

УДК 616.379-008.64:502.3

## ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА СОСТОЯНИЕ БУККАЛЬНЫХ ЭПИТЕЛИОЦИТОВ У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

© 2012 г. **О. В. Мячина, А. А. Зуйкова, А. Н. Пашков,  
\*Н. М. Пичужкина**

Воронежская государственная медицинская академия им. Н. Н. Бурденко,  
\*Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав  
потребителей и благополучия человека по Воронежской области,  
г. Воронеж

В последнее время сахарный диабет (СД) прочно занял лидирующую позицию среди заболеваний, обуславливающих инвалидизацию и смертность населения в развитых странах [1]. Основную долю больных составляют лица с СД 2-го типа. Количество больных СД постоянно увеличивается в связи с изменениями в стиле и образе жизни населения, обусловленными урбанизацией территорий. Важной особенностью является то, что СД относится к числу заболеваний, в патогенезе которых обнаружена экологически обусловленная зависимость. В России, по данным Федерального центра Государственного регистра сахарного диабета, за период 2002–2010 годов выявлен прирост заболеваемости СД 2-го типа на 44 % среди взрослого населения [5]. Период от возникновения заболевания до его выявления может составлять 7–12 лет [6]. Средний возраст больных СД 2-го типа в Российской Федерации –  $(60,5 \pm 0,6)$  года. Причем в последние десятилетия наметилась тенденция к распространению болезни у лиц моложе 30 лет [5]. Таким образом, для выявления ранних нарушений углеводного обмена, свойственных СД 2-го типа, необходимо проводить скрининговые обследования не только в пожилом возрасте, но и у более молодых лиц, имеющих один фактор риска развития заболевания и более.

Цель работы – изучить распространенность сахарного диабета и влияние на нее загрязняющих веществ атмосферного воздуха среди лиц, проживающих в районах г. Воронежа с разным уровнем аэрогенной нагрузки, с последующим исследованием у них электрокинетической активности клеток буккального эпителия.

### Методы

Проведен анализ заболеваемости населения СД по данным формы № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения» за период с 2005 по 2010 год включительно. Для исследования влияния загрязняющих веществ атмосферного воздуха (взвешенные вещества, оксид углерода, диоксид азота, диоксид серы, оксид меди, формальдегид, фенол и озон) на заболеваемость использовали корреляционный анализ.

Показатель электрокинетической активности (ЭКА) буккальных эпителиоцитов был изучен у 45 человек. Из них 22 больных СД 2-го типа средней степени тяжести и 23 практически здоровых человека, вошедших в контрольную группу. Средний возраст обследованных составил  $(64,0 \pm 1,9)$  года среди больных и  $(60,8 \pm 2,4)$  года среди здоровых.

Изучались распространенность сахарного диабета (СД) 2-го типа и влияние на нее загрязнителей атмосферного воздуха среди жителей районов г. Воронежа с разным уровнем аэрогенной нагрузки с дальнейшим исследованием у них электрокинетической активности (ЭКА) клеток буккального эпителия. Заболеваемость населения СД 2-го типа рассмотрена по данным формы № 12, влияние на нее аэрогенной нагрузки – с помощью корреляционного анализа. У 22 больных СД 2-го типа средней степени тяжести и 23 практически здоровых лиц исследована ЭКА. Коэффициент корреляции между показателями заболеваемости СД 2-го типа и техногенного загрязнения воздушной среды оксидом меди составил 0,4 в условно чистом и 0,8 в промышленном районах. У больных СД 2-го типа ЭКА значимо ниже по сравнению с практически здоровыми людьми. Выявлена взаимосвязь заболеваемости СД 2-го типа у лиц, проживающих на контрастных территориях, и загрязнением воздуха оксидом меди. Изменения ЭКА буккальных эпителиоцитов при СД 2-го типа являются косвенным отражением функционального состояния организма.

**Ключевые слова:** буккальный эпителий, электрокинетическая активность, сахарный диабет 2-го типа, загрязнение атмосферного воздуха

Исследование основано на методе внутриклеточного микроэлектрофореза при изучении клеток организма человека, разработанном в 1973 году В. Г. Шахбазовым и соавторами [9]. В качестве биоматериала для диагностики использовались клетки буккального эпителия в связи с простотой и удобством их сбора, неинвазивностью и безболезненностью этой процедуры. Забор материала производился в утренние часы до приема лекарственных препаратов. Пробу клеток получали путем соскоба слизистой оболочки щеки стерильным шпателем. Затем соскоб в буферном растворе при pH7 помещали в камеру для внутриклеточного микроэлектрофореза, частота смены полярности на электродах составляла 1 Гц. Исследование материала проводили в световом микроскопе BIOLAR PI при увеличении  $\times 400$ . Учитывали неповрежденные клетки с ядрами округлой формы. В каждом препарате просматривали не менее 100 клеток и определяли процент смещающихся электрокинетически активных ядер.

