

УДК 617.7–007.681–021.3–073.7

## Оцінка характеристик зорових викликаних потенціалів у клінічному контексті з функціональними показниками на різних стадіях первинної відкритокутової глаукоми

Л. М. Стоцька, канд. мед. наук

Державна установа «Інститут очних хвороб і тканинної терапії ім. В. П. Філатова НАМН України»; Одеса (Україна)

E-mail: odjusa@email.ua

**Резюме** Исследование структурных и нейрофизиологических процессов высших отделов зрительного анализатора у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ) помогает в решении вопроса о первичном поражении структур при данной патологии. Наиболее важную информацию о процессах в зрительной коре головного мозга дают результаты исследования вызванных потенциалов мозга, в том числе, наиболее важную — зрительные вызванные потенциалы (ЗВП). Известно, что именно нейрофизиологические исследования довольно часто выявляют изменения, которые протекают асимптомно на протяжении длительного времени до возникновения клинических проявлений, что особенно важно для ранней диагностики глаукомного процесса. Зарубежные и отечественные офтальмологи в последнее время уделяют внимание диагностике патологических изменений в сетчатке у пациентов на разных стадиях ПОУГ.

**Целью** исследования было провести оценку характеристик зрительных вызванных потенциалов в клиническом контексте с функциональными показателями на разных стадиях у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой.

**Материал и методы.** На базе ГУ «Институт глазных болезней и тканевой терапии им. В. П. Филатова НАМН Украины» проведено комплексное клиническое и нейрофизиологическое исследование 186 пациентов (358 глаз). Средний возраст ( $56,8 \pm 4,26$ ) лет с разными стадиями ПОУГ. Для диагностики патологического состояния использовали нейрофизиологические методы исследования — зрительные вызванные потенциалы (ЗВП) на шахматный паттерн и вспышку.

Исследование ЗВП проводили на аппарате «RETIscan» (Roland Consult, Германия).

**Результаты обследования** показали, что у пациентов с подозрением на глаукому выявлено статистически достоверное увеличение амплитуды пиков N75-P100 на 140,6 % — до  $12,80 \pm 4,57$  ( $p < 0,05$ ); у пациентов с начальной стадией на 180 % — до  $14,84 \pm 3,09$  ( $p < 0,05$ ); у пациентов с развитой стадией — снижение амплитуды на 69,62 % ( $p < 0,05$ ), до  $(1,61 \pm 1,32)$  мкВ, у пациентов с далекозашедшей стадией снижение амплитуды на 55,85 %  $p < 0,05$  до  $(2,34 \pm 0,61)$  мкВ на паттерн 60 угл. с по сравнению с контрольной группой. Установлено, что статистически достоверной разницы по показателям продолжительности латентного периода пиков N75, P100, N135 у пациентов с преглаукомой и начальной стадией по сравнению с контрольной группой не выявлено. У пациентов с развитой стадией установлено статистически достоверное увеличение продолжительности латентного периода пика P100 по сравнению с контрольной группой на 17,12 %,  $p < 0,05$ . Обнаружено статистически достоверное увеличение продолжительности латентного периода пиков P100 и N135 на 26,88 %, ( $p < 0,05$ ) и 13,44 %, ( $p < 0,05$ ) соответственно, по сравнению с контрольной группой у пациентов с далекозашедшей стадией глаукомы. Выявлено, что чувствительность зрительного анализатора по фосфену у пациентов с преглаукомой, начальной и развитой стадиями была в пределах нормы, у пациентов с далекозашедшей стадией снижена на 22,68 % ( $p < 0,05$ ) до  $(80,0 \pm 8,25)$  мкА

**Ключевые слова:** зрительные вызванные потенциалы, клинические показатели, ганглиозные клетки, сетчатка, первичная открытоугольная глаукома.

**Ключевые слова:** зрительные вызванные потенциалы, клинические показатели, ганглиозные клетки, сетчатка, первичная открытоугольная глаукома.

