

## Применение модифицированного теста Баголини в диагностике нарушений бинокулярного зрения

С.И. Рычкова<sup>1</sup>В.Г. Лихванцева<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича Российской академии наук  
Большой Каретный пер., 19, Москва, 127051, Российская Федерация

<sup>2</sup> ФГБУ ГНЦ РФ «Федеральный биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России  
ул. Гамалеи, 15, Москва, 123098, Российская Федерация

<sup>3</sup> Академия постдипломного образования ФГБУ «ФНКЦ ФМБА России»  
Волоколамское шоссе, 91, Москва, 125371, Российская Федерация

### РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2020;17(3):435–441

Работа посвящена одной из актуальных проблем современной страбизмологии — разработке эффективных способов исследования бинокулярного зрения. **Цель работы** — изучение эффективности применения разработанной модификации теста Баголини в диагностике бинокулярных нарушений. **Пациенты и методы.** Наблюдение проведено на 240 пациентах с дружелюбным косоглазием в возрасте от 6 до 17 (в среднем  $10,8 \pm 0,24$ ) лет. Из них со сходящимся косоглазием было 190 человек, с расходящимся косоглазием — 50 человек. Контрольную группу составили 180 детей аналогичного возраста (в среднем  $10,9 \pm 0,3$  года) без офтальмопатологии. Всем детям исследовали характер зрения при помощи четырехточечного цветотеста, классического теста Баголини (КТБ) и разработанного модифицированного теста Баголини (МТБ). При наличии у ребенка угла косоглазия исследование выполняли в двух вариантах: без призмной компенсации девиации (под субъективным углом косоглазия — СУ) и в условиях полной призмной компенсации (под объективным углом косоглазия — ОУ). Для качественной оценки бинокулярного зрения с МТБ использовали статичное предъявление тестового изображения, для количественной оценки — альтернирующее (поочередное предъявление деталей, соответствующих правому и левому глазу). **Результаты.** Полученные при помощи МТБ данные качественной оценки позволили среди детей с бинокулярным характером зрения по цветотесту дифференцировать пациентов с непостоянной регионарной функциональной скотомой подавления (ФСР) и пациентов с устойчивым бифовеальным слиянием, а среди детей с монокулярным характером зрения по цветотесту выделить пациентов с регионарной устойчивой ФСР и с тотальной ФСР. При исследовании под СУ чувствительность метода составляла 97,8 % и специфичность 96,2 %, под ОУ — 96,6 и 92,7 % соответственно. Количественная оценка по МТБ позволила установить, что минимальная длительность монокулярных фаз, необходимая для устранения функционального торможения у детей с тотальной ФСР, в два раза больше, чем у детей с регионарной ФСР ( $z = 6,303$ ,  $df 52$ ,  $p < 0,001$  по критерию Манна — Уитни). **Заключение.** Разработанный нами модифицированный тест Баголини проявил себя как эффективный способ качественной и количественной оценки состояния бинокулярного зрения. Метод обладает высокой чувствительностью и специфичностью, сочетает возможности анаглифной и фазовой гаглоскопии и может быть использован для персонализированного подхода к выбору условий и режимов функциональной коррекции бинокулярных нарушений, а также для мониторинга бинокулярного зрения в ходе проводимого лечения.

**Ключевые слова:** диагностика бинокулярных нарушений, тест Баголини, способы разделения полей зрения

**Для цитирования:** Рычкова С.И., Лихванцева В.Г. Применение модифицированного теста Баголини в диагностике нарушений бинокулярного зрения. *Офтальмология*. 2020;17(3):435–441. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2020-3-435-441>

**Прозрачность финансовой деятельности:** Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах

**Конфликт интересов отсутствует**



# Application of the Modified Bagolini Test in the Diagnosis of Binocular Vision Disorders

S.I. Rychkova<sup>1</sup>, V.G. Likhvantseva<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Kharkevich Institute for Information Transmission  
Bolshoy Karetny lane, 19, Moscow, 127051, Russian Federation

<sup>2</sup> Federal biophysical center named after A.I. Burnazyan  
Gamalei str., 15, Moscow, 123098, Russian Federation

<sup>3</sup> Academy of postgraduate education  
Volokolamsk highway, 91, Moscow, 125371, Russian Federation

