

UDK 617.753.2-06-085.849.19/.874.25

Коновалова Н.В., Гузун О.В., Храменко Н.И., Ковтун А.В.*

РОЛЬ ФОТОБИОМОДУЛЯЦИИ И ДЛИТЕЛЬНОЙ НУТРИЕНТНОЙ ТЕРАПИИ В СТАБИЛИЗАЦИИ БЛИЗОРУКОСТИ И ПРОФИЛАКТИКЕ ОСЛОЖНЕНИЙ

ГУ: «Институт глазных болезней и тканевой терапии им. В.П.Филатова НАМН Украины»,
Одесса, Французский бульвар 49/51

Одесский Национальный медицинский университет, Одесса 65082, Валеховский переулок, 2*

РЕЗЮМЕ

Цель – оценить роль фотобиомодуляции и длительной нутриентной терапии в стабилизации близорукости и профилактике осложнений.

Материалы и методы

Обследовано 52 человека (104 глаза) с миопией средней степени. Пациенты были разделены на две группы: I (основная) группа – 27 человек (54 глаза); II (контрольная) группа – 25 (50 глаз). Всем пациентам был проведен курс фотобиомодуляции (ФБМ) на диодном лазере СМ-4.3 ($\lambda=650$ нм, $I=0,4$ мВт/см², экспозиция 300с). Пациентам основной группы был рекомендован витаминно-антиоксидантный комплекс формулы AREDS, усиленный витамином D₃, омега-3 полиненасыщенными жирными кислотами (ПНЖК) и ресвератролом (Нутроф®Форте). Всем пациентам провели стандартные общеклинические и офтальмологические обследования.

Результаты

В основной группе, принимавшей нутрицевтик на протяжении 6 месяцев, результат частотного анализа показал, что острота зрения выше 0,3 была в 3,1 раза больше, чем в группе контро-

ля. Была выявлена корреляционная связь между повышением резерва аккомодации после курса нутриентной терапии и повышением остроты зрения ($r_s = 0,45$, $p < 0,05$), а также уменьшением силы оптической коррекции (СОК) ($r_s = - 0,3$, $p < 0,05$) на протяжении 6 месяцев наблюдения. Стабилизация фотопической световой чувствительности (ФСЧ) афферентной системы, переменность показателя которой была снижена в два раза вначале исследования, на 7-й минуте достигла нормальных значений после окончания курса лечения. Показатель объемного кровенаполнения глаза через 6 месяцев наблюдения выявил стабилизацию, на что указывало уменьшение спазма внутриглазных сосудов ($\alpha/t1$).

Заключение

Комбинированный курс лечения, включающий фотобиомодуляцию и длительную нутриентную поддержку, способствовал нормализации регулирующих и трофических механизмов на протяжении 6 месяцев за счет улучшения и стабилизации колбочковой световой чувствительности.

Ключевые слова: миопия, фотобиомодуляция, нутриенты

Konovalova N.V., Guzun O.V., Xramenko N.I., Kovtun A.V.

FOTOBİOMODULYASIYANIN VƏ UZUNMÜDDƏTLİ QIDA MADDƏLƏRİ İLƏ TERAPİYANIN MİOPIYANIN SABİTLƏŞMƏSİNDƏ VƏ AĞIRLAŞMALARIN QARŞISININ ALINMASINDA ROLU

XÜLASƏ

Məqsəd – miopiyanın sabitləşməsində və ağırlaşmalarının qarşısının alınmasında fotobiomodulyasiyanın və uzunmüddətli qida maddələri ilə terapiyanın rolunu qiymətləndirmək.

Material və metodlar

Orta dərəcəli miopiyası olan 52 nəfər (104 göz) müayinə olunmuşdur. Pasiyentlər iki qrupa bölünmüşdür: I (əsas) qrup – 27 (54 göz); II (nəzarət)

qrup – 25 nəfər (50 göz). Bütün pasiyentlərə SM-4.3 diod lazer vasitəsi ilə ($\lambda=650$ nm, $I=0,4$ mVt/sm², ekspozisiya 300 s) fotobiomodulyasiya (FBM) aparılmışdır. Əsas qrupun pasiyentlərinə vitamin D3, omeqa-3 polidoymamış yağ turşuları (PDYT) və resveratrol (Nutrof® Forte) ilə zənginləşdirilmiş AREDS formulunun vitamin-antioksidant kompleksi tövsiyə edilmişdir. Bütün pasiyentlərə standart ümumi klinik və oftalmoloji müayinələr aparılmışdır.

Nəticə

Tezlik analizinin nəticəsi göstərmişdir ki, nəzarət qrupuna nisbətən, 6 ay ərzində qida maddələrini qəbul edən əsas qrupda 0,3-dən yuxarı görmə itiliyi 3,1 dəfə çox olmuşdur.

Qida maddələri ilə terapiya kursundan sonra 6 ay müşahidə ərzində akkomodasiya ehtiyatının artması və görmə itiliyinin artması ($r_s = 0,45$, $p < 0,05$),

həmçinin korreksiyanın optik gücünün (KOG) azalması ($r_s = -0,3$, $p < 0,05$) arasında korrelyasiya aşkar edilmişdir.

Tədqiqatın əvvəlində dəyişkənliyi iki dəfə azalan afferent sistemin fotopik işığa həssaslığının (FİH) sabitləşməsi müalicə kursunun bitməsindən sonra 7-ci dəqiqədə normal dəyərlərə çatmışdır. Altı aylıq müşahidədən sonra intraokulyar damarların spazminin azalması ($\alpha/t1$) ilə özünü biruzə verən gözün qanla dolğunluğunun həcmninə sabitləşməni aşkar edilmişdir.

