

Духаер Шакир, Бушуева Н.Н., Слободяник С.Б.
Институт глазных болезней и тканевой терапии имени В.П. Филатова Национальной
академии медицинских наук Украины, Одесса, Украина

Dukhair Shakir, Bushueva N., Slobodyanik S.
Filatov Institute of Eye Diseases and Tissue Therapy of the National Academy of Medical Sciences of
Ukraine, Odessa, Ukraine

Особенности диагностики спазма аккомодации у детей с учетом тонуса вегетативной нервной системы с использованием пупиллографии при инстилляциях мидриатиков

Peculiarities of Diagnostics of Accomodation Spasm in Children
with Considering the Tonus of the Autonomic Nervous System
Using Pupillography by Mydriatic Instillation

Резюме

Для диагностики нарушений аккомодации у соматически здоровых 45 детей (90 глаз) в возрасте от 6 до 15 лет были использованы мидриатики циклопентолат 1% и фенилэфрин гидрохлорид 2,5%. Действие одноразовой инстилляцией циклопентолата 1% было изучено у 25 пациентов (50 глаз), фенилэфрина 2,5% – у 20 пациентов (40 глаз). До и после инстилляций мидриатиков определялись: визометрия, РА по А.И. Дашевскому, авторефрактометрия. Баланс тонуса вегетативной иннервации исследовался с помощью кардиоваскулярного индекса Кердо по Вейну (1998). Зрачковые реакции регистрировались на отечественном окулографе ОК-2. Одноразовые инстилляцией циклопентолата 1% и фенилэфрина 2,5% приводят к снижению степени миопии, выявлению эмметропии и гиперметропии, повышению остроты зрения у 100% пациентов со спазмами аккомодации, что позволяет применять эти препараты с диагностической целью. Максимальный мидриаз наступает спустя 1 час после одноразовой инстилляцией циклопентолата 1% и через 1,5–2 часа после инстилляцией фенилэфрина 2,5%. Значения пупиллографических показателей практически вернулись к исходным значениям лишь спустя 1–3 суток после однократной инстилляцией циклопентолата 1%, что свидетельствует о продолжительности его циклоплегического действия. Диагностическая эффективность циклопентолата 1% по скорости достижения мидриаза с использованием пупиллографии (Smax, Smin, A) выше, чем фенилэфрина 2,5%. Мидриатическое действие обоих препаратов более выражено у детей с симпатотонией.

Ключевые слова: пупиллография, мидриатики: циклопентолат 1%, фенилэфрин 2,5%.

Abstract

For the diagnosis of accommodation disorders, the mydriatics cyclopentolat 1% and fenilrifrin 2.5% were used in somatically healthy 45 children (90 eyes) aged 6 to 15 year. The effect of

a single instillation of cyclopentolate 1% was studied in 25 patients (50 eyes), phenylephrine 2.5% – in 20 patients (40 eyes). Before and after instillation of mydriatics, the following were determined: visometry, RA according to A.I. Dashevsky, autorefractometry. The balance of the tone of autonomic innervation was studied using the cardiovascular Kerdo index by Wayne (1998). Pupillary reactions were recorded on the domestic OK-2 oculo-graph. One-time instillations of cyclopentolate 1% and phenylephrine 2.5%. lead to a decrease in the degree of myopia, the detection of emmetropia and hyperopia, an increase in visual acuity in 100% of patients with accommodation spasms, which allows the use of these drugs for diagnostic purposes. Maximum mydriasis occurs 1 hour after a single instillation of cyclopentolate 1% and 1.5–2 hours after instillation of phenylephrine 2.5%. The values of pupillo-graphic indicators almost returned to their initial values only 1–3 days after a single instillation of cyclopentolate 1%, which indicates the duration of its cycloplegic effect. The diagnostic efficiency of cyclopentolate 1% in the rate of reaching mydriasis using pupillo-graphic (Smax, Smin, A) is higher than phenylephrine 2.5%. The mydriatic effect of both drugs is more pronounced in children with sympathotonia.

Keywords: pupillo-graphy, mydriatics: cyclopentolate 1%, phenylephrine 2.5%.

