

УДК 612.01.537.531

**ИЗМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ
ПОД ВЛИЯНИЕМ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ**

Пономарева В. П., Чуян Е. Н., Махонина М. М.

Ведущую роль в процессах адаптации организма человека и животных к различным условиям среды, в том числе и к электромагнитным излучениям (ЭМИ) различных диапазонов, играет центральная нервная система (ЦНС) [1; 2], фундаментальной закономерностью которой является функциональная межполушарная асимметрия (МПА) головного мозга [3; 4]. Доказано, что МПА проявляется на биохимическом, анатомическом, моторном, сенсорном и психическом уровнях, а ее характер зависит от гормонального статуса и функционального состояния организма [5]. В процессе приспособления к изменяющимся условиям среды организм человека и животных в качестве одного из механизмов адаптации использует изменение функциональных асимметрий [5; 6; 7]. Так, при продолжительных стереотипных нагрузках «левополушарная» деятельность головного мозга сменяется «правополушарной» [4; 8]. Отмечено, что изменение функционального состояния организма в результате длительной монотонной деятельности, при медитации, различных патологических процессах сопровождается уменьшением МПА [9-14].

Таким образом, изменение выраженности функциональной асимметрии может быть, с одной стороны, чувствительным индикатором воздействия, а, с другой стороны, иметь важное значение в генезе развивающихся на действие разнообразных факторов адаптационных реакций организма. Однако изменение МПА и связанных с ней функциональных асимметрий при действии низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ не изучено. Исследование этого вопроса приобретает большое значение в связи с возможностью определения критерия индивидуальной чувствительности человека к действию этого фактора, выбора эффективной локализации воздействия и исследования роли различных гемисфер в реализации эффектов ЭМИ КВЧ.

В связи с этим, задачей настоящего исследования явилось изучение изменений коэффициентов сенсорной асимметрии у испытуемых с разным профилем функциональной асимметрии при воздействии ЭМИ КВЧ разной локализации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Эксперименты проведены на практически здоровых людях 18-20-летнего возраста. У испытуемых определялась сенсорная асимметрия, которая у человека в отличие от моторной, является более постоянной и наиболее точно отражает асимметрию ЦНС [15]. Сенсорная асимметрия определялась с помощью комплекса

стандартных методик [15], на основании которого определяли ведущее ухо: метод бинауральной дихотической стимуляции; ведущий глаз: рассматривание в подзорную трубу, проба Розенбаха; методика диоптрической экспозиции; измерение монокулярных полей зрения при помощи периметра Ферстера. По результатам этих исследований высчитывали коэффициенты правого глаза и правого уха ($K_{пу}$ и $K_{пг}$) по формуле: $K = (П-Л)/(П+Л) * 100\%$, где П и Л – количество предпочтений правого или левого глаза/уха. Указанные коэффициенты рассчитывали по абсолютному значению и по модулю $|K_{пг}|$ и $|K_{пу}|$. Положительный знак К указывает на преобладание правого глаза (уха) и доминантность левого полушария (ЛП), отрицательный — преобладание левого глаза (уха) в восприятии и доминантность правого полушария (ПП). Следовательно, использованные методики фактически позволяют изучить системы: правые глаз (ухо) – ЛП мозга и левые глаз (ухо) – ПП мозга [15].

По результатам предварительного тестирования все испытуемые были разделены на 4 фенотипических подгруппы по критерию ведущих (доминирующих) глаза и уха. Каждая подгруппа в свою очередь была разделена на две однородные группы: контрольную и экспериментальную. Экспериментальная группа испытуемых с разным профилем сенсорной асимметрии была разделена на три группы в зависимости от локализации воздействия ЭМИ КВЧ: 1 – область биологически активной точки (БАТ) G1(П) 4 – Хэ-Гу левой руки; 2 – БАТ G1(П) 4 – Хэ-Гу правой руки; 3 – область грудины.

В течение 10-ти дней испытуемые экспериментальных групп проходили курс ЭМИ КВЧ. В эксперименте использовали генератор ЭМИ КВЧ «Луч. КВЧ-071» с длиной волны 7,1мм, плотностью потока мощности 0,1 мВт/см². КВЧ-облучение проводили утром в одно и то же время, экспозиция 30 минут.

