

УДК 617.731-007.23

Качан Т.В.¹, Марченко Л.Н.¹, Федулов А.С.¹, Далидович А.А.¹, Усман Абубакар Боссо¹,
Скрыпник О.В.²

¹ Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь

² 3-я городская клиническая больница имени Е.В. Клумова, Минск, Беларусь

Kachan T.¹, Marchanka L.¹, Dalidovich A.¹, Fedulov A.¹, Usman Abubakar Bosso¹, Skrypnik O.²

¹ Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

² The 3rd Klumov Clinical Hospital, Minsk, Belarus

Оптическая когерентная томография-ангиография в оценке ретинальной архитектоники у пациентов с рассеянным склерозом

Optical coherence tomography-angiography in assessing retinal architectonics in patients with multiple sclerosis

Резюме

Целью исследования было выявить особенности ретинальной архитектоники в макулярной зоне у пациентов с рассеянным склерозом (РС) по данным ОКТ-ангиографии. В исследование было включено 37 пациентов (74 глаза) основной группы с РС и 9 здоровых лиц (18 глаз) контрольной группы. Плотность ретинальных сосудов и толщина сетчатки исследовались в макулярной зоне (протокол AngioVue Retina) на приборе ОКТ-ангиографии RTVue-100 Optovue. Выявлено значимое истончение сетчатки в группе пациентов с РС во всех отделах, кроме фовеального. В подгруппе пациентов с длительностью заболевания более 5 лет добавляется и уменьшение плотности ретинальных сосудов во всех отделах, кроме фовеального. Плотность ретинальных сосудов в фовеальной зоне оказалась не меньше, а достоверно больше в основной группе по сравнению с контрольной. Таким образом, для оптиконеуропатии у пациентов с РС характерно первичное поражение внутренних слоев сетчатки с последующим истончением ее наружных слоев и дальнейшим уменьшением плотности ретинальных сосудов. Фовеальная толщина сетчатки долгое время остается компенсированной и не истончается в такой степени, как другие зоны макулы. Плотность ретинальных сосудов в фовеальной зоне сетчатки в начальных стадиях развития оптиконеуропатий при РС значимо увеличивается по сравнению с контрольной группой.

Ключевые слова: оптическая когерентная томография-ангиография, оптиконеуропатия при рассеянном склерозе, плотность ретинальных сосудов, толщина сетчатки.

Abstract

Purpose: to reveal the features of retinal architectonics in the macular zone in patients with multiple sclerosis (MS) according to OCT-angiography.

Material and methods. The study included 37 patients (74 eyes) of the main group with MS and 9 patients (18 eyes) of healthy controls. The density of the retinal vessels and the thickness of the

retina were examined in the macular zone (AngioVue Retina protocol) using the OCT-angiography RTVue-100 Oповue.

Significant thinning of the retina in the group of patients with MS in all zones, except foveal was revealed. In a subgroup of patients with duration of disease of more than 5 years, a decrease in the density of the retinal vessels in all zones, except foveal, is added. The density of the retinal vessels in the foveal zone was not less, but significantly more in the main group compared with the control.

Keywords: optical coherence tomography-angiography, optical neuropathy in patients with multiple sclerosis, density of retinal vessels, retinal thickness.

■ ВВЕДЕНИЕ

Рассеянный склероз (РС) представляет собой «хроническое, прогрессирующее, мультифакториальное заболевание с выраженными воспалительным, миелин- и аксондегенеративным компонентами, характеризующееся инфильтрацией центральной нервной системы (ЦНС) энцефалитогенными лейкоцитами и формированием множественных очагов демиелинизации» [1]. Для РС характерно как острое аутоиммунное воспалительное поражение ретробульбарной части зрительного нерва – ретробульбарный неврит (с последующим развитием невритической оптиконеуропатии), так и хроническая прогрессирующая дегенеративная оптиконеуропатия, связанная с поражением зрительных путей ЦНС [2–5]. Ретробульбарный неврит встречается приблизительно у трети пациентов с РС и может быть либо дебютом заболевания, либо возникнуть через некоторое время после его начала. Хроническая дегенеративная оптиконеуропатия характерна для всех пациентов с РС и диагностируется в разные сроки от наступления заболевания. Она связана с дегенеративным поражением зрительного нерва и, подобно глаукоматозной оптиконеуропатии [6], при РС первично поражаются ганглионарные клетки сетчатки.

