

О. И. Белоус, Н. В. Брюзгинова, С. П. Сиренко, А. И. Фисун
Институт радиопизику и электроники им. А. Я. Усикова НАН Украины
 12, ул. Ак. Проскуры, Харьков, 61085, Украина
 E-mail: obel@ire.khrakov.ua

КОНТРОЛЬ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

Крайне высокочастотное (КВЧ, $f = 30 \dots 300$ ГГц) электромагнитное излучение используется в медицине в качестве диагностического и лечебного средства. Действие слабого и сверхслабого излучения принято расценивать как информационное, при котором тепловой режим биообъекта остается практически неизменным ($\Delta t \leq 0,1^\circ \text{C}$). Одним из направлений современной физиотерапии является КВЧ-аутогемотерапия, где в качестве активатора применяется облучение дозы крови электромагнитным КВЧ-излучением. В работе контроль над эффективностью этой физиотерапевтической процедуры предлагается проводить с помощью тестирования электрофоретической активности ядер клеток буккального эпителия. В условиях стационарного лечения больных проведен ряд экспериментальных наблюдений, подтверждающих возможность оценки динамики лечения неврологической патологии традиционными методами и с помощью КВЧ-аутогемотерапии. Ил. 3. Библиогр.: 12 назв.

Ключевые слова: электромагнитные волны, электроотрицательность ядра, клетки буккального эпителия, аутогемотерапия, активация крови.

Исследование биологической эффективности действия электромагнитных (ЭМ) полей слабых и сверхслабых уровней в широком диапазоне длин волн – одна из важнейших проблем современной биологии и медицины [1, 2]. На современном этапе исследований в этой области сформировалось несколько основных тенденций. В медицине рассматривается возможность использования ЭМ-волн как инструмента для определения состояния биообъекта, а также применения ЭМ-излучения в физиотерапии (КВЧ-аутогемотерапия) [3]. В биологии и сельском хозяйстве ЭМ-волны применяются для активации или подавления роста растений, простейших организмов [4]. В процессе и после исследования действия ЭМ-излучения на биообъект требуется мониторинг физиологического состояния организма. Есть основания предполагать, что общее состояние организма и результаты воздействия на него ЭМ-поля можно тестировать на клетках буккального эпителия человека [5, 6]. Изучению биоэлектрических свойств клеточных ядер и их связи с функциональными состоянием клеток и организма в целом посвящены работы [7, 8]. Установлена связь между физиологическим состоянием организма человека и электрофоретической активностью ядер клеток буккального эпителия. По динамике параметра «электроотрицательность ядра» (ЭОЯ %) [9] фиксируется связь между отклонением ЭОЯ % от возрастной нормы (ВН) и патологиями различного генеза [7]. Методологически экспериментальное исследование ЭМ-излучения и других физических факторов состоит из выбора и организации условий воздействия (частота, плотность потока мощности, поляризация и время экспозиции), а также регистрации изменения физиологического состояния биообъекта, вызванного этим воздействием. Результаты при-

менения метода КВЧ-аутогемотерапии в лечении больных определяются преимущественно по субъективным данным, полученным от пациентов, т. е. объективный критерий оценки эффективности КВЧ-аутогемотерапии отсутствует, поэтому исследования в данном направлении актуальны.

Цель работы заключается в исследовании возможности регистрации действия ЭМ-излучения на организм человека в процессе КВЧ-аутогемотерапии [10], оценки динамики течения болезни и эффективности лечения больных неврологическими заболеваниями. В качестве маркера выбрана электрофоретическая подвижность ядер клеток буккального эпителия человека [5, 11].

1. Материалы и методы. В процессе экспериментальных исследований были использованы: прибор для внутриклеточного микроэлектрофореза, разработанный на кафедре генетики и цитологии Харьковского государственного университета [9], камера с титановыми электродами, оптический микроскоп (увеличение $\times 400$), шпатель, покровное стекло, мерные дозаторы объемом 0,02 и 0,5 мл, вода отфильтрованная и отстоянная в течение 24 часов, стеклянный бюкс, фильтровальная бумага.

В качестве клеток, наиболее удобных по своему строению, а также по простоте и безболезненности взятия пробы, были выбраны клетки буккального эпителия. Отбор проб для исследований лучше проводить утром до принятия пищи, в одно и то же время, так как потенциал клеточных ядер меняется в зависимости от времени суток [9].

