

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ И КЛИНИЧЕСКОЙ АНАТОМИИ ВЕК

Р. Т. Нигматуллин, В. У. Галимова, А. Ю. Салихов, Г. С. Утенова

Всероссийский центр глазной и пластической хирургии, г. Уфа

Реферат. В статье представлены возможности применения диагностического комплекса по исследованию функциональной анатомии век. В состав указанного комплекса входит регистрация естественного напряженного состояния век, методы изучения функциональной морфологии мышечных и соединительнотканых элементов, методы исследования возможностей смещения кожного покрова области орбиты, изучение анатомических пропорций верхнего и нижнего век по значениям вурфа.

Статья является практическим пособием для офтальмологов, занимающихся хирургическим лечением больных с поражениями век. Данные методы могут использоваться как диагностические на этапе подготовки больных к хирургическому лечению, а также в послеоперационный период для оценки эффективности проведенных хирургических вмешательств. Предложенный диагностический комплекс также может использоваться в качестве прогностического на этапах послехирургической реабилитации пациентов и оценки результатов в отдаленный период.

Ключевые слова: мышечная биомеханика, анатомия век.

Введение. Исследования анатомического и функционального состояния век необходимы как на этапе планирования различных хирургических вмешательств в области орбиты, так и для оценки их результатов на этапе реабилитации. Несомненно, что анатомические исследования век представляют большую ценность и в антропологии. Современные руководства по клинической офтальмологии содержат значительный круг методов, которые позволяют оценить строение и функциональное состояние век.

Среди указанных методов следует отметить метод электромиографии, методы оценки функционального состояния края век, тестирование функции открывания глазной щели, аналогичный тест на функцию закрывания глазной щели, а также тестирование ассоциированных движений. Указанные методики достаточно подробно описаны в руководстве А.М. Шамшиновой, В.В. Волкова (1998) «Функциональные методы исследования в офтальмологии». Методам оценки леваторной функции верхнего века и измерению степени птоза посвящены тесты, описанные в руководстве М. Huber (1990). Указанный круг методов позволяет оценить состояние век, имеющиеся анатомические дефекты, ограничение подвижности, связанное с поражением *m.levator palpebrae superior.* До настоящего времени отсутствуют адекватные методы, которые бы позволили оценить состояние соединительнотканых структур и мышечных элементов, составляющих веко, в частности, *m.orbicularis oculi* и ее отделов. Кроме того, указанные тесты не позволяют судить о состоянии соединительнотканной стромы мышечных элементов и всего комплекса соединительнотканых структур верхнего и нижнего века.

Содержание диагностического комплекса для исследования функциональной анатомии век. Учитывая изложенное, нами предлагается диагностический комплекс, который разработан в ходе выполнения данного исследования. Разрабатывая методы определения функциональных возможностей век, учитывая анатомические особенности строения, связанные с их функцией, мы исходили из следующих теоретических предпосылок:
- веки обладают естественным напряженным состоянием, степень

которого определяется структурой их мягкого остова и тонусом скелетной поперечнополосатой и гладкой мускулатуры. Естественное напряженное состояние век динамично меняется в зависимости от функционального состояния мышц.

- движение век и смещение кожного покрова орбитальной области обеспечивается сокращением мимических мышц, поддержанием адекватного тонуса гладкой мускулатуры и мобилизацией всего комплекса соединительнотканых структур верхнего и нижнего век.

Исходя из указанных теоретических позиций, нами определен диагностический комплекс по исследованию анатомического строения и биомеханических свойств век в клинической практике, который включает в себя следующие тесты:

1) неинвазивные методы оценки естественного напряженного состояния века; 2) методы изучения функциональной морфологии мышечных и соединительнотканых элементов верхнего и нижнего век и в целом орбитальной области; 3) методы исследования возможностей смещения кожного покрова орбитальной области (данный тест мы определяем как функциональный тест на орбикулярные мышцы); 4) изучение анатомических пропорций верхнего и нижнего век по значениям вурфа.

Методы оценки естественного напряженного состояния век. В настоящее время в литературе описывается широкий круг методов, используя которые можно оценить уровень тканевого давления, локальное тканевое напряжение. Данные методы можно условно разделить на две большие группы:

1) инвазивные методы исследования – могут быть использованы в основном в экспериментальных целях и поэтому их применение в клинической практике, особенно при исследовании век, крайне ограничено; в своей клинической практике мы инвазивные методы не использовали ввиду возможности травматизации тканей; 2) неинвазивные методы исследования естественного напряженного состояния тканей.

