

му болевого синдрома после операции и меньшему числу послеоперационных осложнений. Показывая лучшие результаты по рецидиву парастомальной грыжи (53,8% в контрольной и

14,2% в основной), пациенты основной группы демонстрируют выше качество жизни по показателям, связанным с физической активностью и психологическим комфортом.

Сведения об авторах статьи:

Ибатуллин Артур Альберович – д.м.н., профессор кафедры хирургических болезней и новых технологий с курсом ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: art-ibatullin@yandex.ru.

Эйбов Равшан Рамазанович – аспирант кафедры факультетской хирургии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: ravshan.eybov@mail.ru.

Аминова Элина Мударисовна – аспирант кафедры факультетской хирургии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3.

Иткулов Артур Фиргатович – врач-радиолог лаборатории радионуклидной диагностики ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России Клиника БГМУ. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3.

Кашапова Алина Радиковна – врач-ординатор кафедры хирургических болезней и новых технологий с курсом ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3.

Бакиров Анвар Акрамович – д.м.н., проректор по инновационной и лечебной работе ФГБОУ ВО БГМУ, главный врач клиники ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3.

ЛИТЕРАТУРА

- ВОЗ. Программа «SINDI». – Женева, 2001. – 340 с.
- Реконструктивная хирургия стомальных осложнений / А.А. Ибатуллин, Л.Р. Аитова, Ф.М. Гайнутдинов, А.В. Куляпин, М.В. Тимербулатов // Медицинский вестник Башкортостана. – 2017. – Т. 12, № 5 (71).
- Does preoperative stoma marking and education by the enterostomal therapist affect outcome? / E.M. Bass, A. Del Pino, A. Tan [et al.] // Dis. Colon Rectum. – 1997. – Vol. 40. – P. 440-442.
- Erichsen, J. On the formation of artificial anus in adults, for the relief of retention of the faeces / J. Erichsen // Lond. Med. Gaz. – 1841. – Vol. 2, № 189-92. – P. 223-227.
- Israelsson, L.A. Parastomal hernias / L.A. Israelsson // Surg. Clin. N. Am. – 2008. – Vol. 88, № 1. – P. 113-125.
- Lambrech, J.R. Endoscopic preperitoneal parastomal hernia repair (ePauli repair): an observational study / J.R. Lambrecht // Surg. Endosc. – 2021. – Vol. 35, № 4. – P. 1903-1907.
- Surgical techniques for parastomal hernia repair: a systematic review of the literature / B.M.E. Hansson, N.J. Slater, A.S. van der Velden [et al.] // Ann. Surg. – 2012. – Vol. 255, № 4. – P. 685-695.
- The impact of preoperative stoma site marking on the incidence of complications, quality of life, and patient's independence / B. Person, R. Ifargan, J. Lachter [et al.] // Dis. Colon Rectum. – 2012. – Vol. 55, № 7. – P. 783-787.

REFERENCES

- WHO. Program «SINDI». – Geneva, 2001. – 340 p. (In Russ.).
- Reconstructive surgery of ostomal complications / Ibatullin, AA, Aitova, LR, Gainutdinov, FM, Kulyapin, AV, Timerbulatov, MV // Medical Bulletin of Bashkortostan. 2017; 12 (5): 71. (In Russ.).
- Does preoperative stoma marking and education by the enterostomal therapist affect outcome? / E.M. Bass, A. Del Pino, A. Tan [et al.] // Dis. Colon Rectum. 1997;(40):440-442.
- Erichsen, J. On the formation of artificial anus in adults, for the relief of retention of the faeces / J. Erichsen // Lond. Med. Gaz. 1841; 2 (189-92):223-227.
- Israelsson, L.A. Parastomal hernias / L.A. Israelsson // Surg. Clin. N. Am. 2008; 88(1): 113-125.
- Lambrech, J.R. Endoscopic preperitoneal parastomal hernia repair (ePauli repair): an observational study / J.R. Lambrecht // Surg. Endosc. 2021;35(4): 1903-1907.
- Surgical techniques for parastomal hernia repair: a systematic review of the literature / B.M.E. Hansson, N.J. Slater, A.S. van der Velden [et al.] // Ann. Surg. 2012;255(4): 685-695.
- The impact of preoperative stoma site marking on the incidence of complications, quality of life, and patient's independence / B. Person, R. Ifargan, J. Lachter [et al.] // Dis. Colon Rectum. 2012;55(7): P. 783-787.

