



Universidade de São Paulo

Biblioteca Digital da Produção Intelectual - BDPI

Departamento de Física e Ciências Materiais - IFSC/FCM

Artigos e Materiais de Revistas Científicas - IFSC/FCM

2012

Tecnologias emergentes para laserterapia, terapia fotodinâmica e fotodiagnósticos aplicados à odontologia

ImplantNews, São Paulo : VM Comunicações, v. 9, n. 1a, supl. esp., p. 68-74, 2012

<http://www.producao.usp.br/handle/BDPI/49634>

Downloaded from: Biblioteca Digital da Produção Intelectual - BDPI, Universidade de São Paulo

Tecnologias emergentes para laserterapia, terapia fotodinâmica e fotodiagnósticos aplicados à Odontologia

New technologies for laser therapy, photodynamic therapy and photodiagnosis applied to Dentistry

Mariana Torres Carvalho*
Igor Quadros Fernandes**
Hélio Eduardo Pizelli***
Daniel José Chianfrone****
Fernando de Moraes Mendonça Ribeiro*****
Vanderlei Salvador Bagnato*****

RESUMO

Esse artigo fala sobre as tecnologias emergentes disponíveis para o odontologista. Técnicas de fluorescência, tomografia por coerência óptica e terapia fotodinâmica que estão hoje disponíveis para médico e paciente, proporcionando conforto e tecnologia. Equipamentos e metodologias estão em pleno desenvolvimento. Equipamentos como o evidenciador de fluorescência, que possibilita um diagnóstico visual rápido e direto, permitindo observar lesões e infecções que não seriam visíveis a olho nu. E outras tecnologias, como a radiografia digital e a tomografia por coerência óptica, que permitem avaliar os tecidos bucais de forma não invasiva e com alta resolução. Ser capaz de promover descontaminação, antes de procedimentos cirúrgicos, pode diminuir em muitas vezes a incidência de infecções bacterianas em pacientes. O controle microbiano poder se tornar parte do protocolo padrão de tratamento, desde a descontaminação de tubos de respiração, de grande risco ao paciente, até a descontaminação bucal como forma de prevenção. Isso só é possível pois as técnicas de terapia fotodinâmica não tornam os microrganismos mais resistentes. A disponibilidade desses equipamentos e tecnologias, aliada a estudos e pesquisas direcionados para o desenvolvimento de protocolos clínicos, proporcionam ao médico bucomaxilo/odontologista acesso a metodologias modernas e seguras para diagnóstico e tratamento de diversas enfermidades. A saúde bucal da população vem melhorando cada dia mais e é de extrema importância ao profissional da área ser capaz de diagnosticar e tratar lesões em estágios iniciais. A prevenção é sempre o melhor tratamento e reconhecer as modificações estruturais que antecedem enfermidades é essencial.

Unitermos – Tecnologia biomédica; Terapia a *laser*; Terapia a *laser* de baixa intensidade; Fotoquimioterapia; Fluorescência.

ABSTRACT

In this article, we talk about the emerging technologies available to Dentistry. Fluorescence, optical coherence tomography and photodynamic therapy are techniques currently available for physicians and patients, providing comfort and technology. Equipment and methodologies are in full development. Equipments, as a fluorescence viewer, enable fast and direct visual diagnosis. That allows observe lesions and infections that would not be visible to the naked eye. Other technologies, such as digital radiography and optical coherence tomography, can assess the oral tissues non-invasively and with high resolution. If one promotes mouth decontamination before surgical procedure, the incidence of bacterial infections in patients can often decrease. The microbial control could become part of standard treatment protocol prior to any chirurgical intervention. From decontamination of breathing tubes to full oral decontamination, this could act as means of prevention. This is only possible because the photodynamic therapy does not turn the microorganisms more resistant. The availability of such equipments and technologies, combined with research toward the development of clinical protocols, provide the physician and dentist access to safe and modern methods for diagnosis and treatment of various diseases. The oral health of the population is improving day-by-day and it is extremely important to the health professional be able to diagnose and treat lesions in early stages. Prevention is always the best treatment and to recognize the structural changes that precede a disease is essential.

Key Words – Biomedical technology; Laser therapy; Laser therapy, Low-level; Photochemotherapy; Fluorescence.

*Pós-doutoranda em Biofotônica – Grupo de Óptica do Instituto de Física de São Carlos, IFSC-USP; Doutora em Física – UFPE.

**Mestrando em Engenharia Mecânica – EESC-USP, área de projetos mecânicos; Engenheiro da Computação – Laboratório de Apoio tecnológico, IFSC-USP.

***Engenheiro da Computação – Laboratório de Apoio Tecnológico, IFSC-USP; Técnico em Eletroeletrônica – Escola Senai Antônio Adolpho Lobbe.

****Graduação em Engenharia Elétrica – Laboratório de Apoio Tecnológico, IFSC-USP; Técnico Mecânica – ETE Paulino Botelho.

