

## ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ЛОКАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОРЕТИНОГРАФИИ У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

Гомельский государственный медицинский университет,  
Республиканский научно-практический центр радиационной  
медицины и экологии человека, Гомель

Патологические процессы в сетчатке глаза при сахарном диабете развиваются неравномерно, имеют выраженные локальные особенности и протекают с различной тяжестью, не всегда совпадающей с тяжестью основного заболевания [8]. При любой форме диабетической ретинопатии может иметь место диабетическая макулопатия (ДМ), которая характеризуется наличием в макулярной области широчайшего спектра суб-, интра- и преретинальных изменений, главными из которых являются отек сетчатки вследствие нарушения гематофтальмического барьера и ретинальная ишемия в результате артериолярной и капиллярной окклюзии [1]. Так как кровоток восстанавливается только в артериолярных анастомозирующих сосудах, ишемические зоны наиболее опасны в фовеолярной зоне, лишенной артериол и венул. Даже ранние проявления диабета в макуле могут стать катастрофой для центрального зрения. Дифференцирование фокального, смешанного и диффузного макулярного отеков бывает крайне затруднительно как по данным биомикроскопии, так и по результатам флюоресцентной ангиографии [2, 6, 7].

Локальная электроретинограмма (ЛЭРГ) позволяет регистрировать биопотенциалы от макулярной области сетчатки, что важно для оценки функционального состояния колбочковой системы и диагностики патологических процессов, локализующихся в центральной области сетчатки. Величина показателей ЛЭРГ зависит от плотности и числа функционирующих фоторецепторов в макулярной зоне [3]. Использование красного стимула (ЛЭРГк) позволяет выделить в макулярной области ответ преимущественно колбочковой системы. Колбочки макулярной области имеют связь со световыми и темновыми нейронами второго и третьего порядка (биполярные и ганглиозные клетки), формируя таким образом свето-темновые (on-off) каналы контрастной чувствительности. Применение зеленого стимула для записи локальной ЭРГ (ЛЭРГз) в тех же условиях, уравненного с красным стимулом по яркости, выделяет функцию колбочковой и палочковой систем в макулярной области. Чувствительность палочковой системы к зеленому стимулу определяется спектром поглощения родопсина. Размер тестируемого поля сетчатки составляет 15°.

Цель данной работы — изучить состояние ЛЭРГ у больных сахарным диабетом 1-го типа без признаков диабетической ретинопатии и у пациентов, имеющих начальные ее проявления.

## Материал и методы

В работе использованы результаты обследования 173 пациентов (346 глаз) с сахарным диабетом 1-го типа в возрасте от 18 до 59 лет (средний возраст составил  $32,02 \pm 10,33$  года), находившихся на лечении в эндокринологическом отделении Республиканского научно-практического центра радиационной медицины и экологии человека (Гомель). В исследование включено 90 (52,02%) женщин и 83 (47,98%) мужчины. Длительность заболевания сахарным диабетом достигала 27 лет. Острота зрения у всех больных равна 1 и цветоощущение также было нормальным.

Больных сахарным диабетом разделили на две группы: 1-я группа из 99 человек (198 глаз) включала пациентов без офтальмоскопически выявляемых проявлений диабетической ретинопатии, во 2-ю группу вошло 74 (148 глаз) пациента с единичными микроаневризмами и округлыми кровоизлияниями в ткань сетчатки, то есть с начальными проявлениями диабетической ретинопатии. Распределение больных в зависимости от длительности заболевания сахарным диабетом представлено в табл. 1.

Таблица 1

Распределение обследованных больных  
в зависимости от длительности  
заболевания сахарным диабетом

Длительность заболевания сахарным диабетом	1-я группа		2-я группа	
	количе- ство человек	количе- ство глаз	количе- ство человек	количе- ство глаз
0—1 год	24	48	0	0
2—5 лет	26	52	21	42
6—10 лет	25	50	25	50
Более 10 лет	24	48	28	56
Всего...	99	198	74	148

Контрольную группу составили 30 клинически здоровых людей (60 глаз), средний возраст которых составил  $31,2 \pm 9,56$  года.