■ ВВЕДЕНИЕ

Известно, что нарушения аккомодации во многих случаях являются предтечей развития приобретенной близорукости и одним из основных звеньев ее патогенеза [1]. В последние годы резкое увеличение зрительной нагрузки, связанное с повсеместным распространением компьютеров, мобильных телефонов, привело к неизбежному аккомодационному расстройству и развитию близорукости, которая стала ведущей причиной нарушения зрения у молодых людей [7, 17]. Поэтому своевременное выявление нарушений аккомодации по-прежнему является важнейшим звеном в профилактике развития миопии.

В настоящее время для лечения спазма аккомодации стало уже привычным использование медикаментозных препаратов, влияющих на состояние цилиарной мышцы. Наиболее часто с этой целью применяются вегетотропные препараты, действующие на зрачок и цилиарную мышцу – циклопентолат 1% и фенилэфрина гидрохлорид 2,5%.

Действие циклопентолата 1% основано на блокаде М-холинергических синапсов сфинктера зрачка и цилиарного тела, в результате которой происходит расширение зрачка за счет расслабления мышц его сфинктера и преобладания тонуса дилатора. Одновременно вследствие расслабления цилиарной мышцы развивается кратковременная циклоплегия, длительность которой, по данным разных авторов [3, 11, 12, 14], составляет от 4–5 часов до 1–2 суток. Расширение зрачка происходит в течение 30–40 мин. после однократного закапывания, мидриаз сохраняется в течение 6–12 часов.

Симпатомиметик фенилэфрина гидрохлорид 2,5% (ирифрин 2,5%) стимулирует постсинаптические альфа-адренорецепторы, вследствие чего сокращается дилатор зрачка и происходит его расширение. Считается, что фенилэфрина гидрохлорид оказывает незначительное влияние на цилиарную мышцу, поэтому мидриаз не

сопровождается циклоплегией. Мидриаз наступает в течение 60–90 мин. после однократной инстилляцией и сохраняется в течение последующих 2–4 часов.

По данным многих исследователей, применение инстилляций препаратов циклопентолата 1% и фенилэфрина гидрохлорида 2,5% оказалось эффективным в диагностике и лечении нарушений аккомодации у детей и лиц молодого возраста [2, 4, 8, 10, 12, 14, 16, 18]. При этом авторы использовали различные схемы инстилляций того или иного препарата либо их комбинацию, исходя из известных особенностей их фармакологического действия, состояния зрительных функций пациента (аккомодации, рефракции, остроты зрения). Однако нам не удалось найти в литературе сведений о том, учитывалось ли при выборе той или иной схемы состояние общего и местного вегетативного баланса. По данным наших предыдущих исследований, показатели аккомодационно-конвергентно-зрачковых реакций в норме у здоровых детей зависят от их возраста и преобладающего тонуса вегетативной иннервации (симпатической, парасимпатической или эйтонии) [5]. Принимая во внимание то, что циклопентолат 1% и фенилэфрин 2,5% являются препаратами, взаимодействующими с вегетативной нервной системой (ВНС), нам представлялось целесообразным исследовать их действие на зрительные функции и зрачковые показатели детей и подростков с нарушениями аккомодации в зависимости от общего баланса ВНС, на фоне которого применялись препараты. Так как размер или движение зрачка хорошо отражают вегетативную нервную функцию [13, 17], их анализ может количественно выразить локальное состояние ВНС после применения препаратов.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучить влияние однократной инстилляцией циклопентолата 1% и фенилэфрина гидрохлорида 2,5% на зрительные функции и показатели пупиллографии у детей и подростков с нарушениями аккомодации с учетом баланса вегетативной нервной системы.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Под наблюдением находились 45 соматически здоровых детей (90 глаз) с нарушением аккомодации, возраст которых колебался от 6 до 15 лет. Действие циклопентолата 1% было изучено у 25 пациентов (50 глаз), фенилэфрина 2,5% – у 20 пациентов (40 глаз).

Офтальмологическое обследование включало определение остроты зрения для дали и близи, резервов аккомодации по А.И. Дашевскому, рефрактометрию, длину передне-задней оси глаза, биомикроскопию, офтальмоскопию.