по сравнению с контрольной группой. Согласно полученным данным, у пациентов с преглаукомой по характеристиками ЗВП на паттерн между показателями латентного периода P100 и индексом поля зрения (VFI) по данными компьютерной периметрии коэффициент корреляции Spearman  $0,11 \pm 0,05$ ; между показателями амплитуды пиков P100-N135 и чувствительность сетчатки (MD) по данным компьютерной периметрии, коэффициент корреляции Spearman  $0,6 \pm 0,01$ . У пациентов с начальной, развитой и далекозашедшей стадиями ПОУГ мы не отметили статистически достоверной корреляционной связи между особенностями ЗВП на паттерн и вспышку и такими клиническими показателями, как VFI и MD, ширина экскавации диска зрительного нерва, внутриглазное давление.

**Выводы.** Изучение нейрофизиологических процессов в ганглиозных клетках сетчатки и использование зрительных вызванных потенциалов в клинической практике важно для диагностики глаукомного процесса до появления его клинических проявлений.

**Вступ.** Глаукома — це захворювання, яке приводить до важких незворотніх змін в оці, одна із основних причин сліпоті в цілому світі [4, 5, 9]. Ця патологія є одним з найбільш розповсюджених і важких очних захворювань і, в той же час, одна з найбільш складних в плані патогенезу та діагностики. Вчені схильні думати, що поняття «глаукома» включає широкий спектр захворювань і станів; що це не окреме захворювання, а група захворювань із подібними ознаками [8]. До недавнього часу основними клінічними показниками глаукоми називали характерне звуження поля зору, підвищення внутрішньоочного тиску, атрофію зорового нерва. Глаукома, як правило, має один наслідок — незворотню двобічну втрату зору. Вона займає друге місце у випадках повної сліпоті людей у світі [5]. Системний вплив і локальні ризики відіграють важливу роль в розвитку даного захворювання, проте патофізіологічні механізми цього процесу мало вивчені. Один із шляхів до подолання цієї недуги є рання діагностика і своєчасне усунення факторів ризику розвитку даного захворювання [1,9].

Дослідження нейрофізіологічних процесів у вищих відділах зорового аналізатора у хворих з первинною глаукомою можуть допомогти у вирішенні питання первинного ураження структур при даній патології. Останній час велику увагу вчені приділяють вивченню сітківки у пацієнтів з первинною відкритокутовою глаукомою. Суттю глаукомного процесу називають прискорену загибель ганглиозних клітин сітківки і їх аксонів, а також втягнення в патологічний процес нейроглії, яка забезпечує харчування зорового нерва [4, 5, 6, 7, 9]. Найсучасніші клінічні методи дослідження — скануюча лазерна поляриметрія і оптична когерентна томографія, що підтверджують структурні зміни на різних функціональних рівнях сітківки та зорового нерва [3].

Нейрофізіологічний метод — реєстрація зорових викликаних потенціалів не є специфічним, але дозволяє вивчити процеси в зоровій корі головного

мозку та на різних морфофункціональних рівнях сітківки, виявити патологічні зміни в період до клінічного прояву захворювання що дуже важливо для вивчення патогенезу захворювання і ранньої діагностики [7].

**Мета дослідження.** Провести оцінку характеристик зорових викликаних потенціалів у клінічному контексті з функціональними показниками на різних стадіях первинної відкритокутової глаукоми.

#### Матеріал і методи

На базі ДУ «Інститут очних хвороб і тканинної терапії ім. В. П. Філатова НАМН України» проведено комплексне клінічне і нейрофізіологічне дослідження 186 пацієнтів (358 очей). Серед них основну групу склали 81 жінка (51,92 %) і 75 чоловіків (48,08 %), середній вік ( $56,8 \pm 4,26$ ) років на різних стадіях первинної відкритокутової глаукоми (ПВКГ). Контрольна група включала 30 осіб (60 очей) без діагнозу ПВКГ, з аметропією слабого та середнього ступеня, і була співставима з основною групою за віком, статтю та наявністю інших соматичних захворювань (табл. 1).