Исследование динамики $K_{пг}$ и $K_{пу}$ у испытуемых контрольной и экспериментальной групп проводили до воздействия ЭМИ КВЧ (фон), в течение курсового применения КВЧ-воздействия (1, 5 и 10 сутки), а также через 5 суток после окончания КВЧ-воздействия (15 сутки эксперимента).

Статистическую обработку полученных результатов проводили путем вычисления среднего, среднеквадратичного отклонения, ошибки средней. В качестве критерия оценки достоверности наблюдаемых изменений использовали t-критерий Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительный анализ динамики коэффициентов сенсорной асимметрии у испытуемых всех фенотипических групп показал, что у волонтеров контрольной группы указанные коэффициенты достоверно не изменялись в течение всего срока наблюдения (табл.1; рис.1). Под влиянием ЭМИ КВЧ произошло изменение $K_{пг}$ и $K_{пу}$ у испытуемых всех фенотипических групп, однако, степень выраженности этих изменений была различной и зависела как от локализации воздействия КВЧ-облучения, так и от исходного уровня сенсорной асимметрии волонтеров.

У испытуемых с правосторонним сенсорным фенотипом по признаку ведущего глаза, то есть с доминирующим ЛП, при КВЧ-воздействии на область Хэ-Гу левой руки зафиксировано уменьшение $K_{пг}$ по модулю с сохранением того же знака в течение всего экспериментального воздействия. На 10-е сутки эксперимента $K_{пг}$

ИЗМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

уменьшился до 19% относительно исходного уровня ($p < 0,001$). На 15-е сутки наблюдения, т. е. через 5 дней после окончания КВЧ-воздействия, Кпг составлял всего 11% от значения этого показателя в контрольной группе испытуемых ($p < 0,001$). В то же время, при действии ЭМИ мм диапазона на область Хэ-Гу правой руки значения указанного коэффициента увеличивались относительно уровня как исходных, так и контрольных значений на 54% ($p < 0,001$) и 45% ($p < 0,01$) соответственно. На 15-е сутки эксперимента зафиксировано небольшое снижение показателя Кпг по сравнению с его значением после 10-тикратного воздействия, однако, он оставался на 23% выше величины этого коэффициента в контроле ($p < 0,05$). При использовании в качестве зоны локализации КВЧ-воздействия области грудины также зарегистрировано существенное повышение Кпг, который в данном случае составил 152% на 10-е сутки и 148% на 15-е сутки эксперимента относительно значений в контрольной группе испытуемых ($p < 0,001$) (табл. 1).

Аналогичная динамика у испытуемых с правосторонней сенсорной локализацией зафиксирована и для Кпу. При воздействии ЭМИ мм диапазона на область Хэ-Гу левой руки Кпу уменьшился по модулю при сохранении того же знака в течение всего экспериментального воздействия и к 10-м суткам составил 40% от исходных величин ($p < 0,001$) и 37% от значений этого показателя в контрольной группе испытуемых ($p < 0,001$) (рис. 1). Через 5 дней после окончания курса КВЧ-воздействия, на 15-е сутки эксперимента, Кпу составил всего 37% от соответствующих значений в контроле ($p < 0,001$). Напротив, при облучении области Хэ-Гу правой руки указанный коэффициент увеличился относительно уровня как исходных, так и контрольных значений на 43% ($p < 0,01$) и 33% ($p < 0,05$) соответственно (рис. 1). На 15-е сутки наблюдения Кпу незначительно снизился относительно значений, зарегистрированных после 10-тикратного воздействия ЭМИ КВЧ, однако, оставался на 29% выше соответствующего значения у испытуемых контрольной группы ($p < 0,05$). При локализации воздействия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ на области грудины значения Кпу также существенно повысились, составив 128% на 10-е сутки и 125% на 15-е сутки эксперимента относительно значений в контроле ($p < 0,05$).

Таким образом, при воздействии ЭМИ КВЧ на области грудины или точки Хэ-Гу правой руки у испытуемых с правосторонним сенсорным фенотипом, т. е. доминирующим ЛП, зарегистрировано увеличение Кпг и Кпу и, напротив, снижение этих коэффициентов при КВЧ-воздействии на область левой БАТ.

