

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ШИНИРОВАНИЯ ЗУБОВ

Одним из актуальных направлений современного стоматологического материаловедения является разработка новых материалов, обладающих биологически инертными свойствами и высокими прочностными характеристиками, применение которых позволяет повысить эффективность лечения пациентов с патологией зубочелюстной системы. Особый интерес специалистов вызывают исследования, направленные на изучение возможности использования новых материалов в пародонтологии [1].

По данным рабочей группы Oral Health Programme Всемирной Организации Здравоохранения (The World Oral Health Report, 2003), патология пародонта занимает первое место среди всех стоматологических заболеваний и составляет от 80 до 95%. Распространенность указанной патологии среди трудоспособного населения РФ достигает 86,2% [4].

Одним из основных этапов лечения пародонтита является шинирование зубов. Большинство отечественных и зарубежных авторов признана перспективность клинического применения адгезивных шин из неметаллической арматуры и светоотверждаемых композиционных материалов [3, 5]. При этом исследователи отмечают, что существует необходимость поиска новых биологически инертных материалов для временного и постоянного шинирования зубов, характеризующихся высокой прочностью и доступностью для использования в повседневной стоматологической практике [6]. Наше внимание привлекли углеродные композиционные материалы, обладающие биологической инертностью, высокими пластическими свойствами, устойчивостью к усталостным нагрузкам, низкими показателями износа в условиях трения, отсутствием токсичности и канцерогенности [2, 7]. Одной из разновидностей углеродных композиционных материалов является углеродное волокно,



Асташина Н.Б.

д.м.н., доцент кафедры ортопедической стоматологии ГБОУ ВПО «ПГМА им. академика Е.А. Вагнера», г. Пермь, astashina.nb@gmail.com



Логинова Н.П.

к.м.н., доцент кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии ГБОУ ВПО «ПГМА им. академика Е.А. Вагнера», г. Пермь, natalitsa@yandex.ru

Резюме

Одним из актуальных направлений современного стоматологического материаловедения является разработка новых материалов, обладающих биологически инертными свойствами и высокими прочностными характеристиками, применение которых позволяет повысить эффективность лечения пациентов с патологией зубочелюстной системы. В качестве конструкционного материала для шинирования зубов возможно применение углеродного волокна, обладающего высокой прочностью и стойкостью к усталостным нагрузкам. Для оценки биологической совместимости углеродного волокна проведены экспериментальные исследования на животных. Результаты эксперимента показали, что при имплантации углеродного волокна выраженных патоморфологических изменений в органах экспериментальных животных не выявлено. В ходе эксперимента подтверждена биологическая инертность углеродного волокна по отношению к тканям организма, что дает возможность использования данного материала в практической стоматологии.

Ключевые слова: биологически инертные материалы, материалы для шинирования зубов, углеродное волокно, гистологические исследования.

Казakov С.В.

к.м.н., доцент кафедры ортопедической стоматологии ГБОУ ВПО «ПГМА им. академика Е.А. Вагнера, г. Пермь, caddis@mail.ru

**Седегова О.Н.**

аспирант кафедры порошкового материаловедения и нанотехнологий Пермского национального исследовательского технического университета, stomatolog516@yandex.ru

EXPERIMENTAL SUBSTANTIATION OF THE POSSIBILITY OF APPLYING CARBON MATERIALS FOR SPLINTING TEETH

Astashina N.B., Kazakov S.V., Loginova N.P., Sedegova O.N.

The summary

One of the important areas of modern dental materials science is the development of new materials with biologically inert properties and high strength characteristics, the use of which improves the efficiency of the treatment of patients with abnormal dentition. As construction material for splinting of teeth may use carbon fiber having high strength and resistance to fatigue loading. To evaluate the biocompatibility of carbon fiber experimental studies on animals. The experimental results showed that the carbon fibers during implantation expressed pathological changes in the organs of the experimental animals revealed no. The experiment confirmed biological inertness carbon fiber with respect to the tissues of the organism, which enables the use of this material in the practice of dentistry.

Keywords: biologically inert materials, materials for splinting teeth, carbon fiber, histological.

физико-механические характеристики которого обеспечивают возможность использования его в качестве конструкционной основы для шинирования зубов. Для оценки биологически инертных свойств углеродного волокна проведены экспериментальные исследования на животных.

Материалы и методы

Морфологическое исследование органов опытных животных проводили с целью определения реакции биологических тканей на внутримышечное введение образцов углеродного волокна.

