

Влияние уровня гликемии крови на биометрические показатели, рефракцию и внутриглазное давление у пациентов с инсулинопотребным сахарным диабетом II типа в стадии субкомпенсации

Л.А. Минеева — канд. мед. наук, ассистент кафедры поликлинической терапии, клинической лабораторной диагностики и медицинской биохимии¹

Л.И. Балашевич — д-р мед. наук, профессор, главный консультант²

А.А. Кожухов — д-р мед. наук, профессор кафедры офтальмологии³, ведущий офтальмолог-хирург, директор⁴

А.А. Баранов — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой поликлинической терапии, клинической лабораторной диагностики и медицинской биохимии¹

Л.Б. Шубин — канд. мед. наук, доцент кафедры патологической анатомии¹

А.В. Кабанов — канд. мед. наук, ассистент кафедры клинической фармакологии¹

¹ ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет», 150000, Ярославль, ул. Революционная, д. 5

² Санкт-Петербургский филиал ФГАУ «МНТК "Микрохирургия глаза" им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, 192283, г. Санкт-Петербург, ул. Ярослава Гашека, д. 21

³ ФГБОУ ДПО ИПК ФМБА России, 123098, Москва, ул. Гамалеи, д. 15, корп. 4

⁴ ООО «Офтальмологическая клиника СПЕКТР», 125252, Москва, проезд Березовой рощи, д. 12

Цель — изучить взаимосвязь остроты зрения, биометрических показателей, рефракции и внутриглазного давления (ВГД) с уровнями глюкозы крови и гликированного гемоглобина (Hb_{A1c}) у пациентов с инсулинопотребным сахарным диабетом (ИПСД) II типа в фазе субкомпенсации. **Материал и методы.** Обследованы 32 пациента (27 женщин и 5 мужчин) с ИПСД II типа без тяжелых общих диабетических осложнений и без сопутствующей глазной патологии. Средний возраст пациентов составил $60,42 \pm 5,31$ года, средний стаж инсулинотерапии — 6 лет. Уровень гликемии определялся пациентами ежедневно самостоятельно с помощью индивидуальных глюкометров, а также врачом-эндокринологом на плановых осмотрах ежемесячно. Уровень Hb_{A1c} определялся 1 раз в 3–6 мес. Офтальмологический мониторинг в течение 3 лет включал биомикроскопию, визометрию по системе ETDRS (Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group), авторефрактометрию, пневмотонометрию, измерение передне-задней оси (ПЗО) глаза, глубины передней камеры (ГПК) глаза, толщины хрусталика, толщины роговицы в центральной оптической зоне (ЦОЗ), офтальмоскопию. **Результаты.** На остроту зрения больше влияет изменение уровня глюкозы крови (Spearman $R = 0,18/-0,23$, $t(N-2) = 1,07/-1,34$, $p = 0,1$), чем Hb_{A1c} (Spearman $R = 0,07/-0,15$, $t(N-2) = 0,4/-0,8$, $p = 0,65$). Чем выше уровень глюкозы, тем меньше ГПК и короче ПЗО. При этом чем выше уровень Hb_{A1c} , тем толще роговица в ЦОЗ. Уровень глюкозы и Hb_{A1c} дают одинаковую положительную корреляционную связь с ВГД. Выявлен коррелирующий с уровнем Hb_{A1c} сдвиг рефракции в сторону миопии с 42 до 55 % и соответствующее уменьшение доли гиперметропии. **Заключение.** При ИПСД II типа в стадии субкомпенсации биометрические показатели, рефракция и ВГД детерминированы изменениями уровня гликемии крови.

Ключевые слова: сахарный диабет II типа, глюкоза крови, гликированный гемоглобин (Hb_{A1c}), биометрические показатели, рефракция, внутриглазное давление.

Для цитирования: Минеева Л.А., Балашевич Л.И., Кожухов А.А., Баранов А.А., Шубин Л.Б., Кабанов А.В. Влияние уровня гликемии крови на биометрические показатели, рефракцию и внутриглазное давление у пациентов с инсулинопотребным сахарным диабетом II типа в стадии субкомпенсации. Российский офтальмологический журнал. 2019; 12 (1): 35-42. doi: 10.21516/2072-0076-2019-12-1-35-42

Известно, что хорошее состояние зрительных функций во многом определяет высокое качество жизни, именно поэтому так важно следить за их изменениями при наличии у пациентов сахарного диабета (СД). Это заболевание вызывает развитие патологических процессов в различных системах организма, в том числе и в органе зрения, где в первую очередь речь идет о диабетической ретинопатии, которая основательно изучена и достаточно хорошо контролируема с помощью офтальмоскопии, флюоресцентной ангиографии и фоторегистрации глазного дна. Влияние СД на передний отрезок глаза не так глубоко изучено и описано в литературе, хотя известно, что СД приводит к изменениям в роговице и хрусталике, влияющим на остроту зрения и рефракцию [1].