Возможность интратретинальной сегментации в спектральных оптических когерентных томографах (ОКТ) сделала реальным выделение и измерение комплекса ганглионарных клеток (КГК) сетчатки, который включает три внутренних слоя сетчатки: нервные волокна, ганглиозные клетки и внутренний плексиформный слой [7]. В ОКТ-ангиографах появилась возможность визуализации кровеносных сосудов глазного дна [8] благодаря алгоритму декорреляции амплитуды с разделением спектра (split-spectrum amplitude-decorrelation angiography – SSADA) и увеличенной скорости сканирования. Для анализа движения крови по сосудам этот алгоритм использует информацию об изменении амплитуды отраженного от эритроцитов оптического луча [9]. Таким образом, ОКТ-ангиография позволяет дифференцировать кровеносные сосуды от окружающих тканей по всей глубине сканирования и обеспечивает возможность изучения ретинальной архитектоники на новом уровне по сравнению со структурными ОКТ.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выявление особенностей ретинальной архитектоники в макулярной зоне у пациентов с рассеянным склерозом по данным ОКТ-ангиографии.

Таблица 1

Распределение пациентов в зависимости от наличия РБН в анамнезе и длительности заболевания

Наличие РБН в анамнезе	Количество глаз (%)
С РБН	20 (27,0)
Без РБН	54 (73,0)
Длительность заболевания <5 лет	30 (40,5)
Длительность заболевания ≥5 лет	44 (59,5)

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование было включено 37 пациентов (74 глаза) с рассеянным склерозом в основной группе и 9 здоровых лиц (18 глаз) в контрольной группе.

Все пациенты с РС имели рецидивно-ремиттирующую форму заболевания.

Распределение пациентов с РС по подгруппам в зависимости от наличия в анамнезе ретробульбарного неврита и давности заболевания представлено в табл. 1.

Оптическая когерентная томография проводилась на приборе ОКТ-ангиографии RTVue-100 Optovue. Объектом нашего интереса был протокол AngioVue Retina: плотность ретинальных сосудов (retinal vessel density) в процентах исследовалась в макулярной зоне; толщина сетчатки оценивалась как во внутренних слоях – от внутренней пограничной мембраны до внутреннего плексиформного слоя (ILM–IPL), так и от внутренней пограничной мембраны до пигментного эпителия сетчатки (ILM–RPE) – все слои сетчатки.

При оценке толщины сетчатки внутренних слоев (ILM–IPL) анализировались три параметра: толщина в парафовеальной зоне (ParaFovea), в ее верхней полусфере (Superior-Hemi) и нижней полусфере (Inferior-Hemi). При оценке плотности ретинальных сосудов и толщины всех слоев сетчатки (ILM–RPE) анализировались следующие зоны: фовеа (Fovea); парафовеа (ParaFovea), а также ее верхняя и нижняя полусферы (Superior-Hemi, Inferior-Hemi), темпоральная (Tempo), верхняя (Superior), назальная (Nasal) и нижняя (Inferior) зоны. Показатель Whole Image (retinal vessel density) отражал среднюю плотность всех исследуемых ретинальных сосудов. Определяли медиану и интерквартильный размах (25%; 75%) каждого исследуемого параметра в основной и контрольной группах.

Сравнение исследуемых показателей основной и контрольной групп проводилось с использованием U-критерия Манна – Уитни для независимых групп (программа Statistica 10).