*****Engenheiro Mecânico e mestre em Engenharia Mecânica – EESC-USP.

*****Doutor em Física – Massachusetts Institute of Technology; Professor titular – Universidade de São Paulo, IFSC-USP.

Introdução

Assim como em muitas outras ciências da vida, a óptica e a biofotônica têm trazido modernização para a Odontologia graças a avanços tecnológicos. A utilização dos *lasers* e LEDs (*Light Emitting Diodes* – diodos emissores de luz) em procedimentos clínicos e cirúrgicos tem proporcionado tecnologia e maior conforto aos pacientes. Além de que, nos últimos anos, a saúde bucal da população tem melhorado muito, o que força os profissionais da área a se especializarem ainda mais para oferecer novos e melhores serviços.

Muitas tecnologias desenvolvidas com o auxílio da óptica já se encontram em uso, outras ainda em estágio de testes e experimentação. Para torná-las seguras e acessíveis para profissionais e pacientes, ainda é necessário comprometimento dos profissionais, assim como incentivo à pesquisa para determinação de protocolos seguros. Atualizar as técnicas e os profissionais é de extrema importância para melhorar ainda mais os serviços oferecidos na Odontologia.

São várias as áreas da Odontologia que estão se beneficiando dos avanços tecnológicos¹. *Lasers* de alta potência podem ser utilizados para procedimentos cirúrgicos, como instrumento de corte ou até mesmo substituindo as brocas mecânicas em algumas situações. *Lasers* de baixa energia são amplamente utilizados em terapias analgésicas, assim como os LEDs, podendo também ser utilizados para auxiliar a cicatrização ou na realização de alguns tratamentos bucais.

Os *lasers* de diodo, assim como os LEDs, são dispositivos semicondutores que emitem radiação óptica. Em suas estruturas, elétrons e buracos (ausência de elétrons) podem ser recombinados de forma a emitir fótons (partícula de luz) de determinado comprimento de onda. Diferenças na estrutura do dispositivo podem promover a emissão de luz em diferentes comprimentos de onda, quando estes são alimentados por uma corrente elétrica. Quando, no dispositivo, é constituída uma cavidade óptica, de forma que os fótons gerados estimulem a emissão de novos

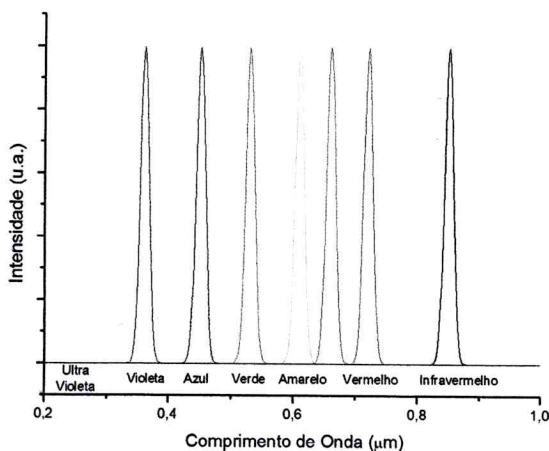


Figura 1

Espectro característico de alguns LEDs. Dependendo da construção do diodo e dos elementos utilizados, é possível obter luz em comprimentos de onda diferentes, cobrindo quase todo espectro de luz.

fótons, obtém-se uma radiação coerente, que caracteriza os *lasers*. Os *lasers* que têm direção e fase da onda determinados e seu espectro abrange menor faixa de comprimentos de onda, sua cor possuem melhor determinada. Se essa cavidade não é constituída, temos a emissão dos fótons de forma independente, o que caracteriza os LEDs. Neste caso, temos emissão em todas as direções, além de que uma faixa maior de comprimentos de onda pode ser emitida. Na Figura 1, temos o espectro característico de emissão de alguns LEDs. *Lasers* de diodo também podem ser construídos para emitir nessas faixas de comprimento de onda, mas seu espectro abrangeria menos comprimentos de onda (pico mais estreito).

Para cada instrumento, que emite luz em um comprimento de onda diferente, pode haver uma utilidade dentro das ciências da saúde. Podemos exemplificar alguns dos usos desses equipamentos na Odontologia, como na Tabela 1. No decorrer deste artigo será falado um pouco isto.

Discussão

Uma das áreas de interesse para o desenvolvimento de novos instrumentos e tecnologias é o controle microbiano. A boca é um ambiente muito propício para o desenvolvimento de bactérias e microrganismos, muitas vezes servindo como porta de entrada de várias infecções e reservatório de microrganismos oportunistas que podem ser muito prejudiciais à saúde. O uso de antibióticos pode tornar os microrganismos mais resistentes. As técnicas que utilizam ação fotodinâmica entre medicamentos e luz envolvem processos oxidativos seletivos aos microrganismos que se deseja combater. Elas são bastante eficazes e, de forma geral, não têm as mesmas contraindicações dos antibióticos tradicionais.

A boca é foco de infecções quando o paciente se submete a intervenções cirúrgicas de várias naturezas. A descontaminação bucal é, em especial, importante ao se considerar pacientes com depressão do sistema imunológico (que pode ser por efeito colateral a outro tratamento), pacientes em UTI ou mesmo como procedimento pré-operatório.