Yekun

Fotobiomodulyasiya və uzunmüddətli qida maddələri ilə dəstəkdən ibarət kombinə edilmiş müalicə kursu fotopik işığa həssaslığın yaxşılaşması və sabitləşməsi hesabına 6 ay ərzində tənzimləyici və trofik mexanizmlərin normallaşmasına şərait yaratmışdır.

Açar sözlər: *miyopiya, fotobiomodulyasiya, qida maddələri*

Konovalova N.V., Guzun O.V., Khramenko N.I., Kovtun A.V.

THE ROLE OF PHOTOBIMODULATION AND LONG-TERM NUTRITIONAL THERAPY IN THE STABILIZATION OF MYOPIA AND THE PREVENTION OF COMPLICATIONS

SUMMARY

Purpose – the role of photobiomodulation and long-term nutritional therapy in the stabilization of myopia and the prevention of complications.

Materials and methods

52 people (104 eyes) with moderate myopia were examined. The patients were divided into 2 groups: 27 (54 eyes) - main and 25 (50 eyes) - control. All 52 patients underwent a course of photobiomodulation (PBM) using a diode laser SM-4.3 ($\lambda=650$ nm, $I=0.4$ mW/cm², exposure 300 s). 27 patients of the main group were recommended a vitamin-antioxidant complex of the AREDS formula, fortified with vitamin D3, omega-3 PUFAs and resveratrol (Nutrof®). All patients underwent standard general clinical and ophthalmological examinations.

Results

In main the group that took the nutraceuticals for 6 months, the frequency analysis result determined visual acuity higher than 0,3 in 3,1 times more eyes

than in the control group. A correlation was found between an increase in the accommodation reserve after a course of nutrient therapy and an increase in visual acuity ($r_s = 0.45$, $p < 0.05$), as well as a decrease in the SOC ($r_s = -0.3$, $p < 0.05$) during 6 months of observation. Stabilization of cone light sensitivity (FCS), the variability of which was reduced by 2 times at the beginning of the study, at the 7th minute of the CFS reached normal values 25% after the end of the course of treatment. The indicator of volumetric blood filling of the eye after 6 months of observation revealed stabilization, as indicated by a decrease in spasm of intraocular vessels ($\alpha/t1$).

Conclusion

A combined course of treatment, including photobiomodulation and long-term nutritional support, contributed to the normalization of regulatory and trophic mechanisms for 6 months by improving and stabilizing cone light sensitivity.

Key words: *myopia, photobiomodulation, nutrients*

Проблема близорукости остается актуальной благодаря увеличению частоты случаев и склонности к серьезным осложнениям и является одной из приоритетных проблем охраны зрения детей и взрослых. Аномалии рефракции остаются одной из главных причин слабовидения у детей и подростков и становятся проблемой номер один в сохранении здоровья населения. Миопия в последние десятилетия приобретает масштабы эпидемии, что подтверждается неуклонным ростом количества людей с этим видом рефракционных нарушений во всем мире.

Исследователи предполагают, что к 2050 году половина населения мира (около 5 миллиардов человек), вероятно, будет иметь миопическую рефракцию, при этом пятая часть будет приходиться на миопию высокой степени [1]. В странах Азии показатель аномалий рефракции достигает 80 %, в Европе этот показатель составляет 25% [2, 3].

По данным ряда авторов, процент распространенности миопии в некоторых регионах Азии (Сингапур, Китай, Япония и Корея) колеблется в районе 80-90%, а в Сеуле достигает 96,5%. Среди аномалий рефракции миопия занимает первое место по частоте возникновения и возможным осложнениям клинического течения [4]. Согласно программе Всемирной Организации Здравоохранения «Профилактика слепоты в мире» определяют близорукость, как одно из пяти приоритетных заболеваний, приводящих к слепоте и требующих активной профилактики [5].

Распространенность миопии быстро растет, что, прежде всего, связано с изменениями окружающей среды, компьютеризацией, изменением образа жизни, увеличением зрительной нагрузки. Было высказано предположение, что провоцирующим фактором миопии может служить то, что современный человек проводит гораздо больше времени в помещении, работая с гаджетами и рассматривая предметы, расположенные на близком расстоянии, чем в любой период истории человечества.

Это связано с необходимостью нахождения у экрана компьютера или постоянного использования электронных гаджетов (на работе, в школе или просто ради удовольствия) [6, 7, 8].

Основной причиной появления осложнений являются хориоретинальные изменения, связанные с растяжением глазного яблока, ухудшением

гемодинамики и метаболизма. При близорукости дистрофические изменения сетчатки вызваны нарушением кровообращения в хориоидальных и перипапиллярных артериях, а также ее механическим растяжением [9].

Несмотря на научные исследования, которые продолжаются более, чем 150 лет и до сих пор достоверно не выявлены ни причины развития и прогрессирования миопии, ни методы предотвращения и профилактики осложнений. Консервативные методы лечения больных традиционно сочетаются комбинацией медикаментозной терапии и физиотерапевтических и стимулирующих методов лечения. Воздействие на метаболизм сетчатки, оптимизация энергетических процессов в тканях глаза, влияние на перекисное окисление липидов, улучшение внутриклеточного синтеза белка являются факторами влияния комплексной терапии на ткани глаза.

В лечении миопии системное применение препаратов, улучшающих гемодинамику глаза, целесообразно.

