

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yared G., Kulkarni G.K., Ghossayn F. An in vitro study of the torsional properties of new and used K3 instruments // *Int Endod J.* 2003. №36. P. 764-769.
2. Ray J. J., Kirkpatrick T. C., Rutledge R. E. Cyclic fatigue of endosequence and K3 rotary files in a dynamic model // *J Endod.* 2007. №33 (12). P. 1469-1472.
3. Bahia M. G. A., Melo M. C. C., Buono V. T. L. Influence of cyclic torsional loading on the fatigue resistance of K3 instruments. // *Int Endod J.* 2008. №41. P. 883-891.
4. Gambarini G., Grande N.M., Plotino G., Somma F., Garala M., De Luca M., Testarelli L. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods // *J Endod.* 2008. №34 (8). P. 1003-1005.
5. Melo M. C. C., Pereira E. S. J., Viana A. C. D., Fonseca A. M. A., Buono V. T. L., Bahia M. G. A. Dimensional characterization and mechanical behaviour of K3 rotary instruments // *Int Endod J.* 2008. №41. P. 329-338.
6. Kell T., Azarpazhooh A., Peters O.A., El-Mowafy O., Tompson B., Basrani B. Torsional profiles of new and used 20/06 GT series X and GT rotary endodontic instruments // *J Endod.* 2009. №35 (9). P. 1278-1281.
7. Park S-Y., Cheung G. S. P., Yum J., Hur B., Park J-K., Kim H-C. Dynamic torsional resistance of nickel-titanium rotary instruments // *J Endod.* 2010. №36 (7). P. 1200-1204.
8. Testarelli L., Grande N. M., Plotino G., Lendini M., Pongione G., De Paolis G., Rizzo F., Milana V., Gambarini G. Cyclic fatigue of different nickel-titanium rotary instruments: a comparative study // *The Open Dentistry Journal.* 2009. №3. P. 55-58.
9. Kim H-C., Yum J., Hur B., Cheung G. S. P. Cyclic fatigue and fracture characteristics of ground and twisted nickel-titanium rotary files // *J Endod.* 2010. №36 (1). P. 147-152.
10. Plotino G., Grande N. M., Cordaro M., Testarelli L., Gambarini G. A review of cyclic fatigue testing of nickel-titanium rotary instruments // *J Endod.* 2009. №35 (11). P. 1469-1476.
11. Plotino G., Grande N.M., Cordaro M., Testarelli L., Gambarini G. Influence of the shape of artificial canals on the fatigue resistance of NiTi rotary instruments // *Int Endod J.* 2010. №43. P. 69-75.
12. Johnson E., Lloyd A., Kuttler S., Namerow K. Comparison between a novel nickel-titanium alloy and 508 Nitinol on the cyclic fatigue life of ProFile 25/04 rotary instruments // *J Endod.* 2008. №34 (11). P. 1406-1409.
13. Gao Y., Shotton V., Wilkinson K., Phillips G., Johnson W. B. Effects of raw material and rotational speed on the cyclic fatigue of ProFile Vortex rotary instruments // *J Endod.* 2010. №36 (7). P. 1205-1209.
14. Kramkowski T. R., Bahcall J. An in vitro comparison of torsional stress and cyclic fatigue resistance of profile GT and profile GT series X rotary nickel-titanium files // *J Endod.* 2009. №35. P. 404-407.
15. Larsen C. M., Watanabe I., Glickman G. N., He J. Cyclic fatigue analysis of a new generation of nickel titanium rotary instruments // *J Endod.* 2009. №35. P. 401-403.
16. Al-Hadlaq S. M. S., AlJarbou F. A., AlThumairy R. I. Evaluation of cyclic flexural fatigue of m-wire nickel-titanium rotary instruments // *J Endod.* 2010. №36 (2). P. 305-307.
17. Cunha da Peixoto I. F., Pereira E. S. J., da Silva J. G. et al. Flexural fatigue and torsional resistance of ProFile GT and ProFile GT series X instruments // *J Endod.* 2010. №36. P. 741-744.
18. Iqbal M. K., Floratos S., Hsu Y. K., Karabucak B. An in vitro comparison of ProFile GT and GTX nickel-titanium rotary instruments in apical transportation and length control in mandibular molar // *J Endod.* 2010. №36. P. 302-304.
19. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal // *Dent Clin North Am.* 1974. №18. P. 269-296.
20. Беляева Т. С., Ржанов Е. А. Конструктивные особенности вращаемых (ротационных) эндодонтических инструментов // *Эндодонтия.* 2010. №4 (3-4). С. 3-12.
21. Chow D. Y., Stover S. E., Bahcall J. K., Jaunberzins A., Toth J. M. An in vitro comparison of the rake angles between K3 and ProFile endodontic file systems // *Journal of Endodontics.* 2005. №31 (3). P. 180-182.
22. Sonntag D. Schneidengeometrie und Effizienz voll-rotierender Nickel-Titan-Feilen // *Endodontie.* 2003. №12. S. 229-241.