A tecnologia que pode ser aplicada para esse princípio envolve o uso de um agente fotossensibilizador (PS) e a iluminação com luz em comprimentos de onda determinados. Essa interação é conhecida como terapia fotodinâmica (Photodynamic Therapy – PDT) e depende



Figura 2

Ciclo de ação para realização de PDTA.

TABELA 1 – LISTA COM ALGUMAS DAS TECNOLOGIAS DESENVOLVIDAS PELA BIOFOTÔNICA APLICADAS NA ODONTOLOGIA

Área	Instrumento	Finalidade
Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial	Lasers: CO ₂ ; Nd:YAG; Er:YAG; Argônio; Diodo	Cirurgias em tecidos moles, como instrumento de corte e ablação de tecidos duros.
Diagnóstico	Laser ou LEDs: AlGaInP (635-780 nm); AlGaAs (780-830 nm); InGaAs (940 nm) Laser ou LEDs: ultravioleta; azul Laser ou LEDs: argônio; diodo (vários comprimentos de onda) Fontes de luz de baixa coerência no infravermelho	Pós-cirúrgico imediato e mediato para analgesia e estimular a cicatrização de tecidos traumatizados. Diagnóstico por fluorescência para observar áreas desmineralizadas, cáries, rachaduras ou infecção bacteriana. A imagem digital por transiluminação por fibra óptica pode mostrar variações de absorção e espalhamento dos tecidos duros, detectando lesões no esmalte e na dentina. Identificação precoce de doenças da gengiva ou cáries, através da observação de imagens feitas por tomografia por coerência óptica (OCT).
Implantodontia, prótese e dentística restauradora	Laser ou LEDs: violeta; azul Laser ou LEDs: AlGaInP (635-780 nm); AlGaAs (780-830 nm); InGaAs (940 nm)	Clareamento dental fotoacelerado; fotopolimerização de materiais resinosos. Analgésia e desinflamação nas mucosas; pré e pós-anestésico; hipersensibilidade dentinária; sensibilidade pós-clareamento dental; aceleração de osseointegração; alívio do desconforto causado pelo fio retrator pós-moldagem.
Periodontia	Laser ou LEDs: comprimento de onda dependente do fotossensibilizador utilizado Laser ou LEDs: comprimento de onda dependente do fotossensibilizador utilizado Laser ou LEDs: AlGaInP (635-780 nm); AlGaAs (780-830 nm); InGaAs (940 nm)	Controle microbiano; pós-preparo cavitário, para desinfecção da região; pré, trans e pós-cirúrgico; pré-cimentação de peças protéticas. Controle microbiano; pré e pós-raspagem periodontal.
Endodontia	Laser ou LEDs: comprimento de onda dependente do fotossensibilizador utilizado Laser ou LEDs: AlGaInP (635-780 nm); AlGaAs (780-830 nm); InGaAs (940 nm)	Diminuição da inflamação em gengivites; hipersensibilidade dentinária; analgesia e cicatrização. Drenagem de abscessos; pós-instrumentação do canal; reparo de lesões apicais e periapicais. Desinflamação pulpar.
Ortodontia	Laser ou LEDs: AlGaInP (635-780 nm); AlGaAs (780-830 nm); InGaAs (940 nm)	Alívio da dor após ativação do dispositivo; estimulação para aposição e absorção óssea, acelerando a movimentação ortodôntica; cicatrização de lesões causadas por bráquetes; auxiliar na adaptação da ATM e musculatura.
Estomatologia	Laser ou LEDs: AlGaInP (635-780 nm); AlGaAs (780-830 nm); InGaAs (940 nm) Laser ou LEDs: Comprimento de onda dependente do fotossensibilizador utilizado.	Lesões de etiologia conhecida, tais como: afta, herpes simples e zoster, mucosites, língua geográfica, líquen plano. Infecções microbacterianas, tais como: herpes e candidose.
Oclusão	Laser ou LEDs: AlGaInP (635-780 nm); AlGaAs (780-830 nm); InGaAs (940 nm)	Coadjuvante no tratamento da Disfunção Temporomandibular (DTM) promovendo alívio da dor articular e muscular, melhora nos movimentos de abertura e fechamento bucal; analgesia em casos agudos e crônicos.

de diversos fatores, como ilustrado na Figura 2. No caso da ação antibacteriana, ela recebe o nome de terapia fotodinâmica antimicrobiana (Photodynamic Therapy Antimicrobial – PDTA)². Em primeiro lugar é necessário ter uma molécula capaz de absorver luz e transferir essa energia, de forma não radiativa, para outras moléculas, como o oxigênio molecular. Em seguida é necessário que esta espécie reativa de oxigênio, criada desta transferência de energia, esteja próxima de uma localidade biológica, onde sua reação oxidativa poderá causar um dano irreversível. Estes três ingredientes são essenciais para que ocorra a ação fotodinâmica com sucesso.