Отмечено, что у пациентов с СД флюктуации рефракции часто сопряжены с дисрегуляцией СД и с изменениями уровня глюкозы крови, что в свою очередь приводит к скачкам остроты зрения [2–4]. Известно также, что эпизоды острой гипергликемии могут приводить к формированию транзиторных заднекортикальных катаракт [5, 6]. Миопический сдвиг — первая реакция глаза на гипергликемию, а гиперметропический сдвиг — реакция на снижение уровня глюкозы после острой гипергликемии, выражающаяся во временном изменении кривизны или толщины хрусталика [7–11]. Однако данные об изменении рефракции при СД достаточно противоречивы. Так, исследователи, использовавшие Orbscan II и А-сканирование, не нашли достоверного влияния острой гипергликемии на толщину и оптическую силу роговицы, глубину передней камеры, толщину хрусталика и длину глаза [12].

Не исключено, что затуманивание зрения при эпизодах острой гипергликемии связано не только с хрусталиком, но и с влагой передней и задней камеры и со стекловидным телом вследствие изменения их преломляющей способности [13].

Что касается данных литературы о связи внутриглазного давления (ВГД) с уровнем гликемии крови, то было установлено, что у пациентов с инсулинопотребным СД (ИПСД) II типа отсутствует статистически значимая зависимость между этими параметрами. Однако у пациентов с установленной глаукомой при отсутствии должного контроля гликемии возможно повышение ВГД [14].

Следует отметить, что все упомянутые выше изменения рефракции, ВГД и биометрических показателей у пациентов с СД I или II типа выявлены либо при его декомпенсации, либо при нагрузочных тестах с глюкозой. Сведений о взаимосвязи биометрических показателей, рефракции и ВГД с уровнями глюкозы крови и гликированного гемоглобина (Hb_{A1c}) у пациентов с СД II типа, применяющих инсулин, в фазе субкомпенсации в литературе найти не удалось.

ЦЕЛЬ работы — выявление связи биометрических показателей, остроты зрения, рефракции и ВГД с уровнями глюкозы крови и Hb_{A1c} у пациентов с ИПСД II типа в фазе субкомпенсации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В ходе планового офтальмологического мониторинга на протяжении 3 лет обследованы 32 пациента (64 глаза) с ИПСД II типа без тяжелых общих диабетических осложнений (27 женщин и 5 мужчин). Возраст пациентов колебался от 50 до 70 лет (в среднем $60,42 \pm 5,31$ года). Вес пациентов был в пределах $94,33 \pm 16,52$ кг, рост составил в среднем 163,4 см, индекс массы тела — $29,93$ кг/м².

Стаж применения инсулина у пациентов составлял не менее 3 лет (в среднем 6 лет). Исходный уровень глюкозы крови составил 10,81 ммоль/л, исходный уровень Hb_{A1c} — 9,03 %, что подтверждало состояние субкомпенсации.

Офтальмологическими критериями включения в группу исследуемых были эметропическая рефракция или аметропия не более 0,5 дптр, а также отсутствие в анамнезе глаукомы, афакии или артификации. В группу исследования не включались пациенты с длиной передне-задней оси (ПЗО) глаза менее 22,0 мм и более 24,5 мм, с толщиной роговицы в центральной оптической зоне (ЦОЗ) меньше 500 мкм и больше 600 мкм, с глубиной передней камеры (ГПК) глаза меньше 2,75 мм и больше 3,5 мм, с толщиной хрусталика меньше 3,6 мм и больше 5,0 мм.

На протяжении первых 2 лет мониторинга пациенты обследовались офтальмологом четырехкратно, в течение третьего года — однократно с учетом требований Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group (ETDRS).

Уровень глюкозы крови определялся пациентами ежедневно самостоятельно с помощью индивидуальных глюкометров Accu-Check или OneTouch

select, а также врачом-эндокринологом ежемесячно на плановых осмотрах. Уровень Hb_{A1c} определялся один раз в 3–6 мес.

В процессе работы использовались следующие методы офтальмологического исследования: визометрия по системе 20/200 ETDRS с расстояния 4 м с помощью прибора ESV-3000; определение длины ПЗО, ГПК, толщины роговицы в ЦОЗ, толщины хрусталика с помощью ультразвукового биометра-пахиметра TOMEY AL-3000; биомикроскопия глаза с помощью щелевой лампы фирмы Reichert; рефрактометрия на авторефрактометре Humphrey 585; офтальмоскопия при ширине зрачка 5–6 мм с помощью прямого электрического офтальмоскопа Heine Beta 2000; определение истинного ВГД (Po) на бесконтактном пневмотонометре Reichert XPERT NCT.