У испытуемых с левосторонней сенсорной асимметрией, то есть с ведущим ПП, отмечены противоположные изменения Кпг и Кпу. При локализации ЭМИ КВЧ на левую БАТ наблюдалось уменьшение Кпг, но он увеличился по модулю и на 10-е сутки наблюдения составил 153% относительно исходных значений ($p < 0,001$) и 135% относительно данных контрольной группы ($p < 0,001$). При локализации ЭМИ на области БАТ правой руки или грудины абсолютные значения Кпг увеличились, но зафиксировано их уменьшение по модулю в 6,5 и 4,4 раза соответственно ($p < 0,001$).

Изменение Кпу у испытуемых того же фенотипа носило сходный характер (рис. 1). Так, при облучении области БАТ левой руки происходило увеличение $|Кпу|$, который на 10-е сутки наблюдения составил 144% и 117% относительно исходных и контрольных значений соответственно ($p < 0,001$). При локализации ЭМИ на области

БАТ правой руки или грудины абсолютные значения Кпу уменьшились в 4,2 и 11,0 раз соответственно ($p < 0,001$) (рис. 1).

Следовательно, воздействие ЭМИ КВЧ на области грудины или Хэ-Гу правой руки у испытуемых с левосторонним сенсорным фенотипом, т. е. ведущими левым глазом и левым ухом и доминирующим ПП головного мозга, вызывало снижение |Кпг| и |Кпу| и, в то же время, их повышение при воздействии ЭМИ КВЧ на область Хэ-Гу левой руки.

Таблица 1.

Изменение коэффициента правого глаза (Кпг) у испытуемых с различными сенсорными фенотипами при воздействии ЭМИ КВЧ разной локализации

Кпг	Группы	№	Сутки					
			Фон	1	5	10	15	
Кпг > 0	Контроль	1	61,00 ± 5,00 $p_{1,5} < 0,001$	62,00 ± 3,50 $p_{1,5} < 0,001$	62,45 ± 2,00 $p_{1,5} < 0,001$	61,00 ± 4,00 $p_{1,5} < 0,001$	63,40 ± 5,45 $p_{1,5} < 0,001$	
	Локализация ЭМИ КВЧ	Хэ-гу левая	2	55,00 ± 1,00	44,00 ± 1,00 $p_{1,2} < 0,02$	15,67 ± 2,67 $p_{1,2} < 0,001$	10,33 ± 2,60 $p_{1,2} < 0,001$	6,67 ± 2,40 $p_{1,2} < 0,001$
		Хэ-гу правая	3	57,67 ± 4,33	67,00 ± 1,00 $p_{2,3} < 0,001$	88,67 ± 1,33 $p_{1,3} < 0,01$ $p_{2,3} < 0,001$	88,67 ± 1,33 $p_{1,3} < 0,01$ $p_{2,3} < 0,001$	77,33 ± 1,33 $p_{1,3} < 0,05$ $p_{2,3} < 0,001$
		Грудина	4	66,00 ± 7,00	81,00 ± 5,00 $p_{1,4} < 0,05$ $p_{2,4} < 0,01$ $p_{3,4} < 0,05$	91,00 ± 5,00 $p_{1,4} < 0,02$ $p_{2,4} < 0,001$	93,00 ± 3,00 $p_{1,4} < 0,02$ $p_{2,4} < 0,001$	94,00 ± 4,00 $p_{1,4} < 0,02$ $p_{2,4} < 0,001$ $p_{3,4} < 0,05$
Кпг < 0	Контроль	5	-44,00 ± 1,00 $p_{1,5} < 0,001$	-44,00 ± 3,50 $p_{1,5} < 0,001$	-44,00 ± 3,00 $p_{1,5} < 0,001$	-47,33 ± 4,00 $p_{1,5} < 0,001$	-48,33 ± 3,00 $p_{1,5} < 0,001$	
	Локализация ЭМИ КВЧ	Хэ-гу левая	6	-42,67 ± 1,00 $p_{2,6} < 0,001$	-45,00 ± 2,00 $p_{2,6} < 0,001$	-51,00 ± 3,50 $p_{5,6} < 0,05$ $p_{2,6} < 0,001$	-65,00 ± 3,50 $p_{5,6} < 0,01$ $p_{2,6} < 0,001$	-65,33 ± 3,00 $p_{5,6} < 0,001$ $p_{2,6} < 0,001$
		Хэ-гу правая	7	-44,67 ± 8,79 $p_{3,7} < 0,001$	-36,00 ± 3,86 $p_{6,7} < 0,05$ $p_{3,7} < 0,001$	-24,33 ± 1,00 $p_{5,7} < 0,001$ $p_{6,7} < 0,001$ $p_{3,7} < 0,001$	-20,67 ± 0,67 $p_{5,7} < 0,001$ $p_{6,7} < 0,001$ $p_{3,7} < 0,001$	-10,00 ± 3,33 $p_{5,7} < 0,001$ $p_{6,7} < 0,001$ $p_{3,7} < 0,001$
		Грудина	8	-42,50 ± 6,50 $p_{4,8} < 0,001$	-38,00 ± 6,50 $p_{4,8} < 0,001$	-25,33 ± 3,00 $p_{5,8} < 0,001$ $p_{6,8} < 0,001$ $p_{4,8} < 0,001$	-19,67 ± 2,50 $p_{5,8} < 0,001$ $p_{6,8} < 0,001$ $p_{4,8} < 0,001$	-15,00 ± 11,50 $p_{5,8} < 0,001$ $p_{6,8} < 0,001$ $p_{4,8} < 0,001$