Из неинвазивных методов оценки естественного напряженного состояния

тканей мы выбрали акустические методы исследования и в частности, акустический анализатор тканей, описанный в монографии С.А. Обрубова с соавторами (2001). В данной работе показано, что скорость распространения поверхностных волн в центральной зоне орбитальной области верхних и нижних век существенно меняется в зависимости от патологии, в частности, от величины близорукости. Автором выявлена корреляционная зависимость между показателями рефракции и скоростью распространения поверхностных волн в метрах в секунду. Совершенно четко прослеживается увеличение скорости распространения указанных волн в соответствии с ростом показателя рефракции. Данные указанных авторов, а также ряда других исследователей, позволяют заключить, что акустические свойства различных топографических зон век зависят от вида патологии, стадии заболевания и направления сканирования. Теоретические аспекты, изложенные в указанной монографии, и описанный анализатор тканей, использованы нами для оценки естественного напряженного состояния анатомических структур век при их поражениях. В частности, в основной группе были пациенты с различными видами патологии век, контрольную группу составили пациенты без патологии органа зрения в различных возрастных группах. Проведенные исследования показали, что скорость распространения акустических волн зависит от степени напряженного состояния тканей и коррелирует с выраженностью патологического процесса в тканях. В частности, рубцовые поражения век, деформации, врожденная патология век проявляются, как правило, изменением скорости распространения акустических волн. Это позволило включить нам указанную методику в систему комплексного тестирования век, как один из функционально-анатомических методов.

Методы изучения функциональной морфологии мышечных и соединительнотканых структур области орбиты. В данную группу методов мы включили магнитно-резонансную томографию при различных функциональных состояниях мышц. В частности, нами проводились исследования у пациентов при полной релаксации мышечной мускулатуры на

коронарных срезах. Это позволило выявить различные отделы орбикулярной мышцы. Однако наиболее демонстративно на коронарном срезе выявляется орбитальная часть *m. orbicularis oculi*. При этом хорошо различима пучковая организация волокон указанной мышцы и соединительнотканый каркас, разделяющий мышечные волокна, а также можно определить направление пучков мимических мышц. На сагиттальном срезе различаются пучки мышечных волокон, которые разделены соединительноткаными структурами. Причем топография, взаимное расположение пучков мышечных и соединительнотканых волокон существенно меняются в зависимости от крайнего функционального состояния указанной мимической мускулатуры. Таким образом, структура мышечных и соединительнотканых элементов орбитальной области могут быть достаточно подробно изучены с помощью магнитно-резонансной томографии в двух срезах: фронтальном и сагиттальном. При этом необходимы исследования в двух крайних физиологических состояниях мимической мускулатуры: от максимально расслабленной мускулатуры до максимального сокращения всего комплекса мимических мышц орбитальной области. За среднее физиологическое положение при данных исследованиях мы всегда использовали свободно сомкнутое положение краев век (*Рис. 1 – a, b, c, d*).

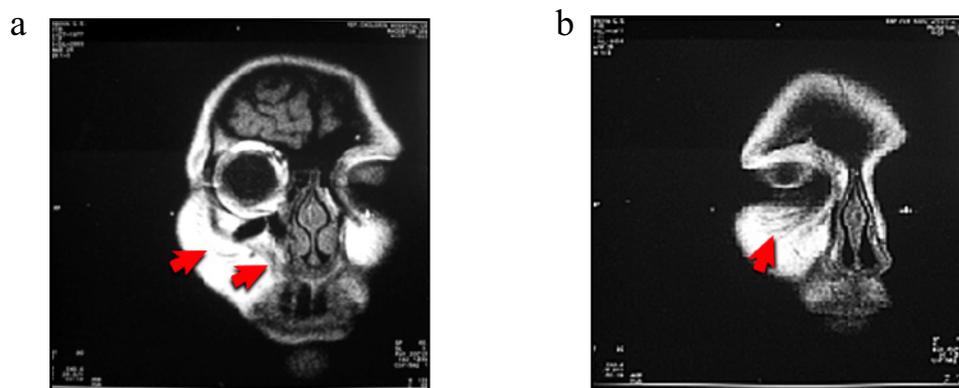


Рис. 1 (a, b). Магнитно-резонансная томография мягкого остова лица. Коронарный срез лица (a - мимическая мускулатура расслаблена, веки сомкнуты; стрелками указаны пучки круговой мышцы глаза (орбитальная часть), мышца, поднимающая верхнюю губу, большая и малая скуловые мышцы; b - стрелкой указаны пучки круговой).

