

УДК 616.36-002-022-032-084-021.64(045)

МОДЕЛИРОВАНИЕ АППАРАТА ДЛЯ АНАТОМИЧЕСКОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ФРАГМЕНТОВ ЧЕЛЮСТНЫХ КОСТЕЙ В ОТОРИНОЛАРИНГОЛОГИИ И ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ХИРУРГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА СТЕРЕОЛИТОГРАФИЧЕСКОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ

Кошель И.В.

ГБОУ ВПО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ставрополь, e-mail: stgma@br.ru

В статье приводятся результаты по созданию нового аппарата для анатомического позиционирования фрагментов челюстных костей в оториноларингологии и челюстно-лицевой хирургии с использованием метода стереолитографического прототипирования, который позволяет адаптировать смещённые костные фрагменты в необходимой плоскости, выполнить коррекцию мышечных сокращений всех групп мышц, функциональная активность которых нарушена в результате развития патологического процесса. Технический результат, достигаемый с использованием разработанного аппарата – повышение эффективности лечения бисфосфонатных остеонекрозов челюстей за счёт анатомического позиционирования фрагментов челюстных костей с дальнейшей возможностью профилактики и лечения данного заболевания. Простота и надёжность разработанной конструкции позволяет эффективно использовать разработанный аппарат в оториноларингологии и челюстно-лицевой хирургии: по результатам научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы проведены нагрузочные пробы в трансверсальной, сагитальной и фронтальной плоскости, на каждый узел в отдельности и на все устройство в целом, давшие положительный результат.

Ключевые слова: внеротовой аппарат, челюстные кости, моделирование, оториноларингология, челюстно-лицевая хирургия, патент на изобретение

SIMULATION OUT MOUTHPARTS FOR ANATOMICAL POSITIONING FRAGMENTS JAW BONE IN OTORHINOLARYNGOLOGY AND MAXILLOFACIAL SURGERY USING THE METHOD OF STEREOLITHOGRAPHY PROTOTYPING

Koshel I.V.

Stavropol State Medical University, Stavropol, e-mail: stgma@br.ru

The article presents the results of a new apparatus for anatomical positioning of the jaw bone fragments in otorhinolaryngology and maxillo-facial surgery using stereolithographic prototyping method, which allows to adapt the displaced bone fragments in the required plane, to correct muscle contractions of all muscle groups, functional activity are disturbed as a result of the pathological process. The technical result achieved using the developed apparatus is the increase of efficiency of treatment of bisphosphonate osteonecrosis of the jaws due to the anatomical positioning of the jaw bone fragments with the possibility of prevention and treatment of this disease. Simplicity and reliability of the developed design allows to efficiently use the developed apparatus in otorhinolaryngology and maxillofacial surgery: findings of the research and development work carried out stress tests in transversal, sagittal and frontal plane, on each node separately and all of the device overall, gave a positive result.

Keywords: extraoral apparatus, jawbones, modeling, otolaryngology, maxillofacial surgery, patent for invention

История идеи всех современных внеротовых (чрескожных) способов фиксации отломков челюстей восходит к опыту Lambotte (1913) и Anderson (1936), впервые реализовавших ее при фиксации отломков трубчатых костей [1, 12, 14, 16]. Применение большинства этих аппаратов показано при легко репозируемых переломах, при отсутствии зубов на верхней и нижней челюстях и наличии дефекта тела нижней челюсти [2, 6, 13]. В нашей стране применяются несколько моделей внеротовых аппаратов (Рудько, Збаржа, Панчохи, Вернадского, Уварова, Пенн-Брауна, Кагановича и др.) для закрепления отломков нижней челюсти [3, 4, 12, 19]. Все эти аппараты сконструированы по одному принципу и отличаются только в деталях. Каждый аппарат имеет наконечные зажимы или внутрикостные спи-

