

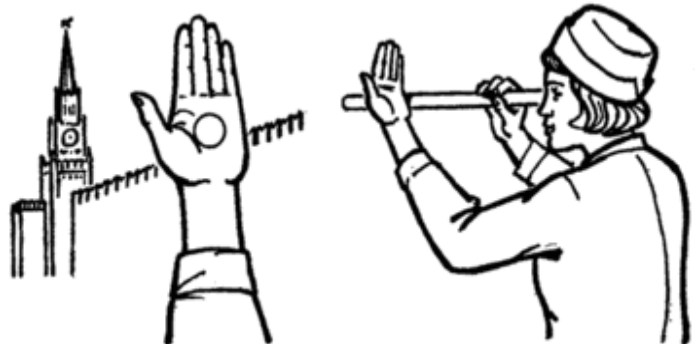
1.2. Биноккулярное зрение человека: основные преимущества зрения двумя глазами, показатели состояния биноккулярных функций, критерии нормального биноккулярного зрения.

Биноккулярное зрение – способность пространственного восприятия объема и рельефа предметов двумя глазами. Биноккулярное зрение создаёт основу для стереоскопического трёхмерного восприятия внешнего мира, возможность ощущать мир объёмно, определять размеры предметов, расстояние между ними. Биноккулярное зрение усиливает яркость объектов внешнего мира и повышает остроту зрения, в отличие от монокулярной на 10-20%.

Восприятие глубины пространства возможно только при полноценном биноккулярном и стереоскопическом зрении. Биноккулярное зрение очень необходимо во многих профессиях: микроэлектроника, точная механика и оптика, приборостроение, проектные работы, ювелирное дело, авиация и космонавтика, ряд медицинских профессий.

Биноккулярное зрение - восприятие внешнего мира зрительной системой двух глаз, с двух разных точек пространства, при проекции объекта фиксации на центральные ямки сетчаток, сопровождающееся полноценным слиянием воспринимаемого в головном мозге в единое изображение, с последующей локализацией его в соответствующем месте пространства.

Обязательным условием биноккулярного зрения является восприятие одного объекта фиксации двумя глазами одновременно (одновременное – параллельное) зрение. Вергентные движения глаз (конвергенция и дивергенция) при правильной оптической организации изображения представляют собою моторную (мышечную, двигательную) фузию.



Несмотря на то, что на сетчатке формируется двухмерное изображение объекта, окружающий нас мир, тем не менее, воспринимается объёмным, трёхмерным. Понимание расстояния до объектов, их формы и взаимного расположения происходит благодаря пространственным признакам, которые подразделяются на *монокулярные* и *биноккулярные*.

Пространственные признаки, которые могут восприниматься не только двумя, но и одним глазом, называются монокулярными признаками. Биноккулярные признаки удалённости возможны только при биноккулярном восприятии. Художники, пишущие картины на плоскости в двухмерном пространстве, используют в своем творчестве монокулярные пространственные признаки для создания ощущения отдалённости или близости объектов, глубины пространства.

К монокулярным пространственным признакам относятся:

а) *относительный размер* (объект, расположенный ближе, кажется большим по размеру, а объект, расположенный дальше - меньшим);

б) *градиент текстуры* (постепенное изменение величины, формы пространственного расположения элементов, образующих паттерн текстуры);

в) *интерпозиция*, или *частичное загоразживание* (объект расположенный ближе, частично перекрывает или затеняет объект, расположенный дальше);

г) *линейная перспектива* (кажущееся схождение параллельных линий уходящих к горизонту);

д) *воздушная (атмосферная) перспектива* (удалённые предметы меньше контрастируют с фоном, чем предметы, расположенные поблизости, поэтому кажутся более размытыми, нечёткими, кроме того, удалённые объекты кажутся окрашенными в холодные цвета - голубой и синий, так как световые лучи короткого спектра сильнее преломляются);

е) *параллакс движения* (от греч. *paralaxis* — перемена, изменение) — возникает в результате перемещения наблюдателя или объектов пространства (при движении глаз наблюдателя, например, во время поворота головы или всего тела, проекция на сетчатку объектов, расположенных дальше от точки фиксации наблюдателя, смещается медленней в ту же сторону, что и движение наблюдателя; объекты же, находящиеся ближе точки фиксации, смещаются в противоположном направлении с более высокой скоростью).

