

### 1.3.Современные представления о структуре бинокулярной зрительной системы человека и взаимодействии параллельных автономных подсистем в процессе зрения.

Монокулярное зрение – зрение одним глазом, которое воспринимает ширину, высоту, форму, цвет предмета, но монокулярное зрение не даёт представление об объёме и расположении предмета в пространстве. Бинокулярное зрение - это способность сливать<sup>1</sup> изображения предмета в головном мозге и воспринимать как единый образ при согласованной работе моторной<sup>2</sup> и сенсорной систем обоих глаз.

Исходя из этого, бинокулярная фиксация это одновременное направление зрительных осей на объект фиксации, т.е. одновременные, согласованные вергентные движения глаз, при этом формируется общее поле зрения, когда центральные поля зрения левого и правого глаза накладываются друг на друга (отражение образов с сетчатки, преобразованные на рецептивных полях) и формируется более чёткий более яркий образ, именно за счёт наложения двух рецептивных полей друг на друга. Поэтому происходит повышение остроты зрения, повышение контрастности, четкости зрения и также некоторое увеличение полей зрения.

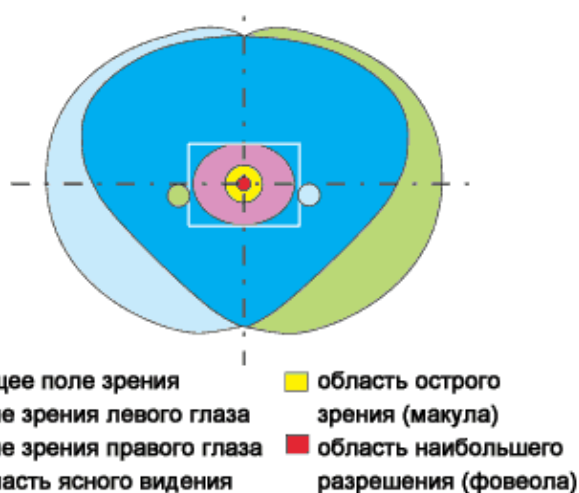
При бинокулярной фиксации происходит:

- медиальные части монокулярный полей накладываются друг на друга - общее поле зрения
- Объекты попадающие в общее поле зрения раздражают сетчатки обоих глаз
- Границы общего поля зрения 115 градусов
- Латеральные части полей зрения (височные полудуги) - монокулярны.

Когда же эти изображения сливаются в единый образ?!

Нормальное бинокулярное зрение это такая совместная работа моторных и сенсорных систем левого и правого глаза, которая обеспечивает

- одновременную ориентацию обеих зрительных осей на объект фиксации



<sup>1</sup> Слияние двух изображений (фузия корковый центр)

<sup>2</sup> Совместная работа обих глаз – моторная функция

- Формирует пару сходных монокулярных изображений этого объекта на сетчатке парных глаз
- Способствует слиянию их в единый образ
- Способствует правильному определению местоположения стимула в пространстве

Условия для формирования бинокулярного зрения

1. Качество изображения в каждом глазу (четкость, контраст, цвет, размер). Максимальная монокулярная оптическая коррекция, создаёт условия для быстрого и лёгкого слияния, таким образом облегчается работы корковых центров головного мозга.

2. Способность зрительных центров головного мозга к слиянию двух изображений от парных глаз (отсутствие нарушений в проводящих путях и в корковых центрах)

3. Вергентные и фузионные движения глаз (правильная работа всех мышц обоих глаз, которая направляет зрительные оси на объект фиксации) в подержание корреспонденции сетчаток. При движении левого и правого глаза создаётся ассиметричный движений которая даёт отклонение от центра фиксации и непопадание зрительного образа в необходимую область сетчатки. Ассиметрия нивелируется мышечным равновесием, но иногда происходит мышечное утомление и в таких случаях эффект не реализуется, возникает усталость и дискомфорт.

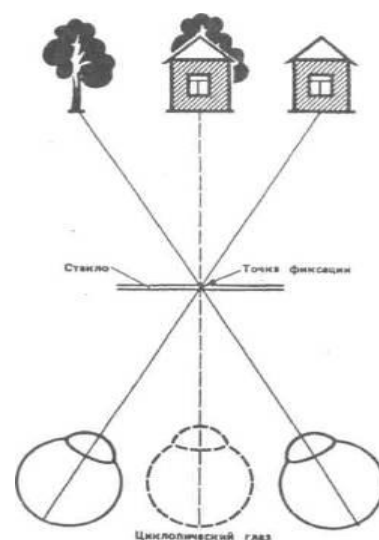
#### Уровни бинокулярного зрения

1 уровень -одновременное синхронное зрение (корреспонденция сетчаток)