■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Полученные результаты всех исследуемых параметров представлены в табл. 2.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод о значимом истончении сетчатки в группе пациентов с РС во всех отделах, кроме фовеального. Также определяется выраженная тенденция к уменьшению плотности ретинальных сосудов в основной группе, при этом статистически значимых значений этот показатель достиг в нижних

Таблица 2
Результаты измерения исследуемых показателей по протоколу AngioVue Retina у пациентов основной и контрольной групп

Параметры	Me (25%, 75%)		Достоверность различий
	Группы		
	Основная (n=74)	Контрольная (n=18)	
ILM-IPL PF th	107,0 (97,0–115,0)	121,0 (118,0–130,0)	U=196,5, p<0,05
ILM-IPL SH th	107,0 (98,0–115,0)	121,0 (117,0–131,0)	U=187,0, p<0,05
ILM-IPL IH th	108,0 (96,0–115,0)	122,0 (117,0–129,0)	U=199,5, p<0,05
ILM-RPE WI dens	52,7 (49,5–54,7)	54,2 (51,9–54,8)	U=493,5, p>0,05
ILM-RPE F dens	32,5 (29,7–35,7)	28,2 (23,8–33,0)	U=386,5, p<0,05
ILM-RPE F th	245,0 (234,0–259,0)	248,0 (235,0–256,0)	U=596,0, p>0,05
ILM-RPE PF dens	54,9 (52,0–57,3)	56,2 (54,8–58,5)	U=490,0, p>0,05
ILM-RPE PF th	300,0 (289,0–311,0)	330,5 (308,0–339,0)	U=178,0, p<0,05
ILM-RPE PF SH dens	55,5 (53,1–57,9)	56,4 (53,9–58,2)	U=567,5, p>0,05
ILM-RPE PF SH th	302,0 (291,0–316,0)	333,0 (310,0–341,0)	U=182,5, p<0,05
ILM-RPE PF IH dens	54,9 (51,8–57,4)	56,7 (55,4–58,6)	U=417,0, p<0,05
ILM-RPE PF IH th	301,0 (289,0–310,0)	328,0 (307,0–338,0)	U=174,5, p<0,05
ILM-RPE PF T dens	55,0 (52,0–56,8)	55,8 (52,8–57,1)	U=533,0, p>0,05
ILM-RPE PF T th	293,0 (284,0–307,0)	319,5 (305,0–332,0)	U=150,5, p<0,05
ILM-RPE PF S dens	56,1 (52,7–58,3)	56,2 (53,2–59,0)	U=571,0, p>0,05
ILM-RPE PF S th	306,0 (298,0–318,0)	338,0 (313,0–347,0)	U=218,0, p<0,05
ILM-RPE PF N dens	54,9 (53,1–57,6)	56,9 (54,4–58,8)	U=490,5, p>0,05
ILM-RPE PF N th	304,0 (291,0–314,0)	335,0 (311,0–340,0)	U=199,0, p<0,05
ILM-RPE PF I dens	55,6 (51,9–57,3)	57,6 (55,4–59,6)	U=449,0, p<0,05
ILM-RPE PF I th	304,0 (292,0–311,0)	330,5 (310,0–340,0)	U=196,0, p<0,05

Примечания (здесь и в табл. 3, 4):

PF – ParaFovea;

F – Fovea;

th – толщина (thickness);

dens – плотность ретиальных сосудов (retinal vessel density);

SH – Superior-Hemi;

IH – Inferior-Hemi;

T – Tempo;

S – Superior;

N – Nasal.

отделах макулы. Особого внимания заслуживает тот факт, что плотность ретиальных сосудов в фовеальной зоне оказалась не меньше, а достоверно больше (!), чем в контрольной группе.

Для более детального исследования ретиальной архитектуры у пациентов с РС, мы изучили данные показатели по выделенным подгруппам (табл. 3 и 4).

При сравнении исследуемых показателей подгруппы пациентов без РБН в анамнезе (54 глаза) с подгруппой пациентов, перенесших РБН (20 глаз), выявлен ряд закономерностей. Во-первых, определена выраженная тенденция к истончению внутренних слоев сетчатки (хотя она и не вышла на уровень статистически значимой) у пациентов, перенесших РБН, при менее выраженной таковой тенденции при оценке полной толщины сетчатки (ILM-RPE). Во-вторых, у пациентов с РБН

