

И.М. Рабинович,
профессор, руководитель отдела
терапевтической стоматологии

Н.А. Дмитриева,
к.м.н.

С.А. Голубева,
аспирант

Отделение кариеологии и эндодонтии,
лаборатория микробиологии ЦНИИС и ЧЛХ,
Москва

Антимикробная эффективность фотоактивируемой дезинфекции корневых каналов (in vitro)

По данным различных источников, посещения врача-стоматолога по поводу заболевания пульпы и периодонта составляют до 35% от всех посещений [2], а воспалительный процесс в периодонте у пациентов старше 50 лет является причиной удаления зубов более чем в 50% случаев [3].

Успех эндодонтического лечения зубов определяется тщательной механической обработкой с использованием современных ротационных Ni-Ti инструментов, медикаментозной обработкой и дальнейшей трехмерной герметичной obturацией корневого канала.

Медикаментозная обработка канала предполагает полное устранение бактерий и их токсинов [5, 10, 15]. На сегодняшний день для ирригации корневого канала наиболее часто используются 0,5–5,5% растворы гипохлорита натрия и 2% хлоргексидина глюконата. Гипохлорит натрия (NaOCl) оказывает бактерицидный и протеолитический эффекты. Следует помнить, что попадание раствора гипохлорита натрия высокой концентрации на слизистую оболочку рта и выведение в периодонт вызывает химические ожоги тканей. Эффективность медикаментозной обработки раствором гипохлорита натрия

во многом определяется его концентрацией, временем нахождения в канале зуба и температурой. Однако при нагревании выше 37°C стабильность раствора падает, соответственно, ирригация корневого канала должна проводиться часто и большими порциями. По результатам исследований антибактериальной эффективности гипохлорита натрия [18] доказано, что экспозиция должна продолжаться не менее 10 мин, чтобы оказать бактерицидное действие в отношении резистентных микроорганизмов. Дж. Кантаторе [17] и многие другие авторы рекомендуют сочетать раствор гипохлорита натрия с пассивной УЗИ-обработкой.

Во многих исследованиях встречаются данные об антибактериальном эффекте хлоргексидина в концентрации 2%, доказано устранение 100% *Streptococcus mutans* и 78% анаэробных микроорганизмов при использовании 2% раствора хлоргексидина [19]. Также подтвержден дезинфицирующий эффект хлоргексидина в дентинных канальцах [21], выявлен противогрибковый эффект относительно *Candida albicans* (Nakan Sen, 2002). Поскольку хлоргексидин не растворяет органические ткани, рекомендуется чередовать

его с раствором NaOCl. При смешивании хлоргексидина и гипохлорита натрия происходит химическая реакция с образованием осадка, окрашивающего зуб в бурый цвет. Поэтому после хлоргексидина необходимо промывать корневые каналы дистиллированной водой. Многоэтапность, длительность и трудоемкость медикаментозной обработки корневых каналов делают ее не всегда эффективной, что впоследствии может стать причиной неудачного эндодонтического лечения.

В последние годы в медицине с успехом используется метод фотодинамической терапии (ФДТ), основанный на сочетанном применении лазерного излучения и веществ, называемых фотосенсибилизаторами, которые обладают избирательной чувствительностью к излучению в оптическом диапазоне с определенной длиной волны. Фотодинамическая реакция происходит при совпадении зоны избирательной чувствительности фотосенсибилизатора и длины волны источника света, которым он активируется. Катализатором реакции является присутствующий в живых биологических тканях кислород. Суть ФДТ состоит в избирательном повреждении патологически изменен-

ных клеток, которые обрабатываются фотосенсибилизатором с последующей его активацией лазерным излучением.

В литературе имеются данные, подтверждающие антимикробную эффективность метода фотодинамического воздействия на патогенную микрофлору инфекционного очага [4, 13, 20]. Получены положительные результаты лечения гнойных заболеваний мягких тканей, трофических язв [8] и синуситов [6]. Также доказана эффективность применения ФДТ для лечения язвенной болезни желудка, ассоциированной с микроорганизмом *Helicobacter pylori* [7].

Выявленный антибактериальный эффект ФДТ лег в основу использования данного метода в стоматологии, в частности в пародонтологии [9], эндодонтии [15, 16] и при лечении кариеса зубов [12].

По существу ФДТ — новое направление антимикробной терапии. Метод в равной степени губителен для бактерий, простейших, грибов и вирусов. Учитывая, что поражающий эффект фотохимического процесса обусловлен свободнорадикальными реакциями, практически исключено развитие микробной резистентности. Бактерицидное действие носит локальный характер и ограничено зоной облучения сенсибилизированных тканей [11]. Таким

образом, ФДТ в ближайшем будущем может стать существенным дополнением традиционным методам антибактериального воздействия.