УДК 617.735

© Ю.И. Кухарская, П.Л. Володин, Е.В. Иванова, 2021

Ю.И. Кухарская, П.Л. Володин, Е.В. Иванова ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧИМОСТИ ОКТ-АНГИОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ МАКУЛЯРНОГО ОТЕКА ВСЛЕДСТВИЕ ОККЛЮЗИИ ВЕТВИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ВЕНЫ СЕТЧАТКИ ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, г. Москва

Цель: определить диагностическую значимость показателей, полученных при проведении оптической когерентной томографии-ангиографии (ОКТ-А) в диагностике и лечении пациентов с макулярным отеком (МО), вызванным окклюзией ветви центральной вены сетчатки (ОВЦВС).

Материал и методы. Были обследованы и пролечены 54 пациента с диагнозом МО вследствие ОВЦВС. Были проанализированы и описаны количественные изменения, которые выявляются с помощью ОКТ и ОКТ-А до и после комбинированного лечения, а также проведен корреляционный анализ между функциональными показателями и показателями, полученными при помощи ОКТ и ОКТ-А до лечения.

Результаты. В ходе лечения отмечается незначительное снижение сосудистой плотности во всех исследуемых областях в глубоком сосудистом сплетении (ГСС) и поверхностном сосудистом сплетении (ПСС), а также снижение плотности в перипапиллярном сплетении и уменьшение толщины слоя нервных волокон сетчатки. В ходе корреляционного анализа выявлена прямая связь между показателями центральной светочувствительности и общей плотностью в ГСС и ПСС до лечения.

Заключение. ОКТ-А является высокоинформативным методом для диагностики, наблюдения и оценки эффективности лечения МО при ОВЦВС, а также может использоваться для проведения топографически ориентированного комбинированного лазерного лечения.

Ключевые слова: окклюзия вен сетчатки, макулярный отек, оптическая когерентная томография, ангиография, поверхностное внутреннее сосудистое сплетение, глубокое внутреннее сосудистое сплетение, центральная светочувствительность сетчатки.

Iu.I. Kukharskaya, P.L. Volodin, E.V. Ivanova DETERMINATION THE SIGNIFICANCE OF OCT-ANGIOGRAPHY IN THE DIAGNOSIS AND TREATMENT OF MACULAR EDEMA DUE TO THE BRANCH RETINAL VEIN OCCLUSION

Purpose: to determine the diagnostic significance of the indicators obtained during optical coherence tomography angiography (OCT-A) in the diagnosis and treatment of patients with macular edema (ME) due to the branch retinal vein occlusion (BRVO).

Material and methods: 54 patients were examined and treated with a diagnosis of ME due to BRVO. We analyzed and described the quantitative changes that are detected using OCT and OCT-A before and after combined treatment, as well as a correlation analysis between functional indicators and indicators obtained using OCT and OCT-A before treatment.

Results. During the treatment there was an insignificant decrease of vascular density in all areas under study in the deep vascular plexus (DVP) and superficial vascular plexus (SVP), as well as a decrease of density in the peripapillary plexus and a decrease the thickness of the retinal nerve fiber layer. In the correlation analysis a direct strong relationship was detected between the indicators of central retinal sensitivity and the total density in the DVP and SVP before the treatment.

Conclusion. OCT-A is a highly informative method for diagnosing, monitoring and evaluating the effectiveness of the treatment of ME due to BRVO and can also be used for topography-oriented combined laser treatment.

Key words: retinal vein occlusion, macular edema, optical coherence tomography angiography, superficial capillary plexus, deep capillary plexus, central retinal sensitivity.

