
**ЗРИТЕЛЬНАЯ
СИСТЕМА**

УДК 617.751+617.753+612.844.24

**ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ
ТРЕНИРОВОК АККОМОДАЦИИ В УСЛОВИЯХ КОНТРОЛЯ
КОНВЕРГЕНЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С МИОПИЕЙ
И ГИПЕРМЕТРОПИЕЙ**

© 2016 г. С.И. Рычкова¹, М.А. Грачева^{1,2}, Х.П. Тахчиди²

¹*Институт проблем передачи информации им.Харкевича РАН
127051 Москва, Б.Каретный пер., 19*

²*Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И.Пирогова
117997 Москва, ул. Островитянова, д. 1
E-mail: lana.rych@mail.ru*

Поступила в редакцию 15.05.2015 г.

В работе представлен анализ индивидуальных данных по изменению остроты зрения и состояния аккомодационной способности глаза в результате тренировок аккомодации под контролем конвергенции у пациентов с миопией ($N = 33$) и гиперметропией ($N = 31$). Курс тренировок состоял из десяти сеансов упражнений, в процессе которых пациенты должны были узнавать зрительные стимулы разного размера, предъявляемые на разных расстояниях от глаз. При этом проводили пошаговое варьирование силы корректирующих линз и обеспечивали контроль правильной конвергенции осей на экране со стимулами. Эффект тренировок оценивали по разности значений бинокулярной остроты зрения и объема аккомодации до и после коррекционного курса. Измерения проводили для трех расстояний наблюдения: 0.5, 1.0 и 5.0 м. У большинства пациентов как с миопической, так и с гиперметропической рефракцией эффект тренировок был максимальным при расстоянии наблюдения 1 м, однако индивидуальные показатели пациентов значительно различались. Результаты функционального лечения зависели от исходного уровня остроты зрения, состояния аккомодации, степени аметропии и наличия астигматизма. Повышение остроты зрения обычно сочеталось с улучшением аккомодационной способности, при этом наиболее выраженная положительная динамика в результате функционального лечения наблюдалась у пациентов с аметропией слабой степени без астигматизма.

Ключевые слова: аккомодация, острота зрения, аномалии рефракции, фузия, конвергенция, функциональная коррекция.

ВВЕДЕНИЕ

Острота зрения и состояние аккомодации – ключевые показатели состояния зрительной системы, регулярная оценка которых необходима для раннего выявления заболеваний, дифференциальной диагностики, анализа эффективности лечения. Наиболее распространенными факторами, снижающими остроту зрения и нарушающими аккомодацию, являются аномалии рефракции: миопия, гиперметропия и различные виды астигматизма.

К настоящему времени отечественными и зарубежными авторами предложено достаточно много методов неинвазивной коррекции нару-

шенных зрительных функций при аномалиях рефракции (Дашевский, 1973; Волков, Колесникова, 1976; Корнюшина и др., 2011; Заяни Набил и др., 2011; Катаргина, 2012; Тарутта, Тарасова, 2012; Vasudevan et al., 2009; Verntsen 2011). Среди способов, наиболее часто используемых в офтальмологической практике, можно назвать следующие: домашние тренировки аккомодации с инстилляциями лекарственных средств; оптико-рефлекторные тренировки аккомодации; аппаратное лечение; физиотерапия и массаж. В основу различных видов тренировочных упражнений положен принцип воздействия на аккомодационный аппарат глаза чередованием расслабления и напряжения цилиарной мышцы. Это достигается

либо путем изменения расстояния между изображением демонстрируемого объекта и глазом пациента с более близкого на более удаленное, и обратно (например, в домашних тренировках “метка на стекле”, “ракетка”), либо путем дефокусировки за счет действия положительных и отрицательных сферических линз (например, в тренировках по В.В. Волкову – Л.Н. Колесниковой), либо за счет дивергентной дезаккомодации, вызываемой призмами – например, в тренировках по А.И. Дашевскому и на аппарате “Визотроник” (Дашевский, 1973; Волков, Колесникова, 1976; Катаргина, 2012). По данным разных авторов, улучшение аккомодационной способности в результате функционального лечения составляет обычно от 0.5–1.0 до 3.0–4.0 дптр, а повышение остроты зрения на этом фоне – на 0.1–0.3. Опыт длительных клинических исследований показывает, что наилучшего эффекта в профилактике прогрессирования близорукости удается достичь при регулярных, не менее двух раз в год, тренировках аккомодации, чередуя различные методики тренировочных упражнений и сочетая их с физиопроцедурами (лазер-спекл, чрезкожная стимуляция) и медикаментозным лечением (препаратами, улучшающими обменные процессы в тканях глаза и препаратами, воздействующими на тонус цилиарной мышцы (Заяни Набил и др., 2011; Тарутга, Тарасова, 2012; Vasudevan et al., 2009)).

В наших предыдущих исследованиях был использован метод тренировки аккомодации и повышения остроты зрения в условиях контроля конвергенции у пациентов с различной офтальмопатологией и проанализированы средние значения показателей аккомодации и остроты зрения до и после функционального лечения в зависимости от расстояния наблюдения (Рычкова, Рожкова, 2009 а, б).

Цель данной работы – детальный анализ динамики индивидуальных показателей улучшения зрительных функций при использовании метода тренировки аккомодации в условиях контроля конвергенции.

МЕТОДИКА

Исследование проводили в группе пациентов (N = 64) в возрасте 10–28 лет с аномалиями рефракции. В зависимости от вида аномалии пациенты были разделены на две подгруппы: 31 пациент с гиперметропией (средний возраст и стандартное отклонение 17 ± 4.2); 33 пациента с миопией (средний возраст и стандартное отклонение 18.1 ± 6.2).

В первой подгруппе десять пациентов имели гиперметропию слабой степени без астигматизма, пять пациентов – гиперметропию слабой степени с астигматизмом, десять пациентов – гиперметропию средней степени без астигматизма, три пациента – гиперметропию средней степени с астигматизмом и три пациента – гиперметропию высокой степени.

Во второй подгруппе десять пациентов имели миопию слабой степени без астигматизма, пять пациентов – миопию слабой степени с астигматизмом, двенадцать пациентов – миопию средней степени без астигматизма, три пациента – миопию средней степени с астигматизмом и три пациента – миопию высокой степени.

Средние значения и стандартные отклонения для эквивалентной сферической рефракции по измерениям на авторефрактометре в условиях циклоплегии составляли: $(+3.4 \pm 2.1)$ дптр в подгруппе пациентов с гиперметропической рефракцией, (-3.4 ± 1.2) дптр в подгруппе пациентов с миопической рефракцией.

При описании результатов использовалась отечественная классификация степени аметропии: *слабая степень* – 3.0 дптр и менее, *средняя* – 3.25–6.0 дптр и *высокая* – 6.0 дптр и более (Катаргина, 2012).