В последние годы стали появляться данные о рецидивах после успешного эндодонтического лечения, периапикальных осложнениях, связанных с устойчивостью к медикаментозной обработке таких микроорганизмов, как *St. aureus*, *C. albicans*, *Ent. faecalis* и *E.coli*. Поэтому мы поставили перед собой задачу по изучению эффективности фотодинамического воздействия на группу условно-патогенных видов микроорганизмов *St. aureus*, *C. albicans*, *E. faecalis* и *E. coli*. Микроорганизмы этой группы достаточно часто выделяют при воспалительных заболеваниях пульпы и периодонта. Они агрессивно воздействуют на ткани периодонта и наиболее резистентны к различным методам медикаментозной обработки корневых каналов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве источника излучения применяли лазерный диодный аппарат «Lazurit» (Великобритания), лазерный аппарат с гибким волоконным световодом «Латус-04» (Россия) и светодиодную лампу «FotoSan» (Дания). В работе

использовали фотосенсибилизаторы гель «Фотодитазин» и толуидиновый синий. Исследования носили лабораторный характер и проводились в условиях *in vitro*.

Эффективность фотодинамического воздействия определяли на лабораторных штаммах *St. aureus*, *C. albicans*, *E. faecalis* и *E. coli*. Суточные культуры микроорганизмов в разведении 1:1000 высевали в чашках Петри с селективными питательными средами. Посевы подсушивали в термостате и затем облучали в присутствии фотосенсибилизатора и без него. После облучения чашки помещали в термостат при 37°C на сутки. Для контроля использовали 0,05% раствор хлоргексидина биглюконата. Учет результатов проводили через 24 ч путем измерения зоны задержки роста в области светового воздействия.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В первую очередь мы изучили эффективность светового излучения без применения фотосенсибилизаторов. Однако лишь обработка лазерным излучением рекомендованной безопасной продолжительности любого из 3 аппаратов оказалась совершенно неэффективной. Аналогично 24-часовая выдержка

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ АППАРАТОВ «LAZURIT», «ЛАТУС-04» И «FOTOSAN» В ПРИСУТСТВИИ ГЕЛЯ «ФОТОДИТАЗИН» И ТОЛУИДИНОВОГО СИНЕГО

Аппарат	Фотосенсибилизатор	Время выдержки, мин	Время облучения, мин	Зона задержки роста, мм			
				<i>St. aureus</i>	<i>C. albicans</i>	<i>Ent. faecalis</i>	<i>E. coli</i>
Lazurit	Толуидиновый синий	1	1	*	0,0	1,5	*
			3	*	0,0	1,5	*
			5	0,0	1,5	1,5	1,5
	Фотодитазин	2	1	1,5	1,5	2,5	*
			3	1,5	1,5	2,5	*
			5	1,5	2,0	2,5	*
Латус-04	Толуидиновый синий	5	1	0,0	*	2,0	0,0
			3	1,5	*	2,0	0,0
			5	1,5	*	2,0	0,0
	Фотодитазин		1	3,0	2,0	5,0	0,0
			3	3,0	2,0	7,0	2,0
			5	4,0	3,0	9,0	2,5
FotoSan	Толуидиновый синий	1	0,5	8,0	8,0	8,0	17,0
			1	8,0	15,0	13,0	17,0
	Фотодитазин	5	1	0,0	6,0	1,5	9,0
			3	1,5	8,0	5,0	9,0

Примечание: * — сомнительная реакция.

культур в присутствии фотосенсибилизаторов рекомендованной безопасной концентрации не сказалась на темпах роста культур.

В основной части эксперимента мы провели сравнительное изучение эффективности антибактериального воздействия излучения аппаратов в присутствии фотосенсибилизаторов (см. таблицу).

При исследовании воздействия излучения диодного лазера «Lazurit» с длиной волны 635 нм и выходной мощностью 100 мВт время выдержки толуидинового синего согласно рекомендации производителя составляло 1 и 3 мин, время лазерного воздействия — 1, 3 и 5 мин. С гелем «Фотодитазин» время выдержки и воздействия лазера — по 2 мин.

С толуидиновым синим наилучший эффект был достигнут при максимальной выдержке и времени воздействия на все культуры, кроме *E. coli*, рост которых был подавлен лишь в при-

сутствии геля «Фотодитазин». Устойчивость микроорганизмов к обработке уменьшалась в ряду *St. aureus*—*E. coli*—*C. albicans*—*Ent. faecalis*.

При испытании аппарата «Латус-04» с длиной волны 661 нм и мощностью 400 мВт время экспозиции фотосенсибилизатора — 5 мин, продолжительность облучения — 1, 3 и 5 мин. С толуидиновым синим заметное торможение наблюдали лишь в культуре *Ent. faecalis*, а наилучшие результаты получили с гелем «Фотодитазин» при максимальном времени выдержки. Устойчивость микроорганизмов к обработке уменьшалась в ряду *E. coli*—*C. albicans*—*St. aureus*—*Ent. faecalis*.

Светодиодная лампа «FotoSan» (длина волны 625—635 нм) показала наилучшие в исследовании результаты как с толуидиновым синим, так и с гелем «Фотодитазин». Устойчивость микроорганизмов уменьшалась в ряду *St. aureus*—*Ent. faecalis*—*C. albicans*—*E. coli*.

