

terminated the genetic polymorphisms by polymerase chain reaction method in real time. In the presence the “wild” genotype G/G of rs2010963 polymorphism macular edema was determined considerably more often – at 88,2±7,8% against 11,8±7,8% at genotypes of G/C and C/C ($p_{Fet}=0,04$). Corresponded to it statistically significantly big were the central thickness (by 1,2 times; $p=0,001$) and retina volume (by 1,1 times; $p=0,007$). At carriers of the “wild” genotype G/G of rs2010963 polymorphism the neovascularisation of the optic nerve disk almost didn't meet: 5,9±5,7% against 94,1±5,7% in the presence of G/C and C/C genotypes ($p_{Fet}=0,01$). The minor allele A of VEGF gene polymorphism rs6921438 promoted the bigger level of glycemia at patients with diabetes 2 types with a diabetic retinopathy.

Key words: *diabetes mellitus 2 types, diabetic retinopathy, VEGF gene polymorphisms, rs2010963, rs6921438.*

Рецензент – Пенішкевич Я.І., д.мед.н., професор

Стаття надійшла до редакції 01.09.2015 р.

УДК 616-07:[617.736:616.379-008.64]

УСОВЕРШЕНСТВОВАНЫЙ АЛГОРИТМ АНАЛИЗА СНИМКОВ ОПТИЧЕСКОЙ КОГЕРЕНТНОЙ ТОМОГРАФИИ МАКУЛЯРНОЙ ОБЛАСТИ СЕТЧАТКИ ПРИ ДИАБЕТИЧЕСКОМ МАКУЛЯРНОМ ОТЕКЕ

С. А. Рыков¹, С. Ю. Могилевский¹, О. Г. Пархоменко², С. А. Сук¹

¹ Национальная медицинская академия последипломного образования имени П.Л. Шупика МЗ Украины,

² Киевская городская клиническая офтальмологическая больница «Центр микрохирургии глаза» МЗ Украины
– г. Киев, Украина

В роботі представлений удосконалений алгоритм аналізу знімків спектральної оптичної когерентної томографії макулярної ділянки сітківки для оцінки ступеня вираженості діабетичної макулопатії за міжнародною шкалою важкості діабетичного макулярного набряку. Методика аналізу легка в опануванні та може використовуватись для скринінгу діабетичного макулярного набряку.

Ключові слова: *діабетичний макулярний набряк, оптична когерентна томографія.*

Сахарный диабет (СД) является глобальной проблемой современной медицины, что связано с его распространенностью, тенденцией к увеличению числа больных практически во всех странах мира и высокой инвалидизацией вследствие его осложнений [1-2].

Макулярный отек может быть первым симптомом диабетической ретинопатии (ДРП) или возникать на любой стадии ее развития. По данным литературы, диабетический макулярный отек (ДМО) развивается у 42 % больных СД 1-го типа и более чем у 80% больных СД 2-го типа через 15 лет после начала заболевания. С каждым годом число больных с ДМО увеличивается на 5-10% [3-5]. Частота диабетического макулярного отека повышается прямо пропорционально продолжительности заболевания сахарным диабетом и тяжести диабетического поражения [6]. Оптическая когерентная томография (ОКТ) при ДМО используется с целью скрининга отека, его количественной оценки и установления соотноше-

ния с фовеальной областью [7-8]. Таким образом обоснована необходимость в систематизации и сопоставлении изменений ОКТ картины макулярной области сетчатки с международной градацией степени тяжести ДМО.

Целью работы было усовершенствование алгоритма анализа снимков оптической когерентной томографии макулярной области сетчатки при диабетическом макулярном отеке.

Материал и методы. В исследование были включены 82 пациента (125 глаз) с сахарным диабетом и диабетической ретинопатией различной степени тяжести и офтальмоскопическими признаками диабетической макулопатии. Всем пациентам, кроме общеклинических обследований и определения лучшей корригированной остроты зрения, измерения внутриглазного давления, непрямой офтальмоскопии с фундус линзой, были проведены специализированные исследования: спектральная ОКТ высокого разрешения (аксиальная разрешающая способность прибора – 5 мкм)