2 уровень - физиологическое двоение (Зона Панума ) не воспринимается человеком

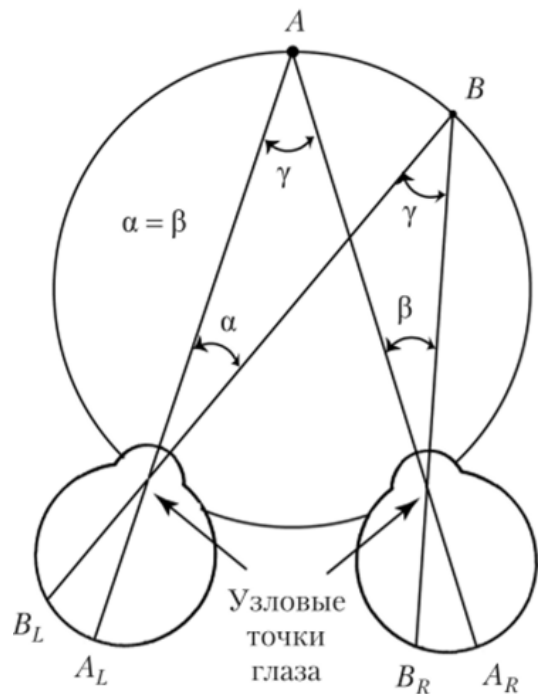
3 уровень - стереозрение, позволят определить положение предметов в пространстве, взаимосвязь между ними; за счёт двоения на диспаратных участках

Одновременное синхронное зрение основано на теории "Корреспонденции сетчаток", которая была создана Е. Hering и J.Muller в 19 веке. Корреспонденция сетчаток-это врожденное свойство "функциональной идентичности". Согласно этой теории идентичны (корреспондируют) фоторецепторы центральных ямок и любая другая пара фоторецепторов, каждый элемент которой удалён 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.

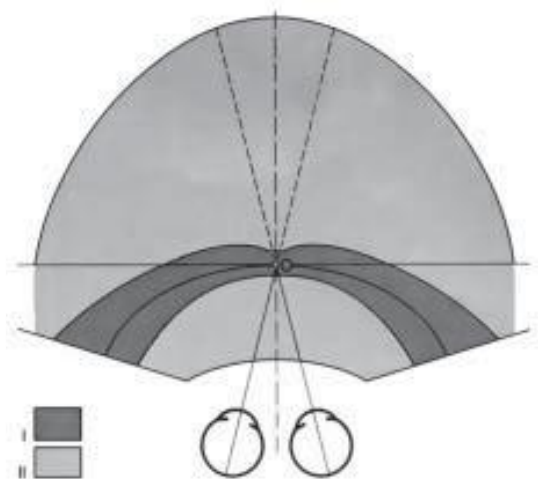


Стимулом к бинокулярной фиксации является тенденция зрительной системы к преодолению двоения, к видению единого образа.

Одиночное восприятие возможно только при условии одновременного раздражения центральных ямок сетчатки или точек равноудалённых от фовеа в одном и том же направлении. В сетчатках глаз выделяют функционально спаренные ретино-кортикальные элементы = идентичные, соответственные корреспондирующие точки. А все остальные точки называются неидентичный несоответственные, диспаратные. Таким образом если изображение попадает в эти корреспондирующие участки сетчатки правого и левого глаза, то изображение рефлекторно сливается само собой, но при этом изображения, попадающие в другие точки сетчатки не сливаются и, соответственно, дwoятся и одновременно подавляются. Отсюда следует главная суть теории "корреспондирующих сетчаток" о том, что рефлекторно происходит одновременное сливание изображений с корреспондирующих участков сетчаток и одновременно подавление всех остальных двоющихся изображений.



Одновременно с теорией корреспондирующих сетчаток возникло классическое понятие гороптера, модифицированное позднее в представление о "стереоскопическом пространстве". Согласно этой теории гороптер это условная окружность, проведённая через точку фиксации и узловые точки обоих глаз. Узловая точка глаза это точка через которую проходит оптическая ось и свет движущийся по оптической оси не преломляется. При бинокулярном наблюдении все точки гороптера воспринимаются одиночно, так как изображения проецируются на корреспондирующие участки сетчатки.



Схематическое изображение зон стереоскопического зрения  
 (O – бицентрально фиксированный точечный объект)  
 I бинокулярное одиночное зрение II двоение

Исследование в эксперименте показало, что "эмпирический гороптер" по ряду свойств существенно отличается от теоретического и представляет собой не линию, а зону, глубина которой тем больше, чем дальше от точки фиксации отодвинута нефиксируемая точка.