Таблица 3

Результаты измерения толщины внутренних слоев сетчатки (ILM-IPL) и всей ее толщины (ILM-RPE) в мкм (μm), а также определения плотности ретинальных сосудов (%) в центральной зоне сетчатки по протоколу AngioVue Retina в группе пациентов с РС, перенесших РБН, и без РБН в анамнезе

Параметры	Me (25%, 75%)				Достоверность различий между основной и контрольной группами	
	Группы				Основная с РБН	Основная без РБН
	Основная с РБН, n=20	Основная без РБН, n=54	Достоверность различий	Контрольная (n=18)		
ILM-IPL PF th	100,5 (93,5–115,0)	108,0 (99,0–117,0)	U=433,0, p>0,05	121,0 (118,0–130,0)	U=30,5, p<0,05	U=166,0, p<0,05
ILM-IPL SH th	102,0 (95,0–114,5)	108,0 (98,0–117,0)	U=457,0, p>0,05	121,0 (117,0–131,0)	U=26,0, p<0,05	U=161,0, p<0,05
ILM-IPL IH th	100,5 (92,5–114,5)	108,05 (97,0–116,0)	U=402,5, p>0,05	122,0 (117,0–129,0)	U=26,5, p<0,05	U=173,0, p<0,05
ILM-RPE WI dens	50,5 (48,8–52,9)	53,4 (50,8–55,8)	U=309,5, p<0,05	54,2 (51,9–54,8)	U=55,0, p<0,05	U=438,5, p>0,05
ILM-RPE F dens	30,5 (27,6–34,6)	33,2 (29,9–37,2)	U=405,5, p>0,05	28,2 (23,8–33,0)	U=128,0, p>0,05	U=260,5, p<0,05
ILM-RPE F th	250,5 (239,5–268,0)	244,5 (231,0–258,0)	U=418,5, p>0,05	248,0 (235,0–256,0)	U=168,0, p>0,05	U=420,0, p>0,05
ILM-RPE PF dens	53,0 (51,5–54,8)	56,1 (52,9–58,2)	U=309,0, p<0,05	56,2 (54,8–58,5)	U=64,0, p<0,05	U=426,0, p>0,05
ILM-RPE PF th	303,0 (292,0–308,0)	299,0 (285,0–313,0)	U=519,5, p>0,05	330,5 (308,0–339,0)	U=37,5, p<0,05	U=140,5, p<0,05
ILM-RPE PF SH dens	54,4 (52,0–56,1)	56,1 (53,5–58,6)	U=348,5, p<0,05	56,4 (53,9–58,2)	U=112,0, p<0,05	U=459,5, p>0,05
ILM-RPE PF SH th	303,5 (291,5–309,5)	301,0 (290,0–316,0)	U=513,5, p>0,05	333,0 (310,0–341,0)	U=41,5, p<0,05	U=141,0, p<0,05
ILM-RPE PF IH dens	52,3 (51,3–54,4)	56,3 (52,6–58,2)	U=291,5, p<0,05	56,7 (55,4–58,6)	U=40,0, p<0,05	U=384,0, p>0,05
ILM-RPE PF IH th	303,5 (291,5–305,5)	301,0 (288,0–312,0)	U=537,5, p>0,05	328,0 (307,0–338,0)	U=34,0, p<0,05	U=140,5, p<0,05
ILM-RPE PF T dens	53,3 (51,6–55,1)	55,4 (52,5–57,7)	U=338,0, p<0,05	55,8 (52,8–57,1)	U=83,0, p<0,05	U=450,0, p>0,05
ILM-RPE PF T th	295,5 (284,0–303,0)	293,0 (278,0–307,0)	U=513,5, p>0,05	319,5 (305,0–332,0)	U=36,0, p<0,05	U=114,5, p<0,05
ILM-RPE PF S dens	54,5 (51,7–56,3)	57,1 (53,3–58,2)	U=377,5, p<0,05	56,2 (53,2–59,0)	U=116,0, p>0,05	U=460,0, p>0,05
ILM-RPE PF S th	305,5 (295,5–312,5)	306,5 (298,0–321,0)	U=516,0, p>0,05	338,0 (313,0–347,0)	U=44,0, p<0,05	U=174,0, p<0,05
ILM-RPE PF N dens	53,1 (51,3–54,8)	56,4 (54,3–58,4)	U=262,5, p<0,05	56,9 (54,4–58,8)	U=55,0, p<0,05	U=435,5, p>0,05
ILM-RPE PF N th	307,5 (298,0–310,5)	302,0 (288,0–315,0)	U=487,0, p>0,05	335,0 (311,0–340,0)	U=47,5, p<0,05	U=151,5, p<0,05
ILM-RPE PF I dens	52,2 (50,5–54,2)	56,8 (52,8–58,1)	U=278,5, p<0,05	57,6 (55,4–59,6)	U=62,0, p<0,05	U=387,0, p>0,05
ILM-RPE PF I th	304,0 (292,0–306,0)	304,0 (290,0–314,0)	U=501,5, p>0,05	330,5 (310,0–340,0)	U=37,0, p<0,05	U=159,0, p<0,05