Курс функционального лечения включал десять сеансов тренировки механизмов аккомодации в условиях контроля конвергенции. В процессе тренировок пациенты должны были узнавать зрительные стимулы разного размера, предъявляемые на разных расстояниях от глаз. При этом проводили пошаговое варьирование силы корректирующих линз и обеспечивали контроль правильной конвергенции осей на экране со стимулами. Контроль конвергенции осуществляли по наличию фузии с использованием бинариметра (Могилев, 1978). В начале каждой тренировки каждому пациенту подбирали оптимальную оптическую коррекцию – стартовое значение в данном упражнении. До и после проводимого курса тренировок оценивали показатели остроты зрения и аккомодации.

Монокулярную и бинокулярную остроту зрения определяли по таблицам, разработанным в ИППИ РАН и рассчитанным для разных расстояний наблюдения (Рожкова, Токарева, 2001; Рожкова и др., 2004). В качестве опто типов в таблицах использовали принятые в международной практике знаки, похожие на букву E, в четырех ориентациях, которые называют кувыркающимися E (tumbling E). Верхний предел измеряемых значений остроты зрения составлял 2.0, что со-

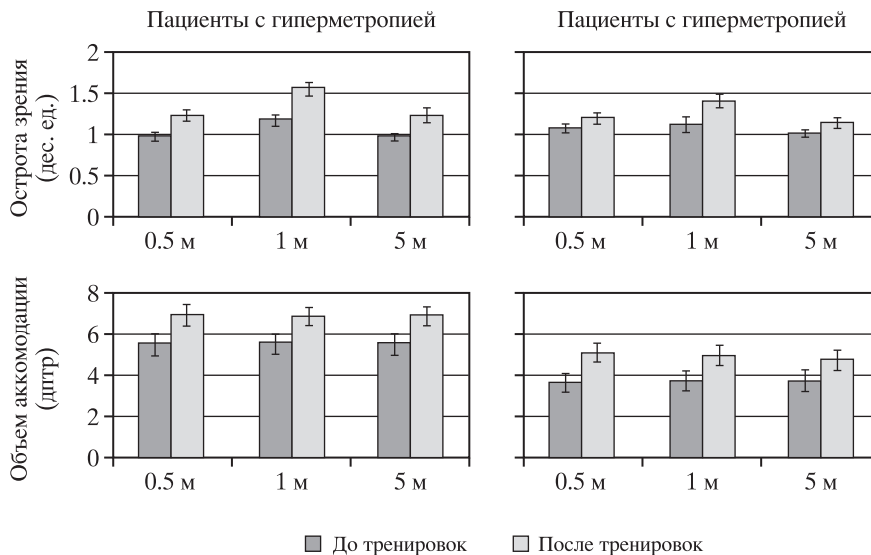


Рис. 1. Средние значения бинокулярной остроты зрения и объёма аккомодации у пациентов с гиперметропией и миопией до и после курса тренировок для трех использованных расстояний наблюдения.

ответствовало минимальному углу разрешения 0.5'. Шаг изменения размера знаков от строки к строке соответствовал 0.1 в диапазоне 0.1–1.0 и 0.2 в диапазоне 1.0–2.0. Исследование бинокулярной остроты зрения проводили под контролем наличия бинокулярной фузии – успешного слияния левого и правого перцептов в единый видимый образ. Измерение как монокулярной, так и бинокулярной остроты зрения проводили для трех расстояний наблюдения: 0.5, 1.0 и 5.0 м. При каждом расстоянии до тестовой таблицы пациентам подбирали оптическую коррекцию, обеспечивающую получение максимальных измеряемых значений остроты зрения.

Определение монокулярного (абсолютного) и бинокулярного (относительного) объема аккомодации проводили на указанных расстояниях, по стандартной процедуре, добавляя к подобранной для данного расстояния оптимальной оптической коррекции отрицательные, а затем положительные линзы, и постепенно увеличивая их силу с интервалом в 0.5 дптр до потери четкости восприятия опто типов. При оценке бинокулярного объема аккомодации, также как и в случае измерения остроты зрения, при помощи бинариметра контролировали успешность бинокулярной фузии.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Общая картина динамики средних значений показателей остроты зрения и аккомодации в результате функционального лечения у пациентов с аномалиями рефракции представлена на рис. 1,

отражающем заметное повышение остроты зрения и увеличение объема аккомодации как в группе пациентов с гиперметропией, так и в группе пациентов с миопией. При оценке по критерию Стьюдента все представленные разности оказались статистически достоверными ($p < 0.01$).

Как видно из приведенных данных, наиболее значительное повышение остроты зрения после функционального лечения у пациентов как с гиперметропией, так и с миопией было зарегистрировано для расстояния наблюдения 1 м.

В предыдущих работах было высказано предположение, что зависимость остроты зрения от расстояния связана с особенностями тонической аккомодации и хрусталикового механизма фокусировки (Рычкова, Рожкова, 2009 а, б). Преимущества расстояния наблюдения 1 м отмечались также в работах и других авторов (Heron et al., 1995; Каспранский и др., 2005). В исследованиях фиксационных движений взора при различных расстояниях до мишени (0.3–8.0 м) было обнаружено, что вблизи расстояния 1 м амплитуда микросаккад минимальна. По мнению авторов, это коррелирует с комфортностью наблюдения, и существование такой “комфортной точки фиксации взора” может определяться особенностями конвергенции и соотношением между позициями зрительных и оптических осей глаз (Каспранский и др., 2005).

Среднее увеличение объема аккомодации было примерно одинаковым на всех трех расстояниях в обеих группах. При этом показатели аккомодации

