

## TELEGRAM-БОТ КАК МЕТОД ДОКУМЕНТИРОВАНИЯ АКТИВНОСТИ ВОСПАЛЕНИЯ В ПЕРЕДНЕЙ КАМЕРЕ И ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЙ ЕГО АКТИВНОСТИ

Мирахмедова П.К. ORCID ID: 0009-0006-6430-9973

Юлдашева С.А. ORCID ID: 0009-0006-7835-3617

Останаева П.М. ORCID ID: 0009-0000-9482-6724

*ООО «Чаррохии чашм Нигох», Душанбе, e-mail: mirakhmedova89@gmail.com*

Целью исследования выступила сравнительная оценка возможности применения авторского Telegram-бота в качестве способа регистрации и документирования динамики воспалительного процесса в передней камере при увеите по наличию экссудативного клеточного выпота во влаге передней камеры. Для исследования было выполнено 132 снимка в виде радиальных и линейных срезов в режиме АС-ОСТ на томографе «SOCT Copernicus REVO 60» (OPTOPOL Technology, Poland) 8 пациентам с увеитом разной степени активности воспаления, оцениваемого по наличию экссудативного клеточного выпота во влаге передней камеры, из которых 27 было выбрано для исследования. В ходе исследования обнаружено наличие сильной положительной корреляции, свидетельствующей о высокой степени согласованности между традиционным и автоматизированным подходами, что подтверждает возможность применения разработанного программного обеспечения для регистрации и документирования числа клеток воспаления при увеите разной степени активности воспалительного процесса, оцениваемого по наличию экссудативного клеточного выпота в передней камере. При помощи бота также стало возможным количественно охарактеризовать гипопион, то есть определить его исходную величину, ориентируясь на число точек в передней камере, и отслеживать динамику изменений в их количестве. В то же время появилась возможность документально зарегистрировать число клеток как для исследовательских целей, так и в качестве инструмента прикладного характера для практикующих врачей-офтальмологов, необходимого, в частности, при переезде пациента в другой город в активной фазе заболевания / при смене специалиста / при наличии мутной роговицы и в других особых случаях. Разработанный Telegram-бот может выступать в качестве метода регистрации и документирования динамики воспалительного процесса в передней камере глаза.

Ключевые слова: Telegram-бот, увеит, оптическая когерентная томография.

## TELEGRAM BOT AS A METHOD FOR DOCUMENTING INFLAMMATION ACTIVITY IN THE ANTERIOR CHAMBER AND THE DYNAMICS OF CHANGES IN ITS ACTIVITY

Mirakhmedova P.K., Yuldasheva S.A., Ostanaeva P.M.

*LLC JARROHII CHASHM NIGOH, Dushanbe, e-mail: mirakhmedova89@gmail.com*

The aim of study was to perform a comparative assessment of the possibility of using the author's Telegram bot as a method of recording and documenting the dynamics of the inflammatory process in the anterior chamber in uveitis based on the presence of exudative cellular effusion in the fluid of the anterior chamber. 132 images were taken in the form of radial and linear sections in the AC-OCT mode on a "SOCT Copernicus REVO 60" tomograph (OPTOPOL Technology, Poland) for eight patients with uveitis of varying degrees of inflammatory activity assessed by the presence of exudative cellular effusion in the aqueous humor of the anterior chamber, of which 27 was chosen for the study. The study revealed a strong positive correlation, indicating a high degree of agreement between traditional and automated approaches, which confirms the possibility of using the developed software for recording and documenting the number of inflammatory cells in uveitis assessed by the presence of exudative cellular effusion in the aqueous humor of the anterior chamber. Using the bot, it was also possible to quantitatively characterize the hypopyon, i. e. determine its initial value, focusing on the number of points in the anterior chamber and monitor the dynamics of changes in their number. At the same time, it became possible to document the number of cells both for research purposes and as an applied tool for practicing ophthalmologists, necessary, in particular, when a patient moves to another city in the active phase of the disease / changes a specialist / has a cloudy cornea and other special cases. The developed Telegram Bot can act as a method for recording and documenting the dynamics of the inflammatory process in the anterior chamber of the eye.

