

О.В. Писаревская, И.М. Михалевич\*

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ И МЕХАНИЗМЫ ИЗМЕНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ ЗРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ У ПАЦИЕНТОВ С МИОПИЕЙ ВЫСОКОЙ СТЕПЕНИ ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОГО КЕРАТОМИЛЕЗА И БИНАРИМЕТРИИ

*Иркутский филиал ФГУ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова Росмедтехнологии», Иркутск  
\*ГОУ ДПО «Иркутский институт усовершенствования врачей Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию», Иркутск*

*Лечение на бинариметре, проведенное через месяц после лазерного кератомилеза, позволяет создать новую, более совершенную функциональную систему зрительного восприятия. Это дает основание рекомендовать диплоптическое лечение на бинариметре как метод реабилитации и восстановления бинокулярных функций у близоруких пациентов после рефракционных операций.*

**Ключевые слова:** миопия, лазерный кератомилез, бинариметрия

## REGULARITIES AND MECHANISMS OF VISUAL SYSTEM STATUS CHANGE IN PATIENTS WITH HIGH MYOPIA AFTER LASER KERATOMILEUSIS AND BINARIMETRY

O.V. Pisarevskaya, I.M. Mikhalevich\*

*Irkutsk Branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Irkutsk  
\*Irkutsk Institute of Postgraduate Medical Education, Irkutsk*

*Treatment with binarimeter in one month after laser keratomileusis allows creating new more perfect functional system of visual perception. It gives a reason to recommend diploptic treatment on binarimeter as a method of rehabilitation and restoration of binocular functions in short-sighted patients after refractive surgery.*

**Key words:** myopia, laser keratomileusis, binarimetry

В последние годы среди многообразных методов коррекции миопии особое внимание как офтальмохирургов, так и пациентов привлекают эксимерлазерные операции, обладающие высокой точностью, эффективностью и прогнозируемостью результатов. Однако клинический опыт показывает, что удовлетворенность больных результатами лечения зависит не только от получения рефракционного эффекта, но и от полноценного восстановления всех зрительных функций. Таким образом, лазерная коррекция, приводящая к восстановлению соразмерности анатомо-оптических параметров миопического глаза и создающая новую рабочую зону аккомодации, зачастую не решает всех проблем пациентов.

Следовательно, необходимы дополнительные мероприятия для полноценной реабилитации близоруких пациентов после рефракционных операций [3, 6, 7]. Одним из эффективных методов реабилитации пациентов с аномалиями рефракции, в частности близорукостью, является бинариметрия — методика исследования и восстановления бинокулярного зрения с применением пространственных зрительных эффектов в условиях свободной гаглоскопии. Метод разработан на кафедре физиологии Иркутского университета под руководством проф. Л.Н. Могилева в 1976 г. В работах Л.Н. Могилева [5], И.Э. Рабичева [8, 9], И.Л. Рычкова [11], В.В. Соловьевой [12], А.Г. Щуко [15], О.И. Розановой [10], О.Ю. Арановской [10], М.Ю. Тяжева [14], А.В. Короленко [4] доказана высокая клиническая эффективность

данного метода при лечении больных с аномалиями рефракции, косоглазием, артификацией.

Все вышеизложенное и определило основную **цель работы** — раскрытие закономерностей и механизмов, обуславливающих нарушение зрительного восприятия при близорукости высокой степени и клиническую эффективность лазерного кератомилеза, а также патогенетическое обоснование принципа реабилитации с помощью бинариметрии.

### МЕТОДИКА

Исследования, проводимые в рамках данной работы, включали 4 группы обследуемых. В первой группе, служащей контрольной, под наблюдением находился 31 человек мужского пола (62 глаза) в возрасте от 18 до 24 лет (средний возраст составил 20 лет), с эмметропической рефракцией, не предъявляющий жалоб на зрение, не имевший в анамнезе травм и заболеваний органа зрения, с нормальным цветоощущением.

Основную группу составили молодые люди с близорукостью высокой степени от  $(- )6,25 \text{ Д}$  до  $(- )12,0 \text{ Д}$ . Возраст пациентов варьировал от 19 до 30 лет, средний возраст составил 24 года. В группе было 30 человек, среди них — 20 женщин и 10 мужчин. Из этой группы сознательно были исключены лица с выраженной анизометропией, амблиопией средней и высокой степени, суб- и декомпенсированной экзофорией, цветоаномалиями, изменениями центральных и периферических отделов сетчатки.