Статистическую обработку результатов провели с помощью программы STATISTICA, version 10. Вначале данные были классифицированы по типу наблюдаемых признаков, проверены на предмет характера распределения и соответствующим образом описаны с вычислением 95 % доверительных интервалов (ДИ). Точность количественных данных определялась точностью измерений прибора, с которого сняты показания. Затем было проведено сопоставление исследуемых групп на предмет возможных различий и взаимосвязей. Достоверными считались различия или зависимости, если полученное значение p для данного критерия или теста было ниже критического уровня значимости $\alpha = 0,05$. Для решения задачи парных сравнений нескольких групп применялась процедура апостериорных сравнений средних с помощью q -критерия Ньюмена — Кейлса. В случае, когда распределение признака было отлично от нормального, использовался непараметрический анализ вариаций по Краскелу — Уоллису.

Анализ таблиц сопряженности проводился с использованием критерия хи-квадрат (χ^2). В том случае, если абсолютные частоты в клетках таблицы частот были меньше 10, использовался критерий χ^2 с поправкой Йейтса (Yates) на непрерывность. Если же частота хотя бы в одной ячейке таблицы оказывалась меньше 5, методом выбора являлся точный двусторонний критерий Фишера. Выявление зависимостей между исследуемыми переменными проводилось путем вычисления значимых коэффициентов корреляции r Пирсона в случае линейной связи количественных признаков либо R Спирмена, когда это условие не соблюдалось.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В течение всего периода наблюдения отмечалось достоверное снижение уровня глю-

козы и практически постоянный уровень Hb_{A1c} (рис. 1, 2).

В ходе исследования биометрических показателей установлено, что у пациентов с субкомпенсированным ИПСД II типа и средним стажем инсулинотерапии в 6 лет длина ПЗО исходно составила $22,92 \pm 0,97$ мм, ГПК — $2,98 \pm 0,23$ мм, толщина хрусталика — $4,65 \pm 0,30$ мм, толщина роговицы в ЦОЗ — $549,0 \pm 35,5$ мкм, т. е. данные показатели находились в пределах среднестатистической нормы (табл. 1).

Взаимоотношение биометрических показателей (ПЗО, ГПК, толщины хрусталика, толщины роговицы в ЦОЗ), показателей рефракции, остроты зрения и ВГД с уровнем глюкозы крови и Hb_{A1c} . Оценка соотношения биометрических показателей с уровнем гликемии крови показала, что они взаимосвязаны между собой [15, 16]. Частота достоверной связи этих показателей с Hb_{A1c} оказалась в 2 раза выше, чем с глюкозой. При первом осмотре была выявлена достоверная отрицательная корреляционная связь между уровнем глюкозы крови и размером ПЗО левых глаз: при более высоком уровне глюкозы крови ПЗО на левых глазах и ГПК на обоих глазах были меньше, т. е. отмечалась тенденция к гиперметропии. Аналогичная достоверная отрицательная корреляционная связь выявлена между длиной ПЗО и ГПК на обоих глазах и Hb_{A1c} , т. е. при более высоком уровне Hb_{A1c} данные показатели были ниже. В то же время повышение Hb_{A1c} сопровождалось повышением показателей толщины роговицы ($R_s = 0,19$, $p < 0,05$). При этом Hb_{A1c} проявил себя как более информативный показатель, чем сахар крови, в отношении толщины роговицы. Колебания содержания глюкозы крови не были заметно связаны с изменениями толщины роговицы в ЦОЗ. Вероятно, ГПК глаза уменьшается как вследствие набухания хрусталика, так и увеличения толщины роговицы (табл. 2).

Динамика показателей рефракции приведена в таблице 3. Как показывают полученные данные, наблюдаются достоверные различия в рефракции в начале и в конце мониторинга. За период наблюдения

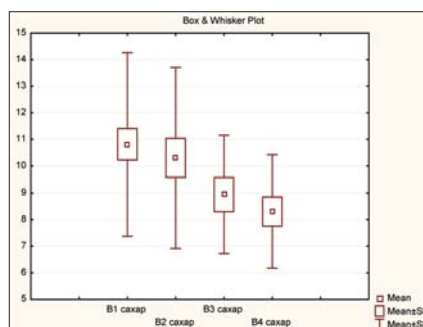


Рис. 1. Динамика уровня глюкозы крови в течение 3 лет наблюдения.

Fig. 1. Dynamics of blood glucose level during 3-year observation period.

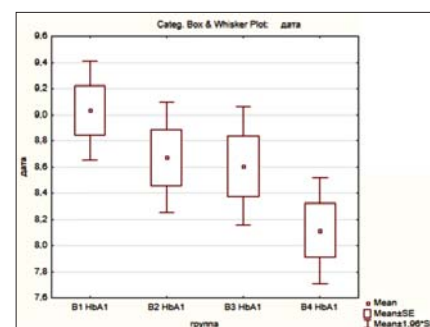


Рис. 2. Динамика уровня гликозилированного гемоглобина крови.