ж) *затенённость и светимость*;

з) *монокулярная аккомодация* и пр.

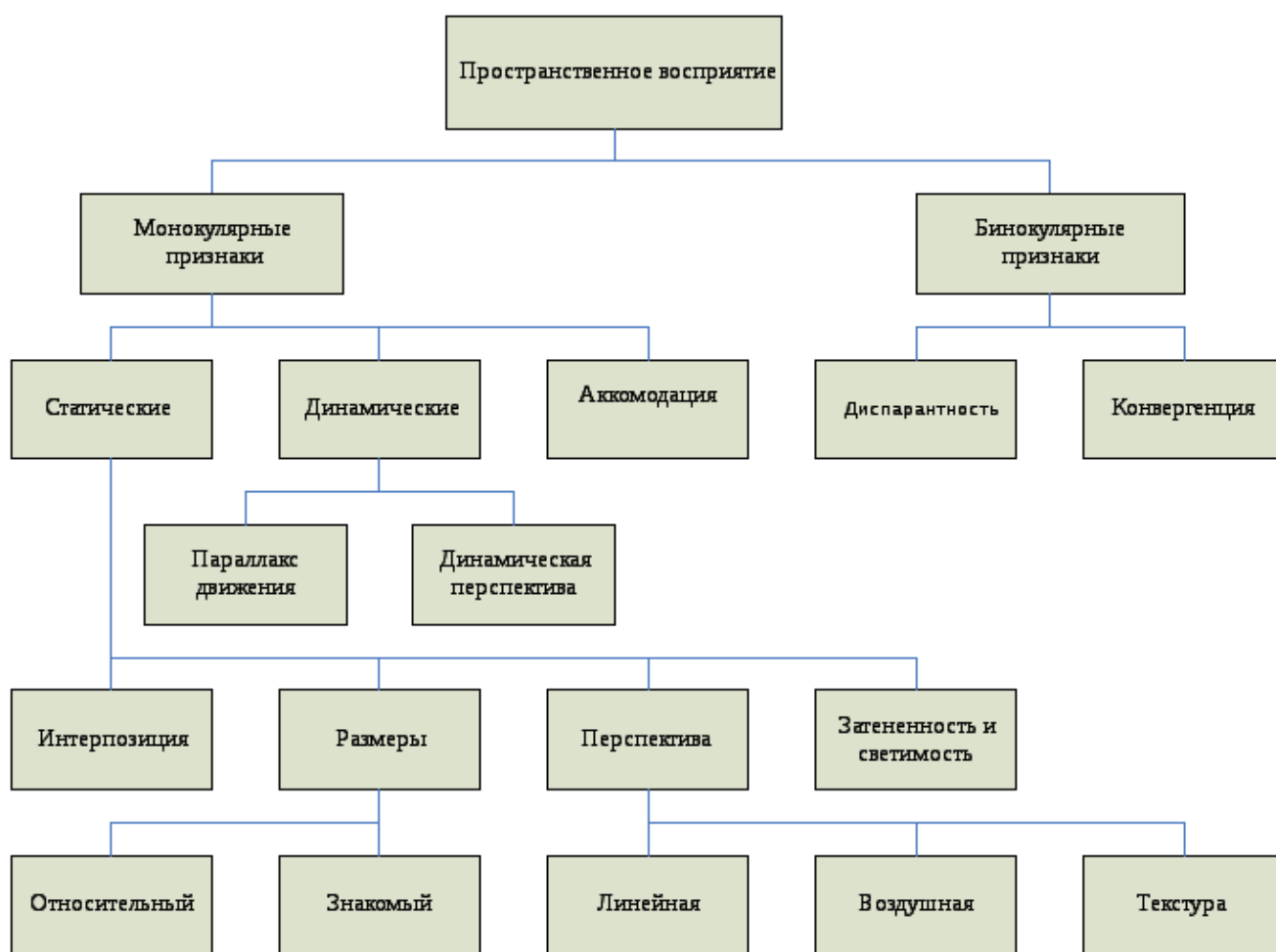
К биноккулярным пространственным признакам относятся:

а) *биноккулярная конвергенция* (при бификсации приближающихся предметов зрительные оси сходятся к центру (носу), тогда как при восприятии отдаляющихся предметов они расходятся);

б) *нормальная бинокулярная диспаратность* (при восприятии близких предметов наблюдается значительная диспаратность (различие) между тем, что видит правый глаз и левый глаз, а для отдалённых предметов диспаратность незначительна);

в) *относительная аккомодация* (чем ближе находится фиксируемый объект, тем сильнее напряжение аккомодации, то есть это даёт информацию о близости объекта);

г) *стереопсис* (бинокулярная диспаратность) и пр.