Для определения значимости различий между независимыми группами использовали методы математической и медицинской статистики [2] при помощи пакета анализа данных (надстройка) Microsoft Office Excel (показатели представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения), а также двухвыборочный t-тест с одинаковыми дисперсиями в связи с одинаковым количеством значений в группах, нормальностью распределения значений в каждой выборке, равенством дисперсий в группах. Анализ выборок на нормальность распределения был проведен посредством критерия Хи-квадрат с коррекцией Йетса. Во всех случаях равенство дисперсий в группах проверялось с помощью критерия Фишера — Снедекора. Для нахождения корреляции между загрязняющими веществами атмосферного воздуха и здоровьем населения рассчитывался коэффициент корреляции по Пирсону (применялся в случае нормальности распределения), в качестве подтверждения обоснованности результата дополнительно велись расчеты непараметрического коэффициента корреляции Спирмена. Статистически значимыми считали различия при  $p < 0,05$ .

## Результаты

Численность экспонированного взрослого населения, проживающего в экологически благоприятном Центральном районе г. Воронежа и обслуживающегося поликлиникой № 1, составила 3 152 человека. В промышленном Левобережном районе изучаемый контингент, закрепленный за поликлиникой № 18, насчитывал 8 602 человека.

Динамика среднесноголетней заболеваемости СД 2-го типа на исследуемых территориях представлена на рисунке.

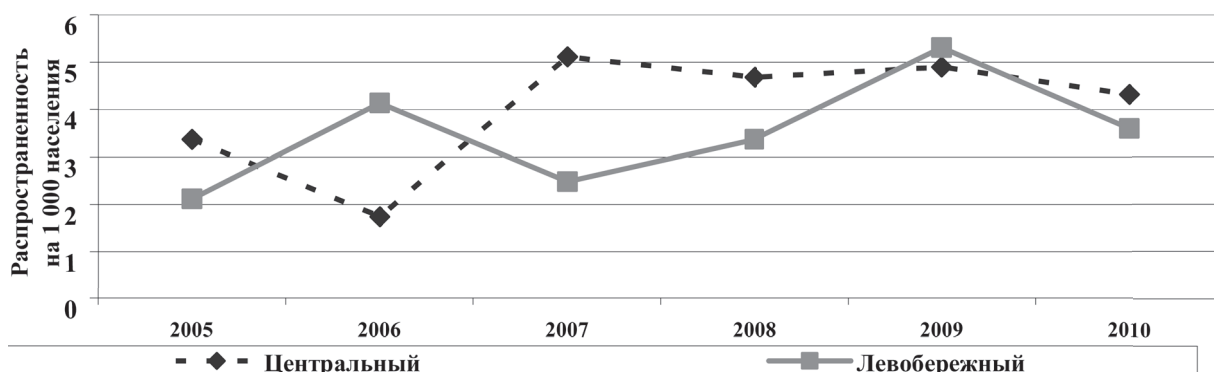
Сравнение среднесноголетних данных заболеваемости СД 2-го типа как по экологически благоприятному Центральному, так и по промышленному Левобережному районам значимых отличий не выявило и составило  $4,0 \pm 0,5$  и  $3,5 \pm 0,5$  на 1 000 населения соответственно. Однако проведенный анализ показал, что заболеваемость четко коррелирует со среднегодовыми концентрациями в атмосферном воздухе оксида меди, причем это прослеживается как на благоприятной территории, закрепленной за поликлиникой № 1, так и в промышленной зоне обслуживания поликлиники № 18 (табл. 1).

Таблица 1

**Взаимосвязь сахарного диабета 2-го типа и концентрации оксида меди в атмосферном воздухе**

Район исследования	Коэффициент парной корреляции	Значимость коэффициента корреляции
Центральный (поликлиника № 1)	0,4	$p < 0,05$
Левобережный (поликлиника № 18)	0,8	

Известно, что медь входит в состав многих ферментов, участвует в тканевом дыхании, эндокринных, биохимических, энергетических процессах в организме. Этот элемент необходим для синтеза коллагена, эластина, фосфолипидов, миелиновых оболочек нервов. Медь улучшает усвоение углеводов, повышает активность инсулина [8], что вызывает снижение уровня глюкозы в крови и стимулирует образование гликогена в печени. Однако антропогенный оксид меди



Показатели среднесноголетней заболеваемости сахарным диабетом 2-го типа на 1 000 населения

приводит к нарушениям деятельности дыхательной, нервной систем, функций печени и почек, снижению иммунитета. По данным мониторинговых наблюдений за состоянием атмосферного воздуха в период с 2005 по 2010 год, отмечается превышение гигиенических нормативов содержания оксида меди в 6,9 % проб по Воронежу [7].