## ABSTRACT

## Ophthalmology in Russia. 2020;17(3):435–441

The work is devoted to one of the most actual problems of current strabismology — the development of effective ways to study binocular vision. **The purpose** — to study the effectiveness of the developed modification of the Bagolini test in the diagnostics of binocular disorders. **Patients and methods.** 240 patients with non-paralytic strabismus aged from 6 to 17 (on average  $10.8 \pm 0.24$ ) years were observed. There were 190 patients with converging strabismus and 50 patients with diverging strabismus. The control group consisted of 180 children aged also from 6 to 17 (on average  $10.9 \pm 0.3$ ) years without ophthalmopathy. All children were examined for the character of vision using a Worth-test, the classic Bagolini test (CTB), and the developed modified Bagolini test (MTB). If the patient has a strabismus angle, the study was performed in two variants: without prismatic deviation compensation (under the subjective angle of strabismus — SU) and under full prismatic compensation (under the objective angle of strabismus — OU). For qualitative assessment of binocular vision with MTB, static presentation of the test image was used, for quantitative assessment — alternating (alternate presentation of details corresponding to the right and left eyes). **Results.** The qualitative evaluation data obtained with the help of MTB made it possible to differentiate patients with non-permanent regional functional scotoma of suppression (FSP) and patients with stable bifoveal fusion among children with binocular vision by color test, and to distinguish patients with regional stable FSP and total FSP among children with monocular vision by color test. In the study under SU, the sensitivity of the method was 97.8 % and specificity 96.2 %, under OU — 96.6 % and 92.7 %, correspondingly. Using quantitative evaluation, it was found that the minimum duration of monocular phases required to eliminate functional inhibition in children with total FSP is twice as long as in children with regional FSP ( $z = 6.303$ ,  $df 52$ ,  $p < 0.001$  according to the Mann — Whitney criterion). **Conclusion.** Thus, the modified Bagolini test developed by us is an effective way of qualitative and quantitative assessment of the state of binocular vision. The method has a high sensitivity and specificity, combines the capabilities of anaglyphic and phase haploscopy, and can be used for a personalized approach to the selection of conditions and modes of functional correction of binocular disorders, as well as for monitoring binocular vision during treatment.

**Keywords:** diagnostics of binocular disorders, Bagolini test, methods of separation of visual fields

**For citation:** Rychkova S.I., Likhvantseva V.G. Application of the Modified Bagolini Test in the Diagnosis of Binocular Vision Disorders. *Ophthalmology in Russia*. 2020;17(3):435–441. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2020-3-435-441>

**Financial Disclosure:** No author has a financial or property interest in any material or method mentioned

**There is no conflict of interests**

## ВВЕДЕНИЕ

В диагностике бинокулярных нарушений в настоящее время применяют методы, основанные на разных принципах разделения полей зрения: механический (синоптофор), анаглифный (четырёхточечный цветотест), растровый (классический тест Баголини), поляроидный (поляроидные очки), фазовый (жидкокристаллические очки), свободная гаплоскопия с использованием двойных изображений (бинариметр). Наиболее жестким (искусственным) способом разделения полей зрения считается механический, а наиболее мягким (приближенным к естественным условиям наблюдения) — растровый и свободная гаплоскопия [1–6]. Все они имеют свои преимущества и недостатки. При этом различия в условиях наблюдения могут быть причиной некоторого расхождения результатов исследования [7, 8]. Можно предполагать, что это объясняется степенью участия разных каналов и подсистем в обработке зрительной информации, а также состоянием баланса глазодвигательных мышц.

Известно, что чем более диссоциирующими являются условия исследования, тем больше вероятность добавления величины фории к величине тропии [8, 9]. В связи с этим в нашей предыдущей работе была показана необходимость дифференцированного подхода к измерению величины девиации и обязательного учета полученных данных при исследовании сенсорного взаимодействия двух глаз [9].

Наименее диссоциирующие методы диагностики бинокулярных нарушений, одним из которых является классический тест Баголини с растровым разделением полей зрения, создают условия, при которых даже у пациентов с косоглазием возможна периферическая фузия и в меньшей степени нарушается мышечный баланс [10]. Между тем большинство используемых в настоящее время в функциональной коррекции бинокулярных нарушений компьютерных программ основано на анаглифной и фазовой гаплоскопии [11–13]. Классическим методом исследования бинокулярного зрения в условиях

С.И. Рычкова, В.Г. Лихванцева

англифной гаплоскопии разделения полей зрения является широко используемый четырехточечный цветотест [1]. Данный способ позволяет на основе качественной оценки дифференцировать бинокулярный, одновременный и монокулярный характер зрения. В то же время исследование на цветотесте дает недостаточно полное представление о характеристиках функциональной скотомы подавления (ФСП) у пациентов с косоглазием и затрудняет интерпретацию результатов при наличии гипер- или гипотропии. В связи с этим нами была разработана модификация классического теста Баголини, основанная на англифном принципе разделения полей зрения и предусматривающая возможность не только качественной (при использовании статичного предъявлении тестового изображения), но и количественной (при использовании разных режимов альтернирующего предъявления деталей тестового изображения) оценки бинокулярного зрения [9].