Нормальными считали резервы аккомодации у детей в возрасте 8–10 лет – 3,0 дптр, 11–12 лет – 4,0 дптр, 13–18 лет – 5,0 дптр [9].

Оценку общего вегетативного тонуса осуществляли с помощью вегетативного индекса Кердо (ВИК), отражающего выраженность тонуса симпатического или парасимпатического отделов вегетативной нервной системы [15].

Вычисление ВИК производили, исходя из результатов определения диастолического артериального давления (ДД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) по формуле:

$$\text{ВИК} = \left(1 - \frac{\text{ДД}}{\text{ЧСС}}\right) \cdot 100 (\%),$$

где ДД – диастолическое давление (мм рт. ст.),
ЧСС – частота сердечных сокращений (уд/мин).

По величине индекса Кердо делали вывод о балансе симпатических и парасимпатических влияний на сердечно-сосудистую систему обследуемых и оценивали вегетативный тонус. При полном вегетативном равновесии (эйтония) ВИК близок к нулю; при превалировании симпатических влияний (симпатотония) значения ВИК имеют положительный знак, при превалировании парасимпатических влияний (парасимпатотония) – негативный знак.

Пупиллографические исследования проводились на разработанном в ГУ «Институт глазных болезней и тканевой терапии им. В.П. Филатова НАМН Украины» совместно с «Ом-Технология» (Одесса, Украина) компьютерном окулографе «ОК-2» по методике, описанной ранее в наших работах [5, 6]. Были проанализированы пупиллографические показатели аккомодационной зрачковой реакции, при которой исследуемый сначала фиксировал взгляд на тест-объекте, расположенном на расстоянии 100 см от глаз (аккомодация и конвергенция расслаблены), а затем переводил взгляд на тест-объект на расстоянии 10 см от глаз (аккомодация и конвергенция максимально напряжены). Анализируемые показатели включали максимальную (Smax) и минимальную (Smin) площади зрачков, амплитуду изменения площади зрачков (A) и длительность периодов ее изменения в динамике ответа при напряжении аккомодации – латентный период (T2) и период активного (T3) сужения зрачка; латентный период (T5) и период активного (T6) восстановления площади зрачка.

Зрачковые реакции регистрировали до использования циклопентолата 1% и фенилэфрина гидрохлорида 2,5%, через 1–2 часа и спустя 2–3 суток после одноразовой инстилляцией препаратов.

Статистический анализ полученных данных проведен с помощью лицензионных программных пакетов Statistica 8.0 (StatSoft) и Excel 2007 (Microsoft). Определяли основные выборочные статистики: среднее значение (M), стандартное отклонение (SD), полученный уровень значимости (p). В сравнительной статистике при нормальном распределении выборки использовали t-критерий Стьюдента; при отклонении от нормальности распределения – непараметрические ранговые критерии Вилкоксона для связанных выборок. Различия считались значимыми при $p < 0,05$.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

До использования циклопентолата 1% и фенилэфрина гидрохлорида 2,5% у всех пациентов была снижена острота зрения, резервы аккомодации (РА) по А.И. Дашевскому не превышали 2,0 дптр. Общий тонус ВНС по данным индекса Кердо был парасимпатическим у 36 пациентов, симпатическим – у 9; эйтония не зарегистрирована.

Результаты одноразовой инстилляцией циклопентолата 1%. До применения циклопентолата 1% у 9 пациентов (36%) определялась эмметропия, у 16 (64%) – миопия, из которых у 10 детей была миопия от $-0,5$ до $-0,75$ дптр, у 6 пациентов – от $-1,0$ до $-3,0$ дптр (рис. 1А). Спустя 1 час после закапывания циклопентолата 1% у 3 пациентов (12%) с миопией $-0,5$ – $-0,75$ дптр была выявлена гиперметропия слабой степени, у 7 – уменьшилась на 1,0 дптр степень миопии, у 13 – определялась эмметропия (52%) (рис. 1А).