Keywords: Telegram Bot, uveitis, optical coherence tomography.

## Введение

Воспаление передней камеры является важным клиническим маркером для оценки активности процесса при воспалительных заболеваниях глаз. Традиционно воспаление классифицируется на основе количества воспалительных клеток, наблюдаемых в передней камере при биомикроскопии по повсеместно принятой номенклатуре Standardization of Uveitis Nomenclature (SUN) [1]. Существует ряд ограничений для данной номенклатуры, о которых уже громко говорят со страниц научных журналов. Одно из таких ограничений – это сложность в понимании «улучшения» и «ухудшения» воспалительного процесса, что особенно важно уловить для краткосрочной оценки эффективности новых методов лечения увеитов. Так, классификация SUN помещает определение степени воспаления в узкие рамки четырех категорий: от 0 (нуля) до 4+. Но разница между степенями носит нелинейный характер. Так, степени 3+ и 4+ характеризуются значительно большим числом клеток (26–50 клеток в поле зрения при степени 3+ и более 50 клеток до бесконечности при степени 4+) по сравнению со степенями 1+ и 2+ (6–15 клеток и 16–25 клеток соответственно). При этом «улучшением», или уменьшением выраженности воспалительного процесса, будет считаться снижение на 2 ступени (например, с 4+ до 2+) или достижение степени 0 [2]. Следует обратить внимание, что для перехода со степени 4+ до 2+ потребуется достижение выраженного уменьшения числа клеток воспаления (с 50+ клеток и бесконечности до 16–25 клеток), в то время как для перехода с более низких степеней, например с +2 до +0,5, необходимо добиться всего лишь уменьшения с 16–25 клеток до одной клетки и меньше [3]. Эта нелинейная зависимость не в состоянии выявить небольшие изменения в динамике воспалительного процесса, особенно при высоких степенях. Такие существенные недостатки в определении динамики активности процесса могут влиять на то, что клинически значимые изменения будут пропущены и не учтены при подборе/смене медикаментозной терапии у пациентов с увеитом.

Ранее единственным объективным методом для определения количества клеток в передней камере выступала лазерная фотометрия (laser flare cell meter). В клинической практике она не была общедоступной и применялась ограниченно, поэтому с появлением оптической когерентной томографии (ОКТ) началась новая эра в диагностике степени воспаления в передней камере. По результатам исследования, сравнивавшего диагностическую ценность проведения ОКТ переднего сегмента, и лазерной фотометрии [4] установлено, что ОКТ переднего сегмента может выступать в качестве объективного метода оценки воспаления в передней камере, обеспечивая визуализацию клеток воспаления, даже при мутной роговице [5]. Также авторы отмечают, что при осмотре в свете щелевой лампы врачом часто пропускается нижняя и верхняя части передней камеры глаза, что особенно

важно при условии того, что клетки в передней камере могут распределяться неравномерно [6]. Данный недостаток устранен при проведении ОКТ, где сканирование проводится во всех направлениях. В свою очередь, другие авторы в своем исследовании подтвердили, что при проведении ОКТ отмечается большая вариабельность в численности клеток в степенях 3+ и 4+ у пациентов с увеитом, чем при степенях 1+ и 2+ [7]. Достижения в области программного обеспечения позволяют анализировать количество клеток воспаления на ОКТ-снимках и выступать в качестве метода регистрации и документирования динамики воспалительного процесса в передней камере при увеите, даже в особых случаях (непрозрачная роговица и т.п.).

**Цель исследования:** изучить возможность использования авторского Telegram-бота в качестве способа регистрации и документирования динамики воспалительного процесса в передней камере при увеите.