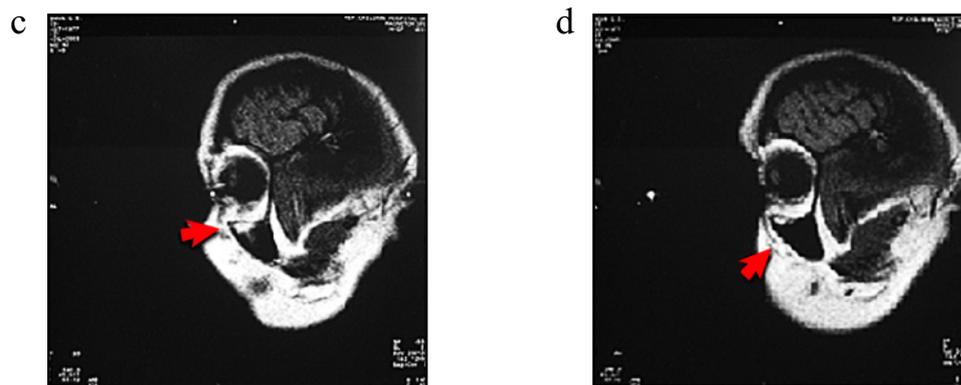


Рис. 1 (с, d). Магнитно-резонансная томография мягкого остова лица. Сагиттальный срез лица (с - мимические мышцы лица расслаблены; d - мышцы орбитальной области и скуловые мышцы в состоянии максимального сокращения).

Функциональный тест на орбикулярные мышцы. Наши предварительные морфологические исследования показали, что мышечные волокна *m. orbicularis oculi* окружаются соединительнотканным остовом. Отростки соединительнотканной структуры перимизия вплетаются в дерму, формируя единый мягкий остов. В результате, любое сокращение орбикулярной мышцы приводит к адекватному смещению кожного покрова. Таким образом, мышечные элементы орбитальной области, мягкий остов указанного региона и кожный покров составляют единый комплекс, в котором мышечные сокращения через элементы мягкого остова передаются на дерму. Следовательно, по смещению кожного покрова можно косвенно судить о состоянии мышечных и соединительнотканых элементов. Исходя из указанных предпосылок, нами разработан функциональный тест на орбикулярные мышцы, который в упрощенном варианте определяется как «орбикулярный тест». Для его проведения требуется прозрачная миллиметровая сетка, адаптированная нами для подобных исследований. Для проведения исследования в орбитальной области нами выбраны восемь фиксированных точек. Данные точки размещены следующим образом: три точки наносятся по верхнему краю орбиты и называются нами верхняя

медиальная, срединная и латеральная точки. Аналогичными являются нижние три точки, которые проводятся по нижнему краю орбиты, и соответственно определены нами как медиальная, срединная и латеральная нижние точки. Кроме того, фиксированными точками для проведения орбикулярного теста являются латеральная, проецирующаяся в среднем отделе, по латеральному краю орбиты. И медиальная точка, которая проецируется в области медиальной связки век. Указанные точки наносятся посредством любого суправитального красителя, затем пациенту предлагается функциональная нагрузка. Точки наносятся в среднем физиологическом положении, которое мы определяем как положение при свободно сомкнутых веках (Рис. 2).



Рис. 2. Функциональный тест на орбикулярные мышцы. Методика проведения.

Затем пациент максимально раскрывает веки, при которых определяется возможное смещение указанных точек, и производит максимальное сокращение всей мускулатуры правой и левой половины лица. При этом, раскрытие глазной щели, как правило, не сопровождается смещением выбранных нами фиксированных точек, так как раскрытие глазной щели не требует мобилизации

всего комплекса мышц, окружающих орбитальную область. В свою очередь, сокращение орбикулярных мышц приводит к однотипному смещению указанных точек, которые и исследованы нами в различных группах пациентов.