в анамнезе статистически значимым оказалось снижение плотности ретинальных сосудов практически во всех исследуемых зонах за исключением фовеальной.

При сравнении подгрупп основной группы с контрольной также выявлен ряд особенностей. Во-первых, в подгруппе пациентов, перенесших РБН, по сравнению с контрольной группой определено статистически значимое уменьшение практически всех показателей за исключением толщины сетчатки (ILM-RPE) в фовеальной зоне и плотности ретинальных сосудов в этой же зоне. Во-вторых, в подгруппе пациентов без РБН в анамнезе при сравнении с пациентами контрольной группы статистически значимым оказалось уменьшение показателей толщины как внутренних слоев сетчатки, так и всей ее толщины без тенденции к уменьшению плотности ретинальных сосудов. Что касается фовеальной толщины, ее уменьшение не было достоверным ни в одной из подгрупп по сравнению с контрольной группой, а плотность ретинальных сосудов в фовеальной зоне оказалась даже значимо большей (!) у пациентов без РБН в анамнезе по сравнению с контрольной группой (рис. 1).

Оптическая нейропатия при РС является медленно прогрессирующим дегенеративным процессом аксонов ганглионарных клеток сетчатки, приводящим к их гибели. По мере прогрессирования заболевания истончается слой нервных волокон сетчатки с неизбежным поражением макулярной зоны. Анализировали 2 подгруппы пациентов: 1) с длительностью заболевания менее 5 лет; 2) с длительностью заболевания более 5 лет (табл. 4).

При сравнительном анализе показателей пациентов двух исследуемых подгрупп выявлен ряд особенностей. Во-первых, определено статистически значимое истончение внутренних слоев сетчатки (ILM-IPL) у пациентов с длительностью заболевания более 5 лет. Также обнаружена явная тенденция к истончению всей толщины сетчатки (ILM-RPE), хотя она и не вышла на уровень статистически значимой, что свидетельствует о первичном поражении именно внутренних слоев ретины. По мере прогрессирования заболевания прослеживалась тенденция к уменьшению плотности ретинальных сосудов, при этом статистически значимое

