

Глаз как оптическая система



Подготовили Забудько И., Бохова Л., Жигалкина Ю.

Зрение

Восприятие организмом внешнего мира, т.е. получение информации о нем, посредством улавливания специальными органами зрения отражаемого или излучаемого объектами света.



Бинокулярное зрение

Если мы смотрим на удалённый предмет, то нормально на одинаковых частях сетчатых оболочек глаза будут получаться одинаковые изображения; два изображения сливаются в одно благодаря вмешательству мозга. Это называется <бинокулярным зрением>.



Приблизжённый процент нормального зрения среди лиц разного возраста

<i>Возрастная группа.</i>	<i>% лиц с недостатками зрения.</i>
<i>Новорожденные</i>	<i>0,5</i>
<i>Учащиеся средней школы</i>	<i>20</i>
<i>Учащиеся колледжа</i>	<i>40</i>
<i>40 лет</i>	<i>60</i>
<i>Старше 80 лет</i>	<i>95</i>



Ослабление зрения с возрастом

Возрастная коррекция зрения оказывается необходимой, когда расстояние, на которое удалена от глаза ближняя точка, превысит расстояние наилучшего зрения.

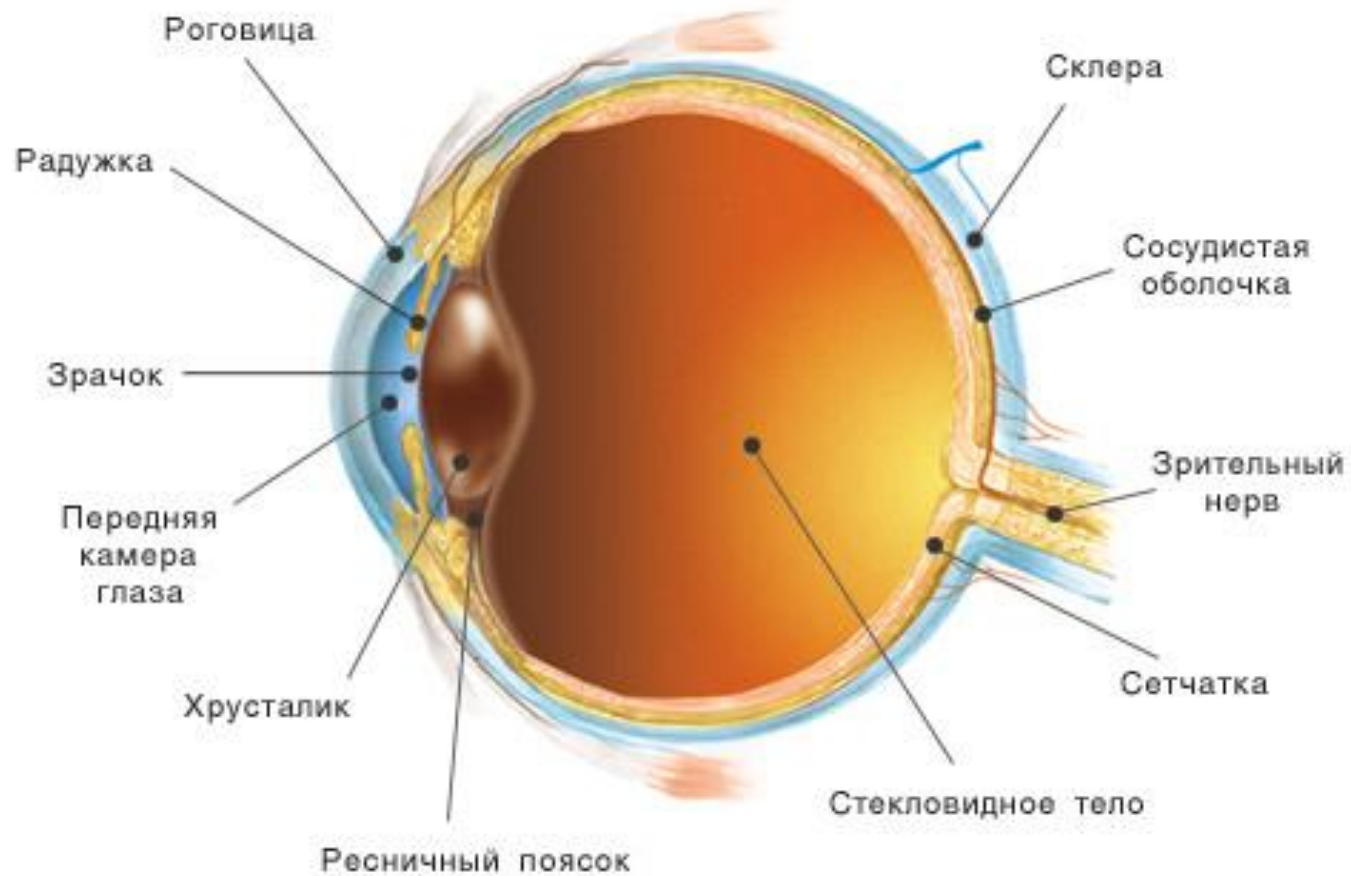
Для коррекции этого дефекта зрения применяют очки с собирающими (вогнуто-выпуклыми) линзами. С их помощью ближняя точка перемещается на расстояние наилучшего зрения.