**Цель работы** — изучение эффективности разработанной модификации теста Баголини в диагностике бинокулярных нарушений.

### ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Под наблюдением находились 240 пациентов с содружественным косоглазием в возрасте от 6 до 17 (в среднем  $10,8 \pm 0,24$ ) лет. Из них со сходящимся косоглазием было 190 человек, с расходящимся косоглазием — 50 человек.

Среди детей со сходящимся косоглазием гиперметропическая рефракция наблюдалась у 178 пациентов, миопическая — у 10 пациентов и смешанный астигматизм — у двух пациентов. Сходящееся косоглазие было монолатеральным у 64 человек и альтернирующим — у 126 человек.

Среди детей с расходящимся косоглазием у 27 пациентов рефракция была миопической, у 19 пациентов — гиперметропической и у четырех пациентов выявлялся смешанный астигматизм. Расходящееся косоглазие было

монолатеральным у 13 человек, альтернирующим — у 37 человек.

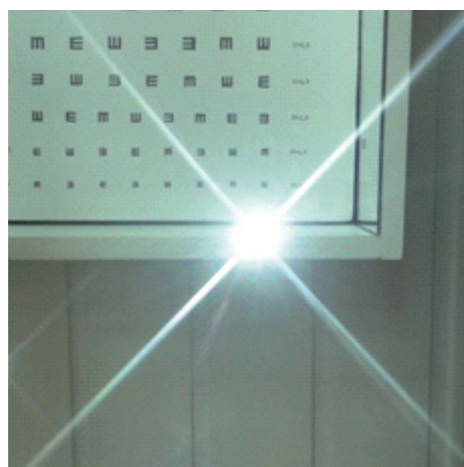
Контрольную группу составили 180 детей аналогичного возраста от 6 до 17 (в среднем  $10,9 \pm 0,3$ ) лет без офтальмопатологии.

Всем детям было проведено стандартное офтальмологическое обследование. В комплексе дополнительного ортоптического обследования использовали: определение величины девиации при помощи призм и cover-теста (одностороннего и альтернирующего), исследование характера зрения при помощи четырехточечного цветотеста, классического теста Баголини (КТБ) и разработанной модификации теста Баголини (МТБ).

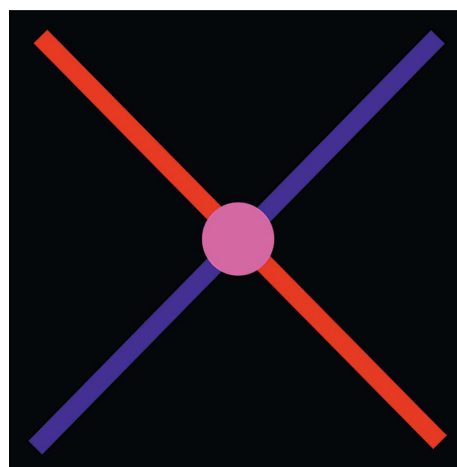
Тестовое изображение, разработанное нами для МТБ, состояло из центрального кружка лилового цвета (бинокулярная часть изображения с цветовыми характеристиками R 215, G 102, B 162) и проходящими через него красной полоской — часть изображения для одного глаза (R 255, G 0, B 0) и синей полоской — часть изображения для другого глаза (R 0, G 0, B 255) (рис. 1).

Общий размер изображения на экране монитора персонального компьютера (моноблок apple) составляет  $15 \times 15$  см, диаметр центрального кружка — 3 см. Ребенок рассматривал изображение, предъявляемое на экране монитора, с расстояния 1 м от глаз через красный (для одного глаза) и синий (для другого глаза) светофильтр при оптимальной очковой или контактной коррекции аметропии. При наличии у ребенка угла косоглазия исследование проводили в двух вариантах: без призмной компенсации девиации (под субъективным углом косоглазия — СУ) и в условиях полной призмной компенсации девиации (под объективным углом косоглазия — ОУ).