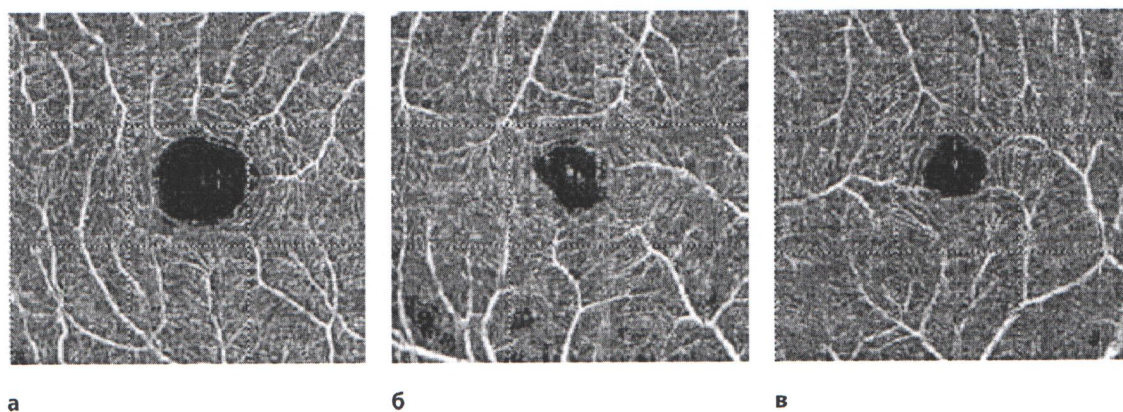


Рис. 1. Графический отчет плотности сосудов в фовеальной зоне протокола AngioVue Retina у здорового пациента (а), у пациента с рецидивно-ремиттирующей формой РС, перенесшего РБН (б) и тот же пациент, парный глаз, без РБН в анамнезе (в)

Таблица 4
Результаты исследования толщины сетчатки и плотности ретинальных сосудов в макулярной зоне по протоколу AngioVue Retina в зависимости от длительности заболевания

Параметры	Me (25%, 75%)				Достоверность различий между основной и контрольной группами	
	Группы				Основная (<5лет)	Основная (>5лет)
	Основная (<5лет), n=30	Основная (>5лет), n=44	Достоверность различий	Контрольная (n=18)		
ILM-IPL PF th	112,5 (105,0–125,0)	104,0 (93,5–111,0)	U=392,0, p<0,05	121,0 (118,0–130,0)	U=141,0, p<0,05	U=55,5, p<0,05
ILM-IPL SH th	111,5 (103,0–122,0)	103,5 (94,0–112,0)	U=424,0, p<0,05	121,0 (117,0–131,0)	U=131,0, p<0,05	U=56,0, p<0,05
ILM-IPL IH th	113,0 (102,0–127,0)	104,0 (93,0–111,0)	U=364,5, p<0,05	122,0 (117,0–129,0)	U=148,5, p<0,05	U=51,0, p<0,05
ILM-RPE WI dens	53,5 (52,4–55,8)	51,5 (49,4–54,2)	U=508,0, p>0,05	54,2 (51,9–54,8)	U=254,5, p>0,05	U=239,0, p<0,05
ILM-RPE F dens	33,5 (29,9–37,2)	31,9 (29,2–35,5)	U=577,0, p>0,05	28,2 (23,8–33,0)	U=147,5, p<0,05	U=241,0, p<0,05
ILM-RPE F th	244,5 (235,0–264,0)	246,5 (233,5–257,0)	U=613,5, p>0,05	248,0 (235,0–256,0)	U=245,5, p>0,05	U=366,5, p>0,05
ILM-RPE PF dens	56,1 (54,7–58,2)	54,5 (51,8–57,1)	U=505,0, p>0,05	56,2 (54,8–58,5)	U=241,0, p>0,05	U=249,0, p<0,05
ILM-RPE PF th	304,5 (299,0–318,0)	298,0 (289,0–310,0)	U=499,0, p>0,05	330,5 (308,0–339,0)	U=91,0, p<0,05	U=87,0, p<0,05
ILM-RPE PF SH dens	56,1 (54,7–58,7)	54,8 (52,5–57,2)	U=524,5, p>0,05	56,4 (53,9–58,2)	U=268,5, p>0,05	U=303,0, p>0,05
ILM-RPE PF SH th	305,0 (297,0–316,0)	299,5 (289,5–314,0)	U=546,0, p>0,05	333,0 (310,0–341,0)	U=92,5, p<0,05	U=90,0, p<0,05
ILM-RPE PF IH dens	56,3 (54,2–57,8)	53,4 (51,5–56,8)	U=472,0, p<0,05	56,7 (55,4–58,6)	U=223,0, p>0,05	U=201,0, p<0,05
ILM-RPE PF IH th	302,5 (295,0–319,0)	298,5 (288,0–306,5)	U=540,0, p>0,05	328,0 (307,0–338,0)	U=91,5, p<0,05	U=83,0, p<0,05
ILM-RPE PF T dens	55,4 (51,5–57,7)	53,6 (51,8–56,2)	U=537,0, p>0,05	55,8 (52,8–57,1)	U=247,5, p>0,05	U=285,5, p>0,05
ILM-RPE PF T th	293,5 (287,0–307,0)	293,0 (282,0–306,5)	U=635,5, p>0,05	319,5 (305,0–332,0)	U=65,5, p<0,05	U=85,0, p<0,05
ILM-RPE PF S dens	57,3 (53,3–59,2)	55,2 (52,6–58,1)	U=533,5, p>0,05	56,2 (53,2–59,0)	U=263,0, p>0,05	U=313,0, p>0,05
ILM-RPE PF S th	309,5 (301,0–317,0)	304,5 (292,0–322,5)	U=558,5, p>0,05	338,0 (313,0–347,0)	U=103,5, p<0,05	U=114,5, p<0,05
ILM-RPE PF N dens	56,1 (54,3–58,4)	54,6 (52,1–57,0)	U=504,0, p>0,05	56,9 (54,4–58,8)	U=236,5, p>0,05	U=254,0, p<0,05
ILM-RPE PF N th	306,5 (294,0–321,0)	299,5 (287,0–310,5)	U=494,0, p>0,05	335,0 (311,0–340,0)	U=112,0, p<0,05	U=87,0, p<0,05
ILM-RPE PF I dens	56,9 (55,2–57,4)	53,7 (50,7–57,0)	U=472,0, p<0,05	57,6 (55,4–59,6)	U=219,0, p>0,05	U=230,0, p<0,05
ILM-RPE PF I th	305,0 (292,0–318,0)	301,0 (289,0–309,0)	U=519,0, p>0,05	330,5 (310,0–340,0)	U=109,0, p<0,05	U=87,0, p<0,05