Всім пацієнтам проводились клінічні методи дослідження: візометрія, тонометрія, тонографія, рефрактометрія, біомікроскопія, пряма та обернена офтальмоскопія, визначення середнього відхилення диференційної світлової чутливості сітківки (MD) і визначення індекса поля зору (VFI) за даними автоматичної комп'ютерної периметрії, проведеної на аналізаторі поля зору «Humphrey» 750-і («Carl ZEISS», США); визначення порогової чутливості зорового аналізатора за фосфеном; визначення ширини экскавції диску зорового нерва за даними оптичної когерентної томографії (ОКТ) на апараті «ОПТОПОЛ» (SOCT Cornepicus, Польща).

Для діагностики використовували також нейрофізіологічний метод дослідження — реєстрацію зорових викликаних потенціалів (ЗВП) на шаховий патерн і спалах, яку проводили на комп'ютерному електрофізіологічному комплексі «RETI scan» (Roland Consult, Німеччина). Для характеристики патологічного процесу за даними ЗВП на шаховий патерн враховували зміни тривалості латентного періоду (ЛП) основних піків N75, P100, N135, зміни амплітуди (А) піків N75-P100, P100-N75; за даними ЗВП на спалах — зміни ЛП основних піків N1, P1, а також амплітуди піків N1-P1.

В залежності від стадій ПВКГ всі пацієнти основної групи (158 осіб — 298 очей) були розподілені на чотири підгрупи: I підгрупа — преглаукома — 42 хворих (84 очей); II підгрупа — початкова стадія — 48 хворих (96 очей); III підгрупа — розвинута стадія — 36 хворих (65 очей); IV підгрупа — далеко розвинута стадія — 30 хворих (53 ока).

Підгрупу преглаукома формували з хворих, в яких дані вищевказаних досліджень були відмінні від норми за двома і більше показниками, а саме даними реоофтальмографії, ОКТ (міжокулярна різниця ширини екскавації диску зорового нерва більше 20 %), тонометрії (наявність міжочулярної асиметрії або перепадів даних добової тонометрії більше ніж 3–4 мм), наявність на другому оці клінічно підтвердженої ПВКГ, наявність глаукоми в генетичному анамнезі.

Пацієнти з термінальною стадією ПВКГ і високим ступенем аметропії були виключені з дослідження.

У всіх хворих основної і контрольної групи не зареєстровано захворювань зорового нерва, макулодистрофії, гіпертонічної ретинопатії, помутніння оптичних середовищ, цукрового діабету, черепномозкової травми, гострих та хронічних розладів мозкового кровообігу.

Дані зорових викликаних потенціалів порівнювали з даними контрольної групи, з даними літератури [11], а також з даними норми конкретної системи і лабораторії, де проводились дослідження, оскільки немає в клінічній практиці стандартних визнаних показників норми.

Статистичну обробку даних проводили за допомогою пакету Statistica 10 з використанням середнього значення стандартного відхилення, визначенням достовірності значень різниці —  $p$  (парний тест з двостороннім розподілом) менше 0,05 та непараметричного методу з використанням критерія кореляції Spearman ( $p$  — value — рівень значимості коефіцієнта).

## Результати

Всім пацієнтам — 156 осіб (298 очей) основної групи і 30 осіб (60 очей) контрольної групи було проведено повний комплекс клінічного офтальмологічного обстеження, а також нейрофізіологічні дослідження (ЗВП на патерн і спалах) окремо на праве та ліве око.

У табл. 1 показано, що статистично достовірної різниці між основною та контрольною групами не виявлено за такими показниками як вік, стать, інші соматичні захворювання.