Для качественной оценки бинокулярного зрения использовали статичное предъявление тестового изображения, для количественной оценки — альтернирующее (поочередное предъявление деталей, соответствующих правому и левому глазу).



1



2

**Рис. 1.** 1 — тест Баголини классический (с растровым разделением полей зрения); 2 — тест Баголини модифицированный (для англифного разделения полей зрения)

**Fig. 1.** 1 — test Bagolini classic (with raster separation of visual fields), 2 — test Bagolini modified (for anaglyph separation of visual fields)

При качественной оценке под ОУ (при ортотропии — без призмной компенсации, при девиации — в условиях ее полной призмной компенсации) регистрировали следующие возможные варианты зрительных впечатлений.

1. Бинокулярное зрение устойчивое — красная и синяя полоски пересекаются в области центрального кружка и формируют «Х».

2. Бинокулярное зрение неустойчивое. Оно может чередоваться: а) с одновременным зрением — центральный элемент периодически распадается на два кружка (каждый со «своей» полоской); б) с регионарной функциональной скотомой — видны обе полоски (красная и синяя), но у одной из них видны только ее концы, а ближе к центральному кружку полоска прерывается, при этом цвет кружка соответствует цвету проходящей через него непрерывающейся полоски.

3. Одновременное зрение — постоянно видны два кружка (каждый со «своей» полоской) на расстоянии друг от друга.

4. Одновременное зрение неустойчивое, чередующееся с регионарной ФСП.

5. Устойчивая регионарная ФСП.

6. Монокулярное зрение (тотальная ФСП) — видна только одна полоска, проходящая через центральный кружок.

Результаты оценки характера зрения у детей с косоглазием при помощи КТБ, МТБ и четырехточечного цветотеста представлены в таблице 1.

Представленные в таблице 1 данные демонстрируют совпадение количества детей с одновременным характером зрения, с чередованием одновременного и бинокулярного зрения, а также с чередованием одновременного и монокулярного зрения при исследовании с МТБ и на цветотесте. Общее количество пациентов, имеющих бинокулярное зрение, и пациентов со стойкой ФСП также совпадало. При этом с помощью МТБ среди пациентов с бинокулярным характером зрения по цветотесту мы выделили пациентов с непостоянной регионарной ФСП, а среди пациентов с монокулярным характером зрения по цветотесту выделили детей с регионарной

устойчивой ФСП и тотальной ФСП. Таким образом, по сравнению с цветотестом МТБ позволял проводить более детальную дифференциальную диагностику нарушений бинокулярного зрения.

При сравнении результатов, полученных с помощью КТБ и МТБ, также выявлена некоторая разница, не превышающая 12,5 % от общей группы детей. Установленные различия, вероятно, объясняются влиянием более «мягких» условий разделения полей зрения при использовании растрового принципа по сравнению с анаглифным.

При качественной оценке под СУ (без призмной компенсации у всех детей) регистрируемыми вариантами зрительных впечатлений были следующие.

1. Бинокулярное зрение устойчивое — красная и синяя полоски пересекаются в области центрального кружка и формируют «Х».

2. Бинокулярное зрение неустойчивое, чередующееся: а) с одновременным зрением; б) с регионарной ФСП.

3. Одновременное зрение — постоянно видны два кружка (каждый со «своей» полоской) на расстоянии друг от друга.

4. Одновременное неустойчивое зрение, чередующееся с регионарной ФСП.

5. Устойчивая регионарная ФСП.

6. Тотальная ФСП.

7. Асимметричное бинокулярное зрение — красная и синяя полоски видны как пересекающиеся в области центрального кружка, несмотря на наличие девиации.

Распределение пациентов с косоглазием по результатам исследования характера зрения под СУ с КТБ, МТБ и цветотестом представлены в таблице 2.

Анализ данных показал, что количество пациентов с чередованием одновременного и монокулярного характера зрения и количество пациентов с асимметричным бинокулярным характером зрения по данным всех трех тестов совпало. Полностью совпали и результаты, полученные методом КТБ и МТБ у детей с устойчивым бинокулярным зрением и тотальной ФСП. Небольшая разница результатов, составлявшая не более 5 % от общего количества детей, обусловлена, по-видимому, влиянием разных условий разделения полей зрения.