В третью группу вошли те же пациенты (60 глаз) с миопией высокой степени после эксимерлазерной операции – Lasik.

Четвертую группу составили пациенты, которым через месяц после эксимерлазерной операции с целью реабилитации проводили курс лечения на бинариметре. Подробно методика бинариметрии для диагностики и лечения изложена в монографии «Теоретическая и клиническая бинариметрия» под ред. А.Г. Щуко, В.В. Малышева [10].

Оценка реализации функций зрительной системы здоровых лиц и больных с миопией на различных этапах лечения основывалась на комплексном подходе к оценке функционального состояния органа зрения, который обеспечивался системой взаимосвязанных методик исследования динамики клинических, функциональных, офтальмоэргометрических и субъективных показателей зрительной системы.

Проведена статистическая обработка данных исследований, включающая: дескриптивный и дискриминантный анализы [1, 2, 13].

Клинические исследования были проведены в соответствии с Хельсинской декларацией Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздравсоцразвития РФ № 266.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

На первом этапе работы нами был проведен **сравнительный анализ** показателей структурно-функционального состояния зрительной системы у пациентов всех групп. Всего нами в работе было использовано 54 показателя, которые, по нашему мнению, в полной мере характеризуют структурно-функциональное состояние зрительной системы (табл. 1).

Из таблиц 1 и 2 следует, что у людей с миопией высокой степени выявлено достоверное отличие от здоровых людей практически всех изучаемых показателей деятельности зрительной системы.

Лазерный кератомилез у близоруких пациентов приводит к улучшению целого ряда показате-

лей зрительной системы: визометрии, визоконтрастометрии, рефракции и объема абсолютной аккомодации, незначительному расширению фузионных резервов и уменьшению гетерофории, но практически не изменяет показатели бинокулярного взаимодействия.

После курса бинариметрии структурно-функциональное состояние зрительной системы у близоруких пациентов претерпело значительные изменения. Изменились показатели остроты зрения как монокулярной, так и бинокулярной, визоконтрастометрии, фузии и амплитудных пределов фузионного рефлекса, запас относительной аккомодации, устойчивости к засветам.

Важно подчеркнуть, что после лазерного кератомилеза на фоне значительных изменений монокулярных показателей отмечаются незначительные изменения показателей стерео и глубинного зрения, чувствительности к расфокусировке. Однако в результате дополнительного лечения пациентов на бинариметре произошли существенные изменения показателей бинокулярного взаимодействия зрительной системы (повысилась бинокулярная острота зрения, способность к стереовосприятию, глубинному зрению, чувствительности к расфокусировке и запас аккомодации, расширились фузионные резервы).

При расчете канонической величины ( $K_1$ ), характеризующей отличие структурно-функционального состояния зрительной системы у оперированных пациентов от пациентов до операции, наиболее информативными показателями оказались: сферический компонент рефракции глаза (12,2 %) и данные рефрактометра: сферический эквивалент (11,3 %), монокулярная (10,1 %) и бинокулярная (11 %) острота зрения без коррекции, монокулярная острота зрения с коррекцией (11,6 %), показатели визоконтрастометрии средних и высоких частот (10,2 и 11,9 %), пахиметрические (10,9 %) и кератометрические показатели (10,8 %).

$$K_1 = -3,53 - 1,54 \times P_{сф} - 1,3 \times ДР_{сф} - 1,57 \times Vis_B + 0,65 \times P_x + 1,8 \times ППР_{сил} - 0,77 \times ВКМС + 0,88 \times V_{ис/к} + 0,4 \times ВКМВ - 1,32 \times Vis_{б/к}.$$

**Таблица 1**  
**Сравнительный анализ структурно-функциональных показателей деятельности зрительной системы у пациентов различных групп (M ± m)**