Бинокулярные пространственные признаки более эффективны на небольших расстояниях (до двух метров) и практически бесполезны при зрении вдаль, в бесконечность, например, при любовании закатом.

Единое, объёмное стереоскопическое изображение осуществляется в головном мозге в результате сенсорной фузии - слияния и многофакторного анализа сетчаточных изображений моно-бинокулярными каналами и бинокулярной системой двух глаз (Рожкова Г.И., 1992).

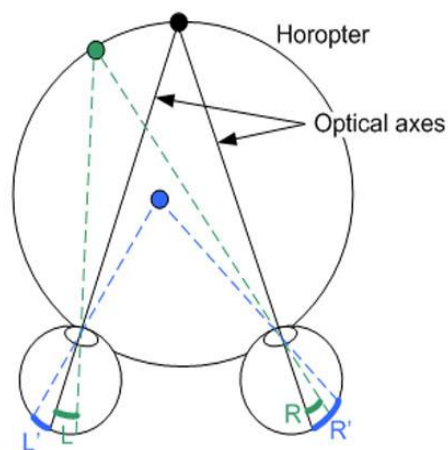
У новорожденных нет сочетанных движений глаз, они появляются лишь через 2-3 недели. Бинокулярное зрение считают сформированным к 3-4 годам, окончательно устанавливается к 7-10 годам. Таким образом, ранний детский возраст наиболее опасен для развития нарушения бинокулярного зрения (формирования косоглазия).

Для наличия бинокулярного зрения необходимо:

1. Острота зрения каждого глаза не менее 0,3-0,4;
2. Нормальное анатомо-физиологическое состояние всех составляющих элементов органа зрения (моторный аппарат, оптика, иннервация, центральные отделы ЦНС);
3. Полноценная конвергенция сбалансированная с аккомодацией;
4. Полноценная фория;
5. Полноценная фузия.
6. Эйкония – равновеликость сетчаточных изображений;
7. Нормальная корреспонденция сетчаток;

Аппарат бинокулярного зрения (условно) состоит из двух отделов: чувствительного - сенсорного и двигательного – моторного, объединённых нервными связями. Чувствительный отдел представлен оптическими структурами глаз, сетчатками, проводящими путями с центрами в головном мозге и связями меж ними. Аппарат бинокулярного зрения воспринимает изображения из внешнего мира, анализирует их и относит, проецирует во внешнюю среду, точно локализуя предметы в пространстве.

Одним из важных составляющих двигательного отдела бинокулярного зрения, является конвергенция – сведение зрительных осей на точку фиксации. Конвергенция измеряется метруглами. Один метругол конвергенции - сведение зрительных осей на точку фиксации на расстоянии 1 метр. Соответственно при взгляде на 0,5 м. – конвергенция будет 2 метругла, 1/3 м – 3 метругла и т.д.. В



норме, ближайшая точка конвергенции должна быть в 7 см (5 -10 см) от глаз.

При бинокулярном зрении вдаль зрительные оси глаз строго параллельны. При полноценном бинокулярном зрении на близкие расстояния зрительные оси глаз сходятся на объекте в точке бификсации.

Важным составляющим элементом бинокулярного зрения является фория – баланс (идеальное равновесие) наружных глазных мышц - глазодвигателей. При полном равенстве сил 12 мышц антогонистов - глазодвигателей имеет место ортофория. При неравенстве глазодвигателей возникает гетерофория (скрытое косоглазие). Степень фории измеряется в призмных диоптриях. Одна призмная диоптрия (1 пр. дптр. или 1) – отклонение луча света, при прохождении через оптическую среду, на расстоянии 1 метр на 1 сантиметр. Одна призмная диоптрия равна $0,5^{\circ}$.

Фузия – способность к слиянию изображений, воспринимаемых глазами.