цы, по средствам которых происходит фиксация отломков челюстей и всех элементов предлагаемых аппаратов [9, 10, 11]. Кроме наконечных или внутрикостных фиксаторов каждый аппарат имеет еще соединительные муфты, объединяющие стержни и ряд других деталей [7, 8, 17, 20]. Наиболее близким по технической сущности и принятым нами в качестве прототипа является аппарат для фиксации отломков нижней челюсти С.И. Кагановича (авторское свидетельство на изобретение №167008 МПК А61b от 12.12.1964) [5, 15, 18]. Преимущества прототипа. Аппарат для фиксации отломков нижней челюсти позволяет удерживать фрагменты челюсти, вовлечённые в воспалительный процесс, путем увеличения числа спиц и создания регулируемой компрессии при их сближении за счёт гайки на-

тяжного винта. Прототип имеет следующие недостатки. Предлагаемые кронштейны и спицы не обладают достаточной размерностью к объёмным дефектам образующегося в результате поражения костной ткани двух и более сегментов кости, как следствие не могут обеспечить надёжной фиксации фрагментов. Спицы предлагаемого автором диаметра не могут обеспечить их первичной стабилизации в костной ткани ввиду морфологической деструкции костной ткани, обусловленной нарушением фосфорно-кальциевого обмена, как следствие типичная мышечная нагрузка воспринимается как чрезмерное механическое напряжение. В результате установленные спицы со всеми узлами аппарата не обладают первичной стабильной фиксацией, что и приводит к их отторжению.

Подпружинивающая пружина предлагаемого аппарата требует постоянной регулировки, так как вектор работы предлагаемой пружины и вектор работы мышц, прикреплённых к костным фрагментам разнонаправлен, что затрудняет надёжную фиксацию костных фрагментов. Развивающийся дисбаланс обусловлен неадекватным перераспределением нагрузок, как минимум в двух взаимно противоположных векторах. Подпружинивающая пружина, спица и кронштейны аппарата-прототипа не способны в полном объёме устранить причинно-следственные связи в патогенезе «замкнутого круга» развивающегося при бисфосфонатном остеонекрозе и его осложнениях. Предложенный аппарат не позволяет обеспечить надёжной фиксации костных

фрагментов, не учитывает всех анатомических особенностей конкретного пациента, что необходимо принимать во внимание на всех этапах развития бисфосфонатного остеонекроза челюстей.

Цель работы: разработать аппарат для анатомического позиционирования фрагментов челюстных костей при бисфосфонатном остеонекрозе с дальнейшей возможностью лечения и профилактики заболевания.

Поставленная цель реализована путем изготовления и использования аппарата для анатомического позиционирования фрагментов челюстных костей по данным мультиспиральной компьютерной томографии методом стереолитографического прототипирования (рис. 1).

Аппарат состоит из направляющей в форме дуги (далее – направляющая дуга), спиц и разборных кронштейнов с силиконовым уплотнителем, состоящим из 2 частей – наружной и внутренней.

Направляющая – 1, точно отображает все анатомические структуры нижней челюсти пациента, в том числе повреждённые патологическим процессом. Направляющая дуга состоит из двух фрагментов, фиксируемых между собой подвижным кронштейном (2), стабилизирующая функция которого достигается по средствам двух контргаек (3). Направляющая дуга фиксирована к ранее установленным спицам (4) с помощью разборного кронштейна с силиконовым уплотнителем (5).

Спица (рис. 2) изготовлена в виде полый трубки – 6, и имеет внутрикостную – 7 и внекостную части – 8.