У таблиці 2 представлені клінічні характеристики основної і контрольної груп, які є критеріями діагностики і перебігу захворювання. Відповідно даних табл. 2, ми відмічаємо достовірну різницю у пацієнтів з розвинутою і далеко розвинутою стадіями за такими показниками як внутрішньоочний тиск, ширина екскавації диску зорового нерва, даними комп'ютерної периметрії. Достовірну різницю між показниками початкової і розвинутої стадій, а також початкової стадій і контрольною групами ми спостерігаємо тільки за показниками комп'ютерної периметрії (MD і VFI). Між показниками стадії преглаукома і початкова, а також преглаукома і контрольною групою статистично досто-

**Таблиця 1.** Основні загальні характеристики пацієнтів основної і контрольної груп

Досліджувані показники	Основна група, n=156	Контрольна група, n=30
Вік (роки)	56,8 ± 4,26*	53,4 ± 5,82
Стать: жінки	51,92 %*	53,6 %
чоловіки	48,08 %*	46,4 %
Ангіопатія	68,20 %*	70,40 %
Гіперметропія слабого ступеня	17,70 %*	19,60 %
Гіперметропія середнього ступеня	12,30 %*	14,60 %
Міопія середнього ступеня	8,90 %*	9,30 %
Міопія слабого ступеня	12,80 %*	11,10 %
Пресбіопія	48,30 %*	45,40 %

Примітка:  $n$  — кількість осіб; \*  $p$  — достовірність різниці між показниками основної і контрольної груп,  $p > 0,05$ .

вірної різниці не відмічено за жодним з клінічних показників, наведених в таблиці 2.

За даними ЗВП на шаховий патерн у пацієнтів з підгрупи «преглаукома» ми виявили статистично достовірне підвищення амплітуди піків N75-P100 на 140,6 % — до 12,80 ± 4,57 мкВ, ( $p < 0,05$ ) на патерн 60 кут. с в порівнянні з контрольною групою; статистично достовірної різниці за показниками тривалості латентного періоду піків N75, P100, N135 в даній групі в порівнянні з контрольною групою не виявлено. Чутливість зорового аналізатора за фосфеном у пацієнтів даної групи була в межах норми і дорівнювала (65,61 ± 7,32) мкА ( $p < 0,05$ ).

У пацієнтів з початковою стадією за даними ЗВП на шаховий патерн ми виявили збільшення амплітуди N75-P100 на 180 % — до (14,84 ± 3,09) мкВ ( $p < 0,05$ ) на патерн 60 кут. с в порівнянні з контрольною групою; статистично достовірної різниці за показниками тривалості латентного періоду піків N75, P100, N135 в даній групі в порівнянні з контрольною групою не виявлено. Чутливість зорового аналізатора за фосфеном у пацієнтів даної групи була у межах норми — 71,69 ± 9,08 мкА ( $p < 0,05$ ).

За даними ЗВП на шаховий патерн у пацієнтів з розвинутою стадією виявилось статистично достовірне зниження показника амплітуди піків N75-P100 на патерн 60 кут.с в порівнянні з початковою стадією: 1,61 ± 1,32 мкВ і 14,84 ± 3,09 мкВ відповідно, а також зниження амплітуди на 69,62 %,  $p < 0,05$  в порівнянні з контрольною групою. Встановлено статистично достовірне збільшення тривалості латентного періоду піку P100 в порівнянні з контрольною групою на 17,12 %,  $p < 0,05$ . Чутливість зорового аналізатора за фосфеном у пацієнтів даної групи була у межах норми і становила (67,68 ± 6,26) мкА ( $p < 0,05$ ) в порівнянні з контрольною групою.

**Таблиця 2.** Характеристика функціонального стану зорового аналізатора у пацієнтів на різних стадіях первинної відкритокутової глаукоми.