Для приготовления препарата использовали продезинфицированный шпатель, у донора из ротовой полости удалялась слюна. Пробу клеток получали путем легких скользящих движений

шпателя по внутренней поверхности щеки. Далее соскоб переносили в бюкс, наполненный 1 мл подготовленной воды. Полученную пробу клеток отстаивали в течение 20 минут. С помощью дозатора отбирали 0,02 мл суспензии клеток, помещали в камеру для микроэлектрофореза и накрывали покровным стеклом. В случае, когда перед измерением необходимо было облучить образец, суспензию клеток в объеме 0,02 мл помещали на покровное стекло в виде капли. После воздействия клетки переносили в подключенную к прибору для внутрисклеточного микроэлектрофореза камеру, закрепленную на предметном столике микроскопа. На электроды камеры подавался переменный потенциал напряженностью поля 15 В/см, частота модуляции составляла 1,5 Гц, при этом сила тока не превышала 100 мкА. Учитывали неповрежденные клетки с ядрами округлой формы. Подсчитывали смещающиеся и неподвижные ядра, по 100 клеток в каждом препарате. Далее определяли процент смещающихся ядер клеток, находящихся под отрицательным электрическим потенциалом, и сравнивали с ВН [9].

Величина показателя ЭОЯ % характеризует работоспособность человека, зависит от степени утомления организма и состояния его здоровья [5]. В связи с этим отбор проб у доноров осуществляли в одно время, как указывалось выше. Для каждого донора протестировано от 10 до 15 препаратов в каждом варианте опыта.

2. Результаты и обсуждение. Ранее было установлено, что на количество заряженных ядер клеток влияют различные внешние факторы, в том числе и электромагнитные поля различной частоты [6, 7]. В исследованиях необходимо учитывать, что при действии на человека различных физиотерапевтических процедур степень и направленность изменений ЭОЯ % зависят от его исходной величины. Также действие определенных доз электромагнитного излучения на клетки (*in vitro*) [6, 7] и правильно подобранное лечение приводят значения ЭОЯ % к показателю ВН.

Лечение больных методом КВЧ-аутогемотерапии проводилось совместно с традиционной терапией в условиях стационара. В связи с этим возникла необходимость исследовать ЭОЯ % у контрольной группы условно здоровых доноров и доноров с неврологической патологией.

Для контрольной группы были выбраны пять доноров разного пола и возраста, критерием отбора служило отсутствие неврологической патологии. На рис. 1 показаны усредненные гистограммы ЭОЯ % контрольной группы, там же указан показатель ВН каждого донора. Как видно из рис. 1, показатель ЭОЯ % доноров соответствует ВН либо ниже, что можно объяснить физическим состоянием донора во время эксперимента.

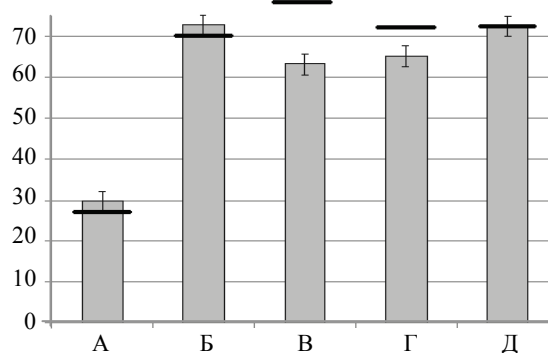


Рис. 1. Усредненные показатели ЭОЯ % доноров контрольной группы: — — ВН; ■ — ЭОЯ %*

Показатели ЭОЯ % исследовали у 10 доноров разного пола и возраста (рис. 2) с неврологической патологией (дисциркуляторной энцефалопатией различного генеза). Отбор материала проводили после постановки диагноза и до начала медикаментозного лечения.

Как видно из рис. 2, значения ЭОЯ % превышают ВН у подавляющего числа доноров (превышение составляло примерно от 25 до 55 % относительно ВН). Полученные результаты могут быть использованы в разработке метода экспресс-диагностики неврологических заболеваний.