Острота зрения до инстилляцией препарата в 84% случаев была ниже 0,8. Через 1 час после закапывания циклопентолата 1% острота зрения повысилась у 9 пациентов (18 глаз – 36%) на 0,1; у 3 (6 глаз – 12%) – на 0,25; у 7 пациентов (14 глаз – 28%) – на 0,4 (с 0,6 до 1,0), у 6 пациентов (12 глаз – 24%) острота зрения не изменилась. Всего через 1 час после закапывания циклопентолата 1% в 44% случаев острота зрения была в пределах 0,8–1,0 и в 44% – 0,5–0,7 (рис. 1В).

Результаты одноразовой инстилляцией фенилэфрина гидрохлорида 2,5%. Максимальный мидриаз после закапывания фенилэфрина гидрохлорида 2,5% наступал в среднем на 20–30 минут позже, чем после инстилляцией циклопентолата 1%. Учитывая это, все исследования были проведены спустя 1,5 часа после применения препарата.

Исходно у всех пациентов группы определялась миопия слабой степени от $-0,5$ до $-2,5$ дптр. После инстилляцией фенилэфрина 2,5% у 2 пациентов (10%) с миопией 0,75 дптр была обнаружена эмметропия, у остальных 18 пациентов (90%) величина миопии снизилась на 0,5–0,75 дптр (рис. 2А).

До применения фенилэфрина 2,5% острота зрения на 38 глазах (95%) была ниже 0,8. Спустя 1,5–2 часа после инстилляцией препарата она улучшилась на 22 глазах (55%), составив 0,8–1,0 на 6 глазах (15%), 0,5–0,7 – на 28 глазах (70%); на 6 глазах (15%) острота зрения осталась в пределах 0,2–0,4 (рис. 2В).

Пупиллографические показатели аккомодационной зрачковой реакции через 1–1,5 часа и 1–3 дня после инстилляцией циклопентолата 1% и фенилэфрина 2,5% представлены в таблице.

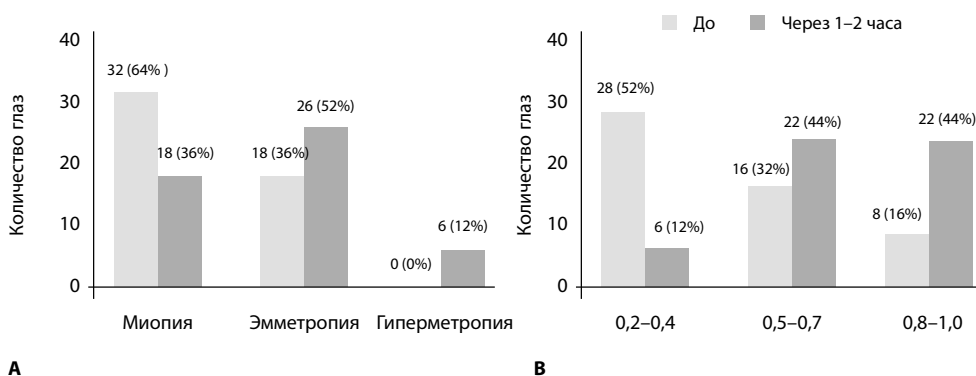


Рис. 1. Распределение глаз пациентов с нарушениями аккомодации по рефракции (А) и остроте зрения (В) до и спустя 1 час после однократного применения циклопентолата 1%

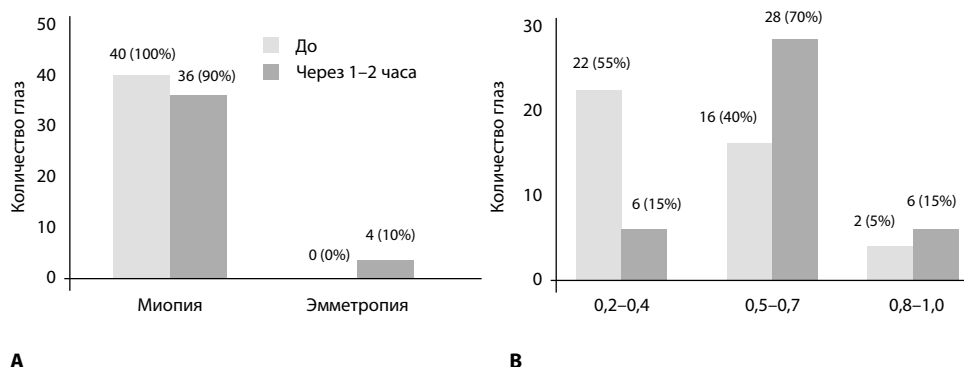


Рис. 2. Распределение глаз пациентов с нарушениями аккомодации по рефракции (А) и остроте зрения (В) до и спустя 1,5 часа после однократного применения фенилэфрина гидрохлорида 2,5%