В эксперименте использованы 2 группы беспородных белых крыс (самцов), содержащихся на стандартной диете вивария: основную группу составляли 25 животных, которым внутримышечно имплантировано углеродное волокно, а вторую – 20 животных с внутримышечно введенным стерильным стеклом.

Исследования проведены с разрешения этического комитета ГБОУ ВПО ПГМА им. ак. Е.А. Вагнера Минздрава России, в соответствии с «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных», с требованиями международного стандарта ISO 10993 «Оценка биологического действия медицинских изделий» и «Сборника руководящих методических материалов по токсико-гигиеническим исследованиям полимерных материалов и изделий медицинского назначения». Выведение животных из эксперимента проводили на 10-е (ранний срок) и 90-е (отдаленный срок) сутки после операции, что соответствует международному стандарту ИСО/ДИС.

Для гистологического исследования забиралась: головной мозг, сердце, печень, селезенка, почка, брыжеечные лимфатические узлы, околоушная и подъязычная слюнные железы, скелетная мышечная ткань из зоны имплантации материала. Органы фиксировали в 10% нейтральном формалине (pH=7,2), в дальнейшем материал проводили по стандартной методике с заливкой в парафин, срезы окрашивали гематоксилин-эозином. Съемку препаратов проводили на морфометрической установке «Олимпус» (зав. лабораторией Отдела учебно-методического и научного обеспечения ГБОУ ВПО ПГМА им. ак. Е.А. Вагнера, к.б.н. Н.В. Чемуриева).

Результаты исследования

В скелетной мышечной ткани животных основной группы в области контакта с углеродным волокном в ранний срок верифицировано умеренное утолщение и рыхлость расположения мышечных волокон (рис.1). Несмотря на это,

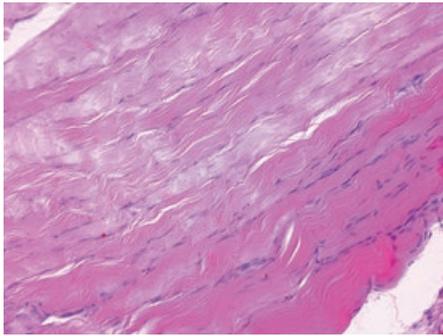
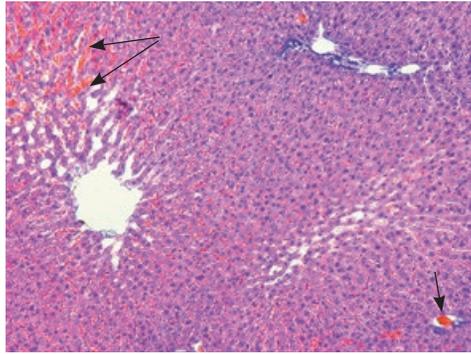
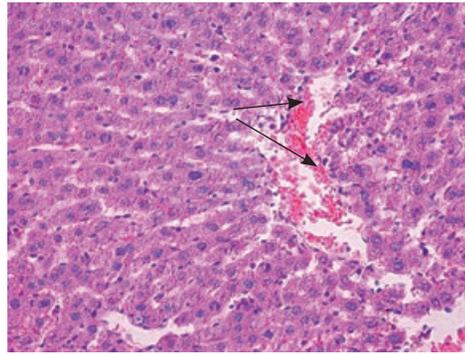


Рис. 1. Скелетная мышечная ткань в месте контакта с углеродным волокном в ранний срок наблюдения. Окраска: гематоксилин-эозином, × 600



а



б

Рис. 2. Печень в раннем сроке наблюдения: а) у животных основной группы; б) у животных группы сравнения (стрелками показаны участки полнокровия сосудов). Окраска: гематоксилин-эозином, × 400