с фотографированием глазного дна (Торсон 3D OCT Mark2); ряду пациентов ОКТ проводилось на Cirrus OCT, Carl Zeiss, Spectralis OCT. Использовались протоколы сканирования – «куб» размером 6x6 мм в режиме макула. Также проводились снимки по протоколу «7 Raster HD» (с наложением нескольких сканов для увеличения качества получаемого изображения и уменьшения «шума» на результирующей томограмме). ФАГ и фото глазного дна проводились на лазер-сканирующем офтальмоскопе – Гейдельбергском ретинальном ангиографе (Spectralis), фундус камерах HRC, Торсон. Клинический диагноз *диабетической макулопатии* и *диабетического макулярного отека* верифицировался по комплексным данным лазерсканирующего ФАГ, ОКТ, фотографирования глазного дна, а также данными анамнеза и клинического обследования пациентов. В ходе обследования пациентов с диабетической макулопатией с помощью спектральнодоменного ОКТ нами были выявлены кардинальные характерные признаки диабетического макулярного отека. Для градации степени тяжести диабетического макулярного отека нами была разработана система баллов, соответствующая тому или иному ОКТ признаку ДМО. После написания заключения ОКТ сумма баллов ОКТ признаков определяла выраженность диабетического макулярного отека по международной шкале тяжести, принятой Американской академией офтальмологии (ААО) [9]. Сумме баллов «0» соответствовало отсутствие диабетического макулярного отека. Сумме баллов больше 0 до 40 соответствовал диабетический макулярный отек легкой степени тяжести. Средней степени тяжести соответствовали ОКТ изменения сетчатки от 41 до 80 баллов. Диабетическому макулярному отеку тяжелой степени соответствовали ОКТ

изменения сетчатки более 80 баллов (табл. 1).

Результаты. Для оценки выраженности ДМО по международной шкале тяжести заболевания, а также для систематизации, описания и анализа изменений макулярной области сетчатки при диабетической макулопатии нами предложены следующие порядок и алгоритмы анализа снимков спектральной оптической когерентной томографии. Анализ снимка ОКТ начинался с характеристики преретинального отдела стекловидного тела. В норме витреоретинальный интерфейс был гипорефлективен без патологических включений. В преретинальных отделах стекловидного тела могли определяться гиперрефлективные мембраны, которые, в свою очередь, могли быть однослойными и многослойными. Мембраны могли быть полностью отслоены от ретины, быть частично прикрепленными или полностью прилежать к сетчатке (рис. 1).

Фовеальный контур мог быть патологически изменен с деформацией тракционного или экссудативного (транссудативного) характера. При начальных изменениях фовеальный контур мог оцениваться как сглаженный. В случае прогрессирования тракции могли формироваться разрывы: полный – при нарушении целостности всей сетчатки, включая пигментный эпителий; ламеллярный разрыв, когда сохранялась целостность наружных или внутренних слоев сетчатки. Разрыв квалифицировался как внутренний или наружный в зависимости от того, какие слои сетчатки были нарушены (рис. 2).

При нарушениях собственно в слоях сетчатки макулярной области наиболее часто определялась жидкость интратретинально. Интратретинально (в нейроэпителии) мог наблюдаться кистозный отек или диффузное утолщение нейроэпителия без кист. В случае отслоения пигментного эпителия жидкость находится субретинально. На уровне на-

Таблица 1

Балльная характеристика изменений морфологии сетчатки по данным спектральнодоменного ОКТ при ДМО

Признаки ОКТ	Количество баллов
Деформация фовеального контура	20
Утолщение сетчатки экстрафовеально	10
Утолщение сетчатки юстафовеолярно	10
Утолщение сетчатки субфовеолярно	70
Гиперрефлективные включения на уровне наружного плексиформного слоя, что может соответствовать твердым экссудатам субфовеолярно	70
Гиперрефлективные включения на уровне наружного плексиформного слоя, что может соответствовать твердым экссудатам, юстафовеолярно	40
Гиперрефлективные включения на уровне наружного плексиформного слоя, что может соответствовать твердым экссудатам, экстрафовеолярно	10
Отслойка нейроэпителия в фовеоле	70
Кистозные полости в нейроэпителии субфовеолярно	70
Кистозные полости в нейроэпителии юстафовеолярно	10
Кистозные полости в нейроэпителии экстрафовеолярно	10

ружного плексиформного слоя могли определяться гиперрефлективные включения, соответствующие твердым экссудатам. Кровоизлияния определялись гиперрефлективными включениями интравитреально в слое нервных волокон сетчатки или субретинально – гиперрефлективная прослойка под пигментным эпителием с частичной или полной блокадой визуализации подлежащих слоев. Характерным признаком расслоения сетчатки являлось утолщение сетчатки с присутствием вертикальных перегородок в нейроэпителии (гистологически соответствуют клеткам Мюллера), идущих от наружной пограничной мембраны к внутренней пограничной мембране (рис. 3).