Дефицит нутриентов является фактором риска глазной патологии в молодом возрасте. Лютеин и зеаксантин, каротиноиды, составляют основу макулярного пигмента, предохраняющего глаза от оптического и оксидативного стресса, что характерно для прогрессирующей миопии. Особая роль в осуществлении антиоксидантной защиты отводится каротиноидам из класса ксантофилов – лютеина и зеаксантина.

Каротиноиды являются оптическим фильтром для синего цвета, таким образом, обеспечивая антиоксидантную защиту сетчатки, ингибируют перекисное окисление длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот. С учетом того, что ксантофилы не синтезируются в организме, важным моментом является определение стойкости к фотострессу в зависимости от их поступления в виде пищевых добавок [10,11,12].

Под действием нутриентов происходит активация ферментов, защита клеток от повреждения активными формами кислорода и свободными радикалами, что приводит к ускорению процессов восстановления зрения после длительных зрительных нагрузок, работой с гаджетами, обучением онлайн.

Цель – оценить роль фотобиомодуляции и длительной нутриентной терапии в стабилизации близорукости и профилактике осложнений.

Материалы и методы

Морально-этический аспект исследований основан на положениях Хельсинской Декларации о моральном регулировании медицинских исследований, Конвенции Совета Европы о правах человека и биомедицины, соответствующих законов Украины, исследование является открытым и не интервенционным.

Исследования выполнены при информированном согласии пациентов у 52-х пациентов (104 глаза) с миопией средней степени (22 мужчины и 30 женщин в возрасте от 16 до 37 лет (21,3 SD 5,27 лет), которые находились на обследовании и лечении в ГУ «Институт глазных болезней и тканевой терапии имени В.П.Филатова НАМН Украины» и в лечебно-диагностическом центре Микрохирургии глаза университетской клиники №2 г. Одессы. Пациенты были распределены на две группы: I (основная) группа – 27 человек (54 глаза) и II (контрольная) 25 (50 глаз). Всем пациентам был проведён курс фотобиомодуляции (ФБМ) на диодном лазере SM-4.3 ($\lambda=650$ нм, $I=0,4$ мВт/см², экспозиция 300 с). После курса ФБМ пациентам основной группы был рекомендован витаминно-антиоксидантный комплекс формулы AREDS, усиленный витамином D3, омега-3 ПНЖК и ресвератролом (Нутроф®Форте) по 1 капсуле 1 раз в день в течение 6 месяцев. Группа контроля была под наблюдением и препарат не получала.

Уровень ВГД у всех пациентов не отличался и в среднем составлял 14,8, SD 2,32 (от 11 до 19) мм рт. ст. Показатели компьютерной периметрии не выходили за пределы нормальных величин. Величина передне-задней оси (ПЗО) составляла в среднем в I группе 25,54, SD 1,33 мм, во II группе – 25,1, SD 1,2 (от 23,4 до 27,6) мм.

Критерием включения в исследование было наличие миопии средней степени. Критериями исключения были наличие в анамнезе сахарного диабета, острых инфекционных, вирусных, сердечно-сосудистых заболеваний, нарушение кровообращения в магистральных сосудах глаза, ранее проведенные глазные операции, наличие беременности.

Диагноз «Миопия» ставили в соответствии с Международной классификацией 10-го пересмотра (2019 г.).

Функционально-диагностическое обследование включало визометрию, рефрактометрию, биомикроскопию, оценку резервов аккомодации

(РА) по А.Дашевскому, определение ПЗО, силы оптической коррекции (СОК), фотопической световой чувствительности (ФСЧ) афферентной системы, показатель электрической чувствительности (ПЭЧФ, мкА) зрительного анализатора (ЗА) по фосфену, проведение периметрии, исследовались объем (RQ %) и тонус внутриглазных сосудов ($\alpha/t1$ %) по данным компьютерной реофтальмографии (РОГ).

Анализ данных проводился с помощью Statistica 10.0 программного обеспечения (StatSoft, Inc.). Результаты выражали как число, процент (%), используя таблицы частот: среднее значение (M) и стандартное отклонение (SD). Нормальность непрерывного распределения данных была проверена тестом Шапиро-Wilk. Анализ полученных результатов проводился с использованием непараметрического теста Вилкоксона, рангового корреляционного анализа Спирмена (rs). Для проверки графической значимости различия между средними в разных группах использовался дисперсионный анализ ANOVA. Значения $p<0,05$ считались статистически значимыми [13].

Результаты и их обсуждение

Уровень ВГД у всех пациентов был нормальным и оставался стабильным в течение всего периода наблюдения. Результаты компьютерной периметрии тоже не изменялись.

Некорректируемая острота зрения (НКОЗ) пациентов до лечения колебалась от 0,08 до 0,4, в среднем составив в основной группе 0,18, SD 0,07 и в группе контроля – 0,17, SD 0,06. После курса ФБМ острота зрения повысилась в среднем в обеих группах до 0,31, SD 0,1 ($p<0,05$). Через 6 месяцев наблюдения в основной группе отмечена стабилизация остроты зрения, в то время как в группе контроля этот показатель снизился на 23% (до 0,24, SD 0,08) ($p<0,05$) (рис. 1).

Частотный анализ показал, что до лечения острота зрения выше 0,3 была только на 2-х и на 1 глазу в I и во II группе соответственно, а ниже 0,2 – на 30-и и 29-и глазах соответственно. После курса лечения острота зрения от 0,3 равномерно повысилась на 23-х и 21-м глазу соответственно в I и II группах. А после 6 месяцев острота зрения выше 0,3 в основной группе была в 3,1 раза больше, чем в группе контроля (таб.1).

