

УДК 616.31

О. И. Заря, О. Н. Сорокина, И. А. Арсенова

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТИНА НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ В ПЕРИОД ЕЕ АКТИВНОГО РОСТА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДИСТРАКТОРА -ИМПЛАНТАТА ИЗ СВЕРХЭЛАСТИЧНЫХ СПЛАВОВ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Новосибирская государственная медицинская академия МЗ РФ
Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии МЗ РФ

Внутрикостные имплантаты из никелида титана дистракционного действия в эксперименте на собаках оказывают влияние на остеогенез нижней челюсти с отсутствием реакции костной ткани на отторжение внедренной конструкции. В период активного роста нижней челюсти дистрактор из никелида титана развивает как дистракционные, так и компрессионные силы, вызывая различные деформации в разных участках нижней челюсти с разной степенью выраженности. Это выражается в замедлении роста тела нижней челюсти и увеличении длины ветви. Замедленный рост тела нижней челюсти является адаптивным приспособлением к изменившимся внешним условиям функционирования нижней челюсти. Это положение подтверждает и отсутствие изменения прикуса у животных. Таким образом, геометрические соотношения нижней челюсти изменяются, чтобы не менялась функция.

Ключевые слова: дистракция, кость, деформация, рост

Возможность эффективной коррекции размеров кости появилась в 50-х годах прошлого века в связи с открытием компрессионно-дистракционного остеогенеза, суть которого состоит в стимуляции регенерации костной ткани путем дозированного механического воздействия (компресии-дистракции) на корригируемую кость в зоне искусственно созданного костного дефекта. Впервые этот способ был применен в ортопедической хирургии Г.А. Илизаровым [1]. Впоследствии этот метод стал применяться и в челюстно-лицевой хирургии [3].

К недостаткам дистракционно-компрессионного метода относят повышенную опасность инфицирования костной ткани, сложность выбора скорости вытяжения, когда при несоответствии физиологическому процессу остеобразования может состояться преждевременная консолидация костных фрагментов (слишком медленное вытяжение). При чрезмерно быстром вытяжении образуется ложный сустав. Необходимость длительного ежедневного многократного активирования компрессионно-дистракционного аппарата делает этот метод трудоемким и неудобным для врача и больного.

Особенности дизайна конструкций для дистракционно-компрессионного остеосинтеза отличаются местом расположения направляющих – в по-

лости рта или на коже лица. Причем внутриротовые дистракционные аппараты, как правило, могут вызывать перемещения только в одном направлении и на малые расстояния [4]. У внеротовых дистракционных аппаратов больше возможностей для дистракции по различным векторам, но при этом остается рубцовая деформация на коже лица [5]. Интересно, что многие авторы видят перспективу создания некоего уникального многовекторного внутриротового дистрактора [6, 7]. Идей или попыток создания конструкций, имплантируемых в костную ткань и работающих без участия пациента, нами не обнаружено.

Обращает на себя внимание тот факт, что дальнейший рост нижней челюсти после дистракции не изучался, равно как и состояние височно-нижнечелюстного сустава. Эти проблемы, как и создание миниатюрного многофункционального дистрактора, представляют собой неисследованные области. Возможно, появлению дистракторов нового типа препятствовало отсутствие соответствующего материала, способного воплотить все необходимые свойства и при этом не отторгаться костной тканью при имплантации на довольно продолжительное время. Мы знаем, что поведение биологических систем характеризуется единым законом: между величиной напряжения и деформацией в условиях нагрузки и разгрузки существует так на-

зывается гистерезисная зависимость, которая выражается в эластичном поведении и возврате деформации в исходное состояние. Появление металлов, поведение которых сходно с живыми тканями, является несомненным прогрессом в медицине

Наиболее перспективным материалом медицинского назначения, удовлетворяющим вышеперечисленным требованиям, сегодня является никелид титан и сплавы на его основе. Отрадным является то, что эти материалы нового поколения созданы в Сибири, Томском НИИ медицинских материалов, и продолжают совершенствоваться [2]. Эффективность использования никелида титана связана с его уникальными свойствами – соответствовать закону запаздывания биологических тканей, проявлять высокие эластичные свойства, поменять форму при изменении температуры и напряжения. Сплавы из никелида титана обладают высокой биохимической и биомеханической совместимостью с тканями организма и способны длительное время существовать в организме, сохраняя свои функциональные способности.

