

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О КОРРЕСПОНДИРУЮЩИХ СВОЙСТВАХ СЕТЧАТОК В НОРМЕ И ПРИ СОБРУЖЕСТВЕННОМ КОСОГЛАЗИИ

С.И. Рычкова, Л.Н. Бачалдина, А.В. Короленко, А.Г. Щуко

(Иркутский филиал ГУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова Росздрава», директор — д.м.н., проф. А.Г. Щуко)

Резюме. Обзор литературы посвящен проблеме корреспондирующих свойств сетчаток в норме и при содружественном косоглазии. Прослеживается эволюция теории пространственного зрения. Рассматриваются возможные механизмы взаимодействия сетчаток в норме и их нарушения при содружественном косоглазии.

Ключевые слова. Содружественное косоглазие, корреспонденция сетчаток.

Процесс зрительного восприятия пространства, обеспечивающий адекватное реагирование организма на воздействие внешней среды, является сложным системным актом.

Он включает координированную деятельность сенсорных и моторных систем обоих глаз, обеспечивающих одновременное направление зрительных осей на объект фиксации, слияние монокулярных изображений этого объекта в единый зрительный образ и локализацию последнего в соответствующее место пространства [1,2,3,10,11,18,26].

Прослеживая эволюцию теории пространственного зрения, можно сказать, что она прошла путь от идеи поочередного функционирования двух монокулярных систем, до представления о функциональной системе пространственного зрения, организованной по принципу многоуровневости [18].

Различие двух сетчаточных изображений, на которое обращали внимание еще ученые древности, первоначально воспринималось как препятствие для формирования единого зрительного образа. Предполагалось, что правый и левый глаз используется человеком поочередно, т.е. в каждый отдельный момент фактически работает только один глаз, а второй как бы подавлен или отключен. С этой позиции бинокулярный механизм рассматривался как простой переключатель, обеспечивающий связь с мозгом то правого, то левого глаза. Эта точка зрения имела распространение в 16–18 веке. Однако, после изобретения стереоскопа, стало очевидно, что различие двух сетчаточных изображений не только не мешает процессу формирования единого образа, но даже дает определенные преимущества в восприятии глубины. С этого времени большинство исследователей стали рассматривать второй глаз не как дублирующий орган, а как средство обеспечения более высокого качества зрительного анализа. Е. Hering [4] и J. Muller [33] создали основную теорию бинокулярного зрения, теорию «функциональной идентичности» сетчаток. Согласно этой теории идентичны (корреспондируют) фоторецепторы центральных ямок и любая другая пара фоторецепторов, каждый элемент которой удален от середины центральной ямки на одно и то же расстояние и в одинаковом направлении. Когда изображения объекта проецируются на корреспондирующие элементы, возникает одиночный образ. Изображения, проецирующиеся на некорреспондирующие, диспаратные рецепторы, не сливаются — образ двоится.

Эту теорию существенно дополнил Р. Panum [35]. Он установил, во-первых, что понятие корреспонденции

и диспаратности следует относить не к отдельным рецепторам, а к полям. Во-вторых, не только «физиологическое двоение», но и диспаратность в пределах фузионного поля является источником восприятия объемности.

Корреспонденция обеспечивает фузию, диспаратность — стереозэффект. Строгое согласование движений глаз и всей бинокулярно-оптической установки обусловлено физиологической спаренностью сетчаток, их функциональной идентичностью. При двоении бификсируемого объекта рефлекторно возникают корректирующие бинокулярную установку (фузионные) движения глаз, прекращающиеся, когда диспаратность ретинальных изображений достигает минимума [26].

Одновременно с теорией функциональной идентичности сетчаток было создано классическое понятие гороптера [4,33], модифицированное позднее в представление о «стереоскопическом пространстве» [34]. Согласно этой теории при бинокулярном наблюдении точки в пространстве должен быть ряд других точек, изображения которых попадут на корреспондирующие участки и поэтому эти точки будут видны одиночно. Мюллер теоретически доказал, что эта совокупность точек — гороптер — имеет вид окружности, проходящей через точку бификсации и узловые точки обоих глаз. Исследование в эксперименте показало, что «эмпирический гороптер» по ряду свойств существенно отличается от теоретического, что он представляет собой не линию, а зону, глубина которой тем больше, чем дальше от точки фиксации отодвинута нефиксируемая точка. Необходимыми этапами пространственного зрения стали считаться следующие: монокулярное узнавание объектов или их составных деталей, установление соответствия между элементами левого и правого монокулярного образов, построение бинокулярного образа [4,33,34]. Однако, около 30 лет назад В. Julesz доказал, что монокулярное узнавание объекта (или его крупных деталей) не является обязательным этапом бинокулярного синтеза [31,32].