Строение глаза

- *Человек видит не глазами, а посредством глаз, откуда информация передается через зрительный нерв, хиазму, зрительные тракты в определенные области затылочных долей коры головного мозга, где формируется та картина внешнего мира, которую мы видим. Все эти органы и составляют наш зрительный анализатор или зрительную систему.*
- *Наличие двух глаз позволяет сделать наше зрение стереоскопичным (то есть формировать трехмерное изображение). Правая сторона сетчатки каждого глаза передает через зрительный нерв "правую часть" изображения в правую сторону головного мозга, аналогично действует левая сторона сетчатки. Затем две части изображения - правую и левую - головной мозг соединяет воедино.*
- *Так как каждый глаз воспринимает "свою" картинку, при нарушении совместного движения правого и левого глаза может быть расстроено бинокулярное зрение. Попросту говоря, у вас начнет двоиться в глазах или вы будете одновременно видеть две совсем разные картинки.*

Строение глаза



Основные функции глаза:

- *оптическая система, проецирующая изображение;*
- *система, воспринимающая и "кодирующая" полученную информацию для головного мозга;*
- *"обслуживающая" система жизнеобеспечения.*

- **Роговица** - прозрачная оболочка, покрывающая переднюю часть глаза. В ней отсутствуют кровеносные сосуды, она имеет большую преломляющую силу. Входит в оптическую систему глаза. Роговица граничит с непрозрачной внешней оболочкой глаза - склерой. **Передняя камера глаза** - это пространство между роговицей и радужкой. Она заполнена внутриглазной жидкостью.
- **Радужка** - по форме похожа на круг с отверстием внутри (зрачком). Радужка состоит из мышц, при сокращении и расслаблении которых размеры зрачка меняются. Она входит в сосудистую оболочку глаза. Радужка отвечает за цвет глаз (если он голубой - значит, в ней мало пигментных клеток, если карий - много). Выполняет ту же функцию, что диафрагма в фотоаппарате, регулируя светопоток.

- **Зрачок** - отверстие в радужке. Его размеры обычно зависят от уровня освещенности. Чем больше света, тем меньше зрачок.

- **Хрусталик** - "естественная линза" глаза. Он прозрачен, эластичен - может менять свою форму, почти мгновенно "наводя фокус", за счет чего человек видит хорошо и вблизи, и вдали. Располагается в капсуле, удерживается **ресничным пояском**. Хрусталик, как и роговица, входит в оптическую систему глаза.

