

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Глава 1. Опорные элементы, используемые при создании ортодонтических аппаратов	5
Глава 2. Основы биомеханики и критерии выбора микроимплантатов для ортодонтического лечения.	10
Глава 3. Ближайшие и отдаленные результаты применения микроимплантатов в ортодонтии	20
Глава 4. Показания и противопоказания к применению микроимплантатов	25
Глава 5. Микроимплантаты: определение, строение, классификация.	27
Глава 6. Выбор микроимплантатов и зоны их установки	30
Глава 7. Рентгенологические методы обследования	97
Глава 8. Методика определения положения зубов с целью выбора конструкции ортодонтического аппарата	100
Глава 9. Программа экспертной системы «Планирование ортодонтического лечения с применением микроимплантатов»	109
Глава 10. Выбор метода лечения при аномалиях зубочелюстной системы, осложненных деформациями зубных рядов	113
Заключение	116
Практические рекомендации	117
Примеры заполнения амбулаторной карты	118
Клинический пример № 1	122
Клинический пример № 2	126
Клинический пример № 3	128
Клинический пример № 4	130
Тестовые задания	131
Список рекомендуемой литературы	140
Приложения	143

Глава 2

ОСНОВЫ БИОМЕХАНИКИ И КРИТЕРИИ ВЫБОРА МИКРОИМПЛАНТАТОВ ДЛЯ ОРТОДОНТИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ

Появление микроимплантатов — результат совместных разработок в области дизайна инструментов, ортодонтии и имплантологии. Достижение абсолютной опоры — важный момент в работе врача-ортодонта. Использование микроимплантатов для создания опоры при ортодонтическом лечении позволяет врачам добиться успеха в самых сложных случаях. В настоящее время широко применяют микроимплантаты малого диаметра (1,2–1,3 мм), так как их легко устанавливать между корнями зубов. Они способны обеспечить абсолютную стабильность опоры, их можно успешно использовать для ретракции, интрузии, дистализации, протракции и нивелирования моляров. Для достижения перемещения с биомеханическим преимуществом максимальной опоры и в ситуациях критического отсутствия соответствующей опоры (отсутствие зубов) возможно их применение с различными тягами (пружины, проволока, эластики, эластическая цепочка и эластичная нить) (Park H.S., 1999; Lee J.S., 2004; Kyung H.M. et al., 2003).

J.A. Lindeboom и соавт. (2006) провели проспективное исследование коэффициента стабильности микроимплантатов при их немедленной нагрузке по сравнению с ненагружаемыми микроимплантатами. Исследователи не обнаружили разницы в течение 6 мес. Другие авторы (Lindeboom J.A. et al., 2006) сделали заключение, что разница в результатах лечения вызвана разными критериями включения пациентов в исследование, поскольку перегрузка микроимплантата может быть причиной подвижности при немедленной его нагрузке.

Последние исследования в области разработки ортодонтических мини-имплантатов направлены на повышение их первичной стабильности, уменьшение размеров и совершенствование наддесневой части мини-имплантата для обеспечения возможности выбора и упрощения фиксации ортодонтических элементов (Kyung S.H., Choi H.W., Kim K.H., Park Y.C., 2005).

Наиболее распространенной зоной опоры служит пространство между премолярами и молярами для дистализации передней группы зубов. Для интрузии передней группы зубов возможно введение между корнями передней группы зубов верхней челюсти (с одной или двух сторон). Если микроимплантат используется в качестве опоры для межчелюстной тяги, его следует располагать между молярами верхней челюсти для эластических тяг II класса и премоляром и моляром нижней челюсти для эластиков III класса (Lindauer S.J., Laskin D.M., Tufekyi E., Taylor R.S., Cushing B.J. et al., 2007).

Металл, из которого изготовлен микроимплантат, должен соответствовать определенным требованиям: быть нетоксичным, биосовместимым, устойчивым к приложенной силе и коррозии, иметь благоприятные механические характеристики. Для полости рта максимально подходящим металлом уже давно признан титан, как самый гипоаллергенный (Worthington P. et al., 1994; Кулаков А.А., 1997). Микровинты также изготавливают из сплавов — Au, Co-Cr, Ni-Cr-V (Misch C.E., 1999; Иванов С.Ю. и др., 2001).