Для анализа результатов нами было использовано несколько методик. Кинематографический метод позволяет на цифровой видеокамере зафиксировать движение всех точек последующим анализом смещения кожного покрова и каждой из указанных точек. Второй метод серийных фотографий, когда у пациента проводится фотографирование смещения указанных точек в крайних функциональных состояниях мимических мышц. Третий метод мы назвали метод прямой антропометрии с помощью миллиметровой сетки, на которой сразу исследователь непосредственно по миллиметровой сетке определяет диапазон смещения каждой точки и фиксирует на специальном формуляре, разработанном нами для орбикулярного теста (Рис. 3).

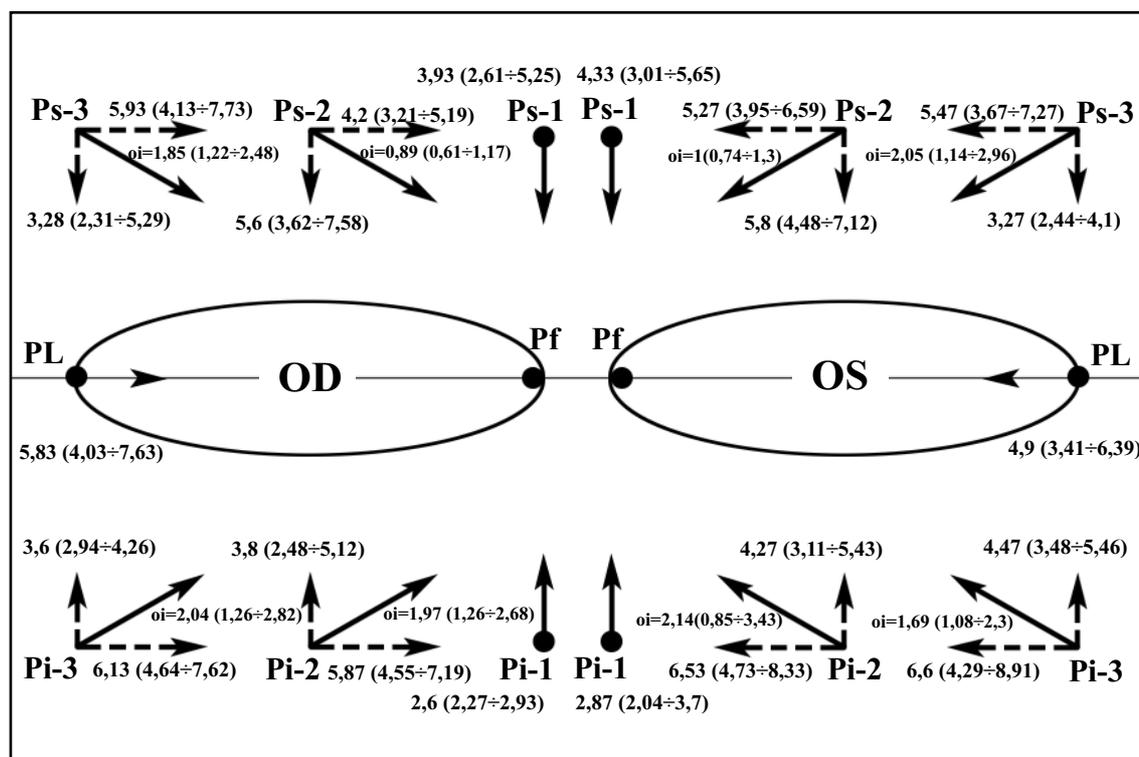


Рис. 3. Результаты исследования функционального теста на орбикулярные мышцы. Условные обозначения: Pf – медиальная (фиксированная) точка; PL – латеральная подвижная точка; Ps – верхние орбикулярные точки (1-медиальная, 2-срединная, 3-латеральная); Pi – нижние орбикулярные точки (1-медиальная, 2-срединная, 3-латеральная); Oi – орбикулярный индекс.

И, наконец, данный тест можно провести и полуколичественным способом, путем визуальной оценки объемов смещения. Даже простой визуальный осмотр пациента с такой приблизительной оценкой диапазона смещения позволяет оценить симметричность и объемы движения каждой из этих точек. Проведенные исследования позволили определить, что каждая из указанных точек обладает определенным объемом движений. Статистический анализ результатов функционального теста на орбикулярные мышцы выявил значительный диапазон смещений кожного покрова при переходе в крайнее функциональное состояние локальных мимических мышц. У пациентов, не имеющих патологии век (основная группа), наиболее динамичными являются латеральные и срединные точки верхнего и нижнего век. Для данных точек характерны одновременно смещения в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Так, среднее значение и доверительные интервалы для латеральной верхней точки составили 5,93 (4,13÷7,73) мм по горизонтали и 3,8 (2,31÷5,29) мм по вертикали. Отношение показателя горизонтального смещения к вертикальному нами рассматривается как орбикулярный индекс (O_i), среднее значение которого выведено для каждой из описываемых точек. Для латеральной точки (область наружной связки век) характерно смещение только в горизонтальном направлении. При этом среднее значение составляло 5,83 (4,03÷7,63) мм. Верхняя и нижняя медиальные точки смещаются только в вертикальном направлении. Диапазон смещения в норме колеблется от 2,6 до 3,9 мм. Единственной фиксированной точкой при проведении данного теста является область медиальной связки век.