Fig. 2. Dynamics of the glycosylated blood hemoglobin level.

Таблица 1. Исходные биометрические показатели по данным одномерной эхографии
Table 1. Patients initial biometrics data according to one-dimensional echography

Показатель Parameter	Глаз Eye	n	Среднее значение Average value	ДИ -95 % Confidence interval	ДИ +95 % Confidence interval	Min	Max	Станд. ошибка ср. значения Standard error of the mean
Длина ПЗО, мм Axial length, mm	OD	34	22,92	22,59	23,26	21,71	26,11	0,17
	OS	34	22,82	22,49	23,15	21,47	26,80	0,16
ГПК, мм Anterior chamber depth, mm	OD	32	2,98	2,89	3,08	2,59	3,65	0,05
	OS	33	2,98	2,89	3,06	2,46	3,47	0,04
Толщина хрусталика, мм Lens thickness, mm	OD	32	4,66	4,55	4,77	4,25	5,26	0,053
	OS	33	4,62	4,49	4,75	3,40	5,36	0,065
Толщина роговицы в ЦОЗ, мкм Central corneal thickness, μ m	OD	34	548,79	536,40	561,18	483,0	637,0	6,09
	OS	34	554,18	541,23	567,12	490,0	650,0	6,36

Таблица 2. Взаимоотношение биометрических показателей с глюкозой крови и уровнем гликозилированного гемоглобина крови (осмотр 1)
Table 2. The relationship of biometrics with blood glucose and blood glycated hemoglobin (visit 1)

Глюкоза крови/Hb _{A1c} Blood glucose/ Hb _{A1c}	Биометрические показатели Biometric parameters	Глаз Eye	n	Spearman R	t (N-2)	p
Глюкоза крови Blood glucose	Длина ПЗО, мм Anterior-posterior length, mm	OD	34	-0,18	-1,008	0,32
		OS	34	-0,25	-1,45	0,015
Hb _{A1c}		OD	34	-0,19	-1,096	0,028
		OS	34	-0,19	-1,098	0,028
Глюкоза крови Blood glucose	ГПК, мм Anterior chamber depth, mm	OD	32	-0,27	-1,53	0,013
		OS	33	-0,19	-1,13	0,026
Hb _{A1c}		OD	32	-0,22	-1,21	0,023
		OS	33	-0,28	-1,59	0,012
Глюкоза крови Blood glucose	Толщина хрусталика, мм Lens thickness, mm	OD	32	0,054	0,29	0,771
		OS	33	-0,005	-0,03	0,973
Hb _{A1c}		OD	32	0,009	0,05	0,962
		OS	33	0,027	0,15	0,882
Глюкоза крови Blood glucose	Толщина роговицы в ЦОЗ, мкм Central corneal thickness, μm	OD	34	0,07	0,43	0,674
		OS	34	0,1	0,6	0,551
Hb _{A1c}		OD	34	0,19	1,102	0,027
		OS	34	0,21	1,103	0,032

Таблица 3. Динамика показателей общей клинической рефракции по составляющим компонентам на протяжении всего периода наблюдений
Table 3. Dynamics of indicators of total clinical refraction by constituent components throughout the entire observation period

Осмотры Visit	Показатель Parameter	Глаз Eye	n	Среднее значение Average value	ДИ -95 % Confidence interval	ДИ +95 % Confidence interval	Min	Max	Станд. ошибка ср. значения Standard error of the mean	p
1	sph	OD	33	-0,30	-0,94	0,33	-6,25	3,75	0,03	0,046121
3			14	-1,05	-2,17	0,06	-5,75	0,75	0,12	
1		OS	34	-0,13	-0,78	0,51	-8,5	2,75	0,03	0,075181
3			15	-0,75	-1,98	0,48	-8,5	0,75	0,07	
1	cyl	OD	33	-0,02	-0,31	0,28	-1,75	2,75	0,04	0,015765
3			14	-0,19	-0,63	0,23	-1,75	1,0	0,09	
1		OS	34	0,11	-0,19	0,41	-2,75	2,50	0,05	0,095391
3			15	0,07	-0,50	0,63	-2,75	1,75	0,06	
1	Ось цилиндра ax	OD	33	73,00	51,42	94,58	0,0	180,0	10,6	0,080479
3			14	67,50	34,13	100,87	0,0	168,0	15,44	
1		OS	34	81,41	58,79	104,03	0,00	180,0	11,12	0,017114
3			15	102,9	68,63	137,23	0,0	180,0	15,99	

на правых глазах пациентов усилилась имевшая место в начале исследования миопия, а на левых глазах гиперметропия перешла в слабую миопию, т. е. имеется общая достоверная тенденция к изменению рефракции в сторону миопии. Строгой закономерности в величине и направлении оси цилиндра не было выявлено [16].