Регистрацию ЛЭРГ на стимул красного и зеленого цвета проводили по методике А. М. Шамшиновой и В. В. Волкова [5] на электроретинографе ООО «НейроСофт». Анализировали все временные (латентность) и амплитудные параметры ЛЭРГ.

## Результаты и обсуждение

Полученные данные средних значений латентности и амплитуды *a*- и *b*-волн ЛЭРГ на стимул красного цвета в исследуемых группах представлены в табл. 2.

Отсутствие достоверных различий между данными контрольной группы и показателями ЛЭРГк у больных сахарным диабетом 1-й и 2-й групп может свидетельствовать об относительной сохранности собственной макулярной области на начальных стадиях развития диабетической ретинопатии. Однако амплитуда волн ЛЭРГк у больных сахарным диабетом обеих групп была вариабельна: колебания значений амплитуды *a*-волны в 1-й группе находились в пределах от 4,68 до 12,26 мкВ, во 2-й — от 2,74 до 9,76 мкВ; *b*-волны — от 15,17 до 39,02 мкВ и от 13,54 до 25,78

Таблица 2

Средние значения латентности и амплитуды *a*- и *b*-волн ЛЭРГк в исследуемых группах

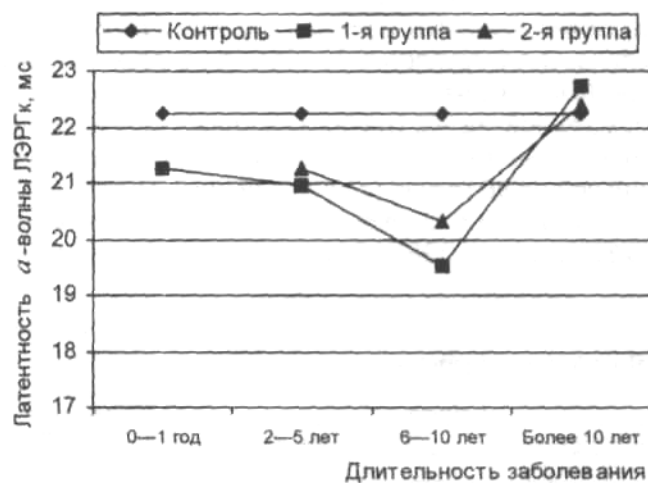
Группа	<i>a</i> -волна		<i>b</i> -волна		Отношение амплитуд волн, <i>b/a</i>
	латентность, мс	амплитуда, мкВ	латентность, мс	амплитуда, мкВ	
1-я	20,82±2,01	8,47±3,76	42,16±3,35	25,55±8,95	3,03±2,26
2-я	21,63±2,60	6,25±3,45	45,49±2,57	19,69±5,94	3,08±1,10
Контрольная	22,24±2,23	11,02±2,09	48,82±2,33	28,07±3,03	2,64±0,50

мкВ соответственно. Вышеуказанные колебания амплитуды ЛЭРГк могут свидетельствовать о различном функциональном состоянии колбочек макулярной зоны у больных сахарным диабетом. В 1-й группе на 110 (55,56%) глазах амплитуда волн ЛЭРГк была в пределах нормы. ЛЭРГк была субнормальной на 68 глазах (*a*-волна 5,65±0,49 мкВ,  $P < 0,05$ ; *b*-волна 17,78±1,27 мкВ,  $P < 0,01$ ), супернормальной — на 20 (*a*-волна 12,02±0,51 мкВ,  $P > 0,05$ ; *b*-волна 36,35±1,71 мкВ,  $P < 0,01$ ). Таким образом, на 88 глазах (44,44%), не имевших офтальмоскопических признаков диабетической ретинопатии, зарегистрировано изменение функционального состояния фотопической системы макулярной зоны. У больных 2-й группы ЛЭРГк была нормальной на 62 (41,89%) глазах, субнормальной на 86 (58,11%) (*a*-волна 4,37±2,03 мкВ,  $P < 0,05$ ; *b*-волна 15,19±3,22 мкВ,  $P < 0,01$ ), супернормальных значений волн зарегистрировано не было.