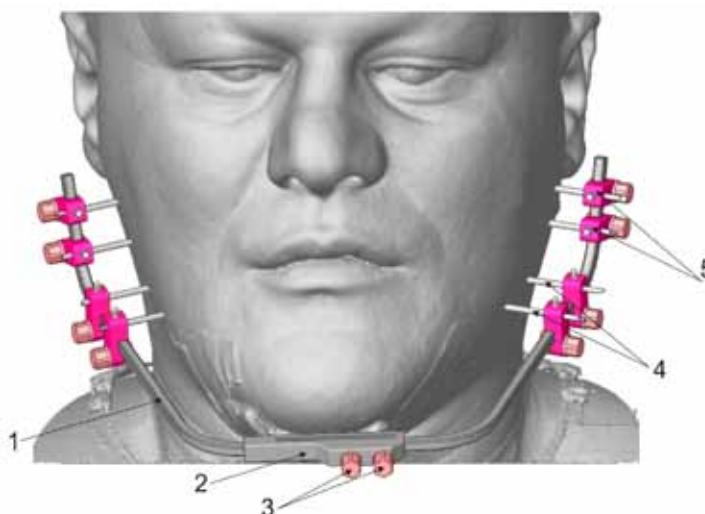


Рис. 1

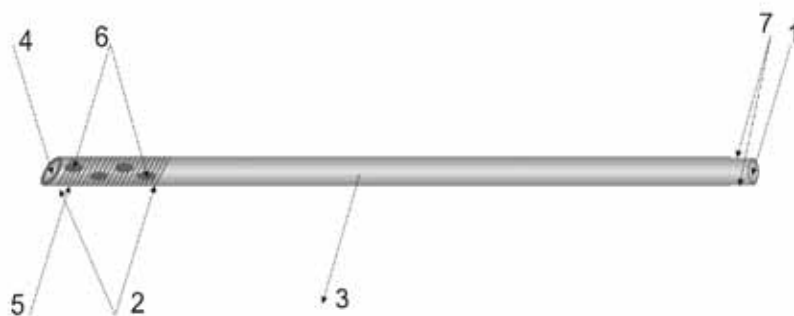


Рис. 2

Началом внутрикостной части спицы является косой срез к продольной оси спицы под углом 45° (9), что облегчает введение спицы через кожу и кость. Для стабильной фиксации спицы в костном фрагменте на наружной поверхности внутрикостной части спицы нанесена агрессивная резьба (10), с шагом резьбы 0,75 мм и длиной 20 миллиметров. Во внутрикостной части спицы выполнены 8 технологических отверстий (11), диаметром 1 мм каждое, через технологические отверстия вводят лекарственные препараты внутрикостно. Внекостная часть спицы заканчивается уплощённой рифлёной поверхностью (12) для фиксации электроды при проведении сеансов лекарственного электрофореза и фиксации заглушки. Разборный кронштейн с силиконовым уплотнителем (рис. 3.) состоит из наружного (13) и внутреннего (14) фрагмента.

Наружный фрагмент разборного кронштейна в верхней части имеет два взаимно перпендикулярных технологических отверстия. Горизонтальное технологическое отверстие (15) диаметром 3 мм изнутри выполнено силиконовым уплотнителем (16). Вертикальное технологическое отверстие (17), диаметром 1,8 миллиметра предназначено для резьбового фиксатора спицы (18). Через горизонтальное технологическое отверстие наружный фрагмент разборного кронштейна с силиконовым уплотнителем нанизывается на спицу. Наружный фрагмент разборного кронштейна в нижней части имеет горизонтальное технологическое отверстие, диаметром 6 мм с внутренней резьбой шагом 0,5 мм (19) для фиксации с внутренним фрагментом разборного кронштейна с помощью болта (20). На внутренней поверхности наружного фрагмента разбор-

