

Л.С. Персин
А.Б. Слабковская
Е.И. Мержвинская

Брекет-системы

Современный взгляд



Москва
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА
«ГЭОТАР-Медиа»
2019

Оглавление

Введение	4
Глава 1. Брекет-система	5
<i>(Персин Л.С., Мержвинская Е.И.)</i>	
Эволюция ортодонтических сил	7
Применение сил в ортодонтической терапии	12
Глава 2. Преформированные дуги.....	20
<i>(Персин Л.С., Мержвинская Е.И.)</i>	
Нержавеющая сталь	21
Нитинол. Сплавы металлов на основе титана	23
Дуги β -Титан – ТМА	24
Форма зубных рядов и преформированных дуг ...	25
Преформированные дуги	31
Глава 3. Брекететы.....	34
<i>(Персин Л.С., Мержвинская Е.И.)</i>	
Виды брекетов.....	37
История развития.....	37
Методы производства.....	43
Прописи брекетов	44
Глава 4. Фиксация брекет-систем	51
<i>(Персин Л.С., Мержвинская Е.И.)</i>	
Глава 5. Вестибулярные брекет-системы	57
<i>(Персин Л.С., Мержвинская Е.И.)</i>	
Глава 6. Клинические примеры	73
<i>(Слабковская А.Б.)</i>	
Глава 7. Профилактика в ортодонтии.....	114
<i>(Картон Е.А.)</i>	
Список литературы	123



Преформированные дуги

Выбор дуги является важным решением. Дуги являются силовой системой в ортодонтии. При рациональном выборе дуги следует учитывать вопросы челюстно-лицевого роста и развития, физиологии перемещения зубов, биомеханики, физики, металлургии, материаловедения и, разумеется, философию лечения.

Физиология перемещения зубов, действие сил, время их применения и реакция зубов на силовое воздействие еще не до конца изучены. Выбор дуги как основы силовой системы остается скорее искусством, чем наукой, и почти полностью зависит от эмпирического опыта врача-ортодонта. Ортодонтические фирмы предлагают широкий ассортимент преформированных дуг разных размеров, форм, сплавов. Как же принять осознанное и оптимальное решение при выборе дуги? Ответ состоит в понимании свойств, возможностей и ограничений разных видов дуг. С переходом от относительно простых стальных к титановым высокотехнологичным дугам возникла потребность изучения такой области знания, как материаловедение в ортодонтии.

Использовать дугу как ортодонтическую силу, производящую энергию движения зуба, стало возможно в результате появления упругих пружинистых сплавов металлов.

На пружинистых свойствах стали действовали арбалеты в XIV веке. Но сталь как проволоочная пружина не подходила для использования в полости рта. Применению стали вместо золота, серебра, платины

препятствовало быстрое появление окислов железа (ржавчины). Окислы железа, помимо неприемлемых вкусовых ощущений, не обладают свойствами биоинертности и биосовместимости, что отрицательно сказывается на здоровье. Появление нержавеющей стали изменило ситуацию.

Предложенная Edward Angle в начале XX века Е-дуга была выполнена из золото-никелевого сплава. В конце 1920-х годов нержавеющая сталь начала вытеснять сплав золота и никеля. Сталь на 20% жестче, чем золото-никелевый сплав. Вследствие этого для сохранения прежнего значения силы на 20% уменьшился размер стальной дуги — с $0,022 \times 0,030$ на $0,018 \times 0,025$. Таким образом, паз 0,018 есть прямое следствие перехода от сплава золота-никеля к нержавеющей стали. Два размера пазов брекетов, которые сегодня используют врачи-ортодонты, не более чем результат опытной эволюции от Е-дуги через ленточную дугу к дуге эджуайз и переход к стальной дуге. Ни размер паза и дуги, ни результирующие силы не основывались на знании физиологии и особенностях нагрузки.

