

Кушнаревич Н.Ю.¹, Тырин А.Б.²

ЭММЕТРОПИЗАЦИЯ: НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ПРИВЫЧНЫЕ ПОНЯТИЯ

¹ФГБУ «Московский НИИ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, 105062, Москва, РФ;

²Исследовательская лаборатория естественного зрения AltTechNV, Inc., 92054 Оушенсайд, Калифорния, США

Статья посвящена критическому анализу и уточнению концепции «эметропизация» — одному из ключевых понятий, используемых в исследованиях процесса развития оптических компонентов глаза. Предложены доводы в пользу изменения семантического содержания термина «эметропизация». Авторы предлагают рассматривать статистически обоснованную биологическую норму для циклоплегической рефракции молодого взрослого населения (то есть пик частоты распределения ошибок рефракции, соотнесенный с возрастом) в качестве целевого значения для процесса эметропизации — вместо используемого сегодня нулевого значения клинической статической рефракции, значение которого авторы считают в значительной мере «абстрактной цифрой» в контексте эметропизации. Предположительно, при врачебном воздействии на ход развития рефракционных сред глаза, в качестве здоровой целевой нормы зрелой оптической системы глаза должно использоваться не нулевое значение статической клинической рефракции, а слабая степень гиперметропии.

Ключевые слова: эметропизация; рефрактогенез; статическая клиническая рефракция; возрастная биологическая норма

Kushnarevich N.J.¹, Tyrin A.B.²

EMMETROPIZATION: A NEW APPROACH TO THE FAMILIAR CONCEPTS

¹The Helmholtz Moscow Research Institute of Eye Diseases, 105062, Moscow, Russia; ²Research laboratory of natural vision AltTechNV, Inc., 92054 Oceanside, California, USA

The article is devoted to the critical analysis and clarifying the concept of «emmetropization» — one of the key notions used in the research of the eye optical components' development process. The considerations for changing the semantic content of the term «emmetropization» are proposed. The authors offer to consider the statistically-based biological norm for young adult's cycloplegic refraction (i.e. the peak of frequency in refractive errors distribution for corresponding age) as a target value for the emmetropization process — instead of the zero value of static clinical refraction used today. The authors believe in mostly «abstract figure» in the context of emmetropization. Presumably, not «zero» static refraction but a low degree of hyperopia should be used as a healthy norm for the young adults.

Key words: emmetropization; genesis of refraction; static clinical refraction; age biological norm

Введение. Российские офтальмологи свободно и уверенно оперируют понятием «эметропизация». Однако в различных научных трудах, касающихся развития органа зрения, этот термин зачастую имеет разное смысловое наполнение.

В большинстве областей знаний терминологические дискуссии принято считать неконструктивными, однако небрежное отношение к терминологии может иметь гораздо более значимые негативные последствия, особенно в такой отрасли науки как медицина.

Отсутствие четкого термина зачастую приводит к неоднозначному толкованию как в постановке целей и задач клинических исследований в офтальмологии, так и в трактовке результатов этих исследований, вносит значительный элемент неопределенности и в теоретические, и в прикладные аспекты.

Нам представляется полезным разобраться в терминологических оттенках и уточнить определение

одного из принципиальных клинических понятий — для создания единого смыслового пространства в клинических исследованиях офтальмологии и оптометрии.

Не менее важным является приведение в соответствие понятийного аппарата, используемого при обучении врачей-офтальмологов и оптометристов, при разработке и внедрении методических материалов, а также при проведении мероприятий по повышению квалификации практикующих врачей.

Для этого следует подвергнуть текущие представления конструктивной критике — либо договориться о едином понятийном наполнении существующих терминов, либо (в случаях, когда и если это окажется невозможным) заменить соответствующие термины на корректные.

Целью настоящей работы является уточнение понятия «эметропизация» — ключевого понятия, используемого в научных исследованиях процессов

формирования и развития оптических компонентов системы зрения.