### **Материал и методы исследования**

Для исследования было выполнено 132 снимка в виде радиальных и линейных срезов в режиме АС-ОСТ на томографе «SOCT Copernicus REVO 60» (OPTOPOL Technology, Poland) 8 пациентам с увеитом разной степени активности воспаления, оцениваемого по наличию экссудативного клеточного выпота во влагу передней камеры, прошедших обследование в ООО «Глазная клиника Нигох» в период с марта по май 2024 года. Независимым наблюдателем для исследования из них было отобрано 27 снимков высокого качества с разрешением 1566x956, которые были сохранены в идентичном формате, с одинаковым контрастом и небольшим разбросом в степени яркости (от -10 до 4), на которых были различимы клетки воспаления, он же и проводил подсчет клеток в приложении. В качестве контроля выступили 3 снимка здоровых глаз 2 пациентов. При выполнении исследования придерживались Хельсинкской декларации 1964 года. Пациенты дали свое информированное согласие на обработку персональных данных.

Всем пациентам одновременно проводились офтальмологическое обследование, включавшее определение остроты зрения с коррекцией, пневмотонометрию и тонометрию по Гольдману, биомикроскопию на щелевом микроскопе SL-9800 (CSO, Italy) с определением активности воспаления в передней камере по наличию экссудативного клеточного выпота во влагу передней камеры (ВПК), осмотр глазного дна в состоянии медикаментозного мидриаза при помощи линз силой 60, 78, 90 D (Volk, USA) и оптическая когерентная томография в режимах Retina и Anterior Chamber Radial/Full Range на оптическом когерентном томографе «SOCT Copernicus REVO 60» (OPTOPOL Technology, Poland). Ключевые характеристики томографа: длина волны – 850 нм, скорость сканирования – 60000 измерений в секунду, осевое разрешение – 2,6 нм (цифровое), 5 нм – в ткани,

поперечное разрешение – 12 нм, общая глубина сканирования – 2,8 мм/ около 6 мм в режиме Full Range. Для выполнения сканов в режиме Anterior Chamber дополнительная насадка/линза не требовалась.

Критерии включения: дети старше 14 лет и взрослые с инфекционным и неинфекционным увеитом, диагностированным стандартным методом.

Критерии исключения: пациенты с послеоперационным увеитом, дети до 14 лет.

Статистическая обработка данных проводилась в программе SPSS Statistics 17.0. Для оценки корреляционных связей вычисляли коэффициент ранговой корреляции r-Спирмена.

Снимки подвергали оценке активности воспалительного процесса в передней камере в авторском Telegram-боте, при помощи которого производился подсчет числа клеток воспаления, выводился результирующий снимок и выдавалось заключение о количестве обнаруженных клеток (рис. 1).



*Рис. 1. Результирующий снимок и заключение о числе обнаруженных клеток*

Согласно описанной исследователями методике, за размер клетки воспаления при анализе ОКТ-снимков выбран размер точек 2x2 пикселя, но разработанный Telegram-бот смог зафиксировать клетки и меньшего размера (1x1 пиксель) [7].

В свою очередь, в соответствии с клиническими рекомендациями Минздрава России «Увеиты неинфекционные» (2024), в качестве критериев оценки клеточной реакции в ВПК выступили следующие показатели, идентичные стандартной номенклатуре SUN (табл. 1) [8].

Таблица 1

Критерии оценки клеточной реакции в ВПК

Степень	Количество клеток в поле зрения щелевой лампы 1x1 мм
0	Меньше 1
0,5+	1–5
1+	6–15
2+	16–25
3+	26–50
4+	Больше 50

Статистическую обработку данных проводили в программе SPSS Statistics 17.0. Для оценки корреляционных связей вычисляли коэффициент ранговой корреляции  $r$ -Спирмена. При  $r$  менее 0,25 связь оценивалась как слабая, при  $r$  от 0,25 до 0,75 связь оценивалась как умеренная, при  $r$  выше 0,75 связь оценивалась как сильная.