A ausência de um dos elementos inviabiliza a ação dos outros. A correta alocação do fármaco, que no caso é o fotossensibilizador, no local a ser tratado, e a iluminação podem ser melhores executadas se tivermos em mãos os instrumentos corretos. O oxigênio é mais difícil de ser manipulado, mas não é impossível. Em muitas aplicações de PDTA, saber

verificar que a correta intensidade de luz está sendo aplicada na região de interesse é muito importante. Em Odontologia, o enxágue geral da cavidade oral e a introdução localizada de fotossensibilizador são as formas mais adequadas. Já para a iluminação, a situação é um pouco mais sutil.

Uma das aplicações da PDTA consiste em promover descontaminação geral na boca. Neste caso, a boa iluminação da cavidade bucal exige instrumental adequado. De modo geral é preciso iluminação em semi-hemisférios, hemisfério total, lateral ou localizada. Um instrumento dessa natureza foi recentemente desenvolvido através de uma parceria Finep/Gnatus/USP³⁻⁵, Figura 3. Ele é constituído por um *kit* de três pontas com a finalidade de iluminar hemisférios ou regiões localizadas, de forma adequada à cavidade bucal; as Figuras 4 exemplificam sua utilização. Um detalhe importante das pontas intercambiáveis é a sua possibilidade de autoclavagem, aumentando a biossegurança em seu uso. Outra vantagem

desse equipamento é permitir a utilização de diferentes *lasers*/LEDs como fontes de iluminação.

A descontaminação bucal geral é uma técnica que deverá ganhar mais e mais adeptos no futuro próximo. Atualmente, o *kit* Finep/Gnatus/USP pode operar em diversos comprimentos de onda, facilitando seu uso com diferentes PS. Sua vantagem é diminuir algumas ordens de grandeza a quantidade de microrganismos nocivos localmente, o que evita o uso de drogas sistêmicas ou drogas locais que podem causar diversos efeitos colaterais. Em pacientes usuários de prótese, a descontaminação geral periódica pode ser fator importante no controle de fungos resistentes a fungicidas, dentre outros.

No caso das bolsas periodontais e de tratamentos endodônticos em canais radiculares, é necessário entregar o medicamento e a luz de forma adequada para obter o resultado desejado. O uso de uma seringa permite banhar a região com o fotossensibilizador, em forma líquida ou gel. Além da introdução do PS no local, o uso geral também é recomendado. Uma vez realizada a adequada administração do PS, a iluminação adequada também deve ser feita. Para que uma adequada iluminação atinja a região a ser tratada, a introdução de uma fibra para carregar a luz se faz necessária. É importante ressaltar que na maioria dos casos de tratamento de bolsas periodontais, a raspagem mecânica e a curetagem da área não são eliminadas. A PDTA vem para substituir a utilização dos medicamentos bactericidas tradicionais.

As fibras para aplicações em Periodontia devem ser flexíveis, não quebráveis e descartáveis. Por mais que se procure descontaminar fibras rígidas, elas seguram em sua estrutura microrganismos ou vestígios residuais. Nas Figuras 5 está apresentado um *laser* desenvolvido no Brasil com sistema de fibras adequado para aplicação de PDTA (MMOptics – Twin Laser)⁶. A intertroca de fibras traz a vantagem de ter o *laser* disponível para diversas aplicações. Nas Figuras 6 é exemplificado um caso clínico realizado pelo Dr. Gerdal R. de Sousa, imagens disponíveis no site da MMOptics⁷.

O *laser* da MMOptics permite o acoplamento de pontas de fibra óptica de diversos tipos. Um deles é um

sistema de fibras ópticas descartáveis, desenvolvido e patenteado pela empresa. As ponteiras ampliam os limites de aplicação dos *lasers*. Melhor desempenho e maior eficiência para tratamentos de Periodontia e Endodontia.

O ultrassom é um dos instrumentos mais empregados na Periodontia. A ação mecânica do ultrassom tem sido a forma mais eficiente de lidar com os problemas dessa natureza. Durante um procedimento com utilização do ultrassom ocorre sangramento, criando caminhos para que microrganismos oportunistas penetrem e causem diversas infecções. O controle microbiológico conjugado com o ultrassom pode apresentar muitas vantagens. Um equipamento recentemente desenvolvido por projeto especial USP/Gnatus^{3,8} combina em uma mesma plataforma ultrassom e PDTA. O fármaco fotossensível deve ser administrado previamente ao procedimento. A caneta de ultrassom, neste instrumento, apresenta a fonte de luz, conjugando o elemento transdutor produzindo um *spot* de aproximadamente 2 cm de diâmetro na região de contato. Com a utilização de 0,5 W de luz, atinge-se condições adequadas para a ação conjunta. As Figuras 7 apresentam imagens de alguns detalhes do instrumento e da sua utilização⁸.