Что такое «эмметропизация»?

Словарь медицинских терминов [1] не дает определения термину «эмметропизация», равно как и другие отечественные справочники и энциклопедии.

Исходное понятие «эмметропия» (emmetropia; греч. *emmetros* — отмеренный, соразмерный + *ops, opos* глаз) дословно переводится как «рефракция глаза соразмерная».

Синоним «эмметропии» — «рефракция глаза эмметропическая» (*refractio oculi emmetropica*) определяется как «рефракция глаза, при которой положение заднего главного фокуса оптической системы глаза совпадает с сетчаткой».

В клинической практике под «эмметропией» традиционно принято понимать такое состояние оптических сред глаза, при котором рефракция вдаль равна 0,00 дптр.

Логично предположить, что терминологически корректным значением понятия «эмметропизация» являлась бы «совокупность процессов формирования и развития оптической системы глаза, при которой она развивается в направлении нулевой статической рефракции».

Два определения «эмметропизации» найдено нами в зарубежных медицинских словарях:

1. «Процесс, как предполагается, направленный на достижение большей частоты эмметропии <в статистическом распределении аметропий — прим. авт.>, чем это происходило бы на случайной основе. Этот механизм будет координировать развитие различных компонентов оптической системы глаза (например: осевой длины, преломляющей силы роговицы, глубины передней камеры и др.) таким образом, чтобы предотвратить развитие аметропии». [2].

2. «Процесс, посредством которого рефракция переднего сегмента глаза и осевая длина глаза стремятся уравновесить друг друга, чтобы в результате достичь эмметропии». [3].

Насколько эти определения и предположения соответствуют существующим общим представлениям офтальмологов и оптометристов о реальном ходе развития органа зрения, опирающимся на многочисленные и надежные данные исследований?

С.Э. Аветисов в Национальном руководстве «Офтальмология» пишет: «В течение первых лет жизни происходит усиление гиперметропической рефракции и ослабление миопической. Этот процесс называют эмметропизацией. Эмметропизация заканчивается к 6—10 годам. Нормальная рефракция глаза в этом периоде — слабо гиперметропическая». [4].

Эти положения согласуются с опубликованными ранее данными Э.С. Аветисова [5], которые наглядно иллюстрируют, что динамика средней рефракции практически останавливается к возрасту 9—10 лет (рис. 1).

Ю.З. Розенблюм разделяет точку зрения С.Э. Аветисова: «Рефракция новорожденных лежит в области +2,0 — +3,0 дптр. В течение первых лет жизни этот разброс резко уменьшается за счет усиления рефракции гиперметропических и ослабления рефракции миопических глаз. Средняя рефракция несколько усиливается и приближается к эмметропии. Поэтому

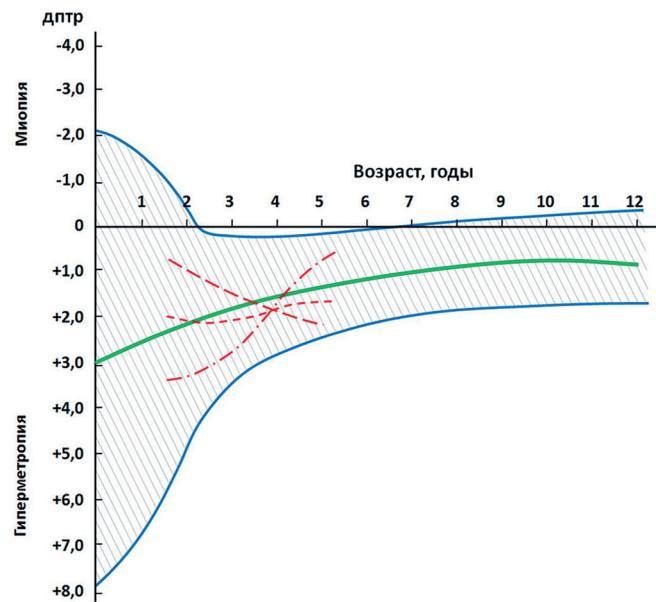


Рис. 1. Развитие рефракции в детском возрасте.

