

**УДК 615.796.33**

## **ИЗМЕНЕНИЕ ТИПА НЕСПЕЦИФИЧЕСКИХ АДАПТАЦИОННЫХ РЕАКЦИЙ ОРГАНИЗМА И СОДЕРЖАНИЯ КАТЕХОЛАМИНОВ В ЭРИТРОЦИТАХ КРОВИ У СПОРТСМЕНОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭМИ КВЧ**

*Грабовская Е.Ю., Нагаева Е.И., Мишин Н.П., Назар М.О.*

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина  
E-mail: grabovskaya13@mail.ru*

Исучено влияние низкоинтенсивных электромагнитных излучений крайне высокой частоты на развитие неспецифических адаптационных реакций и содержание катехоламинов в эритроцитах крови спортсменов. Показано, что под влиянием электромагнитных излучений крайне высокой частоты происходит изменение типа неспецифических адаптационных реакций организма, изменяется содержание катехоламинов в эритроцитах крови спортсменов.

**Ключевые слова:** электромагнитное излучение крайне высокой частоты, неспецифические адаптационные реакции организма, эритроциты, катехоламины

### **ВВЕДЕНИЕ**

Многочисленными исследованиями установлено, что в формировании ответа организма на действие раздражителей различной природы и интенсивности принимает участие симпатoadренальная система (САС). Оба ее звена – центральное гипоталамическое и периферическое адреномедулярное – активно участвуют в формировании адаптационных реакций [1-3]. Наиболее доступным и информативным тестом, адекватно характеризующим функциональную активность САС, является цитохимический анализ катехоламинов (КА) в эритроцитах периферической крови [4]. Установлено, что содержание КА в эритроцитах коррелирует с уровнем адреналина и норадреналина в плазме крови [5]. Другим показателем, адекватно характеризующим состояние организма, является лейкоцитарная формула – интегральный показатель эффективности общих неспецифических адаптационных реакций организма (НАРО) при действии на него неспецифических раздражителей, к которым относится и физическая нагрузка [6].

Установлено, что специфические черты современной мышечной тренировки обусловлены систематическим применением значительных по величине нагрузок, приводящих к повышению частоты и интенсивности стрессовых ситуаций, развитию неблагоприятных адаптационных реакций организма, выполнению повторной тренировочной работы на фоне недовосстановления функциональных возможностей, ухудшению самочувствия спортсменов, и как следствие, к снижению спортивных результатов [7]. В связи с этим восстановление спортивной работоспособности и

нормального функционирования организма является неотъемлемой составной частью системы подготовки спортсменов, а внедрение в тренировочный процесс методов специального повышения работоспособности особенно актуально [8]. В этом плане перспективным может оказаться применение низкоинтенсивных электромагнитных излучений (ЭМИ) крайне высокой частоты (КВЧ). Данные различных авторов говорят о том, что этот физический фактор обладает высокой биологической активностью, изменяет функциональное состояние многих физиологических систем, повышает неспецифическую резистентность, лимитирует развитие стресс-реакции, а также хорошо сочетается с другими методами, не имеет отдаленных, неблагоприятных последствий и абсолютных противопоказаний [9-11]. Однако в литературе практически нет сведений о влиянии ЭМИ КВЧ на развитие неспецифических адаптационных реакций и функциональное состояние симпатoadренальной системы организма спортсменов.

В связи с этим, целью исследования явилось изучение влияния ЭМИ КВЧ на изменение неспецифических адаптационных реакций и содержание катехоламинов в эритроцитах крови спортсменов.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

В обследовании принимали участие 14 студентов, занимающихся спортом, в возрасте 18-20 лет. Спортивная специализация – футбол, баскетбол, стаж занятий спортом 3–4 года, квалификация спортсменов – не выше 1 разряда. Все обследуемые систематически тренировались (не менее 8-10 часов в неделю).

Источником ЭМИ КВЧ служили терапевтические генераторы “КВЧ. РАМЕД-ЭКСПЕРТ-01”(ТМ 158.00.00.00), с рабочей длиной волны – 7,1мм; несущей частотой электромагнитных колебаний излучателей –  $42194 \pm 20$  МГц, частотой модуляции  $10 \pm 0,1$  Гц, габаритными размерами излучателя типа «точка» 18x24 мм. [12].