Нержавеющая сталь

В 1821 г. Pierre Berthier, геолог и горный инженер из Франции, опробовал сплавы железа с хромом. Так появилась нержавеющая сталь. Нержавеющая сталь обладала кислотоустойчивостью, была нейтральна на вкус, но была хрупка. При концентрации хрома не менее 10,5% и до 26% (для особо агрессивных сред) на поверхности сплавов железа и хрома формируется твердая прозрачная пленка оксида хрома Cr_2O_3 , прочно сцепленная с металлом. Пленка образует невидимый глазу защитный слой, который не растворяется в воде и препятствует окислению железа, т.е. появлению ржавчины. Пленка способна к самовосстановлению, ей не страшны царапины. Новая сталь годилась для изготовления кухонных приборов — столовых ножей, вилок и ложек, удовлетворяла вкусовым качествам, но как пружина — источник силы — была непригодна. Нержавеющая сталь Пьера Бертье была хрупкой.

Harry Brearley и Elwood Haynes (1916 г.) создали в США компанию «The American Stainless Steel Company» по производству нержавеющей стали. Нержавеющая сталь Брирли и Хейнса обладала свойствами упругости. Хейнс дал англоязычное определение, ныне общепринятое название stainless steel (сталь без пятен) и, соответственно, аббревиатуру SS. Согласно легенде, Хейнс окунул стальную пластинку в уксус и произнес: «This steel stains less», т.е. — «На этой стали мало пятен». Брирли называл свое детище несколько иначе — rustless steel, что соответствует русскоязычному термину «нержавеющая сталь».

Нержавеющая сталь различается свойствами, составом и назначением. Их можно разделить на несколько основных групп по кристаллической структуре: ферритные, аустенитные, мартенситные и двухфазные (ферритно-аустенитные).

Ферритные нержавеющие — это хромистые (10–30% хрома) и низкоуглеродистые (менее 0,1%) стали. Они достаточно прочные, пластичные, относительно несложно обрабатываются и при этом дешевы, но не поддаются термической обработке (закаливанию).

Мартенситные нержавеющие — это хромистые (10–17% хрома) стали, содержащие до 1% углерода. Они хорошо поддаются термообработке (закаливанию и отпуску), что придает изделиям из таких сталей высокую твердость (из них делают ножи, подшипники, режущие инструменты). Мартенситные стали сложнее в обработке из-за более низкого содержания хрома, менее стойки к коррозии, чем ферритные.

Аустенитные нержавеющие стали — хромоникелевые. Они содержат 16–26% хрома и 6–12% никеля, а также углерод и молибден. По коррозионной стойкости они превосходят ферритные и мартенситные стали и являются немагнитными. Высокую прочность получают при нагартовке/наклепе. При термообработке их твердость уменьшается.

Двухфазные стали сочетают различные свойства ферритных и аустенитных сталей.

С созданием Брирли и Хейнс нержавеющей стали со свойствами пружины появились первые ортодонтические технологии преформированных дуг. Способ активации — механический.

Поскольку стальная дуга 0,018×0,025 была чересчур жесткой для изгибания, ортодонты стали использовать дуги меньших диаметров, а также делать на дугах компенсирующие петли. Все это помогло снизить соотношение нагрузки и отклонения у нержавеющей стали и позволило гнуть дугу к пазам брекетов в пределах эластичности дуги, без риска вызвать необратимую деформацию.

До 1977 г. были только две возможности изменять у дуги соотношение нагрузки к изгибу: изменять диаметр дуги или ее длину с помощью петель.

Нитинол.

Сплавы металлов на основе титана

NiTi, Nitinol (Нитинол) β -Ti в результате аустенитной и мартенситной обработки принимают заданную преформированную форму. Под пусковым воздействием тепловой энергии ротовой полости происходит активация энергии напряжения и мартенситная переходит в аустенитную структуру металла. Преформированная форма переходит в формированную.

Деформированная проволока из сплава никеля и титана — преформа, получив энергию напряжения, действует как пружина, стремится воссоздать первоначальную форму покоя, приданную ей в результате закаливании.

