

На правах рукописи

**ШОШИНА ИРИНА ИВАНОВНА**

**ВЛИЯНИЕ ПОЛА И ВОЗРАСТА НА ЗРИТЕЛЬНОЕ ИСКАЖЕНИЕ  
ФИГУРЫ ПОГГЕНДОРФА (В МОДИФИКАЦИИ ДЖАСТРОУ) У  
ПРАВШЕЙ И ЛЕВШЕЙ**

03.00.13 – ФИЗИОЛОГИЯ

**АВТОРЕФЕРАТ**  
**ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ**  
**КАНДИДАТА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК**

ТОМСК 2005

Диссертация выполнена на кафедре биомедицинских основ  
жизнедеятельности человека  
Красноярского Государственного педагогического университета  
имени В.П. Астафьева

**НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:**

доктор биологических наук,  
профессор **Леонид Нестерович Медведев**

**ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:**

доктор биологических наук,  
профессор – **Юрий Валентинович Бушов**  
доктор биологических наук,  
профессор – **Николай Яковлевич Костеша**

**ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ:**

ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ РАН, МОСКВА

Защита состоится «\_\_» \_\_\_\_\_ 2005 года в \_\_ часов на заседании

Диссертационного Ученого Совета Д 208.086.01 в Сибирском государственном  
медицинском университете по адресу: 634050 г. Томск, ул. Московский тракт 2

С диссертацией можно ознакомиться в читальном зале библиотеки Сибирского  
государственного медицинского университета г. Томска

Автореферат разослан «15» апреля 2005 г.

*Ученый секретарь  
диссертационного совета  
доктор биологических наук,  
профессор*

*Суханова Г.А.*

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ.** Оптические иллюзии, как феномен искаженного зрительного восприятия, давно привлекают внимание исследователей. Упоминание о них можно найти уже у римского поэта, философа и просветителя – Лукреция Кара (около 99 – 55 г. до н. э.). Известны многие десятки фигур разной степени сложности, закономерно воспринимаемые зрительной системой с той или иной степенью искажения. Разнообразие объектов, воспринимаемых с искажением, а также естественные сложности изучения высших функций мозга, видимо объясняют тот факт, что большинство работ в области изучения феномена зрительного искажения выполнены на так называемых геометрических иллюзиях. Геометрические иллюзии - это иллюзии, сопровождающиеся искажением зрительного восприятия геометрических параметров стимула: величины, наклона, параллельности и т. д. К их числу относятся широко известные иллюзии: Мюллера-Лайера, Эббингхауза, Поггендорфа, Понцо и многие другие.

К настоящему времени достаточно четко разделяются два подхода к объяснению механизма их возникновения и соответственно две линии экспериментирования. Часть исследователей относит феномен зрительного искажения преимущественно к психической стороне восприятия [Day et al., 1992; Hotopf, Hibberd, 1989; Jones-Buxton, Wall, 2001]. Поэтому объяснения строятся на основе трудностей, возникающих при попытке зрительно соединить два отрезка, мысленно проводя линию через незаполненное пространство; неодинаковой обработке острых и тупых углов и т. д. Другая часть исследователей отдает предпочтение физиологической стороне формирования образа. Иначе говоря, ищет объяснение искажений в особенностях нейронной организации мозговых отделов зрительной системы и в частности коры больших полушарий. Согласно этой точке зрения, основная причина такого рода искажений связана со свойствами пространственно-частотной обработки сигналов на уровне стриарной коры [Булатов и др., 1995; 2001; Morgan, 1999].

Несмотря на предпринимаемые усилия, пока еще не сформулирована гипотеза, позволяющая исключить противоречия хотя бы в объяснении основных закономерностей зрительного искажения при восприятии даже простых геометрических фигур.

Одной из причин такого положения, по-видимому, может являться слабая изученность связи между проявлением искаженного восприятия и физиологическим статусом испытуемых. Имеется в виду, прежде всего, вопрос о наличии половых особенностей зрительного искажения у лиц разного пола, возраста, правой и левой. В этом направлении имеются только отдельные и разрозненные сообщения, что, видимо, справедливо для всех исследуемых геометрических иллюзий, включая иллюзию Поггендорфа. До сих пор нет определенности о влиянии на величину этой иллюзии половых различий [Beckett, 1990; Declerck, De Brabander, 2002; Porac et al., 1979; Rasmjou et al., 1999] и межполушарной асимметрии [Clayson, 1978; Porac et al., 1979; Grabowska et al.,

1992; Heller et al., 1993; Rasmjoui et al., 1999]. То есть, имеющиеся на сегодняшний день экспериментальные данные об особенностях возникновения иллюзий, в частности Поггендорфа, у лиц с различным физиологическим статусом пока не дают цельной картины влияния пола, возраста и типа зрительно-моторной межполушарной асимметрии даже для какой-то одной геометрической иллюзии.

Еще одной причиной, сдерживающей изучение зрительных иллюзий, по всей видимости, служит недостаточно надежная в количественном отношении процедура тестирования испытуемых. С одной стороны, это проявляется в том, что иногда используются полуколичественные методы тестирования и фактически даже качественные. С другой стороны, даже количественные методы дают большой разброс данных между отдельными испытуемыми. Эти замечания относятся и к регистрации величины искажения, возникающего при рассматривании фигуры Поггендорфа, широко используемой при исследовании иллюзий и, казалось бы, удобной для точного количественного анализа. Поэтому имеет значение разработка методов количественного тестирования, дающих относительно высокую воспроизводимость. Это обстоятельство, являющееся рутинным требованием любой методики, приобретает принципиальное значение при исследовании связи между зрительным искажением и физиологическим статусом испытуемых. Кроме того, методы, используемые в настоящее время для регистрации величины зрительного искажения, основаны на определении абсолютной величины искажения для соответствующего стационарного расположения элементов фигуры [Beckett, 1990; Declerck, De Vbrabander, 2002]. Однако абсолютная величина искажения может быть одинаковой для разных положений элементов.

Исследование зрительных геометрических иллюзий имеет не только теоретическое, но и практическое значение. Его результаты могут быть полезны как для понимания общих закономерностей возникновения зрительного искажения, так и для использования в практической деятельности педагогов и специалистов по профессиональному отбору диспетчеров-операторов на транспорте.

**ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ.** Изучить с помощью иллюзии Поггендорфа возрастную динамику зрительных механизмов оценки пространственного расположения элементов геометрической фигуры, особенностей их функционирования у лиц разного пола и типа мануальной и зрительной асимметрии.

**ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ:**

1. Разработать метод количественной регистрации величины зрительного искажения фигуры Поггендорфа в модификации Джастроу (далее Поггендорфа).
2. Выявить особенности влияния пола, типа зрительной и мануальной асимметрии на величину зрительного искажения фигуры Поггендорфа у лиц половозрелого возраста.
3. Установить характер возрастной динамики зрительного искажения фигуры Поггендорфа.

4. Выявить особенности влияния пола и типа межполушарной зрительно-мануальной асимметрии на характер возрастной динамики величины зрительного искажения фигуры Поггендорфа.

**НАУЧНАЯ НОВИЗНА.** Предложен метод количественной регистрации относительной величины зрительного искажения фигуры Поггендорфа в модификации Джастроу.

Выявлена закономерная связь между относительным расположением элементов фигуры Поггендорфа в модификации Джастроу и изменчивостью индивидуальных значений величины зрительного искажения.

Выполнено комплексное исследование взаимного влияния нескольких показателей физиологического статуса испытуемых на величину и характер зрительного искажения пространственного расположения наклонных элементов фигуры Поггендорфа.

Установлено, что характер уменьшения с возрастом величины зрительного искажения фигуры Поггендорфа неодинаков у лиц мужского и женского пола.

В половозрелом возрасте у лиц обоего пола, являющихся левшами по мануальной или зрительной асимметрии, имеет место меньшее зрительное искажение фигуры Поггендорфа, чем у правшей.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ.** Подход, основанный на измерении относительной величины искажения, может быть рекомендован для исследования данной и других геометрических иллюзий.

Данные о значительном влиянии пола и типа зрительно-мануальной асимметрии на точность зрительно-пространственной оценки взаимного расположения частей относительно простой фигуры могут быть рекомендованы для рассмотрения их в качестве элемента профессионального отбора диспетчеров-операторов авиационного и железнодорожного транспорта.

Разработанный метод количественной регистрации иллюзии Поггендорфа используется студентами при выполнении выпускных квалификационных работ, а результаты их исследований применяются при проведении занятий по курсу «Физиология человека и животных» в Красноярском государственном педагогическом университете им. В. П. Астафьева.

**ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ:**

1. Эффект иллюзии закономерно воспроизводится у лиц любого пола, возраста и типа зрительно-мануальной асимметрии. При этом величина стандартного отклонения зрительного искажения имеет параболическую зависимость от расстояния между боковыми отрезками прямых. Различия между минимальной и максимальными величинами дисперсии достигают тридцатикратной величины.
2. Лица мужского пола четырех возрастных групп от 7,5 до 18,5 лет более точно оценивают взаимное расположение элементов фигуры Поггендорфа, чем представительницы женского пола того же возраста. При этом максимальные различия отмечены в 9 лет, а минимальные в 12,5 лет.

3. По мере увеличения возраста испытуемых от 7,5 до 18,5 лет происходит закономерное уменьшение величины зрительного искажения фигуры Поггендорфа, а характер уменьшения зависит от пола испытуемых. У лиц мужского пола с любым типом зрительной и мануальной асимметрии наибольший темп снижения искажения приходится на 7,5 – 9 лет, тогда как у представительниц женского пола – примерно на 9 – 12,5 лет.
4. У лиц с левой ведущей рукой или с левым ведущим глазом в половозрелом возрасте зрительное искажение фигуры Поггендорфа меньше, чем у лиц с ведущей правой рукой или ведущим правым глазом. Преимущество леворуких и левоглазых в точности зрительного восприятия фигуры Поггендорфа формируется в онтогенезе, а его характер зависит от пола испытуемых.

**АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ.** Основные положения диссертации были доложены на IV съезде физиологов Сибири (Новосибирск, 2002); Всероссийской конференции с международным участием «Достижения биологической физиологии и их место в практике образования» (Самара, 2003); XIX съезде физиологического общества им. И. П. Павлова (Екатеринбург, 2004); Международной юбилейной конференции «Физиология развития человека», посвященной 60-летию Института возрастной физиологии РАО (Москва, 2004); заседании физиологического общества г. Красноярска.