Действие экзогенных и эндогенных факторов отражается на биоэнергетическом статусе организма, о котором можно судить по биоэлектрическим свойствам ядра нативной клетки [3]. Данные по изучению ЭКА буккальных эпителиоцитов представлены в табл. 2.

Таблица 2  
Электрокинетическая активность ядер буккального эпителия у обследуемых

Исследуемая группа	Возраст, лет	ЭКА, %
Больные с сахарным диабетом 2-го типа	64,0±1,9	17,5±2,0*
Контроль	60,8±2,4	36,7±2,5

Примечание. \* –  $p < 0,001$  по сравнению с контрольной группой.

Полученные показатели свидетельствуют о значительном снижении ЭКА у больных СД по сравнению с практически здоровыми лицами ( $p < 0,05$ ).

### Обсуждение результатов

Известно, что ЭКА клеточных ядер имеет большие индивидуальные различия, обусловленные как генотипом, так и множеством внешних факторов, влияющих на физиологическое состояние организма. К их числу относят возраст обследуемых, утомление, болезни, алкогольное опьянение. Так, резкое снижение ЭКА клеток наблюдается при остром инфаркте миокарда, алкогольном абстинентном синдроме, хроническом гипертрофическом фарингите на фоне гастроэзофагеальной рефлюксной болезни [4, 10]. Согласно литературным данным, изменение ядерного потенциала является отражением воздействия на клетки различных биологически активных веществ. Соединения, вызывающие конденсацию хроматина в ядрах (катехоламины, гидрокортизон, мелатонин), снижают ЭКА клеток, а вещества, приводящие к деконденсации хроматина (инсулин), повышают ее [10]. Поскольку показатель ЭКА является весьма лабильным, нельзя не учитывать влияния на него аэрогенного загрязнения, в частности повышенного содержания оксида меди в атмосферном воздухе. Воздействие его на организм в величинах, превышающих привычные для организма, можно расценивать как стресс. В условиях стресса повышается уровень катехоламинов, что также способствует снижению ЭКА ядер буккального эпителия.

Сахарный диабет является полиорганной патологией и может быть рассмотрен как следствие развития

дезадаптации организма в ответ на воздействие различных патогенетических факторов: недостаточность инсулина сопровождается нарушениями углеводного, белкового и жирового обмена и вызывает гипергликемию, гипераминоцидемию, гиперлипидемию и кетоацидоз. Это приводит к дисбалансу регуляторных систем организма и обуславливает невозможность обеспечения адекватного адаптивного ответа на любые внешние средовые воздействия, требующие от организма максимального напряжения адаптационных механизмов. Последнее, в свою очередь, способствует снижению ЭКА клеток буккального эпителия и, по-видимому, может рассматриваться как истощение функциональных систем организма.

Таким образом, проведенное исследование выявило причинно-следственную взаимосвязь заболеваемости сахарным диабетом у лиц, проживающих на контрастных территориях, и загрязнения воздушной среды оксидом меди посредством воздействия на адаптационные механизмы и основные регулирующие системы организма (эндокринную, иммунную и нервную). Низкий уровень электрокинетической активности у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа позволяет отнести его к биофизическим особенностям, появляющимся при данной патологии, что может быть использовано для оценки функционального состояния таких больных.

### Список литературы

1. Аметов А. С., Соловьева О. Л. Окислительный стресс при сахарном диабете 2-го типа и пути его коррекции // Проблемы эндокринологии. 2011. Т. 57, № 6. С. 52–56.
2. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М. : Практика, 1999. 460 с.
3. Григорьева Н. Н., Колупаева Т. В., Шахбазов В. Г., Яроцкая Э. П. Изменение электрокинетических свойств ядер клеток человека при рефлексотерапии // Физиология человека. 2000. Т. 26, № 1. С. 118–123.
4. Калашиник Ю. М. Характеристика глоточного эпителия у больных с хроническим гипертрофическим фарингитом и гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью в динамике // Експериментальна і клінічна медицина. 2009. № 3. С. 132–135.
5. Маслова О. В., Сунцов Ю. И. Эпидемиология сахарного диабета и микрососудистых осложнений // Сахарный диабет. 2011. № 3. С. 6–8.
6. Мисникова И. В., Древаль А. В., Барсуков И. А. Новый подход к проведению скрининга для выявления ранних нарушений углеводного обмена // Проблемы эндокринологии. 2011. Т. 57, № 1. С. 80–85.
7. О санитарно-эпидемиологической обстановке в городе Воронеже в 2010 году: государственный доклад. Воронеж, 2011. 88 с.
8. Ребров В. Г., Громова О. А. Витамины, макро- и микроэлементы. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2008. 960 с.
9. Шахбазов В. Г., Колупаева Т. В., Набоков А. Л. Новый метод определения биологического возраста человека // Лабораторное дело. 1986. № 7. С. 40
10. Шкорбатов Ю. Г. Структурні та електрокінетичні властивості ядер клітин буккального епітелію людини у зв'язку з дією фізико-хімічних факторів та зміною функціонального

стану організму : автореф. дис. ... д-ра біол. наук. Київ : Нац. ун-т ім. Т. Шевченка, 2005. 40 с.