Спустя 1 час после инстилляциии циклопентолата 1% у всех пациентов установился устойчивый мидриаз, который характеризовался значительным увеличением максимальной (S_{max}) и минимальной (S_{min}) площади зрачков, степень изменения которой зависела от общего тонуса ВНС. Так, при парасимпатотонии S_{max} выросла в среднем с $24,7 \pm 5,6$ до $34,3 \pm 6,8$ мм² (на 39%), при симпатотонии – с $27,5 \pm 4,1$ до $44,3 \pm 9,6$ мм² (на 61%). Минимальная площадь зрачков S_{min} у парасимпатотоников увеличилась с $12,7 \pm 3,6$ до $32,8 \pm 4,5$ мм² (на 158%), у симпатотоников – с $14,2 \pm 4,5$ до $38,0 \pm 9,2$ мм² (на 168%). Амплитуда изменения площади зрачков (А) в условиях максимального мидриаза и циклоплегии была закономерно низкой и составляла $3,0 \pm 1,2$ мм² у парасимпатотоников и $6,2 \pm 3,6$ мм² – у симпатотоников, что было на 75% и 60% меньше, чем до инстилляциии препарата.

Что касается временных периодов изменения зрачков, то небольшое изменение некоторых показателей (Т2, Т3, Т5, Т6) после инстилляциии циклопентолата 1% отмечено только у парасимпатотоников, у симпатотоников они практически не менялись (см. таблицу).

Спустя 1–3 суток после одноразового применения циклопентолата 1% величина S_{max} уменьшилась у всех пациентов, но превышала исходные значения как у парасимпатотоников – $29,5 \pm 6,3$ мм² (на 19%), так и симпатотоников – $37,2 \pm 6,7$ мм² (на 51%). Минимальная площадь зрачков S_{min} также превышала значения до инстилляциии и равнялась у парасимпатотоников $20,5 \pm 6,3$ мм² (на 61% выше исходного), у симпатотоников $24,6 \pm 6,7$ мм² (на 73% выше исходного). Амплитуда изменения площади зрачков (А) составляла $9,0 \pm 2,3$ мм² у парасимпатотоников и $12,6 \pm 6,2$ мм² у симпатотоников, что было соответственно на 25% и 19% ниже уровня до инстилляциии препарата.

Временные периоды изменения зрачков (Т2, Т3, Т5, Т6) спустя 1–3 суток после инстилляциии циклопентолата 1% практически вернулись к исходным величинам как у парасимпатотоников, так и у симпатотоников.

Таким образом, спустя 1–3 суток после закапывания циклопентолата 1% значения пупиллографических показателей приблизились к

Динамика пупиллографических показателей при аккомодационной зрачковой реакции у детей с нарушениями аккомодации после одноразовой инстилляцией циклопентолата 1% и фенилэфрина 2,5%