Разработан чистый титан, имеющий коммерческую марку Grade (ASTM, ISO) за рубежом и ВТ 1-00 (ГОСТ 1980791) в России, а его сплавы (например, Ti-Al-V, повышающие устойчивость, но понижающие биосовместимость) получили торговое название ВТ-6 в России и Ti-6Al-4V за границей (Сидельников А.И., Жусев А.И., 1999).

Представители разработчиков чистого титана озвучивают долю содержания титана в данной группе 99%, 1% занимают кислород (O), углерод (C), железо (Fe), водород (H), азот (N). Из законов химии известно, что на поверхности титана при соприкосновении с кислородом образуется оксидная пленка, которая

не растворяется, тем самым защищая его от коррозии (Крекелер Г., Шуберт И.Т., 2003).

Дизайнеры микроимплантатов до сих пор спорят, какими они должны быть. Резьба может быть винтовой или цилиндрической. Первая облегчает вкручивание микровинта и обеспечивает первичную механическую стабилизацию. Вторая в силу своей гладкости повышает поддержку микроимплантата и позволяет выдерживать смещающие силы (Rasmussen R.A., 1992; Стреель Р.С., 1997). В работе R.P. Klokkevoold и соавт. (1997) было выявлено, как степень шероховатости влияет на остеоинтеграцию.

Не только перегрузка микровинта влияет на его стабильность, но и ее недостаточность (Копейкин В.Н., Миргазизов М.З., 2001). Первая влечет за собой деструкцию костной ткани, вторая — ее атрофию из-за бездействия (Борисов А.Г., 2002; Матвеева А.И. и др., 2003).

В настоящее время (Kyung et al., 2004) не представляется возможным обеспечить 100% показатель сохранения стабильности микроимплантатов при их применении для создания опоры во время ортодонтического лечения. Однако они имеют высокую частоту успеха (около 90%), близкую к мини-пластинам и титановым винтам большого размера. Микроимплантаты можно использовать для создания опоры при любом ортодонтическом перемещении сразу же после установки. Кроме того, если микроимплантаты устанавливаются без предварительного разреза, то выраженность болевых ощущений и дискомфорта значительно ниже, чем после имплантации. У микроимплантатов достаточно маленькие размеры, что позволяет устанавливать их практически в любом месте ротовой полости. Если микроимплантат становится подвижным, другой микроимплантат можно сразу же установить в соседнем участке. Почти в 99% случаев замена микроимплантата проходит успешно, независимо от того, стал ли он подвижен или сохраняет стабильность.

Первичная стабильность винта. При перемещении зубов с помощью микроимплантатов наиболее важным становится достижение первичной стабильности винта.

Первичная стабильность — результат механического взаимодействия между микроимплантатом и костью. Она характеризуется

отсутствием подвижности в костном ложе после установки. Микроподвижность микроимплантата может привести к микро-разрушениям, резорбции кости и последующему образованию фиброзной капсулы вокруг микроимплантата, а в итоге — к его поломке (Lee H.-J. et al., 2013).

В настоящее время существует много исследований, отражающих вопросы стабилизации и дестабилизации ортодонтических микроимплантатов. Так, в одной из работ по изучению пролиферации остеокластов на поверхности микроимплантата в CO₂-инкубаторе было установлено, что уже через 72 ч начинается процесс стабилизации микроимплантата, обусловленный ремоделированием участков кости (Bueno R.C., Basting R.T., 2015) (рис. 2.1).