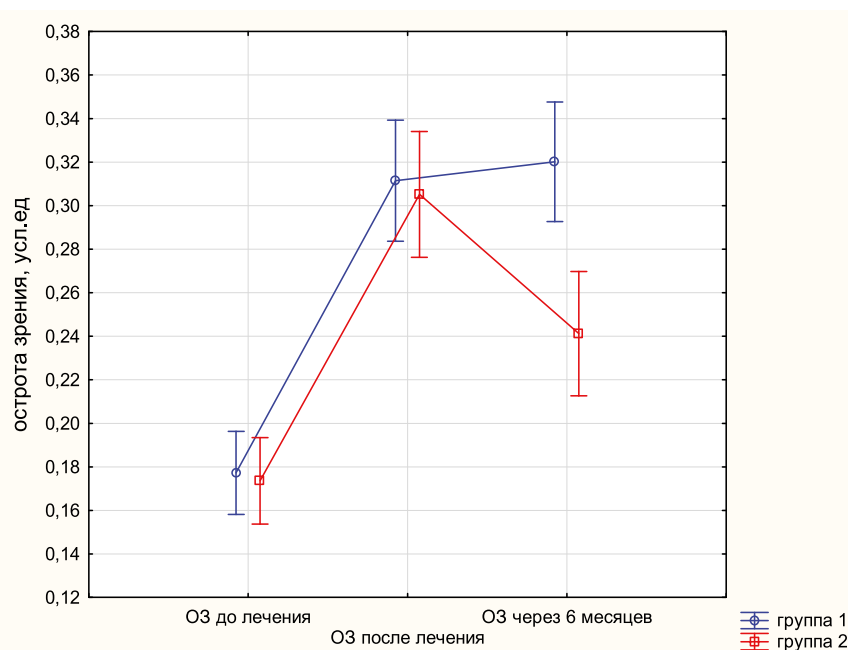


Рис.1. Некоррегированная острота зрения пациентов с миопией средней степени до лечения, после и через 6 месяцев в I (основной) и II (контрольной) группах

Таблица 1

Частотный анализ распределения глаз с некорригированной остротой зрения пациентов с миопией средней степени в динамике наблюдения в I (основной) и II (контрольной) группах

Изменения ОЗ по группам Сроки наблюдения	>0,2		0,2-0,3		<0,3	
	I группа	II группа	I группа	II группа	I группа	II группа
До лечения	30	29	22	20	2	1
После лечения	5	7	26	22	23	21
Через 6 месяцев	6	13	23	29	25	8

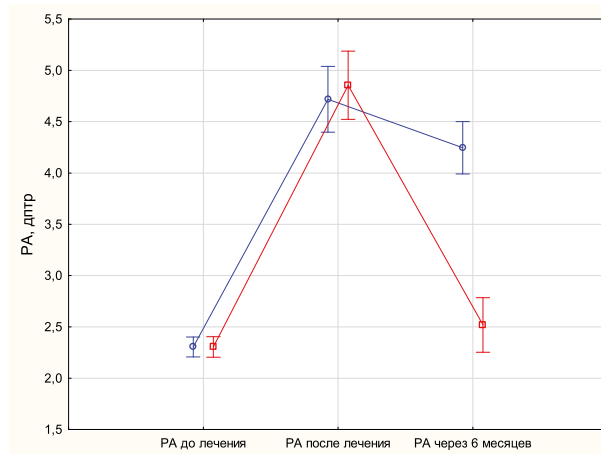
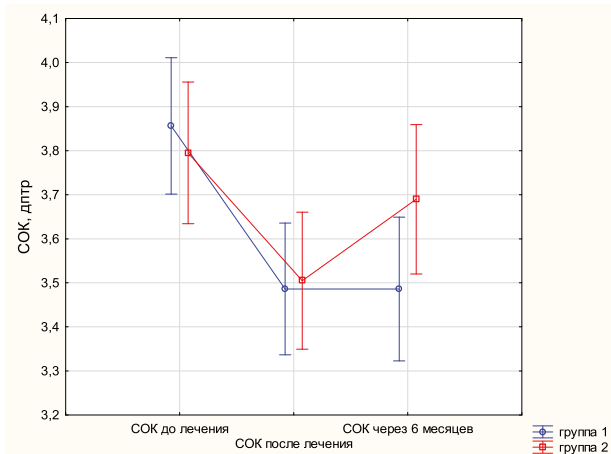
Сила оптической коррекции, необходимая для достижения остроты зрения, равной 1,0, до лечения составляла в I группе – 3,86 (SD 0,56) Дптр, во II – 3,80 (SD 0,59) Дптр. После курса лечения сила стекла уменьшилась в среднем на 0,31 Дптр ($p<0,05$) у всех пациентов в обеих группах наблюдения. Через 6 месяцев наблюдения была отмечена стабилизация СОК в основной группе, а в контрольной группе этот показатель отметил ухудшение на 0,2 Дптр ($p<0,05$) (рис.2-А).

Показатели РА до лечения колебались от 2,0 до 3,0 Дптр, в среднем составив 2,31, SD 0,36 Дптр. После курса ФБМ у всех пациентов отмечалось повышение РА ($p<0,05$) в среднем в I группе на 2,4 Дптр (до 4,72, SD 1,29 Дптр), во II – на 2,5 Дптр (до 4,86, SD 1,06 Дптр). Через 6 месяцев

наблюдения отмечено в основной группе – стабилизация РА на 84% выше, чем до лечения (до 4,52, SD 1,23 Дптр) ($p<0,05$), а в группе контроля показатель снизился практически до входных данных (рис.2-Б).