#### Результаты исследования и их обсуждение

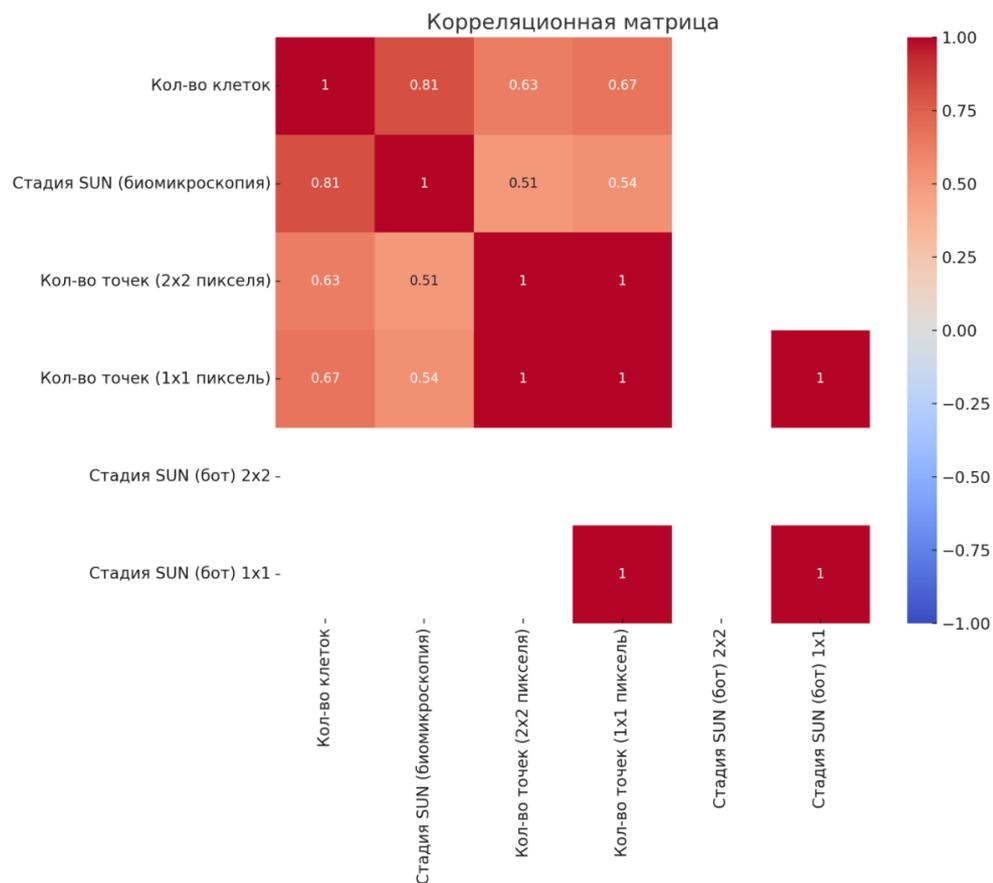
Корреляционная матрица (рис. 2) показала следующие важные зависимости.

1. Корреляция между числом клеток при биомикроскопии и стадиями SUN по стандартной номенклатуре составляет 0,81. Это указывает на сильную положительную зависимость.

2. Корреляция между числом клеток при биомикроскопии и количеством точек размером 2 на 2 пикселя составляет 0,63, а между числом клеток при биомикроскопии и количеством точек размером 1 на 1 пиксель составляет 0,67. Это указывает на умеренную положительную зависимость.