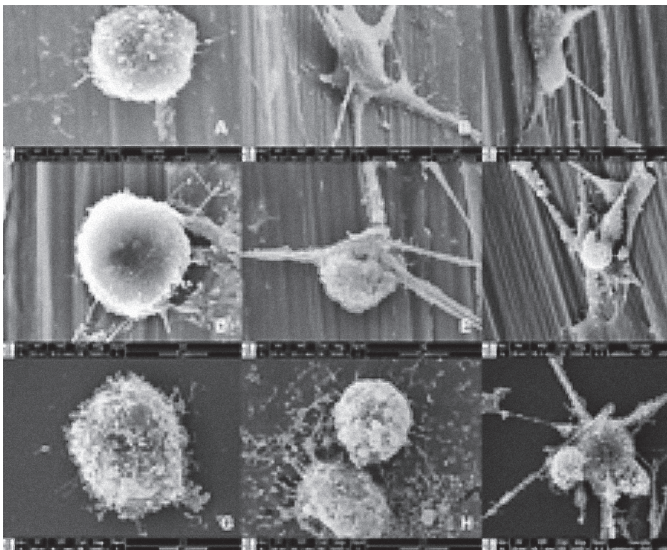


Рис. 2.1. Проллиферация остеокластов на поверхности микроимплантатов

Во время установки образуются микротрещины, происходит механическое сцепление микроимплантата и кости, при котором площадь контакта минимальна. В течение нескольких дней после установки сильно выражена активность остеокластов (преобладание механического компонента). Через неделю достигают пика

своей активности другие клетки костной ткани, увеличивается площадь контакта поверхностей «микроимплантат-кость» (преобладание биологического компонента) (Migliorati M. et al., 2016).

Гистоморфометрический анализ показывает, что через 2 нед количество микротрещин значительно сокращается, а через 4 нед происходит полное восстановление стабильности микроимплантата, которая может быть повышена за счет отсроченной нагрузки (на период заживления) (Soobin S. et al., 2015) (рис. 2.2).

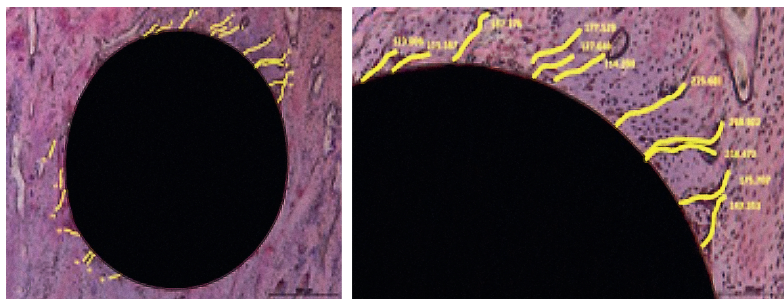


Рис. 2.2. Радиальные микротрещины кости после установки микроимплантата

На параметры стабильности микроимплантата влияет несколько факторов. Один из них — диаметр ортодонтического винта, имеющий положительные корреляционные связи с первичной стабильностью. Чем больше диаметр, тем большее значение торка необходимо для установки. И наоборот, чем больше шаг резьбы и меньше длина конической части тела микроимплантата, тем меньше нужный торк. Таким образом, при установке микроимплантата длиной 6 мм в кость с толщиной кортикального слоя 3 мм торк эквивалентен значениям торка при установке 8-миллиметрового микроимплантата в кость с толщиной кортикальной пластинки 1 мм (Vilani G.N.L. et al., 2015) (рис. 2.3).

Доказано, что при установке микроимплантат испытывает наибольшее напряжение в области шейки, то есть в месте контакта с кортикальной костью (Migliorati M. et al., 2015).

Существует также взаимосвязь между толщиной кортикальной кости и смещением микроимплантата при установке (табл. 2.1, 2.2).

Чем выразеннее кортикальная пластинка, тем сильнее смещается микроимплантат при установке. У взрослых пациентов толщина кортикальной кости больше, чем у подростков. Исключение составляют щечная поверхность в области первых и вторых моляров и дистальная поверхность нёба. В боковых отделах нижней челюсти кортикальная кость толще, чем в переднем.

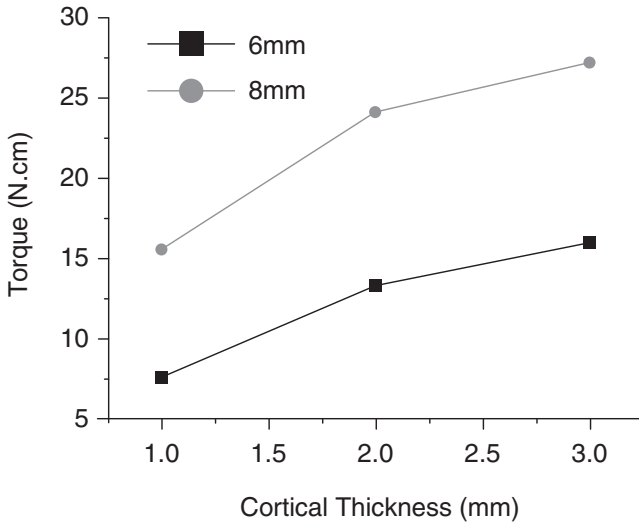


Рис. 2.3. Взаимосвязь торка и толщины кортикальной кости при установке микроимплантатов длиной 6 и 8 мм