Сплошные линии — динамика средней рефракции, пунктирные — данные длительных наблюдений, заштрихованная зона — область, в которую укладывается 75% всех глаз в данном возрасте [5].

данный процесс носит название эмметропизации. К 10—12 годам этот процесс заканчивается и у большинства людей формируется нормальная рефракция взрослого — слабая (0,5—1,0 дптр) гиперметропия». [6].

Означает ли это, что процесс эмметропизации завершается, остановившись на слабогиперметропической рефракции, не достигнув эмметропии? Или под завершением эмметропизации авторы подразумевают достижение биологической нормы для указанных возрастов (разницу в приведенных возрастах мы здесь игнорируем)? Не секрет, что процессы дальнейших изменений рефракции (после указанного возраста) в клинической практике определяются как «школьная миопизация». С формальной точки зрения, при таком развитии событий фактически эмметропизация для статистического большинства пациентов продолжается — до тех пор, пока рефракция глаза не станет нулевой, и только после этого можно говорить о миопизации.

Споры вокруг понятия «эмметропизация» ведутся уже давно. После того, как эмметропизация как общее понятие (тенденция в возрастном развитии рефракции) было признано большинством научного сообщества, было и остается неясным, считать ли эмметропизацию процессом биологической адаптации (к визуальному входу или к другим индивидуальным свойствам зрения конкретного пациента), или же эмметропизация является отражением воздействия на глаз некоего комплекса случайных факторов, которое в итоге выражается в направленных на эмметропию изменениях рефракции в популяции. На симпозиуме, посвященном миопии и управлению ростом глаза, J. Wallman в ходе дискуссии об эмметропизации отмечает, что этот термин используется в двух разных смыслах. Так, E. Goldschmidt использует его для обо-

значения **статистической тенденции** к возрастному изменению рефракции в популяции в сторону уменьшения, а D. Troilo оперирует этим термином для обозначения **процесса регулирования**, который управляет ростом глаза в направлении эмметропии [7].

Но даже если игнорировать разницу в понятийном наполнении термина «эмметропизация», продолжают оставаться открытыми вопросы фундаментального характера, а именно: **развивается ли статическая рефракция в направлении нулевого значения, или же в направлении некоей биологической нормы, отличной от 0,00 дптр?** И второй вопрос, вытекающий из первого: **если развитие идет в направлении нормы — то что считать «биологической нормой»?**

Другими словами, что надо понимать под «целью» здорового развития рефракции — эмметропию или статистическую норму для взрослых представителей популяции?

Новое определение понятия «эмметропизация»

С нашей точки зрения, этот вопрос имеет единственный ответ: целью развития рефракции является **статистическая норма**, но не нулевая статическая рефракция.

Мы считаем, что, если опираться на эволюционную теорию, следует признать, что «биологическая норма» определяется долгосрочным ходом филогенетического развития органа зрения человека, то есть процессом, нацеленным на максимальное соответствие **функциональным биологическим требованиям**. Эволюционное развитие — по определению — должно приводить рефракцию глаза (как один из ключевых параметров органа зрения) к некоему конкретному состоянию по завершению рефрактогенеза. Однако мы не видим достаточно веских аргументов для утверждения, что именно нулевая статическая рефракция отвечает требованиям функционального биологического соответствия. Более того, авторитетные отечественные клиницисты и значительная часть западных профессионалов сходятся во мнении, что «целью» эмметропизации является слабо-гиперметропическая статическая рефракция.

Налицо явное несоответствие: либо термин «эмметропизация» некорректен, либо термин «эмметропия» следует определить по-новому, с учетом клинических реалий.

Обращает на себя внимание, что изначальная, этимологически корректная трактовка термина «эмметропия» недвусмысленно подразумевает «рефракцию **соразмерного** глаза».