Наблюдение через 6 месяцев показало, что величина ПЗО увеличилась в I группе на 22%, в то время как во II группе на 44% с незначительным увеличением ПЗО в среднем на 0,002-0,004 мм.

Измерение ФСЧ показало ее значительное уменьшение на всех 7 минутах исследования. Статистический показатель – коэффициент вариации ФСЧ – колебался от 89% в начале исследования, указывая на сильную степень дисрегуляции на первых минутах, и до 16% на конечном этапе



а)

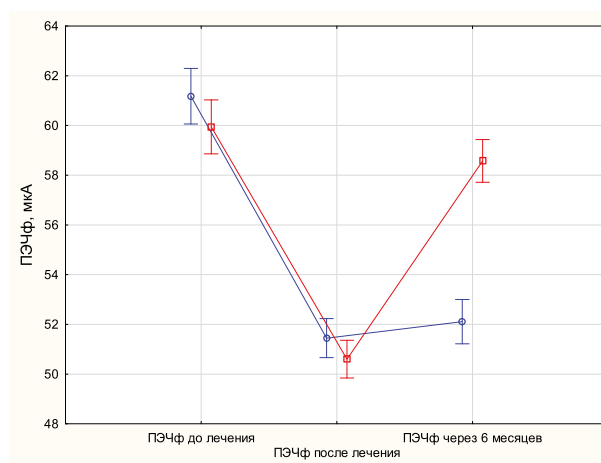
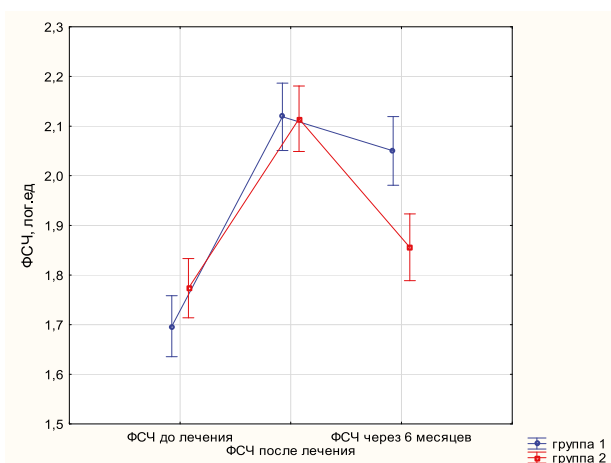
б)

Рис.2. Сила оптической коррекции (а) и резервы аккомодации (б) пациентов с миопией средней степени до лечения, после и через 6 месяцев в I (основной) и II (контрольной) группах

включения колбочек в процесс адаптации в обеих группах. После лечения отмечалось значительное повышение ФСЧ на 7-й минуте – 25% (до 2,12, SD 0,19 лог.ед.) в обеих группах.

В основной группе через 6 месяцев наблюдения уменьшилась вариабельность ФСЧ в 2 раза в начале исследования и до 21% на 7-й минуте (до 2,05, SD 0,18 лог.ед.) ($p < 0,05$), что говорит о нормализации регулирующих и трофических механизмов, имевших тенденцию к улучшению в течение 6 месяцев. В то же время в группе контроля этот показатель снизился практически до первичных значений и был всего на 5% выше, чем до лечения (рис.3-А).

Кроме того, отмечено положительное влияние курса комбинированного лечения (курс ФБМ и длительная нутриентная поддержка) на электрическую чувствительность ЗА. Так, до лечения ПЭЧФ колебались от 55,2 мкА до 66,2 мкА, а после лечения уменьшились до 48,2-58,2 мкА улучшив электрическую чувствительность ЗА на 16% в обеих группах (до 51,5, SD 2,39 мкА и 50,6, SD 2,05 мкА соответственно в 1 и 2) ($p < 0,05$). В целом через 6 месяцев отмечается стабилизация электрической чувствительности ЗА в основной группе на фоне нутриентной поддержки (ПЭЧФ до 52,1, SD 2,4 мкА и 58,6, SD 2,66 мкА соответственно в I и II группах) ($p < 0,05$) (рис.3-Б).



а)

б)

Рис.3. Фотопическая (колбочковая) световая чувствительность (а), электрическая чувствительность зрительного анализатора (б) пациентов с миопией средней степени до лечения, после и через 6 месяцев в I (основной) – 16 пациентов (32 глаза) и II (контрольной) группе – 17 пациентов (34 глаза)

Достоверной разницы в объемном кровенаполнении глаза у пациентов с миопией средней степени в обеих группах до и после ФБМ не было. Показатель RQ был снижен в обеих группах соответственно на 18% и 21%. После ФБМ этот показатель вырос в I группе на 16% и 19% во II группе ($p < 0,05$). Однако через 6 месяцев наблюдения в группе контроля показатель объемного кровенаполнения глаза ухудшился на 13% (до 2,87, SD 0,32%) ($p < 0,05$), в то время в основной группе мы отмечаем стабилизацию показателя RQ (до 3,27, SD 0,34%) ($p < 0,05$) (рис.4-А).