Комплекс *пигментный эпителий – хориокапиллярный (ХК) комплекс* в норме определялся в

виде сплошной гиперрефлективной полосы. При патологических изменениях мог иметь волнистый характер, в случае наличия друз определялось накопление материала средней гиперрефлективности между пигментным эпителием сетчатки (ПЭС) и мембраной Бруха. Стекловидная пластинка (мембрана Бруха) в норме не визуализировалась, а проявлялась лишь при разобщении целостности ПЭС-ХК комплекса в виде тонкой ровной гиперрефлективной пластины. Классические субретинальные неоваскулярные мембраны визуализировались в виде веретеновидного гиперрефлективного утолщения на уровне ПЭС-ХК комплекса. Отслойка пигментного эпителия могла быть серозной, фиброваскулярной или геморрагической. При серозной отслойке ПЭС подлежащий



Рис. 1. Алгоритм анализа ОКТ картины витреоретинального интерфейса



Рис. 2. Алгоритм анализа ОКТ состояния фовеального контура сетчатки



Рис. 3. Алгоритм анализа архитектуры сетчатки по данным ОКТ

слой хориокапилляров и мембрана Бруха четко визуализировались подо всей плоскостью отслоения. При геморрагической отслойке наблюдалась полная блокада подлежащих слоев ХК гиперрефлективной прослойки при массивном кровоизлиянии или частичная блокада при небольших по толщине геморрагиях. Фиброваскулярная отслойка ПЭС могла соответствовать скрытой субретинальной неоваскулярной мембране, что проявлялось частичной блокадой подлежащих слоев с частичной визуализацией мембраны Бруха и хориокапилляров (рис. 4).

В нашем исследовании из общего числа 125 глаз выявлено 120 глаз (96%) с ДМО по комплексным данным методов – фото глазного дна, ФАГ, ОКТ. При этом по данным специализированных ретинологических методов исследования диабетический макулярный отек слабой степени тяжести был выявлен на 29 глазах (24 %), средней степени тяжести – на 9 глазах (8%) и тяжелой степени тяжести – 82 глазах (68%).

Приводим *клинический пример № 1* описания ОКТ пациента с ДМО легкой степени тяжести: пациент А., 68 лет, болен СД 2 типа 10 лет. Острота зрения правого глаза Vis=1,2 (рис.5).

Исследование макулярной области сетчатки ОКТ. Правый глаз (OD): качество снимка хорошее. В преретинальных отделах стекловидного тела патологических изменений не выявлено. Задняя гиалоидная мембрана не визуализируется. Слои сетчатки дифференцированы. Фовеальный контур выражен, не нарушен. Толщина фовеальной области не изменена, соответствует возрастной норме. Слой фоторецепторов в фовеа выражен, без патологических изменений. Архитектоника сетчатки нарушена: определяется фокальное утолщение сетчатки экстрафовеолярно темпорально от фовеолы (10 баллов); определяются единичные гиперрефлективные включения с четкими границами (что может соответствовать твердым экссудатам) на уровне наружного плексиформного слоя экстрафовеолярно темпорально от фовеолы (10 баллов). Мембрана Бруха не выделяется из комплекса

ПЭС-хориокапилляры (соответствует среднестатистической норме). Слой хориокапилляров в фовеа без патологических изменений.

Сумма баллов 20, что соответствует легкой степени тяжести диабетического макулярного отека.

Клинический пример № 2 – описание ОКТ пациента с ДМО средней степени тяжести: пациент Д., 72 года, болен СД 2 типа 18 лет. Острота зрения правого глаза Vis=0,4/0,9 со sph (+) 1,5 (рис. 6).