Применение нейрофизиологических методов позволило начать изучение нейронального обеспечения бинокулярного механизма. В первую очередь, это касалось исследования бинокулярного механизма на разных анатомических уровнях зрительного анализатора. Было установлено, что первыми зрительными центрами, где происходит конвергенция зрительной информации от левого и правого глаз, являются верхнее двухолмие и наружные колленчатые тела [20,21,27,28,29,30].

В работах Т.Н. Wiesel, Д.Н. Hubel [29,30] показано, что в зрительной коре кошки только 15% действительно

но монокулярных нейронов, остальные 85% получают слабо выраженные влияния и от другого глаза. В дальнейшем, в 18-м поле зрительной коры обезьяны обнаружили нейроны, реагирующие на определенное расстояние до стимула [22,23,29,30,34].

В работах Г.И. Рожковой [15,16] была предложена теория, согласно которой зрительная система человека имеет два монокулярных и три бинокулярных параллельных механизма. При этом из числа бинокулярных подсистем только одна является чисто бинокулярной. Она чувствительна к диспаратности зрительных сигналов, поступающих от одного и другого глаза. Другая подсистема — монобинокулярная — срабатывает при поступлении сигналов как через оба глаза, так и через один. Третья подсистема — постмонокулярная — формирует трехмерные образы на основе синтеза деталей и признаков, которые выделяются обеими монокулярными подсистемами зрительного анализа, и обеспечивает бинокулярный синтез «конфликтующих изображений».

Конкретный механизм суммации зрительных впечатлений обоих глаз был предложен В.И.Поспеловым [13,14]. По его предположению нейроны подслоя 4в зрительной коры функционируют по принципу «вентиля». При этом они поочередно в определенном ритме пропускают информацию то с нейронов подслоя 4а, то с нейронов подслоя 4с в иерархически более высокие нейроны зрительной коры для последующей обработки и анализа. В различных ретино-кортикальных зонах нейроны IVв переключаются в разном ритме. В результате, в конкретный момент времени через одни бинокулярные нейроны передается мозаичная зрительная информация от различных зон сетчатки одного глаза, а через другие — от парного глаза, выделяет шесть стадий онтогенеза зрительной системы, благодаря которым формируются корреспондирующие свойства сетчаток.

На первой стадии формируются монокулярные опто-моторные рефлексy в период физиологического косоглазия новорожденных. Стимулом для их развития служит трубчатое поле зрения новорожденного.

На второй стадии закладываются основы функциональной корреспонденции. Развитию нормальной связи способствуют бифовеальность геометрической корреспонденции, правильно сформированные монокулярные опто-моторные рефлексy и сохранение трубчатого поля зрения.

На третьей стадии развиваются «управленческие» возможности корреспонденции в координации ассоциированных бинокулярных опто-моторных реакциях.

Расширение полей зрения приводит к появлению феномена перекрестной диплопии близко расположенных объектов. Она служит стимулом для развития на четвертой стадии онтогенеза механизма фузионной конвергенции глаз.

На пятой стадии образуется связь между аккомодацией и конвергенцией, чему способствует анатомическая близость их центров и параллелизм их действия.

На шестой стадии происходит упрочнение объединенной на основе нормальной связи деятельности сенсорных, моторных и проприоцептивных систем обоих глаз, направленной на формирование нормального бинокулярного зрительного восприятия [13,14].

У больных содружественным косоглазием преобла-

дающей формой сенсорной адаптации бинокулярной зрительной системы к асимметричному положению глаз является подавление зрительных впечатлений косящего глаза [2,3,5,6,19,23,24].

Функциональная скотома — участок выпадения, возникающий в поле зрения косящего глаза только при двух открытых глазах. Частота выявления функциональной скотомы зависит от степени нарушения нормальных бинокулярных связей и от условий исследования [2,3,5,6].

При исследовании функциональной скотомы на синоптофоре у больных альтернирующим косоглазием нередко отмечается феномен «соревнования сетчаток» или «борьбы полей зрения», проявляющийся в попеременном исчезновении тест-объектов в поле зрения то одного, то другого глаза. Аналогичное явление может наблюдаться и у испытуемых с нормальным бинокулярным зрением. При исследовании функциональной скотомы у больных монолатеральным косоглазием чаще проявляет себя фактор доминирования ведущего глаза — тест-объект исчезает только в поле зрения постоянно косящего глаза [2,3,24,26].

Общепризнанный феномен «перескока» при исследовании на синоптофоре отмечается реже, чем феномен «огибания», при котором движущийся объект синоптофора обходит скотому по ее краю [2,3].