Окклюзия ветви центральной вены сетчатки (ОВЦВС) является одним из наиболее распространенных сосудистых заболеваний сетчатки и основной причиной нарушения зрения во всем мире [1]. При ОВЦВС уменьшается приток крови к пораженному участку сетчатки, что может привести к увеличению площади неперфузии сетчатки и развитию гипоксии [2]. Гипоксия вызывает повышение экспрессии фактора роста эндотелия сосудов и ускоряет развитие макулярного отека (МО) и неоваскуляризации сетчатки, что в значительной степени влияет на функциональный исход заболевания [3,4].

Оптическая когерентная томография ангиография (ОКТ-А) является новой технологией визуализации, позволяющей исследовать микрососуды в различных слоях сетчатки и хориокапилляриса. Она предоставляет нам количественную информацию о состоянии перфузии в макулярной и перипапиллярной зонах [5-7]. По данным литературы у пациентов с МО вследствие ОВЦВС отмечено снижение плотности сосудов в сосудистых сплетениях макулярной и перипапиллярной областей с помощью программного обеспечения томографа путем количественного анализа [8-10].

Как и при других заболеваниях сетчатки, ОКТ-А может использоваться для диагностики, наблюдения, оценки эффективности лечения МО при ОВЦВС, а также для проведения топографически ориентированного лечения.

Цель – определить диагностическую значимость показателей, полученных при

проведении ОКТ-А, в диагностике и лечении пациентов с МО вследствие ОВЦВС.

Материал и методы

Нами были обследованы и пролечены 54 пациента с установленным диагнозом МО вследствие ОВЦВС, с длительностью существования симптомов заболевания 1-3 месяца, средний возраст пациентов составил $67,8 \pm 9,2$ года. В исследование не включались пациенты с тромбозом ЦВС, предшествующими лазерными или хирургическими вмешательствами, клинически значимыми помутнениями оптических сред, посттромботической ретинопатией, вторичной неоваскулярной глаукомой, тяжелой соматической патологией в стадии декомпенсации. Всем пациентам было проведено стандартное офтальмологическое обследование, включающее визометрию, тонометрию, непрямую офтальмоскопию, а также специальные методы: компьютерная микропериметрия, ОКТ и ОКТ-А. Компьютерная микропериметрия выполнялась на приборе MAIA (Center Vue Inc., Италия). ОКТ и ОКТ-А проводились на приборе RTVue XR Avanti (Optovue, США) в режимах Cross Line и Retina Map, при выполнении ОКТ, ОКТ-А выполнялась с использованием режимов HD Angio Retina 6×6 , HD Angio Disc $4,5 \times 4,5$. Были проанализированы и описаны количественные изменения, которые выявляются с помощью ОКТ и ОКТ-А при МО вследствие ОВЦВС, проведен корреляционный анализ между функциональными показателями и показателями, полученными с помощью ОКТ и

ОКТ-А до лечения, а также изучена динамика этих показателей после проведенного комбинированного лечения.

Комбинированное лечение МО вследствие ОВЦВС включало предварительное проведение антиангиогенной терапии в виде интравитреального введения 0,05 мл ранибизумаба, далее выполнялось лазерное лечение. Через 2 недели после 1-й инъекции пациентам проводили ОКТ, с помощью которого оценивали центральную толщину сетчатки (ЦТС) в пределах схемы ETDRS: если ЦТС составляла более 350 мкм, то через месяц после инъекции дополнительно интравитреально вводили 0,05 мл ранибизумаба. Если через 2 недели после повторной второй инъекции ЦТС составляла более 350 мкм, то указанную последовательность действий повторяли до достижения ЦТС 350 мкм и менее. При снижении ЦТС до 350 мкм и менее проводили лазерное лечение: коагуляция сетчатки по зонам ишемии и отека, определяемых с помощью ОКТ-А, исключая фовеальную зону, и микроимпульсное воздействие в зонах отека, ишемии, неполного прилегания нейрорепарации, определяемых с помощью ОКТ-А, в фовеальной зоне (Патент РФ на изобретение №2727876 от 12.12.2019).