В начале 1958 г. Уильям Дж. Бюлер, инженер-металлург Лаборатории вооружений ВМС США (Naval Ordnance Laboratory — NOL), Уайт-Оук, штат Мериленд, США, начал проводить исследования различных сплавов, которые можно было бы применить при изготовлении носового обтекателя лодочной ракеты. Он определил, что никелево-титановый сплав обладает наивысшей ударной прочностью и другими полезными свойствами, такими как упругость, ковкость и усталостная прочность. Бюлер дал этому

сплаву название «Нитинол» (Nitinol), составив его из символов химических элементов никеля (Ni) и титана (Ti) и аббревиатуры названия Лаборатории вооружений (NOL).

При отжиге [(высокотемпературная фаза сплава при 500 °C (932 °F)] в течение часа образуется неупругий твердый образец, называемый аустенитом. Охлаждение (закалка) — низкотемпературная фаза сплава — придает образцу упругость, способность к деформации. Полученные свойства сплавов называются мартенситом. Когда «обученный» образец снова деформируют и нагревают, тепловое движение атомов заставляет их выстраиваться в аустенитную решетку, что восстанавливает первоначальную форму образца. Температуры отжига и закалки, равно как и другие свойства сплава, зависят от состава, куда помимо основных компонентов входят так называемые добавки.

Первоначально нитиноловая дуга формируется в соответствии с желаемым — функциональным, или правильным, положением зубов. Затем стоматолог-ортодонт припасовывает дугу в пазы брекетов, зафиксированных на зубах пациента, при необходимости изгибая ее. Температура тела активизирует нитиноловую дугу, в результате чего происходит ее восстановление до первоначальной формы. Способ активации — тепловой.

Проволочные дуги из нержавеющей стали и нитинола разнятся по составу металлов, способам изготовления, межмолекулярному соотношению, способам активации, но объединяет их возможность придания преформы и использование этого свойства в качестве ортодонтической силы. Ортодонтические силы медленно, но неуклонно выравнивают зубы и зубной ряд.

Дуги β -Титан — ТМА

В 1980 г. был разработан сплав титана и молибдена (11% молибдена, 6% циркония, 4% титана).

Цитируем разработчиков этого сплава: «Нашей задачей было разработать ортодонтический сплав, по качествам превосходящий все известные образцы. Несмотря на то что требования, предъявляемые к ортодонтическим дугам, могут отличаться в зависимости от их применения,

можно выделить три общих характеристики превосходной дуги. Во-первых, при изгибе на больших участках дуга не должна подвергаться необратимой деформации, следовательно, необходима хорошая способность к выпрямлению. Это способствует тому, что клиницист может активировать аппаратуру без постоянной деформации, таким образом достигается лучший контроль за перемещением зубов и сокращаются интервалы для коррекции в ходе лечения. Во-вторых, дуга должна быть мягче стальных аналогов, что позволит легко входить в паз брекета и в то же время создавать легкие силы в системе. В-третьих, дуга должна быть очень пластичной, т.е. давать возможность легко менять изгиб и без разломов формировать сложные конфигурации, такие как петли».

У дуг ТМА упругость более чем вдвое превосходит упругость стали, сохраняется большой диапазон пластичности и такая же способность к формированию, как у стали. Тем не менее эту мягкую дугу следует изгибать по большему радиусу.

Форма зубных рядов и преформированных дуг

Форма зубных рядов — это фактор, определяющий успешность и стабильность ортодонтического лечения. Зубы, расположенные в челюстях, образуют дуги.

Зубные, альвеолярные и базальные дуги:

- Зубная дуга — линия, проведенная через вестибулярные края окклюзионных поверхностей и режущих краев коронок. Верхний ряд постоянных зубов образует верхнюю зубную дугу (*arcus dentalis superior*), а нижний — нижнюю зубную дугу (*arcus dentalis inferior*) параболической формы. Верхняя зубная дуга несколько шире нижней, вследствие чего окклюзионная поверхность верхних зубов находится спереди и снаружи от соответствующих нижних.
- Альвеолярная дуга — линия, проведенная по гребню альвеолярного отростка.
- Базальная дуга — линия, проведенная через верхушки корней.