Под соразмерным глазом, по нашему мнению, следует понимать сбалансированную совокупность оптических и геометрических свойств органа, отвечающую «целевым» критериям его эволюционного развития. Соответственно, мы предлагаем определять «эмметропизацию» как процесс, нацеленный на раз-

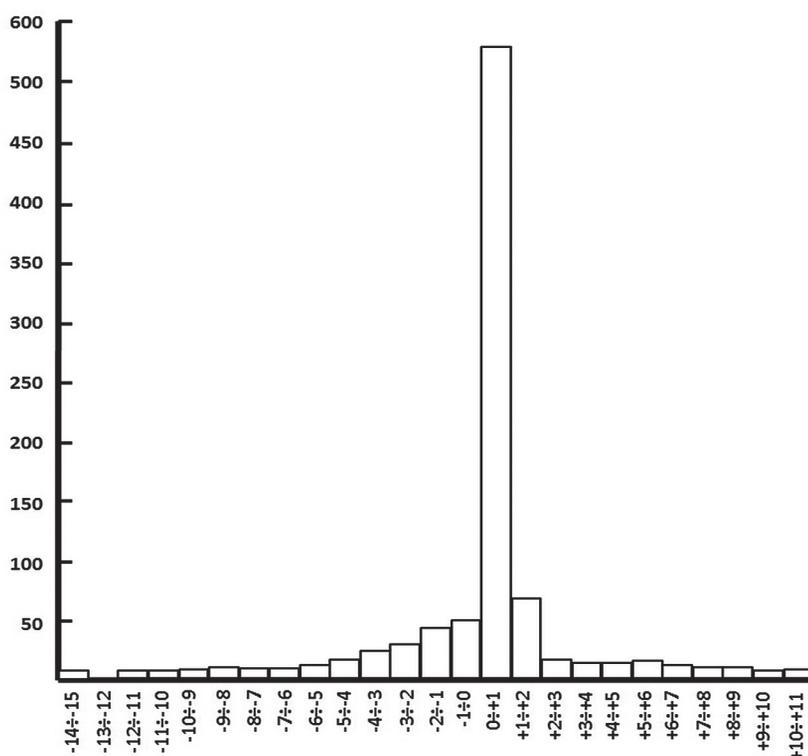


Рис. 2. Частота различных видов рефракции у лиц в возрасте 20—35 лет. По оси абсцисс — рефракция в дптр, по оси ординат — число глаз [8].

витие «соразмерного глаза», но не на достижение нулевого значения статической рефракции, которое мы склонны считать в значительной мере абстрактной «целью».

Впрочем, новое определение не исключает нулевую статическую рефракцию, но возможную характеристику целевого развития, но рассматривает ее как **частный случай** — когда «целевая» установка аргументированно совпадет с нулевым значением.

Биологическая норма и статистическая частота ошибок рефракции

На наш взгляд, статистическая частота ошибок рефракции может служить объективным источником для достоверного определения «целевой установки» — в филогенетическом развитии оптической системы глаза.

«Биологической нормой» мы предлагаем считать пиковое значение статической рефракции взрослых в статистическом распределении частот ошибок рефракции.

В качестве репрезентативного примера приведем результаты одного из первых статистических исследований распределения ошибок рефракции взрослых людей (рис. 2), проведенных S. Stenstrom в 1946 году. [8].

Пик распределения частоты рефракции чрезвычайно отчетливо выражен и приходится на диапазон 0,0 — +1,0 дптр, со смещением значений диапазона в сторону +1,0 дптр. С определенной долей уверенности можно утверждать, что этот пик отражает биологическую норму рефракции для взрослых, которая, согласно данным приведенного исследования, должна оцениваться примерно в +0,7 дптр.