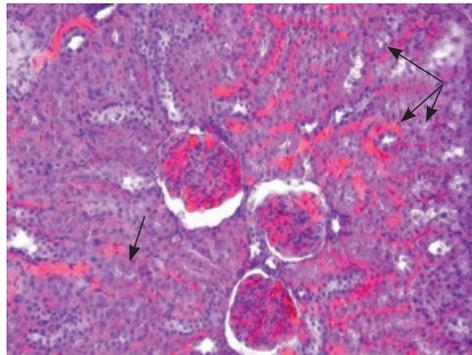
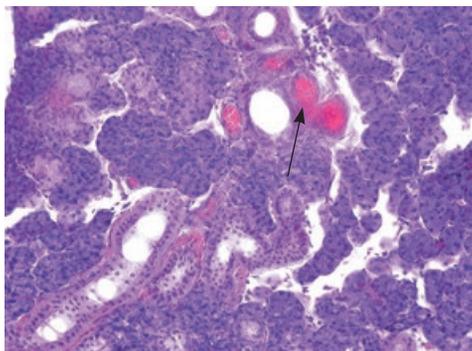
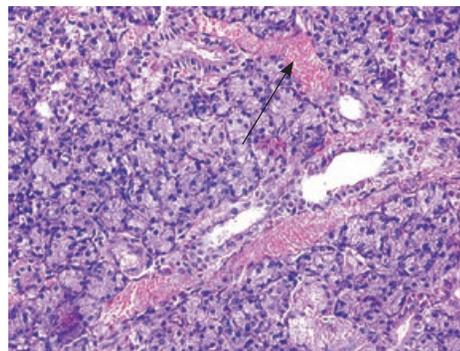


Рис. 3. Почка животного основной группы в раннем сроке наблюдения (стрелками показано полнокровие сосудов). Окраска: гематоксилин-эозином, × 400



а



б

Рис. 4. Слюнные железы: а) у животных основной группы × 600; б) у животных группы сравнения × 400 (стрелками показано полнокровие сосудов). Окраска: гематоксилин-эозином

исчерченность волокон хорошо выражена, они имеют, как правило, ровный ход. В прослойках соединительной ткани (эндомизий) наблюдается слабое расширение и наполнение клетками крови сосудов мелкого калибра. Периваскулярных признаков воспаления не установлено. Соединительнотканые прослойки богаты клеточным компонентом, в составе которого доминируют клетки фибробластического дифферона. Фибробласты располагаются преимущественно вблизи капилляров эндомизия, часть клеток митотически активны.

В группе животных с имплантированным стеклом в ранний срок наблюдения отмечено некоторое набухание мышечных волокон и стертость поперечной исчерченности. В эндомизии расширенные и заполненные кровью сосуды с лейкоцитарной инфильтрацией тканей.

В этот же срок в печени животных как основной группы, так и группы сравнения наблюдали реакцию преимущественно со стороны сосудов. В паренхиме органа верифицировано замедление капиллярного и венозного кровообращения (рис. 2 а, б), что сопровождается умеренным отеком ткани печени. Сосуды несколько расширены и заполнены клетками крови. Эндотелий увеличен в объеме, целостность не нарушена. В обеих группах увеличенные в размерах гепатоциты располагаются рыхло, структура печеночных балок сохранена, при этом клетки печени несколько гипертрофированы. Ядерно-цитоплазматическое соотношение сохранено. В междольковой соединительной ткани отмечаются умеренные признаки периваскулярной лейкоцитарной инфильтрации.

В почках животных основной группы в ранний срок исследования умеренные сосудистые появления не сопровождаются морфологическими перестройками. В мозговом веществе органа – расширение сосудов и уме-

...

ренный капиллярный застой, состояние канальцев нефрона этой части органа без особенностей. В корковом веществе (рис. 3) аналогичные сосудистые проявления также не вызывают морфологических изменений со стороны компонентов нефрона. Почечные тельца и канальцы сохраняют признаки нормального строения. Только на уровне дистального отдела нефрона имеется умеренное расширение его просвета, с полнокровием окружающих его сосудов. На протяжении всего отдела нефрона эпителиальная выстилка формирует ровный пласт клеток.

При изучении слюнных желез на 10-й день после имплантации углеродного волокна в строении околоушной и подъязычной желез морфологических особенностей выявлено не было. Концевые секреторные отделы сохраняют нормальные признаки структурной организации. Протоки спокойные, выстланы ровной эпителиальной пластинкой. В подъязычной железе, в соединительной ткани, окружающей протоки, наблюдали умеренные признаки полнокровия сосудов, как в основной группе, так и в группе сравнения (рис. 4).