Исследование макулярной области сетчатки правого глаза (OD): качество снимка хорошее. В преретинальных отделах стекловидного тела патологических изменений не выявлено. Задняя гиалоидная мембрана (ЗГМ) не визуализируется. Слои сетчатки дифференцированы. Фовеальный контур деформирован, сглажен с верхненазальной стороны (20 баллов). Внутренняя пограничная мембрана (ВПМ) визуализируется, слабо гиперрефлективна. Толщина фовеальной области увеличена за счет интратретинального отека (10 баллов). Архитектоника сетчатки нарушена: определяется объемное единичное гиперрефлективное включение с четкими границами (что может соответствовать твердым экссудатам) на уровне наружного и внутреннего плексиформного слоя юстафовеолярно (20 баллов), а также множественные мелкие гиперрефлективные включения на уровне наружного плексиформного слоя с верхненазальной стороны от фовеолы экстрафовеолярно (10 баллов); множественные мелкие гипорефлективные полости на уровне наружного и внутреннего плексиформного слоя экстрафовеолярно (может соответствовать кистозному отеку) (10 баллов). Слой фоторецепторов в фовеоле выражен, не нарушен. Профиль пигментного эпителия в фовеолярной области ровный, четкий, не изменен. В юстафовеолярной области экранирован. Мембрана Бруха не выделяется из комплекса ПЭС-хориокапилляров.

Сумма баллов 70, что соответствует средней степени тяжести диабетического макулярного отека.

Клинический пример № 3 – описание ОКТ пациента с ДМО тяжелой степени: пациент Н., 45



Рис. 4. Алгоритм анализа ОКТ комплекса пигментный эпителий – хореокапилляры

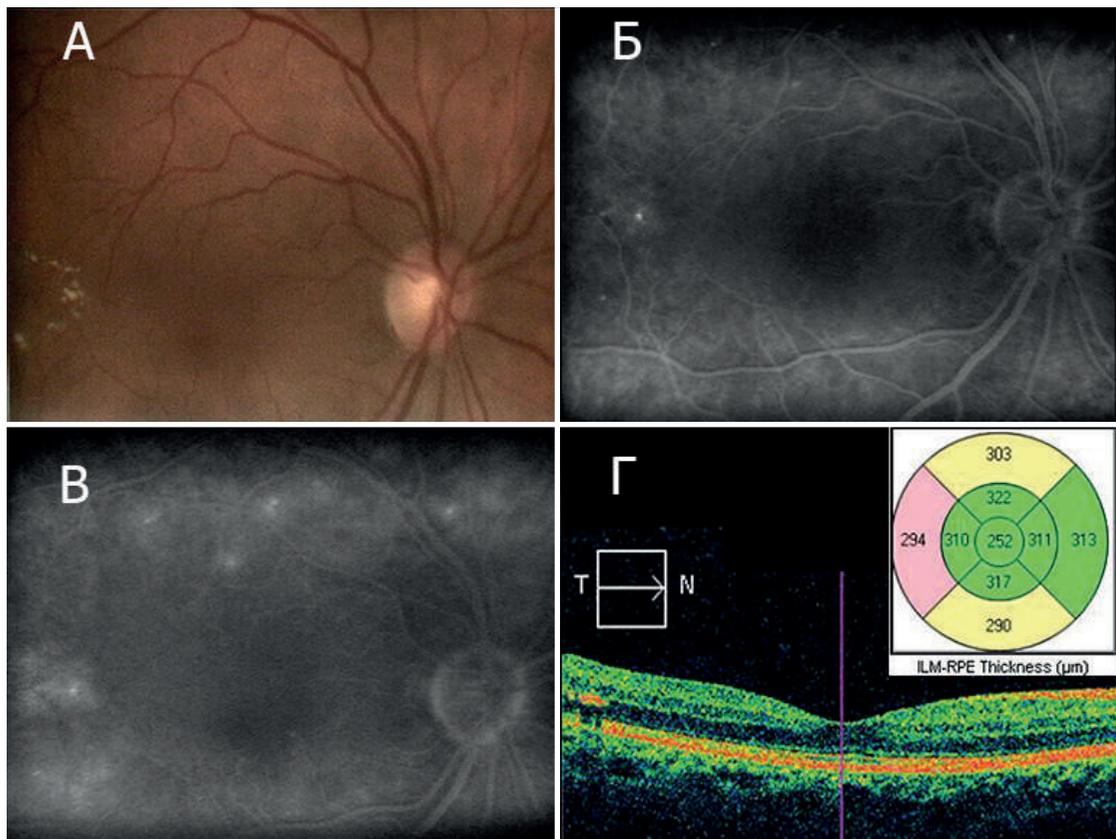


Рис. 5. Снимки глазного дна пациента с ДМО легкой степени тяжести:
 а) фото глазного дна; б) флюоресцентная ангиограмма – венозная фаза; в) флюоресцентная ангиограмма – поздняя фаза; г) снимок ОКТ с картой толщины сетчатки