	Контроль, %	Миопы, %	Миопы + Lasik	Миопы + Lasik + бинариметр
	1	2	3	4
Способность к стереовосприятию по Лангу I (%)	100	90 ± 5,5	93,3 ± 4,6	100
Наличие диспарантности по Лангу II (%)	100	36,67 ± 8,8 $p_{1-2} < 0,001$	43,3 ± 9,04	70 ± 8,37 $p_{2-4} < 0,05$ $p_{3-4} < 0,05$
Наличие глубинного зрения (%)	100	30 ± 8,4 $p_{1-2} < 0,001$	43,3 ± 9,04	83,3 ± 6,8 $p_{2-4} < 0,001$ $p_{3-4} < 0,001$
Чувствительность к расфокусировке (%)	100	53,3 ± 9,1 $p_{1-2} < 0,001$	66,7 ± 8,6	80 ± 7,3 $p_{2-4} < 0,05$

**Таблица 2**  
**Сравнительный анализ функциональных (качественных) показателей деятельности зрительной системы у пациентов различных групп ( $M \pm m$ )**

Показатели	Контроль	Миопы	Миопы после Lasik	Миопы после Lasik и лечения на бинариметре
	1	2	3	4
Острота зрения без коррекции (монокуляр) (ед.)	1,12 ± 0,03	0,04 ± 0,003 P <sub>1-2</sub> < 0,001	0,71 ± 0,03 P <sub>2-3</sub> < 0,001	0,8 ± 0,02 P <sub>3-4</sub> < 0,05
Острота зрения с коррекцией (монокуляр) (ед.)	1,14 ± 0,02	0,89 ± 0,02 P <sub>1-2</sub> < 0,001	0,8 ± 0,03 P <sub>2-3</sub> < 0,05	0,82 ± 0,02
Острота зрения без коррекции (бинокуляр) (ед.)	1,28 ± 0,03	0,11 ± 0,007 P <sub>1-2</sub> < 0,001	0,93 ± 0,04 P <sub>2-3</sub> < 0,001	1,10 ± 0,04 P <sub>3-4</sub> < 0,01
Рефракция сфер. компонент (дптр.)	-0,03	-7,4 ± 0,27 P <sub>1-2</sub> < 0,001	-0,2 ± 0,07 P <sub>2-3</sub> < 0,001	-0,09 ± 0,04 P <sub>2-4</sub> < 0,001
Визоконтрасто-метрия (усл. ед.)	28,26 ± 0,39	21,8 ± 0,7 P <sub>1-2</sub> < 0,001	25,4 ± 0,57 P <sub>2-3</sub> < 0,001	27,4 ± 0,45 P <sub>3-4</sub> < 0,01 P <sub>2-4</sub> < 0,001
Периметрия (гр.)	530,6 ± 2,01	514,8 ± 3,26 P <sub>1-2</sub> < 0,001	520,5 ± 1,99	525,53 ± 2,34 P <sub>2-4</sub> < 0,01
Пахиметрия (мкм)	558,8 ± 5,64	563,2 ± 6,09	468,6 ± 6,7 P <sub>2-3</sub> < 0,001	468,1 ± 6,62 P <sub>2-4</sub> < 0,001
Ближайшая точка ясного видения (см)	8,48 ± 0,2	4,3 ± 0,19 P <sub>1-2</sub> < 0,001	7,77 ± 0,24 P <sub>2-3</sub> < 0,001	9,5 ± 0,18 P <sub>3-4</sub> < 0,001 P <sub>2-4</sub> < 0,001
Объем абсолютной аккомодации (дптр.)	11,84 ± 0,28	6,09 ± 0,18 P <sub>1-2</sub> < 0,001	8,46 ± 0,23 P <sub>2-3</sub> < 0,001	10,82 ± 0,17 P <sub>3-4</sub> < 0,05 P <sub>2-4</sub> < 0,001
Биокулярный характер зрения (м)	5	3,33 ± 0,32 P <sub>1-2</sub> < 0,001	3,97 ± 0,25	4,8 ± 0,17 P <sub>3-4</sub> < 0,01 P <sub>2-4</sub> < 0,001
Фузионные резервы (градусы)	25,74 ± 0,55	9,6 ± 0,97 P <sub>1-2</sub> < 0,001	15,47 ± 1,21 P <sub>2-3</sub> < 0,001	22,36 ± 0,96 P <sub>3-4</sub> < 0,001 P <sub>2-4</sub> < 0,001
Запас относительной аккомодации (дптр.)	-5,25 ± 0,15	-3,98 ± 0,15 P <sub>1-2</sub> < 0,001	-4,31 ± 0,34	-4,85 ± 0,12 P <sub>3-4</sub> < 0,05 P <sub>2-4</sub> < 0,001
Отриц. часть объема относительной аккомодации (дптр.)	2,95 ± 0,08	1,95 ± 0,09 P <sub>1-2</sub> < 0,001	2,15 ± 0,09 P <sub>1-3</sub> < 0,001	2,35 ± 0,07 P <sub>2-4</sub> < 0,01 P <sub>1-4</sub> < 0,001
Объем относительной аккомодации (дптр.)	8,47 ± 0,16	5,93 ± 0,13 P <sub>1-2</sub> < 0,001	6,73 ± 1,72 P <sub>2-3</sub> < 0,001	7,2 ± 0,12 P <sub>3-4</sub> < 0,05 P <sub>2-4</sub> < 0,001
Ближнее расстояние от глаз до пластин с тестами N 1 (см)	10	21,9 ± 1,38 P <sub>1-2</sub> < 0,001	16,17 ± 1,04 P <sub>2-3</sub> < 0,01	11,16 ± 0,39 P <sub>3-4</sub> < 0,001 P <sub>2-4</sub> < 0,001
Дальнее расстояние от глаз до пластин с тестами N 2 (см)	100	65,3 ± 3,37 P <sub>1-2</sub> < 0,001	85,17 ± 2,25 P <sub>2-3</sub> < 0,001	97,83 ± 0,85 P <sub>3-4</sub> < 0,001 P <sub>2-4</sub> < 0,001
Медиальное расстояние между элементами теста P 1 (мм)	22,32 ± 0,45	27,37 ± 0,75 P <sub>1-2</sub> < 0,001	25,97 ± 0,92	23,26 ± 0,69 P <sub>3-4</sub> < 0,05 P <sub>2-4</sub> < 0,001
Латеральное расстояние между элементами теста P 2 (мм)	65,93 ± 0,41	60,26 ± 0,5 P <sub>1-2</sub> < 0,001	61,8 ± 0,46 P <sub>2-3</sub> < 0,001	63,3 ± 0,5 P <sub>3-4</sub> < 0,05 P <sub>2-4</sub> < 0,001
Угол косоглазия по Гиршбергу (градусы)	-0,48 ± 0,27	-4,1 ± 0,54 P <sub>1-2</sub> < 0,001	-2,5 ± 0,52 P <sub>2-3</sub> < 0,05	-0,37 ± 0,3 P <sub>3-4</sub> < 0,001 P <sub>2-4</sub> < 0,001

