

- Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology (USBREIT), IEEE Xplore, IEEE Catalog Number: CFP18P00-POD, ISBN: 978-1-5386-4947-3, 2018, pp 37-41
13. A.N.Briko, A.V.Kobelev, S.I.Shchukin. «Electrodes interchangeability during electromyogram and bioimpedance joint recording» Ural Symposium on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology (USBREIT), IEEE Xplore, IEEE Catalog Number: CFP18P00-POD, ISBN: 978-1-5386-4947-3, 2018, pp 17-21
 14. I. A. Kudashov, S.I. Shchukin, M.B. Al-Harosh, “The study of needle electrode characteristics for venipuncture electrical impedance controlling system”, IFMBE Proceedings (EMBE & NBC) 2017, pp 350-353
 15. Qudra website. URL: <https://www.eliko.ee/products/quadra-impedance-spectroscopy/> (accessed 05.06.2019)

Анализ возможностей применения ионно- плазменных технологий при изготовлении медицинских изделий для челюстно-лицевой хирургии (Обзор)

*А.В. Демьянова, *Е.А.Митрофанов, *С.Б.Симакин, А.М.Сипкин*
Москва, ГБУЗ МО «МОНИКИ им. М.Ф.Владимирского», 129110, ул. Щепкина, 61/2,
aleksipkin@bk.ru

ГБУЗ МО Одинцовская Районная больница №2, nastazzy@mail.ru
**Москва, АО «НИИВТ им. С.А.Векшинского», 117105, Нагорный проезд, 7,*
Е.Mitrofanov@niivt.ru, S.Simakin@niivt.ru

Представлен обзор литературных данных о свойствах материалов и покрытий, применяемых при изготовлении медицинских изделий для челюстно-лицевой хирургии, в частности, минипластин и винтов, используемых при остеосинтезе вследствие значительных преимуществ перед другими видами фиксации. Большинство сплавов содержат металлы, оказывающие токсическое воздействие на организм человека. Применение одновременно изделий из сплавов с отличающейся электропроводностью вызывает гальванизм. Предлагается в качестве защиты от воздействия указанных факторов использовать сформированное в вакууме покрытие из карбида кремния, успешно апробированное в стоматологии.

Analysis of ion-plasma technology application in manufacturing of medical products for maxillofacial surgery. A.V.Demiyanova, E.A.Mitrofanov, S.B.Simakin, A.M.Sipkin. This paper concerns with revue of published data about properties of materials and coatings, which are applied for maxillofacial mini-plates manufacturing. They are used at osteosynthesis in maxillofacial surgery because of considerable advantages over other forms of fixation. Most of alloys contain toxic metals. Application of materials, which possess different electrical conductivity, leads to galvanic effects. It is supposed to use silicon carbide coating deposited in vacuum to decrease negative influence of toxic elements to a man. It was successfully applied in dentistry.

Введение

На сегодняшний день во всем мире отмечается тенденция к росту травматизма. Данное явление связано с развитием индустриализации общества, доступностью различных видов оружия, повышением общего уровня стресса среди населения крупных городов и других факторов. [1,2]

Среди общего числа всех травм, повреждения костей челюстно-лицевой области (ЧЛО) составляет порядка 16%, из которых перелом нижней челюсти около 80%, скулового комплекса – 12% и травмы верхней челюсти и костей носа – около 8%. [2,3]

Также следует отметить, что среди пациентов, находящихся на стационарном лечении в отделениях стоматологического профиля, общее число травм ЧЛО составляет порядка 40% и не имеет тенденции к снижению. [4]. Из всех пациентов с травмами челюстно-лицевой области в отделении ЧЛХ Одинцовской Районной больницы №2 за 2018 год оперативному вмешательству в объеме остеосинтеза костей лицевого скелета подверглось порядка 78%, причем около 40% из них имели отягощенный анамнез.

В настоящее время наиболее частым оперативным вмешательством при переломах костей челюстно-лицевой области является остеосинтез минипластинами и винтами из титановых сплавов. Данный тип операций позволяет обеспечить жесткую фиксацию отломков на необходимый срок и их полное обездвиживание. Примеры минипластин, выпускаемых фирмами Великобритании представлены на рис.1. Две верхние пластины изготовлены фирмой Champy из нержавеющей стали (17,2% Cr, 14%Ni), ниже – пластины из титановых сплавов фирм Champy, Leibinger, DePue, Stratec/AO. [5]