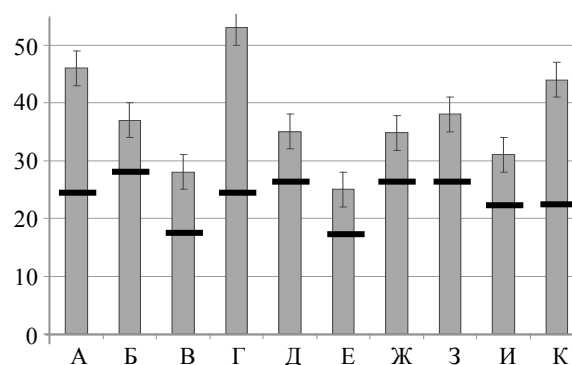


Рис. 2. Показатели ЭОЯ % доноров с неврологической патологией: — — ВН; ■ — ЭОЯ %

Результаты измерений величины ЭОЯ % у доноров с неврологической патологией до и после курса КВЧ-аутогемотерапии ($\lambda = 7,1$ мм, одна из биологически активных частот [1]) показали (рис. 3), что значения ЭОЯ % после 10 процедур стабилизируются относительно ВН, также наблюдались положительные изменения в структуре крови; субъективно пациенты отмечали улучшение общего состояния [10].

* На рис. 1 и далее для удобства обработки данных введены буквенные индексы, присвоенные на время исследования донорам контрольной группы (А–Д), больным после установления диагноза (А–К), а также больным, прошедшим курс КВЧ-аутогемотерапии (А–Г).

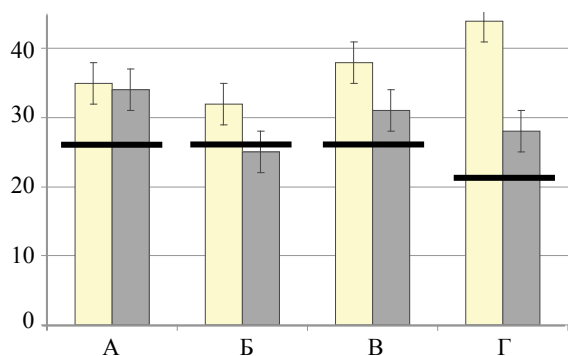


Рис. 3. Влияние КВЧ-аутогемотерапии на показатели ЭОЯ % доноров с неврологической патологией: ■ – ВН; ▒ – ЭОЯ % до КВЧ-аутогемотерапии; □ – ЭОЯ % после КВЧ-аутогемотерапии

Динамика изменения показателя ЭОЯ % при лечении методом КВЧ-аутогемотерапии не противоречит общей тенденции. В работах [8, 10, 12] было установлено, что при воздействии КВЧ-излучения присутствует эффект нормализации значения ЭОЯ %, т. е. приведение этого показателя к уровню ВН.

Выводы. Метод определения ЭОЯ % и состояния организма, разработанный под руководством В. Г. Шахбазова [5, 6, 11], не требует использования сложного оборудования, прост в применении с незначительными затратами времени. Вместе с тем, этот метод достаточно информативен.

Установлено, что у больных дисциркуляторной энцефалопатией ЭОЯ % значительно превышает ВН и не зависит от генеза заболевания пациента.

Электрофоретическая подвижность ядер клеток буккального эпителия человека, в комплексе с традиционными методами постановки диагноза, может быть предложена для экспресс-диагностики неврологических заболеваний.

Как видно из проведенного исследования, показатель ЭОЯ % может быть использован для определения эффективности лечения методом КВЧ-аутогемотерапии пациентов с неврологической патологией. Также изучалась возможность оценки динамики течения болезни и эффективность традиционного лечения больных неврологическими заболеваниями.

Авторы статьи благодарны сотрудникам Харьковской медицинской академии последипломного образования за помощь в проведении исследования и полезные консультации.

Библиографический список

1. Девятков Н. Д. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности / Н. Д. Девятков, М. Б. Голант, О. В. Бецкий. – М.: Радио и связь, 1991. – 168 с.

