

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
«МЕЖОТРАСЛЕВОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС  
«МИКРОХИРУРГИЯ ГЛАЗА» ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.Н.ФЕДЕРОВА»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КАФЕДРА ГЛАЗНЫХ БОЛЕЗНЕЙ  
ИНСТИТУТ НЕПРЕРЫВНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

на правах рукописи

**ТРОШИНА АННА АЛЕКСЕЕВНА**  
**ФАКТОР РОСТА НЕРВОВ И ГЛИАЛЬНЫЙ НЕЙРОТРОФИЧЕСКИЙ**  
**ФАКТОР У БОЛЬНЫХ ПЕРВИЧНОЙ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ**  
**ГЛАУКОМОЙ**

Научный доклад по направлению подготовки 31.06.01 Клиническая  
медицина по направленности (профиль) 14.01.07 Глазные болезни

Научный руководитель:  
доктор медицинских наук, профессор  
Шпак Александр Анатольевич

Москва - 2021

## **АКТУАЛЬНОСТЬ**

По данным Всемирной организации здравоохранения, глаукома является основным источником необратимой слепоты во всем мире; согласно недавнему метаанализу, к 2040 году число людей с глаукомой увеличится до 111,8 млн. человек (Tham Y. C., 2014).

В настоящее время глаукома рассматривается как мультифакториальное нейродегенеративное заболевание, в процессе которого происходит гибель ганглиозных клеток сетчатки (ГКС) и которое сопровождается прогрессирующей глаукомной оптической нейропатией (ГОН) и патологическими изменениями полей зрения (Егоров Е.А. и др., 2014).

В ряде крупных многоцентровых исследований последних лет убедительно показано, что одним из основных механизмов гибели ГКС при глаукоме, как и при других нейродегенеративных заболеваниях, является апоптоз (Kerrigan-Baumrind et al., 2000; Maria F. Cordeiro et al., 2004; Guo et al., 2007; Quigley, 2011). Среди выявленных пусковых механизмов апоптоза ГКС выделяют снижение аксоплазматического транспорта нейротрофинов.

Нейротрофины – это семейство структурно и функционально сходных полипептидов, которые способствуют пролиферации, дифференцировке и поддержанию жизнеспособности и функционирования нейронов (Гомазков О.А., 2011; Squire L. et al., 2008).

Первым из большого семейства нейротрофических факторов был открыт фактор роста нервов - Nerve Growth Factor (NGF) (Levi-Montalcini et al., 1954). Впоследствии были идентифицированы и другие факторы, которые могут регулировать сохранение жизнедеятельности и дифференциацию нервных клеток.

ФРН предствалает собой белок, содержащий 118 аминокислотных остатков, структурированных в две полипептидные цепи, с молекулярным весом около 26 кДа. Фактор обнаруживается в клетках нервной, иммунной и эндокринной систем, что указывает на его обширную роль в регуляции гомеостаза.

В литературе представлено немало исследований, свидетельствующих о том, что ФРН присутствует в различных структурах как переднего, так и заднего сегмента глаза (Hallbook et al., 1996; Vecino et al., 1998; Lambiase et al., 2009). ФРН продуцируется ганглионарными клетками сетчатки, биполярными нейронами и глиальными клетками и имеет решающее значение в защитных механизмах при ряде патологических состояний (Roberti G. et al, 2014). Во время развития зрительной системы ФРН, рецепторы TrkA и p75, а также другие нейротрофины и связанные с ними рецепторы, широко выражены в многочисленных зрительных центрах, от сетчатки до зрительной коры, где ФРН влияет на рост, выживаемость и селективный апоптоз нейронов.

Экспериментальные данные о роли ФРН в физиологии нервной системы побудили к исследованию влияния этого нейротрофина на повреждение сетчатки, вызванное глаукомой (Kingman et al., 2004; Lambiase A. et al., 2009).

Предварительные результаты показали, что ФРН может помочь в разработке нового клинического подхода к лечению глаукомы.

Lambiase et al. (2009) продемонстрировал, что применение экзогенного ФРН предотвращает дегенерацию ганглиозных клеток сетчатки в экспериментальной модели глаукомы у крыс; на основании этих данных был использован тот же режим дозировки у трех пациентов с быстрой и прогрессивной потерей поля зрения, несмотря на нормализованное внутриглазное давление.

Согласно этим экспериментальным данным, пациенты с глаукомой, получавшие глазные капли с ФРН, демонстрировали улучшение функции зрительного нерва, контрастной чувствительности и остроты зрения.