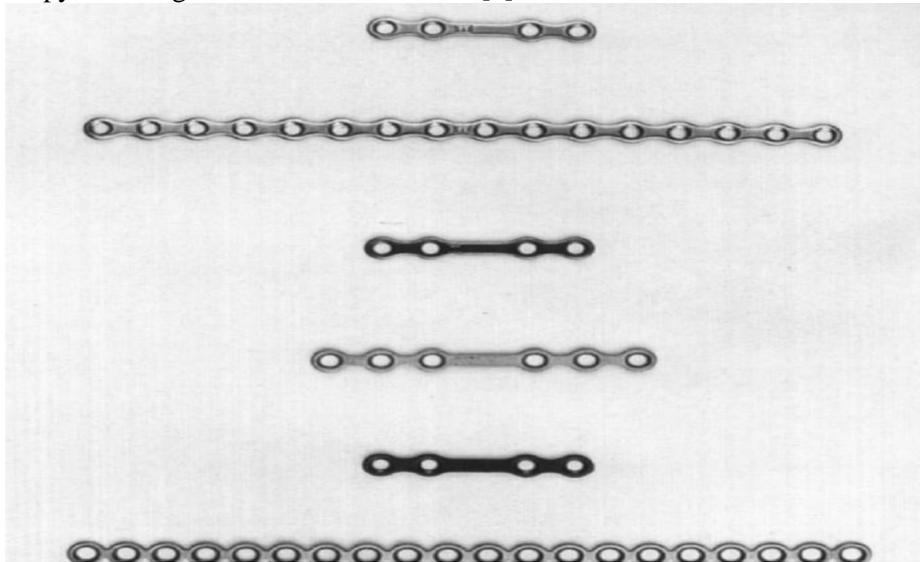


Рис.1 Минипластины для челюстно-лицевой хирургии, выпускаемые в Великобритании.

Две верхние изготовлены из нержавеющей стали (17,2% Cr, 14%Ni) фирмой Champy, остальные изготовлены из титановых сплавов фирмами Champy, Leibinger, DePue, Stratec/AO. [5]

Впервые данный тип лечения переломов костей применили Н. Hansmann и W.A. Lane. Однако В.В.Барьяш первым предложил использовать титановые пластины при лечении переломов ЧЛО.

Чистый титан не применяют для изготовления на костных пластин из-за недостаточных физико-механических и прочностных свойств. Титановые сплавы 6AL4V и 6AL4V ELI-это титан с легирующими добавками 6% алюминия и 4% ванадия. Из них изготавливают пластины, спицы, штифты, применяемые для остеосинтеза, так как они могут выдерживать большие нагрузки [6]. Никелид титана, или нитинол, материал с термопамятью, является сплавом, он содержит 55% никеля и 45% титана.

При использовании открытых методов хирургического лечения производится скелетирование области перелома, репозиция и фиксация костей. Однако, следует отметить, что хирургическое вмешательство усугубляет риск вторичного инфицирования раны в послеоперационном периоде. На сегодняшний день объем осложнений в послеоперационном периоде значителен [7].

Однако, помимо инфекционных осложнений, следует выделить такое нежелательное явление, как развитие металлоза и гальванических эффектов у лиц, у которых существует сочетание разных марок стали и/или титана в пластине и крепежных элементах [9].

Также существует ряд металлов, наличие которых в организме оказывает неблагоприятное влияние на скорость заживления ран. Учитывая это, исключены в сплавах сочетания хрома с кобальтом, титана с ванадием, никеля в высоком процентном отношении с любыми металлами и других [9,10,11].

Кроме того, следует отметить, что при длительном контакте тканей человека и различных биологических сред с пластинами, изготовленными из сплавов, содержащих легирующие добавки, некоторые изделия частично разрушаются и часть содержащихся в составе сплавов химических веществ, мигрирует в окружающие ткани. Как следствие, в организме увеличивается содержание Fe, Ni, Ti, Cr. Избыточное содержание ионов металлов в организме производит токсический эффект. Токсичность объясняется связыванием «металлических ядов» в организме с функциональными группами жизненно важных веществ, что нарушает нормальное функционирование клеток тканей [10].

Подверженность пластин и крепежных элементов коррозии напрямую влияет на pH-среды, что может привести к развитию гнойно-воспалительных осложнений после оперативного вмешательства [9,10].

Таким образом, на сегодняшний день остро стоит вопрос о предупреждении развития вторичных осложнений в послеоперационном периоде у больных с травмами костей челюстно-лицевой области.

Так, для профилактики вторичного инфицирования, применяют антибактериальную терапию в послеоперационном периоде, однако данная терапия не может полностью обеспечить предупреждение послеоперационных осложнений, так как антибиотики действуют только на микрофлору, исключая предупреждение влияния местных и общих факторов, влияющих на вероятность развития заболевания [12].

Для предупреждения влияния местных факторов на развитие вторичных осложнений и предотвращения выхода токсичных ионов, производится поиск биологически активных и инертных материалов, как альтернатива изделиям из стали и титановых сплавов.

Так, например, существует и применяется в медицине анодно-оксидное покрытие из диоксида титана, которое формируется способом микродугового гальванического оксидирования, а также покрытие из нитрида титана, которое формируется методом дугового нанесения в вакууме. Однако, диоксид титана является генотоксичным материалом, а традиционные способы и оборудование для вакуумного дугового нанесения покрытия требуют высокой температуры поверхности образцов, что вызывает деформирование изделий, особенно тонких конструктивных элементов [11,13,14,15].