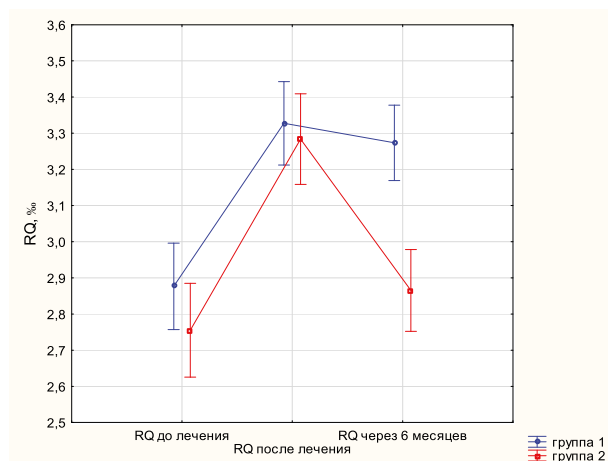
Тонус внутриглазных сосудов крупного калибра до лечения был повышен в обеих группах соответственно на 33% и 27%. Дисперсионный анализ с повторными измерениями показал, что после курса ФБМ спазм внутриглазных сосудов уменьшился в среднем на 18% в обеих группах ($p < 0,05$). Обследование через 6 месяцев по данным РОГ показало значительное снижение спазма внутриглазных сосудов (α/t_1) на 17,4% ($p < 0,05$) в основной группе пациентов. В то время как в группе контроля спазм внутриглазных сосудов усилился до исходных величин (рис.4-Б).

Глобальная распространенность близорукости растет с геометрической скоростью: почти 30% населения мира в настоящее время страдают близорукостью и ожидается, что к 2050 году это число вырастет почти до 50% [14], ее этиология

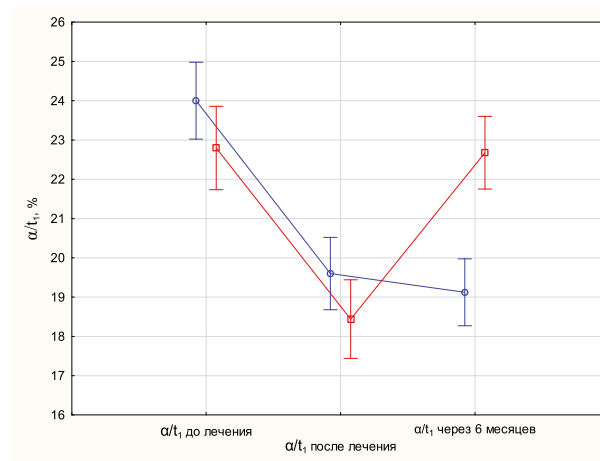
многогранна и включает как генетические, так и экологические факторы риска развития и прогрессирования [15,16].

В последнее время большое внимание уделяется защите от прогрессирования миопии, что обеспечивается повышением иммунитета организма за счет достаточного пребывания на открытом воздухе. Мы анализировали четыре рандомизированных контролируемых исследования с участием школьников, где сообщалось о положительном течении при увеличении времени пребывания на свежем воздухе, что явилось рекомендацией для всех наших пациентов [13, 14]. Также прогрессирование миопии среди молодых людей во взрослом возрасте возможно во время пандемии COVID-19, когда деятельность и жизнь людей была сосредоточена в помещении и меньше времени проводилось на открытом воздухе [15]. Кроме того, прогрессирование миопии продолжается более чем у трети взрослых в течение третьего десятилетия жизни, хотя с меньшей скоростью, чем в детском возрасте [16].

В нашем исследовании мы не уделяли внимания росту массы тела пациентов, так как учитывали одно большое израильское когортное исследование (N=106926), в котором наблюдали мужчин в возрасте 17-19 лет и не было обнаружено никакой связи между миопией и ростом индекса массы тела [17].



а)



б)

Рис.4. Динамика показателей кровенаполнения (RQ, %) (а), тонуса внутриглазных сосудов (α/t_1 , %) (б) по данным компьютерной РОГ до лечения, после и через 6 месяцев наблюдения пациентов с миопией средней степени. I (основная) группа – 20 пациентов (40 глаз на фоне нутриентной терапии) и II (контрольная) группа – 17 пациентов (34 глаза)

Статус питания влияет на рост и развитие, в частности, глаз. Однако мало внимания уделялось возможному влиянию диеты на близорукость. Миопия неразрывно связана с ростом глаза и, таким образом, возможно, подвергается недостатку питания. Данные литературы показывают, что уровень витамина D3 в сыворотке крови имеет обратную связь с миопией и может способствовать защитному воздействию на ее развитие [18,19]. Также уровень других микроэлементов имеет большое значение.

Омега-3 ПНЖК являются фундаментальными структурными компонентами клеточных мембран, а также предшественниками для синтеза многих биологически активных веществ. Доказано, что в поддержании нормального функционирования клеток сетчатки участвует докозагексаеновая кислота (ДГК). В экспериментальной модели ПЭС в условиях окислительного стресса было отмечено, что ДГК повышала жизнеспособность клеток ПЭС.

В лечении миопии широко используются витаминно-минеральные комплексы. Дефицит микронутриентов является фактором риска глазной патологии в молодом возрасте [10], поэтому рекомендуется использование специализированных витаминно-минеральных комплексов, содержащих лютеин, зеаксантин. Лютеин и зеаксантин, каротиноиды, составляющие основу макулярного пигмента, защищают глаза от оптического и оксидативного стресса, характерных для прогрессирующей миопии. Жизнеспособность ретикулярного пигментного эпителия также повышалась за счет предварительного применения лютеина и зеаксантина [20].