Взаимосвязь показателей рефракции с глюкозой крови приведена в таблице 4.

При первом осмотре отмечалась положительная корреляционная связь между уровнем глюкозы крови и величиной цилиндра на правых глазах пациентов [$R = 0,296348$; $p = 0,040$]; отрицательная корреляционная связь выявлена между глюкозой крови и направлением оси цилиндра на правых глазах ($R = -0,207$; $p = 0,024$). При третьем осмотре выявлена положительная корреляционная связь между содержанием глюкозы в крови и рефракцией: чем выше был уровень глюкозы, тем больше рефракция смещалась в сторону миопии. Выявлена отрицательная корреляционная связь между уровнем глюкозы крови и sph левых глаз пациентов [$R = -0,266911$; $p = 0,40$].

Отрицательная корреляционная связь отмечена и между содержанием глюкозы и величиной цилиндра и направлением оси на левых глазах пациентов

[$R = -0,35$; $p = 0,02$]; а также осью левых глаз OS [$R = -0,53$; $p = 0,07$] (чем выше уровень глюкозы крови, тем эти показатели ниже).

Что касается корреляционной связи биометрических данных с содержанием Hb_{A1c} , то при первом осмотре была выявлена положительная корреляционная связь этого показателя с величиной сферического и цилиндрического компонента рефракции. При третьем осмотре сохранялась достоверная положительная корреляционная связь между Hb_{A1c} и величиной сферической рефракции, а с величиной цилиндрической рефракции корреляционная связь была отрицательной. Таким образом, с уровнем Hb_{A1c} так или иначе оказались связаны все изученные нами параметры либо в виде положительной, либо отрицательной связи.

Данные остроты зрения в начале и в конце мониторинга приведены в таблице 5. Из этих данных видно, что она несколько снизилась на обоих глазах пациентов, хотя это снижение и не было статистически достоверным. Возможно, это снижение связано с упомянутым выше небольшим сдвигом рефракции в сторону миопии.

Данные о корреляционной связи между остротой зрения и уровнем глюкозы и Hb_{A1c} приведены в таблице 6.

Таблица 4. Взаимоотношение рефракции с уровнем глюкозы крови и Hb_{A1c} на протяжении всего периода наблюдения
Table 4. The relationship of refraction with blood glucose and Hb_{A1c} throughout the observation period

Осмотры Visit	Глюкоза крови/Hb _{A1c} Blood glucose /Hb _{A1c}	Показатели рефракции Refractive indices	Глаз Eye	n	Spearman R	t (N-2)	p
1	Глюкоза крови Blood glucose	sph	OD	33	0,124287	0,69741	0,490745
			OS	34	0,151650	0,86790	0,391913
	Hb _{A1c}		OD	33	0,412439	2,52075	0,017070
			OS	34	0,226086	1,31293	0,019854
	Глюкоза крови Blood glucose	cyl	OD	33	0,296348	1,72760	0,040122
			OS	34	-0,096419	-0,54798	0,587506
	Hb _{A1c}		OD	33	0,384849	2,32156	0,027001
			OS	34	0,214710	1,24358	0,022686
	Глюкоза крови Blood glucose	Ось цилиндра ax	OD	33	-0,207399	-1,18041	0,024814
			OS	34	0,047951	0,27156	0,787701
	Hb _{A1c}		OD	33	0,130959	0,57006	0,030959
			OS	34	0,082809	0,47006	0,641503
3	Глюкоза крови Blood glucose	sph	OD	11	0,184762	0,56400	0,586534
			OS	12	-0,266911	-0,87582	0,401676
	Hb _{A1c}		OD	13	0,348202	1,23195	0,024365
			OS	14	0,193772	0,68421	0,506840
	Глюкоза крови Blood glucose	cyl	OD	11	-0,072616	-0,21842	0,831971
			OS	12	-0,346984	-1,16995	0,026915
	Hb _{A1c}		OD	13	0,207009	0,70177	0,497400
			OS	14	-0,055681	-0,19319	0,850044
	Глюкоза крови Blood glucose	Ось цилиндра ax	OD	11	0,782110	3,76533	0,004448
			OS	12	-0,525574	-1,95359	0,079275
	Hb _{A1c}		OD	13	0,299587	1,04145	0,320016
			OS	14	0,286188	1,03466	0,321229

Таблица 5. Динамика показателей остроты зрения (по числителю и знаменателю)
Table 5. Dynamics of visual acuity (in numerator and denominator)