Воздействие производилось на биологически активную точку VC17 (тань-чжун), которая обладает общефункциональным терапевтическим действием на основные системы организма [13, 14]. Излучатель прикреплялся на передней средней линии груди, на уровне четвертого межреберья, на горизонтальной линии сосков (чуть выше) или во впадине грудины, на уровне вырезки 5 ребра (обследуемый находился в положении сидя). Воздействие ЭМИ КВЧ осуществлялось ежедневно (не учитывая субботы и воскресенья) с 9 до 11 часов. Продолжительность воздействия – 30 минут. Забор крови проводили в одно и то же время до начала курса КВЧ-воздействия (фоновое значение), а также после 1-го, 5-го и 10-го сеансов КВЧ. Условия взятия материала во всех экспериментах были стандартизированы.

Лейкоцитарная формула определялась в мазках крови, окрашенных по Романовскому, путем подсчета 100 клеток [15]. Затем определялся тип неспецифической адаптационной реакции организма по отношению лимфоцитов (Л) к сегментоядерным нейтрофилам (Нс). В соответствии с критерием определения неспецифических адаптационных реакций по лейкоцитарной формуле у человека, разным типам НАРО соответствует разная величина отношения Л/Нс: стресс-реакция – не более 0,3; реакция тренировки – 0,31-0,5; реакция спокойной активации – 0,51-0,7; реакция повышенной активации – 0,71-0,9; реакция

переактивации – более 0,9. Остальные клетки белой крови являются дополнительными признаками реакций, свидетельствуют о физиологичности реакций, степени полноценности, степени напряженности и отношения к общепринятым границам нормы [6].

Для оценки функциональной активности симпатoadреналовой системы определяли цитохимический показатель содержания (ЦПС) катехоламинов (КА) в эритроцитах (Э) периферической крови по методу [4] на основании дифференцированного подсчета 100 клеточных элементов в соответствии с принципом L.S.Karlow (1955) [16]. Оценка достоверности полученных результатов проводилась с помощью t-критерия Стьюдента.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали проведенные исследования, под влиянием ЭМИ КВЧ на биологически активную точку VC 17, у спортсменов–игровиков происходит изменение типа НАРО (рис.1).

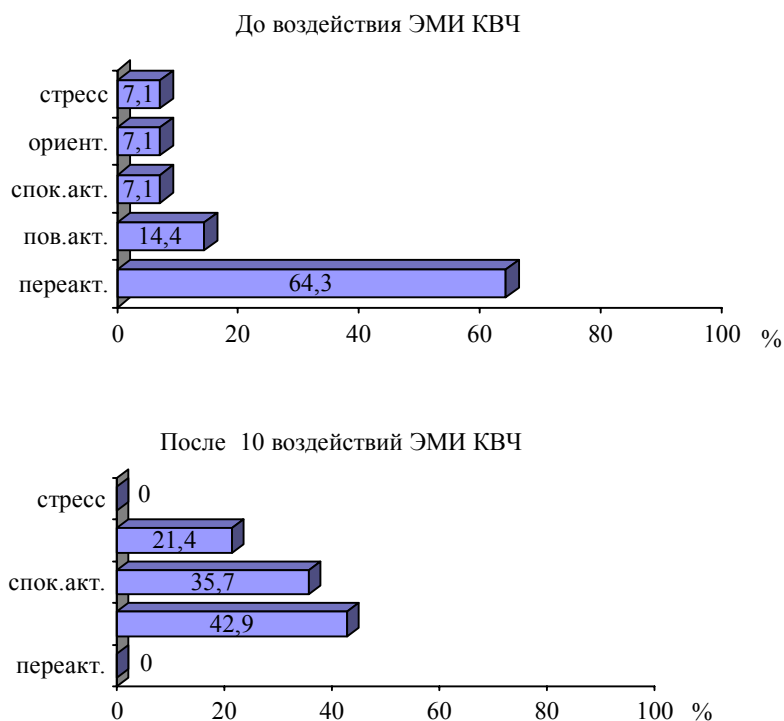


Рис. 1. Изменение процента встречаемости различных типов неспецифических адаптационных реакций организма (НАРО) до и после воздействия электромагнитного излучения крайне высокой частоты (ЭМИ КВЧ) у спортсменов-игровиков.

Так, до КВЧ-воздействия, в группе обследованных спортсменов исходный уровень адаптационных процессов был следующим: у 1 человека (7,1% от общего количества обследованных) выявлена реакция стресса, у 1 человека (7,1%) – ориентировки, у 1 человека (7,1%) – спокойной активации, у 2 человек (14,4%) – повышенной активации, у 9 человек (64,3%) – переактивации (рис.1). По мнению Л.Х.Гаркави и Е.Б.Квакиной (1996) [17], адаптационная реакция переактивации свидетельствует об избыточной активности ЦНС, эндокринной системы и системы клеточного иммунитета, а также о том, что скорость расходования энергодающих субстратов значительно превышает их воспроизводство и, в конечном итоге, приводит к истощению или блокированию их запасов в организме.