При проведении лазерной коагуляции использовались следующие параметры: диаметр пятна лазерного излучения – 100-200 мкм, экспозиция – 0,05-0,1 с, мощность – 80-300 мВт. Параметры микроимпульсного режима определялись в ходе индивидуального тестирования: наносилось по три аппликата на интактную сетчатку в области верхней или нижней сосудистой аркады: длительность микроимпульса – 50-150 мкс, длительность пакета микроимпульсов – 10-30 мс, мощность – от 0,4 до 1,9 Вт. После тестирования всем пациентам проводили исследование коротковолновой аутофлюоресценции: выбирали аппликаты, нанесенные с минимальными энергетическими параметрами, при которых визуализировались повреждения ретинального пигментного эпителия.

Во время диагностического этапа при проведении ОКТ-А ПСС измерялось как расстояние от внутренней пограничной мембраны до 10 мкм над внутренним плексиформным слоем, глубокое сосудистое сплетение (ГСС) определялось как сосудистая сеть от 10 мкм выше внутреннего плексиформного слоя до 10 мкм ниже наружного плексиформного слоя. Плотность капилляров в ПСС и ГСС оценивалась с помощью программного обеспечения Angio Analytics. Зона перипапиллярной сетчатки оценивалась в области, определяемой как

эллиптическое кольцо, шириной 750 мкм от границы ДЗН, в слое толщиной 100 мкм от внутренней пограничной мембраны.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы Statistica 10.0, для переменных, подчиняющихся закону нормального распределения, использовали среднее арифметическое (М) и среднее квадратичное отклонение (σ). При сравнении средних величин рассчитывался критерий Стьюдента. При оценке средних показателей, рассчитанных для связанных выборок, использовали парный t-критерий Стьюдента. В корреляционном анализе применяли коэффициент корреляции Пирсона. Выбранный критический уровень значимости равнялся 5% ($p < 0,05$).

Результаты и обсуждение

При наблюдении в течение 1 года от начала комбинированного лечения у всех пациентов наблюдалась положительная динамика: максимально скорректированная острота зрения (МКОЗ) увеличилась с $0,38 \pm 0,13$ до $0,75 \pm 0,14$. По данным ОКТ отмечались снижение ЦТС с $574,2 \pm 113,6$ до $241,5 \pm 108,2$ мкм и увеличение центральной светочувствительности (СЧ) по данным микропериметрии с $21,7 \pm 1,3$ до $22,9 \pm 1,3$ дБ. Для достижения клинического эффекта, достаточного для проведения комбинированного лазерного лечения, потребовалось в среднем $3,47 \pm 1,58$ инъекции препарата ранибизумаб. У 7 (13%) пациентов наблюдались случаи рецидива МО в сроки 1-3 месяца после проведения сеанса лазерного лечения, резистентный МО наблюдался у 4 (7,4%) пациентов. Таким образом, комбинированное лечение МО вследствие ОВЦВС способствовало снижению высоты и площади МО, что подтверждается данными ОКТ, а также такое лечение сопровождается повышением функциональных показателей – МКОЗ и СЧ.

В ходе проведения ОКТ-А до и через год после лечения оценивались показатели плотности капилляров в ПСС и ГСС: общая плотность, плотность в пораженной и интактной гемисферах, а также в парафовеа – верхнем, нижнем, носовом и височном сегментах (табл. 1). Также были исследованы показатели плотности капилляров в перипапиллярном сплетении и толщина слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) (табл. 2).

Нами отмечались незначительное снижение сосудистой плотности во всех исследуемых областях и уменьшение толщины СНВС ($p > 0,05$). Процесс снижения этих показателей возможно связан с ремоделированием сосудистого кровотока при ишемии сетчатки. При ОВЦВС внутренний слой сетчатки становится

тонким из-за ишемии и размеров комплекса ганглиозных клеток. Ганглиозные клетки – внутренний плексиформный слой и слой нервных волокон сетчатки уменьшаются [11,12,13]. Эти результаты могут свидетельствовать о том, что повреждение внутренних слоев сетчатки снижает ее потребность в кислороде, что в конечном итоге приводит к снижению притока крови и плотности капилляров при хронической форме ОВЦВС.