Осмотры Visit	Показатель Parameter	Глаз Eye	n	Среднее значение Average value	ДИ -95 % Confidence interval	ДИ +95 % Confidence interval	Min	Max	Станд. ошибка ср. значения Standard error of the mean	p
1	Острота зрения, числитель Visual acuity, numerator	OD	34	3,91	3,73	4,09	1,00	4,0	0,09	0,772148
3	Visual acuity, numerator		15	3,80	3,37	4,23	1,00	4,0	0,20	
1	Острота зрения, числитель Visual acuity, numerator	OS	34	3,91	3,73	4,09	1,00	4,0	0,09	0,821628
3	Visual acuity, numerator		15	3,80	3,37	4,23	1,00	4,0	0,20	
1	Острота зрения, знаменатель Visual acuity, denominator	OD	34	9,19	6,43	11,94	4,00	40,0	1,35	0,203212
3	Visual acuity, denominator		15	10,21	4,66	15,75	4,00	40,0	2,59	
1	Острота зрения, знаменатель Visual acuity, denominator	OS	34	8,84	6,35	11,33	4,00	40,0	1,22	0,392128
3	Visual acuity, denominator		15	9,91	4,8	15,02	4,00	40,00	2,38	

Таблица 6. Взаимоотношение остроты зрения (числитель/знаменатель) с уровнем глюкозы крови и HbA_{1c} на протяжении периода наблюдения
Table 6. The relationship of visual acuity (numerator / denominator) with blood glucose and HbA_{1c} during the observation period

Осмотры Visit	Глюкоза крови/Hb _{A1c} Blood glucose /Hb _{A1c}	Показатель остроты зрения Visual acuity indicator	Глаз Eye	n	Spearman R	t (N-2)	p
1	Глюкоза крови Blood glucose	Числитель Numerator	OD	34	0,186394	1,07321	0,291204
			OS	34	0,186394	1,07321	0,291204
	Hb _{A1c}		OD	34	0,079963	0,45379	0,653043
			OS	34	0,079963	0,45379	0,653043
	Глюкоза крови Blood glucose	Знаменатель Denominator	OD	34	-0,279722	-1,64814	0,010911
			OS	34	-0,231708	-1,34741	0,018731
	Hb _{A1c}		OD	34	-0,148529	-0,84963	0,401843
			OS	34	-0,155199	-0,88870	0,380794
3	Глюкоза крови Blood glucose	Числитель Numerator	OD	12	0,087804	0,27874	0,786125
			OS	12	0,087804	0,27874	0,786125
	Hb _{A1c}		OD	14	0,206861	0,73243	0,477968
			OS	14	0,206861	0,73243	0,477968
	Глюкоза крови Blood glucose	Знаменатель Denominator	OD	12	0,071562	0,22688	0,825087
			OS	12	0,140310	0,44813	0,663609
	Hb _{A1c}		OD	14	-0,383455	-1,43827	0,017592
			OS	14	-0,539760	-2,22112	0,046345

Как видно из таблицы 6, обнаружена лишь отрицательная корреляционная связь между знаменателем остроты зрения и обоими этими показателями (числителем и знаменателем) как в начале, так и в конце мониторинга.

Данные об истинном ВГД в начале исследования приведены в таблице 7.

Из этих данных видно, что ВГД (Р₀) в течение срока наблюдения статистически достоверно снизилось примерно на 1 мм рт. ст.: с 15,94 до 14,85 мм рт. ст. на правых глазах и с 16,06 до 15,17 мм рт. ст. на левых глазах.

Связь ВГД с уровнями глюкозы крови и HbA_{1c} на протяжении периода наблюдения приведена в таблице 8 [15].

При первом осмотре выявлена достоверная положительная корреляционная связь между уровнем глюкозы и HbA_{1c} и уровнем ВГД на обоих глазах: чем выше был уровень глюкозы и HbA_{1c} в крови, тем выше ВГД. За период мониторинга положительная корреляция выявлена только на правых глазах обследованных пациентов.

ВЫВОДЫ

1. При ИПСД II типа в стадии субкомпенсации биометрические показатели, рефракция и ВГД детерминированы изменениями уровня гликемии крови.

2. Изменения биометрических показателей оптической системы глаза, в частности толщины

Таблица 7. Динамика уровня истинного ВГД (Po)
Table 7. Dynamics of the level of true IOP (Po)

Осмотры Visit	Показатель Parameter	Глаз Eye	n	Среднее значение Average value	ДИ -95 % Confidence interval	ДИ +95% Confidence interval	Min	Max	Станд. ошибка ср. значения Standard error of the mean	p
1	ВГД, мм рт. ст.	OD	34	15,94	14,96	16,91	8,00	21,00	0,48	0,010806
3	IOP, mm Hg		15	14,85	13,49	16,2	11,00	19,00	0,63	
1	ВГД, мм рт. ст.	OS	34	16,06	15,14	16,98	10,00	21,00	0,45	0,003924
3	IOP, mm Hg		15	15,17	14,04	16,3	11,50	18,00	0,52	

Таблица 8. Взаимоотношение уровня ВГД с уровнями глюкозы крови и Hb_{A1c} на протяжении периода наблюдения
Table 8. The relationship of IOP level with blood glucose level and Hb_{A1c} during the observation period