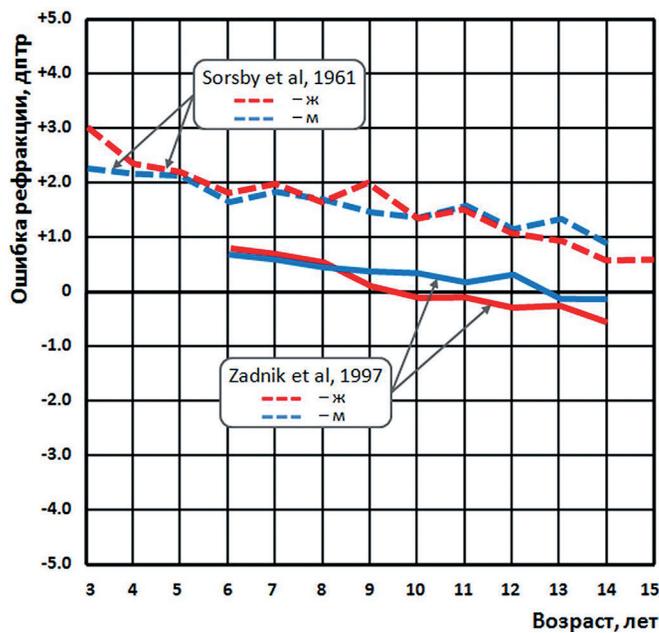


Рис. 3. Средние величины ошибок рефракции в зависимости от возраста и пола по данным двух условно-сопоставимых исследований 1961 и 1997 гг.

По оси абсцисс: возраст, годы; по оси ординат: ошибка рефракции (статическая клиническая рефракция), дптр. Рисунок представляет собой совместную графическую визуализацию результатов исследований. [10, 11].

Стабильна ли «биологическая норма»?

Казалось бы, биологическая норма, определяемая как критерий эволюционного развития органа зрения, должна характеризоваться высокой стабильностью, по крайней мере на протяжении нескольких поколений. Однако внимательный анализ публикуемых результатов статистических исследований рефракции показывает, что это не соответствует реальности.

К сожалению, эпидемиологические исследования ошибок рефракции проводились крайне нерегулярно. Существующие опубликованные данные, как правило, локализованы географически; эти данные далеко не всегда сопоставимы — по причине отсутствия единой методологии для проведения исследований такого рода, обработки статистических данных и интерпретации результатов, отсутствия первичных материалов. Несмотря на бурное развитие офтальмологии и оптометрии в последние десятилетия, современные исследования в области эпидемиологии ошибок рефракции весьма скудны и разрозненны.

Тем не менее, ретроспективный анализ существующих материалов дает основания предположить, что за последние десятилетия имеет место явно выраженная тенденция к смещению пика статистической частоты в распределении ошибок рефракции в сторону миопизации.

Наиболее очевидным и наиболее документированным следует признать это смещение для населения стран Юго-Восточной Азии. Однако и в странах с умеренными и низкими темпами миопизации эта тенденция также явно выражена.

Так, например, E.A. Mallen с коллегами в рамках

эпидемиологического исследования ошибок рефракции взрослого населения Иордании (которую никак нельзя отнести к числу стран с высокими темпами миопизации) выявили в 2005 г. локализацию пика распределения частоты рефракции на уровне примерно 0,25 дптр [9]. Напомним, что локализация пика в условно-сопоставимых исследованиях S. Stenstrom (см. рис. 2) определяется на уровне +0,7 дптр.

Показательным, одновременно достаточно надежным, представляется сравнение результатов двух известных работ: 1961 года — A. Sorsby с коллегами, исследовавших ошибки рефракции детей и подростков в возрасте от 3 лет [10], и 1997 года — K. Zadnik с коллегами, детально изучавших рефракцию школьников как функцию возраста и пола [11]. На рис.3 представлена совместная визуализация результатов названных работ. Очевидно смещение средних значений ошибок рефракции в каждой возрастной группе на 1,0 дптр и более. Учитывая, что временной промежуток между этими исследованиями составляет 36 лет (менее 2 поколений), разница в результатах этих методологически вполне сопоставимых исследований рефракции в условно-сопоставимых группах впечатляет.