Качество фузии оценивают по фузионным резервам в призмных диоптриях или градусах. Фузионные резервы тесно связаны с гетерофорией. Наиболее важны для зрения и оптической коррекции горизонтальные фузионные резервы для близи. Они имеют следующие физиологические пределы: положительные до 12° (24 пр. дптр.), отрицательные до 5° (10 пр. дптр).

При двух функционирующих глазах возможны различные варианты зрения (Сергиевский Л.И., 1951.):

1. Монокулярное зрение - при нейтрализации изображения одного из глаз;
2. Альтернирующее зрение - чередующееся при поочерёдном выключении ощущений глаз;
3. Одновременное зрение – воспринимаются одновременно изображения двух глаз, при этом, в ряде случаев, может ощущаться двоение;
4. Бинокулярное зрение:
 - а) Плоскостное БЗ – изображения двух глаз сливаются, но проецируются в одну плоскость, без объёмности;
 - б) Стереоскопическое зрение, пространственное зрение – изображения двух глаз, сливаясь, ощущаются в многомерном пространстве, объёмно.

При полноценном бинокулярном зрении зрительные ощущения двух глаз сливаются в коре головного мозга, за счёт деятельности бинокулярных нейронов, в единый зрительный образ.

Стереоскопическое зрение - пространственно-трёхмерная локализация зрительного образа по отношению к точке фиксации.

Ощущение трёхмерности наблюдаемого пространства возникает на основе оценки диспаратности сетчаточных изображений внешнего мира зрительной системой. Стереоскопическое зрение - высшее, интегрированное состояние зрительного восприятия пространства человеком.

Острота стереоскопического зрения – величина, обратная порогу стереоскопического зрения. В офтальмологии остроту стереоскопического зрения, условно, выражают величиной предельного угла порога стереоскопического зрения. Измеряют степень стереоскопического зрения в угловых секундах (угл. сек. – ”) и вычисляется по формуле:

$$VA = (PD \times \Delta D) / d^2 \times 206,265,$$

где: PD - межзрачковое расстояние (мм), ΔD - расстояние между объектами (мм), d – расстояние до дальнего объекта (мм)

Пример: Расстояние между объектами $\Delta D = 2$ мм, расстояние до дальнего объекта $d = 827$ мм, PD = 64 мм. Острота стереозрения: $VA = (64 \times 2) / 827^2 \times 206,265 = 38$ угловых секунд (s/arc)

Нормой считаются пределы от 2” до 40”. 5% человеческой популяции даже при наличии бинокулярного зрения - стереослепы и до 30% имеют стереоамблиопию различной степени. Исследуется стереоскопическое зрение стереотаблицами Пульфриха, Виногорова или вектографическими стереотаблицами («Fly Test», «Randot stereotest SO-002» и т.п.), специальными приборами («Стереовизотест», «Hend Held Biopter SO-108», «Stereo 2000 Vision Testers» и т.п.),.

Различные виды зрения могут заменять, дополнять друг друга, как в норме так и при разных видах патологии.

Исследование бинокулярного зрения. Тесты для оценки бинокулярного баланса.

Методы исследования бинокулярных функций при косоглазии основаны на принципе деления полей зрения (гаплоскопии). Это позволяет выявить участие (или неучастие) косящего глаза в бинокулярном зрении. Гаплоскопия

может быть механической, цветовой, растровой, фазовой (во времени). С помощью таких тестов можно оценить мышечный либо бинокулярный рефракционный баланс, или оба этих показателя одновременно.

Для маленьких детей исследование бинокулярного зрения проводится объективным методом - при помощи пробы с призмой. При наличии бинокулярного зрения приставление к одному из глаз призмы 8-10 пр. дптр. основанием к виску вызывает установочное движение этого глаза к носу, переводящее изображение на центральную ямку сетчатки и устраняющее двоение. При устранении призмы, глаз снова совершает установочное движение к виску. Отсутствие установочного движения глаза при приставлении к нему призмы свидетельствует об отсутствии бинокулярной функции.