Увеличение амплитуд ЛЭРГк свидетельствует о раздражении колбочкового аппарата макулярной зоны сетчатки, связанном с начальными гипоксическими изменениями в этой зоне. Снижение амплитуды волн указывает на подавление биоэлектрической активности вышеуказанных элементов сетчатки. Оно характерно для длительно существующей тканевой гипоксии, связанной с хронической сосудистой недостаточностью и нарушением микроциркуляции [4]. Из этого следует, что у больных 1-й группы существует изменение функционального состояния сетчатки, связанное как с начальной, так и с длительно существующей тканевой гипоксией.

Изучены изменения латентности и амплитуды волн ЛЭРГк у больных 1-й и 2-й групп в зависимости от длительности заболевания сахарным диабетом.

Изменение латентности *a*- и *b*-волн ЛЭРГк в 1-й и 2-й группах по сравнению с данными контрольной группы в зависимости от длительности заболевания представлены на рис. 1.



Хорошо видно, что в зависимости от длительности заболевания сахарным диабетом изменялось среднее значение латентности *a*- и *b*-волн. Так, при длительности заболевания сахарным диабетом до 10 лет латентность волн ЛЭРГк снижалась. В 1-й группе наибольшее снижение латентности *a*-волны ЛЭРГк зарегистрировано при длительности заболевания от 6 до 10 лет (19,52±3,54 мс;  $P > 0,05$ ). Снижение латентности может свидетельствовать об увеличении активности колбочек макулярной зоны сетчатки. В дальнейшем при увеличении срока заболевания среднее значение латентности *a*-волны ЛЭРГк увеличивалось, что характерно для угнетения активности колбочек [5]. Аналогичные изменения латентности *a*-волны ЛЭРГк зарегистрированы во 2-й группе, наибольшее уменьшение ее среднего значения отмечено также при длительности заболевания сахарным диабетом 6—10 лет (20,33±1,15 мс;  $P > 0,05$ ).

Средние значения латентности *b*-волны ЛЭРГк в 1-й и 2-й группах независимо от срока заболевания сахарным диабетом оказались ниже, чем в контрольной группе. Характерно, что эта тенденция просматривалась уже у больных со сроком заболевания сахарным диабетом до 1 года (43,87±3,0 мс;  $P > 0,05$ ). Дальнейшее снижение этого показателя в 1-й группе зарегистрировано при сроке заболевания от 2 до 10 лет, снижение составило 5,86—7,19 мс ( $P > 0,05$ ), во 2-й группе уменьшение латентности *b*-волны отмечено при сроке заболевания 6—10 лет, снижение составило 6,49 мс ( $P > 0,05$  для 1-й и 2-й групп). В дальнейшем с увеличением срока заболевания в 1-й и 2-й группах отмечалась тенденция к увеличению значения латентности *b*-волны ЛЭРГк.

Амплитудные изменения *a*- и *b*-волн ЛЭРГк в 1-й и 2-й группах по сравнению с данными контроля в зависимости от длительности заболевания сахарным диабетом представлены на рис. 2.