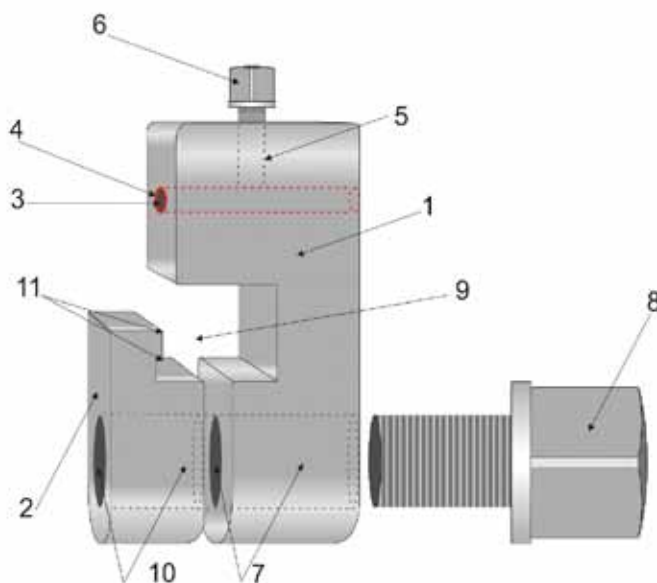


Рис. 3

ного кронштейна с силиконовым уплотнителем между верхней и нижней частью сформирована воспринимающая поверхность (21) для фиксации направляющей дуги. Силиконовый уплотнитель (16) выполняет две функции. Первая функция диэлектрика, необходимая для изоляции направляющей дуги при подаче электрического напряжения на спицу во время проведения сеанса лекарственного электрофореза. Вторая функция – амортизирующая позволяет за счёт эластичности силиконового уплотнителя обеспечить динамическую стабильность фиксированных костных фрагментов к направляющей дуге посредством спицы.

Внутренний фрагмент разборного кронштейна с силиконовым уплотнителем имеет горизонтальное технологическое отверстие (22), диаметром шесть миллиметров с внутренней резьбой шагом 0,5 мм (19), для фиксации с наружным фрагментом разборного кронштейна (14) с помощью болта (20). На наружной поверхности внутреннего фрагмента разборного кронштейна с силиконовым уплотнителем сформирована воспринимающая поверхность (21) для фиксации направляющей дуги посредством стопора (23). При завинчивании болта внутренний фрагмент разборного кронштейна с силиконовым уплотнителем устанавливается вокруг направляющей дуги и жёстко фиксируется за счёт стопора. Описанное устройство позволяет адаптировать смещённые костные фрагменты в необходимой плоскости, позволяет выполнить коррекцию мышечных сокращений всех групп мышц, функциональная активность которых нарушена в результате развития патологического процесса. Технический результат, достигаемый с использованием разработанного аппарата – повышение эффективности лечения бисфосфонатных остеонекрозов

за счёт анатомического позиционирования фрагментов челюстных костей с дальнейшей возможностью профилактики и лечения данного заболевания.

Сравнительный анализ с прототипом показал, что разработанный внеротовой аппарат отличается от прототипа использованием новых конструктивных элементов и материалов: направляющей дуги, состоящей из двух фрагментов, фиксируемых между собой подвижным кронштейном с двумя контргайками, полый спицы специальной конструкции, разборного кронштейна с силиконовым уплотнителем и заглушкой, сочетание использования которых обеспечивает необходимый технический результат.

Клинический пример использования разработанного аппарата.

В марте 2013 года в отделение челюстно-лицевой хирургии краевой клинической больницы г. Ставрополь обратился пациент В., 1971 г. рождения. На момент обращения предъявлял жалобы: на диффузные боли в области нижней челюсти с иррадиацией по ходу II ветвей V пары черепно-мозговых нервов больше справа, носящих невыносимый характер, не купируемых ненаркотическими анальгетиками, на наличие дефекта слизистой в преддверии полости рта и оголение кости нижней челюсти, на гноетечение через свищевой ход в подподбородочной области. Из анамнеза установлено, что пациент в течение 2,5 лет употреблял дезоморфин, изготовленный кустарным способом. В плановом порядке под эндотрахеальным наркозом, с учётом данных виртуального моделирования, полученных с использованием мультиспиральной компьютерной томографии и стереолитографического прототипирования нижней челюсти больному установлен разработанный аппарат (рис. 4).