**Таблица 1.** Результаты оценки характера зрения под ОУ при помощи КТБ, МТБ и четырехточечного цветотеста у детей с косоглазием ( $n = 240$ )

**Table 1.** Results of assessment of the character of vision under the OU using CTB, MTB and Worth-test in children with strabismus ( $n = 240$ )

Характер зрения под ОУ / Character of vision under the OU		КТБ / CTB	МТБ / MTB	Цветотест / Worth-test
Бинокулярное зрение, абс. число детей (%) Binocular vision, abs. number of children (%)	Устойчивое бифовальное слияние / Stable bifoveal fusion	98 (40,8 %)	78 (32,5 %)	123 (51,2 %)
	Бифовальное слияние ↔ ФСП / bifoveal fusion ↔ FSP	35 (14,6 %)	45 (18,8 %)	
Бинокулярное зрение ↔ одновременное, абс. число детей (%) / Binocular vision ↔ diplopia, abs. number of children (%)		15 (6,3 %)	27 (11,3 %)	27 (11,3 %)
Одновременное зрение, абс. число детей (%) / Diplopia, abs. number of children (%)		21 (8,8 %)	22 (9,2 %)	22 (9,2 %)
Одновременное зрение ↔ монокулярное, абс. число детей (%) / Diplopia ↔ monocular vision, abs. number of children (%)		5 (2,1 %)	14 (5,8 %)	14 (5,8 %)
Монокулярное зрение, абс. число детей (%) Monocular vision, abs. number of children (%)	Регионарная устойчивая ФСП / Local stable FSP	13 (5,4 %)	31 (12,9 %)	54 (22,5 %)
	Тотальная ФСП / Total FSP	53 (22,1 %)	23 (9,6 %)	

Примечание: ОУ — объективный угол косоглазия, ФСП — функциональная скотома подавления.  
Note: OU — objective angle of strabismus, FSP — functional scotoma of suppression.

**Таблица 2.** Результаты оценки характера зрения под СУ при помощи КТБ, МТБ и четырехточечного цветотеста у детей с косоглазием ( $n = 240$ )**Table 2.** Results of assessment of the character of vision under the SU using CTB, MTB and Worth-test in children with strabismus ( $n = 240$ )

Характер зрения под СУ / Character of vision under the SU		КТБ / CTB	МТБ / MTB	Цветотест / Worth-test
Биноклярное зрение устойчивое / Stable binocular vision, abs. number of children (%)		12 (5 %)	12 (5 %)	4 (1,6 %)
Биноклярное зрение ↔ одновременное, абс. число детей (%) / Binocular vision ↔ diplopia, abs. number of children (%)		28 (11,7 %)	29 (12,1 %)	34 (14,2 %)
Биноклярное зрение ↔ ФСП, абс. число детей (%) / Binocular vision ↔ FSP, abs. number of children (%)		11 (4,6 %)	3 (1,2 %)	0
Одновременное зрение, абс. число детей (%) / Diplopia, abs. number of children (%)		74 (30,8 %)	73 (30,4 %)	84 (35 %)
Одновременное зрение ↔ монокулярное, абс. число детей (%) / Diplopia ↔ monocular vision, abs. number of children (%)		10 (4,2 %)	10 (4,2 %)	10 (4,2 %)
Монокулярное зрение, абс. число детей (%) Monocular vision, abs. number of children (%)	Регионарная устойчивая ФСП / Local stable FSP	67 (27,9 %)	75 (31,2 %)	93(38,7 %)
	Тотальная ФСП / Total FSP	23 (9,6 %)	23 (9,6 %)	
Асимметричное биноклярное зрение, абс. число детей (%) / Asymmetric binocular vision, abs. number of children (%)		15 (6,3 %)	15 (6,3 %)	15 (6,3 %)

Примечание: СУ — субъективный угол косоглазия, ФСП — функциональная скотома подавления.

Note: SU — subjective angle of strabismus, FSP — functional scotoma of suppression.