**ПУБЛИКАЦИИ.** По результатам исследования опубликовано 7 печатных работ: журнальные статьи – 3, материалы и тезисы конференций – 2 и 2.

**СТРУКТУРА И ОБЪЕМ РАБОТЫ.** Диссертация представлена в машинописном виде и включает введение, обзор литературы, описание объектов и методов исследования, изложение результатов исследований, обсуждение и выводы. Список цитируемой литературы включает 150 источников, из них 99 на иностранных языках. Работа изложена на 133 страницах машинописного текста, иллюстрирована 59 рисунками и 1 таблицей.

### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Объекты и методы исследования.** Для создания зрительной иллюзии использовалась фигура Поггендорфа, модифицированная Джастроу в 1890 г. [Толанский, 1967]. В отличие от исходной фигуры, предложенной Поггендорфом, она имеет дополнительный отрезок *C*, расположенный справа от вертикально ориентированных параллельных линий *D* и *E* и находящийся выше и параллельно отрезку *B*. Когда угол наклона отрезков *A*, *B* и *C* – альфа ( $\alpha$ ) равен  $90^\circ$ , отрезок *A* лежит строго на одной прямой с отрезком *B* (рис. 1, *a*). Однако, когда угол альфа ( $\alpha$ ) превышает  $90^\circ \approx 1,57$  радиан (рис. 1, *б*), возникает ощущение смещения отрезка *A* относительно отрезка *B* в сторону верхнего отрезка *C*, тогда как на самом деле они все также лежат на одной прямой.

Количественная регистрация возникающего искажения производилась с помощью компьютерной программы, позволяющей выводить на экран монитора (14") монохромное изображение изучаемой фигуры. Изменяемыми параметрами тестового изображения были: угол альфа ( $\alpha$ ), изменявшийся по часовой стрелке от 1,57 радиан в сторону увеличения с первым шагом 0,042 радиан и последующим

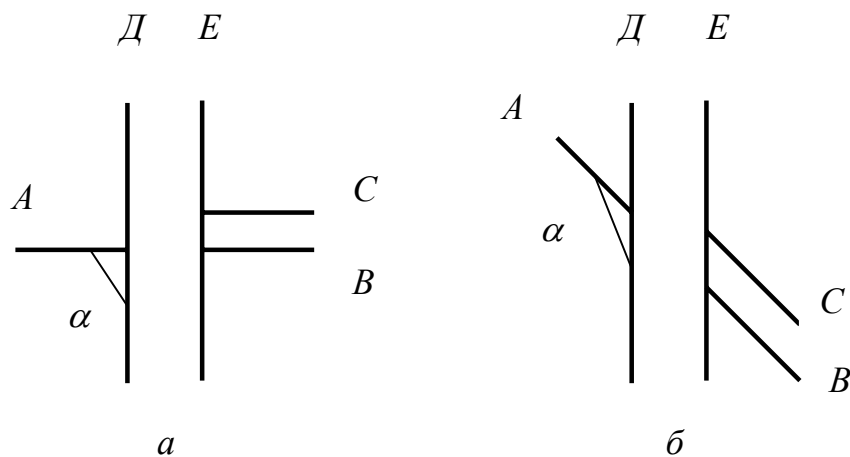


Рис. 1. Фигура Поггендорфа в модификации Джастроу.

$\alpha$  – угол альфа равен  $90^\circ$  ( $\sim 1,57$  радиан) – отрезок  $A$  геометрически находится на одной прямой с отрезком  $B$ , и воспринимается зрительно точно как его продолжение;  $\beta$  – угол  $\alpha$  больше  $90^\circ$  – возникает кажущееся смещение отрезка  $A$  относительно отрезка  $B$  в сторону отрезка  $C$ .

пошаговым уменьшением примерно на 0,001 радиан; расстояние между линиями  $D$  и  $E$  от 0 пикселей с шагом изменения 5 пикселей; расстояние между отрезками  $B$  и  $C$  от 0 пикселей с шагом изменения 2 пикселя. Для выбранных фиксированных расстояний  $D - E$  (20, 25, 30 и 35 пикселей) и  $B - C$  (от 6 до 22 пикселей) с помощью кнопки «мышь» экспериментатор мог производить синхронный поворот элементов  $A$ ,  $B$  и  $C$ , который приводил к изменению угла альфа при строгом сохранении коллинеарности отрезков  $A$ ,  $B$  и  $C$ . В использованной модели абсолютная величина иллюзии представляет собой величину смещения отрезка  $A$  относительно  $B$ , выраженную в пикселях, а относительная – отношение величины абсолютного смещения ( $s$ ) к углу поворота альфа ( $s/\alpha$ ). Во всех экспериментах и для всех тестовых расстояний испытуемый должен был произвольно выбрать такой угол  $\alpha$ , при котором, по его мнению, отрезок  $A$  располагался напротив середины между  $B$  и  $C$ . Иначе говоря, для выбранного расстояния между  $B$  и  $C$  абсолютная величина иллюзии для всех испытуемых задавалась одинаковой, т.е. составляла 0,5 этого расстояния. Поэтому фактически проводилось определение склонности испытуемых к иллюзии, количественно выраженное через изменение угла поворота  $\alpha$  относительно его начального значения (рис. 1,  $a$ ), соответствующего перпендикулярному расположению элементов  $A$ ,  $B$  и  $C$  к линиям  $D$  и  $E$ . Естественно, что при фиксации угла  $\alpha$  (а не величины смещения  $s$ ), у людей с большей склонностью к иллюзии смещение  $s$  возрастает, поэтому вычисляемое отношение  $s/\alpha$  (при  $s = \text{const}$ ) столь же однозначно характеризует величину иллюзии, как и обычное измерение  $s$  (когда  $\alpha = \text{const}$ ). Поскольку у испытуемых всех возрастов в исходном положении искажение восприятия фигуры отсутствовало, то, следовательно, чем меньше для определенного расстояния  $B - C$  был угол  $\alpha$  или соответственно больше отношение  $s/\alpha$ , тем выше была величина искажения и соответственно склонность к иллюзии у конкретного испытуемого.

Исследования проводились в помещении с приглушенным естественным

освещением. Изображение фигуры выводилось на экран монитора в виде белых линий на черном фоне. Центр экрана монитора для всех испытуемых располагался на уровне глаз на расстоянии около 50 см. Длина вертикальных параллельных линий *D* и *E* составляла 480 пикселей (~ 14 см) каждого из отрезков *A*, *B*, *C* – 228 пикселей (~ 6 см), толщина всех линий тест-объекта была одинаковой и составляла 2 пикселя. Рассматривание проводилось монокулярно (нерабочий глаз прикрывался непрозрачным экраном) через квадратное отверстие размером 3×3 см в непрозрачной панели, закрепленной в подвижной стойке, имеющей подставку для фиксации головы (рис. 2). При указанных условиях поле зрения испытуемого было ограничено размерами тестового объекта. Изменение угла поворота элементов фигуры производилось экспериментатором и останавливалось при сообщении испытуемым, что отрезок *A* встал против середины между отрезками *B* и *C*. Время экспозиции фигуры для каждого нового угла поворота не ограничивалось и в среднем составляло 5 с.

В экспериментах участвовало 212 соматически здоровых испытуемых четырех возрастных групп со средним возрастом: 7,5 лет ( $\pm 0,5$  лет) – 57 человек (мальчики – 27); 9 лет ( $\pm 0,5$  лет) – 66 (мальчики – 36); 12,5 лет ( $\pm 0,5$  лет) – 63 (мальчики – 30) и студентов 18,5 лет ( $\pm 1,5$  года) – 47 человек (юноши – 19).

Ведущий глаз определяли с помощью пробы Розенбаха [Брагина, Доброхотова, 1981]. Общее количество лиц с левым ведущим глазом составляло: в группе 7,5 лет 49,1 % (мальчиков – 13), 9 лет – 46,9 % (мальчиков – 16), 12,5 – 47,6 % (мальчиков – 15) и в 18,5 лет – 46,8 % (мужчин – 8). Ведущая рука определялась на основании субъективного мнения испытуемых о более частом ее использовании в повседневной жизни и набора тестов, включающих: позу

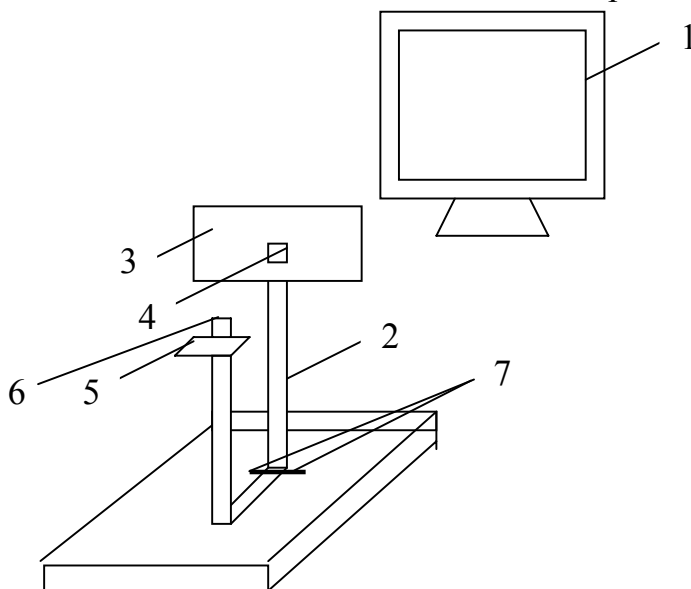


Рис. 2. Схема установки для количественного изучения зрительной иллюзии Поггендорфа.

1 – монитор; 2 – подвижная стойка; 3 – непрозрачная панель; 4 – отверстие в панели, через которое велось наблюдение; 5 – подставка для подбородка; 6 – ограничитель для подбородка; 7 – винты для перемещения панели вперед, назад и в стороны.



Наполеона, сцепление пальцев рук, аплодирование, взятие предмета со стола. Количество мануальных левшей составляло: в 7,5 лет – 15,8 % (9 человек – мальчиков 5), в 9 – 13,6 % (8 человек – мальчиков 5), в 12,5 лет – 15,9 % (10 человек – мальчиков 3) и в 18,5 лет 31,9 % (15 человек – мужчин 5). Подразделение испытуемых по степени выраженности зрительной или мануальной асимметрии не проводилось. Амбидекстры в обследовании не участвовали.