Рис. 4. Больной В. с разработанным внеротовым аппаратом

После фиксации всех узлов проведена оценка функциональной активности устройства в целом, без динамической нагрузки. Выявленные недостатки в отдельных узлах устройства скорректированы. Устройство жёстко окончательно фиксировано во всех сопряжённых узлах. Проведены нагрузочные пробы в трансверзальной, сагитальной и фронтальной плоскости, на каждый узел в отдельности и на устройство в целом, давшие положительный результат.

Заключение. В результате проведенной опытно-конструкторской работы разработан внеротовой аппарат для анатомического позиционирования фрагментов челюстных костей в оториноларингологии и челюстно-лицевой хирургии с использованием метода стереолитографического прототипирования, благодаря использованию которого получен положительный результат, проявляющийся в адекватной реакции симметрично располагающихся анатомических образований нижней челюсти за счет анатомического позиционирования фрагментов челюстных костей с дальнейшей возможностью профилактики и лечения данного заболевания.

Список литературы

1. Григорьянц Л.А. Показания и эффективность использования различных хирургических вмешательств при лечении больных с одонтогенным гайморитом, вызванным выведением пломбирочного материала в верхнечелюстной синус / Л.А. Григорьянц, С.В. Сирак, Р.С. Зекерьяев, К.Э. Арутюнян // *Стоматология*. – 2007. – Т. 86. – № 3. – С. 42-46.
2. Григорьянц А.А. Разработка и клиническое применение нового ранозаживляющего средства для лечения заболеваний слизистой оболочки полости рта у детей и подростков / А.А. Григорьянц, С.В. Сирак, А.Г. Сирак, С.А. Ханова // *Современные проблемы науки и образования*. – 2013. – № 2. – С. 41.
3. Слетов А.А. Внеротовое устройство для анатомического позиционирования фрагментов челюстных костей / А.А. Слетов, С.В. Сирак, А.Б. Давыдов, А.В. Арутюнов, Р.А. Аванесян, А.Г. Сирак, Р.А. Можейко, И.А. Копылова, Т.Т. Мебония, Ю.И. Никитина, И.Э. Казиева И.Э. // Патент на изобретение RUS 2541055 от 28.01.2014.
4. Слетов А.А. Экспериментальное определение регенераторного потенциала клеток костного мозга / Слетов А.А., Переверзев Р.В., Ибрагимов И.М., Кодзоков Б.А., Сирак С.В. // *Стоматология для всех*. – 2012. – № 2. – С. 29-31.
5. Слетов А.А. Аппаратный метод лечения переломов нижней челюсти при бисфосфонатных остеонекрозах / А.А. Слетов, С.В. Сирак, А.Б. Давыдов, Т.Т. Мебония, А.В. Арутюнов // *Стоматология для всех*. – 2014. – № 2. – С. 32-35.
6. Сирак А.Г. Морфофункциональные изменения в пульпе зубов экспериментальных животных при лечении глубокого кариеса и острого очагового пульпита с использованием разработанных лекарственных композиций / А.Г. Сирак, С.В. Сирак // *Современные проблемы науки и образования*. – 2013. – №2. – С. 44.
7. Сирак С.В. Использование пористого титана для субантральной аугментации кости при дентальной имплантации (экспериментальное исследование) / С.В. Сирак, А.А. Слетов, А.К. Мартиросян, И.М. Ибрагимов, М.Г. Перикова // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. – 2013. – Т. 8. № 3. – С. 42-44.
8. Сирак С.В. Клинико-экспериментальное использование остеопластических материалов в сочетании с электромагнитным излучением для ускорения регенерации костных дефектов челюстей / С.В. Сирак, И.Э. Казиева, А.К. Мартиросян // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 5-2. – С. 389-393.