Таким образом, на наш взгляд, можно создать миниатюрную конструкцию из никелида титана, развивающую дозированные компрессионные или дистракционные силы для имплантации в нижнюю челюсть при минимальном травматизме вмешательства с целью коррекции ее роста.

Методика. Нами была создана опытная группа из пяти животных. В качестве объектов исследования отобраны беспородные собаки в возрасте 2–2,5 месяцев. Местом имплантации дистрактора была выбрана нижняя челюсть на участке между вырезкой ветви и углом нижней челюсти, т. к. именно это место наиболее чувствительно к механическому воздействию, а близость основной зоны роста – суставной головки – обуславливает наибольшее влияние на остеогенез. Все оперативные вмешательства проводились на левой стороне; правая сторона считалась контролем. У собак в отличие от человека нижняя челюсть является парной, и потому мы посчитали корректным сравнивать результаты эксперимента с противоположной стороной. В качестве технического средства использованы устройства из никелидтитановой проволоки с эффектом сверхэластичности и, для удобства установки, эффектом памяти формы. Нами была разработана конструкция для возможной стимуляции роста нижней челюсти. Активная часть дистрактора состоит из проволоки в виде Z-образной пружины. Опорные части выполнены из пористого никелида титана. Это позволяет конструкции надежно зафиксироваться в костном ложе в момент операции за счет шероховатой пористой поверхности; при этом не возникает прорезания костной ткани проволоочными элементами (рис. 1).

Все вмешательства проводились под общим обезболиванием. Этому предшествовала премедикация: реланиум – 0,4 мл; аминазин 2,5% раствора – 0,4 мл; анальгин 50% – 0,7 мл, димедрол 1% – 0,7 мл. Для общего наркоза использовали кетамин 5% – 0,6 мл, рамитар 2% – 0,3 мл. Все дозировки указаны на 4 кг веса животного. При необходимости продления операции дозы увеличивались на половину обычной. На месте операции удалялась шерсть; операционное поле обрабатывалось антисептиками; делался разрез по краю нижней челюсти в области ветви; отодвигались жевательные мышцы, обнажалась костная ткань. С помощью твердосплавного фиссурного бора формировалось ложе в переднезаднем направлении соответственно размеру пружины в виде ниши. При этом кость полностью не пересекалась, а рассекалась циркулярно лишь кортикальная пластинка со всех сторон ветви. (Это отличает данный метод от костной пластики и компрессионно-дистракционного остеогенеза). Дистрактор охлаждали до 0°C, сжимали его и в этом состоянии имплантировали. Функционирующий элемент располагался внутрикостно.

Эксперимент проводился в лабораторно-экспериментальном корпусе Новосибирского научно-исследовательского института травматологии и ортопедии. Животные содержались в специальном виварии в просторных вольерах не более трех в одной вольере. До начала эксперимента собаки были привиты от бешенства и в течение двух недель до операции находились на усиленном питании. На протяжении всего эксперимента собакам оказывался должный уход; питание было сбалансированным. Осложнений в послеоперационном периоде не наблюдалось. До операции всем животным делали контрольные фотографии прикуса в передней и боковых позициях. Далее, ежемесячно и в конце эксперимента также делались фотографии прикуса. Одновременно проводилось рентгенологическое исследование нижней челюсти на стороне эксперимента для контроля поло-



Рис. 1. Вид имплантированного дистрактора в костной ткани нижней челюсти

жения имплантируемой конструкции и оценки возможной реакции костной ткани вокруг нее.

Животные выводились из эксперимента через три месяца. За это время происходила смена прикуса и рост челюстей можно было считать законченным. Затем челюсти вычленились и проводился их подробный морфометрический анализ, рентгенологическое исследование; далее определенные участки челюсти вырезались, фиксировались в формалине, декальцинировались в 5% растворе соляной кислоты, окрашивались гематоксилин-эозином и исследовались методами световой микроскопии.