Среднее значение канонической величины у пациентов до операции (+ 7,1) и у лиц после лазерного кератомилеза (- 7,1), видна существенная разница между средними значениями канонических величин. Мера Mahalanobis оказалась равна 206,04 с уровнем значимости различий  $p < 0,001$ . На основе дискриминантной функции рассчитана классификационная матрица отнесения пациентов в группу и в группу пациентов с миопией до и после операции, достоверность которой оказалась 100 %.

Таким образом, исследование зрительной системы людей после эксимерлазерной операции с использованием многофакторного статистическо-

го анализа позволило прийти к заключению, что миопическая система претерпела существенные сдвиги. Однако эти изменения не свидетельствуют о полной дезинтеграции сформировавшейся миопической патологической системы, а лишь указывают на некоторые изменения значимых согласованных взаимосвязей.

При сопоставлении зрительной системы оперированных пациентов без бинариметрии и таких же пациентов с последующим курсом лечения на бинариметре наиболее информативными показателями, отражающими различия между структурно-функциональным состоянием зритель-

ной системы у пациентов данных групп, являются: монокулярная острота зрения с коррекцией (11 %) и бинокулярная острота зрения без коррекции (8,6 %), запас аккомодации (8,8 %), ближайшая точка ясного видения (10,5 %), пространственная чувствительность в диапазоне высоких частот (13,3 %), показатели латентности ЗВП – зрительные вызванные потенциалы (9,8 %) и волны «b» общей электроретинографии (8,2 %), а также фузионные резервы (9,3 %), показатель гетерофории (10,6 %) и электрическая лабильность (8,2 %).

$$K_2 = -2,53 + 1,39 \times \text{БТЯВ} + 0,79 \times \text{ФР} + 1,3 \times \text{ВКМД} + 1,02 \times \text{Г} - 0,87 \times \text{ЗВПвр} - 1,3 \times \text{Visc/к} - 0,5 \times \text{Лаб} + 1,32 \times \text{VisБ} - 0,5 \times \text{ЗОА} + 0,87 \times \text{ЭРГВвр}.$$