Органы иммунного комплекса (селезенка, лимфатические узлы) на имплантаты реагируют умеренным иммунным напряжением, которое проявляется некоторым увеличением функциональных зон. В селезенке белая пульпа хорошо сформирована, лимфоидные узелки крупные, умеренно активные, маргинальная зона широкая. В лимфатических узлах кора представлена крупными лимфоидными узелками, находящимися в состоянии активности. В мозговом веществе сформированы достаточно широкие мозговые тяжи из лимфоидной ткани. Синусы несколько расширены, частично заполнены клетками. Сосудистая реакция в селезенке и лимфатическом узле проявляется расширением венозных сосудов и заполнением их клетками крови. Наблюдается умеренный гемостаз.

В ближайшие и отдаленные сроки исследования ткань головного мозга на имплантаты из углеродного волокна не отреагировала какими-либо морфологическими проявлениями. Цитоархитектоника и миелоархитектоника не нарушены. Аналогичная реакция наблюдалась в обеих группах и со стороны сердца. Орган сохранял все признаки нормального морфологического строения.

В отдаленный срок (90 дней) исследования патоморфологической реакции на имплантат из углеродного волокна со стороны скелетной мышечной ткани не было (рис. 5). Мышечные волокна формировали ровные пучки, но в единичных случаях наблюдали некоторое их утолщение и умеренное разволокнение, при этом миофибриллы в этих

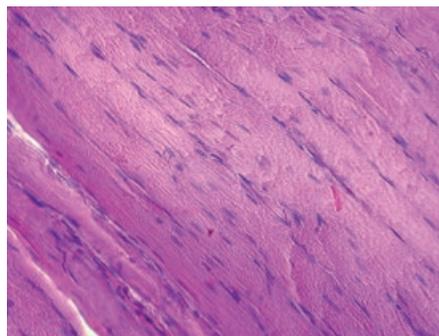


Рис. 5. Скелетная мышечная ткань в месте контакта с углеродным волокном (отдаленный срок наблюдения). Окраска: гематоксилин-эозином, $\times 600$

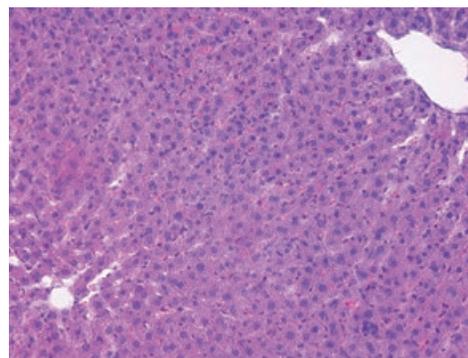


Рис. 6. Печень животного с имплантированным углеродным волокном, отдаленный срок наблюдения. Окраска: гематоксилин-эозином, $\times 600$

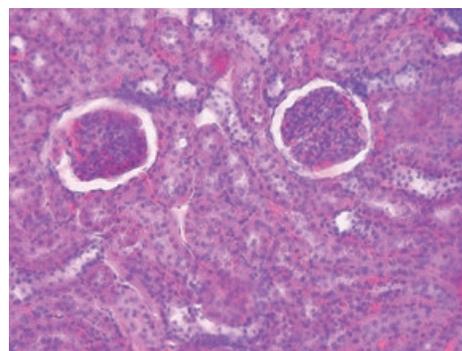


Рис. 7. Почка животного с имплантированным углеродным волокном, отдаленный срок наблюдения. Окраска: гематоксилин-эозином, $\times 600$

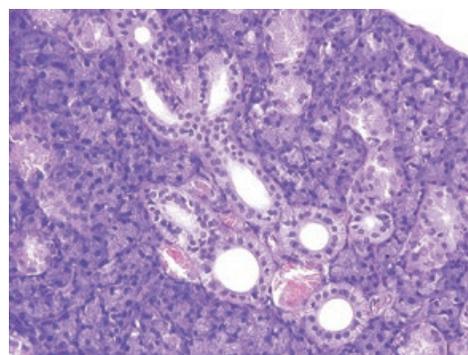


Рис. 8. Подъязычная слюнная железа животного с имплантированным углеродным волокном, отдаленный срок наблюдения. Окраска: гематоксилин-эозином, $\times 600$

местах располагались упорядоченно. В волокнах хорошо читалась исчерченность. Сосуды между волокнами спокойные, большая часть пустые. Признаков воспаления нет. В месте контакта с имплантатами имеются участки разрастания соединительной ткани, как в основной группе, так и в группе сравнения.