Исследование бинокулярного зрения с помощью цветотестов. Тест Уорса (Worthtest) проводится с использованием проектора знаков. Для отечественных офтальмологов более привычным является название «четырёхточечный тест». Тест служит для оценки характера зрения при двух открытых глазах. С помощью этого теста можно выявить, имеется у пациента монокулярное, бинокулярное или одновременное зрение. С помощью этого теста также можно выявить наличие вертикальной фории. Тест состоит из двух фигур зеленого цвета, которые воспринимаются пациентом через зеленое стекло, одной фигуры красного цвета, которая воспринимается пациентом через красное стекло, и одной фигуры белого цвета, которая воспринимается обоими глазами. Если у обследованного имеется бинокулярное зрение, то он видит четыре фигуры, если одновременное – пять. В случае монокулярного зрения пациент видит либо две красные, либо три зеленые фигуры.

Четырёхточечный цветотест наиболее часто используется для исследования бинокулярного зрения. Действие прибора основано на принципе разделения полей зрения обоих глаз с помощью цветных фильтров. В съемной крышке прибора имеется четыре расположенных в виде лежащей буквы «Г» отверстия со светофильтрами: два отверстия для зеленых фильтров, одно – для красного и одно – для белого. В приборе применяются светофильтры дополнительных цветов, при наложении друг на друга они не пропускают света. Исследование проводят с расстояния от 1 до 5 метров. На глаза пациента надевают очки с красным светофильтром перед правым глазом и зеленым – перед левым. При рассматривании цветных отверстий прибора через красно-зеленые очки исследуемый с нормальным бинокулярным зрением видит четыре кружка: красный – справа, два зеленых – по вертикали слева и средний кружок, как бы состоящий из красного (правый глаз) и зеленого (левый глаз) цветов. При наличии явно выраженного ведущего глаза средний кружок окрашивается в цвет светофильтра, поставленного перед этим глазом. При монокулярном зрении правого глаза исследуемый видит через красное стекло только красные кружки

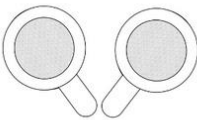
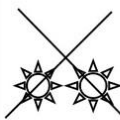
(их два), при монокулярном зрении левого глаза – только зеленые (их три). При одновременном зрении испытуемый видит пять кружков: два красных и три зеленых.

Тест Баголини (растровое разделение полей зрения) проводят с помощью полосчатых стекол или растров Баголини, располагая их в пробной оправе взаимно перпендикулярно. Пациенту в таких очках предлагается смотреть на точечный источник света.

Методика исследования. Само исследование следует проводить с расстояния сначала 5 м. (вдаль) и затем 35 см. (вблизи) от настольной лампы.

Для проведения испытания пациент садится на указанном расстоянии от настольной лампы. Держа в каждой руке по полосчатому стеклу, приставить их к глазам таким образом, чтобы имеющиеся мелкие желобки на стеклах были расположены под прямым углом друг к другу (рис. 1). Смотря на электрическую лампочку через эти стекла, в норме испытуемый должен видеть два перекрещивающихся световых луча с источником света по центру. При отклонении от нормы видимые лучи могут не пересечься, может быть виден только один луч, либо частичное пересечение.

Характер зрения оценивается как бинокулярный (норма), если исследуемый видит один источник света и два пересекающихся на нем луча в виде фигуры креста (рис. 2). При одновременном характере зрения исследуемый также видит фигуру креста, но с двумя источниками света (рис. 3). При монокулярном зрении исследуемый видит только один луч (рис. 4), а при монокулярном альтернирующем – два чередующихся луча (рис. 5). Если в световых лучах обнаруживается разрыв, это характеризует наличие микроскотомы (рис.6).

Схема расположения стекол	Варианты видимого изображения				
					
1	2	3	4	5	6

Синоптофор – один из основных гаплоскопических приборов. Разделение полей зрения правого и левого глаза осуществляется в этом приборе механически, с помощью двух отдельных для каждого глаза подвижных оптических трубок, в каждой из которых исследуемому предъявляют парные