Таблица 1

Показатели плотности капилляров в сплетениях до и через год после начала комбинированного лечения		
Плотность сосудов в поверхностном сосудистом сплетении, %		
	До лечения	После лечения
Общая	47,51±4,73	46,01±5,33
Пораженная гемисфера	47,33±3,71	45,93±4,99
Интантная гемисфера	48,55±3,42	47,41±5,05
Парафовеа	49,56±4,69	47,37±5,81
Височный сегмент	48,34±5,05	46,93±6,61
Верхний сегмент	47,92±5,14	47,13±6,85
Носовой сегмент	47,27±5,31	46,74±6,71
Нижний сегмент	48,36±5,09	46,82±7,23
Плотность сосудов в глубоком сосудистом сплетении, %		
	До лечения	После лечения
Общая	48,11±4,98	47,84±6,01
Пораженная гемисфера	47,57±4,66	47,01±5,32
Интантная гемисфера	49,66±4,75	48,83±4,91
Парафовеа	49,67±5,69	48,28±5,92
Височный сегмент	47,37±6,31	46,84±6,89
Верхний сегмент	47,11±7,04	46,28±7,30
Носовой сегмент	49,73±6,25	48,91±7,20
Нижний сегмент	48,22±7,01	47,81±7,08

Примечание. * $p > 0,05$.

Таблица 2

Показатели плотности капилляров в РПС и толщины СНВС до и через год после начала комбинированного лечения		
Показатель	До лечения	После лечения
Плотность сосудов в перипапиллярном сплетении, %	49,37±3,82	48,17±4,21
СНВС, мкм	108,61±5,81	103,25±5,86

Примечание. * $p > 0,05$.

Для исследования диагностической значимости метода ОКТ-А нами был проведен

корреляционный анализ между функциональными показателями и результатами, полученными с помощью ОКТ и ОКТ-А до лечения. Была выявлена сильная прямая связь между показателями центральной светочувствительности (СЧ) и общей плотностью сосудов в ГСС и ПСС (табл. 3).

Таблица 3

Оценка корреляционных взаимодействий между функциональными показателями и показателями, полученными с помощью ОКТ и ОКТ-А до лечения

Показатели	МКОЗ	Центральная СЧ
ЦТС	$r = -0,58$	$r = -0,47$
Общая плотность в ПСС	$r = 0,39$	$r = 0,76$
«-» в ГСС	$r = 0,43$	$r = 0,81$
«-» в РПС	$r = 0,36$	$r = 0,44$
Средняя толщина СНВС	$r = 0,38$	$r = 0,39$

Полученная сильная прямая связь между показателями центральной СЧ и плотностью сосудов в ГСС и ПСС при МО вследствие окклюзии ветви ЦВС, что свидетельствует о важности проведения на дооперационном уровне таких исследований, как ОКТ-А и компьютерная микропериметрия для оценки исходного статуса пациента.

Заключение

Возможность неинвазивной количественной оценки микрососудистого русла сетчатки при проведении ОКТ-А открывает новые возможности в мониторинге тяжести заболевания, его прогрессирования и оценке реакции на различные виды вмешательств, включающие антиангиогенную терапию и лазерные методики лечения. Оптическая когерентная томография-ангиография может являться важным диагностическим инструментом для проведения персонализированного топографически ориентированного навигационного лечения.

Сведения об авторах статьи:

Кухарская Юлия Игоревна – аспирант отдела лазерной хирургии сетчатки, ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России. Адрес: 127486, г. Москва, Бескудниковский бульвар, 59а. E-mail: yuliakuharskaya@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-1095-6378.

Володин Павел Львович – д.м.н., заведующий отделом лазерной хирургии сетчатки ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России. Адрес: 127486, г. Москва, Бескудниковский бульвар, 59а. Тел. 8(499)488-84-55. E-mail: volodinpl@mntk.ru. ORCID: 0000-0003-1460-9960.