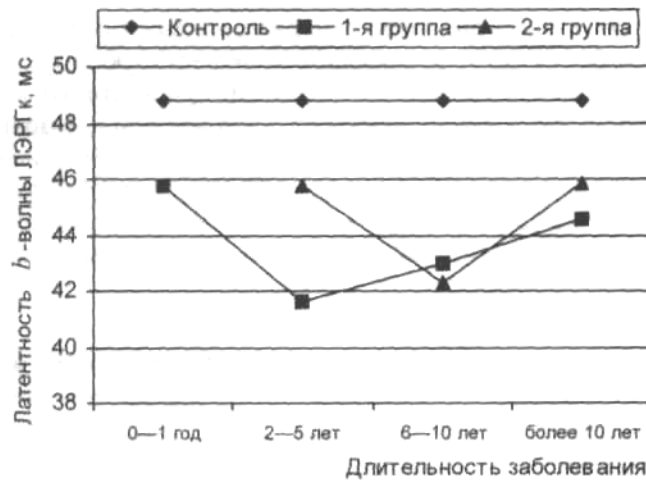


Рис. 1. Изменение среднего значения латентности *a*- и *b*-волн ЛЭРГк в зависимости от длительности заболевания сахарным диабетом

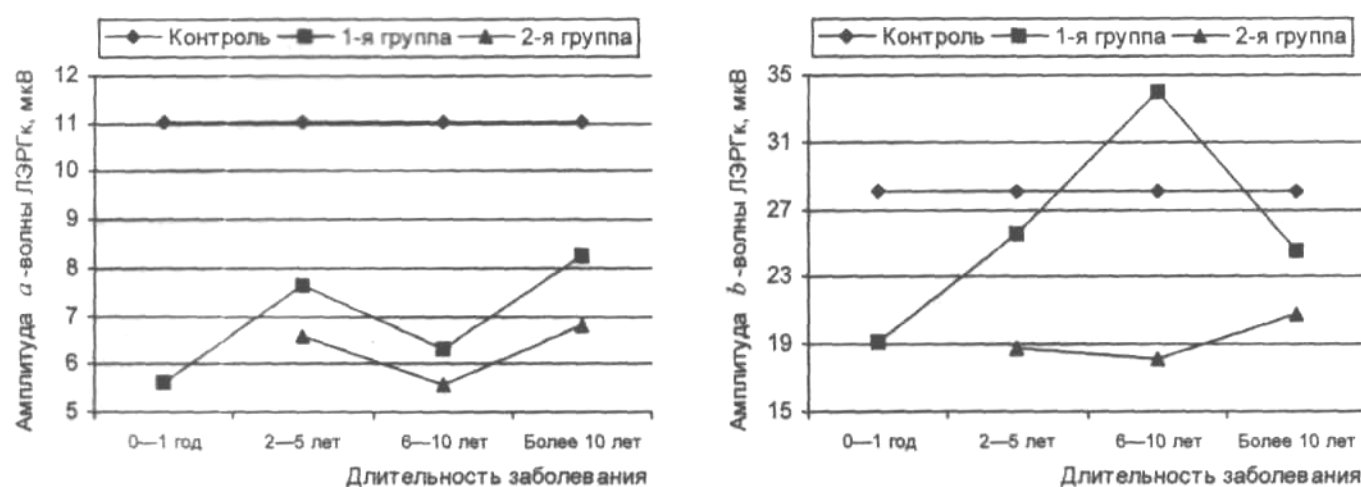


Рис. 2. Изменение среднего значения амплитуды *a*- и *b*-волн ЛЭРГк в зависимости от длительности заболевания сахарным диабетом