Таким образом, сравнительный анализ результатов исследований рефракции, предпринятых в разные временные периоды, позволяет сделать предположение о смещении возрастных средневзвешенных величин рефракции, вплоть до возрастов, когда эметропизация предположительно завершается. Если так, то неизбежно и смещение статистического пика распределения рефракции и соответствующее смещение «биологической нормы» — если следовать предлагаемой нами терминологии.

Разумеется, величина предполагаемого смещения может быть корректно определена только путем организации специальных исследований, с непременным условием сопоставимости с результатами ранее проведенных работ — даже если это потребует намеренного повторения постановки конкретных экспериментов в соответствующие годы.

Главной причиной этого смещения является, по всей вероятности, скачкообразно выросшая в прошлом столетии и продолжающаяся увеличиваться сегодня зрительная нагрузка вблизи — в частности, как следствие все более массового распространения компьютеров и мобильных устройств. Отметим здесь же, что начало этого процесса могло быть положено не в середине прошлого столетия, а значительно раньше. Так, почти полтора века назад Ф.Эрисман провел масштабное обследование состояния зрения у учащихся гимназий Санкт-Петербурга (включающее подробный анамнез каждого исследуемого), по результатам которого опубликовал работу «Влияние школ на происхождение близорукости» (1870 г.), в которой на большой выборке констатировал повышенный уровень близорукости среди учащихся и показал, что дальновзоркость в школьном возрасте последовательно переходит в близорукость.

Суммируя изложенное, мы выдвигаем гипотезу, что «биологической нормой» до наступления эпохи массовых зрительных нагрузок вблизи (то есть чтения как основного источника таких нагрузок) являлась гипетропия величиной ориентировочно +1,0 дптр, и процесс эметропизации в соответствующий период

был направлен именно на эту целевую установку. Современная «биологическая норма» и целевая установка процесса эметропизации оценивается нами (экспертно) как нулевая статическая рефракция или, возможно, даже как миопическая статическая рефракция слабой степени (-0,25 дптр).

Что считать «биологической нормой»?

Описанные процессы имеют слишком высокие темпы, если рассматривать их с точки зрения эволюционных изменений. Возникает вопрос, что следует считать «нормой» — «исходную» целевую установку или текущую? И еще один, не менее важный вопрос: расценивать ли описанные изменения как филогенетическую адаптацию популяции к изменившейся зрительной окружающей среде, или эти изменения следует признать патологией, индуцированной внешними факторами и нуждающейся в корректировке? Мнения соавторов статьи по этим вопросам разделились.

Кушнаревич Н.Ю.: Изменившуюся целевую установку эметропизации следует расценивать как результат естественных процессов. Слишком, казалось бы, быстрые для эволюционных изменений темпы отражают возросшую скорость развития человека как биологического объекта (достаточно вспомнить, например, акселерацию и ее темпы), а также высокий уровень адаптационных способностей человека вообще и лабильность его зрительной системы в частности. Существует понятие «микроэволюции», которое, будучи основано на тех же принципах, что и «эволюция», вполне может давать существенные изменения на протяжении нескольких поколений. Современную «биологическую норму» я считаю верным ориентиром для оценки хода эметропизации. Тем более что «норма» 0,00 дптр соответствует (пусть временно) традиционным представлениям офтальмологов об эметропизации, пусть даже это результат совпадения.

Тырин А.Б.: С моей точки зрения, изменившуюся зрительную окружающую среду следует признать патогенной, а изменения целевой установки эметропизации — патологическими, к тому же развивающимися нелинейно: каждый «виток» изменений ускоряет развитие этой патологии. В то же время, в клинической практике есть понятие «рост глаза», но отсутствует понятие «уменьшение глаза», и я считаю высоким риск того, что филогенетические изменения в ответ на текущие запросы зрительной окружающей среды могут оказаться необратимыми или, по меньшей мере, трудно-обратимыми.