P_{1-8} – достоверность различий по критерию Стьюдента между группами, обозначенными в таблице 1 – 8 соответственно.

ИЗМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

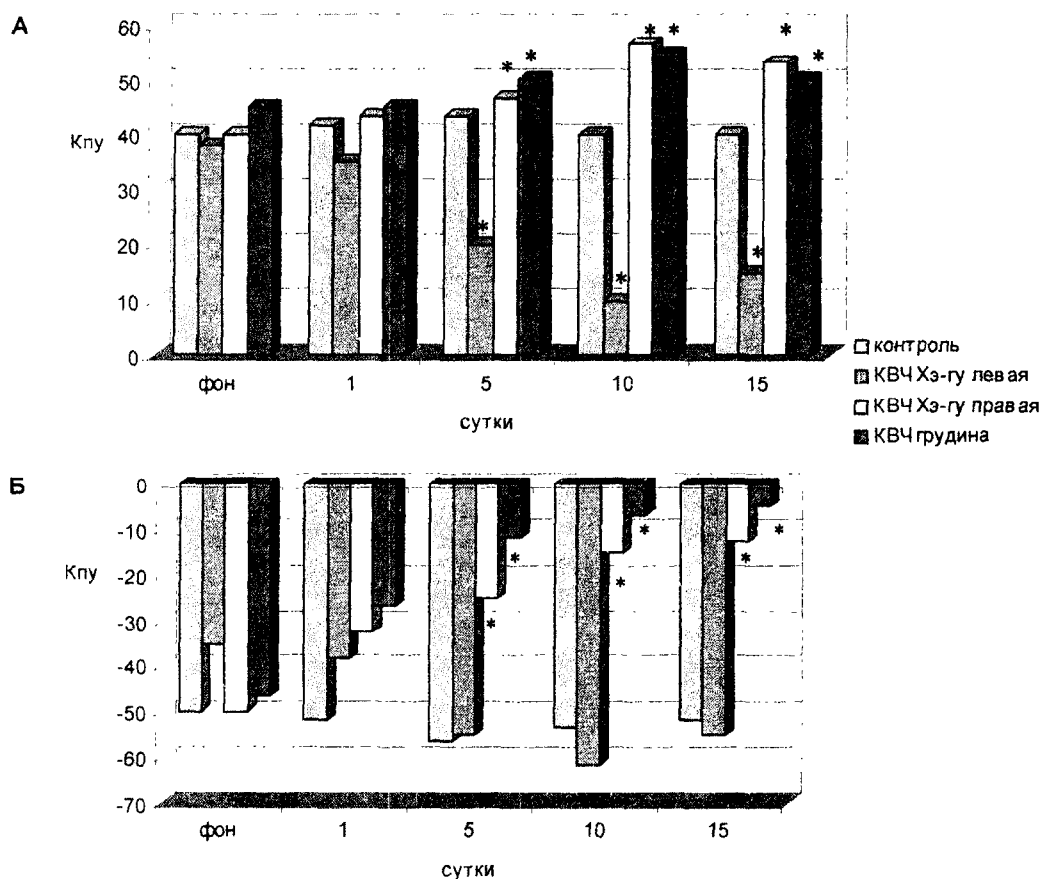


Рис. 1. Изменение коэффициента правого уха (Кпу) у испытуемых с ведущими правым (А) и левым (Б) ухом контрольной группы (контроль) и при воздействии ЭМИ КВЧ на область грудины и точки Хэ-Гу левой или правой рук.

* – различия достоверны относительно значений контрольной группы испытуемых.

Таким образом, многократное воздействие ЭМИ КВЧ у здоровых испытуемых не вызывало изменения знака функциональной асимметрии, что согласуется с литературными данными. Так, в экспериментах на наркотизированных крысах [16] и здоровых людях [17] установлено, что при воздействии ЭМИ КВЧ сохранялся знак исходной МПА. Вместе с тем, ЭМИ КВЧ повлияло на величину МПА, причем, ее увеличение или уменьшение было связано как с исходной сенсорной латерализацией, так и с локализацией воздействия. В том случае, когда источник ЭМИ КВЧ являлся контралатеральным по отношению к доминирующему полушарию, асимметрия увеличивалась, в случае же ипсилатерального воздействия – асимметрия уменьшалась. Полученные данные, по-видимому, могут быть объяснены взаимодействием эндогенной и экзогенной асимметрий, поскольку важным свойством функциональной МПА является ее способность взаимодействовать с асимметрией, обусловленной действием внешних раздражителей, причем сторона

раздражения может влиять на величину асимметрии [4]. По мнению В.Л. Бианки [4], физиологическим механизмом, лежащим в основе взаимодействия эндо- и экзогенной асимметрий, является суммационно-реципрокный доминантный механизм. Доминанта, лежащая в основе эндогенной асимметрии, подкрепляется за счет возбуждения экзогенного раздражителя, в результате чего происходит усиление или ослабление результирующей МПА, т. е. ее модуляция. Можно предположить, что ежедневное воздействие низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ, использовавшееся в наших опытах, в результате неодинакового исходного функционального состояния симметричных корковых очагов у здоровых испытуемых разных латеральных фенотипов приводило к формированию в одном из них стационарного очага возбуждения, обладающего доминантными свойствами. В этом очаге преимущественно и происходила суммация возбуждений. Если суммация возбуждения имела место в доминантном полушарии (контралатеральном по отношению к стороне воздействия), то происходило увеличение МПА при КВЧ-воздействии, и, следовательно, увеличивалась и эффективность ЭМИ КВЧ в отношении повышения неспецифической резистентности. Напротив, возникновение стационарного очага возбуждения, обладающего доминантными свойствами, в субдоминантном полушарии (ипсилатеральном по отношению к стороне воздействия) приводило к уменьшению МПА.

Известно, что снижение функциональной асимметрии свидетельствует о снижении адаптивности, напротив, ее увеличение способствует увеличению адаптивных возможностей организма к действию различных факторов [18]. Эти данные согласуются с результатами наших предыдущих исследований, в которых показано, что при использовании локализации воздействия ЭМИ КВЧ, контралатеральной доминирующему полушарию, у испытуемых происходило увеличение неспецифической резистентности [19], повышение объемов памяти, внимания, снижение тревожности [20] в большей степени, чем при использовании локализации ЭМИ, ипсилатеральной доминирующему полушарию.

Поэтому можно утверждать, что эффективность действия ЭМИ КВЧ зависит от профиля функциональной сенсорной асимметрии человека и локализации воздействия. Причем, выбор эффективной локализации воздействия может быть осуществлен на основе определения сенсорной асимметрии человека. Полученные данные вносят определенный вклад в понимание механизмов действия ЭМИ КВЧ и способствуют повышению эффективности применения этого фактора.