Тонус ВНС	Циклопентолат 1%				Фенилэфрин 2,5%		
	До инстилля-ции	Через 1-2 часа	Через 1-3 суток	До инстилля-ции	Через 1,5-2 суток		
	n	M±SD	M±SD	M±SD	n	M±SD	M±SD
Максимальная площадь зрачков Smax (мм²)							
Парасимпатотония	40	24,7±5,6	34,3±6,8*	29,5±6,3* "	32	24,6±4,5	28,9±5,9*
Симпатотония	10	27,5±4,1	44,3±9,6*	37,2±6,7* "	8	26,2±3,0	34,7±5,6*
Минимальная площадь зрачков Smin (мм²)							
Парасимпатотония	40	12,7±3,6	32,8±4,5*	20,5±6,3* "	32	12,9±3,7	20,2±5,1*
Симпатотония	10	14,2±4,5	38,0±9,2*	24,6±6,7* "	8	13,8±2,9	24,3±8,4*
Амплитуда изменения площади зрачков A (мм²)							
Парасимпатотония	40	12,2±3,6	3,0±1,2*	9,0±2,3* "	32	11,7±4,3	8,7±4,8*
Симпатотония	10	15,5±4,6	6,2±3,6*	12,6±6,2* "	8	12,4±2,9	10,4±3,7
Латентный период сужения зрачка T2 (с)							
Парасимпатотония	40	0,57±0,27	0,73±0,15*	0,63±0,23* "	32	0,51±0,31	0,66±0,13
Симпатотония	10	0,77±0,50	1,00±0,79	0,85±0,21	8	0,73±0,46	0,99±0,19
Период активного сужения зрачка T3 (с)							
Парасимпатотония	40	3,8±0,78	3,9±0,78	4,0±0,69	32	3,8±0,86	3,5±0,43
Симпатотония	10	2,6±1,25	2,5±0,33	2,0±0,47	8	2,8±0,82	3,2±0,62
Латентный период расширения зрачка T5 (с)							
Парасимпатотония	40	2,6±0,42	3,1±0,63*	2,0±0,43	32	2,5±0,52	3,1±0,51
Симпатотония	10	1,4±0,94	1,1±1,07	1,0±0,14	8	1,9±0,58	2,0±0,54
Период активного расширения зрачка T6 (с)							
Парасимпатотония	40	5,0±0,26	3,7±0,29*	4,0±2,31	32	4,9±0,88	4,3±0,85
Симпатотония	10	3,8±1,27	4,0±1,61	3,6±1,24	8	3,7±0,89	4,3±0,98

Примечания:

n – количество глаз;

* уровень значимости различий между значениями до и после закапывания препарата p<0,05;

" уровень значимости различий между парасимпатотониками и симпатотониками p<0,05.

исходным (до инстилляций) величинам, но не сравнивались с ними, что может свидетельствовать о продолжительности мидриатического и циклоплегического действия одноразового применения препарата в течение этого времени.

После инстилляций фенилэфрина 2,5% максимальная (Smax) и минимальная (Smin) площади зрачков спустя 1,5 часа также увеличились; степень изменения этих показателей также зависела от исходного общего тонуса ВНС. Так, Smax у парасимпатотоников возросла с 24,6±4,5 до 28,9±5,9 мм² (на 17%), у симпатотоников – с 26,2±3,0 до 34,7±5,6 мм² (на 32%). Минимальная площадь зрачка Smin увеличилась у парасимпатотоников с 12,9±3,7 до 20,2±5,1 мм² (на 57%), у симпатотоников – с 13,8±2,9 до 24,3±8,4 мм² (на 76%). Амплитуда изменения площади зрачков A после закапывания препарата у парасимпатотоников уменьшилась с 11,7±4,3 до 8,7±4,8 мм² (на 26%), у симпатотоников – с 12,4±2,9 до 10,4±3,7 мм² (на 16%), что было меньше, чем после закапывания циклопентолата 1% (соответственно на 76% и 60%).