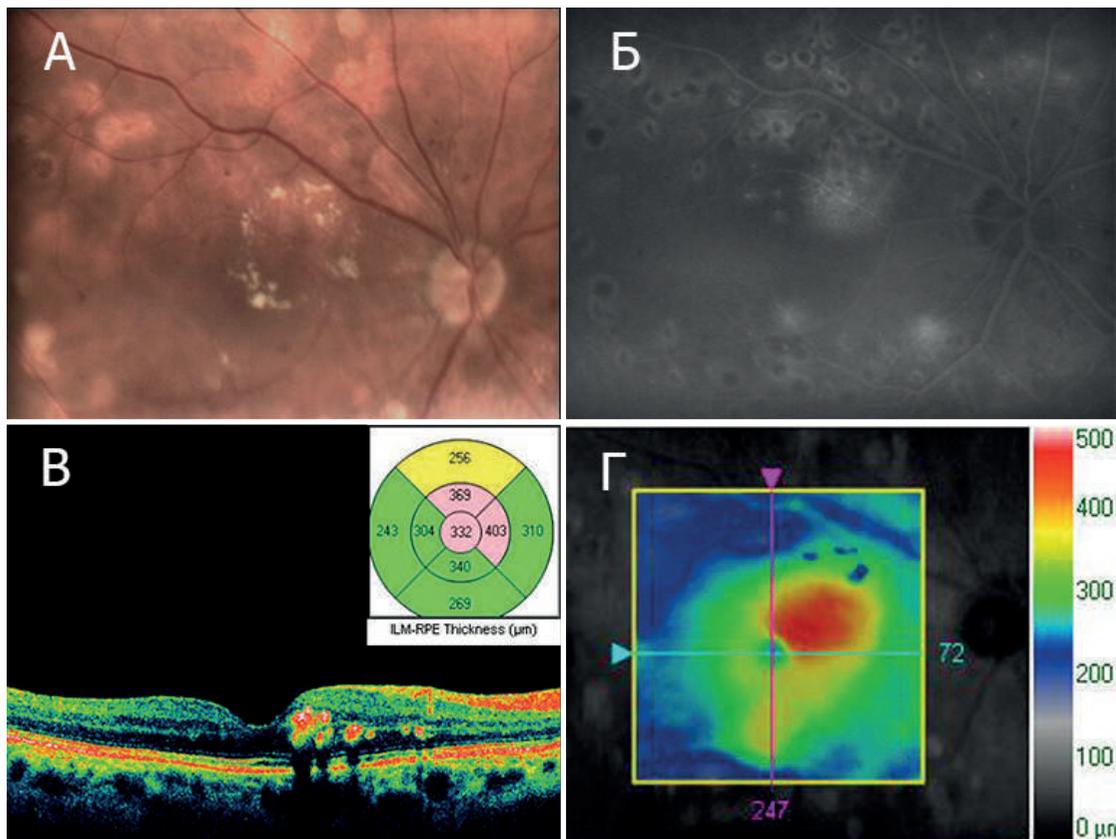


Рис. 6. Снимки глазного дна пациента с ДМО средней степени тяжести:
 а) фото глазного дна; б) флюоресцентная ангиограмма – поздняя фаза; в) снимок ОКТ с картой толщины сетчатки; г) топографическая ОКТ-карта толщины сетчатки

лет, болеет СД 1 типа 27 лет. Острота зрения левого глаза $Vis=0,2/n.k.$ (рис. 7).

Исследование левого глаза (OS): качество снимка хорошее. В преретинальных отделах стекловидного тела патологических изменений не выявлено. Задняя гиалоидная мембрана (ЗГМ) не визуализируется. Слои сетчатки дифференцированы. Фовеальная ямка отсутствует, определяется деформация фовеальной области с проминенцией в сторону стекловидного тела, деформация экссудативного характера (20 баллов). Толщина фовеолярной области значительно увеличена за счет интратретинального отека (70 баллов). Слой фоторецепторов в фовеоле слабо визуализируется. Архитектоника сетчатки нарушена: определяются гипорефлективные полости в виде лепестков цветка, ограниченные вертикальными перегородками, в

слое нейрорепителія в фовеоле (70 баллов), множественные гипорефлективные полости (что может соответствовать кистозному макулярному отеку) в слое наружного и внутреннего плексиформного слоя макулярной области) (10 баллов). В наружном плексиформном слое определяются единичные гиперрефлективные точечные включения (могут соответствовать твердым экссудатам) (10 баллов). Слой фоторецепторов неравномерный, определяются точечные дефекты пигментного эпителия.