A ação conjugada do ultrassom com a acelerada oxidação do biofilme parece facilitar a remoção das placas bacterianas. Apesar de ser um tema ainda em estudo, a combinação dessas duas tecnologias poderá promover a PDTA de forma bastante acentuada. Ao se combinar ultrassom com PDTA, os pacientes relatam considerável diminuição da sensação dolorosa do efeito do ultrassom. Os profissionais também relatam considerável diminuição do sangramento. Os estudos nesta área estão em progresso.

Além dos instrumentos para tratamento de infecções, há uma tecnologia moderna que permite visualização dos centros de infecção. Um instrumento originalmente desenvolvido para diagnóstico de câncer foi recentemente adaptado pela MMOptics com base em trabalhos da USP⁹, para visualização bucal. O aparelho Evince opera em 400 nm e observa a fluorescência de dentes e mucosas, possibilitando a visualização de detalhes antes não observáveis.

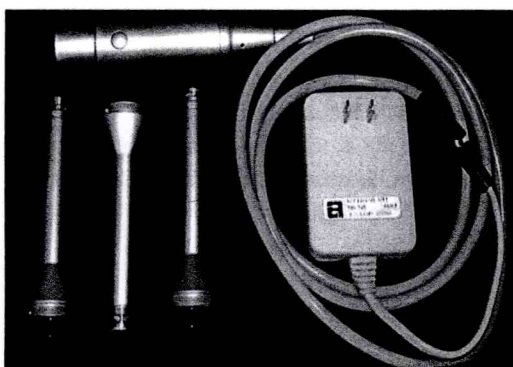


Figura 3

Kit Finep-Gnatus-USP com as três ponteiras.



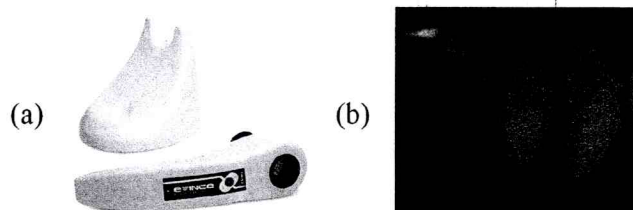
Figuras 4

Sequência de aplicação em um paciente, com a introdução do fotossensibilizador e iluminação no local. Experimentos realizados pelo grupo de Biofotônica IFSC-USP.



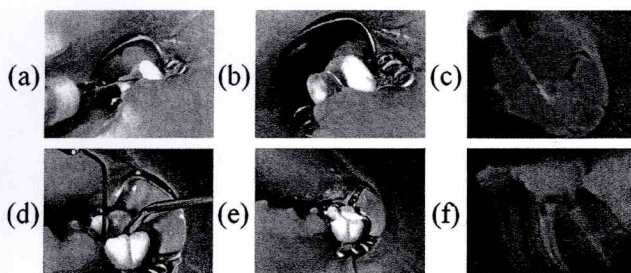
Figuras 5

TwinFlex Laser MMOptics e sistema de fibras em duas versões diferentes, detalhe para a fibra para PDT que pode ser acoplada ao sistema.



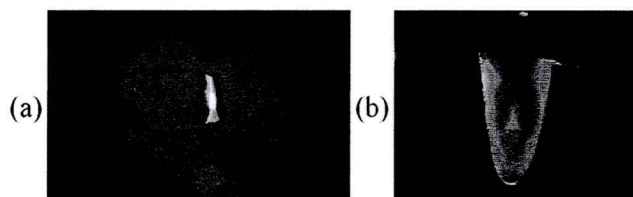
Figuras 8

(a) Equipamento Evinco da MMOptics. (b) Imagem mostrando como uma região desmineralizada é evidenciada pelo equipamento.



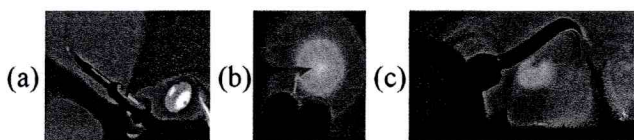
Figuras 6

Caso clínico apresentado no site da MMOptics com uso do TwinFlex Laser com fibra acoplada em Endodontia⁷. (a) Aplicação do fotossensibilizador; (b) Canal radicular com PS; (c) Aplicação do laser no local; (d) Irrigação com hipoclorito e drenagem do local; (e) Obtenção e restauração provisória; (f) radiografia final mostrando a região tratada.



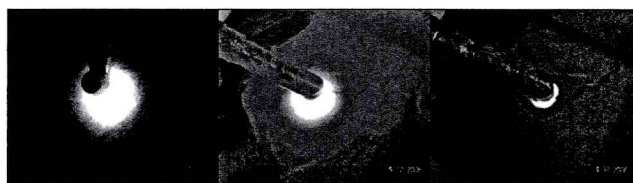
Figuras 9

(a) Imagem de transiluminação com LED verde; (b) Linhas principais separando a estrutura interna do dente canino de um cachorro¹⁰⁻¹¹.



Figuras 7

(a) Detalhes da ponteira do instrumento. (b) Visualização do spot de luz na região de aplicação do ultrassom, onde também será realizada a PDTA. (c) Aplicação da tecnologia na remoção de placa bacteriana⁸.