Реалии и перспективы применения плазмы в медицинских целях. Плазменная стоматология. Новые инновационные проекты. Прогнозы применения плазмотрона в эндодонтии

Эндодонтия – одна из сложнейших и динамично развивающихся областей современной стоматологии. Непосредственно от качества работы врача-эндодонтиста зависит сохранность зуба, успех дальнейших реставрационных работ. От врача требуются широкие знания о современных технологиях и методиках, конечно же – с возможностью и умением грамотного использования современного оснащения кабинета оборудованием, инструментарием, материалом, а еще – ювелирная техника, соблюдение строгой последовательности действий, терпение.

В зависимости от степени повреждения пульпы зуба (негерметичное пломбирование, травмы и пр.) происходит воспаление, возникновение силь-

ной боли и даже некроз пульпы. Смесь некротизированных тканей, бактерий, токсинов, находящихся внутри замкнутого пространства – кариозной полости, канала зуба, может быть удалена лишь при эндодонтическом лечении или удалении зуба. При отсутствии адекватного лечения продукты жизнедеятельности бактерий, остатки погибшей ткани, медиаторы воспаления, продукты распада пульпы, являясь сильнодействующими раздражителями, быстро проникают из корневого канала в окружающую костную ткань в области верхушки корня зуба, вызывая длительно текущее воспаление периодонта, резорбцию околокорневой кости. Продолжительный хронический бактериальный очаг острого воспаления (вследствие невозмож-

ности оттока экссудата) со свойственной ему болезненностью приводит к образованию гранулем и кист, а иногда к возникновению (апикального) абсцесса. Эти процессы влияют на работу сердца, сосудов, печени, почек и т. д.

Важнейшей составляющей эндодонтического лечения, обеспечивающей решение этих задач, является дезинфекция системы корневых каналов проблемного зуба. Некачественное антибактериальное очищение каналов предопределяет неуспех эндодонтического лечения, приводит к воспалениям не только самого зуба, но и окружающей его костной ткани, к ранней его потере.

Для эндодонтии, как составной части стоматологии, XXI столетие – это век революционного внедрения (абсорбции) в нее самых высоких инновационных технологий.

Для решения проблем качества и надежности эндодонтического лечения используются все (часто в комплексе) современные достижения науки и техники, основанные на результатах физико-химических, биологических и материаловедческих исследований, которые базируются на фундаментальной науке, на данных, полученных с помощью современной компьютерной техники, развитого программного обеспечения, на результатах испытаний и исследований в передовых лабораториях мира. Прикладное значение фундаментальной науки трудно переоценить, она – генератор инноваций.

Одними из современных научных исследований и инженерных изысканий являются научные направления, связанные с плазмой, с плазменными технологиями.

Умение управлять и использовать плазму – четвертую форму существования материи (после твердой, жидкой и газообразной) – многообещающе для различных целей. Это – промышленность, космос, социально-бытовая сфера, медицина и пр. В фокусе внимания медиков, в том числе стоматологов, находятся стерилизационные свойства плазмы, сулящие решение многих актуальных задач, позволяющих прогнозировать и обеспечивать успех лечения при различных заболеваниях. Этим объясняется тот факт, что в конце XX – начале XXI века появляется термин «плазменная медицина», а в начале XXI века – «плазменная стоматология». Новые направления исследований ученых развиваются на стыке физики и химии плазмы с биологией и медициной. У истоков обоих научно-исследовательских направлений стояли (и стоят) наши соотечественники, но вот реализуют прикладные проекты – создают оборудование и аппараты для лабораторных экспериментов – западные коллеги, в лучшем случае – при сотрудничестве с российскими учеными. А ведь в поиске решений задействованы лаборатории таких наших мощных научных институтов, как Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии (г. Оболенск), Государственный научный центр РФ ТРИНИТИ (г. Троицк), ГУ НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Н.Ф. Гамалеи (Москва), Московский инженерно-физический институт и др.