**Таблица 3.** Чувствительность и специфичность МТБ**Table 3.** Sensitivity and specificity of the MTB

Результат / Result	Исследование характера зрения под СУ Study of the binocular vision under SU	Исследование характера зрения под ОУ Study of the binocular vision under OU
Положительный / Positive	228 (54,3 %)	142 (33,8 %)
Отрицательный / Negative	180 (42,8 %)	253 (60,2 %)
Ложноположительный / False positive	7 (1,7 %)	20 (4,8 %)
Ложноотрицательный / False negative	5 (1,2 %)	5 (1,2 %)
Чувствительность / Sensitivity	97,8 %	96,6 %
Специфичность / Specificity	96,2 %	92,7 %
ПЗР+ / Predictive significance of a positive result	97,8 %	96,6 %
ПЗР- / Predictive significance of a negative result	96,2 %	92,7 %

Диагностическую ценность разработанных нами диагностических тестов МТБ мы анализировали по **чувствительности и специфичности**. Под чувствительностью МТБ понимали его способность достоверно выявлять наличие нарушений биноклярного зрения у пациента, имеющего его в действительности. Под специфичностью МТБ — его способность достоверно определять отсутствие нарушений биноклярного зрения.

Чувствительность вычисляли по формуле Байеса для условных вероятностей:  $Ч = ИП / (ИП + ЛО) \times 100 \%$ , где Ч — чувствительность, ИП — истинно положительный результат, ЛО — ложноотрицательный результат.

Специфичность вычисляли по формуле:

$$С = ИО / (ИО + ЛП) \times 100 \%$$

где С — специфичность, ИО — истинно отрицательный результат, ЛП — ложноположительный результат. Общее число обследованных пациентов (N) таким образом:  $N = ИП + ИО + ЛП + ЛО$ .

Истинно положительным считали результат, при котором нарушение биноклярного зрения, выявленное при помощи МТБ, было подтверждено КТБ. Ложноположительным считали результат, при котором нарушение биноклярного зрения, выявленное при помощи МТБ, не было подтверждено КТБ. Ложноотрицательным — результат, при котором нарушение биноклярного зре-

ния, не установленное при помощи МТБ, было выявлено при помощи КТБ. Истинно отрицательным — результат, при котором нарушение биноклярного зрения не было выявлено ни при помощи МТБ, ни при помощи КТБ.

Наряду со специфичностью и чувствительностью определяли прогностическую значимость положительного результата (ПЗР+), представляющую собой долю истинно положительных результатов среди всех положительных значений МТБ, по формуле:

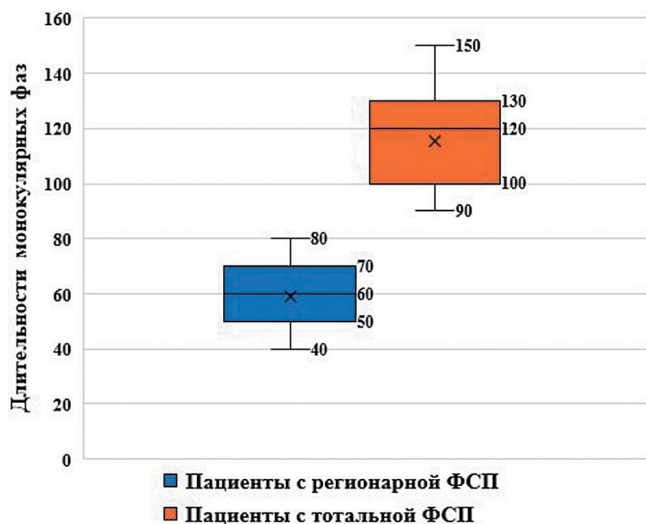
$$ПЗР+ = ИП / (ИП + ЛО) \times 100 \%$$

ПЗР+ показывает, насколько велика вероятность выявления нарушения биноклярного зрения при помощи МТБ.

Рассчитывали также прогностическую значимость отрицательного результата (ПЗР-) — долю истинно отрицательных результатов МТБ среди всех отрицательных значений — по формуле:  $ПЗР- = ИО / (ИО + ЛП) \times 100 \%$ . ПЗР- показывает частоту его совпадения с отсутствием нарушений биноклярного зрения.

Чувствительность и специфичность МТБ анализировали в общей группе, включавшей 420 обследованных детей (240 детей с содружественным косоглазием и 180 детей контрольной группы).

Результаты проведенного анализа представлены в таблице 3.



**Рис. 2.** Минимальные значения длительностей монокулярных фаз, при которых исчезает функциональное торможение у пациентов с косоглазием

**Fig. 2.** Minimal values of monocular phases duration, when functional inhibition disappears in patients with strabismus

Полученные данные демонстрируют высокую чувствительность и специфичность МТБ, позволяющего проводить высококачественную оценку состояния бинокулярного зрения в условиях анаглифного разделения полей зрения.