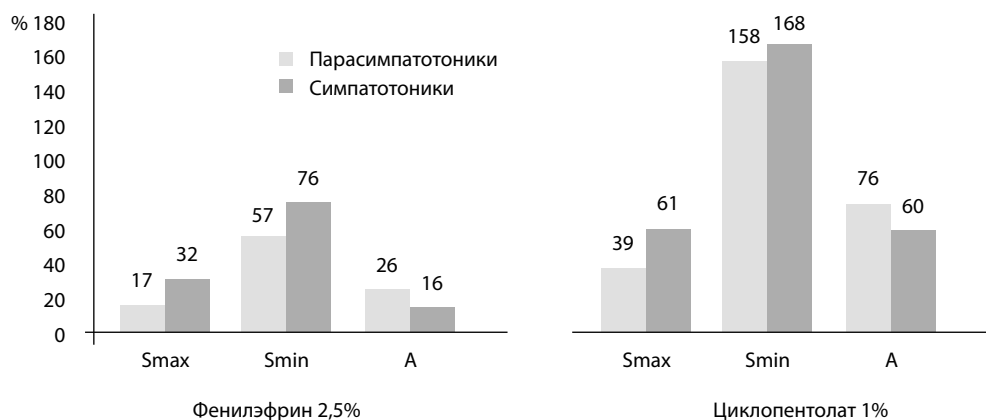


Рис. 3. Степень увеличения площади зрачков (Smax, Smin, A) в % при аккомодационной зрачковой реакции у детей с нарушениями аккомодации спустя 1–1,5 часа после инстилляцией циклопентолата 1% и фенилэфрина 2,5%

Что касается продолжительности периодов сужения и расширения зрачка (T2, T3, T5, T6), то она после однократной инстилляцией фенилэфрина 2,5% практически не изменялась (см. таблицу).

При сравнении изменения пупиллографических показателей после одноразовой инстилляцией циклопентолата 1% и фенилэфрина 2,5% выяснилось, что степень увеличения Smax, Smin, а также амплитуды изменения площади зрачков (A) под влиянием циклопентолата 1% была существенно выше, чем после применения фенилэфрина 2,5% как у парасимпатотоников, так и симпатотоников (рис. 3).

У симпатотоников степень увеличения Smax, Smin была выше, чем у парасимпатотоников, тогда как амплитуда изменения площади зрачков (A), наоборот, в большей степени возросла при парасимпатотонии. Исследование пупиллографических показателей спустя 1–3 дня после инстилляцией фенилэфрина 2,5% не проводилось, так как степень их изменения, согласно нашим данным, была значительно ниже, чем при применении циклопентолата 1%, а действие препарата сохранялось лишь на протяжении 6–9 часов.

■ ВЫВОДЫ

1. Одноразовые инстилляцией циклопентолата 1% и фенилэфрина 2,5% приводят к снижению степени миопии, выявлению эметропии и гиперметропии, повышению остроты зрения у 100% пациентов со спазмами аккомодации, что позволяет применять эти препараты с диагностической целью.
2. Максимальный мидриаз наступает спустя 1 час после одноразовой инстилляцией циклопентолата 1% и через 1,5–2 часа после инстилляцией фенилэфрина 2,5%.
3. Значения пупиллографических показателей практически вернулись к исходным значениям лишь спустя 1–3 суток после однократной

инстиляции циклопентолата 1%, что свидетельствует о продолжительности его мидриатического и, вероятно, циклоплегического действия в течение этого времени.

4. Диагностическая эффективность циклопентолата 1% по скорости достижения мидриаза и циклоплегии, показателям пупиллографии (Smax, Smin, A) существенно выше, чем фенилэфрина 2,5%. Мидриатическое действие обоих препаратов более выражено у детей с симпатотонией.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