На верхней челюсти зубная дуга шире альвеолярной, которая, в свою очередь, шире базальной.

На нижней челюсти самой широкой является базальная дуга, а самой узкой — зубная дуга. Формы зубных рядов имеют индивидуальные различия, что и обуславливает особенности положения зубов и окклюзии.

W.G.A. Bonwill (1985 г.) заметил, что нижняя челюсть образует равносторонний треугольник (с основанием от мышелка до мышелка и сторонами от каждого мышелка до точки между центральными резцами), обеспечивающий нормальное функционирование зубочелюстной системы. Существенно замечание автора, что премоляры и моляры расположены на прямой линии от клыков до мышелка.

С.А. Hawley (1935) развил принципы W.G.A. Bonwill и предложил геометрический метод конструирования идеальной формы зубного ряда. С.А. Hawley утверждал, что шесть передних зубов должны лежать на дуге окружности, радиус которой равен их суммарной ширине. Однако сам автор советовал использовать этот метод только как руководство при установлении формы зубных дуг (рис. 18).

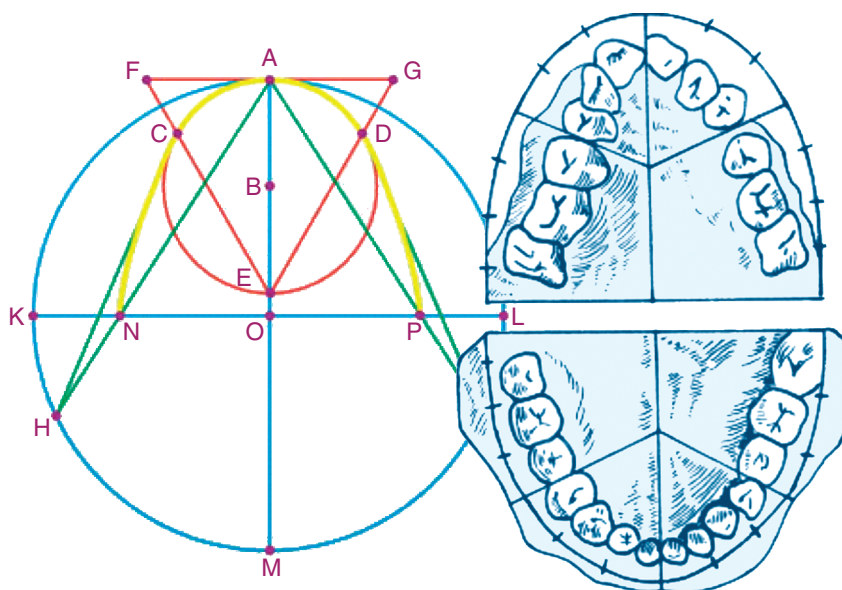


Рис. 18. Построение диаграммы Хаулея–Гербера–Гербста

Стандартная форма дуг Bonwill—Hawley, использующая как ориентир режущие края зубов, не потеряла значения. Данная форма основывалась на определении переднего сегмента зубного ряда от клыка до клыка в виде полукруга и размещении задних сегментов по прямой линии. Радиус дуги зависел от размера резцов, но общая дуговая форма оставалась неизменной для всех индивидуумов. Здесь не учитывалась оригинальная неповторимая форма дуг пациента.

За отсутствием так и не найденной идеальной универсальной формы зубного ряда, некоторые производители ортодонтических принадлежностей форму дуг Bonwill—Hawley предлагают в качестве начального шаблона.

М.А. MacConaill, Е.А. Scher (1949 г.) заметили, что описание двух дентальных кривых эллипсом и параболой, не совсем точно, так как кривые не могут быть совмещены во всех точках.