Иванова Елена Владимировна – к.м.н., врач-офтальмолог отдела лазерной хирургии ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России. Адрес: 127486, г. Москва, Бескудниковский бульвар, 59а. Тел. 8(499)488-85-85. E-mail: elena-mntk@yandex.ru. ORCID: 0000-0001-9044-3400.

ЛИТЕРАТУРА

1. The prevalence of retinal vein occlusion: pooled data from population studies from the United States, Europe, Asia, and Australia / S. Rogers [et al.] // Ophthalmology. – 2010. – Vol 117(2). – P.313-319.
2. Vitrectomy prevents retinal hypoxia in branch retinal vein occlusion / E. Stefansson [et al.] // Invest Ophthalmol Vis Sci. –1990.– Vol 31(2). – P.284-289.
3. Pathogenesis of macular edema with branch retinal vein occlusion and intraocular levels of vascular endothelial growth factor and interleukin-6 / H. Noma [et al.] // Am J Ophthalmol. – 2005. – Vol 140(2). – P.256-261.
4. Intravitreal sustained release of VEGF causes retinal neovascularization in rabbits and breakdown of the blood-retinal barrier in rabbits and primates / H. Ozaki [et al.] // Exp Eye Res. – 1997. – Vol 64(4) – P. 505-517.
5. Microvascular abnormalities on optical coherence tomography angiography in macular edema associated with branch retinal vein occlusion / N. Suzuki [et al.] // Am J Ophthalmol. – 2016. – Vol 161:126–P.32.e1.
6. Optical coherence tomography angiography in retinal vein occlusion: evaluation of superficial and deep capillary plexa / F. Coscas [et al.] // Am J Ophthalmol. – 2016.– Vol 161:160–P.71.e1–2.

7. Optical coherence tomography angiography in retinal vein occlusion: correlations between macular vascular density, visual acuity, and peripheral nonperfusion area on fluorescein angiography / D. Seknazi [et al.] // *Retina*. –2018.– Vol 38(8) – P.1562-1570.
8. Quantitative microvascular analysis of retinal venous occlusions by spectral domain optical coherence tomography angiography / N. Koulisis [et al.] // *PLoS One*. – 2017 – Vol 12(4): e0176404.
9. Retinal Microvasculature and visual acuity in eyes with branch retinal vein occlusion: imaging analysis by optical coherence tomography angiography / T. Wakabayashi [et al.] // *Invest Ophthalmol Vis Sci*. – 2017. – Vol 58(4) – P.2087-2094.
10. Sectoral changes of the peripapillary choroidal thickness in patients with unilateral branch retinal vein occlusion / N. Lee [et al.] // *Int J Ophthalmol*. – 2019 – Vol 12(3). – P.472-479.
11. Prediction of Retinal Ischemia in Branch Retinal Vein Occlusion: Spectral-Domain Optical Coherence Tomography Study / H. Lim [et al.] // *Invest Ophthalmol Vis Sci*. – 2015. – Vol. 56(11). – P.6622-9.
12. Retinal sensitivity after resolution of the macular edema associated with retinal vein occlusion / M. Ota [et al.] // *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. – 2012. – Vol. 250(5) – P.635-44.
13. Analysis of retinal nonperfusion using depth-integrated optical coherence tomography images in eyes with branch retinal vein occlusion / S. Sakimoto [et al.] // *Invest Ophthalmol Vis Sci*. – 2015. – Vol. 56(1) – P.640-6.