Соотношение испытуемых с различной зрительной и мануальной асимметрией, представленное в работе, не отражает естественную частоту встречаемости того или иного типа асимметрии. Это объясняется тем, что с целью обеспечения достоверности сравнительного анализа экспериментальные группы целенаправленно комплектовались примерно одинаковым числом испытуемых с различной зрительной и мануальной асимметрией.

Острота зрения, измеряемая в стандартных условиях (расстояние до плаката – 5 м, интенсивность освещения изображения – 750 люкс), у каждого испытуемого составляла не менее 0,9. Лица с астигматизмом в экспериментах не участвовали. Обследование проводили в учебное время.

Для проверки соответствия экспериментально установленных величин относительного зрительного искажения закону нормального распределения в качестве критерия согласия был избран критерий –  $\chi^2$  квадрат. Результаты анализа свидетельствовали о статистически надежном соответствии эмпирического распределения величины относительного зрительного искажения у представителей мужского и женского пола нормальному типу распределения случайной величины с вероятностью ошибки  $p < 0,01$ . Статистическая оценка достоверности различий производилась двояко. Оценивалась достоверность всей совокупности точек двух кривых с помощью парного двухвыборочного t-критерия для средних значений на основе пакета статистических программ в электронных таблицах Excel 97 в Windows – 98. Это позволило произвести интегральную оценку различий между экспериментальными значениями, полученными во всем диапазоне расстояний  $B - C$ . Кроме того, производился расчет достоверности для каждой пары точек с помощью стандартного критерия Стьюдента.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **1. Общие закономерности зрительного искажения фигуры Поггендорфа в модификации Джастроу**

Экспериментальные данные, приведенные в этом разделе и далее, усреднены по обоим глазам. При обследовании испытуемых половозрелого возраста было установлено, что при  $\alpha = 90^\circ$  у всех без исключения лиц положение соответствия между отрезком  $A$  и его продолжением – отрезком  $B$  после разрыва в пространстве, ограниченном линиями  $D - E$ , всегда устанавливается точно. Однако когда угол  $\alpha$  превышает  $90^\circ$  (см. рис. 1) всякий раз закономерно возникает ощущение смещения отрезка  $A$  относительно отрезка  $B$  в сторону отрезка  $C$ , тогда как на самом деле отрезок  $A$  находится строго напротив отрезка  $B$ . При этом

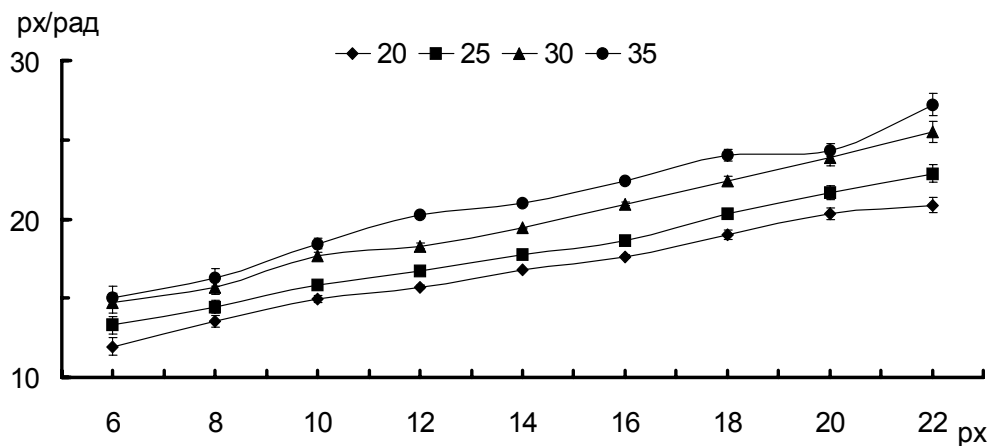


Рис. 3. Влияние расстояния  $D - E$  и  $B - C$  на величину искажения фигуры Поггендорфа.

*Примечание:* здесь и далее на рисунках 5 – 15 по оси ординат указана относительная величина искажения в  $рх/рад$ , где  $рх$  – условное обозначение пикселя, которым измеряется расстояние между отрезками  $B - C$ ,  $рад$  – угол поворота элементов  $A, B$  и  $C$ ; по оси абсцисс – расстояние между отрезками  $B$  и  $C$  в пикселях. Цифрами - 20, - 25, - 30, - 35 обозначены расстояния  $D - E$ ; экспериментальные точки указаны со статистическими ошибками средних значений. Число обследованных для каждой точки – 27 человек.

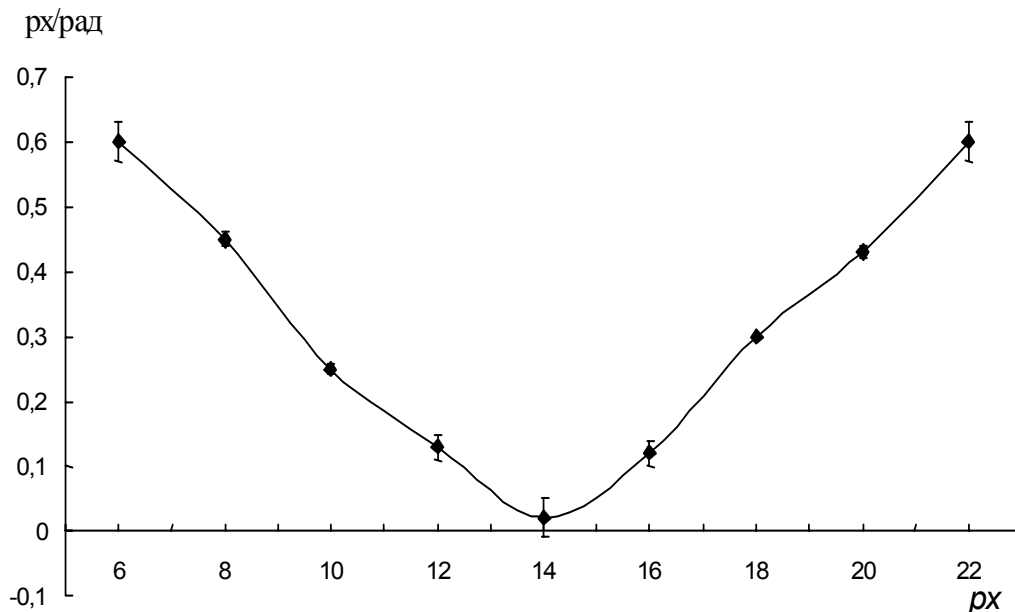


Рис. 4. Зависимость величины статистической ошибки от расстояния  $B - C$ .

*Примечание:* по оси ординат указана величина статистической ошибки при усреднении по всем четырем расстояниям  $D - E$ , по оси абсцисс – расстояние между отрезками  $B$  и  $C$  в пикселях.

увеличение расстояния между вертикальными параллельными прямыми  $D - E$ , а также расстояния между боковыми параллельными отрезками  $B - C$  вызывает закономерное повышение относительной величины искажения (рис. 3). Линии зависимости величины иллюзии от расстояния  $B - C$  при различных расстояниях

*Д–Е* выглядят как параллельные или слегка расходящиеся прямые. При этом статистические ошибки средних являются наибольшими на условно малых (6 – 10 пикселей) и больших (18 – 22 пикселя) расстояниях *В – С*. Зависимость величины статистической ошибки от расстояния между отрезками *В* и *С* имеет вид близкий к параболе (рис. 4), а наименьшие значения статистических ошибок для каждого из четырех расстояний между отрезками *Д* и *Е* наблюдаются при одном и том же расстоянии *В – С* равном 14 пикселям. Средняя величина статистической ошибки в этой точке составляла 0,02, а наибольшие значения на «крыльях» графической зависимости составляло около 0,6, т. е. сгруппированность индивидуальных показателей возле средних закономерно изменялась в 30-кратном диапазоне. Наличие экстремума при одном и том же расстоянии и закономерное изменение стандартного отклонения зрительной ошибки, видимо, имеет в своей основе фундаментальную психофизиологическую причину, отражающую механизм зрительного восприятия.

В дальнейших экспериментах по изучению особенностей зрительного искажения фигуры Поггендорфа устанавливалось одно фиксированное расстояние *Д – Е* (25 пикселей).

## **2. Особенности зрительного искажения фигуры Поггендорфа**

### **2.1. Влияние пола испытуемых на величину искажения фигуры**

Результаты исследования показали, что среди лиц половозрелого возраста величина искажения, возникающего у мужчин меньше, чем у женщин (рис. 5;  $p < 0,00002$ ). То есть мужчины более точны в оценке пространственного положения элементов фигуры Поггендорфа, чем женщины. С точки зрения J. Girgus, S. Coren (1987), P. Beckett (1990) есть основания считать, что половые различия в восприятии фигуры Поггендорфа являются результатом использования мужчинами и женщинами разных познавательных-субъективных стратегий мышления. С. Declerck и В. De Brabander, (2002) предполагают, что различия могут быть связаны с межполушарной специализацией. С нашей точки зрения, возможно, что характер обнаруженных половых различий в точности восприятия фигуры Поггендорфа является следствием разной выраженности межполушарной асимметрии у мужчин и женщин. Известно, что у мужчин межполушарная асимметрия более выражена, чем у женщин. Мальчики в отличие от девочек уже при рождении обладают более зрелой корой правого полушария. Кроме того, при обработке зрительно-пространственной информации у мужчин в отличие от женщин доминирует правое полушарие, способное к более точной оценке ориентации и пространственного расположения элементов стимула.