Таблица 2.1. Значения толщины кортикальной кости верхней челюсти, мм (Sung J.-H. et al., 2007)

Обозначение зуба	Среднее значение	Среднее отклонение	Max	Min
5	1,44	0,50	3,0	0,9
6	1,37	0,49	2,5	0,8
7	1,55	0,38	2,1	0,9
6 (нёбная сторона)	1,4	0,27	2,0	0,9

Таблица 2.2. Значения толщины кортикальной кости нижней челюсти, мм (Sung J.-H. et al., 2007)

Обозначение зуба	Среднее значение	Среднее отклонение	Max	Min
5	1,71	0,50	2,8	0,9
6	2,48	0,71	3,1	1,3
7	3,17	0,93	4,7	1,4

В целом изучение кортикальной кости имеет большое значение при использовании микроимплантатов. Недостаточная толщина кортикального слоя может привести к снижению первичной стабильности винта. Если толщина кортикальной кости менее 1 мм, есть риск резорбции кости в этой области.

При использовании микроимплантата в качестве опоры для перемещения зубов происходит его незначительное смещение. Такие отклонения имеют обратную взаимосвязь с толщиной кортикального слоя: смещение микроимплантата меньше при увеличении кортикальной кости.

Таким образом, недостаточная стабильность микроимплантата часто бывает результатом низкой плотности костной ткани из-за малой толщины кортикального слоя. В этих случаях рекомендовано использование бикортикальной опоры или аппаратурных методов достижения стабильной опоры.

Стабильность микроимплантата также тесно связана со следующими клиническими факторами.

- ▶ Гигиена полости рта оказывает большое влияние на успешное использование микроимплантатов. Уровень гигиены имеет прямую взаимосвязь со стабильностью микроимплантата.
- ▶ При местном раздражении окружающих тканей и наличии воспалительных изменений резко повышается риск дестабилизации винтов.
- ▶ При использовании чрезмерных ортодонтических сил возможны дестабилизация микроимплантата или перелом в месте наибольшего напряжения (чаще в области шейки микроимплантата).

- ▶ Форму винтовой резьбы выбирают в зависимости от угла введения микроимплантата и плотности костной ткани. Так, согласно исследованиям, микроимплантаты с коротким расстоянием шага и углом введения 30° показали лучшую первичную стабильность в искусственной кости большей плотности. Микроимплантаты с большим шагом резьбы и углом введения 45° более стабильны в искусственной кости с большей плотностью (Carneiro da Cunha A. et al., 2015) (рис. 2.4).
- ▶ Для планирования области установки микроимплантата необходимо четко знать анатомические особенности положения корней зубов и учитывать незначительное смещение микроимплантата, так как микроимплантаты не остаются абсолютно неподвижными (табл. 2.3–2.6). При непосредственной нагрузке происходит смещение в среднем на 1 мм в области головки микроимплантата, на 0,73 мм — в средней трети тела, на 0,34 мм — вдоль оси. При установке микроимплантатов между корнями рекомендуют отступать на 1,5 мм от поверхности корня.