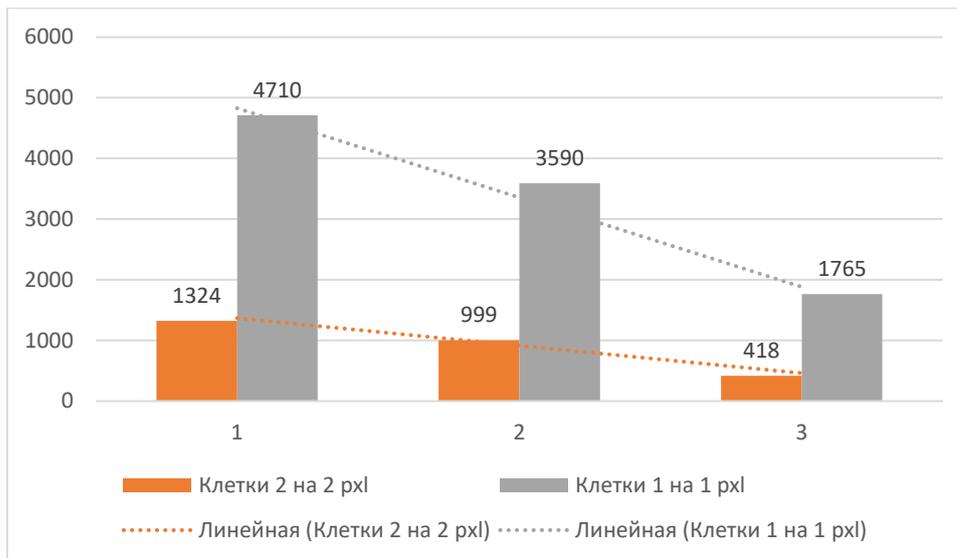
3. Корреляция между стадиями SUN по стандартной номенклатуре и количеством точек размером 2 на 2 пикселя составляет 0,51, а между стадиями SUN по стандартной номенклатуре и количеством точек размером 1 на 1 пиксель составляет 0,54. Это также указывает на умеренную положительную зависимость.

4. Стадия SUN (станд) vs Стадия SUN (бот): обнаружена сильная положительная корреляция ( $r=0,82$ ), что подтверждает высокую степень согласованности между традиционным и автоматизированным подходами.



*Рис. 2. Корреляционная матрица зависимости переменных*

Общеизвестно, что гипопион классифицируется отдельно и ему не присваивается степень в соответствии с критериями оценки клеточной реакции во влаге передней камеры в связи с тем, что рассчитать количество клеток воспаления невозможно для человеческого глаза. Но Telegram-бот сумел зарегистрировать и посчитать число клеток при гипопионе у одного и того же пациента в динамике при получении соответствующей терапии (рис. 3).



*Рис. 3. Динамика изменения количества клеток воспаления при гипопионе*

Подсчет клеток воспаления в передней камере под контролем зрения всегда обладал определенной степенью пристрастности и неточности, регистрация результата и документирование также имели субъективный характер. Имеющаяся нелинейная зависимость между степенями воспаления свидетельствует о необходимости внести изменения в степень оценки «улучшения» и «ухудшения» воспалительного процесса для более высококачественной клинической работы врачей и быстрой смены парадигмы медикаментозной терапии при необходимости. В литературном мире науки уже стали появляться публикации, в которых упоминаются полу- и автоматические программы подсчета и регистрации клеток воспаления в передней камере различной точности, но эти сообщения единичны. Создание более объективных и автоматизированных систем все еще остается на повестке дня. Авторы данного программного обеспечения решили не стоять в стороне и внести свою лепту, пытаясь создать недорогой, достаточно точный способ регистрации и документирования динамики воспалительного процесса, который можно применять в любой стране мира бесплатно при наличии Интернета и доступа к соцсети Telegram.

Полученные в ходе исследования результаты подтверждают тот факт, что при помощи разработанного программного обеспечения представляется возможным подсчитать, зарегистрировать и задокументировать число клеток воспаления при увеите в виде точек размерами 2x2 и 1x1 пикселей. При этом отмечается сильная положительная корреляционная связь между традиционным и автоматизированным методами подсчета и регистрации числа клеток воспаления у пациентов с увеитом разной степени активности воспалительного процесса, оцениваемого по наличию экссудативного клеточного выпота в передней камере. Также при помощи бота стало возможным количественно охарактеризовать гипопион,

определить его исходную величину, ориентируясь на число точек в передней камере, и отслеживать динамику изменений в их количестве. Все вышеизложенное свидетельствует об умении Telegram-бота документально регистрировать число клеток воспаления как для исследовательских целей, так и в качестве инструмента прикладного характера для практикующих врачей-офтальмологов, необходимого, в частности, при переезде пациента в другой город в активной фазе заболевания / при смене специалиста / при наличии мутной роговицы и в других особых случаях.