После 10 сеансов воздействия ЭМИ КВЧ в группе обследованных спортсменов произошло изменение качества НАРО: реакции стресса и переактивации не зафиксированы. Адаптационная реакция ориентировки определялась у 3 спортсменов (21,4%), спокойной активации – у 5 (35,7%) и повышенной активации – у 6-и человек соответственно (42,9%) (рис.1).

Реакции тренировки, спокойной и, особенно, повышенной активации носят антистрессорный характер и характеризуются высокой функциональной активностью тимико-лимфатической системы и клеточного иммунитета, эндокринных желез и ЦНС, особенно при повышенной активации [6]. Можно говорить, что метаболизм у большинства спортсменов приобрел анаболический характер, энергетический обмен характеризуется высокими скоростями метаболизма энергоотдающих субстратов при хорошей сбалансированности их расхода и потребления.

Таким образом, можно предположить, что после 10-кратного воздействия ЭМИ КВЧ на биологически активную точку VC17 у спортсменов-игровиков повышается резистентность к большим физическим и психоэмоциональным нагрузкам, сопровождающим спортивную деятельность.

Катехоламины, определяемые в эритроцитах цитохимическим способом, выявлялись в виде гранул темно-бурого цвета, разного размера и разного количества [4].

В связи с тем, что в группе обследованных спортсменов до начала воздействия ЭМИ КВЧ определялись различные типы НАРО и наиболее часто встречаемой была реакция переактивации (у 9 человек из 14), мы посчитали рациональным проследить динамику уровня КА в эритроцитах именно в этой группе.

Так, до начала курса КВЧ-терапии, ЦПС КА в эритроцитах периферической крови спортсменов-игровиков с исходным уровнем НАРО «переактивация» составил  $295,60 \pm 3,76$  усл.ед. и колебался в группе от 283 до 313 усл.ед. После первого и пятого получасового воздействия ЭМИ КВЧ на биологически активную точку VC17 у спортсменов-игровиков ЦПС КА повышается до  $330,70 \pm 4,40$  усл.ед. (на 11,8%) и  $332,60 \pm 2,66$  усл.ед. (на 12,5%) соответственно ( $p \leq 0,05$ ) (рис.2).

После 10-кратного воздействия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ цитохимический показатель содержания КА снижается и достигает уровня  $304,40 \pm 3,26$  усл.ед. Через 5 дней после окончания КВЧ-воздействия величина ЦПС КА в эритроцитах периферической крови спортсменов-игровиков снижается до  $298,20 \pm 3,16$  усл.ед. и практически возвращается к фоновым значениям этого показателя (рис.2).

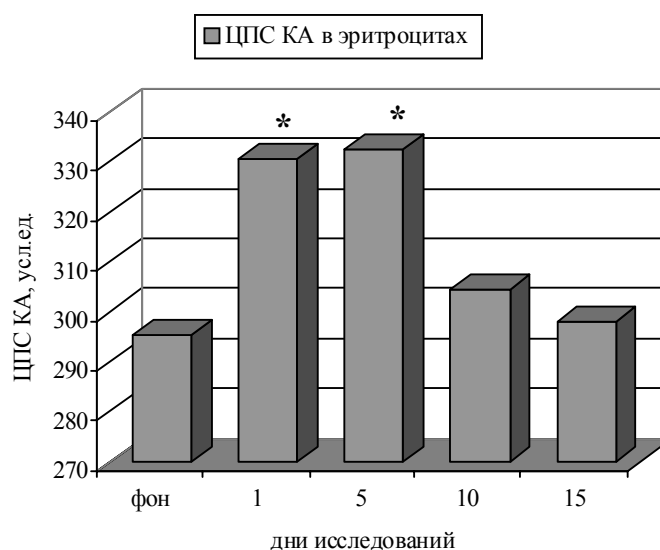


Рис. 2. Изменение цитохимического показателя содержания (ЦПС) катехоламинов (КА) в эритроцитах периферической крови спортсменов-игровиков с исходным уровнем НАРО «переактивация» под действием электромагнитного излучения крайне высокой частоты.