ВЫВОДЫ

По результатам исследования *in vitro* видно, что наилучший антибактериальный эффект проявляется при обработке светодиодной лампой «FotoSan» с фотосенсибилизатором толуидиновым синим.

Полученные данные служат основанием для изучения эффективности ФДТ при лечении заболеваний пульпы и периодонта в эндодонтической практике.

Необходимы дальнейшие исследования, учитывающие индивидуальный состав микрофлоры в каналах у пациентов, условия ее развития после лечения, вероятность каталитического или ингибирующего влияния следовых количеств металлов, попадающих в канал при инструментальной обработке, а также лекарственных и вспомогательных средств.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Боровский Е.В. Клиническая эндодонтия. — М.: Стоматология, 1999. — 175 с.
2. Винниченко Ю.А. Разработка и совершенствование методов эндодонтического лечения заболеваний пульпы и периодонта постоянных зубов: Автореф. дис. ... д.м.н. — М., 2001. — 48 с.
3. Вялушкина Л.М., Стош В.И. Наш опыт применения депофореза гидроксида меди-кальция. — Стоматология 2001: Российский научный форум с международным участием. — М.: МГМСУ, 2001. — С. 152—153.
4. Гельфонд Б.Р. Инфекции и антимикробная терапия. — 2001. — Т. 3. — № 3. — С. 3—4.
5. Григорьян А.С., Максимовский Ю.М., Гаджиев С.С., Апокин А.Д. Эффективность подготовки корневых каналов к пломбированию с помощью различных методов их обработки. — *Клин. стоматол.* — 2004; 3: 22—6.
6. Емельяненко Л.А., Блоцкий А.А. Новости отоларингологии и логопатологии. — 2001. — С. 54—56.
7. Заблодский А.Н., Плавский В.Ю., Мостовников В.А. и др. Материалы междунар. конф. «Лазеры в биомедицине». — Мн., 2003. — С. 297—305.
8. Коробов У.М. Фотодинамическая терапия гнойных ран и трофических язв: Дис. ... д.м.н. — М., 2001. — 178 с.
9. Кречина Е.К., Ефремова Н.В., Маслова В.В. Патогенетическое обоснование лечения заболеваний пародонта методом фотодинамической терапии. — *Стоматология.* — 2006; 4: 20—5.
10. Макеева И.М., Жохова Н.С., Туркина А.Ю. Лабораторная оценка различных методов обработки корневых каналов. — *Эндодонтия Today.* — 2004; 2: 54—6.
11. Наумович С.А., Плавский В.Ю., Петров П.Т., Кувшинов А.В. Новое в лечении заболеваний периодонта: фотодинамическая терапия. — *Совр. стоматол.* — 2007; 2.
12. Рабинович И.М., Щербо С.Н., Величко И.В. Динамика изменения микрофлоры кариозной полости после применения фотодинамической терапии. — *Клин. стоматол.* — 2010; 4: 72—4.
13. Яшуцкий Д.В. Исследование антибактериальной активности фотодинамической терапии с новым фотосенсибилизатором хлороинового ряда в эксперименте *in vitro*. — *Лазер. медицина.* — 2002; 6 (1): 44—7.
14. Akdeniz B.G., Koparal E., Sen B.H., Ateş M., Denizci A.A. Prevalence of *Candida albicans* in oral cavities and root canals of children. — *ASDC J Dent Child.* — 2002; 69 (3): 235, 289—92.
15. Bonsor S.J., Nichol R., Reid T.M., Pearson G.J. Microbiological evaluation of photo-activated disinfection in endodontics (an *in vivo* study). — *Br Dent J.* — 2006; 200 (6): 337—41.
16. Bonsor S.J., Nichol R., Reid T.M., Pearson G.J. An alternative regimen for root canal disinfection. — *Br Dent J.* — 2006; 201 (2): 101—5.
17. Cantatore G. Ирригация корневых каналов и ее роль в очистке и стерилизации системы корневых каналов. — *Новости Дент-сплай.* — 2004; 10.
18. Heling I., Rotstein I., Dinur T., Szwec-Levine Y., Steinberg D. Bactericidal and cytotoxic effects of sodium hypochlorite and sodium dichloroisocyanurate solutions *in vitro*. — *J Endod.* — 2001; 27 (4): 278—80.
19. Leonardo M.R., Tanomaru F.M., Silva L.A., Nelson F.P., Bonifácio K.C., Ito I.Y. *In vivo* antimicrobial activity of 2% chlorhexidine used as a root canal irrigating solution. — *J Endod.* — 1999; 25 (3): 167—71.
20. Maisch T., Szeimies R.M., Jori G., Abels C. Antibacterial photodynamic therapy in dermatology. — *Photochem. Photobiol. Sci.* — 2004; 3 (10): 907—17.
21. Vahdaty A., Pitt Ford T.R., Wilson R.F. Efficacy of chlorhexidine in disinfecting dentinal tubules *in vitro*. — *Endod Dent Traumatol.* — 1993; 9 (6): 243—8.