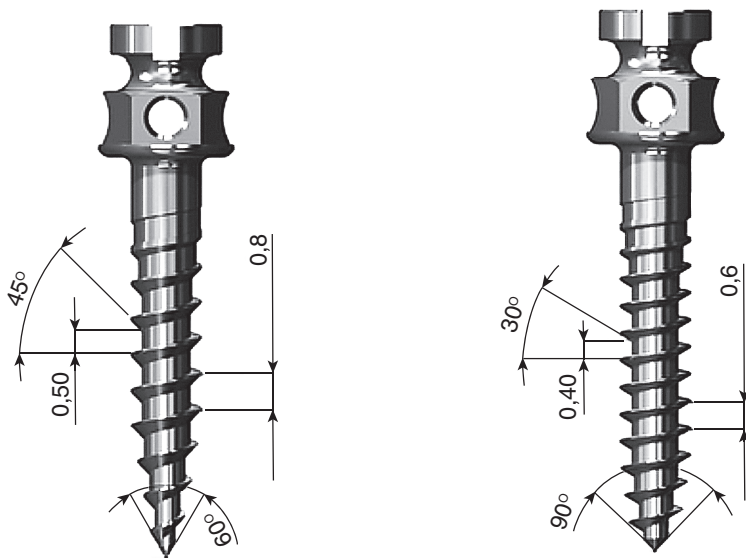


Рис. 2.4. Взаимосвязь шага резьбы и угла введения микроимплантата

Таблица 2.3. Расстояние между поверхностью кости и корнями зубов верхней челюсти, мм

Обозначение зуба	Среднее	Среднее отклонение	Max	Min
5	2,75	1,18	4,4	1,0
6	2,24	1,12	5,3	0,9
7	2,80	1,01	5,4	1,4
6 (нёбная сторона)	2,29	1,06	4,4	0,5
7 (нёбная сторона)	2,08	0,94	4,9	0,9

Таблица 2.4. Расстояние между корнями зубов верхней челюсти, мм

Обозначение зуба	Среднее	Среднее отклонение	Max	Min
5–6	3,18	0,92	5,8	2,0
6–7	2,11	1,22	5,0	0,8
6–7 (нёбная сторона)	4,03	0,87	5,7	2,8

Таблица 2.5. Расстояние между поверхностью кости и корнями зубов нижней челюсти, мм

Обозначение зуба	Среднее	Среднее отклонение	Max	Min
4	1,60	0,49	2,2	0,8
6	2,16	0,69	3,5	1,2
7	5,33	2,00	8,7	3,1

Таблица 2.6. Расстояние между корнями зубов нижней челюсти, мм

Обозначение зуба	Среднее	Среднее отклонение	Max	Min
3–4	2,20	0,92	2,8	1,4
5–6	3,47	1,09	4,8	2,0
6–7	4,57	1,41	6,5	2,7

С учетом всех вышеперечисленных факторов выявлены наиболее благоприятные области установки микроимплантатов:

- ▶ в переднем отделе верхней и нижней челюсти вестибулярно и орально;
- ▶ между клыком и первым премоляром;
- ▶ вестибулярно и нёбно между боковым резцом и клыком;
- ▶ в боковых отделах верхней челюсти между вторым премоляром и первым моляром.

Согласно исследованиям, была также определена стабильность микроимплантатов в различных участках верхней и нижней челюсти (Hisham M. et al., 2018) (рис. 2.5).

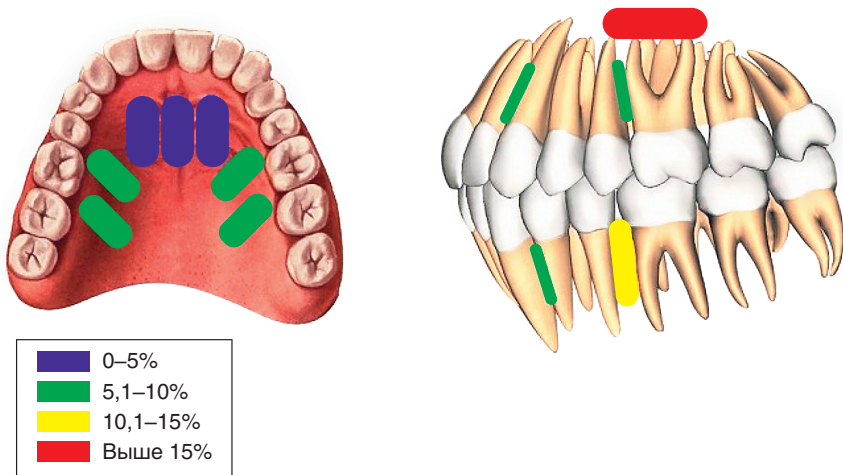


Рис. 2.5. Дестабилизация микроимплантатов в различных участках верхней и нижней челюсти