Примечание: \*- достоверность различий по сравнению с фоновым значением,  $p \leq 0,05$

Как было установлено ранее, под влиянием ЭМИ КВЧ увеличивается проницаемость мембран эритроцитов, что способствует возрастанию их депонирующей функции за счет высоких адсорбционных свойств этих клеток и наличия в их мембранах  $\beta$ -адренорецепторов [4, 18, 19]. В связи с этим мы можем предположить, что зафиксированное нами повышение ЦПС КА в эритроцитах уже после первого воздействия ЭМИ КВЧ может быть вызвано увеличением проницаемости мембран клеток. Однако после 10 воздействий на биологически активную точку VC17 ЦПС КА в эритроцитах снижается, что может говорить о снижении активности САС, а, следовательно, и о снижении концентрации КА в эритроцитах.

Полученные нами результаты, скорее всего, могут свидетельствовать о развитии двухфазной реакции, проявляющейся в первоначальном повышении депонирующей функции эритроцитов с последующим снижением активности САС.

Таким образом, ежедневное получасовое воздействие ЭМИ КВЧ в течение 10 дней на биологически активную точку VC17 у спортсменов-игровиков привело к изменению процента встречаемости различных типов неспецифических адаптационных реакций организма с преобладанием реакций спокойной и повышенной активации (78,6%), а также к снижению активности симпатoadреналовой системы. Это проявилось в кратковременном повышении и последующем снижении ЦПС КА в эритроцитах периферической крови.

Полученные нами результаты могут служить доказательством того, что многократное облучение людей (в нашем случае – спортсменов, занимающихся

игровыми видами спорта), не имеющих отклонений в состоянии здоровья, может влиять на функциональную активность клеток крови и симпатoadреналовой системы организма и приводит к развитию другого типа адаптационных реакций – реакциям спокойной и повышенной активации [6, 11].

### ВЫВОДЫ

1. В группе обследованных спортсменов до КВЧ-воздействия процент встречаемости различных типов неспецифических адаптационных реакций организма был следующим: у 1 человека (7,1% от общего количества обследованных) выявлена реакция стресса, у 1 человека (7,1%) - ориентировки, у 1 человека (7,1%) – спокойной активации, у 2 человек (14,4%) – повышенной активации, у 9 человек (64,3%) – переактивации. Преобладающей была реакция переактивации.
2. После 10 сеансов ЭМИ КВЧ в группе обследованных спортсменов произошло изменение процента встречаемости различных типов НАРО: реакции стресса и переактивации не зафиксированы, адаптационная реакция ориентировки определялась у 3 спортсменов (21,4%), спокойной активации – у 5 (35,7%) и повышенной активации – у 6-и человек (42,9%). Преобладающими стали реакции спокойной и повышенной активации.
3. У спортсменов с исходным типом НАРО переактивация под действием ЭМИ КВЧ наблюдалось двухфазное изменение уровня ЦПС КА в эритроцитах периферической крови. После 1-5-го воздействия ЦПС КА в эритроцитах повысился на 12,5 % ( $p \leq 0,05$ ) что связано с увеличением депонирующей функции эритроцитов. После 10 сеансов КВЧ уровень ЦПС КА понизился, что можно объяснить снижением активности симпатoadреналовой системы, а, следовательно, и концентрации КА в плазме крови, а затем и в эритроцитах.

### Список литературы

1. Горизонтов П.Д.(ред.) Гомеостаз / Горизонтов П.Д. – М.: Медицина, 1981. – 576с.
2. Иерархические взаимоотношения между органами гипоталамо-гипофизарно-адреналовой системы (ГГАС) при воспалении /В.В. Гриневич, Е.А. Поскребышева, Н.А. Савелов и [др. ] // Успехи физиол.наук. – 1999. – Т.30, №4. – С.50–66.
3. Пшенникова М.Г.Феномен стресса. Эмоциональный стресс и его роль в патологии / М.Г. Пшенникова // Пат. физиол. – 2001. – №2 – С.26–30.
4. Мардарь А.И. Цитохимический способ выявления катехоламинов в эритроцитах / А.И. Мардарь, Д.П. Кладиенко // Лаб. Дело. – М. Медицина. 1986. – №10. – С. 586–588.
5. Малыгина В.И. Симпатoadреналовая система крыс при адаптации к гипокинезии: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. биол. наук : спец. 03.00.13. «Физиология человека и животных» / В.И. Малыгина. – Кишинев, 1989.– 17 с.
6. Гаркави Л.Х. Антистрессорные реакции и активационная терапия / Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С. – М.: ИМЕДИС, 1998. – 656 с.
7. Платонов В.Н. Теория и методика спортивной тренировки / Платонов В.Н. – К.: Вища школа, 1984. – 348 с.
8. Зотов В.П. Восстановление работоспособности в спорте / Зотов В.П. – К. Здоровья, 1990. – 200 с.
9. Бецкий О.В. Миллиметровые волны низкой интенсивности в медицине и биологии / О.В. Бецкий, Н.Д.Девятков, В.В.Кислов // Зарубежная радиоэлектроника. – 1996. – №12. – С. 3–15.
10. Казаринов К.Д. Биологические эффекты КВЧ-излучения низкой интенсивности / К.Д. Казаринов // Итоги науки и техники. Серия Биофизика. – 1990. – Т. 27. – С. 1–104.