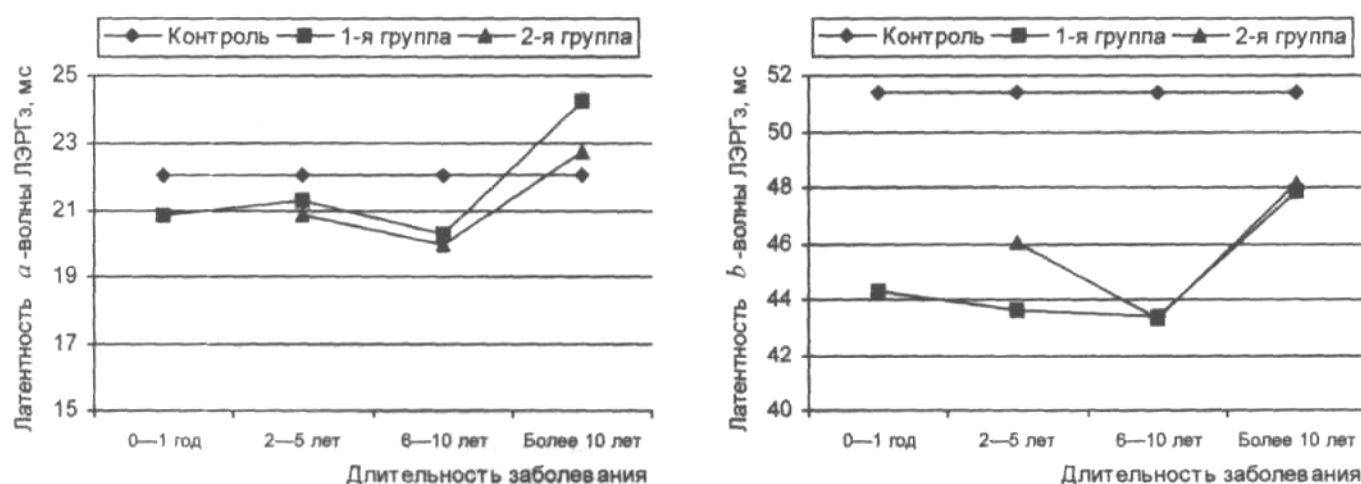


Рис. 3. Изменение среднего значения латентности *a*- и *b*-волн ЛЭРГз в зависимости от длительности заболевания сахарным диабетом

Так, среднее значение амплитуды *a*-волны ЛЭРГк в 1-й и 2-й группах независимо от длительности заболевания сахарным диабетом оказалось ниже, чем в контроле. Во 2-й группе зарегистрировано снижение среднего значения обеих волн ЛЭРГк. Следует отметить увеличение среднего значения амплитуды *b*-волны ЛЭРГк в 1-й группе при длительности заболевания сахарным диабетом 6—10 лет ( $33,98 \pm 4,31$ ;  $P > 0,05$ ). Таким образом у больных, страдающих сахарным диабетом 6—10 лет и не имеющих манифестирующих признаков диабетической ретинопатии, присутствуют изменения функционального состояния макулярной зоны сетчатки, связанные с начальными гипоксическими изменениями. При увеличении длительности заболевания (более 10 лет) среднее значение амплитуды *b*-волны снижалось ( $24,56 \pm 7,10$ ;  $P > 0,05$ ), хотя значения ам-

плитуды имели широкий интервал, то есть зарегистрированы изменения функционального состояния сетчатки, связанные как с начальной, так и с длительно существующей тканевой гипоксией.

Полученные данные средних значений латентности и амплитуды *a*- и *b*-волн ЛЭРГ на стимул зеленого цвета (ЛЭРГз) в исследуемых группах представлены в табл. 3.

Амплитуда волн ЛЭРГз у больных сахарным диабетом обеих групп, как и амплитуда волн ЛЭРГк переменна. В 1-й группе на 72 (36,37%) глазах амплитуда волн ЛЭРГз была в пределах нормы. ЛЭРГз была субнормальной на 46 глазах (*a*-волна  $10,37 \pm 2,07$  мкВ;  $P > 0,05$ ), *b*-волна  $35,01 \pm 1,09$  мкВ ( $P < 0,05$ ), супернормальной на 80 глазах (*a*-волна  $19,20 \pm 1,11$  мкВ,  $P < 0,01$ ; *b*-волна  $55,88 \pm 3,12$  мкВ,  $P < 0,01$ ). Во 2-й группе на 42 (28,38%) глазах ЛЭРГз была нормальной, субнормаль-

Таблица 3

Средние значения латентности и амплитуды *a*- и *b*-волн ЛЭРГз в исследуемых группах