**Количественная оценка** бинокулярных функций при помощи МТБ предполагала определение минимальной длительности поочередного для каждого глаза предъявления деталей тестового изображения, при которой у пациентов с косоглазием исчезала ФСП, выявленная при статичном предъявлении изображения. Для этого использовали режим альтернирующего предъявления красных (для одного глаза) и синих (для другого глаза) деталей изображения при помощи компьютерной программы, разработанной М.В. Жмуровым. Программа предусматривала возможность произвольно устанавливать длительность монокулярных фаз в диапазоне от 20 до 5000 мс.

Все дети с монокулярным характером зрения под ОУ по цветотесту были разделены по итогам исследования

со статичным вариантом ТБМ на две группы: 1) 31 ребенок с устойчивой регионарной ФСП; 2) 23 ребенка с тотальной ФСП.

Длительность монокулярных фаз (длительность предъявления деталей изображения МТБ для каждого глаза) постепенно увеличивали с 20 мс до появления у пациента ощущения равномерной смены деталей изображения, соответствующих правому и левому глазу. Полученное значение принимали за минимальную длительность монокулярных фаз, необходимую для устранения ФСП. Результаты исследования представлены на диаграмме (рис. 2).

Было установлено, что длительность монокулярных фаз 2-й группы в два раза превышает показатели 1-й группы ( $z = 6,303$ ,  $df 52$ ,  $p < 0,001$  по критерию Манна — Уитни). Полученные данные согласуются с предположением некоторых авторов о наличии в бинокулярном поле зрения зон с разной глубиной торможения зрительной информации от косящего глаза [14, 15]. Заметим, количественная оценка глубины функционального торможения важна не только для диагностики и мониторинга бинокулярных нарушений, но и для индивидуального подбора режима их функциональной коррекции с использованием компьютерных программ, основанных на альтернирующем предъявлении стимулов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработанный нами модифицированный тест Баголини является эффективным способом качественной и количественной оценки состояния бинокулярного зрения. Метод обладает высокой чувствительностью и специфичностью и может быть использован для персонализированного подхода к выбору условий и режимов функциональной коррекции бинокулярных нарушений, а также для мониторинга бинокулярного зрения в ходе проводимого лечения.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Рычкова С.И. — сбор и обработка материала, анализ полученных результатов, написание текста, подготовка иллюстраций;  
Лихванцева В.Г. — концепция исследования; анализ полученных результатов, написание текста.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Белостоцкий Е.М. Некоторые вопросы современного лечения содружественного косоглазия. *Вестник офтальмологии*. 1956;3:30–32. [Belostotskii E.M. Some questions of modern treatment of non-paralytic strabismus. *Annales of ophthalmology = Vestnik oftal'mologii*. 1956;3:30–32 (In Russ.).]
- Bagolini V. Diagnostic et possibilite de traitement de l'eta sensoriel du strabisme concomitant avec des instruments peu dissociants (Test du verre strie et barre de filtres). *Ann. Ocul.* 1961;194:236–258.
- Кашенко Т.П., Соловьева В.В., Рабичев И.Э. Исследование бинокулярного зрения методом бинарметрии. *Вестник офтальмологии*. 1991;6:34–36. [Kaschenko T.P., Solovieva V.V. The study of binocular vision conducted using the binarity method. *Annales of ophthalmology = Vestnik oftal'mologii*. 1991;6:34–36 (In Russ.).]
- Ticho V.H. Strabismus. *Pediatric Clinic of North America*. 2003;50(1):173–188. DOI: 10.1016/s0031-3955(02)00108-6
- Рожкова Г.И., Лозинский И.Т., Грачева М.А., Большаков А.С., Воробьев А.В. Функциональная коррекция нарушенного бинокулярного зрения: преимущества использования новых компьютерных технологий. *Сенсорные системы*. 2015;2:99–121. [Rozkova G.I., Lozinskii I.T., Gracheva M.A., Bolshakov A.S., Vorobiev A.V. Functional correction of impaired binocular vision: benefits of using novel computer-aided systems. *Sensory systems = Sensornyye sistemy*. 2015;2:99–121 (In Russ.).]
- Азнаурян И.Э., Шпак А.А., Баласанян В.О., Азнаурян Э.И., Агагулян С.Г. Сравнение эффективности восстановления сенсорной фузии при лечении на синоптофоре и жидкокристаллическими очками детей с оперированным содружественным косоглазием. *Офтальмохирургия*. 2020;1:57–61. [Aznauryan I.E., Shpak V.O., Balasanyan E.I., Aznauryan E.I., Agagulyan S.G. Comparison of bifoveal fusion recovery efficiency using synoptophore and the liquid crystal glasses in children operated for esotropia. *Fyodorov journal of ophthalmic surgery = Oftal'mokhirurgiya*. 2020;1:57–61 (In Russ.).] DOI: 10.25276/0235-4160-2020-1-57-61
- Рожкова Г.И., Плосконос Г.А. Множественность механизмов бинокулярного синтеза и их избирательные нарушения при косоглазии. *Сенсорные системы*. 1988;2:167–176. [Rozkova G.I., Ploskonos G.A. Multiple mechanisms of binocular synthesis and their selective disorders in strabismus. *Sensory systems = Sensornyye sistemy*. 1988; 2: 167–176. (In Russ.)]