В одном из последних исследований (Oddone F. et al, 2017) было обнаружено, что уровень ФРН в сыворотке крови значительно снижен на ранних и умеренных стадиях глаукомы. При этом концентрация данного нейротрофина в сыворотке крови у пациентов с далекозашедшей стадией глаукомы была более высокой и сходной с уровнем, обнаруженным у здоровых пациентов контрольной группы. Авторы полагают, что данные

результаты объясняются наличием компенсаторных механизмов восстановления, которые начинают действовать только на поздних стадиях нейродегенерации. Существование подобных механизмов было предложено в исследованиях, оценивающих уровни нейротрофинов в сыворотке крови пациентов с болезнью Альцгеймера (Laske C., 2006; Angelucci F., 2010; Faria M. C., 2014).

В последнее время также возрос интерес исследователей в направлении изучения роли глиального нейротрофического фактора (Glial cell-derived neurotrophic factor, GDNF). Его важная роль в патогенезе различных нейродегенеративных заболеваний подчеркивается рядом экспериментальных работ (Almasieh et al., 2012; Harvey et al., 2012; Wilson and Di Polo, 2012).

ГНТФ был впервые описан как нейротрофический фактор, который стимулирует сохранение жизнедеятельности дофаминергических нейронов среднего мозга *in vitro*. Подсемейство ГНТФ включает в себя, помимо ГНТФ, три других нейротрофина: нейртурин (NRTN), артемин (ARTN) и персефин (PSPN). ГНТФ является мощным нейропротективным агентом, который действует на нейрональные клетки как центральной, так и периферической нервной системы.

Экспериментальные исследования указывают на потенциальную терапевтическую роль ГНТФ при патологии сетчатки и зрительного нерва. Так, было установлено, что он способствует выживанию фоторецепторов при применении *in vitro* и в ряде моделей на животных. Flaschbarth с соавт. продемонстрировали, что интравитреальное введение стволовых клеток, секретирующих ГНТФ, стимулирует выживание ганглиозных клеток сетчатки после аксотомии. Аналогичный эффект был получен для клеток, секретирующих цилиарный нейротрофический фактор (ЦНТФ), а совместное действие обоих типов клеток было существенно более выраженным.

Вместе с тем, данных о количественном содержании ГНТФ в организме человека относительно немного: имеются единичные работы о содержании ГНТФ в сыворотке крови и цереброспинальной жидкости, преимущественно

у пациентов с неврологической патологией. В то же время отсутствуют данные о количественном содержании ГНТФ в глазу человека и СЖ.

В настоящее время одним из основных методов, используемых для мониторинга прогрессирования глаукомы, является оптическая когерентная томография (ОКТ). В исследовании, проведенном доктором Xinbo Zhang с соавт. (2017), изучалась значимость ОКТ в диагностике глаукомы на разных стадиях ее развития. Результаты данного исследования подтверждают предположение ряда авторов о том, что оптическая когерентная томография особенно полезна на ранних стадиях развития глаукомного процесса, когда дефекты полей зрения могут быть еще незаметными для пациента.

В соответствии с предыдущими исследованиями, качество измерения толщины слоя нервных волокон сетчатки методом ОКТ может быть подвержено влиянию различных факторов, таких как катаракта, помутнения стекловидного тела, изменения показателей преломления роговицы (Fujimoto J. G. et al., 2000; D. W. Lee et al., 2017).

В связи с этим актуальным является исследование концентрации ФРН и ГНТФ во влаге передней камеры, слезной жидкости и сыворотке крови, установление взаимосвязи концентрации данных нейротрофинов со стадиями ПОУГ, а также выработка оптимальных критериев, необходимых для получения качественных измерений методом ОКТ.

### **Цель исследования**

Исследование содержания фактора роста нервов (ФРН) и глиального нейротрофического фактора (ГНТФ) во влаге передней камеры, слезной жидкости и сыворотке крови у больных с первичной открытоугольной глаукомой в зависимости от степени тяжести заболевания.

### **Задачи исследования:**

1. Оценить влияние возрастной катаракты на качество измерений, получаемых методом оптической когерентной томографии.

2. Оценить влияние возрастной катаракты на содержание фактора роста нервов (ФРН) и глиального нейротрофического фактора (ГНТФ) в слезной жидкости и сыворотке крови.