тест-объекты для совмещения, для слияния. С помощью синоптофора можно определить величину угла косоглазия (субъективного и объективного), способность к бинокулярному (бифовеальному) слиянию изображений объектов, фузионные резервы, наличие или отсутствие функциональной скотомы. Прибор используется также для проведения лечебных ортоптических упражнений. Методика работы на синоптофоре следующая. Пациент садится на стул перед столиком с прибором. Голову его фиксируют с помощью налобника и подбородника. Зрительные системы синоптофора устанавливают соответственно нулевому положению всех шкал, а окуляры труб соответственно межзрачковому расстоянию глаз пациента. В кассеты предварительно вставляют нужные парные диапозитивы – тест-объекты. Имеются три пары тест-объектов: для совмещения, слияния и стереоскопии. Тест-объекты синоптофора могут перемещаться по горизонтали, по вертикали, торзионно (при наклоне в стороны). Для определения угла косоглазия используют объекты для совмещения (например, цыпленок и яйцо). Для определения объективного угла косоглазия попеременно включают то правый, то левый объект и предлагают больному поочередно фиксировать их каждым глазом. Наблюдают за движениями глаз испытуемого. При отсутствии угла косоглазия глаза больного во время попеременного включения объектов остаются неподвижными. При наличии угла косоглазия происходит установочное движение одного из глаз – либо кнаружи (при сходящемся косоглазии), либо кнутри (при расходящемся косоглазии).

Эффективные упражнения для восстановления бинокулярного зрения

Регулярная тренировка бинокулярного зрения является важным условием его восстановления. Существует несколько тренировочных систем, которые были разработаны специалистами в области офтальмологии — Кащенко, Бейтсом и т.д. Основная тренировка глаз проводится в условиях клиники на специальных аппаратах. Но, помимо аппаратного лечения, рекомендуется в качестве дополнительной меры выполнять специальную гимнастику в домашних условиях. Ниже приведены несколько вариантов упражнений, которые часто назначаются для восстановления бинокулярного зрения у взрослого человека и подходят для домашнего использования.

1. Нарисуйте маркером на листе бумаги вертикальную линию длиной 10 см и шириной 1 см. Прикрепите лист на хорошо освещенную стену на уровне глаз и отойдите от нее на один метр. Теперь наклоните голову таким образом, чтобы Вы видели начерченную линию в единственном экземпляре, то есть она не двоилась перед глазами. После того, как двойное изображение сольется в одно, начинайте медленно отводить голову вниз, не сводя взгляда с полосы. Продолжайте до тех пор, пока изображение не начнет удваиваться. Повторите те же действия с самого начала, только уже отводя голову вверх, а затем поочередно в стороны.

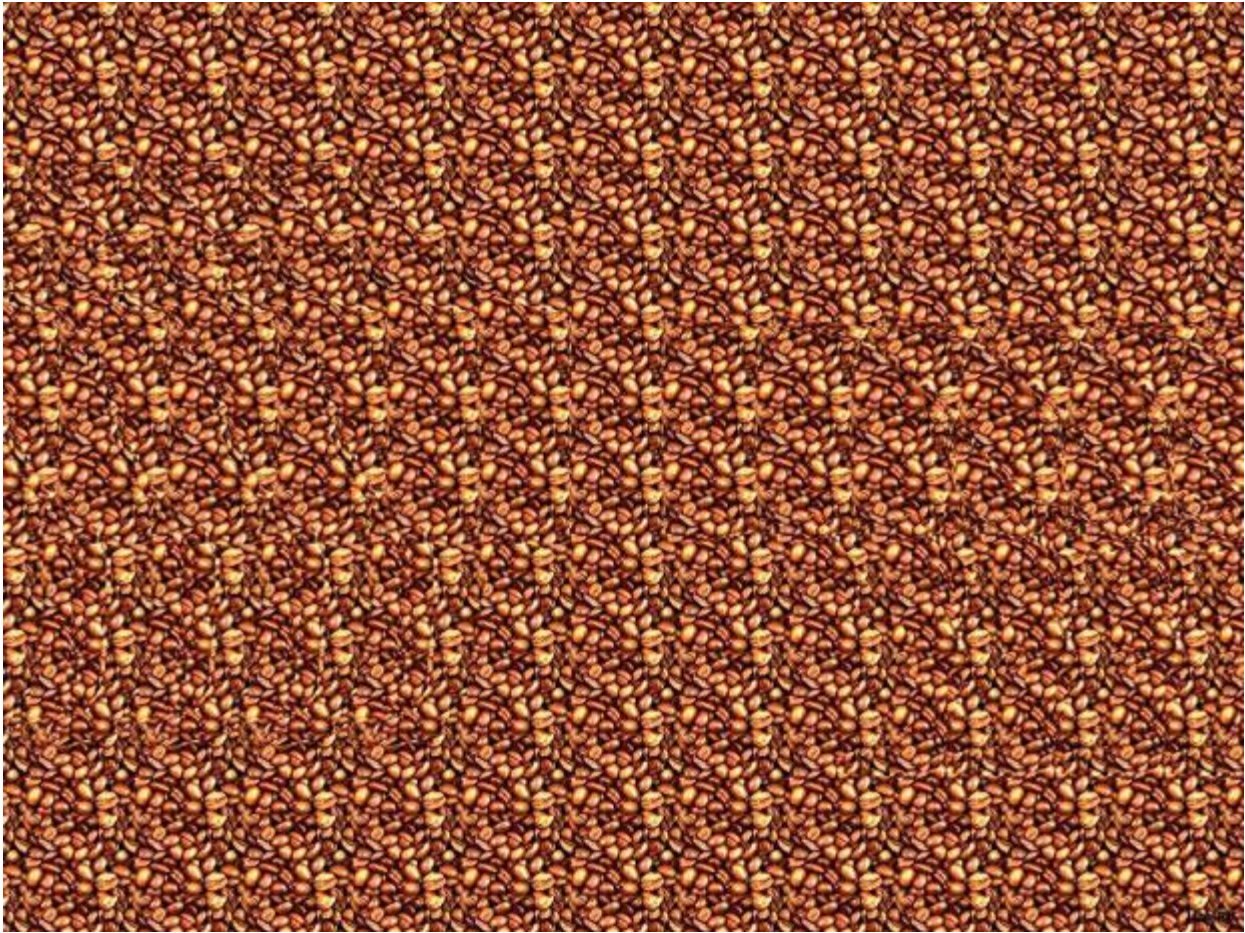
Выполнять такое упражнение нужно минимум трижды в день по пять минут. Таким же образом можно тренировать бинокулярное зрение, используя вместо начерченной линии любой предмет небольшого размера.