2. Бинги В. Н. Магнитобиология: эксперименты и модели / В. Н. Бинги. – М.: Милта, 2002. – 592 с.
3. Role of microwave radiation in self-blood therapy / K. A. Arkhyrova, O. I. Bilous, N. V. Bryuzginova et al. // Telecommunications and Radio Engineering. – 2015. – 74, N 14. – P. 1305–1315.
4. Влияние микроволновой обработки семян на начальные этапы онтогенеза *Melissa officinalis* (Lamiaceae) / Н. В. Пушкина, Ж. Э. Мазец, Е. В. Спиридович, В. А. Карпович // Растительные ресурсы. – 2013. – Вып. 2. – С. 163–174.
5. Пат. 2009494 С1 RU GO1 №33/483. Способ исследования функционального состояния человека / В. Г. Шахбазов, Ю. Г. Шкорбатов // Открытия. Изобретения. – 1994. – № 5.
6. Изменение электрофоретической подвижности ядер клеток буккального эпителия под действием электромагнитных полей СВЧ-диапазона / Н. Н. Григорьева, В. Г. Шахбазов, Н. Н. Горобец, В. И. Кийко / Материалы IX Междунар. Крымской конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'1999). – Севастополь, 1999. – С. 410–411.
7. Application of intracellular microelectrophoresis to analysis of the influence of the low-level microwave radiation on electrokinetic properties of nuclei in human epithelial cells / Yu. G. Shkorbatov, V. G. Shakhbazov, V. V. Navrotskaya et al. // Electrophoresis. – 2002. – 23, N 13. – P. 2074–2079.
8. Действие сантиметровых и миллиметровых электромагнитных волн линейной и круговой поляризации на клетки буккального эпителия человека / С. П. Сиренко, Н. Н. Григорьева, В. Г. Шахбазов и др. / Материалы IX Междунар. Крымской конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2001). – Севастополь, 2001. – С. 97–98.
9. Шахбазов В. Г. Новый метод определения биологического возраста человека / В. Г. Шахбазов, Т. В. Колупаева, А. Л. Набоков // Лабораторное дело. – 1986. – № 7. – С. 404–406.
10. КВЧ-физиогемотерапия: аппаратура, методика проведения лечения и первые результаты / О. И. Белоус, Н. В. Брюзгина, В. А. Малахов и др. // Актуальные проблемы неврологии и нейрореабилитации: сб. науч. работ. – Х.: Апостроф, 2012. – С. 97–105.
11. А. с. 11669614 СССР, МКИ А 61 В 10/00. Способ определения биологического возраста человека / В. Г. Шахбазов, Т. В. Колупаева, А. Л. Набоков // Открытия. Изобретения. – 1985. – № 28. – С. 15.
12. Мячина О. В. Электрокинетическая активность клеток буккального эпителия у больных гипертонической болезнью / О. В. Мячина, А. А. Зуйкова, А. Н. Пашков // Сибир. мед. журн. – 2012. – 27, № 2. – С. 120–122.

Рукопись поступила 27.10.2015.

O. I. Bilous, N. V. Bryuzginova,
S. P. Sirenko, A. I. Fisun

MONITORING MICROWAVE IMPACT EFFICIENCY UPON THE BIOLOGICAL OBJECTS

UHF-radiation is used in medicine for medical treatment and diagnostic. Low-level and super low-level radiation influence is named as the information one. In this case the heat balance of bioobjects is unchanged. The UHF-autohemotherapy with microwave blood activation is one of the ways of the present-day physiotherapy. In this paper it has been proposed to monitor the efficiency of this physiotherapeutic procedure by means of testing the electrophoretic mobility of nuclei of buccal epithelium cells. The set of the experiments is carried out for the purpose of corroboration of the possibility to make an estimation of the neuro-

logical pathology treatment in traditional medical way and by the UHF-autohemotherapy.

Key words: electromagnetic waves, negative potential of nucleus, UHF-autohemotherapy, blood activation.

О. І. Білоус, Н. В. Брюзгінова,
С. П. Сіренко, А. І. Фісун

**КОНТРОЛЬ БІОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ
ДІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ
МІЛІМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ**

Вкрай високочастотне (КВЧ) електромагнітне випромінювання використовується у медицині як лікувальний та

діагностичний засіб. Дію слабкого та надслабкого рівнів випромінювання зазвичай відносять до числа інформаційних. При цьому теплові режими біологічного об'єкта залишаються незмінними. Одним із сучасних напрямків у фізіотерапії є КВЧ-аутогемотерапія, де в якості активатора використовується опромінення дози крові КВЧ-хвилями. У роботі контроль ефективності цієї фізіотерапевтичної процедури запропоновано проводити за допомогою тестування електрофоретичної активності ядер клітин букального епітелію пацієнтів. Результати проведених експериментальних спостережень підтверджують можливість оцінки динаміки лікування хвороб неврологічного характеру як традиційними методами лікування, так і за допомогою КВЧ-аутогемотерапії.

Ключові слова: електромагнітні хвилі, електро-негативність ядра, клітини букального епітелію, аутогемотерапія, активація крові.