3. Изучить содержание ФРН в слезной жидкости, влаге передней камеры и сыворотке крови у пациентов с ПОУГ и характер его изменений по мере прогрессирования глаукомы.

4. Изучить соотношения концентраций ФРН в слезной жидкости, влаге передней камеры и сыворотке крови у пациентов с возрастной катарактой без и в сочетании с ПОУГ.

5. Изучить содержание ГНТФ в слезной жидкости, влаге передней камеры и сыворотке крови у пациентов с ПОУГ и характер его изменений по мере прогрессирования глаукомы.

6. Изучить соотношения концентраций ГНТФ в слезной жидкости, влаге передней камеры и сыворотке крови у пациентов с возрастной катарактой без и в сочетании с ПОУГ.

### **Научная новизна**

Впервые установлены оптимальные условия, необходимые для проведения наиболее качественных и информативных измерений методом оптической когерентной томографии у больных с возрастной катарактой.

Впервые изучено содержание и соотношение фактора роста нервов (ФРН) и глиального нейротрофического фактора (ГНТФ) во влаге передней камеры, слезной жидкости и сыворотке крови у пациентов с возрастной катарактой.

Впервые изучено содержание и соотношение ФРН и ГНТФ во влаге передней камеры, слезной жидкости и сыворотке крови у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой.

## **Практическая значимость**

Установлены концентрации и соотношения ФРН и ГНТФ во влаге передней камеры на основе исследования уровней данных нейротрофинов в слезной жидкости и сыворотке крови.

Выработаны рекомендации по дальнейшему изучению возможности использования ФРН и ГНТФ в целях нейропротекции.

Разработаны рекомендации для проведения наиболее информативного обследования методом ОКТ у пациентов с возрастной катарактой.

## **Положения, выносимые на защиту**

1. У пациентов с ПОУГ выявлено существенное снижение содержания ГНТФ во ВПК, СЖ и СК, в 1-2 стадиях заболевания и несколько менее выраженное во ВПК и СЖ в 3-4 стадиях. По мере развития заболевания наблюдается постепенное повышение концентрации ГНТФ во ВПК и СЖ, тем не менее, уровень ГНТФ в данных средах остается достоверно сниженным относительно пациентов без глаукомы.
2. Установлена обратная корреляция содержания ГНТФ в СЖ и СК с периметрическим индексом VFI, а также прямая корреляция уровней ГНТФ в СК и ВПК.
3. У пациентов с возрастной катарактой наиболее высокий уровень ФРН определяется в СЖ, концентрации его в СК и ВПК более чем в три раза ниже. Содержание ФРН во ВПК значимо коррелирует только с его концентрацией в СЖ.
4. У пациентов с возрастной катарактой критериями надежности измерений структур глазного дна методом ОКТ могут служить только собственные данные прибора (сила ОКТ-сигнала).

## **Публикации**

По теме диссертации опубликовано 8 печатных работ, из них 5 статей - в журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов

диссертационного исследования, 1 статья, входящая в международную базу данных «Scopus».

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Материал и методы исследования**

Была выполнена комплексная клиничко-лабораторная диагностика 30 пациентов (30 глаз) с ПОУГ, сочетающейся с возрастной катарактой (основная группа). В качестве группы сравнения были взяты 47 пациентов с возрастной катарактой (47 глаз). Набор пациентов основной, так же, как и ранее контрольной группы, осуществляли сплошным методом, у каждого испытуемого в анализ включали только один глаз. Критериями включения были возраст старше 55 лет, длина переднезадней оси глаза (ПЗО) менее 26 мм, истинное внутриглазное давление не выше 20 мм рт.ст. Всем пациентам была выполнена факоэмульсификация катаракты с имплантацией интраокулярной линзы (ФЭК+ИОЛ) по стандартной методике; интра- и послеоперационные осложнения отсутствовали. Критериями исключения служили серьезная сопутствующая соматическая и офтальмологическая патология, рефракционные нарушения высоких степеней, офтальмологические вмешательства в последние 3 мес.

Диагноз ПОУГ устанавливали по результатам комплексного обследования, включавшего наряду с традиционными методами компьютерную периметрию на приборе Humphrey Field Analyzer II (Carl Zeiss Meditec Inc.) и спектральную оптическую когерентную томографию на аппарате Cirrus HD-OCT (Carl Zeiss Meditec Inc.).