# References

1. Ametov A. S., Solov'eva O. L. *Problemy endokrinologii* [Problems of Endocrinology]. 2011, vol. 57, no. 6, pp. 52-56. [in Russian]
2. Glants S. *Mediko-biologicheskaya statistika* [Medical-biological statistics]. Moscow, 1999, 460 p. [in Russian]
3. Grigor'eva N. N., Kolupaeva T. V., Shakhbazov V. G., Yarotskaya E. P. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2000, vol. 26, no. 1, pp. 118-123. [in Russian]
4. Kalashnik Yu. M. *Eksperimental'na i klinichna meditsina* [Experimental and clinical medicine]. 2009, no. 3, pp. 132-135. [in Ukrainian]
5. Maslova O. V., Suntsov Yu. I. *Sakharnyi diabet* [Diabetes mellitus]. 2011, no. 3, pp. 6-8. [in Russian]
6. Misnikova I. V., Dreval' A. V., Barsukov I. A. *Problemy endokrinologii* [Problems of Endocrinology]. 2011, vol. 57, no. 1, pp. 80-85. [in Russian]
7. *O sanitarno-epidemiologicheskoi obstanovke v gorode Voronezhe v 2010 godu: gosudarstvennyi doklad* [About sanitary-epidemiological situation in Voronezh in 2010: State report]. Voronezh, 2011, 88 p. [in Russian]
8. Rebrov V. G., Gromova O. A. *Vitaminy, makro- i mikroelementy* [Vitamins, macro- and trace elements]. Moscow, 2008, 960 p.
9. Shakhbazov V. G., Kolupaeva T. V., Nabokov A. L. *Laboratornoe delo* [Laboratory work]. 1986, no. 7, p. 40 [in Russian]
10. Shkorbatov Yu. G. *Strukturni ta elektrokinetichni vlastivosti yader klitin bukal'nogo epiteliyu lyudini u zv'yazku z dieyu fiziko-khimichnikh faktoriv ta zminoyu funktsional'nogo stanu organizmu : avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk* [Structural and electrokinetic characteristics of cell nuclei of human buccal epithelium in connection with effects of physical-chemical factors and the change of human functional state : Thesis abstr. ... D. Biol. Sci.]. Kiev, 2005, 40 p. [in Ukrainian]

## STUDYING OF AEROGENIC LOAD EFFECT ON BUCCAL EPITHELIAL CELLS IN PATIENTS WITH DIABETES

O. V. Myachina, A. A. Zuykova, A. N. Pashkov,  
\*N. M. Pichuzhkina

Voronezh State Medical Academy,

\*Voronezh Department for Protection of Consumer's Rights and Wellbeing, Voronezh, Russia

The aim was to study diabetes 2 prevalence and atmospheric pollution effects among patients under different anthropogenic loads, and to study buccal epithelium electrokinetic activity. Methods. Diabetes 2 morbidity was analyzed according to Form N 12. Aerogenic load effect has been studied with use of the correlation analysis method. Epithelium electrokinetic activity (%) has been examined in 22 patients with diabetes 2 and 23 healthy persons. Results. Coefficient correlation between diabetes 2 morbidity and technogenic atmospheric pollution by copper oxide was 0.4 in relatively clean and 0.8 in industrial districts. Epithelium electrokinetic activity (%) in patients with diabetes 2 was lower than in healthy persons ( $17.5 \pm 2.0$  and  $36.7 \pm 2.5$ , respectively). Conclusion. Interrelation between diabetes 2 morbidity among patients from contrast areas and copper oxide pollution has been stated. Change of electrokinetic activity of buccal epithelial cells at diabetes 2 indirectly reflects an organism functional state.

**Keywords:** buccal epithelium, nuclei electronegativity, diabetes 2, air pollution

### Контактная информация:

Мячина Ольга Владимировна — кандидат медицинских наук, ассистент кафедры биологии ГБОУ ВПО «Воронежская государственная медицинская академия имени Н. Н. Бурденко» Минздравсоцразвития России

Адрес: 394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10

Тел. 8 (4732) 53-03-65.

E-mail: Olga\_V\_Myachina@mail.ru