Н. Sicher (1952 г.) придерживался точки зрения, что формы зубных рядов значительно варьируют, однако верхняя дуга похожа на эллипс, а нижняя на параболу (рис. 19).

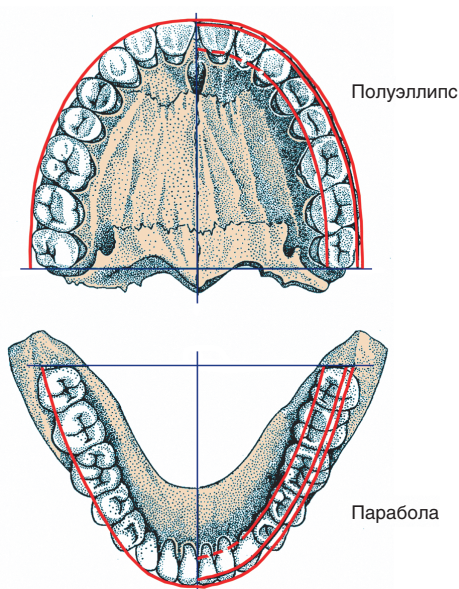


Рис. 19. Форма верхнего и нижнего зубных рядов

Изготовление большинства преформированных дуг основано на катенарной кривой и средней ширине в области моляров (рис. 20).

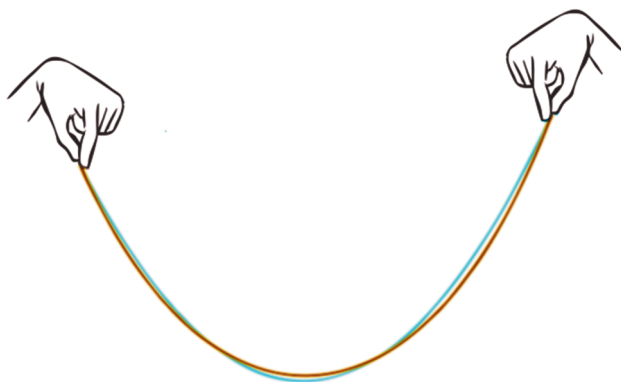


Рис. 20. Схематичное изображение катенарной кривой

Катенарная кривая — это идеальное положение цепочки, как бы застывшей в состоянии свободного падения после придания ей формы в результате подвешивания за ее концы. При этом все звенья цепочки должны быть одинаковой массы (рис. 21). На практике вес звеньев различен. Там, где звено тяжелее, и будет больше кривизна дуги.

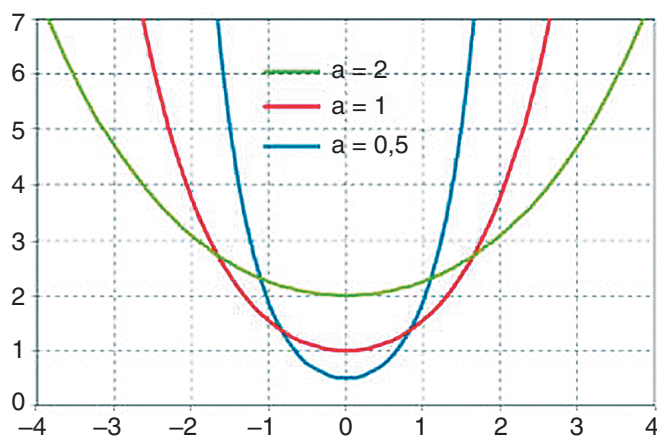


Рис. 21. Форма цепи при различных значениях ширины a

Признание факта несовершенства идеальной катенарной дуги основано на сомнении, что горизонтальная сила тяги

заставит зубные ряды принять форму катенарной кривой, создаваемой вертикальной гравитационной тягой.