Результаты. При макроскопическом анализе мы выделили несколько областей наибольшей деформации нижней челюсти: это ветвь нижней челюсти, суставная головка, венечный отросток, длина тела нижней челюсти от угла и до середины подбородка, величина угла нижней челюсти, длина зубного ряда от мезиальной поверхности нижнего клыка до дистальной поверхности нижнего первого моляра, а также толщина и высота альвеолярного отростка в области нижнего первого моляра.

Все количественные изменения, произошедшие в архитектонике нижней челюсти, нашли свое отражение в таблице. В ней все данные представлены как в абсолютных величинах, так и в процентах. Абсолютными числами трудно оперировать, говоря о качественных преобразованиях. Поэтому мы перевели эти данные в относительные величины и в дальнейшем будем ссылаться на них при описании полученных результатов. Более того, знак плюс или минус будет указывать на увеличение или уменьшение исследуемых параметров.

Как видно из табл. длина ветви нижней челюсти увеличилась на 13,8%, но длина суставной головки при этом уменьшилась на 10,5%. Пружина из никелида титана была прикрыта костной тканью, тонкой как пергамент, и это напоминало по виду кистообразное образование с серозным содержимым. После удаления этой компактной пластинки мы обнаружили пружину, крепко фиксированную в костном ложе.

Пружина не была раскрыта полностью; между ее петлями проросла костная ткань. При этом проволоочная часть пружины довольно легко была извлечена из кости, а ее опорные площадки из никелида титана практически полностью проросли новой костной тканью, и извлечение их происходило с трудом. Длина тела нижней челюсти под действием данной пружины уменьшилась на 2,7%. При этом длина зубного ряда в боковых отделах увеличилась на 3,1%. Также увеличился объем костной ткани в области первого нижнего моляра: в высоту – на 7,5% и в толщину – на 2,6%. Произошло удлинение венечного отростка на 7,1% при неизменной его ширине, а угол нижней челюсти уменьшился на 7,14%.

Изменений прикуса у всех животных в ходе эксперимента не было обнаружено; а на рентгенограммах отсутствуют рентгенологические признаки воспаления костной ткани вокруг пружины.

Архитектоника суставного хряща суставной головки слева не изменена. В то же время слои его сужены, на поверхности суставной головки располагается узкая безклеточная базофильная зона (рис. 2 и 3). Поверхностный слой хряща представлен клетками, лежащими параллельно суставной поверхности – клетками вытянутой формы с центрально расположенными ядрами. Клетки находятся среди базофильноокрашенного матрикса. Изогенный слой клеток представлен группами хондроцитов, расположенными также параллельно суставной поверхности. В каждой лакуне видно по три, четыре и пять клеток. Матрикс этого слоя также интенсивно базофилен. Колонковые структуры переходят в широко представленную зону гипертрофических клеток, в которую внедряются сосудистые каналы и формируется костная ткань. В конце эксперимента зона суставного хряща сужена за счет снижения зоны гипертрофии. В центре головки нижней челюсти сформирована костная ткань примитивного строения: костные балки расположены нерегулярно, содержат большое количество остеоцитов, а в некоторых балках все еще видны участки хрящевой ткани, хотя по сравнению с кон-

Таблица

Морфологическая характеристика нижней челюсти у животных при имплантации дистрактора

Показатели	Опыт (нижняя челюсть слева), М±m	Контроль (нижняя челюсть справа), М±m	Разница	Изменения в %
Длина тела, мм	110,02±0,125	113,12±0,101	3,1	-2,7
Длина ветви, мм	41±0,102	36±0,01	5	+13,8
Длина суставной головки, мм	16,1±0,12	18±1,02	1,9	-10,5
Длина бокового сегмента, мм	81,5±0,12	79±0,03	2,5	+3,1
Высота альвеолярного отростка, мм	21,5±0,02	20,0±1,03	1,5	+7,5
Толщина альвеолярного отростка, мм	7,8±1,02	7,6±0,1	0,2	+2,6
Высота венечного отростка, мм	22,5±0,2	21,0±0,02	1,5	+7,1
Ширина венечного отростка, мм	13,8±0,012	13,8±0,02	0,0	0
Величина угла, градусы	130,0±0,4	140,0±0,5	10,0	-7,14

тролем костная ткань выглядит более зрелой. Вокруг костных балок располагаются цепочки остеобластов, что свидетельствует о продолжающемся остеогенезе. Между костными балками обнаруживается клеточно-волоконистая ткань, а местами – формирующийся костный мозг.