Теория горютера позволяет определить положение объекта в пространстве "дальше или ближе. Объекты, выходящие за линию горютера, проецируются на разные расстояния от центральной ямки, являются диспаратными. Они не обладают свойством одиночного восприятия, и при попадании на них объекта фиксации возникает двоение(диплопия). Если такое изображение приходится на зону Панума это двоение будет физиологичным, будет подавляться и восприниматься как ощущение "пространства". Здесь следует сказать о зоне Панума, где каждая точка сетчатки, корреспондирующая точке сетчатки другого глаза, окружена областью, в которой, несмотря на диспаратность, монокулярные зрительные изображения сливаются, обеспечивая адекватную равность получающихся изображений. Эти маленькие области называются областями фузии (областями Панума) и в первом приближении имеют форму горизонтального эллипса. В зависимости от используемой методики измерения в литературе приводятся различные размеры центральной зоны фузии (от нескольких угловых минут до 1 градуса (угол узловой точки). Размеры зон фузии Панума увеличиваются по мере удаления от центра к периферии сетчатки. Если корреспондирующие центры двух глаз лежат внутри центральной зоны фузии, то имеет место нормальная корреспонденция. Если один корреспондирующий центр лежит вне центральной зоны фузии, это называется аномальной корреспонденцией, которая существует только как следствие гетеротропии.

Механизм физиологического подавления – это привычная бессознательная оценка того, где находится объект: дальше или ближе точки фиксации. При перекрестной диплопии предметы располагаются ближе точки фиксации при одноименной диплопии дальше точки фиксации. Височная диспаратность ассоциируется с меньшей (от испытуемого) удаленностью от глаза, носовая с большей удаленностью. Это даёт эффект глубинного восприятия и служит основой стеропсиса.

Необходимыми этапами пространственного зрения считаются следующие

1. Монокулярный узнавание объекта и их составных деталей
2. Установление соответствия между элементами правого и левого монокулярного образов
3. Построение бинокулярного образа

### Нейрональное обеспечение работы бинокулярного механизма

Нейрональное обеспечение работы бинокулярного механизма представлено на разных анатомических уровнях зрительного анализатора.

Первые зрительные центры, где происходит конвергенция зрительной информации от левого и правого глаз, являются верхнее двухолмие и наружные коленчатые тела. Считается что в зрительной коре только 15% монокулярных нейронов, а остальные 85% получают влияния от обоих глаз. Также обнаружены нейроны в 18-м поле зрительной коры, реагирующие на определённое

расстояние до стимула. Рожкова Г.И. предложила теорию, 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 трёхмерные образы на основе синтеза деталей и признаков, которые выделяются обеими монокулярными подсистемами зрительного анализа, обеспечивает бинокулярный синтез конфликтующих изображений.

Конкретный механизм суммации зрительных впечатлений обоих глаз описан Поспеловым В.И. Согласно механизму, который был им описан, нейроны подслоя 4В зрительной коры функционируют по принципу "вентиля", при этом они поочередно в определённом 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 4в приключаются в разном ритме. В результате, в конкретный момент времени через одни бинокулярные нейроны передаётся мозаичная зрительная информация от различных зон сетчатки одного глаза, а через другие – от парного глаза.

Выделяют шесть стадий онтогенеза зрительной системы, благодаря которым формируются корреспондирующие свойства сетчаток.

На первой стадии формируется монокулярные опто-моторные рефлекс период физиологического косоглазия новорождённых. Стимулом для их развития служит трубочное поле зрения новорождённого.

На второй стадии закладываются основы функциональной корреспонденции. Развитие нормальной связи способствует бифовеальность геометрической корреспонденции, правильно сформированные монокулярные опто-моторные рефлекс и сохранения трубочного поля зрения.

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

Расширение полей зрения приводит к появлению феномена перекрёстной диплопии близкорасположенных объектов. Она служит стимулом для развития четвёртой 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 объединённой на основе нормальной связи деятельности сенсорных, моторных и проприоцептивных систем обоих глаз, направленной на формирование нормального бинокулярного зрительного восприятия.

У больных содружественным косоглазием преобладающей формой сенсорной адаптации бинокулярные зрительной системы к симметричному положению глаз является подавление зрительных впечатлений косящего глаза.

Бинокулярное зрение 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, а также от способности центрального отдела зрительного анализатора к интеграции и переработки полученной информации. Несмотря на сложность структурно-функциональную организацию системы целостного зрительного восприятия правомерно выделить функционирование трёх взаимосвязанных механизмов формирования зрительного бинокулярного образа: сенсорного, моторного и проприоцептивного.