Значения центров распределения канонических величин в группе с миопией высокой степени после комплексного лечения равны (+2,23), а в группе только оперированных пациентов с миопией (-2,23) (рис. 2). При вычислении расстояния Махалонобиса ( $D^2$  – квадрат расстояния между центроидами двух групп) равно 20,57. На основе дискриминантной функции рассчитана классификационная матрица отнесения пациентов в группу только с оперированной миопией (100 %), и в группу после операции и реабилитации (96,7 %). Суммар-

ный показатель распределения пациентов по классификационной матрице был равным 98,33 %.

Важно подчеркнуть, что выявленные признаки в большей степени отражают состояние бинокулярного взаимодействия, что свидетельствует о значительной редукции миопической патологической системы и формировании новой оптимальной системы зрительного восприятия.

В совокупности весь комплекс проведенного исследования позволил разработать следующую концептуальную схему (рис. 3).

Как видно, при миопии высокой степени происходит трансформация функциональной системы в патологическую, что приводит к формированию неадекватного зрительного образа. Даже устраняя нарушение рефракции, с помощью лазерного кератомилеза восстанавливая афферентный синтез, мы не добиваемся полного разрушения патологической системы. Это объясняется тем, что эксимерлазерная операция воздействует только на сенсорную функцию зрительной системы, не затрагивая другие. Лишь опосредованно возможна активация моторного и проприоцептивного механизмов, что является недостаточным для формирования полноценной функциональной системы. Таким образом, необ-



Рис. 1. Распределение лиц по значениям канонических величин в группе пациентов с миопией до эксимерлазерной операции (среднее значение канонической величины +7,1) в сравнении с группой пациентов с миопией высокой степени после лазерного кератомилеза (среднее значение канонической величины -7,1).