Группа	<i>a</i> -волна		<i>b</i> -волна		Отношение амплитуд волн, <i>b/a</i>
	латентность, мс	амплитуда, мкВ	латентность, мс	амплитуда, мкВ	
1-я	$21,40 \pm 2,11$	$14,99 \pm 5,06$	$46,48 \pm 2,46$	$45,91 \pm 8,67$	$3,07 \pm 2,38$
2-я	$21,51 \pm 2,38$	$11,44 \pm 5,85$	$46,60 \pm 2,56$	$37,78 \pm 10,75$	$3,72 \pm 2,18$
Контрольная	$22,05 \pm 2,19$	$13,55 \pm 2,18$	$51,41 \pm 2,45$	$42,78 \pm 3,89$	$3,34 \pm 1,12$

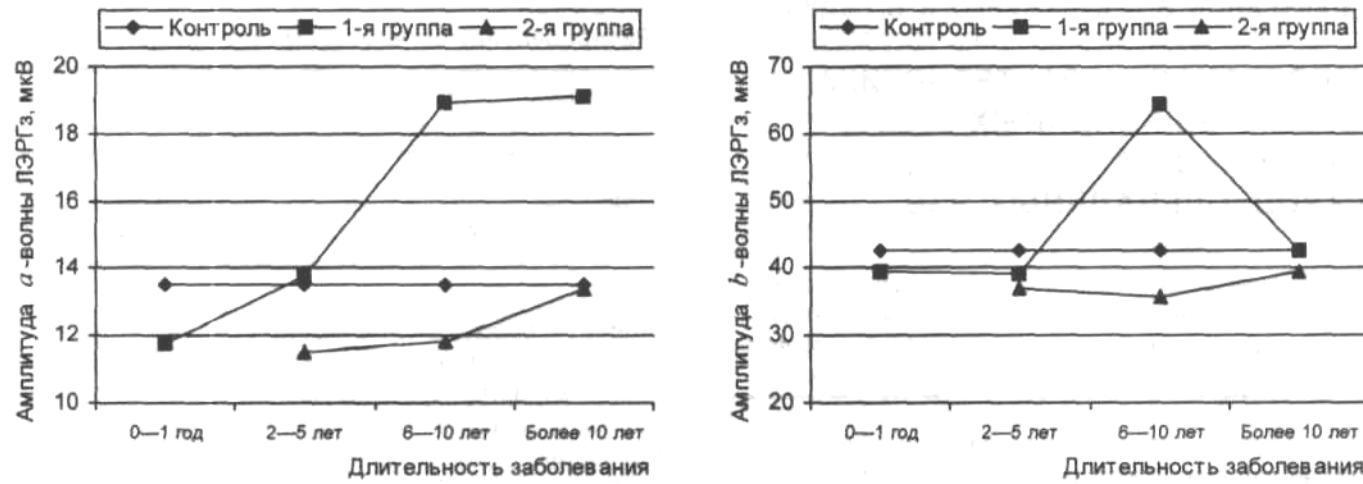


Рис. 4. Изменение среднего значения амплитуды  $\alpha$ - и  $\beta$ -волн ЛЭРГз в зависимости от длительности заболевания сахарным диабетом

ной на 60 глазах ( $\alpha$ -волна  $6,24 \pm 2,07$  мкВ,  $P < 0,01$ ),  $\beta$ -волна  $27,42 \pm 2,01$  мкВ,  $P < 0,01$ ;  $P > 0,05$  для 1-й и 2-й групп), супернормальной на 46 глазах ( $\alpha$ -волна  $16,21 \pm 2,09$  мкВ,  $P > 0,05$ ;  $\beta$ -волна  $48,23 \pm 1,18$  мкВ,  $P > 0,05$  для 1-й и 2-й групп). Таким образом, на 126 (63,63%) глазах в 1-й группе и на 106 (71,62%) во 2-й было зарегистрировано изменение функционального состояния колбочковой и палочковой системы макулярной зоны сетчатки.

Изучены изменения латентности и амплитуды волн ЛЭРГз у больных 1-й и 2-й групп в зависимости от длительности заболевания сахарным диабетом (рис. 3, 4).