Figuras 10

Demonstração de como a luz de diferentes comprimentos de onda penetra e se distribui nos tecidos do rosto. Na sequência, aplicação de infravermelho, vermelho e verde. Quanto maior o comprimento de onda, maior a penetrabilidade.

A visão fluorescente da boca, com o aparelho tipo Evinco, constitui em uma dramática ampliação do poder visual e de diagnóstico para o dentista. Não apenas placas bacterianas podem ser evidenciadas, mas desmineralizações, microtrincas, cáries incipientes, lesões pré-malignas, dentre outros. Nas Figuras 8 temos o aparelho já em formato anatômico para uso em Odontologia e é apresentada a visualização de uma região desmineralizada; sua fluorescência é mais intensa, aparecendo como uma região mais clara.

O dentista, por ser o profissional que mais examina a boca das pessoas, incluindo as mucosas, o palato, o assoalho de boca, a língua etc., deveria ser o responsável por diagnosticar áreas suspeitas. Esse equipamento poderia ser utilizado para alcançar tal objetivo. No caso de neoplasias, ele também deveria ser o profissional que realiza o diagnóstico, com pedido de exames a laboratórios de patologia. Depois de confirmado o diagnóstico, ele encaminharia o paciente aos centros de oncologia, onde os médicos de cabeça e pescoço poderão atuar.

Outras técnicas baseadas em fluorescência e em espalhamento de luz podem ser utilizadas para geração de imagens e detecção de mudanças morfológicas nos dentes¹⁰⁻¹¹. No caso das técnicas de transiluminação por fibra óptica, falhas na homogeneidade em estruturas dentárias podem ser visualizadas. Esta consiste em iluminar através dos tecidos, no caso os dentes, e observar o padrão da imagem que se forma do outro lado. Diferenças da densidade ou na estrutura do dente irão ser notadas mais facilmente¹². As imagens obtidas podem ser digitalizadas e com pouco processamento se pode observar as camadas da estrutura dental. A visualização por iluminação transdental pode permitir o acompanhamento de um procedimento endodôntico em tempo real.

As Figuras 9 mostram as linhas principais separando a estrutura interna dental. Com o auxílio de processamento de imagens, já se consegue visualizar imagens com grande resolução. Ainda, a técnica esta aquém dos raios X, mas com avanço e facilidade de processamento de imagens, removendo ruídos, isto devera melhorar muito. De forma similar ao que pode ser visto com imagens de

raios X, a técnica de transiluminação permite o diagnóstico precoce da formação de cáries e não possui as contraindicações dos raios X, por se tratar de radiação ionizante.

Mas, não apenas as técnicas de fluorescência possibilitam o diagnóstico precoce. Outras tecnologias, como a tomografia por coerência óptica (*Optical Coherence Tomography – OCT*), permitem a visualização de imagens tomográficas de dentes e mucosas, permitindo a evidênciação de lesões, microfaturas e desmineralização, por exemplo¹³⁻¹⁴. Recentemente, entrou no mercado um equipamento baseado em tomografia óptica para diagnóstico bucal¹⁵. Essa tecnologia, muito utilizada na Oftalmologia, utiliza fontes de luz de baixa coerência para gerar imagens de tecidos e camadas internas de forma rápida e não invasiva. Esperamos que, em pouco tempo, essa tecnologia esteja disponível no mercado brasileiro e se torne mais uma arma contra as doenças bucais.

O diagnóstico por imagens radiográficas ainda é amplamente utilizado. As tecnologias atuais permitem a digitalização dessas imagens e a análise mais precisa das lesões visualizadas. O diferencial do OCT é permitir a visualização não somente dos tecidos duros, mas também dos tecidos moles¹⁶⁻¹⁷. Essa técnica permite a visualização de planos transversais ou de imagens tridimensionais da região. A desvantagem está na profundidade de visualização, limitada a aproximadamente 1 mm.

Apesar do dentista dos dias de hoje já realizar um pouco das atividades relacionadas com a terapia da dor, esse procedimento ainda é marginal e não está incorporado em seu currículo. Essa função do dentista moderno deve ser enfatizada e explorada durante a formação do profissional para que ele seja de fato muito atuante nessa área. Essas terapias são realizadas a *laser* e têm se expandido em todo o mundo. Normalmente, são chamadas de laserterapia de baixa potência e consistem em modificar certas reações metabólicas que levam ao alívio da dor¹⁸.

A aplicação de luz vermelha ou infravermelha ajuda acelerando o metabolismo celular, aliviando mais rapidamente dores relacionadas a inflamações ou processos de cicatrização. Existem muitos equipamentos disponíveis hoje no mercado que possibilitam esse uso e aplicação. Esse é o caso do equipamento da MMOptics apresentado anteriormente na Figura 5⁶. Além do uso descrito como fonte de iluminação para os tratamentos de PDT, esse equipamento pode ser adaptado para aplicar iluminação de baixa intensidade para analgesia e cicatrização¹⁹.