### **2.2. Влияние зрительной и мануальной асимметрии на величину искажения фигуры Поггендорфа у лиц разного пола**

Показано, что как мужчины, так и женщины с левым ведущим глазом или левой ведущей рукой демонстрируют меньшую величину искажения, чем зрительные и мануальные правши (рис. 6; 7). Кривые, отражающие зависимость величины искажения от расстояния *В – С*, для мужчин и женщин правшей имеют линейный характер. В тоже время, у леворуких и левоглазых мужчин, в отличие от

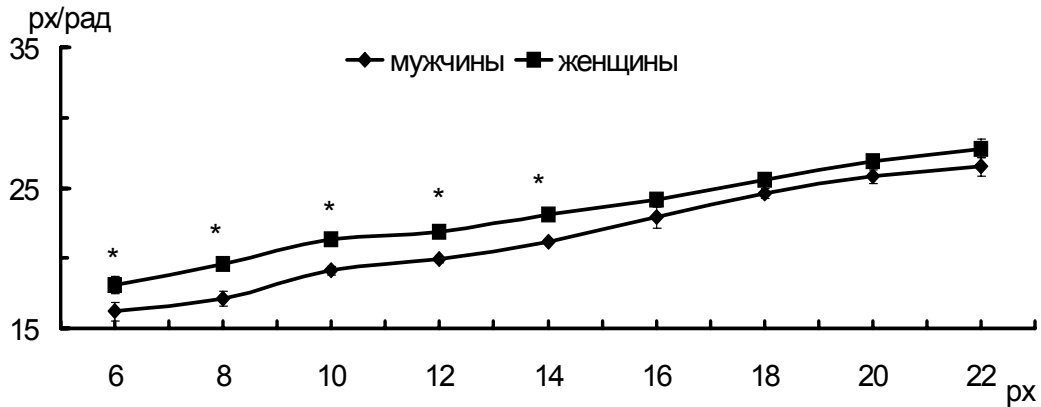


Рис. 5. Влияние пола на величину искажения фигуры Поггендорфа.  
 Примечание: здесь и далее \* – наличие достоверных различий –  $p < 0,05$ , \*\* –  $p < 0,01$ , \*\*\* –  $p < 0,001$ .

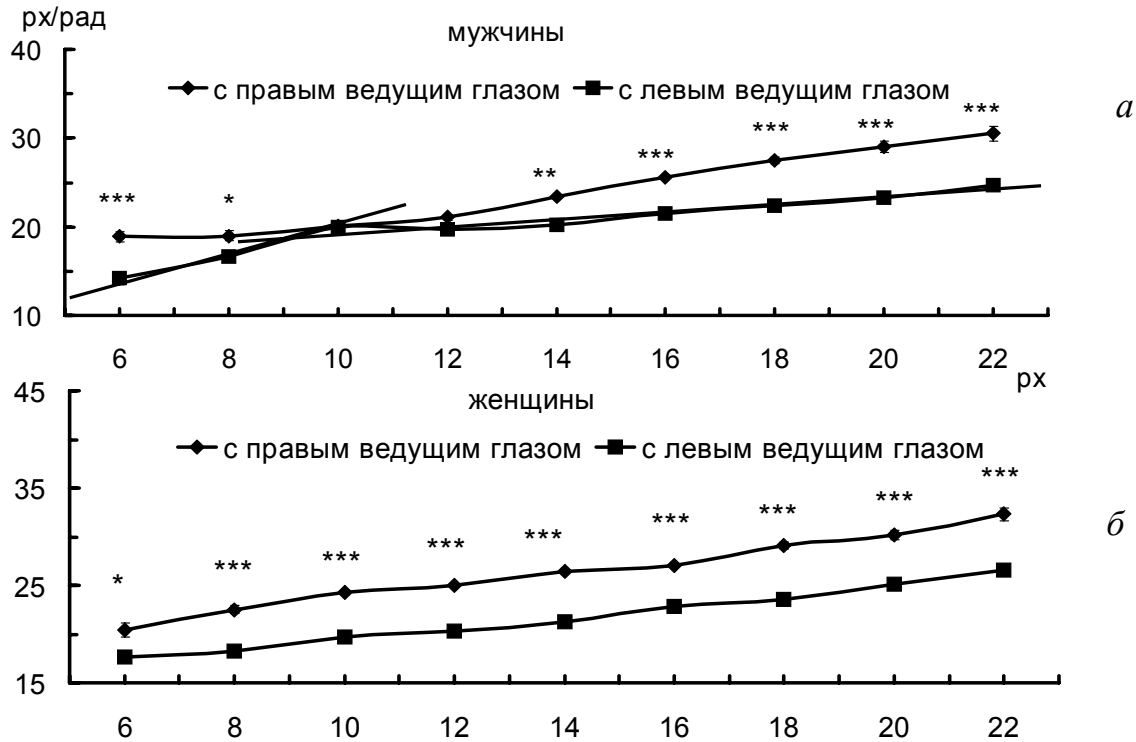


Рис. 6. Влияние зрительной асимметрии на величину искажения фигуры Поггендорфа у лиц разного пола.

женщин, при переходе от малых расстояний  $B - C$  к средним наблюдается резкая смена темпа роста величины искажения с увеличением  $B - C$ . Это хорошо видно при аппроксимации графика двумя отрезками прямой. То есть зависимость величины искажения от расстояния  $B - C$  у леворуких и левоглазых мужчин носит нелинейный характер. Тот факт, что леворукие и левоглазые испытуемые

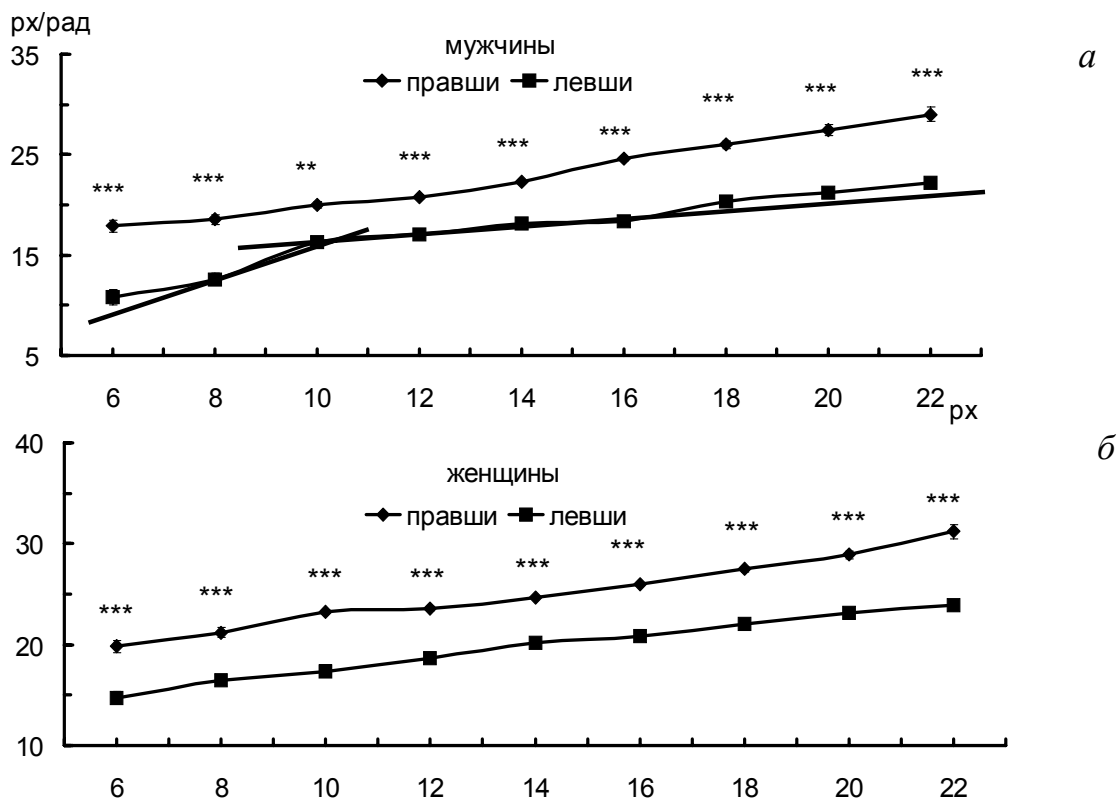


Рис. 7. Влияние мануальной асимметрии на величину искажения фигуры Поггендорфа у лиц разного пола.

половозрелого возраста обладают более точной оценкой взаимного пространственного расположения элементов предъявляемого стимула, чем праворукие и правогазые, возможно, свидетельствует о том, что в выполнении зрительно-пространственных задач подобного рода у них превалирует правое полушарие головного мозга.

### 2.3. Сочетанное влияние типа зрительной и мануальной асимметрии на величину искажения фигуры Поггендорфа у лиц разного пола

Установлено, что более точной оценкой пространственного расположения элементов фигуры Поггендорфа среди мужчин с правой ведущей рукой обладают представители с левым ведущим глазом (рис. 8, *а*;  $p < 0,0003$ ), тогда как среди левшей – мужчины с правым ведущим глазом (рис. 8, *б*;  $p < 0,04$ ). Заметим, что нелинейная зависимость величины иллюзии от расстояния  $B - C$  была характерна для испытуемых мужского пола как правшей, так и левшей с левым ведущим глазом.

Среди лиц женского пола с правой ведущей рукой меньшую величину искажения фигуры демонстрировали представительницы с левым ведущим глазом (рис. 9, *а*;  $p < 0,00001$ ). В тоже время среди женщин левшей более точной оценкой предъявляемой фигуры обладали лица с левым ведущим глазом (рис. 9, *б*;  $p < 0,0003$ ). Обращает внимание, что у представительниц женского пола во всех

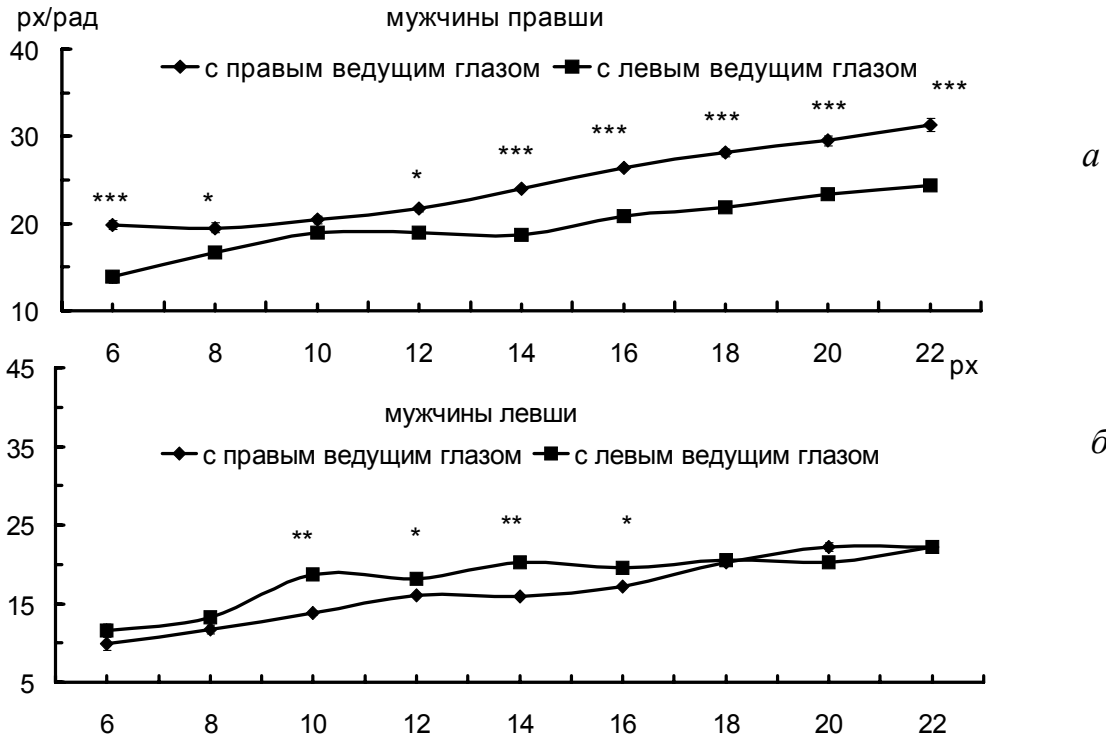


Рис. 8. Влияние зрительной асимметрии на величину искажения фигуры Поггендорфа у мужчин с различным типом мануальной асимметрии.