2. Расположите на стене зрительный объект и отойдите от нее на расстояние двух метров. Вытяните перед собой руку и поднимите вверх указательный палец. Он должен располагаться в одной зрительной оси с объектом на стене. Сначала сосредоточьте фокус внимания на зрительном объекте и наблюдайте за ним через кончик пальца. Вам покажется, что палец раздваивается. Затем поменяйте фокус внимания и сосредоточьте его на кончике пальца. Теперь руку вы должны видеть как цельное изображение, а объект на стене будет раздваиваться. Учитывайте, что наиболее четкое изображение будет со стороны глаза с наилучшим зрением. Иногда можно тренироваться, закрыв один глаз, чтобы второй в это время работал с максимальной отдачей. Повторять такое упражнение нужно несколько раз. Попеременное переключение фокуса с ближнего на дальний объект тренирует бинокулярное зрение, и со временем Вы заметите, что четкость изображения увеличивается.

3. Возьмите яркий рисунок и сначала подробно рассмотрите его целиком. Затем выберите небольшой элемент изображения и постарайтесь сконцентрироваться на нем, глазами обрисовать его контур, рассмотреть внутреннюю часть, не обращая внимания на основной фон. Затем повторите то же самое, но для фокусировки выберите элемент еще меньшего размера.

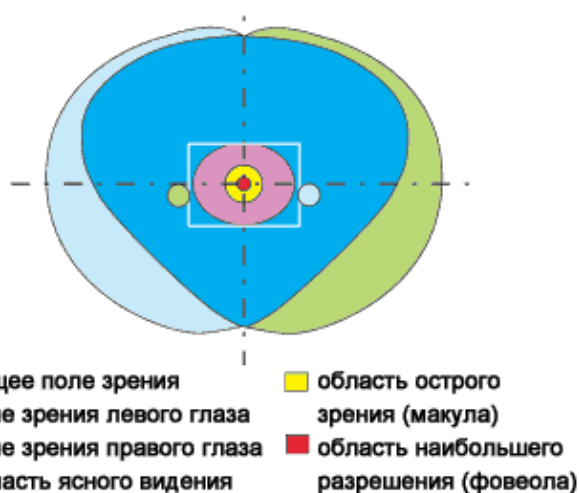
3. Рассматривание стереограммы. Когда человек всматривается в стереограммы, перед глазами появляются внутренние зашифрованные рисунки, изображение становится объемным, что помогает вернуть бинокулярное зрение.



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 сливать¹ изображения предмета в головном мозге и воспринимать как единый образ при согласованной работе моторной² 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?!