Изменения латентности волн ЛЭРГз на зеленый стимул оказались аналогичны таковым на красный стимул.

В первые годы заболевания сахарным диабетом (до 5 лет) средние значения амплитуды волн ЛЭРГз были близки к данным контрольной группы. При дальнейшем увеличении срока заболевания происходило усиление функции клеточных элементов сетчатки как компенсаторная реакция на развивающиеся гипоксические изменения макулярной области. У больных 1-й группы с длительностью заболевания 6—10 лет зарегистрированы супернормальные значения волн ЛЭРГз ( $\alpha$ -волна  $18,94 \pm 4,03$  мкВ,  $P > 0,05$ ;  $\beta$ -волна  $64,46 \pm 1,0$  мкВ,  $P < 0,01$ ). При сроке заболевания более 10 лет  $\alpha$ -волна ЛЭРГз оставалась супернормальной, а амплитуда  $\beta$ -волны ЛЭРГз уменьшалась ( $\alpha$ -волна  $19,12 \pm 2,03$  мкВ,  $P > 0,05$ ;  $\beta$ -волна  $42,78 \pm 4,60$  мкВ,  $P > 0,05$ ), то есть происходила дисфункция структур макулярной зоны сетчатки. Близкие к нормальным средние значения амплитуд волн ЛЭРГз во 2-й группе могут быть переходными от супернормальных значений к субнормальным.

#### Выводы

1. У больных сахарным диабетом, не имеющих клинических признаков диабетической ретинопатии, зафиксированы изменения в функциональном состоянии колбочкозависимых структур макулярной зоны сетчатки.

2. Доказано, что локальная электроретинограмма позволяет выявлять изменения функционального состояния макулярной зоны сетчатки на доклинической стадии диабетической ретинопатии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ивашико Ю. А. // Макула-2004: Тез. докл. I Всерос. семинара.— Ростов н/Д., 2004.— С. 46—49.
2. Чупров А. Д., Дмитриев К. В. // Хирургическое лечение и реабилитация больных с офтальмологической патологией: Материалы юбилейной науч.-практ. конф. офтальмологов, посвященной 100-летию со дня рождения проф. Т. В. Бурч.— Минск, 2005.— С. 135—137.
3. Шамшинова А. М. // Вестн. офтальмол.— 2006.— Т. 122, № 1.— С. 47—51.
4. Шамшинова А. М. Клиническая физиология зрения.— М., 2006.
5. Шамшинова А. М., Волков В. В. Функциональные методы исследования в офтальмологии.— М., 1999.
6. Ширшиков Ю. К. // Вестн. офтальмол.— 2001.— Т. 117, № 6.— С. 23—25.
7. Якимов А. П. // Тез. докл. VIII съезда офтальмологов России.— М., 2005.— С. 447—448.
8. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group // Arch. Ophthalm.— 1985.— Vol. 103.— P. 1796—1806.

Поступила 15.05.07.

#### DIAGNOSTIC VALUE OF DIABETIC PERSONS' LOCAL ELECTRORETINOGRAM DATA

T. V. Bobr, L. V. Dravitsa

The data of the examination of one hundred and seventy three patients (346 eyes) aged 18—59 years (mean age  $32,02 \pm 10,33$  years) suffering from diabetes mellitus type I were analyzed. The visual acuity and color perception were normal. The diabetic patients were divided into two groups: the 1st group included ninety nine persons (198 eyes) having no manifestations of diabetic retinopathy; the 2nd group was formed of seventy four patients (148 eyes) having singular microaneurysms and round form bleedings into the retina tissue, i.e. initial symptoms of diabetic retinopathy. The control group consisted of thirty clinically healthy persons (60 eyes). Changes in the functional state of the retinal cones dependent structures of the retinal macular area were revealed in the 1st group. Local electroretinography was proved to detect changes in the functional state of the retinal macular area at the pre-clinical stage of diabetic retinopathy.