Стадию ПОУГ определяли по данным исследования центрального поля зрения по программе «24-2 SITA Standard» согласно классификации Mills et al., в которой продвинутая (далеко зашедшая) стадия разделяется на две с выделением стадии тяжелой глаукомы. При выраженном помутнении хрусталика углубленное исследование выполняли после операции.



Забор стимулированной СЖ производили в объеме 100-200 мкл из нижнего конъюнктивального свода с помощью пипеточного дозатора в день перед операцией, ВПК и СК – во время операции ФЭК+ИОЛ. Определение концентрации ГНТФ в изучаемых биологических жидкостях выполняли методом твердофазного иммуноферментного анализа с помощью тест-систем Quantikine Elisa (RayBiotech, США) на автоматическом анализаторе ChemWell 2910 (Awareness Technology Inc., США).

Статистическую обработку проводили с использованием программ Excel (Microsoft) и Statistica 13 (TIBCO Software Inc.). Для оценки нормальности распределения использовали критерий Колмогорова-Смирнова. Показатели пациентов имели нормальное распределение и приведены в формате  $M \pm \sigma$ , где  $M$  – среднее арифметическое,  $\sigma$  – среднеквадратическое отклонение. Сравнение количественных признаков в двух группах выполняли с применением t-критерия Стьюдента для независимых выборок, в трех группах методом однофакторного дисперсионного анализа с последующим попарным сравнением с использованием критерия Тьюки для коррекции эффекта множественных сравнений. Соотношения между концентрациями ГНТФ в изучаемых биологических жидкостях и периметрическим индексом VFI оценивали путем корреляционного анализа по Пирсону. Статистически значимым считали уровень  $P < 0,05$ .

## Результаты

Средний возраст больных ПОУГ составил  $73,9 \pm 7,0$  года (от 57 до 89 лет), из них 9 мужчин и 21 женщина, что не отличалось от данных группы сравнения (средний возраст  $74,0 \pm 7,4$  года, от 57 до 88 лет, из них 17 мужчин и 30 женщин). Длина ПЗО в обеих группах также не различалась:  $23,05 \pm 0,85$  (21,43-25,01) мм у пациентов с ПОУГ против  $23,37 \pm 0,76$  (21,9-25,1) мм в группе сравнения. У 5 больных была установлена 1 стадия, у 8 – вторая, у 5 – третья и у 12 – четвертая стадия ПОУГ.

Было выполнено сравнение содержания ГНТФ в различных биологических жидкостях у пациентов с катарактой без и в сочетании с ПОУГ (табл. 1). В таблице 1 представлены также изменения изученных показателей в зависимости от стадии глаукоматозного процесса. Ввиду небольшого объема материала были объединены пациенты с 1-2 и 3-4 стадиями заболевания.

### **Концентрация глиального нейротрофического фактора (ГНТФ) в изучаемых биологических жидкостях (пг/мл) у больных с катарактой без и в сочетании с ПОУГ, $M \pm \sigma$ (Мин-Макс)**

№№	Группа	СЖ	ВПК	СК
1	<b>Основная группа</b> ПОУГ 1-2 (n=13)	$176,1 \pm 99,2$ (60,5-385,0)	$40,0 \pm 25,7$ (4,4-77,4)	$164,9 \pm 42,5$ (106,4-230,4)
2	<b>Основная группа</b> ПОУГ 3-4 (n=17)	$257,7 \pm 90,5$ (141,4-487,2)	$51,1 \pm 34,7$ (4,4-106,6)	$216,6 \pm 55,3$ (149,6-316,6)
3	<b>Группа</b> <b>сравнения</b> (n=47)	$343,6 \pm 133,7$ (172,8-683,0)	$88,9 \pm 46,9$ (2,0-212,5)	$201,1 \pm 44,6$ (103,2-287,2)
	P*	<0,000	<0,000	0,012
	P1-3	<0,000	0,001	0,042
	P2-3	0,037	0,006	-
	P1-2	-	-	0,010

\* Однофакторный дисперсионный анализ

СЖ – слезная жидкость

ВПК – влага передней камеры

СК – сыворотка крови

Примечания:

1. Для СЖ в группе сравнения  $n=46$
2. Стадии ПОУГ выделялись согласно классификации Mills et al.

Как видно из таблицы 1, в основной группе (пациенты с ПОУГ) отмечалось существенное снижение концентрации ГНТФ во всех изучаемых биологических жидкостях. Наиболее резкое снижение ГНТФ было выявлено в СЖ и ВПК; в СК концентрация ГНТФ была снижена, только у больных с ПОУГ 1-2 стадии.