Сумма баллов 180, что соответствует тяжелой степени тяжести диабетического макулярного отека.

Выводы

Таким образом, усовершенствованный нами алгоритм анализа снимков ОКТ макулярной области сетчатки и соответствующая изменениям

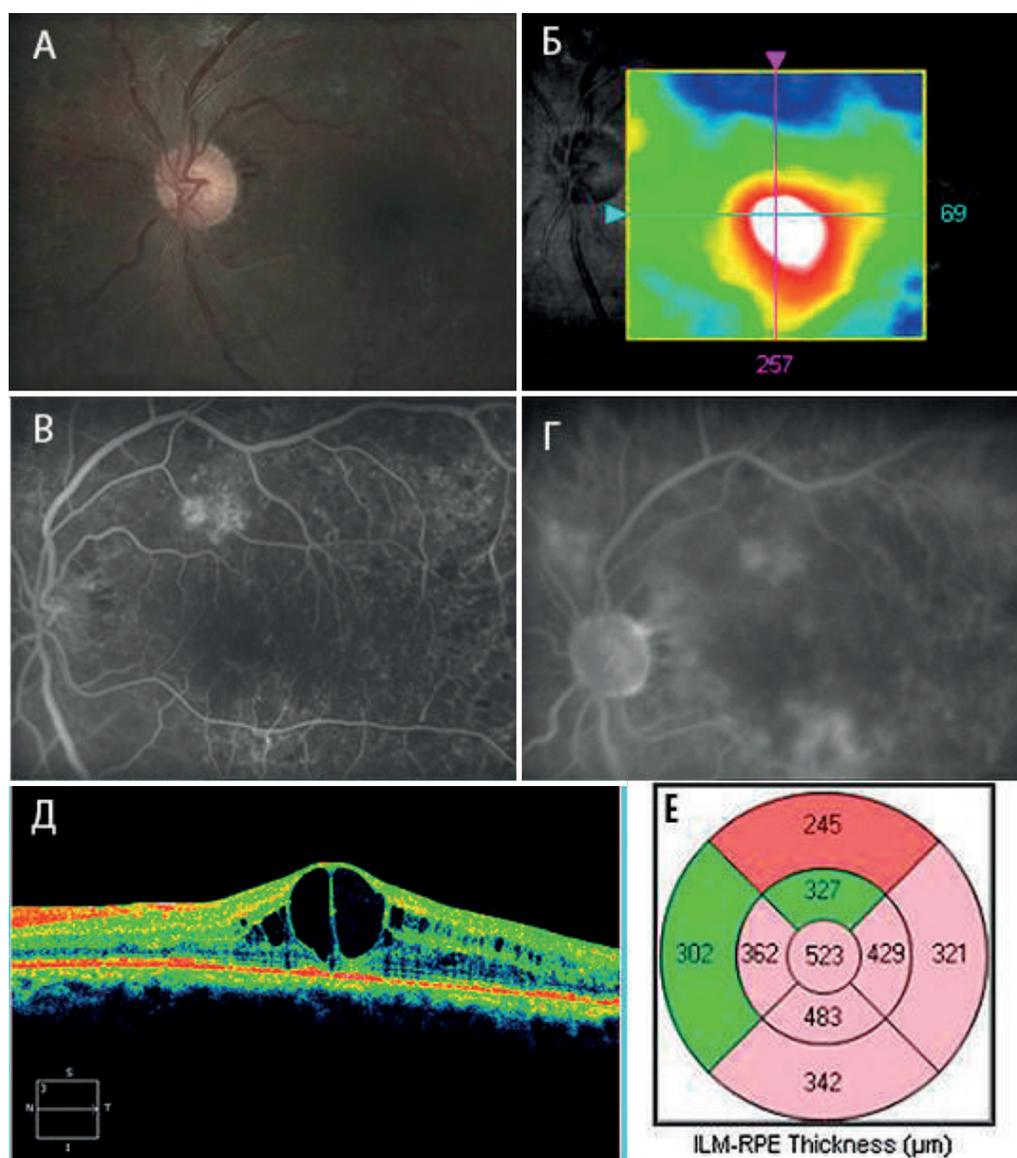


Рис. 7. Снимки глазного дна пациента с ДМО тяжелой степени:

а) фото глазного дна; б) топографическая ОКТ–карта толщины сетчатки; в) флюоресцентная ангиограмма – венозная фаза; г) флюоресцентная ангиограмма – поздняя фаза; д) снимок ОКТ макулярной области; е) карта толщины макулярной области по данным ОКТ

архитектоники сетчатки система баллов позволили проводить оценку степени тяжести диабетического макулярного отека согласно международной классификации. Методика анализа легка в освоении и может использоваться для скрининга диабетического макулярного отека.