Другая модель формы зубной дуги разработана Brader. Дуговая форма Brader основывается на трехфокусном эллипсе. Передний сегмент трехфокусного эллипса похож на катенарную кривую, но, в отличие от нее, трехфокусный эллипс постепенно сжимается кзади. Дуговая форма Brader более точно отражает положение второго и третьего моляров. Она также отличается от катенарной кривой большей шириной между премолярами (рис. 22). Преформированные дуги, выполненные по средней дуговой форме Brader, доступны в ограниченном диапазоне размеров, что снижает объем необходимой индивидуализации. Однако, как и катенарная кривая, дуговая форма Brader представляет собой то, что называется дуговой формой среднего охвата, которая требует некоторого изменения при отклонениях в сторону сужения или более квадратной формы. Недавно некоторые производители стали предлагать готовые проволочные дуги, варианты дуги Brader, утверждая, что эти дуги больше подходят для расширительной терапии, чем дуги обычной формы, но все же доказательств этого пока не было представлено.

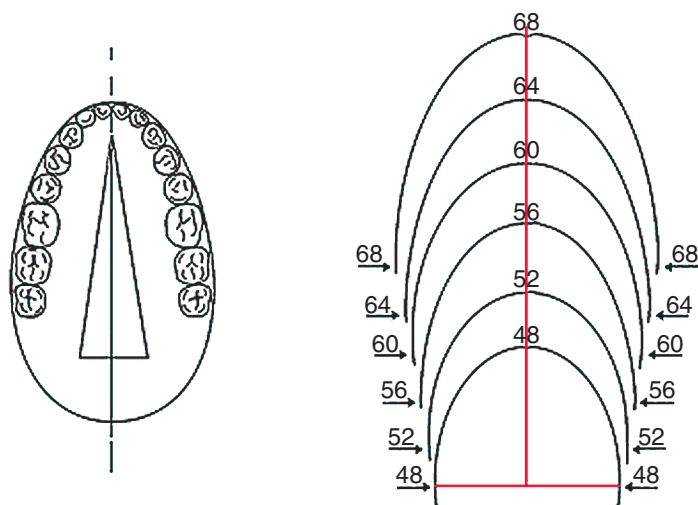


Рис. 22. Дуговая форма Brader для преформированных дуг

В 1994 – 1998 гг. Л.С. Персин и А.А. Аникиенко описали норму размеров и формы зубных рядов пациентов с фи-

зиологической окклюзией. Форма зубной дуги проектировалась на основании диаграммы Хаулея – Гербера – Гербста (рис. 23).

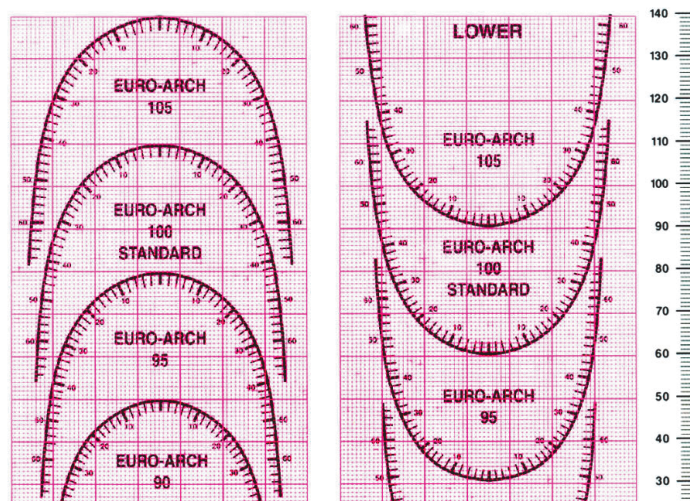


Рис. 23. Нормальная форма верхнего и нижнего зубных рядов

Г.В. Кузнецова и И.В. Попова выполнили на оргстекле трафареты форм зубных рядов в зависимости от суммы мезиодистальных размеров верхних резцов и клыка (от 18 до 26 мм). Установлено, чем больше размер зубов или больше размер зубных рядов, тем дальше они отстоят от координационной точки К, образованной опусканием перпендикуляра из точки Ро на окклюзионную плоскость (рис. 24).