Наибольший интерес представляет динамика показателей ГНТФ у больных с ПОУГ по мере утяжеления заболевания. Особенно выраженное снижение уровня ГНТФ во всех изученных биологических жидкостях отмечалось в начальных стадиях ПОУГ. При этом наиболее резкое снижение – примерно в 2 раза – демонстрировали средние уровни ГНТФ в СЖ и ВПК, снижение в СК составляло в среднем менее 20%. В последующих стадиях все показатели несколько повышались по отношению к начальной ПОУГ (достоверно только для СК), при этом уровень ГНТФ в СЖ и ВПК оставался достоверно сниженным в сравнении с пациентами без глаукомы.

Выявленные особенности изменений содержания ГНТФ в изучаемых биологических жидкостях подтверждались также их отрицательной корреляцией с периметрическим индексом VFI: для СЖ коэффициент корреляции Пирсона  $r=-0,4653$  ( $P=0,010$ ), для СК  $r=-0,399$  ( $P=0,029$ ) (рис.). Для уровня ГНТФ во ВПК была выявлена только недостоверная тенденция к отрицательной корреляции ( $r=-0,289$ ,  $P=0,122$ ).

Зависимость содержания ГНТФ в СЖ от периметрического индекса VFI у больных основной группы

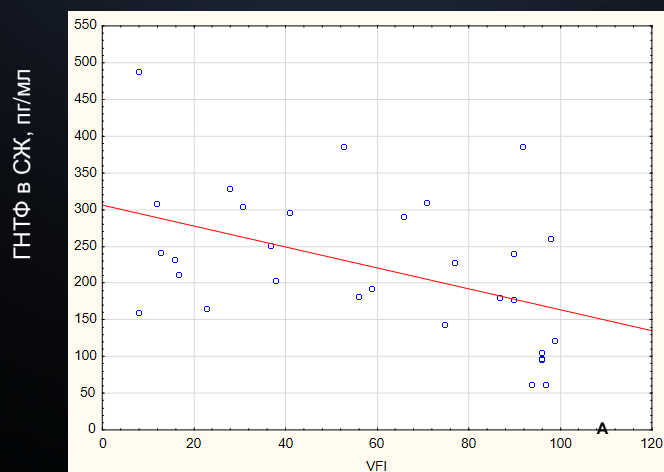


Рисунок 1 – Зависимость содержания ГНТФ в СЖ от периметрического индекса VFI у больных основной группы

Зависимость содержания ГНТФ в СК от периметрического индекса VFI у больных основной группы

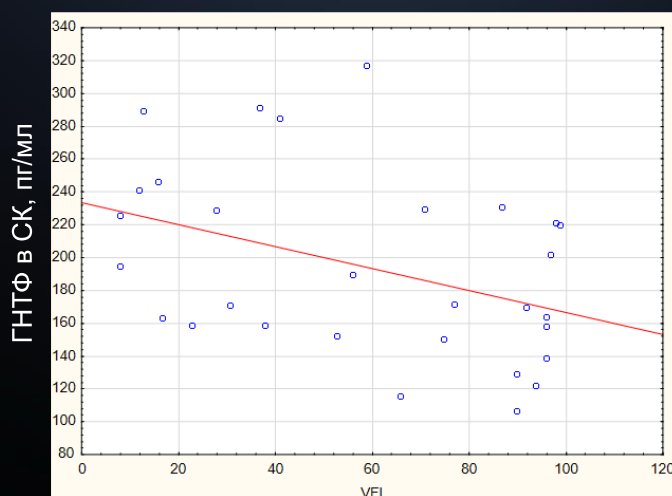


Рисунок 2 – Зависимость содержания ГНТФ в СК от периметрического индекса VFI у больных основной группы

Методом корреляционного анализа у больных ПОУГ выявлена также достоверная корреляция уровней ГНТФ в СК и ВПК:  $r=0,468$  ( $P=0,009$ ), корреляций с концентрацией фактора в СЖ обнаружено не было.