Литература

1. Prevention of blindness from diabetes mellitus / Report of a WHO consultation in Geneva. – Switzerland, 9-11 November 2005. – 39 p. – ISBN 978.92.4.154712.3.
2. *Бездетко П. А.* Эпидемиология и частота сахарного диабета и диабетической ретинопатии / П. А. Бездетко, Е. В. Горбачева // Междунар. эндокрин. журн. – 2006. – №4(6). – С. 76–80.
3. Стратегии профилактики слепоты в национальных программах: подход с позиций первичной медико-санитарной помощи / ВОЗ. – Женева : ВОЗ, 1998. – 126 с.
4. *Родин С. С.* Результаты лечения макулярного отека у больных с диабетической ретинопатией / С. С. Родин, А. А. Путиенко, И. Л. Баронская, Г. В. Левицкая // Офтальмологический журнал. – Одесса. – 1999. — № 1. — С. 9-13.
5. *Williams R.* Epidemiology of diabetic retinopathy and macular edema: a systematic review / R. Williams, M. Airey, H. Baxter [et al.] // Eye advance online publication. – 2 July. – 2004. – № 18. – P. 963–983.
6. *Klein R.* The epidemiology of ocular problems in diabetes mellitus / R. Klein, B. Klein, S. E. Moss // Blackwell Scientific Publications. – Boston. – 1991. – P. 1–51.
7. *Ozdek S. C.* Optical coherence tomographic assessment of diabetic macular edema: comparison with fluorescein angiographic and clinical findings / S. C. Ozdek, M. A. Erdinc, G. Gurelik [et al.] // Ophthalmologica. – 2005. – March – April. – Vol. 219. – № 2. P. 86–92.
8. *Науменко В. А.* Эффективность нового метода диагностики и лазерного лечения отечных форм диабетической макулопатии : дис. ... канд. мед. наук : 14.00.08 / Науменко Владимир Александрович. – Киев. – 2004. – 128 с.
9. *Wilkinson C. P.* Proposed International Clinical Diabetic Retinopathy and diabetic macular edema disease severity scales / C. P. Wilkinson, L. Frederick, E. Ronald [et al.] // American Academy of Ophthalmology. – Ophthalmology. – 2003. – Vol. 110. – P. 1677–1682.

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ АЛГОРИТМ АНАЛИЗА СНИМКОВ ОПТИЧЕСКОЙ КОГЕРЕНТНОЙ ТОМОГРАФИИ МАКУЛЯРНОЙ ОБЛАСТИ СЕТЧАТКИ ПРИ ДИАБЕТИЧЕСКОМ МАКУЛЯРНОМ ОТЕКЕ

С. А. Рыков, С. Ю. Могилевский, О. Г. Пархоменко, С. А. Сук

В работе представлен усовершенствованный алгоритм анализа снимков спектральной оптической когерентной томографии макулярной области сетчатки для оценки степени выраженности диабетической макулопатии по международной шкале тяжести диабетического макулярного отека. Методика анализа легка в освоении и может быть использована для скрининга диабетического макулярного отека.

Ключевые слова: *диабетический макулярный отек, оптическая когерентная томография.*

IMPROVED ALGORITHM OF ANALYSIS OF OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY IMAGES OF MACULA IN DIABETIC MACULAR EDEMA

S.A. Rykov¹, S.Y. Mogilevskiy¹, O.G. Parkhomenko², S.A. Suk¹

¹ National Medical Academy of Postgraduate Education named after P.L. Shupyk of the Ministry of Public Health of Ukraine

² Kyiv City Clinical Ophthalmological Hospital “Eye Microsurgery Center” of the Ministry of Public Health of Ukraine
Kyiv, Ukraine

Introduction. Macular edema can be the first symptom of diabetic retinopathy and occurs on any stage of its development. Optical coherence tomography in diabetic macular edema (DME) is used as a screening method and its quantitative evaluation. Thus there is a necessity in systematization and comparison of optical coherence tomography changes in macular region with international disease severity scale of diabetic macular edema.