REFERENCES

1. Rogers S, McIntosh RL, Cheung N, Lim L, Wang JJ, Mitchell P, [et al.]. The prevalence of retinal vein occlusion: pooled data from population studies from the United States, Europe, Asia, and Australia. *Ophthalmology* 2010;117(2):313-319.e1
2. Stefánsson E, Novack RL, Hatchell DL. Vitrectomy prevents retinal hypoxia in branch retinal vein occlusion. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1990 Feb;31(2):284-9.
3. Noma H, Funatsu H, Yamasaki M, Tsukamoto H, Mimura T, Sone T, Jian K, Sakamoto I, Nakano K, Yamashita H, Minamoto A, Mishima HK. Pathogenesis of macular edema with branch retinal vein occlusion and intraocular levels of vascular endothelial growth factor and interleukin-6. *Am J Ophthalmol*. 2005 Aug;140(2):256-61. doi: 10.1016/j.ajo.2005.03.003.
4. Ozaki H, Hayashi H, Viores SA, Moromizato Y, Campochiaro PA, Oshima K. Intravitreal sustained release of VEGF causes retinal neovascularization in rabbits and breakdown of the blood-retinal barrier in rabbits and primates. *Exp Eye Res*. 1997 Apr;64(4):505-17. doi: 10.1006/exer.1996.0239
5. Suzuki N, Hirano Y, Yoshida M, Tomiyasu T, Uemura A, Yasukawa T, Ogura Y. Microvascular Abnormalities on Optical Coherence Tomography Angiography in Macular Edema Associated With Branch Retinal Vein Occlusion. *Am J Ophthalmol*. 2016 Jan;161:126-32.e1. doi: 10.1016/j.ajo.2015.09.038.
6. Coscas F, Glacet-Bernard A, Miere A, Caillaux V, Uzzan J, Lupidi M, Coscas G, Souied EH. Optical Coherence Tomography Angiography in Retinal Vein Occlusion: Evaluation of Superficial and Deep Capillary Plexa. *Am J Ophthalmol*. 2016 Jan;161:160-71.e1-2. doi: 10.1016/j.ajo.2015.10.008.
7. Seknazi D, Coscas F, Sellam A, Rouimi F, Coscas G, Souied EH, Glacet-Bernard A. OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY ANGIOGRAPHY IN RETINAL VEIN OCCLUSION: Correlations Between Macular Vascular Density, Visual Acuity, and Peripheral Nonperfusion Area on Fluorescein Angiography. *Retina*. 2018 Aug;38(8):1562-1570. doi: 10.1097/IAE.0000000000001737.
8. Koulisis N, Kim AY, Chu Z, Shahidzadeh A, Burkemper B, Olmos de Koo LC, Moshfeghi AA, Ameri H, Puliafito CA, Isozaki VL, Wang RK, Kashani AH. Quantitative microvascular analysis of retinal venous occlusions by spectral domain optical coherence tomography angiography. *PLoS One*. 2017 Apr 24;12(4):e0176404. doi: 10.1371/journal.pone.0176404.
9. Wakabayashi T, Sato T, Hara-Ueno C, Fukushima Y, Sayanagi K, Shiraki N, Sawa M, Ikuno Y, Sakaguchi H, Nishida K. Retinal Microvasculature and Visual Acuity in Eyes With Branch Retinal Vein Occlusion: Imaging Analysis by Optical Coherence Tomography Angiography. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2017 Apr 1;58(4):2087-2094. doi: 10.1167/iovs.16-21208.
10. Lee NE, Kang HM, Choi JH, Koh HJ, Lee SC. Sectoral changes of the peripapillary choroidal thickness in patients with unilateral branch retinal vein occlusion. *Int J Ophthalmol*. 2019 Mar 18;12(3):472-479. doi: 10.18240/ijo.2019.03.19.
11. Lim HB, Kim MS, Jo YJ, Kim JY. Prediction of Retinal Ischemia in Branch Retinal Vein Occlusion: Spectral-Domain Optical Coherence Tomography Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2015 Oct;56(11):6622-9. doi: 10.1167/iovs.15-17678
12. Ota M, Tsujikawa A, Ojima Y, Miyamoto K, Murakami T, Ogino K, Akagi-Kurashige Y, Muraoka Y, Yoshimura N. Retinal sensitivity after resolution of the macular edema associated with retinal vein occlusion. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2012 May;250(5):635-44. doi: 10.1007/s00417-011-1860-0
13. Sakimoto S, Gomi F, Sakaguchi H, Akiba M, Kamei M, Nishida K. Analysis of retinal nonperfusion using depth-integrated optical coherence tomography images in eyes with branch retinal vein occlusion. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2015 Jan 8;56(1):640-6. doi: 10.1167/iovs.14-15673