Прогноз дальнейшего развития событий

В части прогноза, авторы также придерживаются принципиально разных позиций.

Кушнаревич Н.Ю.: Мне кажется маловероятным, что процесс миопизации может принять «обвальный» характер. Ведь запрос для работы вблизи



Рис. 4. Распределение ошибок рефракции (сферо-эквивалент) жителей Сеула (Ю. Корея) в возрасте 19 лет (данные 2013 года). [12].

ограничен типичной зрительной дистанцией для такой работы, а это значит, что по мере приближения природных свойств зрения к его современным функциональным потребностям, процесс должен замедлиться, а в конце концов остановиться, когда будет достигнут баланс. Я разделяю мнение по этому вопросу А. Штейгера, еще в 1913 г. заявившего, что он считает близорукость легкой степени не недостатком, а прогрессивным признаком, который для человека может стать нормой в будущем. Кстати, об этом говорил С.Э. Аветисов на пресс-конференции в РИА «Новости» (июнь 2005 г.): «Существует теория, что небольшая близорукость является нормальной реакцией организма, чтобы обеспечить удобную работу на близком расстоянии».

Тырин А.Б.: «Мгновенные» — по эволюционным временным меркам — изменения в зрительной окружающей среде могут иметь труднопредсказуемые негативные последствия. Хотелось бы верить, что процесс миопизации не вышел за рамки возможностей регуляторных механизмов, заложенных в человеке. Однако ход событий в странах Юго-Восточной Азии (Гонконг, Тайвань, и др.) выглядит не слишком оптимистично. А недавно опубликованные данные массового исследования распространенности миопии среди населения Южной Кореи, особенно касающиеся 19-летних жителей Сеула, для которых процесс эметропизации только что завершился (рис. 4), просто шокируют [12]. Если обратная связь между внешними запросами и адаптационными способностями была бы жесткой, а миопизация останавливалась бы при достижении некоего разумного баланса, то такой динамики реф-

рации в рамках крупной выборки попросту не могло бы быть.

Я убежден, что нормой для здорового развития оптической компоненты системы зрения следует считать статическую рефракцию +1,0 дптр (которая, по моему мнению, была издавна органически присуща человеку как биологическому виду), но не 0,0 дптр, к которой мы сегодня пришли в результате патологических изменений в популяции.

В заключение отметим, что поднятая тема касается отнюдь не только теоретических аспектов, но может иметь вполне конкретное прикладное значение как для текущих исследований в офтальмологии, так и для практического применения в повседневной клинической практике — путем использования уточненных целевых установок (конечных и промежуточных) при наших попытках корректировать ход рефрактогенеза.

Поскольку мнения авторов разделились, мы приглашаем читателей к дискуссии. Вопрос о «здоровом» ходе эмметропизации в рамках рефрактогенеза представляется нам чрезвычайно актуальным, равно как и определение границ, за которыми начинается патология. Предложенный к обсуждению новый взгляд на эмметропизацию, а также его аргументация, как в части терминологии, так и в разрезе процессного понимания, нуждаются в активном обсуждении и конструктивной критике.