8. Рычкова С.И., Лихванцева В.Г. Результаты исследования корреспонденции сетчаток у пациентов с содружественным косоглазием при разных способах разделения полей зрения. *Офтальмохирургия*. 2020;1:62–70. [Rychkova S.I., Likhvantseva V.G. Results of research for correspondence of retinas in patients with concomitant strabismus in different division ways of visual fields. *Fyodorov journal of ophthalmic surgery = Oftal'mokhirurgiya*. 2020;1:62–70 (In Russ.)]. DOI: 10.25276/0235-4160-2020-1-62-70
9. Barnhardt C., Cotter S.A., Mitchell G.L. Symptoms in children with convergence insufficiency: before and after treatment. *Optom. Vis Sci*. 2012;89:1512.
10. Bagolini B. Diagnostic et possibilite de traitement de l'eta sensoriel du strabisme concomitant avec des instruments peu dissociants (Test du verre strie et barre de filtres). *Ann. Ocul.* 1961;194:236–258.
11. Ding J., Levi D. M. Recovery of stereopsis through perceptual learning in human adults with abnormal binocular vision. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2011;108(37):733–741. DOI: 10.1073/pnas.1105183108
12. Gambacorta C., Nahum M., Vedamurthy, Bayliss J., Jordan J. An action video game for the treatment of amblyopia in children: A feasibility study. *Vision Research*. 2018;148:1–14. DOI: 10.1016/j.visres.2018.04.005
13. Рычкова С.И., Лихванцева В.Г. Взаимоотношения монокулярного и бинокулярного механизмов пространственного восприятия до и после функционального лечения у детей с послеоперационной остаточной микродевиацией. *Офтальмохирургия*. 2019;4:42–49. [Rychkova S.I., Likhvantseva V.G. The relationship of monocular and binocular mechanisms of spatial perception before and after functional treatment in children with postoperative residual microdeviation. *Fyodorov journal of ophthalmic surgery = Oftal'mokhirurgiya*. 2019;4:42–49 (In Russ.)]. DOI: 10.25276/0235-4160-2019-4-42-49
14. Chaumont P. L'inhibition a la relecture de Hamburger. *J. Fr. Orthoptique*. 1995;27:27–36.
15. Economides J.R., Adams D.L., Horton J.C. Perception via the deviated eye in strabismus. *Journal of Neuroscience*. 2012;32(30):10286–10295. DOI: 10.1523/jneurosci.1435-12.2012

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича Российской академии наук

Рычкова Светлана Игоревна

кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог, ведущий научный сотрудник лаборатории физиологии зрения

Большой Каретный пер., 19, Москва, 127051, Российская Федерация

<https://orcid.org/0000-0001-6764-8950>

ФГБУ ГНЦ РФ «Федеральный биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России,

Академия постдипломного образования ФГБУ «ФНКЦ ФМБА России»

Лихванцева Вера Геннадьевна

доктор медицинских наук, профессор кафедры офтальмологии

ул. Гамалеи, 15, Москва, 123098, Российская Федерация

Волоколамское шоссе, 91, Москва, 125371, Российская Федерация

## ABOUT THE AUTHORS

Kharkevich Institute for Information Transmission Problems

Rychkova Svetlana I.

PhD, ophthalmologist, leading researcher of the physiology vision laboratory

Bolshoy Karetny lane, 19, Moscow, 127051, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0001-6764-8950>

Federal biophysical center named after A.I. Burnazyan

Academy of postgraduate education

Likhvantseva Vera G.

MD, Professor

Gamalei str, 15, Moscow, 123098, Russian Federation

Volokolamsk highway, 91, Moscow, 125371, Russian Federation