Осмотры Visit	Глюкоза крови/Hb _{A1c} Blood glucose /Hb _{A1c}	Показатель Parameter	Глаз Eye	n	Spearman R	t (N-2)	p
1	Глюкоза крови Blood glucose	ВГД, мм рт. ст. IOP, mm Hg	OD	34	0,21	1,22	0,232
			OS	34	0,24	1,42	0,175
	Hb _{A1c}		OD	34	0,25	1,52	0,014
			OS	34	0,31	1,88	0,037
3	Глюкоза крови Blood glucose	ВГД, мм рт. ст. IOP, mm Hg	OD	12	0,25	0,83	0,43
			OS	12	0,46	1,66	0,012
	Hb _{A1c}		OD	14	-0,36	-1,34	0,027
			OS	14	-0,12	-0,44	0,6

роговицы в ЦОЗ, а также сдвиг рефракции в сторону миопии коррелируют преимущественно с уровнем Hb_{A1c} в крови.

3. Выявлена обратная корреляция глубины передней камеры и длины передне-задней оси глаза с уровнем глюкозы: чем выше уровень глюкозы, тем мельче передняя камера и меньше длина передне-задней оси глаза.

4. Имеется прямая корреляционная связь ВГД с уровнем глюкозы и Hb_{A1c}: чем выше эти показатели, тем выше ВГД.

Конфликт интересов: отсутствует.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Литература/References

- Huntjens Byki B.Sc., Clare O'Donnell. Refractive error changes in Diabetes mellitus. Optometry in Practice. M.C. Optom. FAAO. City University London. 2006; 7 (3): 103–14.
- Okamoto F., Sone H., Nonoyama T., Honmura S. Refractive changes in diabetic patients during intensive glycemic control. Br. J. Ophthalmol. 2000; 84 (10):1097–102. doi: 10.1136/bjo.84.10.1097
- Giusti C. Transient hyperopic refractive changes in newly diagnosed juvenile diabetes. J. Swiss Med. Wkly. 2003; 133 (13–14): 200–5. doi: 2003/13/smw-10177
- Sonmez B., Bozkurt B., Atmaca A., et al. Effect of glycemic control on refractive changes in diabetic patients with hyperglycemia. J. Cornea. 2005; 24 (5): 531–7. doi: 10.1097/01.ico.0000151545.00489.12
- Gelvin J.B., Thonn V.A. The formation and reversal of acute cataracts in diabetes mellitus. J. Am. Optometry Assoc. 1993; 64 (7): 471–4.

- Trindade F. Transient cataract and hypermetropization in diabetes mellitus: case report. J. Arq. Brasil. Oftalmol. 2007 (6 Nov-Dec); 70 (6): 1037–46. doi:10.1590/S0004-27492007000600030
- Maija Mantyjarvi Kuopio. Myopia and diabetes: a review. Acta Ophthalmologica. 1988; 66(Issue S 185): 82–5. doi: 10.1111/j.1755-3768.1988.tb02672.x
- Fledelius H.C., Miyamoto K. Diabetic myopia — is it lens-induced? An oculometric study comprising ultrasound measurements. J. Acta Ophthalmologica. 1987; 65 (4): 469–73. doi: 10.1111/J.1755-3768.1987.TB07025.X
- Brown N., Hungerford J. The influence of the size of the lens in ocular disease. J. Transl. Ophthalmol. Society of UK. 1982; 102 (3): 359–63.
- Sparrow J.M., Bron A.J., Brown N.A., Neil H.A. Biometry of the crystalline lens in early-onset diabetes. Br. J. Ophthalmol.1990; 74 (11): 654–60. doi:10.1364/BOE.6.000702
- Bhandari Madhavendra. Can myopia delay diabetic retinopathy? Review of J. Optometry. 2012; 149 (8): 82–7. doi: 101001/jamaophthalmol.2015.0471
- Tai M.C., Lin S.Y., Chen J.T., et al. Sweet hyperopia: refractive changes in acute hyperglycemia. Eur. J. Ophthalmol. 2006; 16 (5 Sep-Oct.): 663–6. doi:10.1007/s00417-007-0729-8
- Nanouk G.M., Wiemer, Elisabeth M.W., et al. The effect of acute hyperglycemia on retinal thickness and ocular refraction in healthy subjects. J. Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. 2008 May; 246 (5): 703–8. doi: 10.1007/s00417-007-0729-8
- Mitchell P., Smith W., Chey T., Healey P.R. Open-angle glaucoma and diabetes: the Blue Mountains eye study. Australia. J. Ophthalmology. 1997; 104 (4): 712–8. doi: 10.1016/S0161-6420(97)30247-4
- Mineeva L.A., Slezkina I.G., Kabanov A.V., Shubin L.B. Correlation of biometric indicators, refraction and intraocular pressure with blood glucose level in patients with diabetes mellitus type 2. Invest. Ophthalmol. Vis. Sc. 2014; 55 (13): 4394.
- Mineeva L.A., Slezkina I.G., Shubin L.B., Kabanov A.V. A study of the dynamics of refraction in patients with insulin dependent Diabetes Mellitus type 2. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2015; 56 (7): 4705.