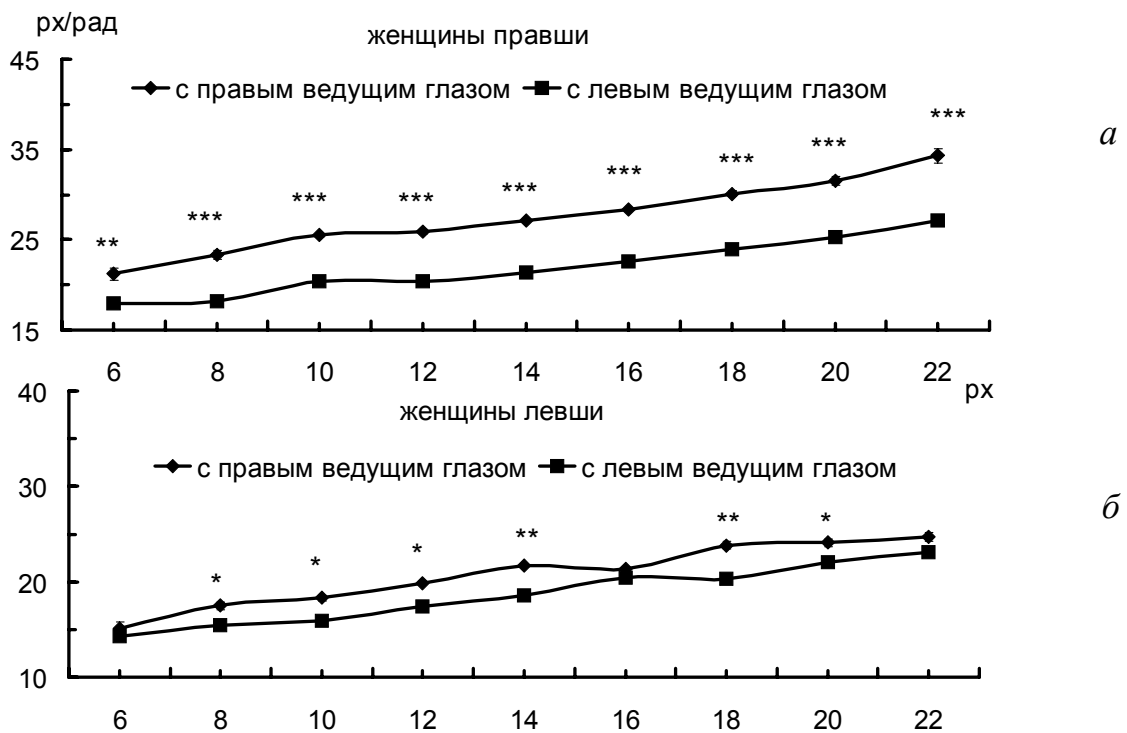


Рис. 9. Влияние зрительной асимметрии на величину искажения фигуры Поггендорфа у женщин с различным типом мануальной асимметрии.

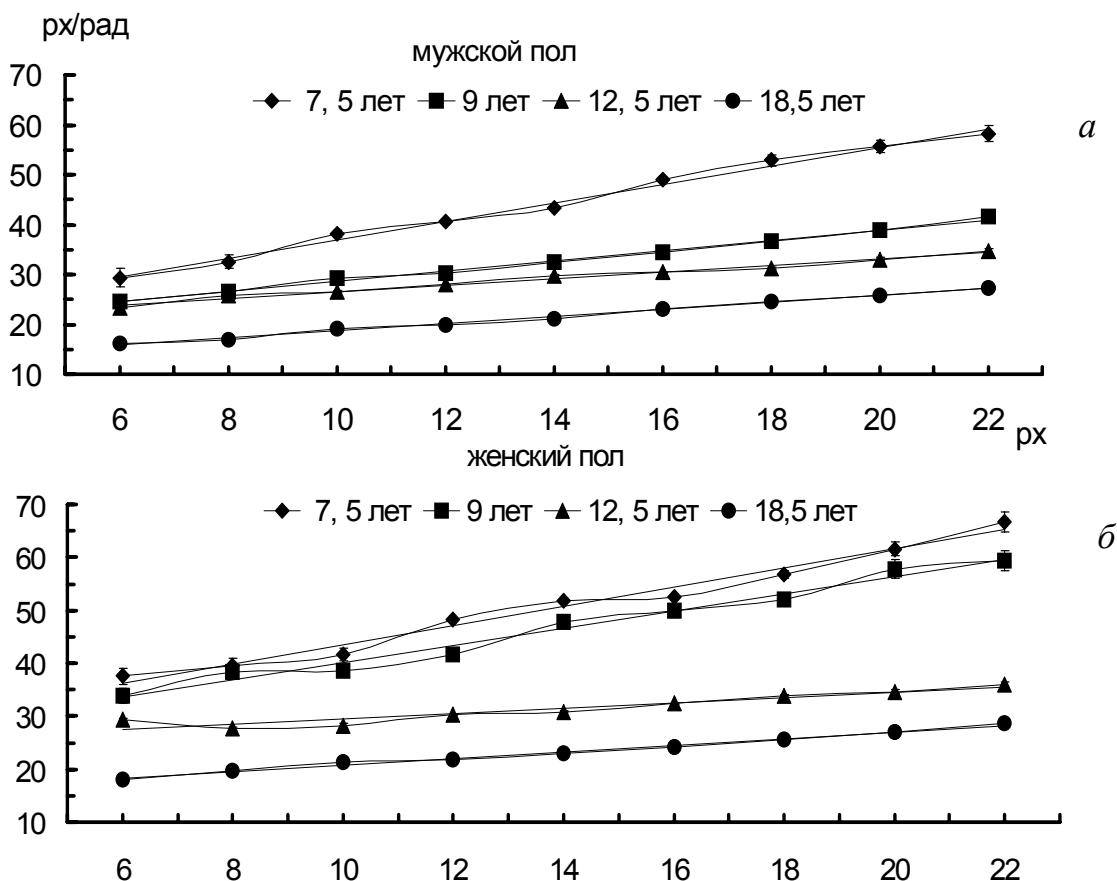


Рис. 10. Влияние расстояния между отрезками  $B$  и  $C$  на величину искажения фигуры Поггендорфа у лиц разного пола и возраста.

*Примечание:* достоверность различий между возрастными группами у лиц мужского и женского пола составляет  $p < 0,001$ .

случаях наблюдается линейный характер зависимости величины зрительного искажения фигуры от расстояния между боковыми отрезками  $B - C$ .

Таким образом, в половозрелом возрасте более точную оценку пространственного расположения элементов фигуры Поггендорфа в большинстве случаев дают испытуемые с противоположным сочетанием зрительной и мануальной асимметрии.

### 3. Иллюзия Поггендорфа в онтогенезе

#### 3.1. Влияние пола испытуемых на характер возрастной динамики величины искажения

Установлено, что в любом возрасте увеличение расстояния  $B - C$  вызывает возрастание величины искажения фигуры Поггендорфа (рис. 10). При этом с возрастом происходит уменьшение величины зрительного искажения данной фигуры. Период наиболее интенсивного ее уменьшения зависит от пола испытуемых. У испытуемых мужского пола он приходится на 7,5 – 9 лет.

У лиц женского пола наиболее интенсивное снижение с возрастом величины зрительного искажения имеет место в 9 – 12,5 лет. В связи с этим наиболее