Выявленные нами незначительные различия в биомеханике правой и левой половины лица статистически недостоверны. Проведенные нами аналогичные исследования у пациентов после эстетической блефаропластики выявили ограничение подвижности орбитальной области по показателям $V_s 3$ по горизонтали с обеих сторон. Все остальные показатели в пределах нормы.

Анализируя результаты проведения орбикулярного теста с аномалиями развития, мы пришли к выводу: 1) аномалии развития проявляют выраженную асимметрию правой и левой орбитальной областей; 2) фрагментарное

(локальное) выпадение функции орбитальной части круговой мышцы глаза. Это выпадение может быть в медиальной, латеральной и срединной части век. При этом в соответствующих точках обнаруживаются абсолютно неподвижные проекционные точки. Полное отсутствие подвижности в проекционных точках может быть связано с рубцовыми изменениями структур мягкого остова, окружающих мышечные элементы. Благоприятным фактором для функционирования орбитальной мышцы мы считаем наличие коротких мышечных волокон в структуре мышцы (Bron A.J., 2001).

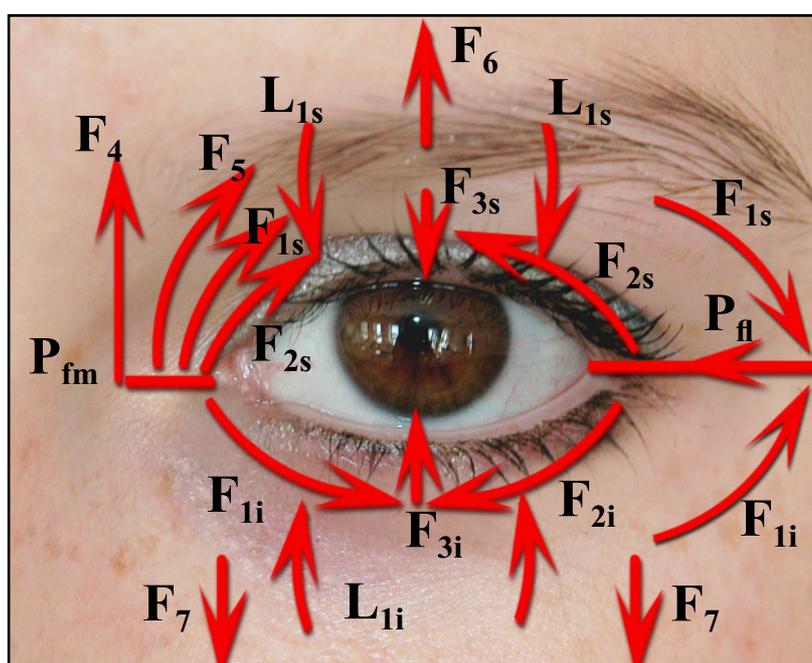


Рис. 4. Биомеханические взаимоотношения мышц орбитальной области. Направление приложения сил мышц орбитальной области: **Pfl** - *punctum fixum laterale* (латеральная связка век, латеральный глазничный фасциальный узел); **Pfm** - *punctum fixum mediale* (медиальная связка век, медиальный глазничный фасциальный узел, костные структуры); **F1s** и **F1i** - направление тяги *m.orbicularis oculi pars orbitalis superior et inferior*; **F2s** и **F2i** - направление тяги *m.orbicularis oculi pars palpebralis superior et inferior*; **F3s** и **F3i** - результирующие силы *m.orbicularis oculi, pars palpebralis superior et inferior*; **F4** - направление силы тяги *m.procerus*; **F5** - тракция *m.corrugator supercilii*; **F6** - направление приложения силы *m.frontalis*; **F7** - направление приложения силы *m.levator labii superior*; **L1s** и **L1i** - направление скольжения орбитальной части круговой мышцы.