С целью повышения доступа врачей к высокотехнологичным разработкам и достижениям в цифровой области, а также повышения качества оказываемой медицинской помощи доступ к данному боту создателями предоставляется совершенно бесплатно. Для использования бота требуются наличие Интернета и регистрация в соцсети Telegram. Бот доступен по ссылке: [https://t.me/ophthalmo\\_test\\_bot](https://t.me/ophthalmo_test_bot).

### **Заключение**

Разработанный Telegram-бот может выступать в качестве метода регистрации и документирования динамики воспалительного процесса в передней камере глаза, оцениваемого по наличию экссудативного клеточного выпота в передней камере.

### **Список литературы**

1. Standardization of Uveitis Nomenclature (SUN) Working Group. Development of Classification Criteria for the Uveitides // *Am. J. Ophthalmol.* 2021. Vol. 228. P. 96-105. DOI: 10.1016/j.ajo.2021.03.061.
2. Jabs D.A., Dick A., Doucette J.T., Gupta A., Lightman S., McCluskey P., Okada A.A., Palestine A.G., Rosenbaum J.T., Saleem S.M., Thorne J., Trusko B. Interobserver Agreement Among Uveitis Experts on Uveitic Diagnoses: The Standardization of Uveitis Nomenclature Experience // *Am. J. Ophthalmol.* 2018. Vol. 186. P. 19-24. DOI: 10.1016/j.ajo.2017.10.028.
3. Liu X., Solebo A.L., Faes L., Beese S., Braithwaite T., Round M.E., Panthagani J., Kale A.U., McNally T.W., Abdulla D., Keane P.A., Moore D.J., Denniston A.K. Instrument-based Tests for Measuring Anterior Chamber Cells in Uveitis: A Systematic Review // *Ocul Immunol Inflamm.* 2020. Vol.17 Is. 28(6). P. 898-907. DOI: 10.1080/09273948.2019.1640883.
4. Invernizzi A., Marchi S., Aldigeri R., Mastrofilippo V., Viscogliosi F., Soldani A., Adani C., Garoli E., Viola F., Fontana L., McCluskey P., Cimino L. Objective Quantification of Anterior Chamber Inflammation: Measuring Cells and Flare by Anterior Segment Optical Coherence Tomography // *Ophthalmology.* 2017. Vol. 124. Is.11. P.1670-1677. DOI: 10.1016/j.ophtha.2017.05.013.

5. Maring M., Saraf S.S., Blazes M., Sharma S., Srivastava S., Pepple K.L., Lee C.S. Grading Anterior Chamber Inflammation with Anterior Segment Optical Coherence Tomography: An Overview // *Ocular Immunology and Inflammation*. 2022. Vol. 30. Is. 2. P. 357–363. DOI: 10.1080/09273948.2022.2028289.
6. Sharma S., Lowder C.Y., Vasanji A., Baynes K., Kaiser P.K., Srivastava S.K. Automated Analysis of Anterior Chamber Inflammation by Spectral-Domain Optical Coherence Tomography // *Ophthalmology*. 2015. Vol. 122. P. 1464–1470. DOI: 10.1016/j.ophtha.2015.02.032.
7. Kang T.S., Lee Y., Lee S., Kim K., Lee W.S., Lee W., Kim J.H., Han Y.S. Development of fully automated anterior chamber cell analysis based on image software // *Sci. Rep.* 2021. Vol. 21. Is. 11(1). P. 10670. DOI: 10.1038/s41598-021-89794-0.
8. Увеиты неинфекционные [Электронный ресурс] // Рубрикатор клинических рекомендаций / Общероссийская общественная организация "Ассоциация врачей-офтальмологов", Общероссийская общественная организация «Общество офтальмологов России». 2024 г. URL: [https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/787\\_1](https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/787_1) (дата обращения: 16.09.2024).