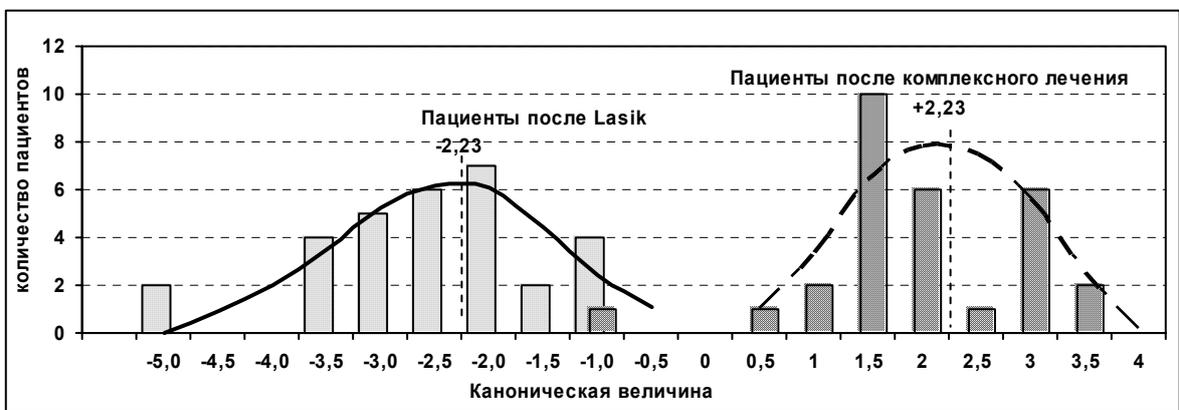
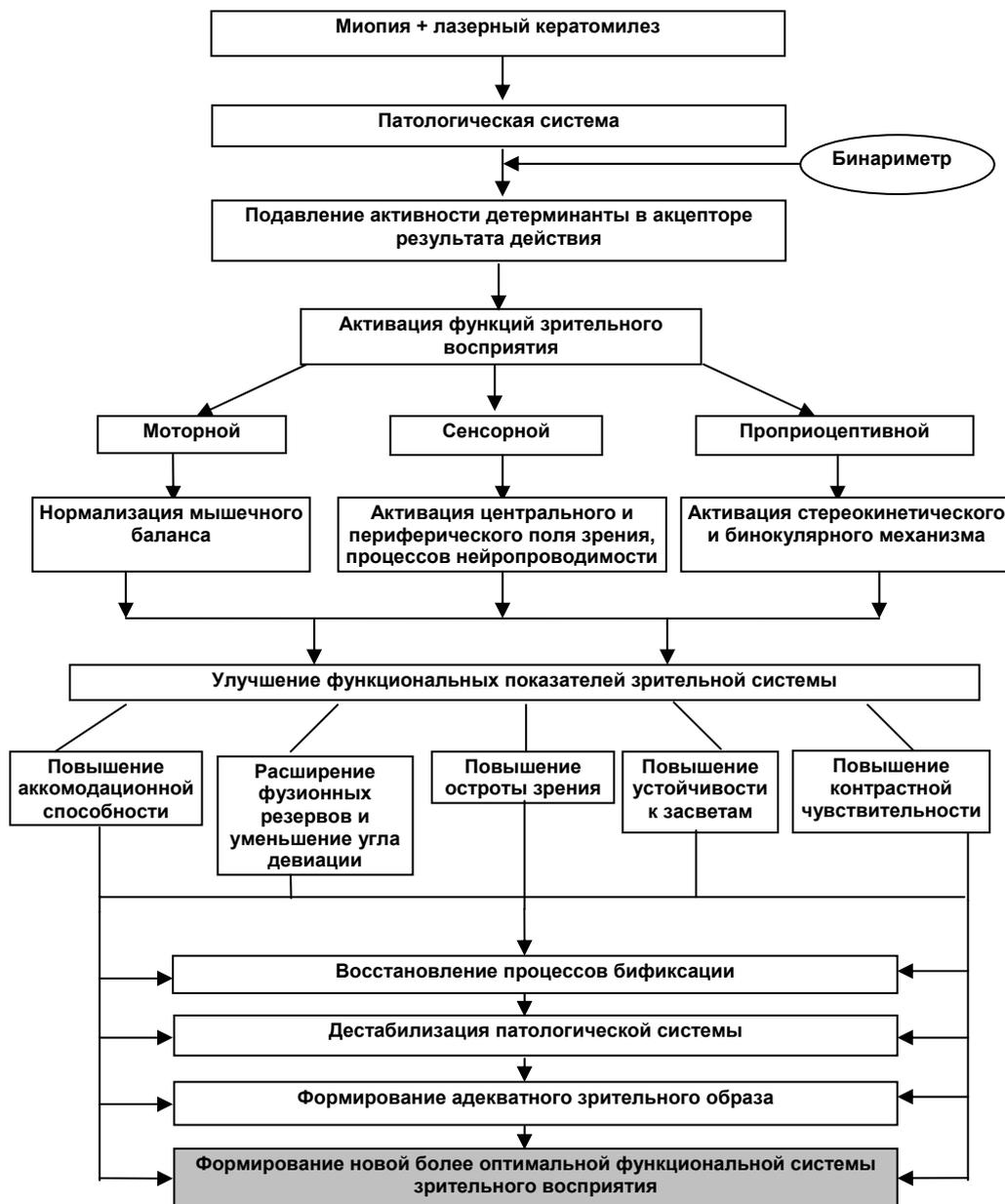


Рис. 2. Распределение лиц по значениям канонических величин в группе пациентов с миопией высокой степени без лечения на бинариметре (среднее значение канонической величины -2,23) в сравнении с группой с миопией после комплексного лечения (среднее значение канонической величины равно +2,23).



**Рис. 3.** Концептуальная схема саногенетических механизмов изменения функционального состояния зрительной системы оперированных пациентов после бинариметрии.

ходимы дополнительные меры для реабилитации близоруких пациентов.

В качестве реабилитации пациентов после эксимерлазерных операций был использован метод бинариметрии. Только с помощью бинариметрии, воздействуя на все механизмы зрительной системы и формируя устойчивый бинокулярный образ, можно добиться разрушения патологических связей, дестабилизации миопической патологической системы и формирования новой, более оптимальной функциональной системы зрительного восприятия.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, проведенное комплексное лечение позволяет добиться выраженных сдвигов в

состоянии функций зрительной системы, которые в большей степени касаются показателей, отвечающих за бинокулярное восприятие. Результаты исследования свидетельствуют о происходящих в организме больного процессах постепенной адаптации зрительной системы (по З.Ф. Меерсону, 1986) и о процессе дальнейшей дезинтеграции связей в патологической системе зрительного восприятия.