Так, по данным этого автора длина мышечного волокна в среднем 1,1 мм (0,4-2,1 мм). Это позволяет сохранять функции круговой мышцы глаза на большем ее протяжении при локальных поражениях. При анализе результатов

функционального теста на орбикулярные мышцы мы рекомендуем также пользоваться схемой биомеханических взаимоотношений мимических мышц орбитальной области (*Рис. 4*). На данной схеме приводятся основные векторы сил мышц орбитальной области, а также векторы сил других мышц. Схема составлена на основе литературных данных, а также на данных собственных исследований по гистотопографии мышц орбитальной области.

Изучение анатомических пропорций верхнего и нижнего век по значениям вурфа. В комплексе клинико-морфологического исследования век мы придаем важное значение антропометрическим исследованиям. Причем нами разработаны анатомические ориентиры, которые позволяют определить пропорции века правой и левой стороны.

Вурф – это критерий конформной симметрии между блоками из трех последовательных отрезков прямой. Формула, впервые рассчитанная Вейлем, отражает гармоничность пропорций данных отрезков. Наши исследования позволили рекомендовать для расчетов вурфов орбитальной области четыре линии. Первый вурф – горизонтальный, определяется по точкам от медиального до латерального угла глазной щели. При этом берутся следующие отрезки: от медиального угла до медиального края роговицы, ширина роговицы, и затем, отрезок от латерального края роговицы до латерального угла глазной щели. В итоге на этой прямой нами выделено три отрезка. Измеряются они при центральном положении глазного яблока. (*Рис. 5*). Примечательно, что если даже изменить направление взгляда, эти пропорции всегда будут соблюдаться. Кроме горизонтального вурфа, нами выделено три вертикальных вурфа: медиальный, срединный и латеральный вертикальный вурфы. Они определяются соответственно по трем прямым, проводимым на следующем уровне. Срединный вертикальный вурф проводится через центр зрачка - вертикальной линии, на которой выделяется три отрезка: от верхней тарзоорбитальной борозды до края верхнего века. Следующий отрезок равен ширине глазной щели. И, наконец, от края нижнего века до нижней тарзоорбитальной борозды.

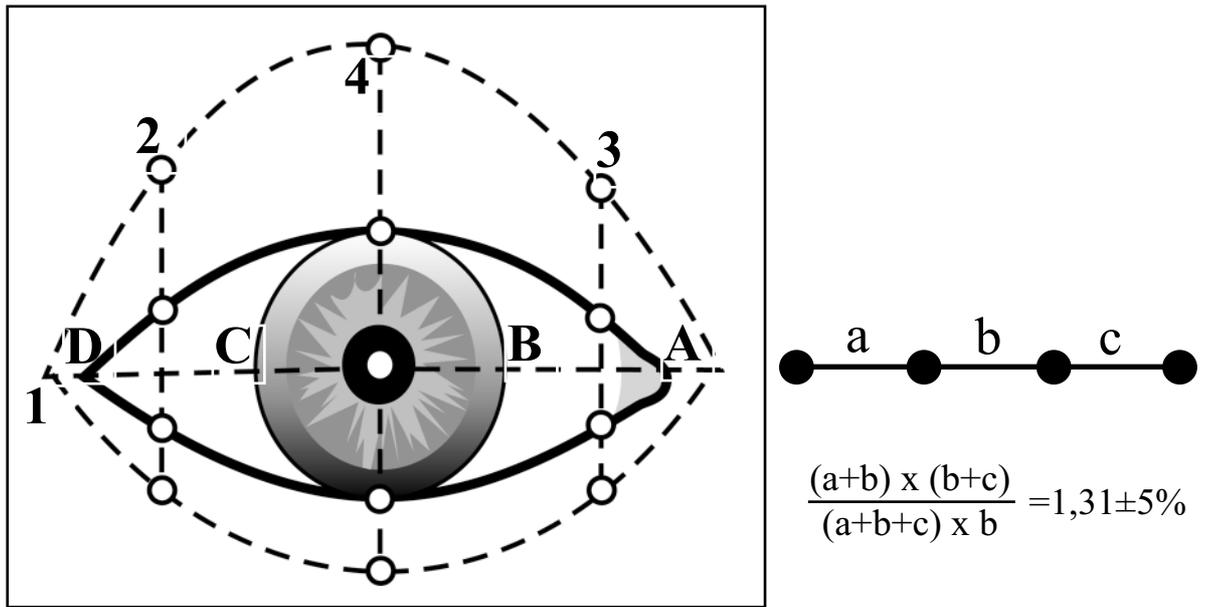


Рис. 5. Измерение локальных вурфов орбитальной области: 1 – горизонтальные вурфа; 2, 4, 3 – вертикальные вурфы (латеральный, срединный, медиальный).