Досліджувані показники	Преглаукома, n=84	Початкова стадія, n=96	Розвинута стадія, n=65	Далекозайдена стадія, n=53	Контрольна група, n=60
Гострота зору не коригована	0,61±0,34	0,55±0,35	0,44±0,36	0,37±0,39 ***	0,65±0,23
Гострота зору коригована	0,89±0,10	0,76±0,22	0,60±0,12	0,45±0,37 ***	0,86 ± 0,12
ВОТ, мм рт. ст.	20,34±2,69	20,72±2,58	23,12±2,65 ***	26,0±2,82 ***	18,06±1,41
Ширина екскавації ДЗН, min, мм	0,42±0,08	0,45±0,05	0,55±0,07 ***	0,71±0,06 ***	0,43±0,03
max, мм	0,45±0,09	0,47±0,12 *** *	0,67±0,06 *** **	0,85±0,04 ***	0,47±0,11
Середнє відхилення диференційної світлової чутливості сітківки, (MD), дБ	0,18±1,21	-1,96±2,61 * ***	-7,63±3,68 ** ***	-21,2±4,27 ***	0,32±1,08
Індекс поля зору (VFI), %	0,99±0,01	0,93±0,03 * ***	0,81±0,09 ** ***	0,34±0,17 ***	0,98±0,02
Чутливість зорового аналізатора за фосфеном, мкА	65,61±7,32	71,69±9,08	67,68±6,26	80,0±8,25 ***	65,21± 5,98

Примітка: n — кількість очей; \*p — рівень достовірно значимої різниці показників початкової стадії відносно розвинутої, p < 0,05; \*\*p — рівень достовірно значимої різниці показників розвинутої відносно далеко розвинутої стадії, p < 0,05; \*\*\*p — рівень достовірно значимої різниці показників відповідних стадій основної групи відносно контрольної групи, p < 0,05.

У пацієнтів з далеко розвинутою стадією глаукоми за даними ЗВП на шаховий патерн ми дослідили статистично достовірне зниження показника амплітуди піків N75-P100 на патерн 60 кут. с на 55,85 % — до (2,34±0,61) мкВ (p<0,05) в порівнянні з контрольною групою. Встановлено статистично достовірне збільшення тривалості латентного періоду піків P100 і N135 на 26,88 %, (p<0,05) і 13,44 %, (p<0,05) відповідно, в порівнянні з контрольною групою. Виявлено статистично достовірне зниження чутливості зорового аналізатора за фосфеном у пацієнтів даної групи в порівнянні з контрольною групою на 22,68 %, (p<0,05) та до (80,0±8,25) мкА в порівнянні з нормою.

За даними ЗВП на спалах ми не відмітили статистично достовірної різниці між показниками відповідних характеристик у пацієнтів з преглаукомою, початковою, розвинутою стадіями та контр-

ольною групою. Однак, відмітили статистично достовірну різницю між показниками відповідних характеристик у пацієнтів з далекорозвинутою стадією подовження тривалості латентного періоду піка P 1 на стимул 2 Гц до (86,33±3,45) мс (p<0,05) на 19,74 % (p<0,05) в порівнянні з контрольною групою (табл. 3).

Використовуючи непараметричний метод з використанням коефіцієнта кореляції Spearman, ми провели аналіз основних клінічних показників і характеристик зорових викликаних потенціалів, встановили між ними відповідні корелятивні зв'язки. Згідно з отриманими даними, у пацієнтів з підозрою на глаукому за характеристиками ЗВП на патерн між показниками латентного періоду P100 та індексом поля зору (VFI) коефіцієнт кореляції Spearman 0,11, p — value 0,05; між показниками амплітуди піків P100-N135 і середнім відхиленням

**Таблиця 3.** Порівняльний аналіз параметрів зорових викликаних потенціалів на спалах у хворих на різних стадіях первинної відкритокутової глаукоми

Параметри і компоненти ЗВП	Преглаукома, n=84	Початкова стадія, n=96	Розвинута стадія, n=65	Далеко розвинута стадія, n=53	Контрольна група, n=60
ЛП N1 (мс)	46,39 ± 9,50	47,18±7,63	44,29 ± 8,67	43,66± 2,51	45,38± 5,69
ЛП P1(мс)	77,06 ± 10,46	75,30±9,46	76,42± 9,41	86,33±3,45 ***	72,1 ± 3,28
A N1-P1 (мкВ)	10,64 ± 5,53	9,19 ± 3,57	7,98 ± 3,18	6,54 ± 3,48	8,21±3,42

Примітка: n — кількість очей; \*p — рівень достовірно значимої різниці між показниками початкової і розвинутої стадії, p<0,05; \*\*p — рівень достовірно значимої різниці між показниками розвинутої і далеко розвинутої стадії, p<0,05; \*\*\*p — рівень достовірно значимої різниці між показниками преглаукоми і контрольної групи, p<0,05.

диференційної світлової чутливості сітківки (MD) коефіцієнт кореляції Spearman 0,6,  $p = 0,01$ .

У пацієнтів з початковою, розвинутою і далеко розвинутою стадіями ПВКГ ми не відмітили статично достовірного кореляційного зв'язку між характеристиками ЗВП на патерн і спалах та такими клінічними показниками, як VFI, ширина екскавації диску зорового нерва, внутрішньоочним тиском.

Враховуючи вище наведені дані, зміни характеристик ЗВП на шаховий патерн вже на початкових стадіях розвитку паталогічного процесу, відсутність відхилень від нормативних показників за характеристиками ЗВП на спалах і чутливість зорового аналізатора за фосфеном у пацієнтів на стадіях преглаукома, початкова і розвинута, а також структурні характеристики формування ЗВП на патерн і спалах [11], можна зробити висновок про відповідність змін, реєстрованих ЗВП на патерн у пацієнтів із первинною відкритокутовою глаукомою тим паталогічним процесам, які відбуваються в тілі третього нейрона сітківки — гангліозних клітинах. З прогресуванням паталогічного процесу відбувається збільшення відхилень від норми відповідних характеристик третього нейрона сітківки — гангліозних клітин, що свідчить про патогенетичний характер цих змін.

Нааявність корелятивних зв'язків між характеристиками ЗВП на патерн і спалах і такими клінічними показниками, як індекс поля зору (VFI) і середнє відхилення диференційної світлової чутливості сітківки (MD) у пацієнтів з преглаукомою, вказують на участь порушень нейрофізіологічних процесів в гангліозних клітинах сітківки у формуванні глаукомного процесу на ранніх стадіях.

Відсутність корелятивних зв'язків між характеристиками ЗВП на патерн і спалах і такими основними клінічними показниками, як індекс поля зору (VFI), середнє відхилення диференційної світлової чутливості сітківки (MD), зміни ширини екскавації диску зорового нерва у пацієнтів з почат-

ковою, розвинутою і далеко розвинутою стадіями ПВКГ свідчить про те, що зміни нейрофізіологічних процесів у тілі гангліозних клітин сітківки випереджують ті паталогічні зміни, які відбуваються в сітківці і зоровому нерві та обумовлюють формування вище вказаних клінічних діагностичних показників.

### Висновок

Виявлено зміни нейрофізіологічних показників за даними зорових потенціалів на шаховий патерн, які характеризують процеси в тілі гангліозних клітин сітківки у пацієнтів на різних стадіях первинної відкритокутової глаукоми. Встановлено статистично достовірне підвищення амплітуди піків N75-P100 на 140,6 % у пацієнтів з підгрупи «преглаукома»; статистично достовірне збільшення амплітуди піків N75-P100 на 180 % у пацієнтів з початковою стадією; зниження амплітуди піків N75-P100 на 69,62 %,  $p < 0,05$  у пацієнтів з розвинутою стадією; зниження амплітуди піків N75-P100 на 55,85 %,  $p < 0,05$  у пацієнтів з далеко розвинутою стадією глаукоми в порівнянні з контрольною групою.