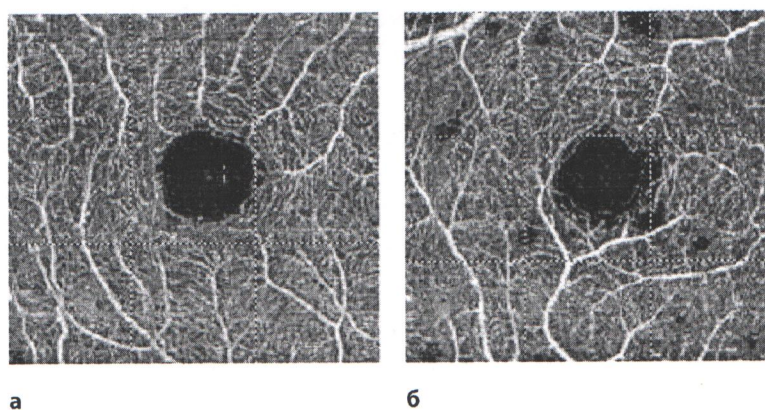


Рис. 2. Графический отчет плотности сосудов в фовеальной зоне протокола AngioVue Retina у здорового пациента (а) и у пациента с рецидивно-ремиттирующей формой РС, с длительностью заболевания более 5 лет (б)

уменьшение плотности ретиальных сосудов определено в нижних отделах.

При сравнении контрольной группы и подгруппы пациентов с длительностью заболевания менее 5 лет значимым оказалось уменьшение показателей толщины как внутренних слоев сетчатки (ILM-IPL), так и всей ее толщины от внутренней пограничной мембраны до пигментного эпителия сетчатки (ILM-RPE), при этом фовеальное истончение не достигло статистически значимого уровня. Достоверного уменьшения плотности ретиальных сосудов у пациентов этой группы не выявлено. Показатель плотности ретиальных сосудов в фовеальной области, напротив, значимо увеличился (!) по сравнению с контрольной группой.

По мере прогрессирования болезни (подгруппа пациентов с длительностью заболевания более 5 лет) к статистически достоверному уменьшению толщины сетчатки во всех исследуемых отделах, кроме фовеального, добавляется и значимое уменьшение плотности ретиальных сосудов (кроме темпорального и верхнего отделов). Что касается фовеальной толщины, она также не достигла статистически значимого уровня, хотя и имела выраженную тенденцию к истончению. Показатель плотности ретиальных сосудов в фовеальной области также был значимо увеличен (!) по сравнению с контрольной группой (рис. 2).