9. Сирак С.В. Стоматологическая заболеваемость детского населения ставропольского края до и после внедрения программы профилактики / С.В. Сирак, И.А. Шаповалова, Е.М. Максимова, С.Н. Пригодин // *Стоматология детского возраста и профилактика*. – 2009. – Т. 8. – № 1. – С. 64-66.
10. Сирак С.В. Влияние пористого титана на остеогенный потенциал клеток костного мозга in vitro / С.В. Сирак, А.А. Слетов, И.М. Ибрагимов, Б.А. Кодзоков // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. – 2012. – Т. 27. – № 3. – С. 22-25.
11. Сирак С.В. Диагностика, лечение и профилактика верхнечелюстного синусита, возникающего после эндодонтических вмешательств / С.В. Сирак, А.А. Слетов, М.В. Локтионова, В.В. Локтионов, Е.В. Соколова // *Пародонтология*. – 2008. – № 3. – С. 14-18.
12. Сирак С.В. Способ лечения радикулярной кисты челюсти / Сирак С.В., Федурченко А.В., Сирак А.Г., Мажаренко Т.Г. // Патент на изобретение RUS 2326648 09.01.2007.
13. Сирак С.В. Способ субантральной аугментации кости для установки дентальных имплантатов при атрофии альвеолярного отростка верхней челюсти / С.В. Сирак, И.М. Ибрагимов, Б.А. Кодзоков, М.Г. Перикова // Патент на изобретение RUS 2469675 09.11.2011.
14. Grimm, W.D. Translational research: palatal-derived ecto-mesenchymal stem cells from human palate: a new hope for alveolar bone and cranio-facial bone reconstruction / W.D. Grimm, A.Dannan, B. Giesenhagen, I. Schau, G. Varga, M.A. Vukovic, S.V. Sirak // *International Journal of Stem Cells*. – 2014. – 7(1). – P.23-29.
15. Grimm, Dr.W.-D. Complex, three-dimensional reconstruction of critical size defects following delayed implant placement using stem cell-containing subepithelial connective tissue graft and allogenic human bone blocks for horizontal alveolar bone augmentation: a case report as proof of clinical study principles / Dr.W.-D. Grimm, M. Ploger, I. Schau, M.A. Vukovic, E.V. Shchetinin, A.B. Akkalaev, R.A. Avanesian, S.V. Sirak // *Medical news of North Caucasus*. – 2014. – Т. 9. – № 2. – P. 125-127. DOI: 10.14300/mnnc.2014.09037
16. Grimm W.D. Prefabricated 3d allogenic bone block in conjunction with stem cell-containing subepithelial connective tissue graft for horizontal alveolar bone augmentation: a case report as proof of clinical study principles / W.D. Grimm, M. Ploger, Schau I., M.A. Vukovic, E. Shchetinin, A.B. Akkalaev, A.V. Arutunov, S.V. Sirak // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. – 2014. – Т.9. – №2(34). – С. 175-178.
17. Mikhhalchenko D.V. Influence of transcranial electrostimulation on the osseointegration of dental implant in the experiment / D.V. Mikhhalchenko, A.V. Poroshin, V.F. Mikhhalchenko, I.V. Firsova, S.V. Sirak // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2014. – Т.5. – № 5. – С. 705-711.
18. Sirak S.V. Microbiocenosis of oral cavity in patients with dental implants and over-dentures / S.V. Sirak, R.A. Avanesyan, A.B. Akkalaev, M.K. Demurova, E.A. Dyagtyar, A.G. Sirak // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2014. – Т.5. – №5. – С.698-704.
19. Sirak S.V. Clinical and morphological substantiation of treatment of odontogenic cysts of the maxilla / S.V. Sirak, A.V. Arutyunov, E.V. Shchetinin, A.G. Sirak, A.B. Akkalaev, D.V. Mikhhalchenko // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2014. – Т.5. – №5. – С.682-690.
20. Sirak S.V. Prevention of complications in patients suffering from pathological mandibular fractures due to bisphosphonate-associated osteonecroses / S.V. Sirak, E.V. Shchetinin // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2015. – Т. 6. – № 5. – С. 1678-1684.