Напомним, что плазма – это ионизированный газ. В природе его температура доходит до тысячи градусов Цельсия. Горячая плазма достаточно давно

и регулярно используется для стерилизации хирургического (и не только) оборудования. В фокус научных разработок ученых и исследователей медицинской сферы попало детальное изучение сложнейших физико-химических и биологических механизмов взаимодействия плазмы с клетками, микроорганизмами и другими биологическими объектами; поиск возможности получения и использования безопасной для человека низкотемпературной плазмы; оказание целенаправленного неразрушающего медицинского воздействия на патологический очаг.

Разработка методики получения низкотемпературной воздушной плазмы атмосферного давления и исследования ученых подтверждали, что с ее помощью можно контролировать, стимулировать, катализировать и диагностировать сложные биологические процессы в живых тканях и организмах. Обработка живых тканей в плазме способна оказывать желаемый терапевтический эффект при стерилизации и заживлении ран, остановке кровотечения, при лечении ряда кожных заболеваний и пр. Обработка поверхности безопасным холодным (ближе к комнатной температуре – до 35–40 градусов Цельсия) плазменным излучением применительно к человеку сможет позволить медикам эффективно бороться с бактериями, микроорганизмами, биопленкой. При стерилизации живых тканей необходимо подобрать такие условия разряда, в которых погибают все болезнетворные микроорганизмы, при этом живая ткань остается неповрежденной. Была активно начата разработка генераторов низкотемпературной (холодной) плазмы, в том числе газоразрядной, содержащей заряженные частицы (электроны и ионы), нейтральные частицы (атомы и молекулы) и некоторые активные продукты плазмохимических реакций, ультрафиолетовое и в ряде случаев рентгеновское излучение. В отличие от традиционных способов стерилизации такая плазма, имеющая широкий спектр агентов стерилизации (заряженные частицы, высоковольтные нейтралы, активные продукты плазмохимических реакций и пр.), способна окислять микроорганизмы, разрушать оболочки и ДНК бактерий и вирусов. Оставаясь холодной, она не разрушает термочувствительные материалы (а, следовательно, ткани человека). Установка должна быть способной эффективно воздействовать на микробы за короткий период, значительно, до нескольких минут, сокращая время стерилизации. Встала задача: в отличие от стерилизующих устройств на основе ускорителей заряженных частиц, плазменные стерилизационные установки не должны являться источником радиационной опасности, требовать специальных помещений и специально подготовленного персонала; они должны быть экологически безопасными, иметь низкое энергопотребление и малую стоимость. В лабораторных условиях ученые, проводя эксперименты, испытывая схемы, разрабатывая конструкции приборов, определяя степень выживаемости бактерий во время различных режимов, добились существенного прогресса. Они подтвердили: плазменная обработка потенциально может приводить к разрушению материалов в местах контакта плазмы и обрабатываемой поверхности; холодная

плазма является эффективным средством борьбы с инфекциями, инактивации различных патогенных микроорганизмов, спор. Плазменная обработка влияет на жизнеспособность модельной и природной биопленки.

Вновь предлагаемые учеными источники холодной плазмы при атмосферном давлении смогут найти широкое применение в медицине, в защите промышленных материалов от биоповреждений и биокоррозии, дезинфекции пищевых продуктов и продовольственного сырья, очистки систем водоподдачи от патогенов и токсикантов, обработки тканей, полимерных пленок, почтовых конвертов, пластиковых карточек (как часть антитеррористических программ). На основе плазменных генераторов (плазмотронов) могут быть разработаны уникальные устройства для космических станций, в частности оборудование для обеспечения карантина и микробиологической безопасности в жилых отсеках космических аппаратов, гермопомещений с искусственными физиологически активными дыхательными средами и в других областях.

Неудивительно, что выводы и достижения были привлекательны для специалистов во многих направлениях медицины. А уж для стоматологии и тем более эндодонтии – исключительно. Но... исследования ученых до поры до времени не касались стоматологии (или об этом умалчивалось).