■ ЛИТЕРАТУРА

1. Avetisov E. (1999) *Blizorukost* [Nearsightedness]. Moscow: Meditsina, 288 p. (in Russian)
2. Bakutkin I. (2013) Optimizatsiya diagnostiki spazma akkomodatsii [Optimisation of diagnostics of accommodation revulsion]. *Vestnik OGU*, no 4 (153), pp. 30–31.
3. Bartlett J. (2009) *Ophthalmic Drug Facts. 21st edition*. Facts & Comparisons, 432 p.
4. Brzheskiy V., Vorontsova T., Yefimova Ye., Prusinskaya S. (2008) 10% Irifrin v lechenii privychno-izbytochnogo napryazheniya akkomodatsii u detey [Irifrin 10% in the treatment of habitually excessive accommodation strain in children]. *Oftalmologicheskiye vedomosti*, vol. 1, no 3, pp. 26–29.
5. Bushuieva N., Duhaer Shakir, Kulbida M., Slobodnyak S. (2017) Osobennosti zrachkovykh reaktsiy s uchetom balansa vegetativnoy innervatsii organa zreniya u zdorovykh detey i podrostkov [Features of pupillary reactions, taking into account the balance of the autonomic innervation of the organ of vision in healthy children and adolescents]. *Ophthalmology. Eastern Europe*, vol. 7, no 5, pp. 524–531.
6. Bushuieva N., Ushan O., Duhaer Shakir (2005) *Sposib diahnostiki porushen' akomodatsiyno-zinychnoi systemy. Deklaratsiyniy patent na korynsnu model' № 6231 A61F9/00 15.04.2005. Biul. № 4* [Method for diagnosing disorders of accommodative pupillary system. Utility model patent № 6231 A61F9/00 15.04.2005. Biul. no 4]. (in Ukrainian).
7. Dolgin E. (2015). The myopia boom. *Nature News*, vol. 519, no 7543, pp. 276–278.
8. Iomdina Ye., Lazuk A., Yegorova T., Golubtsov K. (2006) Vliyaniye funktsionalnogo lecheniya v sochetanii s instillyatsiyami Irifrina na sostoyaniye sensomotornogo apparata glaz detey s progressiruyushchey miopiyei [The effect of functional treatment in combination with instillations of Irifrin on the state of the sensorimotor apparatus of the eyes of children with progressive myopia]. *Detskaya oftalmologiya. Itogi i perspektiv*. Moscow: Lesarart, pp. 213–214. (in Russian)
9. Katargina L. (ed.) (2012) *Akkomodatsiya. Rukovodstvo dlya vrachey* [Nearsightedness. A handbook for medical doctors]. Moscow: Aprel, 230 p. (in Russian)
10. Markova Ye., Matveyev A., Ulshina L., Venediktova L. (2012) Kompleksnyy podkhod k terapii akkomodatsionnykh narusheniy u detey. Obzor [Complex therapy of accommodation disturbances in children]. *Oftalmologiya*, vol. 9, no 4, pp. 27–30.
11. Miller K., Atebara N., Fellenz M., Rosenthal P., Schechter R., West C. (2003) *Basic and Clinical Science Course Section 3: Optics, refraction, and contact lenses*. San Francisco: American Academy of Ophthalmology, 376 p.
12. Proskurina O. (2008) Ispolzovaniye raznykh tsikloplegicheskikh sredstv dlya issledovaniya refraktsii [The use of different cycloplegics for the study of refraction]. *Sovremennaya optometriya*, no 3, pp. 32–38.
13. Shirakawa S., Ishikawa S. (1992) Evaluation of autonomic nervous function by pupil dynamics recording. *Nihon rinsho. Japanese journal of clinical medicine*, vol. 50, no 4, pp. 708–716.
14. Somov Ye., Aleksandrova Zh. (2009) K voprosu o tsiklozrachkovom deystvii 2,5% i 10% rastvora irifrina [To the problem of cyclo-pupillary effect of 2.5% and 10% Irifrin solutions]. *Rossiyskaya pediatricheskaya oftalmologiya*, no 3, pp. 27–29.
15. Veyn A. (ed.) (2003) *Vegetativnyye rasstroystva: Klinika, diagnostika, lecheniye* [Vegetative disorders: clinic, diagnostic, healing]. Moscow: «Meditsinskoye informatsionnoye agentstvo», 752 p. (in Russian)
16. Volkova Ye., Strakhov V. (2005) Primeneniye Irifrina kak stimulyatora akkomodatsii dlya dali [Irifrin usage as stimulator of distant refraction]. *Klinicheskaya oftalmologiya*, vol. 6, no 2, pp. 86–89.
17. Williams K.M., Bertelsen G., Cumberland P., Wolfram C., Verhoeven V.J., Anastasopoulos E., Hogg R. (2015) Increasing prevalence of myopia in Europe and the impact of education. *Ophthalmology*, vol. 122, no 7, pp. 1489–1497.
18. Yegorova A., Mykolnikova Ye. (2009) Preparat Irifrin 2,5% v terapii kompyuternogo zritel'nogo sindroma [Irifrin 2.5% in treatment of computer syndrome]. *Klinicheskaya oftalmologiya*, vol. 10, no 1, pp. 30–33.

Поступила/Received: 23.12.2019

Контакты/Contacts: skairdukhayer@gmail.com