Функциональная скотома характеризуется наличием как синергических так и антагонистических связей. Однако до сих пор неясно на каком уровне зрительной системы и посредством какого механизма осуществляется этот процесс [17].

Другим нарушением бинокулярного сотрудничества при содружественном косоглазии, по мнению ряда авторов, является аномальная корреспонденция сетчаток [1,7,8,9,13,14,25].

Предполагают, что косоглазие с малым углом, как патогенетический фактор дефекта бинокулярного зрения, на первой стадии онтогенеза существенно не нарушает развития монокулярных опто-моторных рефлексов. Возникшее при рождении или на первом году жизни, оно нередко своевременно не распознается. Это косоглазие нарушает развитие бифовеальной связи. В результате на второй стадии онтогенеза первично формируется аномальная корреспонденция, которая вначале всегда гармонична углу косоглазия. На следующей, третьей стадии аномальная связь подчиняет своему влиянию нормальные монокулярные опто-моторные рефлексy, формируя аномальные бинокулярные опто-моторные механизмы и аномальную бинокулярную пространственную локализацию.

Косоглазие приводит к дистенезу, вторичной дисфункции и к усилению дисбаланса глазодвигательных мышц. Эти нарушения увеличивают угол косоглазия и замыкают новый патогенетический цикл. При этом нарушается гармоничность углов девиации и аномалии корреспонденции. Возникающая диплопия стимулирует развитие механизма подавления аномальной связи. Последняя в состоянии подавления не функционирует, однако сохраняется как навык, пространственно-зрительный алгоритм кодирования бинокулярной зрительной информации, адаптированный к определенному направлению и величине косоглазия [7,8,9,13,14,25].

Однако существуют противоречивые данные о час-

тоте встречаемости и характере проявлений аномальной корреспонденции сетчаток. Источником противоречий является то обстоятельство, что физиологические закономерности, свойственные гаплоскопическому зрению (в условиях разделения полей зрения) искусственно переносятся на условия естественного зрения и наоборот. Механически отождествляются результаты различных диагностических методов и под термином «аномальной корреспонденции» сетчаток понимаются различные патологические состояния [1,5,6].

Представленный материал свидетельствует о том, что зрительное восприятие представляет собой совокупность процессов построения зрительного образа окружающего мира. Оно зависит не только от состояния оптической системы, сетчатки и проводящих путей, но и от работы глазодвигательного аппарата со сложными

механизмами проприоцепции, а так же от способности центрального отдела зрительного анализатора к интеграции и переработке полученной информации.

Несмотря на сложную структурно-функциональную организацию системы целостного зрительного восприятия, правомерно выделить функционирование трех взаимосвязанных механизмов формирования зрительного образа — сенсорного, моторного и проприоцептивного.

Раскрытие закономерностей, механизмов реализации и особенностей взаимодействия этих компонентов, как в норме, так и при различных патологических состояниях, является одной из наиболее актуальных задач теоретической и практической офтальмологии и может стать основой для решения многих фундаментальных проблем глазной патологии.

MODERN CONCEPTIONS OF CORRESPONDING RETINAL PROPERTIES IN NORM AND IN CONCOMITANT STRABISMUS

S.I. Rychkova, L.N. Bachaldina, A.V. Korolenko, A.G. Shchuko
(Irkutsk Branch of IRTC "Eye Microsurgery")