И вот... в середине декабря 2011 года в интернет-источниках появилось интереснейшее сообщение из США. Инженеры Университета Миссури (город Колумбия, штат Миссури) успешно испытали в лабораторных условиях «плазменную кисть» (Painless Plasma Brush), которая может уже через пару лет стать в кабинете стоматолога столь же привычной, как и бормашина. По заверению разработчиков, при использовании «плазменной кисти» пациент не чувствует боли, плазменная струя (возникающая на выходе кисти) дезинфицирует обрабатываемую поверхность, убивает все бактерии в кариозной полости, обеспечивая ее стерильность. Подчеркивается особое значение изобретения для применения в эндодонтии во время терапевтического лечения: под воздействием плазменной струи меняется структура поверхностных тканей зуба (поверхности препарируемых полостей) так, что улучшается адгезия с пломбирующими материалами, пломбы делаются долговечнее. В ходе лабораторных испытаний полная очистка одного зуба занимает менее 30 секунд, при этом плазма убивает все бактерии в кариозной полости, обеспечивая ее стерильность.

Клинические испытания должны начаться в самое ближайшее время. В испытаниях принимает участие компания Nanova Inc., разработчик стоматологического плазмотрона. Интересны приводимые профессором Хао Ли – изобретателем данной технологии – статистические данные, подтверждающие актуальность проекта для терапевтических целей, в частности для лечения кариеса:

- только в США исправление последствий кариеса оценивается в \$50 млрд;
- ежегодно в США осуществляется около 200 млн зубных реставраций, повторное пломбирование зубов составляет 75% всех манипуляций, выполняемых стоматологами;

– зуб может выдержать две-три реставрации. Чаще всего пломбы из-за некачественного пломбирования держатся не более пяти-семи лет. Думается, что наша «плазменная кисть», создавая на поверхности соприкосновения химические реакции, оказывающие дезинфекцию и очистку полостей для пломбирования, позволит значительно увеличить стойкость пломб; ожидается, что срок службы пломбы увеличится в среднем на 60%.

Господин Qingsong – адъюнкт-профессор механической и аэрокосмической инженерии из Университета Миссури, и Мэн Чен – главный ученый из фирмы Nanova Inc., подтвердили, что лабораторные исследования не выявили побочных эффектов использования «плазменной кисти». В настоящее время разработчики аппарата готовят необходимые документы для проведения клинических испытаний с участием пациентов.

Современные методики выявления патогенных микроорганизмов позволили глубже узнать о составе микрофлоры инфицированных каналов, что способствовало поиску, разработке, повышению эффективности применяемых методик дезинфекции (с использованием медикаментозных и механических методов, УЗВ, лазера, озонирования и др.). Особое внимание ученых и клиницистов приковано к разрушению биопленки – структурированного скопления бактерий, обладающих чрезвычайной устойчивостью к внешним воздействиям. Бактериальные скопления находятся в защитной липкой матрице полисахарида, вырабатываемого микроорганизмами. Биопленка приклеивается к поверхностям (стенкам) корневых каналов, продукты ее жизнедеятельности способны проникать и внутрь дентинных канальцев. Эндодонтические процедуры, направленные на трехмерное внутриканальное очищение, должны разрывать любую биопленку, разрушать ее матрицу, удалять (или инактивировать) зараженную массу из полости каналов (независимо от его разветвленности и архитектоники). Сможет ли плазменное воздействие справиться с этими задачами, ведь для стерилизации живых тканей организма необходимо подобрать такие условия разряда, в которых погибают все болезнетворные микроорганизмы? При этом живая ткань должна остаться неповрежденной.

Безусловно, лишь успешные результаты клинических испытаний на человеке в различных клинических ситуациях; выбор, установка и уточнения параметров оптимальных режимов работы плазмотрона (допустимых и безопасных при врачебных манипуляциях во рту у пациента); калибровка, обеспечивающая надежное выполнение стерилизационных задач при различных эндодонтических патологических состояниях, позволят разработчикам говорить о целесообразности и возможности скорого внедрения в стоматологическую практику прибора, базирующегося на плазменной технологии; позволят рекомендовать такой прибор врачам-клиницистам как незаменимый в эндодонтической практике. А это уже будет означать, что появится понятие «плазменная эндодонтия».

Материал подготовила Галина Масис