Ветвь нижней челюсти на стороне эксперимента также построена из костной ткани примитивного строения. Костные балки расположены нерегулярно, содержат большое количество остеоцитов. В некоторых участках видна уже сформированная костная ткань. Не видны включения хрящевой ткани. Остеоциты располагаются параллельно; между костными балками встречается сформированный костный мозг. И хотя большинство костных балок находятся в состоянии перестройки, уже обнаруживаются параллельно расположенные линии склеивания. Интересно, что через три месяца эксперимента, когда процессы созревания костной ткани с правой стороны практически закончены, вокруг “искусственной зоны роста” продолжается активный остеогенез. Определяются примитивные костные балки с зоной остеоида и цепочкой остеобластов. Костная ткань альвеолярного отростка на стороне эксперимента более зрелого строения представлена компактной костью,

но окончательное созревание кости еще не закончено. К концу эксперимента видны гаверсовы каналы, в которых располагаются сосуды, а по краям – активный эндоост. С правой стороны альвеолярного отростка все еще идут процессы перестройки; видна незрелая костная ткань с балочными структурами и лишь в некоторых участках встречается формирующаяся компактная костная ткань.

Заключение. Вероятнее всего предположить, что замедленный рост тела нижней челюсти является адаптивным приспособлением к изменившимся внешним условиям функционирования нижней челюсти. Это положение подтверждает и отсутствие изменения прикуса у животных. Таким образом, геометрические соотношения нижней челюсти изменяются, чтобы не менялась функция.

Наряду с увеличением длины ветви, произошло уменьшение длины суставной головки нижней челюсти и изменение ее конфигурации, что, на наш взгляд, отражает компенсаторную реакцию со стороны сустава.

У животных в ответ на уменьшение тела нижней челюсти отмечается удлинение зубного ряда и увеличение объема костной ткани в области первого нижнего моляра.



Рис. 2. Микрофотография суставной головки нижней челюсти слева. Ув. 250. Окраска гематоксилин-эозином

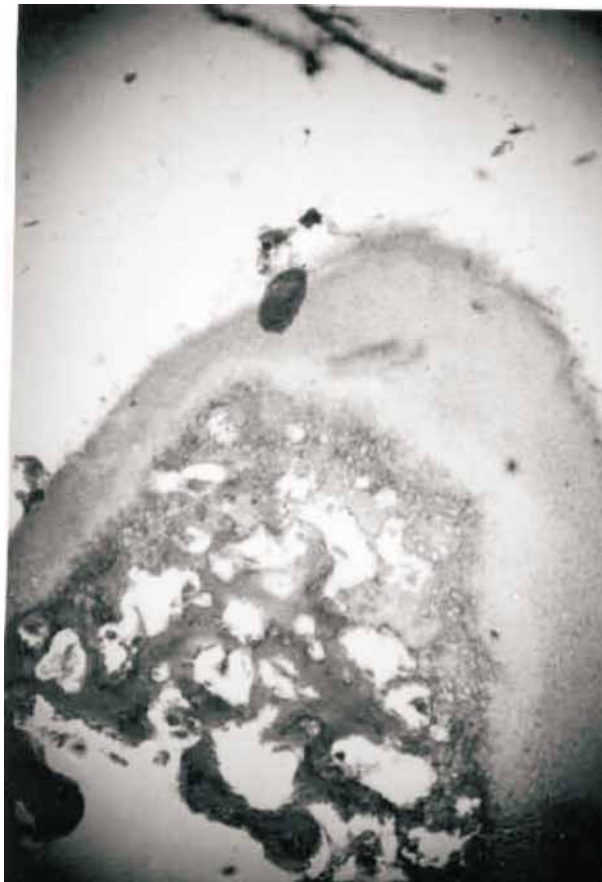


Рис. 3. Микрофотография суставной головки нижней челюсти справа. Ув. 250. Окраска гематоксилин-эозином.