A penetração e distribuição da luz nos tecidos é um dos aspectos principais do sucesso da laserterapia. Quando incidimos um ponto de luz sobre o tecido, os processos de espalhamento levam aquela energia luminosa para um volume muito maior do que apenas o ponto de contato. Nas Figuras 10, observamos três diferentes comprimentos de onda (infravermelho 780 nm, vermelho 630 nm e verde 510 nm) penetrando e difundindo em uma peça anatômica humana (face de uma pessoa). É evidente a maior abrangência de

tecido com o infravermelho, comparado com a luz vermelha e verde, que tem penetração muito pequena. Esta distribuição espacial de luz depende da região a ser iluminada e o volume de tecido abrangido pela luz é que determina a ação fototerápica. Ao se desenvolver protocolos de laserterapia, é importante que o pesquisador tenha visão da distribuição de luz. Visando fazer este tipo de medida, foi desenvolvido um sistema composto de diversas fibras ópticas e um *laser* de prova. O sistema colocado no ponto de aplicação permite, através da coleta da luz espalhada, determinar o volume de tecido abrangido pela radiação. Desta forma, torna-se mais lógico e inteligente o desenvolvimento dos protocolos de laserterapia. Em um futuro não muito distante, os profissionais terão sistemas como este para poder medir a distribuição de luz e organizar sua própria forma de realizar a terapia, permitindo uma dosimetria de luz mais individualizada. Isto certamente eliminará problemas associados à variabilidade de paciente para paciente. Esta emergente tecnologia, no entanto, ainda está em desenvolvimento e precisa de mais pesquisas até chegar ao mercado. Mas, isto deverá ocorrer em um futuro muito breve.

Conclusão

Com o advento de modernas técnicas, o dentista também poderia atuar em outras áreas. Esse é o caso do tratamento fotodinâmico de pequenas lesões, que podem ser inclusive cancerosas. Visto que essas técnicas são seguras e não envolvem atos cirúrgicos de grande porte, a adoção dessa rotina poderia aliviar o atual sistema de saúde no que diz respeito ao tratamento de lesões desse tipo. A avaliação sobre o resultado final dessas intervenções deveria ser constantemente acompanhada por oncologistas. Além das lesões neoplásicas, muitas outras poderão ser tratadas regulamente pelos dentistas, como as estomatites, as candidíases etc.

A desinfecção bucal também teria muita utilidade no dia a dia hospitalar, por exemplo. Se antes de uma cirurgia os pacientes passassem por uma desinfecção bucal, haveria uma severa diminuição na ocorrência de infecção pós-cirúrgica. Pois, em muitos casos, o paciente é o próprio veículo da infecção.

Com o emprego das modernas técnicas de fluorescência óptica, a análise do estado mineral dos dentes permite saber se o desenvolvimento ósseo de uma criança está ocorrendo adequadamente. Da mesma forma que a atuação dos dentistas nas escolas mudou a saúde dos dentes, agora, esse profissional, com a ajuda dessas técnicas, poderia identificar de forma precoce problemas e propor ações corretivas ainda em tempo de criarmos gerações mais saudáveis de cidadãos. Essa prática poderia antecipar o diagnóstico de problemas graves que se manifestam na fase adulta.

Através da correta análise dos dentes é possível prevenir desequilíbrios que levam a doenças como a osteoporose. A visita periódica de adultos e idosos ao dentista moderno

poderia criar vias alternativas que minimizam esse problema. Nesse quesito, é preciso investir em técnicas modernas que medem a composição mineral dos dentes através de diferentes aspectos ou investigam a composição da saliva. Técnicas para a adoção desses procedimentos já estão disponíveis, mas sua utilização ainda é pequena.

Como foi apresentado, o profissional dentista, cirurgião-dentista ou médico bucomaxilofacial tem disponível muitas novas e fascinantes tecnologias e equipamentos. Aplicados em diagnóstico ou no tratamento, proporcionam comodidade, segurança e conforto para pacientes e médicos. Esperamos que com esse artigo, tenhamos apresentado o universo de novas possibilidades que se encontra disponível, ou deverá estar em breve para o profissional da área. As possibilidades são muitas, as aplicações são mais ainda.

A luz é (pode ser) utilizada para diagnosticar, tratar, cortar e até mesmo acelerar processos de cicatrização. Instrumentos como o *laser* e o LED têm tantas utilidades que um artigo de poucas páginas fica restrito a citar algumas aplicações, ficando sujeito a pecar por não mencionar todas as aplicações possíveis. Esperamos que esse artigo sirva de inspiração para os profissionais dentistas se interessarem em novas tecnologias e aplicações, de forma a melhorar ainda mais a saúde da população.

Nota de esclarecimento

Nós, os autores deste trabalho, não recebemos apoio financeiro para pesquisa dado por organizações que possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho. Nós, ou os membros de nossas famílias, não recebemos honorários de consultoria ou fomos pagos como avaliadores por organizações que possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho, não possuímos ações ou investimentos em organizações que também possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho. Não recebemos honorários de apresentações vindos de organizações que com fins lucrativos possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho, não estamos empregados pela entidade comercial que patrocinou o estudo e também não possuímos patentes ou royalties, nem trabalhamos como testemunha especializada, ou realizamos atividades para uma entidade com interesse financeiro nesta área.