ЛИТЕРАТУРА

- Петровский Б.В., ред. *Энциклопедический словарь медицинских терминов*. М.: Советская энциклопедия; 1982—1984.
- Millodot M., ed. *Dictionary of Optometry and Visual Science*. 7th Ed. UK: Butterworth Heinemann—Elsevier; 2008.
- Farlex Partner Medical Dictionary. Farlex; 2012. Available at: <http://medical-dictionary.thefreedictionary.com> (accessed 5 March 2014).
- Аветисов С.Э. *Офтальмология. Национальное руководство*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2008; раздел 3, гл. 24.
- Аветисов Э.С. *Близорукость*. М.: «Медицина»; 1999: 40.
- Розенблум Ю.З. *Оптометрия (подбор средств коррекции зрения)*. 2-е изд. СПб.: Гиппократ; 1996.
- Bock G., Widdows K. Myopia and the Control of Eye Growth. Proceedings of the Symposium Held at the Ciba Foundation, London, 20—22 March 1990. Chichester: J. Wiley; 1990. Print.
- Stenstrom S.H.V., Woolf D. *Investigation of the Variation and the Correlation of the Optical Elements of Human Eyes*. Minneapolis, Minn.; 1948.
- Mallen E.A., Gammoh Y., Al-Bdour M., Sayegh F.N. Refractive error and ocular biometry in Jordanian adults. *Ophthalm. Physiol. Opt.* 2005; 25 (4): 302—9.
- Sorsby A., Benjamin B., Sheridan M. *Refraction and its Components During the Growth of the Eye from the Age of Three*. London: Her Majesty's Stationery Office; 1961.
- Zadnik K., Manny R.E., Yu J.A., Mitchell G.L., Cotter S.A., Quiralte J.C. et al. Ocular component data in schoolchildren as a function of age and gender. *Optometry Vis. Sci.* 2003; 80 (3).
- Kim E.C., Morgan I.G., Kakizaki H., Kang S., Jee D. Prevalence and risk factors for refractive errors: Korean national health and nutrition examination survey 2008—2011. *PLoS One*. 2013; 8 (11): e80361.

REFERENCES

- Petrovskiy B.V., ed. *The Encyclopedic Dictionary of Medical Terms [Entsiklopedicheskiy slovar' meditsinskikh terminov]*. Moscow: Sovetskaya entsiklopediya; 1982—1984. (in Russian)
- Millodot M., ed. *Dictionary of Optometry and Visual Science*. 7th Ed. UK: Butterworth Heinemann—Elsevier, 2008.
- Farlex Partner Medical Dictionary. Farlex; 2012. Available at: <http://medical-dictionary.thefreedictionary.com> (accessed 5 March 2014).
- Avetisov S.E. *Ophthalmology. National Guidance [Ofial'mologiya: Natsional'noe rukovodstvo]*. Moscow: GEOTAR Media; 2008; sect. 3, Chap. 24. (in Russian)
- Avetisov E.S. *Shortsightedness [Blizorukost']*. Moscow: Meditsina; 1999. (in Russian)
- Rozenblyum Yu.Z. *Optometry (Prescriptions for Vision Correction) [Optometriya (podbor sredstv korrektsii zreniya)]*. 2nd Ed. St. Petersburg: Gippokrat; 1996. (in Russian)
- Bock G., Widdows K. Myopia and the Control of Eye Growth. Proceedings of the Symposium Held at the Ciba Foundation, London, 20—22 March 1990. Chichester: J. Wiley; 1990. Print.
- Stenstrom S.H.V., Woolf D. *Investigation of the Variation and the Correlation of the Optical Elements of Human Eyes*. Minneapolis, Minn.; 1948.
- Mallen E.A., Gammoh Y., Al-Bdour M., Sayegh F.N. Refractive error and ocular biometry in Jordanian adults. *Ophthalm. Physiol. Opt.* 2005; 25 (4): 302—9.
- Sorsby A., Benjamin B., Sheridan M. *Refraction and its Components During the Growth of the Eye from the Age of Three*. London: Her Majesty's Stationery Office; 1961.
- Zadnik K., Manny R.E., Yu J.A., Mitchell G.L., Cotter S.A., Quiralte J.C. et al. Ocular component data in schoolchildren as a function of age and gender. *Optometry Vis. Sci.* 2003; 80 (3).
- Kim E.C., Morgan I.G., Kakizaki H., Kang S., Jee D. Prevalence and risk factors for refractive errors: Korean national health and nutrition examination survey 2008—2011. *PLoS One*. 2013; 8 (11): e80361.

Поступила 26.05.14
Received 26.05.14