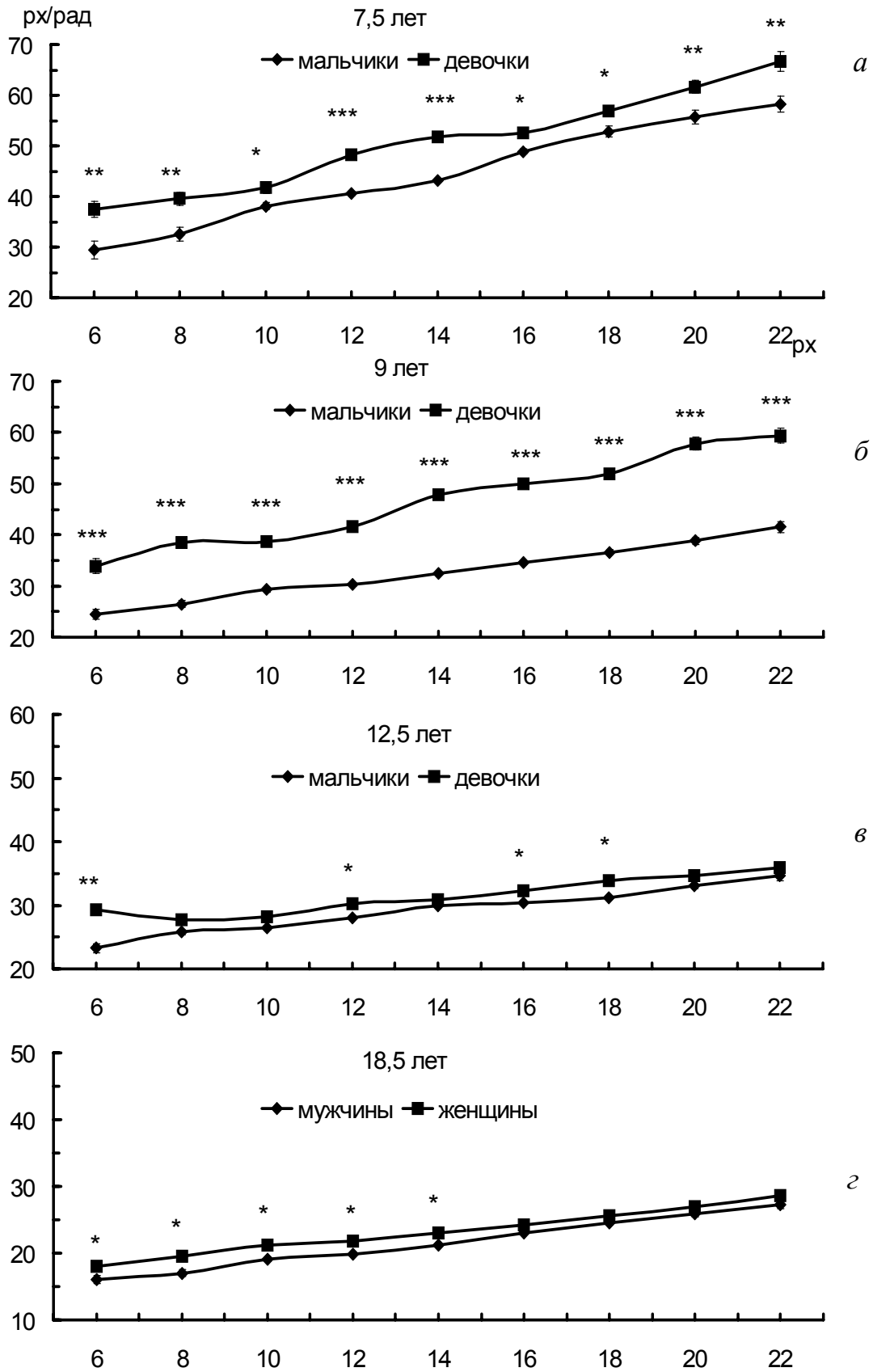


Рис. 11. Влияние расстояния  $B - C$  на величину искажения фигуры Поггендорфа у лиц разного пола в различном возрасте.



выраженные половые различия в величине искажения фигуры Поггендорфа отмечены в 9 лет (рис. 11, б). Обращает внимание тот факт, что лица мужского пола сохраняли свое преимущество в точности оценки фигуры Поггендорфа на протяжении всего изученного периода онтогенеза. Однако в 12,5 лет половые различия в величине зрительного искажения были минимальными (рис. 11, в).

### **3.2. Влияние зрительной и мануальной асимметрии на величину искажения фигуры Поггендорфа у лиц мужского и женского пола в различном возрасте**

Результаты проведенных исследований показали, что характер зрительного искажения фигуры Поггендорфа у мужчин и женщин с разным типом зрительной и мануальной асимметрии в различные периоды онтогенеза существенно варьировал. Главным различием, по всей видимости, является то, что среди испытуемых мужского пола устойчивое превосходство лиц с левым ведущим глазом в точности восприятия пространственного расположения элементов фигуры Поггендорфа сложилось только к 18,5 годам (рис. 12). При этом среди лиц женского пола оно отмечалось во всех изученных возрастных группах от 7,5 до 18,5 лет (рис. 13). Похожая ситуация обнаружена и среди испытуемых с различным типом мануальной асимметрии (рис. 14; 15). Отличие состоит в том, что среди представительниц женского пола девочки левши в 12,5 лет были менее точны в оценке пространственного расположения элементов фигуры, чем правши. Наименьшее влияние расстояния между отрезками *B* и *C* на величину иллюзии как у мальчиков, так и у девочек отмечено в 12,5 лет.

Сравнительный анализ возрастной динамики величины зрительного искажения фигуры Поггендорфа представлен для одного расстояния *B – C* в 14 пикселей, при котором наблюдался наименьший разброс индивидуальных показателей (рис. 4). Установлено, что при любом типе мануальной или зрительной асимметрии наиболее интенсивное снижение с возрастом величины зрительного искажения фигуры Поггендорфа у лиц мужского пола наблюдалось в промежутке от 7,5 до 9 лет (рис. 16, а, в), тогда как у испытуемых женского пола – в период от 9 до 12,5 лет (рис. 16, б, г).

Таким образом, проведенное исследование однозначно свидетельствует о влиянии пола и типа зрительно-мануальной асимметрии на характер возрастного изменения величины зрительного искажения фигуры Поггендорфа. Характер обнаруженных половых различий зрительного восприятия фигуры Поггендорфа, возможно, является следствием разной выраженности межполушарной асимметрии у мужчин и женщин. Тот факт, что лица обоего пола, с левым ведущим глазом или левой ведущей рукой, в половозрелом возрасте превосходят зрительных и мануальных правшей в точности оценки пространственного положения наклонных элементов фигуры Поггендорфа, возможно связан со спецификой обработки зрительной информации в правом и левом полушариях головного мозга. Наблюдаемая возрастная специфика изменения величины искажения фигуры Поггендорфа у мужчин и женщин с различным типом асимметрии, видимо, отражает гетерохронность созревания структур мозга и связей между ними.

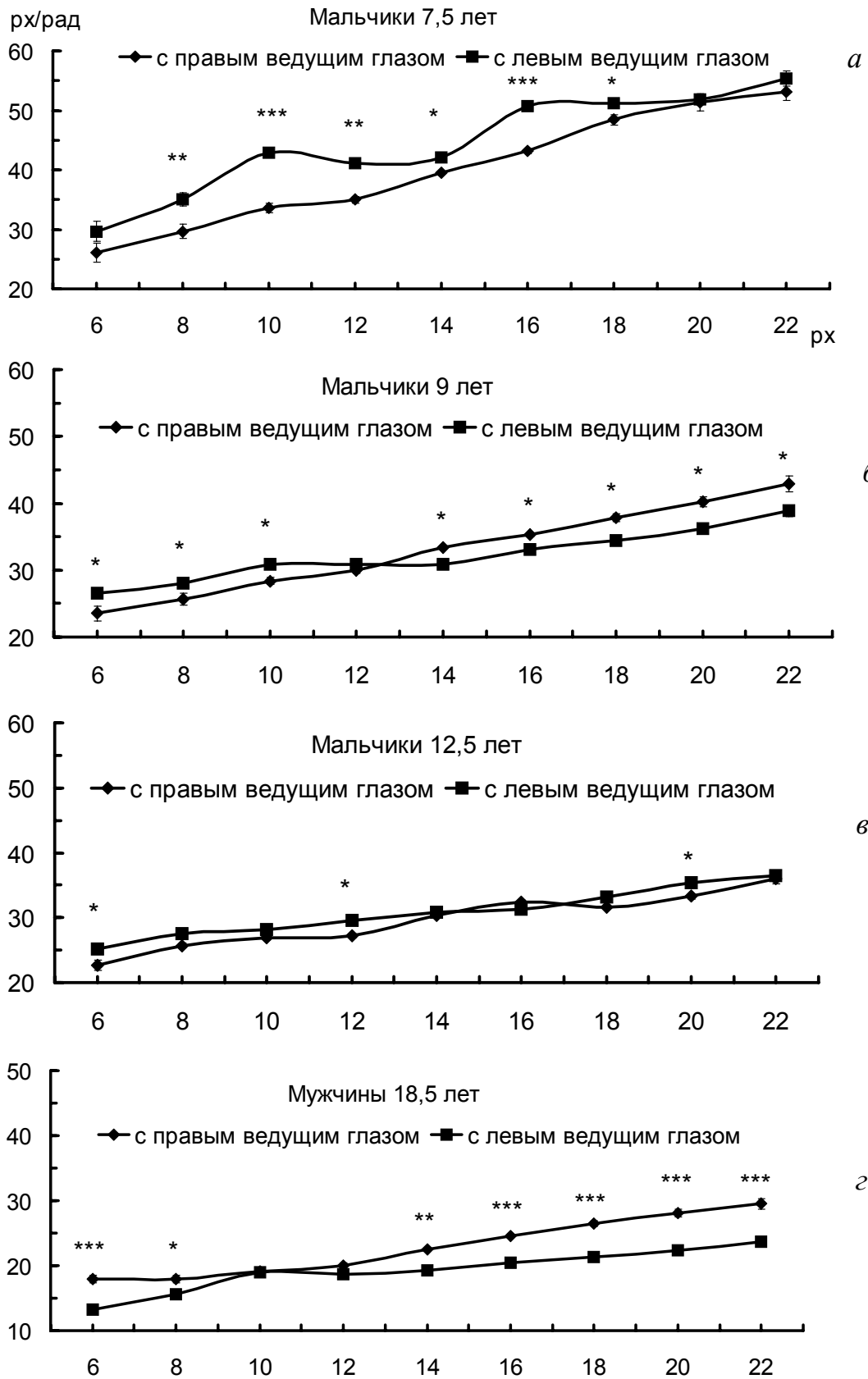


Рис. 12. Влияние расстояния  $B - C$  на величину искажения фигуры Поггендорфа у лиц мужского пола с различной зрительной асимметрией.