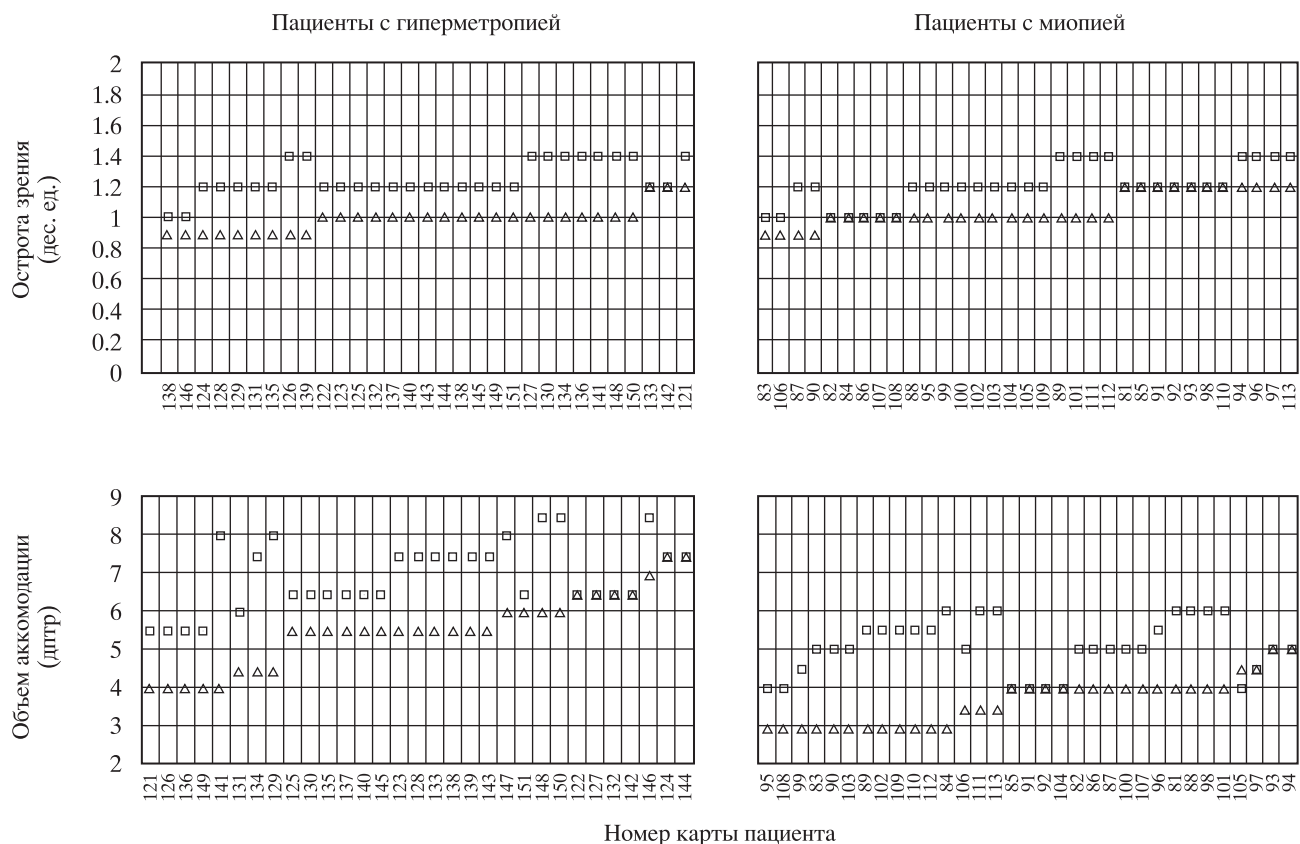


Рис. 2. Индивидуальные значения бинокулярной остроты зрения и аккомодации пациентов с гиперметропией и миопией до и после курса тренировок для расстояния наблюдения 0.5 м.

ции у пациентов с миопической рефракцией на всех расстояниях были в среднем ниже аналогичных данных для пациентов с гиперметропической рефракцией, что согласуется с имеющимися в литературе оценками показателей аккомодации у пациентов с различными видами офтальмопатологии (Заяни Набил и др., 2011; Тарутта, Тарасова, 2012; Allen, O’Leary, 2006; Vasudevan et al., 2009).

Оптимальная оптическая коррекция (обеспечивающая максимальную остроту зрения) в бинокулярных условиях у большинства пациентов совпадала с оптимальной коррекцией для каждого глаза. Оценивая эффект тренировок, статистически достоверной разницы между средними значениями силы оптимальных корригирующих линз до и после лечения мы не обнаружили.

Индивидуальные показатели остроты зрения и аккомодации до и после зрительных тренировок у пациентов с аномалиями рефракции при исследовании на расстояниях 0.5, 1 и 5 м представлены на рис. 2–4.

Расстояние наблюдения – 0.5 м, пациенты с гиперметропией (рис. 2). Из представленных

данных видно, что наилучших показателей бинокулярной остроты зрения (1.4) удалось достичь у десяти пациентов, монокулярная острота зрения у которых была не ниже 1.2 (на рисунке монокулярные данные не приведены). Восемь из этих десяти пациентов имели гиперметропию слабой степени без астигматизма, один – гиперметропию средней степени без астигматизма и один – гиперметропию высокой степени без астигматизма. Увеличение объема аккомодации коррелировало с повышением остроты зрения и доходило до 4.0 дптр.

Положительной динамики остроты зрения в этой группе не наблюдалось у двух пациентов с гиперметропией высокой степени (вторая и третья колонки справа на рисунке для пациентов с гиперметропией). При этом увеличения объема аккомодации у одного из этих пациентов не отмечалось, а у другого пациента оно было средним (2.0 дптр). Слабовыраженное повышение остроты зрения (на 0.1) после лечения отмечалось у двух пациентов с простым гиперметропическим астигматизмом (первая и вторая колонки слева); при этом увеличения объема аккомодации у од-

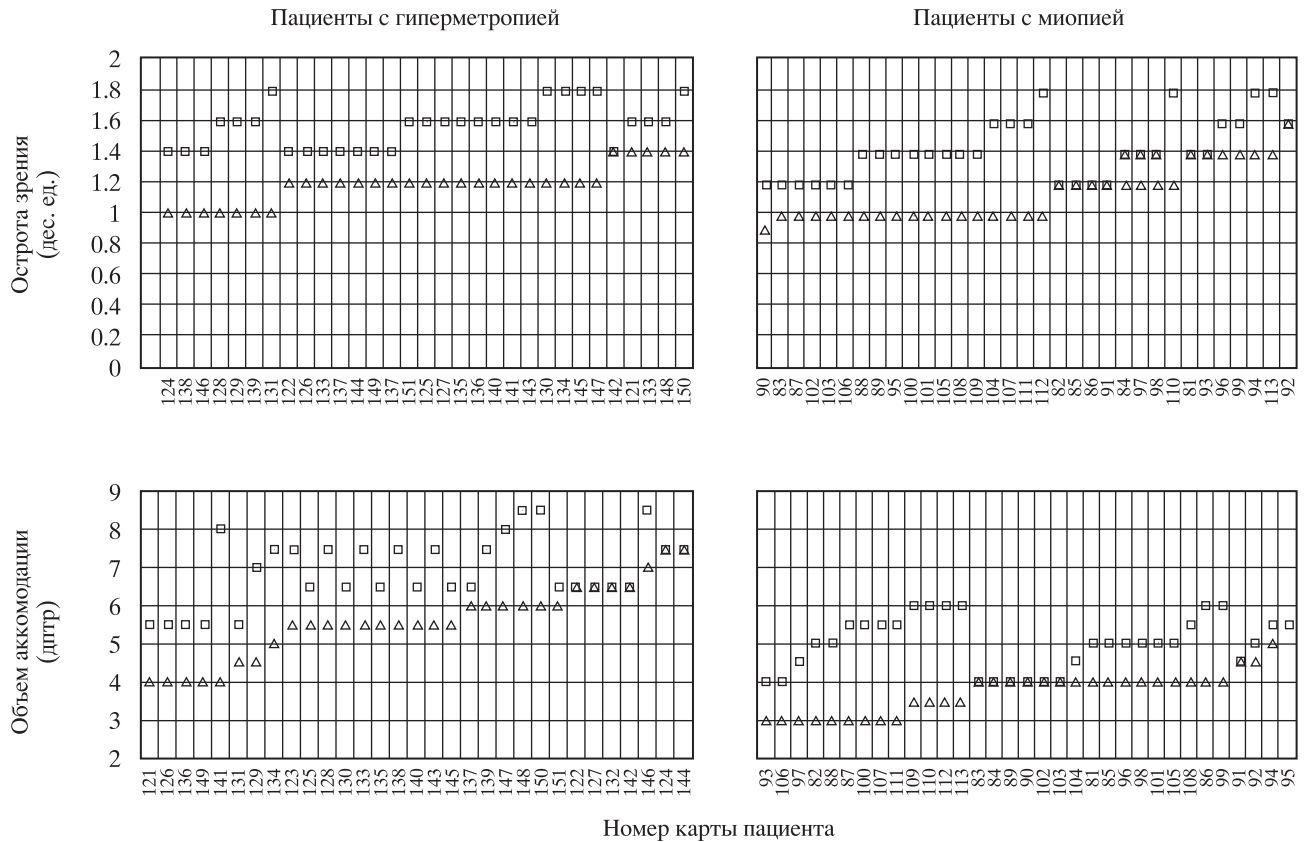


Рис. 3. Индивидуальные значения бинокулярной остроты зрения и аккомодации пациентов с гиперметропией и миопией до и после курса тренировок для расстояния наблюдения 1 м.

ного из пациентов не отмечалось, а у другого оно составило всего 1.5 дптр.

Объем аккомодации остался без изменения при этом расстоянии исследования только у шести пациентов с гиперметропией средней степени, имевших достаточно хорошие (не меньше 6.5 дптр) показатели аккомодации до лечения.

Расстояние наблюдения – 0.5 м, пациенты с миопией (рис. 2). Наиболее выраженная положительная динамика в результате лечения наблюдалась у четырёх пациентов с миопией средней степени и небольшим миопическим астигматизмом (не больше 0.75 дптр). У этих пациентов бинокулярная острота зрения повысилась с 1.0 до 1.4.

Одиннадцать пациентов изначально имели хорошую корригированную бинокулярную остроту зрения (1.2). У восьми из них была миопия слабой степени без астигматизма, у остальных – миопия средней и высокой степени. В результате лечения у четырех пациентов острота зрения повысилась до 1.4, а у семи – осталась на прежнем уровне, что представляется вполне естественным при достаточно высокой исходной остроте зрения.

Наибольшая вариабельность прибавки остроты зрения в результате лечения наблюдалась у пациентов со значениями корригированной остроты зрения до лечения 0.9–1.0. Например, из четырех пациентов с остротой зрения до лечения 0.9 у двух пациентов после лечения острота зрения достигла 1.2, а у двух других – только 1.0. При этом в обоих парах у одного пациента была миопия средней степени, а у второго – миопия высокой степени. У пяти пациентов с изначальной остротой зрения 1.0 значения этого показателя в результате лечения не изменились. Двое из этих пациентов имели миопический астигматизм на фоне миопии слабой степени, остальные имели миопическую рефракцию средней и высокой степени.

Объем аккомодации у большинства пациентов с миопией возрастал в результате лечения на 2.0–2.5 дптр. Увеличения объема аккомодации не наблюдалось только у семи пациентов, при этом у трёх из них – в сочетании с отсутствием динамики и по остроте зрения.

Расстояние наблюдения – 1 м, пациенты с гиперметропией (рис. 3). Улучшение остроты зрения (как минимум на 0.2) после курса функцио-

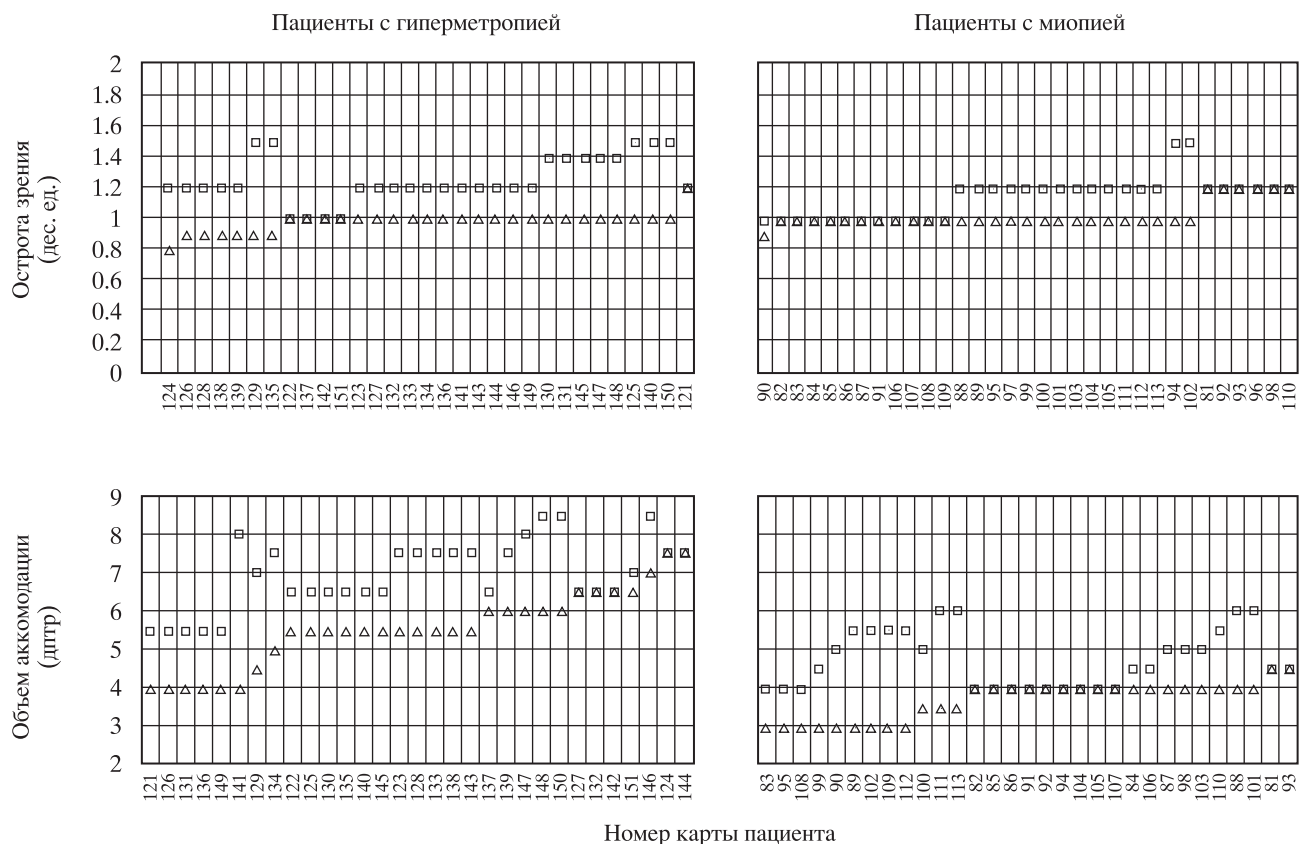


Рис. 4. Индивидуальные значения бинокулярной остроты зрения и аккомодации пациентов с гиперметропией и миопией до и после курса тренировок для расстояния наблюдения 5 м.

нального лечения наблюдалось у всех пациентов, кроме одного. Наиболее высокая острота зрения (в бинокулярных условиях – 1.8 и в монокулярных условиях для каждого глаза – 1.6) была достигнута в результате лечения у шести пациентов с гиперметропией слабой степени без астигматизма. Наименее выраженная положительная динамика (повышение бинокулярной остроты зрения с 1.2 до 1.4 и монокулярной для каждого глаза с 1.0 до 1.2) наблюдалась у шести пациентов с гиперметропией средней степени без астигматизма и одного пациента с гиперметропией высокой степени без астигматизма. Только у одного пациента, имевшего простой гиперметропический астигматизм, положительная динамика остроты зрения отсутствовала как на этом расстоянии, так и на расстояниях 0.5 и 1 м. Однако нужно отметить, что до лечения данный пациент имел достаточно хорошую остроту зрения (1.2 бинокулярно и 1.0 каждым глазом в монокулярных условиях).

Увеличение объема аккомодации варьировало от 1.0 до 4.0 дптр. Максимальное увеличение объема аккомодации (4.0 дптр) было зарегист-

рировано у пациента с гиперметропией слабой степени без астигматизма, бинокулярная острота зрения которого повысилась в результате лечения с 1.2 до 1.6. Объем аккомодации остался без изменения при этом расстоянии исследования только у пяти пациентов с гиперметропией средней степени, имевших достаточно хорошие (не меньше 6.5 дптр) показатели аккомодации до лечения.

Расстояние наблюдения – 1 м, пациенты с миопией (рис. 3). Наиболее высокие значения бинокулярной остроты зрения после лечения (1.8) были зарегистрированы у четырех пациентов с миопией слабой и средней степени без астигматизма. При этом нужно отметить, что прибавка остроты зрения (с 1.0 до 1.8 бинокулярно) оказалась наибольшей у пациента с миопией средней степени без астигматизма. У того же пациента острота зрения для расстояния 0.5 м повысилась с 1.0 до 1.4, а для расстояния 5 м – с 1.0 до 1.2.

Увеличение объема аккомодации варьировало от 0.5 до 2.5 дптр. Объем аккомодации остался без изменений у восьми пациентов, при этом у семи из них – в сочетании с отсутствием динамики по остроте зрения.

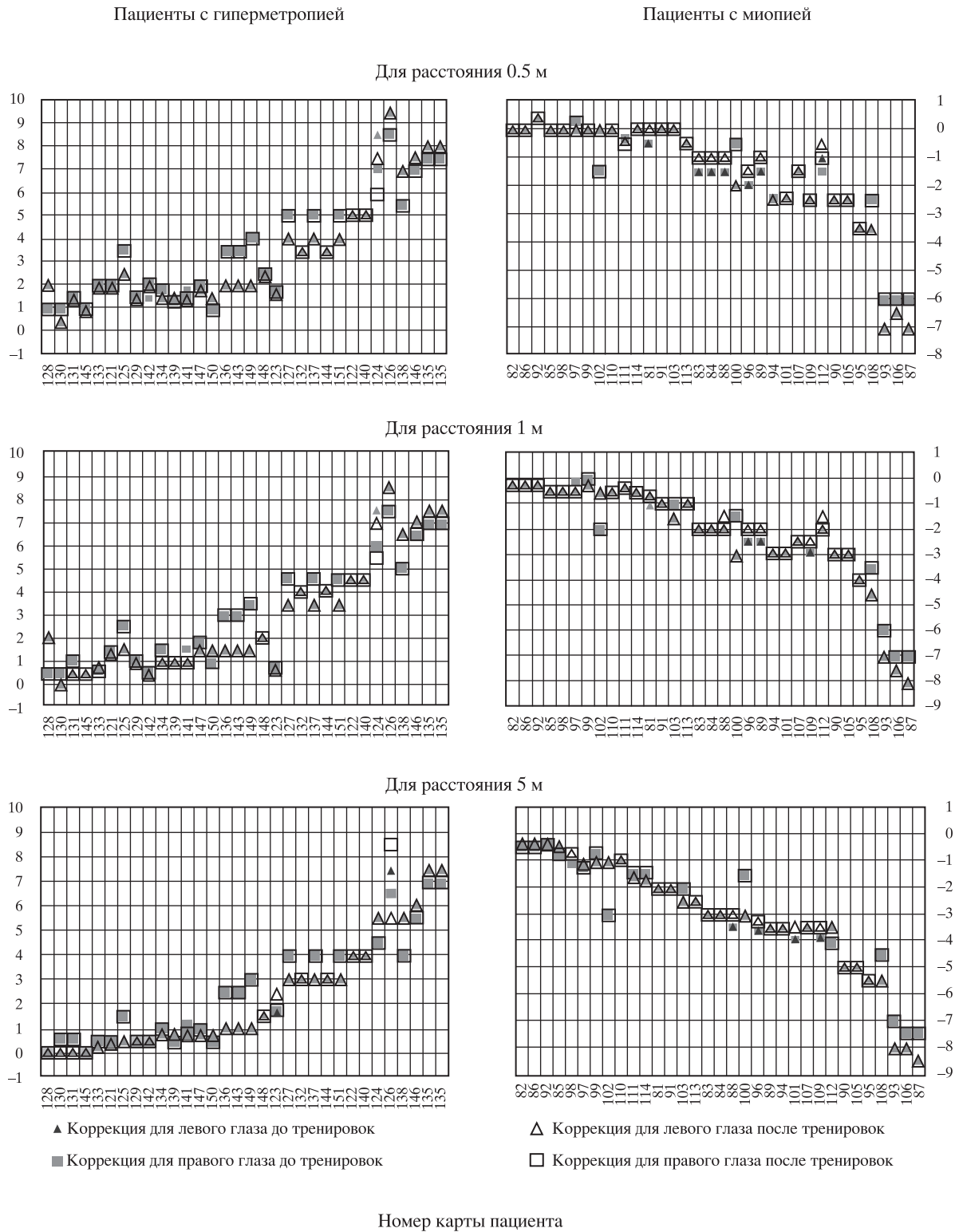


Рис. 5. Индивидуальные показатели рефракции по сферэквиваленту в группах пациентов с гиперметропией и миопией до и после курса тренировок для всех трех расстояний наблюдения.

Расстояние наблюдения – 5 м, пациенты с гиперметропией (рис. 4). Наиболее выраженное повышение бинокулярной остроты зрения (с 0.9–1.0 до 1.5) в сочетании с увеличением объема аккомодации на 2.0–4.0 дптр наблюдалось у пяти пациентов. Ни у кого из них не было астигматизма, при этом четверо пациентов имели гиперметропию слабой степени, и один – высокой степени. У этих же пациентов была зарегистрирована выраженная положительная динамика остроты зрения и на других расстояниях исследования (0.5 м и 1 м).

Отсутствие повышения остроты зрения на расстоянии 5 м отмечалось также у пяти пациентов. Из них трое имели гиперметропию средней степени без астигматизма и двое – гиперметропию слабой степени с астигматизмом. При этом объем аккомодации у одного из этих пациентов не изменился, а у остальных увеличился незначительно (на 0.5–1.5 дптр).

В целом по группе увеличение объема аккомодации варьировало от 0.5 до 4.0 дптр. Изменений объема аккомодации не отмечалось только у тех пяти пациентов с гиперметропией средней степени, которые до лечения имели хорошие показатели объема аккомодации на данном расстоянии (также как и на 0.5 м и 1 м) – не менее 6.5 дптр.

Расстояние наблюдения – 5 м, пациенты с миопией (рис. 4). Наиболее выраженное повышение остроты зрения (с 1.0 до 1.5) на расстоянии 5 м наблюдалось у двух пациентов с миопией средней степени без астигматизма. У этих же пациентов заметное повышение остроты зрения выявлялось на расстояниях 0.5 и 1 м.

В данной группе прибавки остроты зрения не было у семнадцати пациентов, имевших достаточно хорошую корригированную остроту зрения до лечения – 1.0–1.2. Нужно отметить, что среди этих пациентов у семи человек не выявлялось улучшения остроты зрения на всех трех расстояниях исследования. Сравнивая результаты лечения по показателям для трех расстояний, следует констатировать, что наименьшее число пациентов (семь) с отсутствием положительной динамики остроты зрения было зарегистрировано для расстояния исследования 1 м, тогда как для расстояния 0.5 м таких пациентов было 12, а для расстояния 5 м – 17. Согласно полученным данным, складывается впечатление, что исследование на расстоянии 1 м обеспечивает наиболее благоприятные условия для выявления положительной динамики: все семь пациентов с отсутствием положительных результатов на расстоянии 1 м не

демонстрировали улучшений остроты зрения и при двух других расстояниях.

Увеличение объема аккомодации у пациентов варьировало от 0.5 до 2.5 дптр. Объем аккомодации остался без изменений у одиннадцати человек; у восьми из них не было и повышения остроты зрения на данном расстоянии.

На рис. 5 представлены индивидуальные показатели рефракции (по сферозквиваленту) до и после курса упражнений. Согласно полученным результатам, существенных различий в показателях рефракции до и после лечения у большинства пациентов не было. Однако исключение составили шесть пациентов (примерно 10% от общего числа пациентов с аметропией): один из них с гиперметропией высокой степени и пять – с миопической рефракцией.

Пациенту с гиперметропией после курса лечения требовалась коррекция каждого глаза на 1.0 дптр меньше, чем до лечения на всех трех расстояниях. Этот пациент имел существенное улучшение остроты зрения (с 0.9 до 1.2 бинокулярно и с 0.8 до 1.0 для каждого глаза) одинаковое на всех трех расстояниях. Нужно отметить при этом, что показатели аккомодации у данного пациента еще до лечения были хорошими (не менее 6.5 дптр) и после лечения остались без изменений.

Среди пациентов с миопической рефракцией заметное снижение силы корригирующих линз (на 0.75 дптр) выявлялось на расстоянии наблюдения 0.5 м у пяти пациентов с миопией слабой степени. У четырех из них острота зрения повысилась не менее чем на 0.2 на всех трех расстояниях наблюдения и у одного – только на расстоянии 1 м. Увеличение объема аккомодации наблюдалось у всех пяти пациентов на всех трех расстояниях наблюдения. Прибавка объема аккомодации варьировала у данных пациентов от 0.5 до 2.5 дптр.

Таким образом, несмотря на выявленные при анализе средних значений показателей остроты зрения и аккомодации общие закономерности, индивидуальная вариабельность полученных результатов была значительной как в группе пациентов с гиперметропией, так и в группе пациентов с миопией. При этом обращают на себя внимание случаи значительного повышения остроты зрения (на 0.6–0.8) у некоторых пациентов, тогда как, по данным разных авторов, острота зрения улучшается обычно не более чем на 0.1–0.3 даже на фоне комплексного функционального лечения, включающего сочетание различных методов тренировочных упражнений с физиопроцедурами и медикаментозным лечением (Заяни Набил

и др., 2011; Тарутга, Тарасова, 2012; Vasudevan et al., 2009). Возможно, это связано не только с эффективностью нашего подхода к тренировкам аккомодации, заключающегося в обязательном контроле конвергенции при выполнении упражнений, но и с гораздо более высокой точностью измерения остроты зрения на разных расстояниях. Используемые в нашей работе таблицы, разработанные в ИППИ РАН, включают оптометры, позволяющие измерять остроту зрения до 2.0 с шагом 0.2 на разных расстояниях от глаз пациента (Рожкова, Токарева, 2001; Рожкова и др., 2004). Поэтому, пользуясь такими таблицами, мы могли выявлять повышение остроты зрения у некоторых пациентов, например, с 0.9 до 1.6 или с 1.2 до 1.8, в то время как обычные офтальмологические таблицы не позволяют выявлять такую существенную прибавку остроты зрения.

Выраженность положительной динамики остроты зрения и аккомодации, как мы и ожидали, зависела у большинства пациентов обеих групп от показателей этих функций до лечения. Важными факторами, оказывавшими влияние на результат лечения пациентов обеих групп, были степень аметропии и наличие астигматизма. Согласно полученным нами данным, наиболее выраженное улучшение зрительных функций в результате лечения наблюдалось у пациентов со слабой степенью аметропии без астигматизма. Однако и эти факторы не являлись определяющими: у некоторых пациентов с аметропией даже высокой степени и выраженным астигматизмом наблюдалось существенное повышение остроты зрения и увеличение объема аккомодации. Показательным является то, что повышение остроты зрения происходит у большинства пациентов на фоне увеличения объема аккомодации в результате тренировок. При этом данная закономерность характерна не только для пациентов с миопией, но и с гиперметропией, несмотря на то, что, как известно, средние показатели аккомодации у пациентов с гиперметропией изначально выше, чем у миопов и эметропов. В большинстве случаев пациенты с миопической рефракцией имеют различные нарушения аккомодационной способности глаз, и показатели объема аккомодации у таких пациентов значительно снижены по сравнению с аналогичными данными у пациентов без миопии (Корнюшина 2011; Катаргина, 2012; Judge, Flavell, 1999; Mutti et al., 2009; Lundstrom et al., 2009; Tarczy-Hornoch, 2009). Нужно отметить, что многие авторы считают улучшение аккомодационной способности сдерживающим фактором в отношении прогрессирования миопии (Шаповалов и др.,

2011; Weizhong et al., 2008; Davies, Mallen, 2009; Phillips, 2005; Buehren, Collins, 2006; Vasudevan et al., 2009). Поэтому увеличение объема аккомодации в результате лечения важно не только для улучшения зрительных функций, но еще и для стабилизации биомеханических процессов в миопическом глазу.

При этом нужно отметить, что проводимое нами функциональное лечение позволяло у некоторых пациентов не только улучшить остроту зрения и аккомодацию, но и снизить на этом фоне силу оптимальных корригирующих линз.

Анализируя как общие закономерности, так и индивидуальные результаты проводимого нами функционального лечения, можно предполагать, что, воздействуя одновременно на работу аккомодационной системы и фузионный механизм в ходе тренировок аккомодации под контролем конвергенции удается достичь оптимальных взаимоотношений между механизмами вергенции и аккомодации у большинства пациентов. Очевидно, что для оптимизации процедуры и прогнозирования результатов функционального лечения необходимо учитывать индивидуальные особенности каждого пациента, такие как вид и степень аметропии, наличие / отсутствие астигматизма, исходные показатели остроты зрения и, особенно, состояние аккомодации.

ВЫВОДЫ

- Тренировки аккомодации в условиях контроля конвергенции позволяют значительно повысить бинокулярную остроту зрения (даже на 0.6–0.8), добиваясь в лучших случаях остроты зрения 1.8 у пациентов как с гиперметропической, так и с миопической рефракцией.
- Одним из наиболее существенных факторов, обеспечивающих повышение остроты зрения у пациентов с аметропией, является улучшение аккомодационной способности глаз. В результате тренировок под контролем конвергенции удается увеличить объем относительной аккомодации (даже до 8.5 дптр) у пациентов как с гиперметропической, так и с миопической рефракцией.
- Результат тренировок зависит от состояния рефракции: наиболее выраженного повышения остроты зрения и увеличения объема аккомодации в результате функционального лечения можно ожидать у пациентов с аметропией слабой степени без астигматизма.

– Для части пациентов (примерно 10%) на фоне повышения остроты зрения и увеличения объема аккомодации в результате лечения удается снизить силу оптимальных корректирующих линз на 0.75–1.0 дптр.

– Проведение полноценного анализа эффективности функционального лечения пациентов с аметропией невозможно без точной оценки остроты зрения на разных расстояниях наблюдения; при этом необходимо пользоваться таблицами, позволяющими исследовать остроту зрения с шагом не более 0.2 не только в диапазоне до 1.0, но и от 1.0 до 2.0.

– Согласно полученным данным, наиболее благоприятные условия для выявления положительной динамики обеспечивает исследование зрительных функций при расстоянии тестирования 1 м.

Работа выполнена при поддержке гранта Минобрнауки России RFMEF160414X0076.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Волков В.В., Колесникова Л.Н.* О лечении спазма аккомодации, непосредственно не связанного со слабостью цилиарной мышцы // *Вестн. Офтальмол.* 1976. № 1. С. 50–52. (*Volkov V.V., Kolesnikova L.N.* On the treatment of spasm of accommodation, which is not directly associated with weakness of the ciliary muscle // *J. Ophthalmol.* 1976. № 1. P. 50–52 [in Russian]).
- Дашевский А.И.* Ложная близорукость. М.: Медицина, 1973. 152 с. (*Dashevskiy A.I.* Pseudomyopia. M.: Publ. "Medicine" 1973. 152 p. [in Russian]).
- Заяни Набил, Воронцова Т. Н., Бржеский В.В.* Комбинированная терапия спазма аккомодации у детей // *Офтальмол. Ведомости.* 2011. Т. 4, № 1. С. 23–27. (*Zayani Nabil, Voronova T.N., Brzheskiy V.V.* Combination therapy of spasm of accommodation in children // *Ophthalmol. Statements.* 2011. V.4, № 1. P. 23–27 [in Russian]).
- Каспранский Р.Р., Муратова Е.А., Якушев А.Г.* Применение видеоокулографии для оценки комфортного расстояния до цели // *Биомеханика глаза/ Под ред. Иомдиной Е.Н., Кошица И.Н. М.: МНИИГБ им. Гельмгольца.* 2005. С. 166–168. (*Kaspranskiy R.R., Muratova E.A., Yakushev A.G.* The use of videooculography to assess a comfortable distance to the target // *Biomechanics of the eye / Ed. Iomdina E.N., Koshits I.N. M.: Publ. MSRI named after Helmholtz.* 2005. P. 166–168 [in Russian]).
- Катаргина Л.А.* Аккомодация: Руководство для врачей / Под ред. Л.А. Катаргиной. М.: Апрель, 2012. 136 с. (*Katargina L.A.* Accommodation: a Guide for doctors / Ed. Katargina L.A. M.: Publ. "April", 2012. 136 p. [in Russian]).
- Корнюшина Т.А., Ибрагимов А.В., Каценко Т.П., Магарамова М.Д.* Аккомодативная астигмения у школьников с аметропией слабой и средней степени // *Рос. Педиатрическая офтальмол.* 2011. № 1. С. 20–21. (*Kornyushina T.A., Ibragimov V.A., Kashchenko T.P. Magaramova M.D.* Accommodative asthenopia in schoolchildren with intermediate and moderate ametropia // *Russian Pediatric Ophthalmol.* 2011. № 1. P. 20–21 [in Russian]).
- Могилев Л.Н.* Бинариметр. "Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки". Авт. Свид. 596220. // *Б. И.* 1978. Т. 70. № 8. С. 14–15. (*Moguilev L.N.* Binarimetr. "Discoveries, inventions, industrial designs, trademarks". Copyright certificate 596220 // *В. I.* 1978. V. 70. № 8. P. 14–15 [in Russian]).
- Рожкова Г.И., Токарева В.С.* Тесты и таблицы для оценки зрительных способностей. М.: ВЛАДОС. 2001. 102 с. (*Rozhkova G.I., Tokareva V.S.* Tests and tables for the assessment of visual abilities. M.: Publ. "VLADOS". 2001. 102 p. [in Russian]).
- Рожкова Г.И., Токарева В.С. Николаев Д.П., Огнивов В.В.* Основные типы зависимости остроты зрения от расстояния у человека в разном возрасте по результатам дискриминантного анализа // *Сенсорные системы.* 2004. Т. 18. № 4. С. 330–338. (*Rozhkova G.I., Tokareva V.S. Nikolaev D.P., Ognivov V.V.* Main types of visual acuity dependence on distance in young and old adults confirmed by means of discriminant analysis // *Sensory Systems.* 2004. V. 18. № 4. P. 330–338 [in Russian]).
- Рычкова С.И., Рожкова Г.И.* Острота зрения, аккомодация и оптимальная оптическая коррекция при косоглазии в постоперационном периоде // *Сенсорные системы.* 2009а. Т. 23. № 1. С. 24–39. (*Rychkova S.I., Rozhkova G.I.* Postoperative visual acuity, accommodation and optimal optical correction in squint patients // *Sensory Systems.* 2009. V.23. № 1. P. 24–39 [in Russian]).
- Рычкова С.И., Рожкова Г.И.* Острота зрения для разных расстояний наблюдения при аметропии и артификации // *Биомеханика глаза / Под ред. Иомдиной Е.Н., Кошица И.Н. М.: МНИИГБ им. Гельмгольца.* 2009б. С. 24–29. (*Rychkova S.I., Rozhkova G.I.* Visual acuity for different observation distances with ametropia and artiphaxia // *Biomechanics of the eye / Ed. Iomdina E.N., Koshits I.N. M.: Publ. MSRI named after Helmholtz.* 2009b. P. 24–29 [in Russian]).
- Тарутта Е.П., Тарасова Н.А.* Состояние привычного тонуса и тонуса покоя аккомодации у детей и подростков на фоне аппаратного лечения близорукости // *Рос. офтальмол. журн.* 2012. № 2. С. 59–62. (*Tarutta E. P., Tarasova N.A.* The state of the habitual tone and the resting tone of accommodation in children and adolescents on the background of the instrumental