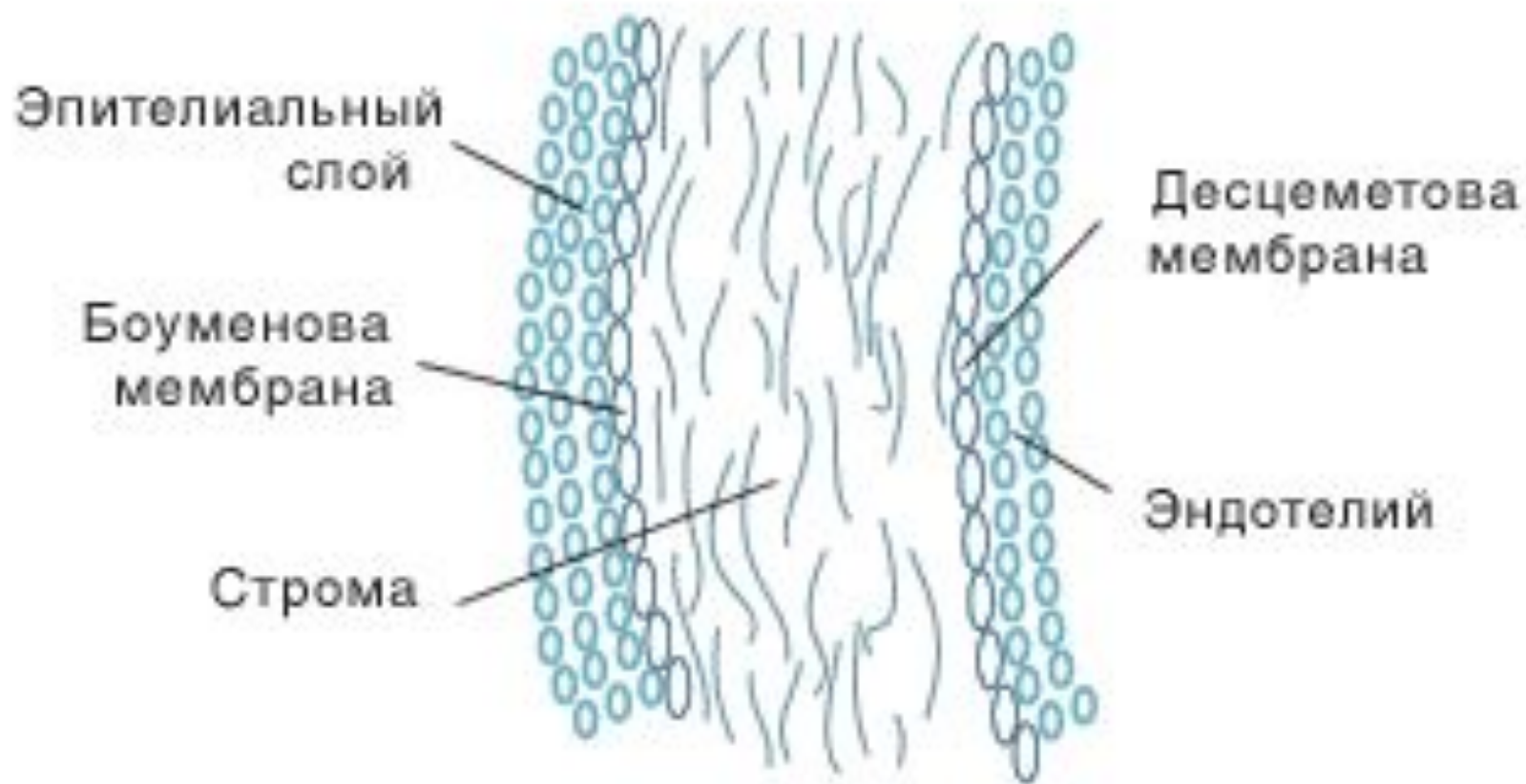
- **Стекловидное тело** - желеобразная прозрачная субстанция, расположенная в заднем отделе глаза. Стекловидное тело поддерживает форму глазного яблока, участвует во внутриглазном обмене веществ. Входит в оптическую систему глаза.

- **Сетчатка** - состоит из фоторецепторов (они чувствительны к свету) и нервных клеток. Клетки-рецепторы, расположенные в сетчатке, делятся на два вида: колбочки и палочки. В этих клетках, вырабатывающих фермент родопсин, происходит преобразование энергии света (фотонов) в электрическую энергию нервной ткани, т.е. фотохимическая реакция.
- Палочки обладают высокой светочувствительностью и позволяют видеть при плохом освещении, также они отвечают за периферическое зрение. Колбочки, наоборот, требуют для своей работы большего количества света, но именно они позволяют разглядеть мелкие детали (отвечают за центральное зрение), дают возможность различать цвета. Наибольшее скопление колбочек находится в центральной ямке (макуле), отвечающей за самую высокую остроту зрения. Сетчатка прилегает к сосудистой оболочке, но на многих участках неплотно. Именно здесь она и имеет тенденцию отслаиваться при различных заболеваниях сетчатки.