Проведенные нами обследования пациентов с миопией средней степени через 6 месяцев показали положительную динамику зрительных функций и работы аккомодационного аппарата глаза, значительно выраженную в группе пациентов, длительно принимавших витаминно-антиоксидантный комплекс формулы AREDS усиленный витамином D3, омега-3 ПНЖК и ресвератролом (основная группа) (рис.1, рис. 2-А, рис.2-Б). Значимым был результат частотного анализа, который выявил остроту зрения выше 0,3 в 3,1 раза больше наблюдаемых глаз после приема нутриентов в течение 6 месяцев (таб.1).

Важно, что была обнаружена умеренная корреляционная связь между повышением резерва аккомодации после курса нутриентов и повышением остроты зрения ($rs=0,45$, $p<0,05$), а также уменьшением СОК ($rs=-0,3$, $p<0,05$) в течение 6 месяцев наблюдения. Эти данные подтверждают наши предварительные исследования по улучшению показателей зрительного анализатора у студентов с астигматизмом со сроком наблюдения 6 месяцев на фоне нутриентной терапии [21]. Группа контроля (II группа) в эти сроки наблюдения показала снижение показателей, однако они оставались выше начального уровня.

Комбинированный курс лечения, содержащий ФБМ и длительную нутриентную поддержку, способствовал нормализации регулирующих и трофических механизмов в течение 6 месяцев за счет улучшения и стабилизации колбочковой световой чувствительности (ФСЧ), вариабельность показателя которой уменьшалась в 2 раза в начале исследования, на 7-й минуте ФСЧ составляла нормальные величины (рис.3-А). Также через 6 месяцев, отмечается стабилизация электрической чувствительности зрительного анализатора в группе с нутриентной поддержкой, за счет уменьшения показателя ПЭЧф на 15% от исходных данных, в то время как в группе контроля показатели вернулись за этот период наблюдения практически к данным до лечения (рис.3-Б).

В предыдущих исследованиях мы показали, что витаминно-антиоксидантный комплекс формулы AREDS усиленный витамином D3, омега-3 ПНЖК и ресвератролом нормализует тонус внутриглазных сосудов у студентов с аккомодативной астигматизмом и вегетативной дисфункцией [22]. Так и в этом наблюдении показатель объемного кровенаполнения глаза через 6 месяцев наблюдения обнаружил стабилизацию его в основной группе (рис.4-А). По данным дисперсионного анализа с повторными измерениями, мы отметили, что уменьшение спазма внутриглазных сосудов ($\alpha/t1$) после курса ФБМ привело к стабилизации этого показателя в группе пациентов с миопией средней степени при нутриентной поддержке (рис.4-Б). В то время как в группе контроля усилился спазм внутриглазных сосудов крупного калибра до исходных величин.

Величина ПЗО за 6 месяцев увеличилась незначительно в обеих группах (на 0,002-0,004 мм), однако в группе, где пациенты после фотобио-

модуляции принимали нутриенты, было в 2 раза меньше, это также обосновывает назначение витаминных комплексов для замедления прогрессирования миопии.

Эффективная профилактика развития и прогрессирования миопии как многофакторной офтальмопатологии требует комплексного подхода, включающего различные методы целенаправленной оптической коррекции, функционального воздействия и медикаментозной терапии. Внимание клинического врача заслуживают комплексы, соответствующие компонентам формулы многоцентрового исследования AREDS-2, которые усилены витамином D3, омега-3 ПНЖК и ресвератролом.

Выводы:

1. Комбинированный метод лечения фотобиомодуляции и длительного 6-месячного приема витаминно-антиоксидантного комплекса формулы AREDS с витамином D3, омега-3 ПНЖК и ресвератролом, позволяет значительно улучшить остроту зрения (после 6 месяцев терапии острота зрения в основной группе повысилась в 3,1 раза по сравнению с контрольной).

2. В основной группе через 6 месяцев наблюдения уменьшилась вариабельность фотопической колбочковой световой чувствительности в 2 раза, что говорит о нормализации регулирующих и трофических механизмов с улучшением фотопической световой чувствительности.

3. Проведенное в динамике обследование по данным РОГ показало значительное снижение спазма внутриглазных сосудов ($\alpha/t1$) на 17,4% ($p<0,05$) в основной группе пациентов за счет нормализации баланса функционирования симпатической и парасимпатической части ЦНС и регуляции трофических механизмов. В то время как в группе контроля спазм внутриглазных сосудов вернулся к исходным величинам.

4. Повышение резервов аккомодации и снижение силы оптической коррекции способствовало стабилизации зрительных функций и профилактике осложнений миопии средней степени.