Проведенное исследование неоспоримо доказывает необходимость применения курса бинариметрии у пациентов с миопией высокой степени после лазерного кератомилеза как саногенетического метода, ведущего к улучшению качества зрения в целом и бинокулярного восприятия в частности, формированию новой, более оптимальной функциональной системы зрительного восприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алферова М.А. Основы прикладной статистики (использование Excel в медицинских исследованиях) / М.А. Алферова, И.М. Михалевич, Н.Ю. Рожкова. — Иркутск: ГИУДВ, 2006. — 58 с.
2. Арановская О.Ю. Патогенетическое обоснование бинариметрии в реабилитации детей с прогрессирующей миопией после склероукрепляющих операций: Дисс. ... канд. мед. наук / О.Ю. Арановская. — Иркутск, 2006. — 138 с.
3. Игнатъев С.А. Динамика бинокулярного зрения при рефракционных оперативных вмешательствах / С.А. Игнатъев, В.А. Павлов // Рефракционные и глазодвигательные нарушения: Труды межд. конф. — М., 2007. — С. 33.6–33.8.
4. Короленко А.В. Патогенетическое обоснование лазерплеоптики и бинариметрии в лечении рефракционной амблиопии у детей разного возраста: Дис. ... канд. мед. наук / А.В. Короленко. — Иркутск, 2007. — 166 с.
5. Могилев Л.Н. Механизмы пространственного зрения / Л.Н. Могилев. — Л., 1982. — 111 с.
5. Овечкин И.Г. Комплексная оценка фоторефракционных операций с позиций восстановительной медицины / И.Г. Овечкин, К.Б. Першин, Н.Ф. Пашинова // Рефракционная хирургия и офтальмология. — 2004. — Т. 6, № 2. — С. 16–22.
7. Профилактика функциональных нарушений зрения у перенесших фоторефракционные операции пользователей персональных компьютеров / И.Г. Овечкин, К.Б. Першин, Ю.Ю. Кисляков и др. // Рефракционная хирургия и офтальмология. — 2003. — Т. 3, № 1. — С. 88–90.
8. Рабичев И.Э. Системная организация и механизмы направленной коррекции бинокулярного зрения: Автореф. дис. ... докт. мед. наук / И.Э. Рабичев. — М., 1998. — 47 с.
9. Рабичев И.Э. Эффект глубины как показатель бинокулярного синтеза: Дис. ... канд. биол. наук / И.Э. Рабичев. — Иркутск, 1984. — 167 с.
10. Розанова О.И. Закономерности изменений функций зрительной системы у больных содружественным косоглазием и разработка патогенетических принципов лечения: Автореф. дис. ... канд. мед. наук / О.И. Розанова. — Иркутск, 2003. — 23 с.
11. Рычков И.Л. Многоуровневая функциональная организация пространственного зрения в результативной деятельности животных и человека: Дис. ... докт. биол. наук / И.Л. Рычков. — М., 1985. — 259 с.
12. Соловьева В.В. Метод бинариметрии в диплоптическом лечении содружественного косоглазия: Дис. ... канд. мед. наук / В.В. Соловьева. — М., 1988. — 158 с.
13. Теоретическая и клиническая бинариметрия / Л.Н. Бачалдина, И.Н. Гутник, А.В. Короленко и др.; под ред. А.Г. Щуко, В.В. Мальшева. — Новосибирск: Наука, 2006. — 184 с.
14. Тяжев М.Ю. Патогенетическое обоснование бинариметрии в реабилитации больных с миопией высокой степени после имплантации интраокулярных факичных линз: Дис. ... канд. мед. наук / М.Ю. Тяжев. — Иркутск, 2007. — 135 с.
15. Щуко А.Г. Механизмы формирования амблиопии у детей и разработка патогенетических принципов лечения: Дис. ... канд. мед. наук / А.Г. Щуко. — Иркутск, 1997. — 141 с.

Сведения об авторах

**Писаревская Олеся Валерьевна** – врач-офтальмохирург ИФ ФГУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова Росмедтехнологии», тел.: 564148. E-mail: shishkinamntk@mail.ru

**Михалевич Исая Моисеевич** – зав. кафедрой ГОУ ДПО «Иркутский институт усовершенствования врачей федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию»