процессу: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Владивосток, 2011. – 23 с.