- **Склера** - непрозрачная внешняя оболочка глазного яблока, переходящая в передней части глазного яблока в прозрачную роговицу. К склере крепятся 6 глазодвигательных мышц. В ней находится небольшое количество нервных окончаний и сосудов.
- **Сосудистая оболочка** - выстилает задний отдел склеры, к ней прилегает сетчатка, с которой она тесно связана. Сосудистая оболочка ответственна за кровоснабжение внутриглазных структур. При заболеваниях сетчатки очень часто вовлекается в патологический процесс. В сосудистой оболочке нет нервных окончаний, поэтому при ее заболевании не возникают боли, обычно сигнализирующие о каких-либо неполадках.
- **Зрительный нерв** - при помощи зрительного нерва сигналы от нервных окончаний передаются в головной мозг.

Строение роговицы

Знание строения роговицы особенно пригодится тем, кто хочет понять, как проходит эксимер-лазерная коррекция и почему она проходит именно так, и тем, кому предстоит



- **Эпителиальный слой** - поверхностный защитный слой, при повреждении восстанавливается. Так как роговица - бессосудистый слой, то за "доставку кислорода" отвечает именно эпителий, забирающий его из слезной пленки, которая покрывает поверхность глаза. Эпителий также регулирует поступление жидкости внутрь глаза.
- **Боуменова мембрана** - расположена сразу под эпителием, отвечает за защиту и участвует в питании роговицы. При повреждении не восстанавливается.
- **Строма** - наиболее объемная часть роговицы. Основная ее часть - коллагеновые волокна, расположенные горизонтальными слоями. Также содержит клетки, отвечающие за восстановление.

- **Десцеметова мембрана** - отделяет строму от эндотелия. Обладает высокой
- **Эндотелий** - отвечает за прозрачность роговицы и участвует в ее питании. Очень плохо восстанавливается. Выполняет очень важную функцию "активного насоса", отвечающего за то, чтобы лишняя жидкость не скапливалась в роговице (иначе произойдет ее отек). Таким образом эндотелий поддерживает прозрачность роговицы.

- *Количество эндотелиальных клеток в течение жизни постепенно снижается от 3500 на мм² при рождении до 1500 - 2000 клеток на мм² в пожилом возрасте. Снижение плотности этих клеток может происходить из-за различных заболеваний, травм, операций и т.д. При плотности ниже 800 клеток на мм² роговица становится отечной и теряет свою прозрачность. Шестым слоем роговицы часто называют **слезную пленку** на поверхности эпителия, которая также играет значительную роль в оптических свойствах глаза.*

АККОМОДАЦИЯ. БИНОКУЛЯРНОЕ ЗРЕНИЕ.

- Аккомодация - способность человеческого глаза увеличивать свою преломляющую силу при переводе взора с дальних предметов на ближние, то есть видеть хорошо и вдаль, и вблизи. Точку зрительной оси на минимальном расстоянии, с которого глаз еще может отчетливо различать какой-либо предмет при максимальном напряжении аккомодации, принято называть ближней точкой ясного зрения (*punctum proximum*). Следовательно, аккомодация - это способность глаза четко различать предметы, располагающиеся между дальнейшей и ближайшей точками ясного видения. Можно сказать, что аккомодация обеспечивает четкое изображение, то есть ясное определение предметов, расположенных ближе дальнейшей точки ясного зрения.

- *Механизмы аккомодации: в момент перевода взора с дальних предметов на ближние происходит сокращение цилиарной мышцы, вследствие чего уменьшается ее диаметр, расслабляются цинновые связки, и хрусталик становится более выпуклым, что увеличиваются его преломляющие способности.*
- *Рефракцию глаза в состоянии работы аккомодационного аппарата называют динамической клинической рефракцией.*
- *При разности отстояния от глаза дальнейшей точки ясного зрения и ближайшей точки ясного зрения можно определить в линейных мерах область, или длину аккомодации для каждого глаза. Объем аккомодации (ширина, сила) характеризуется разницей в преломляющей силе оптической системы глаза, которая возникает при переводе взгляда от ДТЯЗ к БТЯЗ. Положение ближайшей точки ясного зрения соответствует максимальному напряжению аккомодации. Определить расстояние этой точки от глаза можно, если до того момента, когда станет заметной его нечеткость.*