The purpose of our work was to improve the algorithm of analysis of optical coherence tomography images of macula in diabetic macular edema.

Material and methods. There were 82 patients (125 eyes) of patients with diabetes mellitus included in our study with diabetic retinopathy of different degree and ophthalmoscopy picture of diabetic maculopathy. Spectral optical coherence tomography (OCT), fluorescent angiography (FA), fundus photography were performed to all patients except general ophthalmological investigations. We proposed to use the scoring system which corresponded to specific DME changes on OCT image for grading of macular edema disease severity scale according to international classification.

Results. In our study from the total quantity of 125 eyes there were revealed 120 eyes (96%) with DME according to complex data of specific retinological investigations (Photo, FA, OCT). Mild DME was revealed in 29 eyes (24 %), DME of moderate degree in 9 eyes (8%) and severe DME was revealed in 82 eyes (68%).

Conclusions. Thus the improved algorithm of analysis of optical coherence tomography images, proposed by us, allowed to perform evaluation of severity level of diabetic maculopathy according to international diabetic macular edema severity scale. This method of analysis is rather simple in mastering and can be used for screening of diabetic macular edema.

Key words: *diabetic macular edema, optical coherence tomography.*

Рецензент – Сенякіна А.С., д.мед.н., професор
Стаття надійшла до редакції 22.09.2015 р.

УДК 617.753.2:[617.726+617.7-005]-08-053.2

ИЗМЕНЕНИЯ АККОМОДАЦИОННОЙ ФУНКЦИИ И ГЕМОДИНАМИКИ ГЛАЗА ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ОПТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ МИОПИИ У ДЕТЕЙ

Т.Е. Цыбульская¹, Т.С. Завгородняя²

¹ Запорожский государственный медицинский университет МЗ Украины,

² Запорожская медицинская академия последипломного образования МЗ Украины
– г. Запорожье, Украина

Вплив оптичної корекції на прогресування міопії становить практичний інтерес. Досліджено акомодацию і регіонарну гемодинаміку ока при різних видах оптичної корекції міопії. Встановлено у 84,2% випадків підвищення резервів абсолютної акомодативної в 4,2 раза, запасу відносної акомодативної – в 2,4 раза, показника акомодативної конвергенції – в 2 рази, збільшення швидкості кровотоку в очній артерії і зниження індексу резистентності – в 1,3 раза при ортокератологічній корекції.

Ключові слова: *акомодация, гемодинамика, діти, міопія, оптична корекція.*

Одним из важных моментов комплексного подхода в мероприятиях, направленных на торможение прогрессирования близорукости у детей, является правильная оптическая коррекция аметропии с помощью оптических средств [9]. Известно, что отсутствие оптической коррекции или ее неправильный подбор при миопии приводит к дефокусировке изображения на сетчатке, увеличению аксиальной длины глаза и усилению рефракции [10,11]. Согласно сложившимся взглядам, одними из существенных составляющих развития близорукости являются нарушения аккомодационного аппарата и гемодинамики глазного яблока [2,7]. Ведущая роль аккомодации в процессе формирования миопии вызывает интерес к изучению аккомодационных возможностей глаза при разных видах оптической коррекции как фактора, позволяющего благоприятно влиять на процесс прогрессирования этого заболевания [2,7,8]. Зачастую дисфункция цилиарной мышцы сопровождается нарушениями регионарной гемодинамики [5,7].

Большинство исследователей пришли к выводу о дефиците регионального кровообращения глаза при миопии [3,5,6]. Предложены многочисленные способы медикаментозного и хирургического улучшения гемодинамических показателей близорукого глаза [4,5,8]. Однако вопрос влияния того или иного вида оптической коррекции миопии на аккомодационную функцию и гемодинамику глаза в контексте снижения темпов ее прогрессирования представляет интерес для практической офтальмологии.

Цель исследования: оценить состояние аккомодационной функции и регионарной гемодинамики глаза у пациентов с разными видами оптической коррекции близорукости и их роль в прогрессировании миопии.

Материал и методы исследования. Обследовано 55 детей (110 глаз) с миопией слабой степени, которые были разделены на две группы наблюдения. I группа наблюдения – 30 детей (60 глаз), использующих для коррекции близорукости