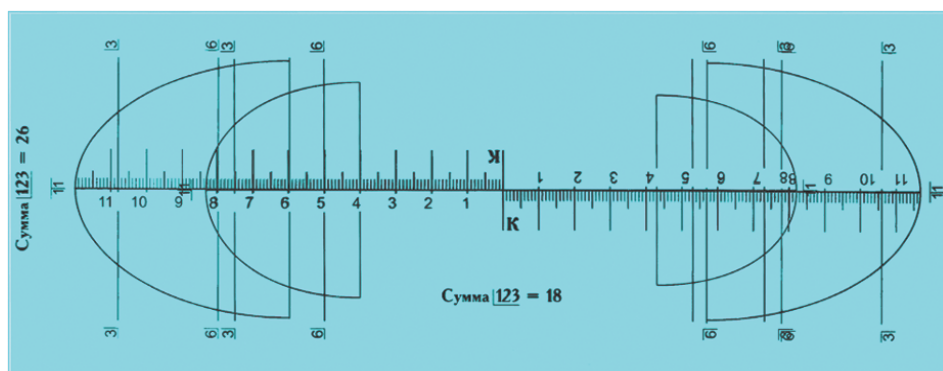


Рис. 24. Сопоставление трафаретов форм зубных рядов с суммой мезиодистальных размеров резца и клыка (18 и 26 мм)

Форма дуги важна на заключительных стадиях лечения, когда используются жесткие прямоугольные дуги. Преформированные дуги часто обозначаются в каталогах как шаблоны дуг. Шаблоны дуг — это деликатное напоминание производителей пользователям, что идеальной дуги, воспроизводящей весь неповторимый набор индивидуальных особенностей зубной дуги, не существует.

Суженные, квадратные, овальные. Выбор одной из форм зависит от конфигурации верхней и нижней челюсти. По данным McLaughlin, Bennet, Trevisi, на начальном этапе лечения у 45% пациентов используются суженные, у 45% — овальные, у 10% — квадратные дуги.

Преформированные дуги

Дуги различаются по форме сечения:

1. Круглые дуги.
2. Квадратные.
3. Прямоугольные.

По размеру площади сечения в дюймах (inch):

Круглые:

1. 0,012.
2. 0,014.
3. 0,016.
4. 0,018.

Квадратные:

1. 0,016×0,016.
2. 0,018×0,018.

Прямоугольные:

1. 0,014×0,025.
2. 0,016×0,022.
3. 0,017×0,025.
4. 0,018×0,025.
5. 0,019×0,025.
6. 0,020×0,020.
7. 0,021×0,028.

По предназначению к челюсти:

1. Верхние (upper).
2. Нижние (lower).

По составу сплава:

1. Никель-титановые дуги (Ni – Ti) обладают рядом преимуществ, таких как эластичность, постоянство силы действия, память формы.
2. Термальные никель-титановые дуги с добавлением меди (CuNi – Ti). Температура трансформации дуги + 27 °С, при ней дуга становится жесткой. Ниже этой отметки дуга мягкая и эластичная, поэтому охлажденную дугу CuNi – Ti легче вводить в паз брекета.
3. Титан-молибденовый сплав (ТМА). ТМА-дуги обладают такими свойствами, как гибкость, упругость, жесткость, поддаются формированию изгибов и петель. Прямоугольные дуги ТМА рекомендованы для контроля торка.
4. Никель-кобальтовые дуги (NiCo) обладают износостойкостью, коррозионной стойкостью, прочностью, пластичностью.
5. Стальные дуги (SS). Используются в ортодонтии с конца 1920-х годов. Стальные дуги применяются на завершающих этапах активной фазы ортодонтического лечения техникой прямой дуги. Также дуги из многожильной плетеной проволоки с вариантами плетения трех, пяти, шести, семи и восьми жил используют на начальных этапах лечения как более дешевую альтернативу никель-титановых дуг. Кроме того, широко используется для изготовления несъемных ретейнеров.