- Объем аккомодации в диоптриях определяется по формуле $A = t/P - t/p = P - R$, где p и r - величины рефракции в дптр, соответствующие ближайшей и дальнейшей точкам ясного зрения. Объем аккомодации равен той прибавке к рефракции глаза, которая получается в результате максимального напряжения аккомодационного аппарата глаза, то есть разности между максимальной динамической (P) и статической R рефракции.
- Аккомодация, определяемая для одного глаза, называется абсолютной. Если зрение осуществляется двумя глазами, бинокулярно, то процесс аккомодации обязательно сопровождается конвергенцией, сведением зрительных осей глаз на фиксируемой предмете. Такая аккомодация характеризуется как относительная. Аккомодация и конвергенция у человека, имеющего эмметропию, обычно совершаются параллельно и согласованно.

- Для того, чтобы человек мог свободно и долго работать на близком расстоянии, необходимо, чтобы, кроме затрачиваемого напряжения аккомодации (отрицательная часть относительной аккомодации), оставалась в запасе (положительная часть) не меньше чем половина затраченного. Если запас аккомодации мал, то во время работы быстро возникает зрительное утомление. С возрастом аккомодационная способность глаза ослабевает.
- Так, в 20-30 лет ближайшая точка зрения находится на расстоянии примерно 10 см. $D = 1/F = 100 \text{ см} / 10 \text{ см} = 10 \text{ дптр}$.
- Таким образом, рассматривая предметы с 10 см мы усиливаем свою рефракцию на 10 см. Обычно человек читает с расстояния в 25 см: $D = 1/F = 100 \text{ см} / 25 \text{ см} = 4 \text{ дптр}$.

- *С возрастом изменяется не зрение и рефракция, а способность к аккомодации, и лишь создается иллюзия, что близорукие люди к старости видят лучше: в зависимости от величины близорукости они позже, чем эметропы, надевают очки для работы или не пользуются ими совсем.*

Биноккулярное зрение.

- Биноккулярное зрение - это зрение двумя глазами, при условии, что изображение, падающее на макулярную область в коре головного мозга сливается в единый корковый образ. Благодаря биноккулярному зрению мы определяем расстояние от предмета до предмета, объем, взаимное расположение предметов.
- У новорожденных нет сочетанных движений глаз, они появляются лишь через 2-3 недели, однако биноккулярного зрения еще нет. Биноккулярное зрение считают сформированным к 3-4 годам, окончательно устанавливается к 6-7 годам. Таким образом, дошкольный возраст на наиболее опасен для развития нарушения биноккулярного зрения (формирования косоглазия).