В паренхиматозных органах животных обеих групп наблюдения (печень, почка) через 3 месяца

после операции сохранялись некоторые сосудистые проявления, в виде слабого капиллярного и венозного полнокровия. Замедление кровообращения в дольках печени не отразилось на морфологическом состоянии гепатоцитов. Клетки сохраняли признаки нормального строения. Ядерно-цитоплазматическое соотношение не нарушено. Цитоплазма клеток гомогенна, без признаков вакуольной дистрофии. Сосуды междольковой соединительной ткани спокойные. В целом, циторхитектоника органа соответствует нормальному физиологическому строению (рис. 6).

В почках в этот период реакция на введение углеродного волокна проявляется незначительным сосудистым полнокровием коркового и мозгового вещества. Внутривольковые вены коры умеренно расширены и заполнены клетками крови. Почечные тельца – без морфологических особенностей (рис. 7), просвет канальцев широкий, эпителий проксимального и дистального отдела в норме. На протяжении всех отделов нефрона структурные изменения не верифицированы.

В отдаленный срок вторичные органы иммунитета находились в состоянии умеренного иммунного напряжения. В лимфатическом узле в области коры формировались разные по размерам узелки, большая часть которых в состоянии активности. Паракортикальная зона развита умеренно. Клетки лежат плотно. Мозговые тучки имеют четкое очертание, преимущественно состоят из клеток лимфоидного ряда. Синусы во всех зонах органа спокойные.

В селезенке животных основной группы белая пульпа занимает около трети органа и представлена узелками умеренной активности. В красной пульпе синусы спокойные, частично заполнены клетками крови.

К 90-му дню после операции у экспериментальных животных обеих групп слюнные железы имели признаки морфологической нормы (рис. 8). В целом, все органы в отдаленные сроки наблюдений восстанавливались до нормального строения.

Заключение

Результаты эксперимента показали, что при имплантации углеродного волокна выраженных патоморфологических изменений в органах экспериментальных животных не выявлено. На протяжении всего исследования мышечная ткань в месте контакта с имплантатом реагирует умеренным отеком, рыхлостью расположения мышечных волокон. Эти незначительные морфологические

проявления к концу срока исследования исчезают. Как в ранний, так и в поздний срок наблюдений в мышечной ткани реакция со стороны сосудов отсутствует, четкость исчерченности сохраняется во все периоды наблюдений.

В остальных органах в динамике установлены однотипные морфологические проявления. На ранних сроках отмечена умеренная реакция со стороны сосудов, которая проявляется замедлением капиллярного и венозного кровообращения, что сопровождается слабым отеком тканей изучаемых органов, без серьезных структурных перестроек. К концу исследования состояние органов соответствует нормальному физиологическому строению.

Данные эксперимента подтвердили биологическую совместимость углеродного волокна по отношению к тканям организма, что дает возможность использования данного материала в практической стоматологии.

Статья опубликована при финансовой поддержке РФФИ, проект «Разработка биологически инертных материалов и нанотехнологий в программе комплексного лечения и реабилитации больных со стоматологическими заболеваниями» №11-08-96030-р_урал_a.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Акулович А.В.** Клинико-лабораторное исследование применения современных иммобилизационных систем для шинирования в комплексном лечении заболеваний пародонта: Дис. ... канд. мед. наук. Санкт-Петербург, 2010. – 136 стр.
2. **Анциферов В.Н., Рогожников Г.И., Асташина Н.Б.** и др. Применение современных конструкционных материалов при комплексном лечении больных с дефектами челюстно-лицевой области // Перспективные материалы, 2009. – №3. – С. 46-51.
3. **Иванова Д.В., Коледа П.А., Жолудев С.Е.** Клинические возможности замещения единично отсутствующего зуба при заболеваниях пародонта // Проблемы стоматологии. – 2012. – №2. – С. 57-61.
4. **Кузьмина Э.М., Кузьмина И.Н., Петрина Е.С.** и др. Стоматологическая заболеваемость населения России. Состояние тканей пародонта и слизистой оболочки полости рта / под ред. Янушевича О.О. – М., 2009. – 224 с.
5. **Ряховский А.Н.** Вантовые мостовидные протезы // Панорама ортопедической стоматологии, 2002. – №3. – С. 2.
6. **Ряховский А.Н., Хачикян Б.М., Карапетян А.А.** Новые высокопрочные нити для вантового шинирования // Институт стоматологии, 2007. – Т.1. – №34. – С. 120-123.
7. **Щурик А.Г.** Искусственные углеродные материалы. – Пермь, 2009. – 340 с.