Перечислим наиболее часто используемые формы дуг:

1. Стандартная (standart).
2. Универсальная.
3. Овоидная.
4. Натуральная (trueform).
5. Евроформа (europa).
6. Биоформа (bioform).
7. Реверсивные.
8. Лингвальные.

По размеру кривизны различают:

1. Большие (large).
2. Средние (medium).
3. Маленькие (small).

Дуги с дополнительными функциями (рис. 25):

1. С закрывающими петлями (а).
2. С припаянными крючками (б).
3. Реверсивные дуги (в).

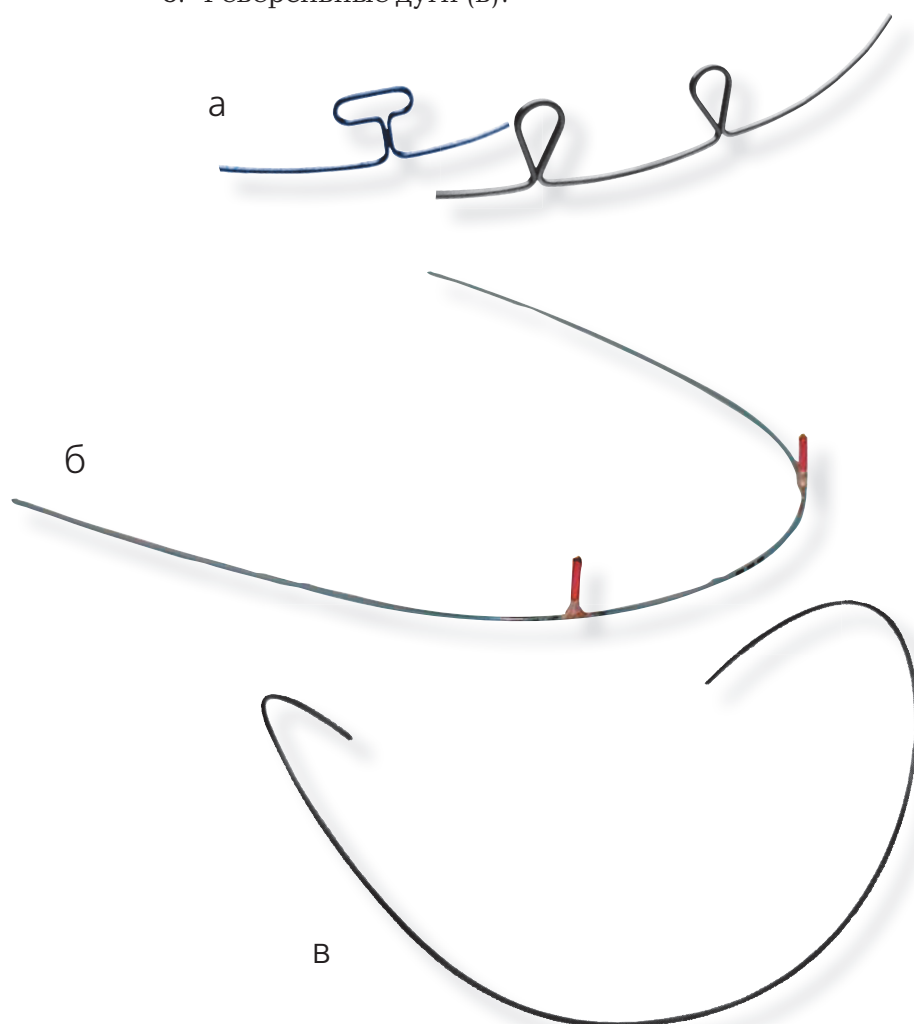


Рис. 25. Дуги с дополнительными функциями: а — с закрывающими петлями; б — с припаянными крючками; в — реверсивная дуга