- treatment of myopia // *Russian Ophthalmol. J.* 2012. № 2. P. 59–62 [in Russian].
- Шановалов С.Л., Милявская Т.И., Игнатъев С.А. Аккомодация глаза и ее нарушения. М.: МИК, 2011. 184 с. (*Shapovalov S.L., Milyavskaya T.I., Ignatyev S.A. Accommodation of the eye and its disorders. M.: Publ. MIK, 2011. 184 p. [in Russian].*)
- Allen P.M., O'Leary D.J. Accommodation functions: co-dependency and relationship to refractive error // *Vision Res.* 2006. V. 46. P. 491–505.
- Buehren T., Collins M.J. Accommodation stimulus-response function and retinal image quality // *Vision Res.* 2006. V. 46. P. 1633–1645.
- Berntsen D.A., Sinnott L.T., Mutti D.O., Karla Zadnik K. Accommodative lag and juvenile-onset myopia progression in children wearing refractive correction // *Vision Res.* 2011. V. 51 № 9. P. 1039–1046.
- Davies L.N., Mallen E.A. Influence of accommodation and refractive status on the peripheral refractive profile // *Br. J. Ophthalmology.* 2009. V. 93. P. 1186–1190.
- Judge S.J., Flavell M.J. Mechanics of accommodation of the human eye // *Vision Res.* 1999. V. 39. P. 1591–1595.
- Lundstrom L., Mira-Agudelo A., Artal P. Peripheral optical errors and their change with accommodation differ between emmetropic and myopic eyes // *J. Vision.* 2009. V. 9. № 17. P. 1–11
- Mutti D.O., Mitchell G.L., Jones L.A., Friedman N.E., Frane S.L., Lin W.K., Moeschberger M.L., Zadnik K. Accommodation, acuity, and their relationship to emmetropization in infants // *Optom. Vis. Sci.* 2009. V. 86 № 6. P. 666–676.
- Phillips J.R. Monovision slows juvenile myopia progression unilaterally // *Br. J. Ophthalmol.* 2005. V. 89. № 1196–200.
- Heron G., Furby H.P., Walker R.J., Lane C.S., Judge O.J.E. Relationship between visual acuity and observation distance // *Ophthal. Physiol. Opt.* 1995. V. 15. № 1. P. 23–30.
- Tarczy-Hornoch K. Modified Bell Retinoscopy: Measuring Accommodative Lag in Children // *Optom. Vis. Sci.* 2009. V. 86. № 12. P. 1337–1345.
- Vasudevan B., Ciuffreda K.J., Ludlam D.P. Accommodative training to reduce nearwork-induced transient myopia // *Optom. Vis. Sci.* 2009. V. 86. № 11. P. 1287–1294.
- Weizhong L., Zhikuan Y., Wen L., Xiang C., Jian G. A longitudinal study on the relationship between myopia development and near accommodation lag in myopic children // *Ophthal. Physiol. Opt.* 2008. V. 28. № 1. P. 57–61.

Individual data on visual acuity and accommodation after training of accommodation under control of convergence in patients with myopia and hypermetropia

S. I. Rychkova¹, M. A. Gracheva^{1,2}, H. P. Tahchidi²

¹*Institute for Information Transmission Problems (Kharkevich Institute), RAS
127051 Moscow, B.Karetny per., 19*

²*Russian National Research Medical University named after N.I.Pirogov
117997 Moscow, ul.Ostrovitjanova, 1.*

The individual data on visual acuity and accommodation range were compared before and after training of accommodation under control of convergence in patients with myopia (N = 33) and hypermetropia (N = 31). The training course consisted of 10 sessions of exercises, during which the patients were instructed to recognize visual stimuli of different sizes, presented at different distances from the eyes. During the session, we gradually changed the strength of corrective lenses under the correct control of convergence of the eye axes on the screen with the visual stimulus. The effect of training was assessed at the three observation distances: 0.5, 1.0 and 5.0 m. The majority of patients with both myopic and hypermetropic refraction had the highest positive effect at the viewing distance of 1 m. However, the individual data differed significantly. The results of the training depended on the initial level of visual acuity, accommodation range, the degree of ametropia and the presence of astigmatism. The most significant improvement of visual acuity was observed in patients with slight degree of ametropia without astigmatism. The improvement of visual acuity was usually combined with the improvement in accommodative ability.

Key words: accommodation, visual acuity, myopia, hypermetropia, convergence, functional correction.