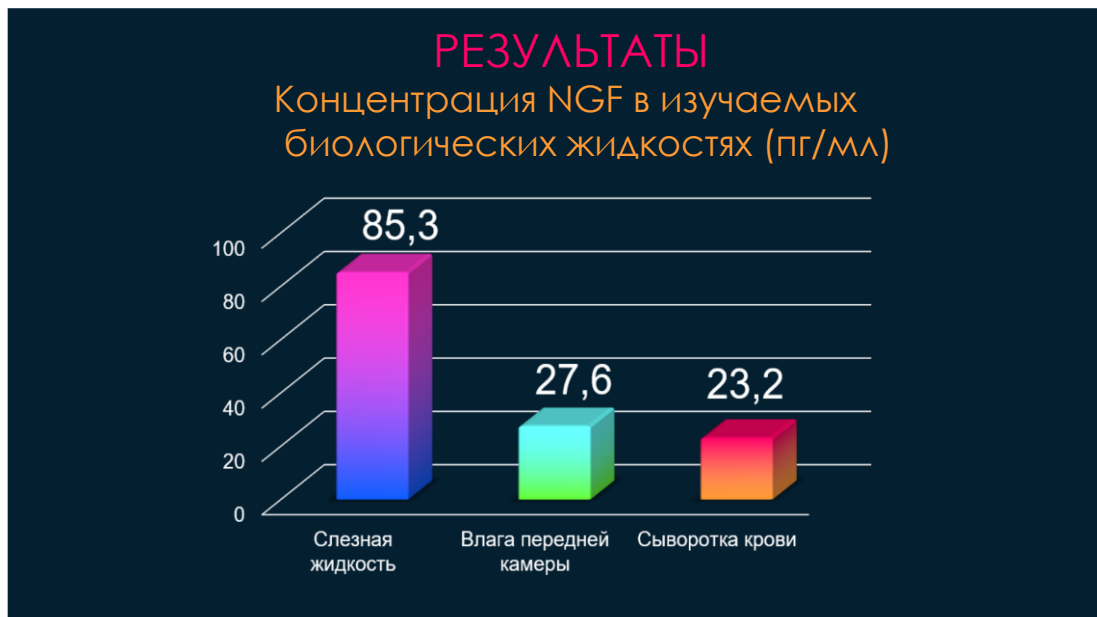


Рисунок 3 – Концентрация ФРН у пациентов с возрастной катарактой в изучаемых биологических жидкостях

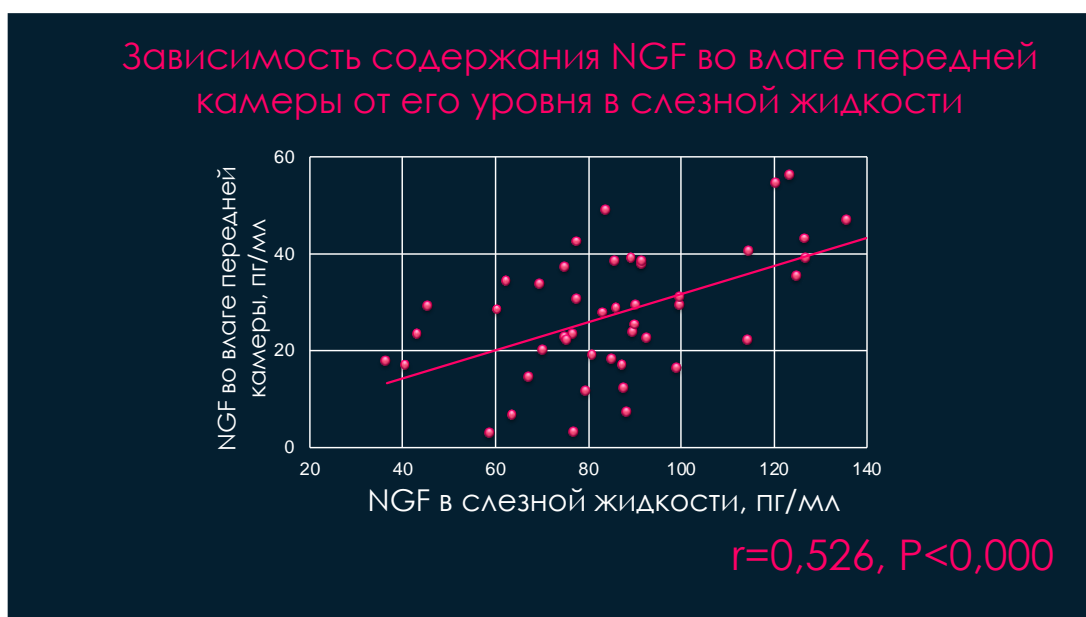


Рисунок 4 – Зависимость содержания ФРН во ВПК от его уровня в СЖ

Отдельным разделом данной работы было определение оптимальных критериев надежности результатов измерений количественных показателей оптической когерентной томографии (ОКТ) у пациентов с возрастной катарактой.