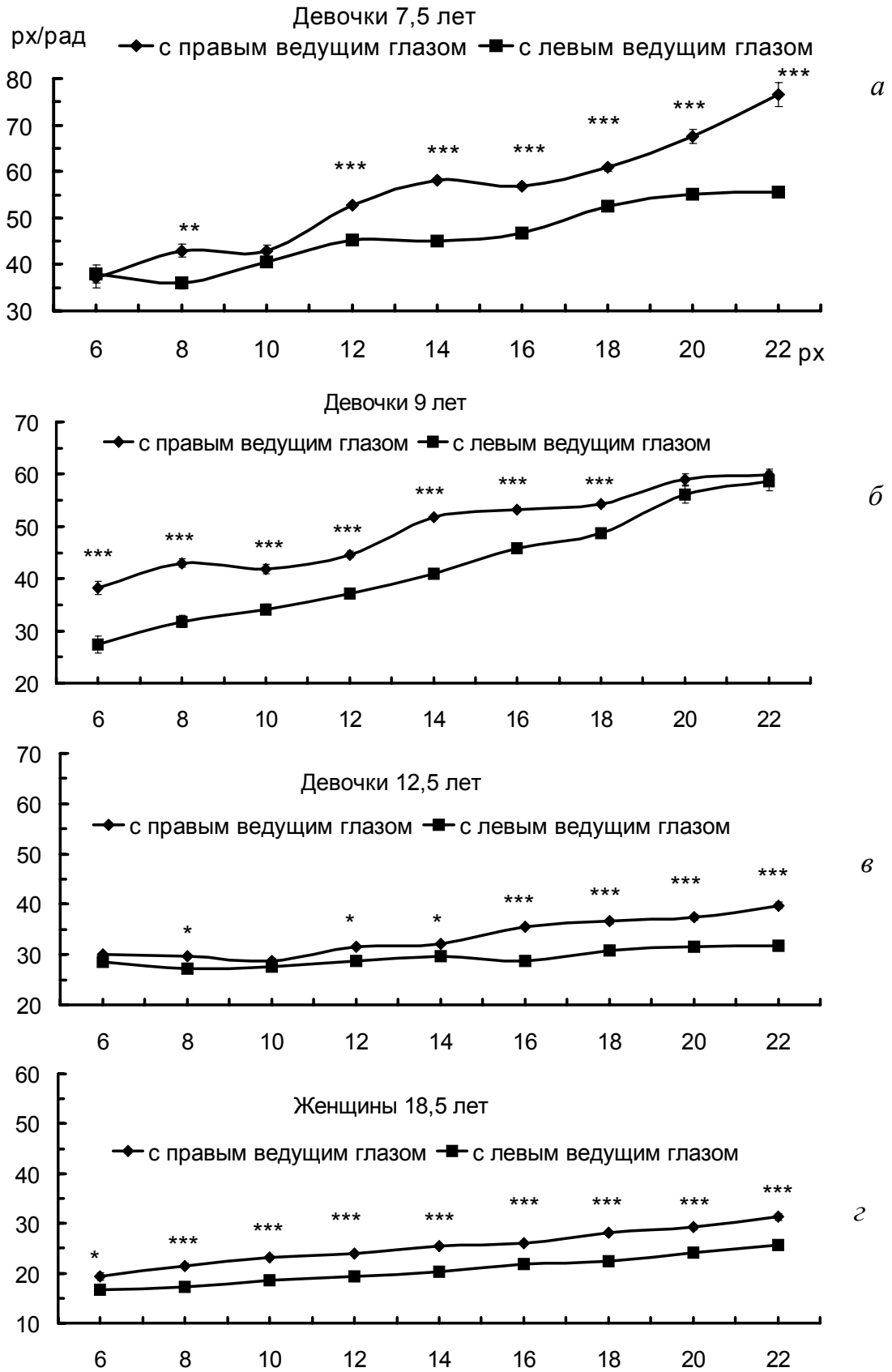


Рис. 13. Влияние расстояния  $B - C$  на величину искажения фигуры Поггендорфа у лиц женского пола с различной зрительной асимметрией.

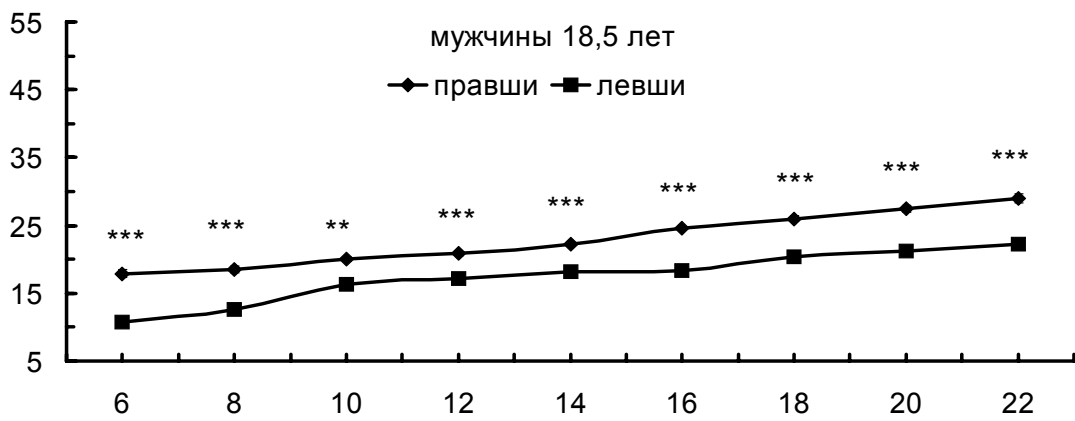
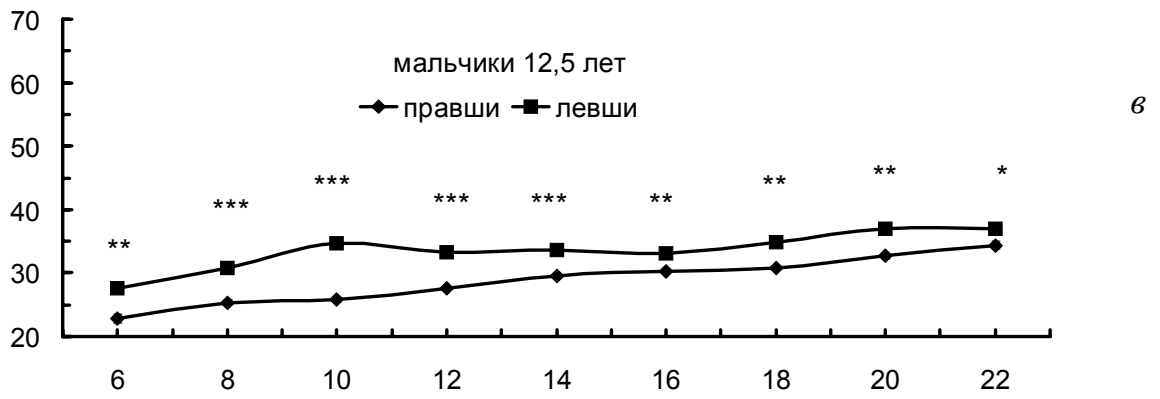
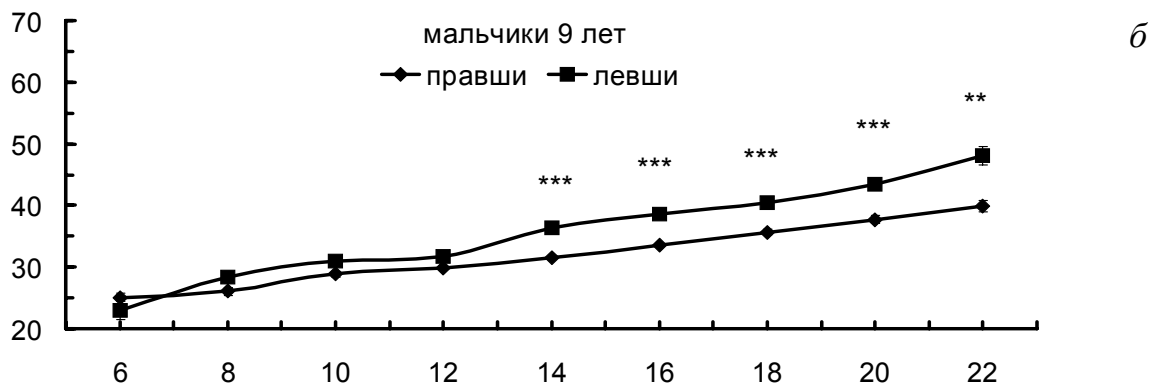
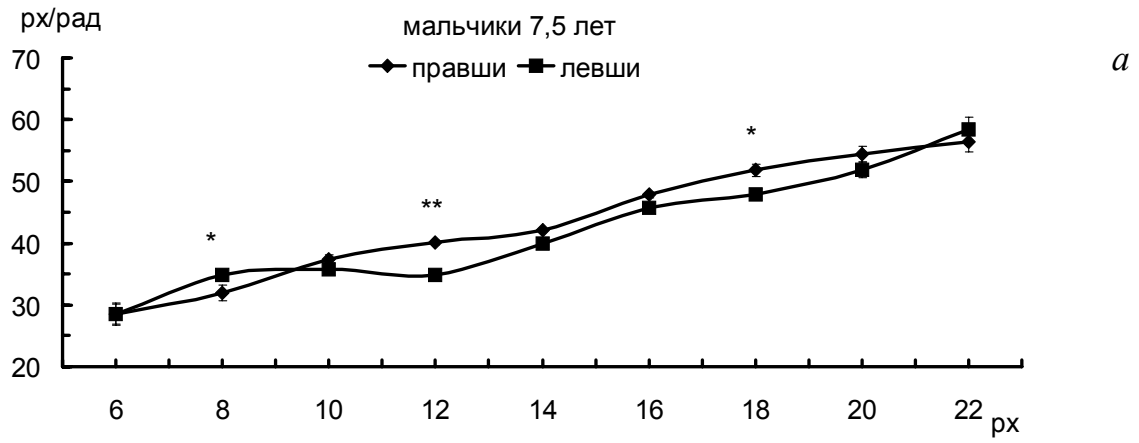


Рис. 14. Влияние расстояния  $B - C$  на величину искажения фигуры у лиц мужского пола с различной мануальной асимметрией