Таким образом, мы получили три отрезка по срединной вертикальной линии. Расчеты проводятся также по формуле Вейля. Медиальный и латеральный вертикальные вурфы определяются аналогичным образом, местом проведения указанных линий являются центральные точки на расстоянии между медиальным краем роговицы и медиальным углом глаза – медиальный вертикальный вурф, и латеральный вертикальный вурф определяется на середине расстояния между латеральным краем роговицы и латеральным углом глаза. Данное исследование выполнено в возрастной группе от 18 до 35 лет на лицах мужского и женского пола. При этом у каждого пациента проводилось исследование правой и левой орбитальной области с последующим сравнением полученных результатов. Произведенные расчеты показали, что значения горизонтального, латерального и срединного вертикальных вурфов находятся в интервале $1,31 \pm 5\%$. Другими словами, они вписываются в показатель «золотого вурфа», что свидетельствует о гармоничности пропорций измеряемых анатомических образований. Среднее значение медиального вурфа выходит за указанные рамки. (Рис. 6). Но одновременно мы провели сравнительный

анализ значений вурфа правого и левого глаза. И здесь выявляется интересная закономерность. Независимо от абсолютного значения вурфа и его соответствия «золотому» стандарту, выявляется прямая зависимость между анатомическими пропорциями правой и левой орбитальной области.

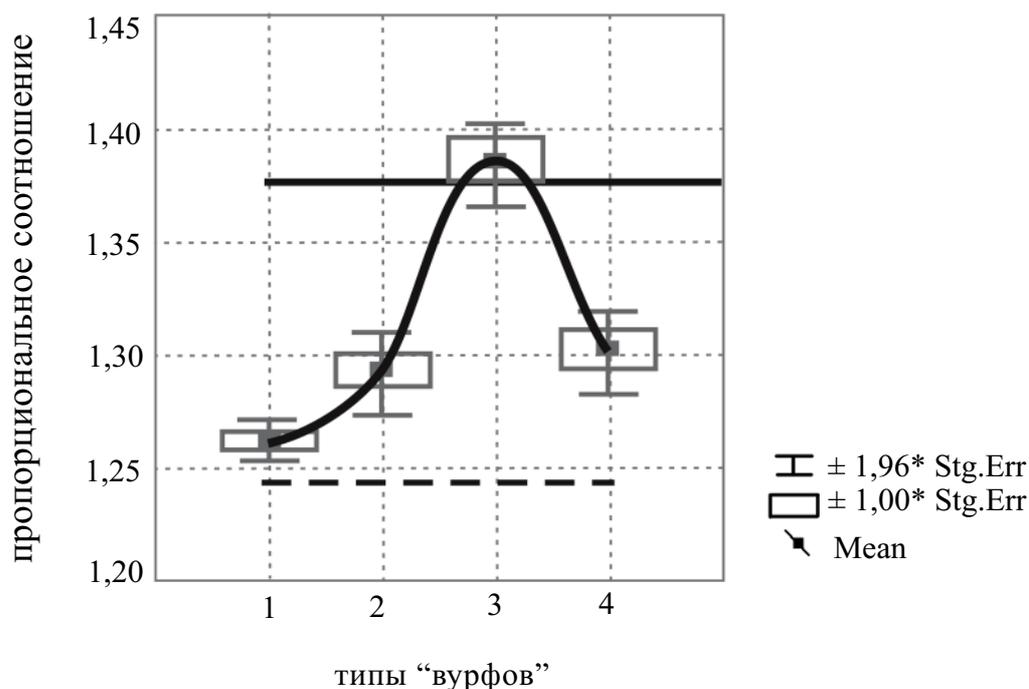


Рис. 6. Показатели вурфов орбитальной области. 1 – горизонтальный вурф; 2 – латеральный вертикальный вурф; 3 – медиальный вертикальный вурф; 4 – срединный вертикальный вурф.