Условия для формирования нормального бинокулярного зрения

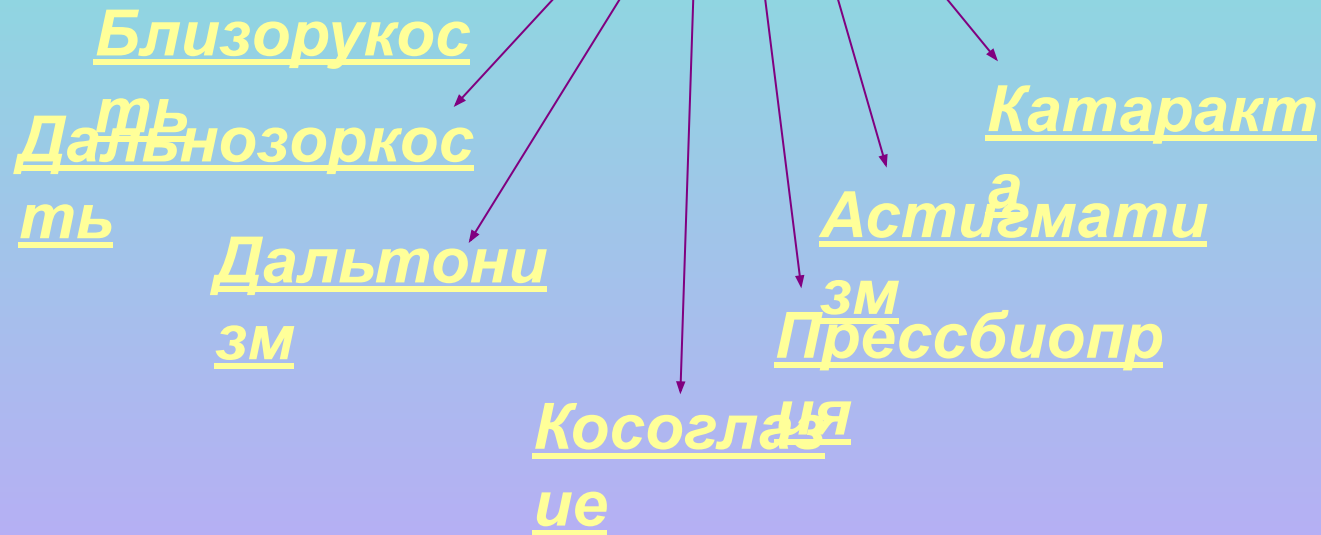
- *хороший оптический аппарат (прозрачная среда, лучи света должны собираться на сетчатке).*
- *хороший световоспринимающий аппарат*
- *хороший мышечный аппарат*
- *Одним глазом можно измерить лишь приблизительное расстояние. При бинокулярном зрении используются следующие механизмы:*
- *тот жизненный опыт - знание величин предметов*
- *линейная перспектива - чем дальше предмет, тем он меньше*
- *воздушная перспектива - чем дальше предмет, тем больше слой воздуха - нечеткие контуры*
- *угловая скорость - монокулярный параллакс - например, при езде в машине близлежащие предметы проносятся быстро, дальние - медленно.*
- *ближайшие предметы экранируют медленно*
- *распределение света и тени - выпуклые части более светлые*
- *при переводе взгляда кора "вычисляет" расстояние*

- *Метод лечения косоглазия - плеонтоортоптохирургический, включает*

- *Проведение коррекции*
- *проведение специальных упражнений для повышения остроты зрения косящего глаза*
- *хирургическое лечение, чтобы поставить оси правильно*
- *тренировка и развитие бинокулярного зрения*

Дефекты

Дефекты зрения



Близорукость

Дефект зрения, при котором расстояние между сетчатой оболочкой и хрусталиком ненормально велико или хрусталик настолько закруглен и толст, что его фокусное расстояние ненормально мало, изображение удаленного предмета попадает перед сетчатой оболочкой.

Особенно распространен среди школьников.

3 новорождённых из 100

10 младших школьников из 100

24 старших школьников из 100

31 учащихся колледжа из 100

Причина – легкая деформация глаза в детстве.

Виды близорукости:

- Врожденная
- Наследственная
- Приобретенная



Степени и формы близорукости

- Слабая
До 3,0 диоптрий

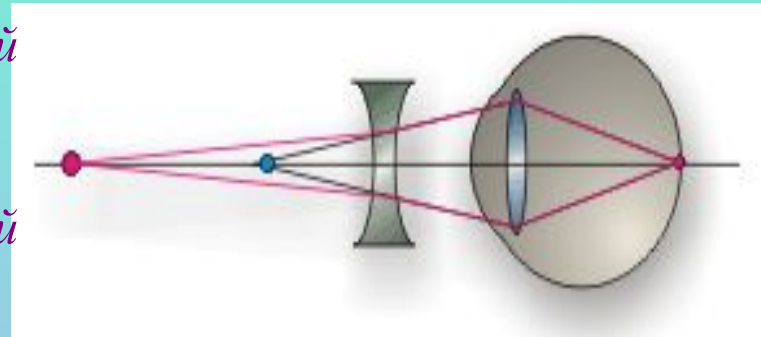
- Средняя
До 6,0 диоптрий

- Сильная
Выше 6,0 диоптрий

Формы близорукости: стационарная и прогрессирующая.

Близорукость неизлечима, но её можно исправить с помощью рассеивающих сферических линз.

Отсутствие коррекции или коррекция неправильно подобранными очками(линзами) может привести к быстрому ухудшению зрения и развитию прогрессирующей близорукости.