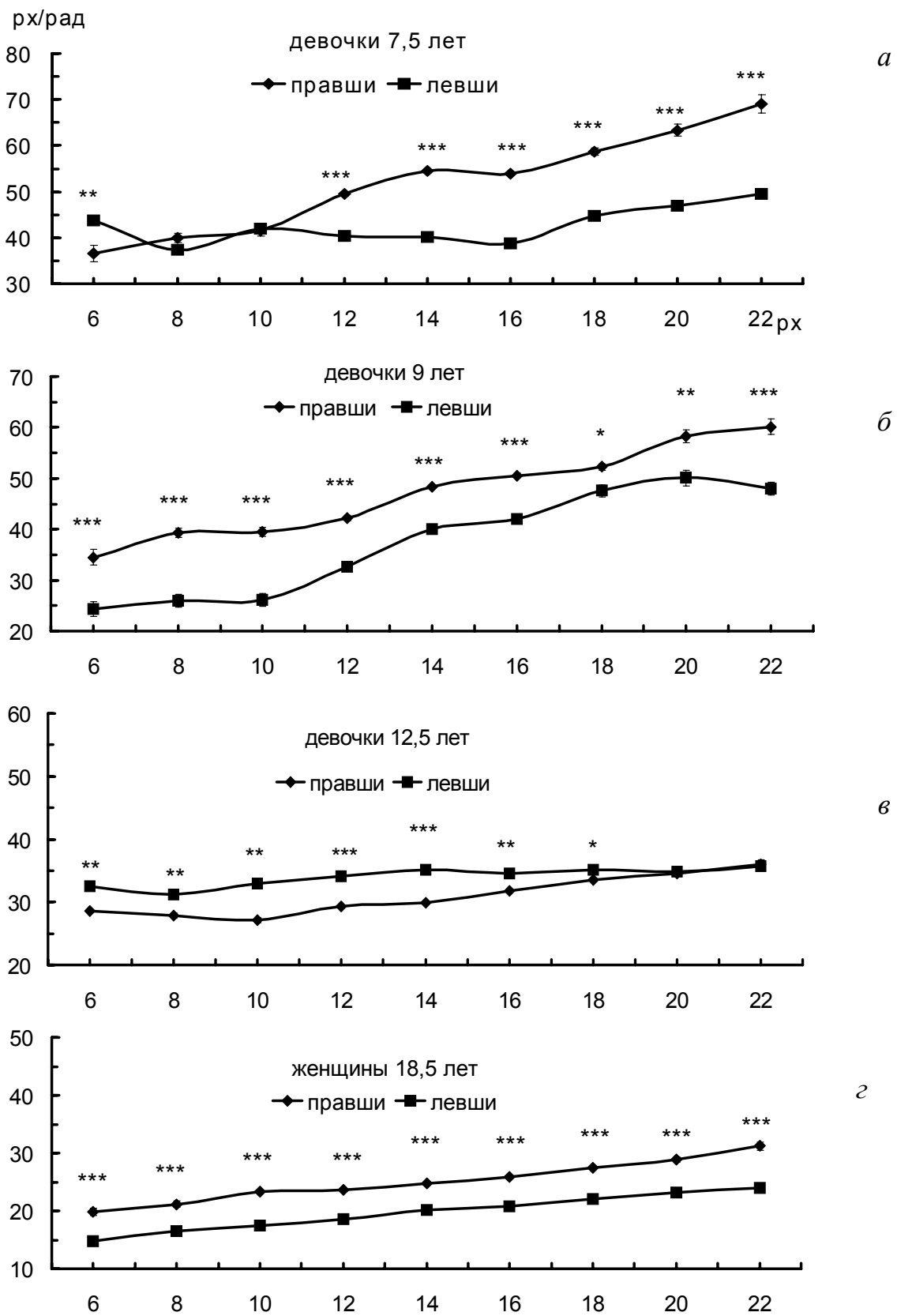


Рис. 15. Влияние расстояния  $B - C$  на величину искажения фигуры у лиц женского пола с различной мануальной асимметрией.

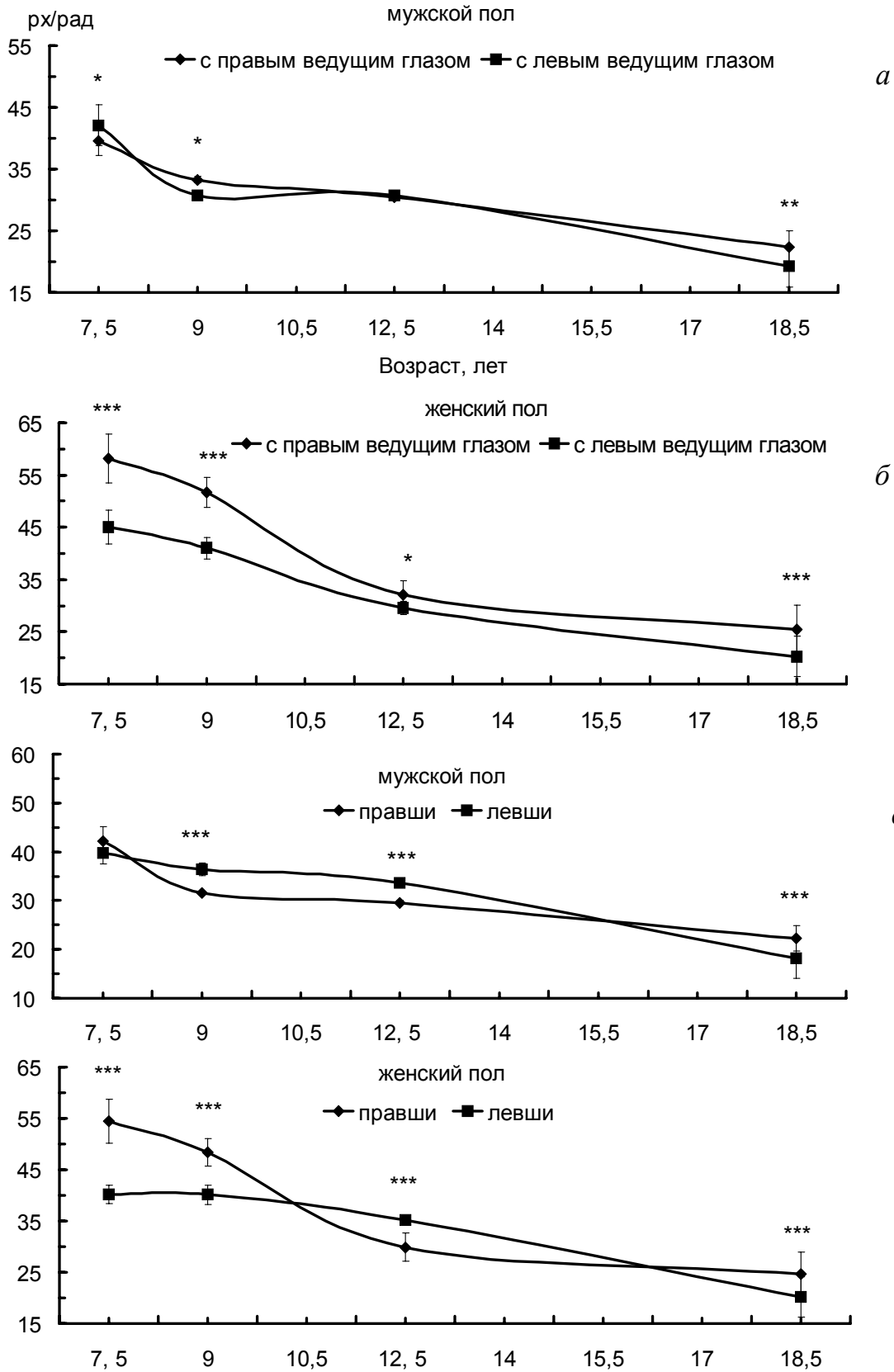


Рис. 16. Возрастная динамика величины искажения фигуры у лиц разного пола с различным типом зрительной и мануальной асимметрии ( $B - C = 14$  пикселей)

Результаты исследования в совокупности с данными литературы позволяют предположить, что темп созревания полушарий и степень выраженности функциональной асимметрии полушарий являются одними из основных факторов повышения точности зрительного восприятия пространственного расположения наклонных элементов фигуры Поггендорфа.

### **ВЫВОДЫ**

1. Разработан метод количественной регистрации относительной величины зрительного искажения фигуры Поггендорфа в модификации Джастроу, обеспечивающий возможность достаточно точной оценки иллюзии и выявления достоверных различий между испытуемыми с разным физиологическим статусом.
2. Величина статистической ошибки зрительного искажения тестовой фигуры параболически зависит от расстояния между параллельными боковыми отрезками. У лиц разного пола, возраста и типа зрительно-мануальной асимметрии минимум наблюдается при одном и том же расстоянии между боковыми отрезками.
3. Лица мужского пола четырех возрастных групп от 7,5 до 18,5 лет более точно оценивают пространственное расположение элементов фигуры Поггендорфа, чем представительницы женского пола того же возраста.
4. По мере увеличения возраста испытуемых от 7,5 до 18,5 лет происходит закономерное повышение точности зрительного восприятия пространственного расположения элементов фигуры Поггендорфа, что отражает морфофункциональное созревание проекционных и ассоциативных областей коры головного мозга, внутри- и межполушарных связей между ними.
5. Характер повышения в онтогенезе точности зрительного восприятия фигуры Поггендорфа зависит от пола испытуемых. У лиц мужского пола с любым типом зрительной и мануальной асимметрии наибольший темп снижения с возрастом величины искажения приходится на 7,5 – 9 лет, тогда как у представительниц женского пола – на 9 – 12,5 лет. Неодинаковый темп становления в онтогенезе точности зрительного восприятия у представителей разного пола отражает особенности гетерохронного созревания структур, обеспечивающих зрительное восприятие.
6. В половозрелом возрасте у лиц мужского и женского пола с левым ведущим глазом или с левой ведущей рукой величина зрительного искажения фигуры Поггендорфа меньше, чем у представителей с правым ведущим глазом или правой ведущей рукой.
7. Изменение величины зрительного искажения при увеличении расстояния между параллельными боковыми отрезками фигуры Поггендорфа у мужчин с левой ведущей рукой или с левым ведущим глазом, в отличие от женщин, носит нелинейный характер.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Медведев Л.Н., Безруков А.А., Шошина И.И. Количественная оценка зрительной иллюзии Поггендорфа // Тез. докл. IV съезда физиологов Сибири. Новосибирск, 2002. С. 177.
2. Шошина И.И. Влияние межполушарной асимметрии и возраста на формирование иллюзии Поггендорфа // Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Самара, 2003. С. 253.
3. Медведев Л.Н., Шошина И.И. Количественная оценка влияния пола и типа межполушарной асимметрии на искажение зрительного восприятия фигуры Поггендорфа в модификации Джастроу // Физиология человека, 2004, т. 30, № 5, с. 5 – 11.
4. Медведев Л.Н., Шошина И.И. Влияние возраста на проявление зрительной иллюзии Поггендорфа // Сенсорные системы, 2004, т. 18, № 4, с. 326 – 330.
5. Шошина И.И. Возрастные особенности зрительного искажения фигуры Поггендорфа // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2004, т. 90, № 8, С. 356 – 357 – тезисы XIX съезда физиологического общества им. И.П. Павлова.
6. Шошина И.И., Медведев Л.Н. Возрастная динамика зрительного искажения фигуры Поггендорфа у лиц различного пола с разным типом зрительной асимметрии // Альманах Новые исследования, Москва, 2004, № 1 – 2, с. 431 – 432 – материалы международной конференции «Физиология развития человека».
7. Шошина И.И., Медведев Л.Н. Возрастные особенности влияния пола и зрительной асимметрии на восприятие фигуры Поггендорфа // Сенсорные системы, 2005, т. 19, № 1, с. 37 – 43.