This review is devoted to the problem of retinal correspondence in norm and in concomitant strabismus. The evolution of theory of spatial vision is followed. The possible mechanisms of retinal interaction in norm and their disturbances in concomitant strabismus are considered.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аветисов Э.С., Кащенко Т.П. Особенности аномального бинокулярного зрения при косоглазии // Нарушение бинокулярного зрения и методы его восстановления: Сб. науч. трудов междунар. симпоз. — М.: Медицина, 1980. — С.9-14.
2. Аветисов Э.С., Кащенко Т.П. Особенности бинокулярного зрения при косоглазии // Нарушение бинокулярного зрения и методы его восстановления. — М.: ВАСХНИЛ, 1980. — С.9-14.
3. Аветисов Э.С. Содружественное косоглазие. — М.: Медицина, 1977. — 312 с.
4. Геринг Э. Пространственное чувство и движения глаза: Руководство к физиологии / Под ред. Л.Г.Германа. — СПб., 1887. — Т. 3, ч. 1. — С.520-916.
5. Кащенко Т.П. Бинокулярная система при содружественном косоглазии: Автореф. дис. ... докт. мед. наук: 14.00.08 / МНИИГБ. — М., 1978. — 31 с.
6. Кащенко Т.П., Соловьева В.В., Рабичев И.Э. Исследование бинокулярного зрения методом биариметрии // Вестн. офтальмол. — 1991. — № 6. — С.34-36.
7. Кжысткова К.Н. Аномальная корреспонденция сетчаток при косоглазии // Нарушение бинокулярного зрения и методы его восстановления. — М.: ВАСХНИЛ, 1980. — С.42-48.
8. Кропман И.Б. Физиология бинокулярного зрения и строения его при содружественном косоглазии. — Л.: Медицина, 1966. — 206 с.
9. Ланг И. Микротропия // Нарушение бинокулярного зрения и методы его восстановления. — М.: ВАСХНИЛ, 1980. — С.14-20.
10. Могилев Л.Н. Пространственные зрительные эффекты как показатели функциональной организации зрительных центров: Автореф. дис. ... докт. биол. наук: 14.00.17 / ИГУ. — Иркутск, 1979. — 52 с.
11. Могилев Л.Н. Механизмы пространственного зрения. — Л.: Наука, 1982. — 112 с.
12. Осипов Г.И. Динамическая стереовизометрия в детской офтальмологии // Акт. проблемы детской офтальмологии: Сборн. науч. трудов Петербургского Педиатр. мед. ин-та. — СПб., 1995. — С.45-46.
13. Поспелов В.И. К оценке тяжести дисбинокулярной амблиопии у детей // Офтальмол. журн. — 1983. — Т. 264, № 8. — С.480-484.
14. Поспелов В.И. Методические рекомендации по восстановлению бифовального слияния у детей. — Красноярск: Наука, 1987. — 24 с.
15. Рожкова Г.И. Физиология зрения. — М.: Медицина, 1992. — С.642-645.
16. Розанова О.И., Шуко А.Г., Мальшев В.В. Сходящееся содружественное косоглазие у взрослых. — Иркутск, РИО ГУ НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2005. — 131 с.
17. Рычков И.Л. Пространственное зрение человека и животных. — Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1990. — 216 с.
18. Соловьева В.В. Метод биариметрии в диплоптическом лечении содружественного косоглазия: Дисс. ... канд. мед. наук: 14.00.08 / МНИИГБ. — М., 1988. — 158 с.
19. Супин А.Я. Нейрофизиология зрения млекопитающих. — М.: Медицина, 1981. — 252 с.
20. Bishop P.O., Pettigrew J.D. Neural mechanism of binocular vision // Vision Res. — 1986. — Vol.26, № 9. — P.1587-1600.
21. Bishop P.O. Neurophysiology of binocular single vision and stereopsis // Handb. Sens. Physiol. — Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verl. — 1973. — Vol. 7, P3A. — P.255-306.
22. Bishop P.O. Vision with two eyes // J. Physiol. Soc. Jap. — 1983. — Vol. 45, № 1. — P.1-18.
23. Chaumont P. L'Inhibition a la lecture de Hamburger // J. Francais de Orthopt. — 1995. — № 27. — P.27-36.
24. Christian P. The management of small-angle esotropia with abnormal retinal correspondence // Amer. Orthopt. J. — 1971. — № 21. — P.92-97.
25. Cogan A.I. La fixation foveale en rivalite avec la fusion binoculaire. Une hypothese de developpement // Pergamon Press. — New York, 1982. — P.233-236.
26. Donaldson I.M., Long A.C. Interactions between extraocular proprioceptive and visual signals in the superior colliculus in the cat // J. Physiol. — 1980. — Vol. 298, № 1. — P.85-110.
27. Eizenman M., Mecullock D., Skarf B. Alternating field stereoscopy: a new method of eliciting binocular evoked potentials in infants // J. Opt. Soc. of America. — 1989. — P.88-91.
28. Hubel D.H., Wiesel T.N. Brain mechanisms of vision // Sci. Am. — 1979. — № 241. — P.130-144.
29. Hubel D.H. Eye, brain and vision. — St. Louis: Mosby, 1990. — 238 p.
30. Julesz B. Cooperative phenomena in binocular depth perception // Amer. Sci. — 1974. — Vol. 62, № 1. — P.32-43.
31. Julesz B. Stereoscopic vision // Vision Research. — 1986. — Vol. 29, № 9. — P.1601-1612.
32. Muller J. Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtsinnes. — Leipzig: Ariston Verlag, 1826. — 342 p.
33. Ogle K.N. The optical space sense // The eye. V.4 (Ed. H. Dawson). — New York, London: Mosby, 1962. — P.211-419.
34. Panum P. Physiologische untersuchungen uber das Sehen mit zwei Augen. — Leipzig: Ariston Verlag, 1958. — 342 p.