Лечение

При близорукости назначают очки с рассеивающими двояковогнутыми стёклами, уменьшающими преломление лучей настолько, что изображение предметов возникает на сетчатке. Также близорукость лечится витаминотерапией, йодистыми препаратами, тканевой терапией.



Дальнозоркость

Дефект зрения, при котором расстояние между сетчатой оболочкой и хрусталиком ненормально мало или если хрусталик ненормально тонок и сплюснут, так что фокусное расстояние его ненормально велико, и изображение близких предметов оказывается за сетчатой оболочкой.

Основная причина дальнозоркости – укороченная форма глазного яблока.

При дальнозоркости проходящие через роговицу световые лучи фокусируются позади сетчатки, вследствие чего изображение воспринимается неотчетливо. У людей старшего и пожилого возраста причиной дальнозоркости может стать уплотнение (потеря эластичности) хрусталика глаза.



Степени дальнозоркости

<i>Слабая</i>	<i>До 2,0 диоптрий</i>
<i>Средняя</i>	<i>До 4,0 диоптрий</i>
<i>Сильная</i>	<i>Выше 4,0 диоптрий</i>

Дальнозоркость снижает работоспособность и требует специального лечения: назначения корректирующих очков для работы вблизи и специальных упражнений — зрительной стимуляции.



Катаракта

Помутнение хрусталика глаза, препятствующее прохождению лучей света в глаз и приводящее к снижению остроты зрения.

Катаракта бывает врождённой и приобретённой.

Лечение в основном хирургическое, включающие в отдельных случаях пересадку искусственного хрусталика.



Астигматизм

– дефект зрения, при котором поверхность роговой оболочки поверхности роговой оболочки не являются частями почти идеальной сфер, а кривизна одной или обеих этих поверхностей оказывается большей в одной плоскости, чем в какой – либо другой.

□ Как правило, астигматизм сочетается либо с близорукостью, либо с дальнозоркостью.

Существует еще так называемый смешанный астигматизм, сочетающий в себе элементы близорукости и дальнозоркости



Астигматизм корректируется:

- При помощи очков и контактных линз*
- Лазерной коррекцией*
- Для профилактики необходим комплекс упражнений.*

- Астигматизм исправляется цилиндрической линзой вместо сферической, направление кривизны линзы очков должно совпадать с соответствующей кривизной глазного хрусталика.*



Косоглазие

-это расстройство зрения, при котором глаза смотрят в разных направлениях

ВИДЫ :

- сходящееся (глаза направлены к переносице)*
- расходящееся (глаза направлены к вискам)*



Причины косоглазия

- ▣ *Причиной косоглазия может быть генетическая предрасположенность, травмы и заболевания головного мозга, психические травмы (испуг), низкое зрение или слепота одного глаза. Взаимодействие глаз может нарушиться вследствие дальнозоркости и близорукости. Способствует появлению косоглазия инфекционные заболевания (корь, скарлатина, грипп и т.д.)*
- ▣ *Основной мерой предупреждения косоглазия является своевременная диагностика. При косоглазии обычно способность нормально видеть сохраняет только тот глаз, который осуществляет зрение. Глаз, отклоненный в сторону, видит со временем все хуже и хуже, его зрительные функции подавляются. Поэтому лечение должно начинаться как можно раньше.*



Лечение

Для лечения косоглазия в детстве применяются специальные очки. Чтобы активизировать зрение глаза, обычно отклоненного в сторону, на второй глаз накладывается повязка. Наряду с этим проводят курс специальных упражнений. Лечение косоглазия требует много времени: месяцы и даже годы.

Если в течение 1,5–2 лет указанные выше меры не помогают, может быть назначено хирургическое лечение. Операция устраняет косоглазие, но для восстановления нормальной работы глаз все равно понадобятся специальные упражнения.

Операции проводят взрослым людям, которые по той или иной причине не прошли лечение в детстве или получили его в результате травмы



Профилактика.

Соблюдение простых правил гигиены зрения позволяет предупредить перенапряжение и избежать нарушение зрения. Необходимо чтобы рабочее место было хорошо освещено, но не сильно ярким светом, который должен падать слева. Источники искусственного света должны быть прикрыты абажурами. При чтении, письме, работе с мелкими предметами расстояние от объектов до глаз должно составлять 30-35 см. Вредно читать лёжа или в движущемся транспорте.