Интересным представляется тот факт, что при наличии как невритической, так и прогрессирующей дегенеративной оптиконеуропатии при РС показатель фовеальной толщины сетчатки не имел такой тенденции к истончению, как другие ретиальные участки, а показатель плотности ретиальных сосудов в фовеальной области значимо увеличивался по сравнению с контрольной группой. По-видимому, это свидетельствует о наличии компенсаторных васкулярных процессов на начальных стадиях развития оптиконеуропатии при рассеянном склерозе, направленных на поддержание высокой функциональной активности в фовеальной зоне.

■ ВЫВОДЫ

1. Протокол AngioVue Retina оптической когерентной томографии-ангиографии позволяет выявлять особенности ретиальной архитектоники макулярной зоны у пациентов с рассеянным склерозом.
2. Для оптиконейропатии у пациентов с рассеянным склерозом характерно первичное поражение внутренних слоев сетчатки с последующим истончением ее наружных слоев и дальнейшим уменьшением плотности ретиальных сосудов.
3. Фовеальная толщина сетчатки долгое время остается интактной и не истончается в такой степени, как другие зоны макулы.
4. Плотность ретиальных сосудов в фовеальной зоне сетчатки на начальных стадиях развития оптиконейропатий при РС значительно увеличивается по сравнению с контрольной группой.

■ ЛИТЕРАТУРА

1. Fedulov A., Zafranskaya M., Nizhegorodova D., Marchenko L., Kachan T., Ivanchik G., Borisov A., Krivenko S., Yurkevich M. (2015) Neuroprotektorny effect transplantacii autologichnyh mezenhimalnih stvolovyh kletok u pacientov s rasseyannym sklerozom [Neuroprotective effect of transplantation of autologous mesenchymal stem cells in patients with multiple sclerosis]. *Nevrologiya i neirohirurgiya. Vostochnaya Evropa*, vol. 4, no 28, pp. 97–108.
2. Sorensen T., Frederiksen L., Bronnum-Hansen H., Petersen H. (1999) Optic neuritis as onset manifestation of multiple sclerosis: a nationwide, long-term survey. *Neurology*, no 53, pp. 473–478.
3. Fisher J., Jacobs D., Markowitz C., Galetta S., Volpe N., Nano-Schiavi M., Baier M., Frohman E., Winslow H., Frohman T., Calabresi P., Maguire M., Cutter G., Balcer L. (2006) Relation of visual function to retinal nerve fiber layer thickness in multiple sclerosis. *Ophthalmology*, no 113, pp. 324–332.
4. Kristin M., Galetta S., Calabresi P., Frohman E., Balcer L. (2011) Optical Coherence Tomography (OCT): Imaging the Visual Pathway as a Model for Neurodegeneration. *The Journal of the American Society for Experimental NeuroTherapeutics*, vol. 8, pp. 117–132.
5. Petzold A., Boer J., Schippling S., Vermersch P., Kardon R., Green A., Calabresi P., Polman C. (2010) Optical coherence tomography in multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Neuro.*, no 9, pp. 921–32.
6. Quigley H., Nickells R., Kerrigan L., Pease M., Thibault D., Zack D. (1995) Retinal ganglion cell death in experimental glaucoma and after axotomy occurs by apoptosis. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, vol. 36, no 5, pp. 774–786. doi: org/10.1007/ bf00194473.
7. Tan O., Li G., Lu A. (2008) Mapping of macular substructures with optical coherence tomography for glaucoma diagnosis. *Ophthalmology*, vol. 115, pp. 949–956.
8. Lumroso B., Huang D., Jia Y., Fujimoto J., Rispoli M. (2015) Clinical Guide to Angio-OCT: Non Invasive, Dyeless OCT Angiography. *Jaypee Brothers Medical Pub*, p. 86.
9. Morrison J., Tan O., Lombardi L., Baumann B., Chen D., Choi W., Fujimoto J., Huang D. (2012) Quantitative OCT angiography of optic nerve head blood flow. *Biomedical optics express*, vol. 3, no 12.