В стоматологии для покрытия базисов съемных зубных протезов было успешно применено покрытие из карбида кремния [16,17]. Одним из возможных вариантов решения представленных проблем в челюстно-лицевой хирургии, может стать применение биоинертного биорезистентного покрытия из карбида кремния для изменения свойств поверхностей медицинских изделий, в частности, минипластин и крепежных элементов из титановых сплавов, при хирургическом лечении неогнестрельных повреждений костей лицевого черепа.

Выводы.

Резюмируя вышесказанное, можно предположить, что применение карбида кремния, сформированного в вакууме на наружных поверхностях медицинских изделий, применяемых в челюстно-лицевой хирургии, в частности, минипластин и крепежных винтов:

- предотвратит попадание в ткани человека токсичных компонентов металлических сплавов и полимеров;
- предотвратит гальванические эффекты при непосредственном соприкосновении и/или контакте через электропроводящие жидкости человека, в частности, кровь, слюну, пластин и винтов из электропроводящих материалов с отличающейся электропроводностью;
- предотвратит биодеструкцию материалов медицинских изделий;
- уменьшит адгезию микроорганизмов к поверхностям изделий;
- предотвратит биообрастание поверхностей изделий;
- обеспечит получение хорошей адгезии покрытия к поверхностям материалов медицинских изделий.

Литература

1. Абдулкеримов Т.Х., Костина И.Н. Динамика структуры челюстно-лицевой травмы за 10 лет. В сборнике: Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения Материалы III Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов, III Форума медицинских и фармацевтических ВУЗов России "За качественное образование". 2018. С. 17-21.
2. Шаргородский А.Г., Стефанцев Н.М. Повреждения мягких тканей и костей лица. - М.: ВУНМЦ, 2000. - 240 с.
3. Бахтеева Г.Р., Кузьмин А.С. Статистическое исследование травм челюстно-лицевой области – М. 2012г.
4. Современные подходы к диагностике травм челюстно-лицевой области. Бабкина Т.М., Демидова Е.А. «Світ медицини та біології» №4 2013г. 7-11с.
5. Loukota R.A., Shelton J.C. Mechanical analysis of maxillofacial miniplates. British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 1995 .Vol. 33.- P. 174-179.
6. Для чего применяют титановые пластины при переломах? <http://bezperelomov.com/obshee/titanovaya-plastina-pri-perelomax.html>
7. Клинико-функциональное обоснование использования внутрикостных фиксаторов, покрытых композиционными материалами, для остеосинтеза переломов нижней челюсти. К: Казанский медицинский журнал. Т: 95 №2. 2014г - 219-223с.
8. Мамытова А.Б. Травматология челюстно-лицевой области / А.Б. Мамытова, Б.К. Ургуналиев, Э.К. Молдалиев. Бишкек: Изд-во КРСУ, 2014.
9. Что такое гальванизм в стоматологии: лечение, симптомы, фото. <http://topdent.ru/articles/galvanism-v-polosti-rta/html>.
10. Удаление пластины, спиц и винтов после перелома лодыжки: операция и сроки реабилитации. <http://nogostop.ru/golenostop/lodyzhka/udalenie-plasttiny-posle-pereloma-lodyzhki.html>.
11. Зайцева А.Г. Диагностика и лечение гальванизма в полости рта. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. Санкт-Петербург, 2005 г. <http://dissercat.com/content/diagnostika-i-lechenie-galvanizma-v-polosti-rta>.
12. Ю.П. Савченко. Причины развития раневой инфекции в послеоперационном периоде и ее профилактика. - К: Кубанский научный медицинский вестник. №7, 2013 г. - 112-114с.
13. Гребенщикова М.М., Р.А. Нигматуллина Р.А., Хайдарова Л.М. Исследование токсичности материалов для ортопедии с покрытиями, полученными ионно-плазменным способом. <https://cyberleninka.ru/article/v/issledovanie-toksichnosti-materialov-dlya-ortopedii-s-pokrytyami-poluchennymi-ionno-plasmennym-sposobom>.
14. Королев Е. Наночастицы титана могут вызывать рак! – Записки провинциального журналиста-Форум orbita96.
15. Абилов С.К., Глазер В.М. Мутагенез с основами генотоксикологии: учебное пособие:-М.; СПб.: Нестор-История, 2015.-304 С. Стр. 178-179.
16. Воронов И.А., Митрофанов Е.А., Калинин А.Л., Симакин С.Б., Диденко Л.В., Автандилов Г.А. Разработка нового покрытия из карбида кремния для защиты зубных протезов от биодеструкции. Российский стоматологический журнал, 2014, №1, С. 4-8.
17. Регистрационное удостоверение на медицинское изделие от 25 октября 2017 года №РЗН 2017/6407. Медицинское изделие : Материал стоматологический- покрытие из карбида кремния для защиты базисов «Панцирь» по ТУ 9391-001-07604422-2015.