Поступила: 30.10.2018

Blood glucose level impact on biometric parameters, refraction and intraocular pressure in patients with subcompensated insulin-requiring type II diabetes

L.A. Mineeva — Cand. Med. Sci., assistant, chair of outpatient therapy, clinical laboratory diagnostics and medical biochemistry¹

L.I. Balashevich — Dr. Med. Sci., Professor, principal consultant²

A.A. Kozhukhov — Dr. Med. Sci., Professor of the chair of ophthalmology³, leading ophthalmic surgeon, director⁴

A.A. Baranov — Dr. Med. Sci., Professor, head, chair of outpatient therapy, clinical laboratory diagnostics and medical biochemistry¹

L.B. Shubin — Cand. Med. Sci., assistant professor, pathologic anatomy chair¹

A.V. Kabanov — Cand. Med. Sci., assistant, clinical pharmacology chair¹

¹Yaroslavl State Medical University, 5, Revolutsionnaya, St., Yaroslavl, 150000, Russia

²St. Petersburg branch of S.N. Fyodorov Eye Microsurgery Clinic, 21, Yaroslava Gasheka St., St. Petersburg, 192283, Russia

³A.I. Burnazyan Medical and Biophysical Center, Ophthalmological Department of the Institute of Improvement of Professional Skill, 15, Gamalei St., Moscow, 123098, Russia

⁴Ophthalmological Clinic "Spektr", 12, proezd Berezovoj roshchi, Moscow, 125252, Russia
lydm@mail.ru

Purpose. To study the relationship of biometric parameters, visual acuity, eye refraction and intraocular pressure (IOP) with blood glucose levels and glycated hemoglobin (Hb_{A1c}) in patients with subcompensated insulin-requiring type II diabetes mellitus. **Material and methods.** Ophthalmic monitoring lasted 3 years, the experience of insulin therapy — 6 years. 32 patients (27 women and 5 men) with insulin-requiring diabetes mellitus and no severe general diabetic complications or concomitant eye pathology were monitored for 3 years. The patients' average age was 60.4 ± 5.3 years; average weight 94.3 ± 16.5 kg; average height 163.4 cm; average BMI (body mass index) was 29.93 kg/m^2 , all received insulin treatment for 6 years. Patients determined the level of blood glucose themselves on a daily basis using individual "Accu-Check" and/or "One Touch select" glucometers, supplemented by endocrinologist checks on scheduled examinations once a month. The level of glycated hemoglobin (Hb_{A1c}) was determined once every 3–6 months. The 3-year ophthalmic monitoring involved both eyes and included biomicroscopy, autorefractometry, pneumotonometry, measurement of the anterior-posterior axis, the depth of the anterior chamber and lens thickness; pachymetry of the cornea in the central optical zone, and ophthalmoscopy. Visometry was performed according to ETDRS (Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group) requirements. **Results.** The impact of blood glucose level on visual acuity (Spearman $R = 0.18/-0.23$, $t(N-2) = 1.07/-1.34$, $p = 0.1$) is higher than that of Hb_{A1c} (Spearman $R = 0.07/-0.15$, $t(N-2) = 0.4/-0.8$, $p = 0.65$). The higher the glucose level, the lower the depth of the anterior chamber and the shorter the APA. In contrast, the higher the level of Hb_{A1c} , the thicker the cornea in the central optical zone. Both the glucose and the Hb_{A1c} levels reveal a similar positive correlations with IOP. A refraction shift toward myopia from 42 % to 55 % was shown to correlate to Hb_{A1c} , and a corresponding reduction of hyperopia share was revealed. **Conclusions.** In patients with subcompensated insulin-requiring diabetes mellitus type II, biometric parameters, refraction and intraocular pressure are determined by changes in the level of blood glycemia.

Keywords: diabetes mellitus type II, blood glucose, glycated hemoglobin (Hb_{A1c}), biometry parameters, refraction, intraocular pressure

For citation: Mineeva L.A., Balashevich L.I., Kozhukhov A.A., Baranov A.A., Shubin L.B., Kabanov A.V. Blood glucose level impact on biometric parameters, refraction and intraocular pressure in patients with subcompensated insulin-requiring type II diabetes. Russian ophthalmological journal. 2019; 12 (1): 35–42 (In Russian). doi: 10.21516/2072-0076-2019-12-1-35-42

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

Financial disclosure: No author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

Для контактов: Лидия Алексеевна Минеева
E-mail: lydm@mail.ru