Таким образом, оценивая полученные результаты дистрактора, работающего на растяжение или, как нами предполагалось, на стимуляцию роста, мы ясно видим их неоднозначность. Несомненно, говорить только о стимуляции роста нижней челюсти в рамках этого эксперимента не приходится. Растущий организм вносит свои коррективы, и мы можем оценить, какие происходят деформации со стороны нижней челюсти под воздействием дистрактора. Зная реакцию костного роста в зависимости от типа конструкции дистрактора, мы можем усилить нужный нам эффект для достижения желаемого результата.

Морфологические исследования показали, что при имплантации активного элемента из никелида титана дистракционного действия происходит интенсификация остеогенеза в суставной головке – главной зоне роста нижней челюсти. Это сопровождается также ростом ветви, венечного отростка. Патогенетическим механизмом стимуляции костного роста, надо полагать, является процесс раздражения костной ткани путем воздействия, с одной стороны, механического фактора, с другой – путем активации морфогенетического белка в момент имплантации конструкции из никелида титана. Представляет значительный интерес некоторое отставание роста тела нижней челюсти в длину от контроля. Хотя морфологически процесс остеогенеза практически не изменен, процесс ремоделирования костной ткани все-таки замедлен. Обращает на себя внимание отсутствие реакции костной ткани на отторжение внедренной конструкции из никелида титана, что свидетельствует о биологической инертности имплантируемого материала.

MORPHOLOGIC PICTURES OF LOWER JAW WITHIN ITS ACTIVE GROWTH BY THE USING OF DISTRACTOR-IMPLANT FROM OVER-ELASTIC ALLOYS IN EXPERIMENT

O.I. Zarya, O.N. Sorokina, I.A. Arsenova

We use some implants from nickel-titanium alloy like the distractors to influence mandibula's osteogenesis. There are not any teaming away reactions during experiment with dogs. During the mandibula active growth the distractor from nickel-titanium produces as distraction forces so compression ones and causes different deformations in all parts of lower jaw. We see that the length of body of mandibula decreases but the length of its ramus is extended. We suppose that this quantitative and qualitative changes are the result of compensation for mobile conditions of the work of lower jaw. That statement is confirmed for lack of malocclusion for dogs.

ЛИТЕРАТУРА

1. Илизаров Г.А. Значение факторов напряжения растяжения в генезе тканей и формообразовательных процессах при чрескостном остеосинтезе // Чрескостный остеосинтез в ортопедии и травматологии. Курган, 1984. С. 4–41.
2. Сверхэластичные имплантаты с памятью формы в челюстно-лицевой хирургии, травматологии, ортопедии и нейрохирургии / Гюнтер В.Э., Сысолятин П.Г., Темерханов Ф.Т. и др. Томск, 1995.
3. Швырков М.Б. Морфогенетические процессы при дозированной дистракции // Стоматология. 2002. Т. 81. № 3. С. 9–13.
4. Pilar Rubio-Bueno, Esther Villa, Alberto Carreno et al. Intraoral mandibular distraction osteogenesis: special attention to treatment planning // J-Craniomaxillofac-Surg. 2001. P. 254–262.
5. Sawaki Y., Hagino H., Yamamoto H., Ueda M.: Trifocal distraction osteogenesis for segmental mandibular defect. A technical innovation // J CranioMaxillofac Surg. 1998. Vol. 25. P. 310–315.
6. Schierle HP, Schliephake H., Dempf R., Freihorst J. Erfahrungen mit der Distraktionsosteogenese bei der Therapie schwerer Atemwegsobstruktionen im Säuglings- und Kleinkindesalter // Mund Kiefer GesichtsChir. 1998. Vol. 2. P. 146–152.
7. Yamamoto H., Sawaki Y., Ohkudo H., Ueda M. Maxillary advancement by distraction osteogenesis using osseointegrated implants // J CranioMaxillofac Surg. 1997. Vol. 25. P. 186–191.