5. Комплексный подход и многофакторные методы лечения, включающие нутриентную терапию, антиоксиданты и фотобиостимуляцию, способствует профилактике и предотвращению прогрессирования миопии.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Holden, B.A. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050 / B.A. Holden, T.R. Fricke, D.A. Wilson [et al.] // *Ophthalmology*, – 2016. 123, № 5, – p.1036-1042.
2. Pizzarello, L. Prevalence of Low Vision in Owerri Municipal Local Government Area of Imo State, Nigeria / L.Pizzarello, A.Abiiose, R.Duerksen [et al.] // *American Journal of Biomedical Research*, – 2019. 7(1), – p.9-13.
3. Theophanous, C. Myopia prevalence and risk factors in children / C.Theophanous, B.S.Modjtahedi, M.Batech // *Ophthalmic Physio*, – 2018. 12, – p.1581-1587.
4. Wong, Y.L. Six-year changes in myopic macular degeneration in adults of the Singapore Epidemiology of Eye Diseases study / Y.L.Wong, C.Sabanayagam, C.W.Wong [et al.] // *Invest Ophthalmol. Vis. Sci.*, – 2020. 61(4), – p.14.
5. Saw, S.M. Prevention and management of myopia and myopic pathology / S.M.Saw, S.Matsumura, Q.V.Hoang [et al.] // *Invest Ophthalmol. Vis. Sci.*, – 2019. 60, – p.488-499.
6. Pan, C.W. Variation in prevalence of myopia between generations of migrant indians living in Singapore / C.W.Pan, R.K.Wu, J.Li [et al.] // *Am. J. Ophthalmol.*, – 2012. 154, – p.376-381.
7. Zhou, S. Association between parents attitudes and behaviors toward children's visual care and myopia risk in school-aged children (meta-analisis) / S. Zhou, L. Yang, B. Lu [et al.] // *Medicine*, – 2017. 96, № 52, – p.9270.
8. Morgan, I.G. The epidemics of myopia: Aetiology and prevention / I.G.Morgan, A.N.French, R.S.Ashby [et al.] // *Prog. Retin. Eye Res.*, – 2018. Jan; 62, – p.134-149.

9. Li, J. Patterns of Fundus Autofluorescence in Eyes with Myopic Atrophy Maculopathy: A Consecutive Case Series Study / J.Li, X.Zhao, S.Chen [et al.] *Curr. Eye Res.*, – 2020. 17, – p.1-5.
10. Lutein + zeaxanthin and omega-3 fatty acids for age-related macular degeneration: the Age-Related Eye Disease Study 2 (AREDS2) randomized clinical trial // *JAMA*, – 2013. 309(19), – p.2005-2015.
11. Sankaridurg, P. IMI Impact of Myopia / P.Sankaridurg, N.Tahhan, H.Kandel [et al.] // *Invest Ophthalmol. Vis. Sci.*, – 2021. Apr; 28. 62(5), – p.2.
12. Lee, S.S., Mackey D.A. Prevalence and Risk Factors of Myopia in Young Adults: Review of Findings From the Raine Study // *Front Public Health*, – 2022 Apr; 27. 10, – p.861044.
13. Wu, P.C. Myopia Prevention and Outdoor Light Intensity in a School-Based Cluster Randomized Trial / P.C.Wu, C.T.Chen, K.K.Lin [et al.] // *Ophthalmology*, – 2018. 125, – p.1239-1250.
14. Jin, J.X. Effect of Outdoor Activity on Myopia Onset and Progression in School-Aged Children in Northeast China: The Sujiatun Eye Care Study / J.X.Jin, W.J.Hua, X.Jiang [et al.] // *BMC Ophthalmol.*, – 2015. 15, – p.73-84.
15. Kohmarn, T. Outbreak of COVID-19-Related Myopia Progression in Adults: A Preliminary Study / T.Kohmarn, N.Srisurattanamethakul, A.Watcharapalakorn [et al.] // *Clin. Optom. (Auckl)*, – 2022. Aug; 4. 14, – p.125-131.
16. Lee, S.S. Incidence and Progression of Myopia in Early Adulthood / S.S.Lee, G.Lingham, P.G.Sanfilippo [et al.] // *JAMA. Ophthalmol.*, – 2022. Feb; 1. 140(2), – p.162-169.
17. Rosner, M. Myopia and Stature: Findings in a Population of 106,926 Males / M.Rosner, A.Laor, M.Belkin [et al.] // *Eur. J. Ophthalmol.*, – 1995. 5, – p.1-6.
18. Wahyudi, D., Reiki W. The Effect of Vitamin-D and Sunlight to Progressive Myopia in Students with Glasses Correction // *Pak. J. Med. Health Sci.*, – 2020. 14, – p.1588-1591.
19. Chan, H.N. Vitamin D and Ocular Diseases: A Systematic Review / H.N.Chan, X.J.Zhang, X.T.Ling [et al.] // *Int. J. Mol. Sci.*, – 2022. Apr; 11. 23(8), – p.4226.
20. Leung, H.H. Combination of lutein and zeaxanthin, and DHA regulated polyunsaturated fatty acid oxidation in H₂O₂-stressed retinal cells / H.H.Leung, J.M.Galano, C.Crauste [et al.] // *Neurochem. Res.*, – 2020. 45, – p.1007-1019.
21. Guzun, O.V., Khramenko N.I. Efficacy of laser stimulation of the retina with subsequent nutrient supplementation for treatment of asthenopia in students // *J. Ophthalmol.*, – Odessa (Ukraine): – 2018. 1, – p.19-25.
22. Guzun, O.V. Laser stimulation with nutritional support in the treatment of accommodative asthenopia in students with autonomic dysfunction / O.V.Guzun, N.I.Khramenko, S.Dukhaer [et al.] // *Ophthalmology. Eastern Europe*, – 2020. 10, N3, – p.284-293.

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: Коновалова Н.В., Гузун О.В., Храменко Н.И., Ковтун А.В.;

Сбор и обработка материала: Гузун О.В., Храменко Н.И., Ковтун А.В.;

Статистическая обработка данных: Гузун О.В., Ковтун А.В.;

Написание текста: Коновалова Н.В., Гузун О.В.;

Редактирование: Коновалова Н.В., Храменко Н.И., Гузун О.В.

Для корреспонденции:

Коновалова Наталья Валерьевна – доктор мед. наук, старший научный сотрудник отдела воспалительной патологии глаз ГУ: Институт глазных болезней и тканевой терапии имени В.П.Филатова НАМН Украины
Email: kvnkonovalova@gmail.com