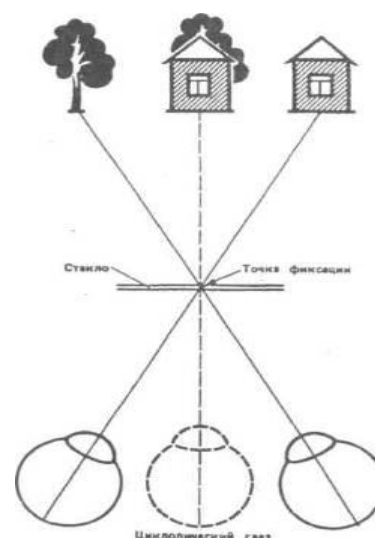
Нормальное бинокулярное зрение это такая совместная работа моторных и сенсорных систем левого и правого глаза, которая обеспечивает

- одновременную ориентацию обеих зрительных осей на объект фиксации

¹ Слияние двух изображений (фузия корковый центр)

² 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)

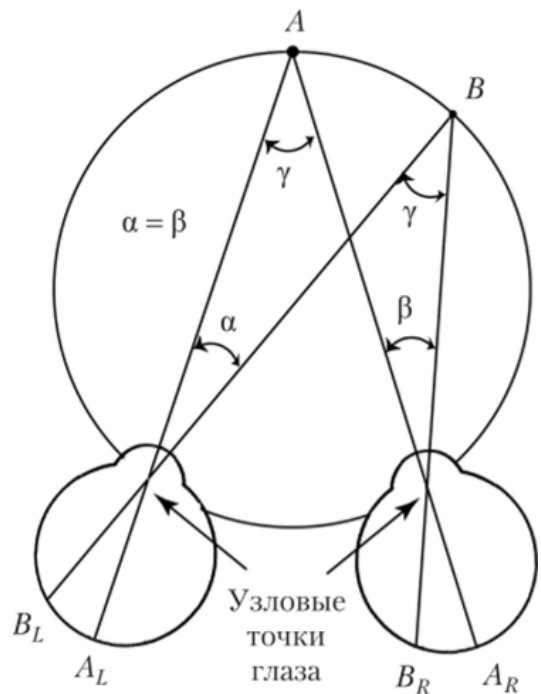
2 уровень - физиологическое двоение (Зона Панума) не воспринимается человеком

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



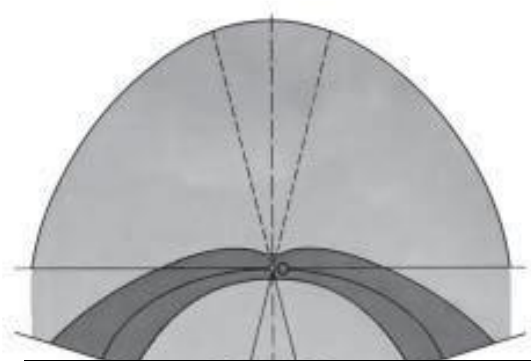
правого и левого глаза, то изображение рефлекторно сливается само собой, но при этом изображения, попадающие в другие точки сетчатки не сличаются и, соответственно, дwoятся и одновременно подавляются. Отсюда следует главная суть теории "корреспондирующих сетчаток" о том, что рефлекторно происходит одновременное сливание изображений с корреспондирующих участков сетчаток и одновременно подавление всех остальных двоющихся изображений.

Одновременно с теорией корреспондирующих сетчаток возникло классическое понятие горюптера, модифицированное позднее в представление о "стереоскопическом пространстве". Согласно этой теории горюптер 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 горюптера воспринимаются одиночно, так как изображения проецируются на корреспондирующие участки сетчатки.

Исследование в эксперименте показало, что "эмпирический горюптер" 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 горюптера позволяет определить положение объекта в пространстве "дальше или ближе. Объекты, выходящие за линию горюптера, 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



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

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 стереопсиса.

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 формируются монокулярные опто-моторные рефлексы период физиологического косоглазия новорождённых. Стимулом для их развития служит трубчатое поле зрения новорождённого.

На второй стадии закладываются основы функциональной корреспонденции. Развитие нормальной связи способствует бифовеальность геометрической корреспонденции, правильно сформированные монокулярные опто-моторные рефлексы и сохранения трубчатого 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.