11. Физиологические механизмы биологических эффектов низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ / [Чуян Е.Н., Темуриянц Н.А., Московчук О.Б. и др.]. – Симферополь: ЧП Эльиньо, 2003. – 448 с.
12. Биорезонансная информационно-пунктурная терапия с использованием электромагнитных волн (Практическое руководство) / [Пилипенко О.В., Яцуненко А.Г., Гринюк В.А., Камков В.П.]. – Днепропетровск, ИТМ НАНУ и НКАУ, 2007. – 248 с.
13. Гаава Лувсан. Очерки методов восточной рефлексотерапии / Гаава Лувсан. – Новосибирск: Наука, 1991. – 431 с.
14. Собецкий В.В. Клиническая рефлексотерапия / Собецкий В.В. – К.: Здоров'я, 1995. – 256 с.
15. Ронин В.С. Руководство к практическим занятиям по методам клинических лабораторных исследований / Ронин В.С., Старобинец Р.М., Утевский Н.Д. – М.: Медицина, 1977. – 335с.
16. Kaplow L.S. A histochemical procedure for localizing and evaluation leukocyte alkaline phosphatase activity in smears of blood and marrow / L.S. Kaplow // Blood. – 1955. – №10. – P. 1023–1029
17. Гаркави Л.Х. Понятие здоровья с позиции теории неспецифических адаптационных реакций организма / Л.Х. Гаркави, Е.Б. Квакина // Валеология. – 1996. – № 2. – С. 15–20.
18. Калинин М.И. Обмен катехоламинов и состояние тренированности / М.И. Калинин, В.Я. Кононенко // Эндокринные механизмы регуляции приспособлений организма к мышечной деятельности. – Тарту, 1974.– С.129–138.
19. Кулинский В.И. Механизм элиминации катехоламинов из кровотока и их инактивирования (Обзор литературы) / В.И. Кулинский // Проблемы эндокринологии.– 1968.–Т.14, №2.– С.115–125.

**Грабовська О.Ю. Зміна типу неспецифічних адаптаційних реакцій організму і змісту катехоламінів в еритроцитах крові у спортсменів під впливом ЄМІ КВЧ / О.Ю. Грабовська, О.І. Нагаєва, М.П. Мішин [та ін.] // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2010. – Т. 23 (62). – № 2. – С. 72-78.**

Вивчено вплив низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання надто високої частоти на розвиток неспецифічних адаптаційних реакцій і зміст катехоламінів в еритроцитах крові спортсменів. Показано, що під впливом електромагнітних випромінювань надто високої частоти відбувається зміна типу неспецифічних адаптаційних реакцій організму, змінюється зміст катехоламінів в еритроцитах крові спортсменів.

**Ключові слова:** електромагнітне випромінювання надто високої частоти, неспецифічні адаптаційні реакції організму, катехоламіни, еритроцити

**Grabovskaya E. Evolution of catecholamines in erythrocytes and type nonspecific adaptation reactions of the organism in athletes under the ultra-high frequency electromagnetic field (UNF EMF) / E.Grabovskaya, E. Nagaeva, N. Mishin [et al.] // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2010. – V.23 (62). – № 2. – P. 72-78.**

The work is devoted to the study of ultra-high frequency electromagnetic field (UNF EMF) on the development of nonspecific adaptation reactions and the content of catecholamines in erythrocytes athletes. It is shown that under the ultra-high frequency electromagnetic field (UNF EMF) of extremely high frequency changes the type of nonspecific adaptation reactions of the organism, changing the content of catecholamines in erythrocytes athletes.

**Keywords:** ultra-high frequency electromagnetic field, non-specific adaptation reactions of the organism, erythrocytes, catecholamines.

*Поступила в редакцію 27.05.2010 г.*