Список литературы

1. Сидякин В.Г. Влияние глобальных экологических факторов на нервную систему. – Киев: Наукова думка, 1986. – 160 с.
2. Холодов Ю.А. Реакции нервной системы на электромагнитные поля. – М.: Наука, 1975. – 207 с.
3. Симерницкая Э.Г. Доминантность полушарий. Нейропсихологические исследования. – М., 1978. – 95 с.
4. Бианки В.Л. Механизмы парного мозга. – Л.: Наука, 1989. – 356 с.
5. Абрамов В.В., Абрамова Т.Я. Асимметрия нервной, эндокринной и иммунной систем. – Новосибирск: Наука, 1996. – 97 с.

**ИЗМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ
НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ
ЧАСТОТЫ**

6. Казначеев В.П., Чуприков А.П. Функциональная асимметрия и адаптация человека. – М.: Московский НИИ психиатрии, 1976. – 256 с.
7. Шанина Г.Е. Межполушарная асимметрия как фактор, лимитирующий проявления высших психических функций (Обзор литературы отечественных и зарубежных авторов) // Теория и практика физической культуры. – 2002. - № 6. – С. 45-48.
8. Dimond S.J., Beaumont J.G. On the Nature of the Interhemispheric Effects of Fatigue // Acta Psychologica. – 1972. - Vol. 36, № 6. – P. 443-449.
9. Bennett J.E., Trinder J. Hemispheric Laterality and Cognitive Style Associated with Transcendental Meditation // Psychophysiology. – 1977. – Vol. 14, № 3. – P. 293-296.
10. Beaumont J.G., Mayes A.R., Rugg M.D. Asymmetry in EEG alpha Coherence and Power: Effects of Task and Sex // Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. – 1978. – Vol. 45, № 3 – P. 393-401.
11. Янсоне И.Р. Функциональная структура физиологических реакций человека в условиях монотонной деятельности различной специфики: Автореф. канд. дис. – Тарту, 1979. – 23 с.
12. Ильенкова М.А., Орлова Е.И., Камышева А.С. и др. Межполушарная асимметрия nigrostriарной системы мозга крыс, генетически предрасположенных к каталепсии // Бюллетень exper. мед и биол. – 1992. - № 4. – С. 377-379.
13. Васильева А.В., Черноситов А.В., Сагамонова К.Ю. Особенности межполушарной асимметрии мозга при физиологической и индуцированной беременности // Материалы конференции «Актуальные вопросы функциональной межполушарной асимметрии». – 2000. – Часть 2. – С. 5-7.
14. Вербицкая Е.И., Пизова Н.В., Степанов И.О. Особенности функциональной организации головного мозга при различных аутоиммунных процессах // Материалы конференции «Актуальные вопросы функциональной межполушарной асимметрии». – 2000. – Часть 2. – С. 7-8.
15. Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. Функциональные асимметрии человека. — М.: Медицина, 1988. – 256 с.
16. Сидоренко А.В., Царюк В.В. Влияние микроволн на межполушарную асимметрию головного мозга у наркотизированных крыс // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 2001. – Т. 24, № 3. – С. 9-12.
17. Лебедева Н.Н., Котровская Т.И. Экспериментально-клинические исследования в области биологических эффектов миллиметровых волн (обзор, часть 1) // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 1999. – Т. 15, № 3. – С. 3-15.
18. Егоров А. Ю. Функциональная асимметрия мозга и важность развития клинического направления в эволюционной физиологии // Тенденции развития физиологических наук. - СПб.: Наука, 2000. - С. 159-178.
19. Чуян Е.Н, Темурьянц Н.А., Московчук О.Б. и др. Физиологические механизмы биологических эффектов низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ. – Симферополь: ЧП «Эльиньо», 2003. – 448 с.
20. Чуян Е.Н, Пономарева В.П. Зависимость эффективности ЭМИ КВЧ от индивидуальных особенностей испытуемых и локализации воздействия // Ученые записки ТНУ им. В.И.Вернадского, серия «Биология, химия». – 2002. – Т. 15 (54), № 1 – С. 12-19.

Поступила в редакцию 12.12.2003 г.