Таким образом, цифровые значения вурфов правого и левого глаза, а точнее его вспомогательного аппарата совпадают. Данный факт указывает на конформную симметрию правой и левой regio orbitalis. Итог данных исследований можно сформировать в двух выводах:

1. Выбранные нами анатомические ориентиры для антропометрических исследований regio orbitalis (размеры верхнего и нижнего века, глазной щели) обладают гармоничными пропорциями и, как правило, значение их вурфа вписывается в интервал $1,31 \pm 5\%$.

2. Правые и левые орбитальные области подчиняются законам

конформной симметрии независимо от абсолютного значения их вурфов.

Известно, что анатомические особенности каждого лица в значительной степени определяются индивидуальными особенностями черепа. Поэтому, с целью изучения пропорций в структурах лицевого черепа, нами выбраны костные ориентиры области орбиты. В частности, на рентгенограммах черепа в прямой проекции проводились три горизонтальные линии в области орбиты. Одна срединная линия делит орбиту на равные верхние и нижние отделы. Две дополнительные горизонтальные линии делят соответственно верхний и нижний отделы на равные части. Таким образом, мы получаем три горизонтальные линии по которым производим расчеты 1, 2 и 3 вурфов орбиты. Проведенный анализ цифровых значений вурфов показал, что верхний и нижний горизонтальный вурфы полностью входят в интервал значений $1,31 \pm 5\%$. Срединный горизонтальный вурф является исключением из «золотого» стандарта.

Приведенный пример подтверждает факт гармоничности пропорций отдельных костных ориентиров. В то же время, соподчиненность «золотому вурфу» для костных структур лица не является универсальной. Необходимы дополнительные исследования для выявления тех параметров лицевого черепа, которые строго вписываются в показатели гармоничных пропорций. Но более примечателен тот факт, что пропорции правого и левого глазного яблока всегда одинаковы. Данный факт указывает на гармоничность пропорций правой и левой половины лица. Даже в случае зеркальной асимметрии правой и левой половины лица показатели вурфов всегда будут совпадать, это говорит о том, что правое и левое веко находятся в гармоничных пропорциях. В условиях патологии данные пропорции могут меняться. В таких случаях пропорции правой и левой половины в цифровом значении не соответствуют друг другу, что говорит об изменении пропорции правой и левой орбитальной области и век в частности. Таким образом, исследование локальных вурфов орбитальной области позволяет оценить гармоничность пропорций исследуемых век. И, кроме того, они позволяют определить гармоничность пропорций правой и левой половины. Данные исследования представляют интерес как для

хирургов, занимающихся пластическими операциями на веках и стремящихся восстановить пропорции правой и левой половины орбиты. Кроме того, эти данные представляют интерес для антропологических исследований.

Заключение. Таким образом, с целью комплексного исследования функциональной и хирургической анатомии век, нами предлагается комплекс антропологических, анатомических и физиологических методов. В нашей клинике изложенный диагностический комплекс используется в полном объеме при показаниях. Показанием для комплексного исследования мы считаем травмы век и их последствия, аномалии развития, опухолевые поражения век и орбитальной области. В тоже время, мы считаем возможным использование отдельных методов исследования, когда для специалиста требуется получение выборочных сведений, касающихся функциональных возможностей круговой мышцы глаза, напряженного состояния век, структурных изменений орбитальной области при функциональных нагрузках, анатомических пропорций век. Очевидно, в подобных случаях врач может выборочно использовать один из описанных тестов в своей клинической практике.

ЛИТЕРАТУРА

- 1.Шамшинова А.М. Функциональные методы исследования в офтальмологии / А.М. Шамшинова, В.В. Волков. – Москва: “Медицина”. – 1998. – 416с.
- 2.Обрубов С.А. Акустическая биомеханика глаза и ее значение для клиники. / С.А. Обрубов, Е.И. Сидоренко, В.Н. Федорова, Т.К. Дубовая, А.А. Древаль – Москва. – 2001. – 128с.
- 3.Нигматуллин Р.Т. Мягкий остов лица человека. Аспекты хирургической и функциональной анатомии./ Р.Т. Нигматуллин, В.Г. Гафаров, А.Ю. Салихов. – Уфа: ГУП РБ УПК. – 2003. –136с.
- 4.Bron A.J. Wolff’s anatomy of eye and orbit. Eighth edition / A.J. Bron, Tripathi R.C., Tripathi B.J., – London. – 2001. – 736p.