Обследовано 83 пациента (83 глаза) с возрастной катарактой до и после факоэмульсификации с имплантацией интраокулярной линзы. Выраженность

помутнения хрусталика оценивали по силе сигнала ОКТ, определяемой самим прибором (Cirrus HD-ОСТ), и на основе денситометрического анализа Шаймпфлюг-изображений, а также биомикроскопически по классификации ВОЗ. Дооперационное измерение считали надежным, если отличие от послеоперационного измерения не превышало 5  $\mu\text{m}$  для средней толщины перипапиллярного слоя нервных волокон сетчатки (пСНВС) и 8  $\mu\text{m}$  для толщины сетчатки в фовеальной зоне.

По данным ROC-анализа только показатель силы ОКТ-сигнала позволял отличить надежные измерения ОКТ: для толщины пСНВС величина площади под ROC-кривой (AUC) силы ОКТ сигнала составила 0,815 (95% доверительный интервал (ДИ) 0,720-0,909), для толщины сетчатки в фовеальной зоне 0,756 (95% ДИ: 0,632-0,880). Наилучшее пороговое значение силы сигнала, позволяющее получать надежные данные, составило 5,5 для пСНВС и 4,5 для толщины сетчатки в фовеальной зоне (учитывая, что сила сигнала измеряется в целых числах, указанные величины следует округлить до 6 и 5 соответственно). Остальные изученные параметры имели AUC не более 0,6, что не позволяет использовать их для оценки данных ОКТ.

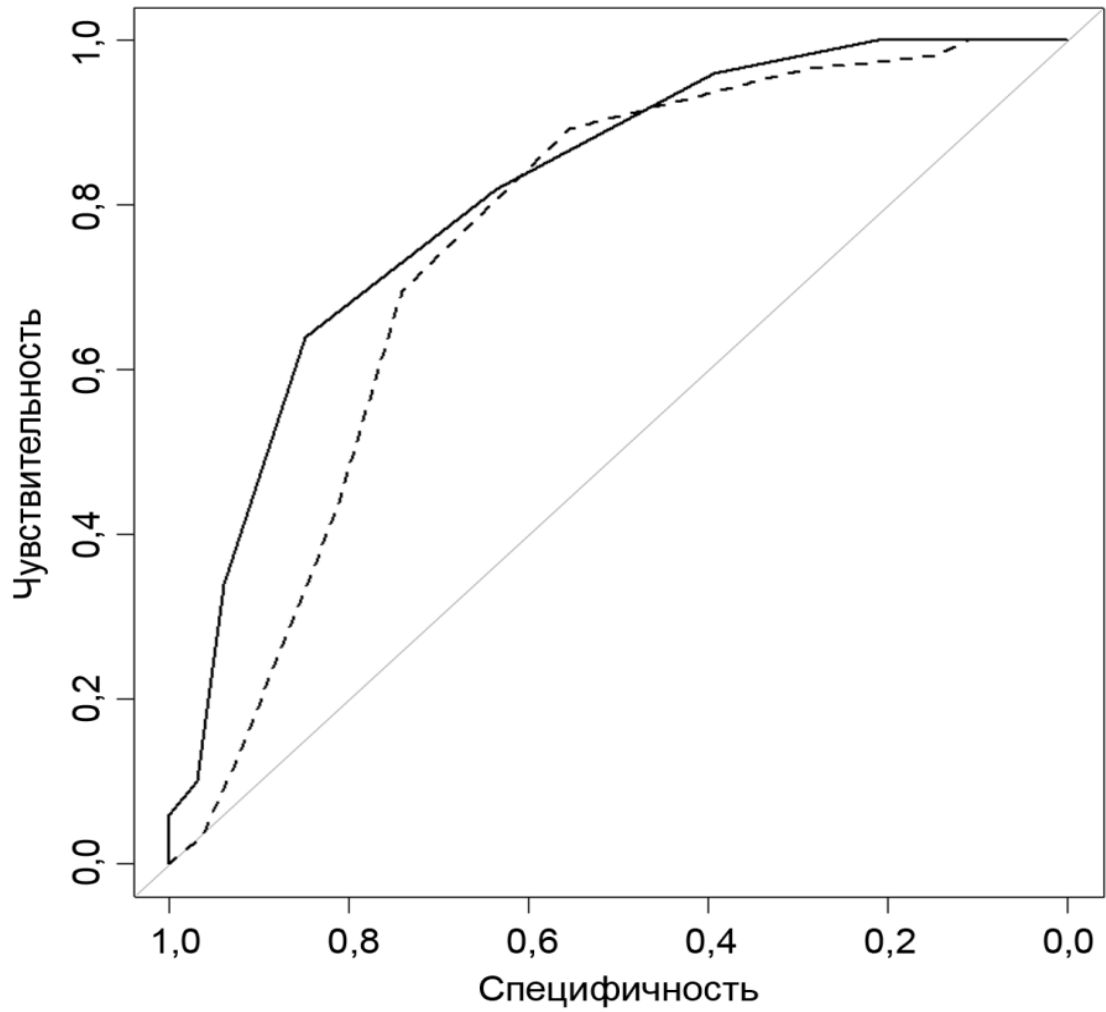


Рисунок 5 – Характеристические (ROC) кривые классификации надежности измерений оптической когерентной томографии по изменениям средней толщины пСНВС (сплошная линия) и толщины сетчатки в фовеальной зоне (пунктирная линия).

## **ВЫВОДЫ**

1. У пациентов с ПОУГ выявлено существенное снижение содержания ГНТФ во ВПК, СЖ и СК, в 1-2 стадиях заболевания и несколько менее выраженное во ВПК и СЖ в 3-4 стадиях. По мере развития заболевания наблюдается постепенное повышение концентрации ГНТФ во ВПК и СЖ, тем не менее, уровень ГНТФ в данных средах остается достоверно сниженным относительно пациентов без глаукомы. Установлена обратная корреляция содержания ГНТФ в СЖ и СК с периметрическим индексом VFI, а также прямая корреляция уровней ГНТФ в СК и ВПК.
2. У пациентов с возрастной катарактой наиболее высокий уровень ФРН определяется в СЖ, концентрации его в СК и ВПК более чем в три раза ниже. У пациентов с возрастной катарактой содержание ФРН во ВПК значимо коррелирует с его концентрацией в СЖ.
3. У пациентов с возрастной катарактой критериями надежности измерений структур глазного дна методом ОКТ могут служить только собственные данные прибора (сила ОКТ-сигнала). Наименьшее значение силы сигнала, позволяющее получать надежные данные на приборе Cirrus HD-OCT, составляет 6 для пСНВС и 5 для толщины сетчатки в фовеальной зоне.



## СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### *Публикации в научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ*

1. Шпак А.А., Коробкова М.В., Трошина А.А. Влияние интраокулярной коррекции на показатели оптической когерентной томографии при миопии // Вестн. офтальмол. - 2019.- N 4.- С. 3-9.
2. Шпак А.А., Гехт А.Б., Дружкова Т.А., Трошина А.А., Гуляева Н.В. Фактор роста нервов у пациентов с возрастной катарактой // *Офтальмохирургия.* – 2020. –№ 3. – С. 40-44.
3. Шпак А.А., Гехт А.Б., Дружкова Т.А., Трошина А.А., Гуляева Н.В. Глиальный нейротрофический фактор у пациентов с возрастной катарактой.*(в печати)*.
4. Шпак А.А., Гехт А.Б., Дружкова Т.А., Трошина А.А., Гуляева Н.В. Глиальный нейротрофический фактор у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой и возрастной катарактой.*(в печати)*.
5. Шпак А.А., Трошина А.А. Критерии надежности измерений оптической когерентной томографии у пациентов с возрастной катарактой. *(в печати)*

### *Прочие публикации*

1. Шпак А.А., Гехт А.Б., Дружкова Т.А., Трошина А.А., Гуляева Н.В. Фактор роста нервов у пациентов с возрастной катарактой // *Современные технологии в офтальмологии.* – 2020. – №3. – С. 43.
2. Шпак А.А., Виговский А.В., Коробкова М.В., Трошина А.А. Влияние экстракции катаракты с имплантацией интраокулярной линзы у пациентов с близорукостью на толщину слоя нервных волокон сетчатки // *Современные технологии в офтальмологии.* – 2019. – №1. – С.339-342.
3. Shpak A.A., Guekht A.B., Druzhkova T., Troshina A., Gulyaeva N.V. Nerve growth factor in patients with age-related cataract // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*- 2020.- Vol.61.- N 7.- P.38.