Застосування досліджень зорових викликаних потенціалів на шаховий патерн у клінічній практиці важливе для діагностики глаукомного процесу в період до появи його клінічного прояву. Встановлено статистично достовірні корелятивні зв'язки у пацієнтів з підозрою на глаукому: за характеристиками ЗВП на патерн між показниками латентного періоду P100 та індексом поля зору (VFI) коефіцієнт кореляції — Spearman  $0,11 \pm 0,05$ ; між показниками амплітуди піків P100-N135 і середнім відхиленням диференційної світлової чутливості сітківки (MD) коефіцієнт кореляції Spearman —  $0,6 \pm 0,01$ .

Впровадження нейрофізіологічних методів дослідження в клінічну практику дасть змогу створити базу для формування груп ризику розвитку глаукомного процесу і динамічного спостереження пацієнтів з первинною відкритокутовою глаукомою на початкових стадіях.

### Література

1. **Alekseev V.** Meaning of neurodegeneration in the pathogenesis of glaucoma / V. Alekseev, I. Gazizova // 11<sup>th</sup> EGS Congress. — Nice, 2014. — P.60.
2. **Завгородня Н. В.** Первичная глаукома. Новый взгляд на старую проблему / Н. В. Завгородня, Н. В. Пасечникова. — Запорожье, 2010. — 192 с.
3. **Качан Т. В.** Сравнительная характеристика оптической когерентной томографии и сканирующей лазерной поляриметрии в диагностике и мониторинге оптиконейропатии у пациентов с глаукомой / Т. В. Качан, Л. Н. Марченко, Т. А. Бирич, А. А. Далидович, Т. А. Муштина, А. М. Веренич // Офтальмология. Восточн. Европа. — 2014. — № 4 (23). — С.186–190.
4. **Моисеенко Р. А.** Офтальмологическая помощь на Украине в 2006–2011 годах / Р. А. Моисеенко, М. В. Голубчиков, Г. О. Слабкий, С. А. Рыков и соавторы // Киев. — 2–12. — 183 с.
5. **Рыков С. А.** Унифицированный клинический протокол медицинской помощи. Глаукома первичная открытоугольная. Первичная и вторичная помощь / С. А. Рыков, О. П. Витовская, И. В. Шаргородская и соавторы // Приказ МЗ Украины № 816, 24.11.2011. — Киев. — 2011. — 37 с.
6. **Стоцкая Л. М.** Особенности активности хроматических зрительных каналов на разных стадиях развития первичной глаукомы / Л. М. Стоцкая, Л. С. Стоцкая // Офтальмол. журн. — 2013. — № 6. — С. 22–25.

7. **Шамшинова А. М.** Клиническая физиология зрения / А. М. Шамшинова Т. М. Андреева. — Москва, 2006. — 956 с.
8. **Liesegang T. J.** Glaucoma:changing concepts and future directions / T. J. Liesegang // Mayo Clin. Prac. — 1996. — Vol.71, № 7. — P.689–694.
9. **Quigley H. A.** The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020 / H. A. Quigley, A. Broman // Br. J. Ophthalmol. — 2006. — Vol.90. — P.262–267.
10. **Valladares A. M.** Validity of ganglion cell-inner plexiform layer thickness measurement in the diagnosis of preperimetric glaucoma:correlation with retinal nerve fiber layer thickness / A. M. Valladares, N. P. Amoros, A. C. Cortes, J. P. Morollon, I. F. Moreno/ Glaucoma Unit of Albacete, Albacete — Spain // 11 th EGS Congress. — Nice, 2014. — P.133.
11. **Wu DeZheng.** Atlas of testind and clinical application for Roland Electrophysiological Instrument / Wu DeZheng, Liu Yan // Beigind science and technology Press. — China, 2006p. — P.5–19.

*Поступила 02.03.2016*