Agradecimentos: os autores agradecem a Fapesp, Finep, Capes pelo apoio e suporte no desenvolvimento dos trabalhos e pesquisas. As empresas MMOptics e Gnatus, citadas nesse artigo, possuem projetos em parceria com a USP para o desenvolvimento de produtos e protocolos clínicos, com o financiamento de projetos Finep e BNDESC.

Endereço para correspondência:

Mariana Torres Carvalho (Grupo de Óptica, USP - Instituto de Física de São Carlos)
Av. Trabalhador Sancarlene, 400 - Centro - Cx. Postal 369
13560-970 - São Carlos - SP
Tel.: (16) 3373-9810 (ramal 227) - Fax: (16) 3373-9811
mariana.carvalho@ursa.ifsc.usp.br

Referências

- Jawad MM, AbdulQader TS, Zaidan BB, Zaidan AA, AbdulQader IT, Najji AW. An Overview: Laser Applications in Dentistry. *International Journal of Pharmacology* 2011;7(2):189-97.
- Daia T, Huang YY, Hamblin MR. Photodynamic therapy for localized infections - State of the art. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy* 2009;6(3-4):170-88.
- Gnatus - Produtos para Odontologia. Disponível em: <<http://gnatus.com.br>>. Acesso em: 15 de dezembro de 2011.
- Giusti JSM, Santos-Pinto L, Pizzolitto AC, Kurachi C, Bagnato VS. Effectiveness of Photogem activated by LED on the decontamination of artificial carious bovine dentin. *Laser Physics* 2006;16(5):859-864.
- Giusti JSM, Santos-Pinto L, Pizzolitto AC, Helmersson K, Carvalho-Filho E, Kurachi C et al. Antimicrobial photodynamic action on dentin using a light-emitting diode light source. *Photomedicine and Laser Surgery* 2008;26:281-7.
- MMOptics - Equipamentos para a área da Saúde. Disponível em: <<http://www.mmo.com.br>>. Acesso em: 15 de dezembro de 2011.
- de Souza G. Terapia fotodinâmica da desinfecção do sistema de canais radiculares em retratamento endodôntico. Disponível em: <http://mmo.com.br/pt/download_tecnote.php?tecnote=UERUX0VuZG9kb250aWFRHluX0dlcmRhbF9SLl9kZV9Tb3VzYS0xOS5wZGY=&id=74>. Acesso em: 15 de dezembro de 2011.
- Giusti JSM, Fontana CR, Guimarães OCC, Pinchemel LCP, Bagnato VS. Single equipment combines simultaneous application of mechanical ultrasound and photodynamic action for microbial control. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy* 2010;7:137-8.
- Araújo GS, Costa MM, Pereira LPC, Kurachi C, Bagnato VS. Diagnosis oral by optical fluorescence image system. *Dental Science* 2011;5:46-52.
- Figueiredo ACR, Kurachi C, Bagnato VS. Comparison of Fluorescence Detection of Carious Dentin for Different Excitation Wavelengths. *Caries Res* 2005;39:393-6.
- Figueiredo ACR. Viabilização da técnica de transluminação para avaliação da anatomia, alterações patológicas e presença de materiais em dentes [tese]. São Carlos: Universidade de São Paulo; 2008.
- Rochlen GK, Wolff MS. Technological Advances in Caries Diagnosis. *Dent Clin N Am* 2011;55:441-52.
- Freitas A, Amaral M, Rael M. Optical Coherence Tomography: Development and Applications. In: Duarte, FJ. *Laser Pulse Phenomena and Applications*. InTech, 2010. p. 409-432. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/show/title/laser-pulse-phenomena-and-applications>> ISBN 978-953-307-405-4. Acesso em: 15 de dezembro de 2011.
- Todea C, Negrutiu ML, Balabuc C, Sinescu C, Topala FI, Marcauteanu C et al. Optical Coherence Tomography Applications in Dentistry. *Timisoara Medical Journal*. 2010; 60(1):5-17. Disponível em: <http://www.tmj.ro/pdf/2010_number_1_7439218530128539.pdf>. Acesso em: 15 de dezembro de 2011.
- Optical Coherence Tomography, a new era in Dentistry. Disponível em: <<http://www.lantislaser.com/home.asp>>. Acesso em: 15 de dezembro de 2011.
- Garcez AS, Suzuki SS, Ribeiro MS, Mada EY, Freitas AZ, Suzuki H. Biofilm retention by 3 methods of ligation on orthodontic brackets: A microbiologic and optical coherence tomography analysis. *American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics* 2011;140(4):193-8.
- Lee CK, Tsaj MT, Lee HC, Chen HM, Chiang CP, Wang YM et al. Diagnosis of oral submucous fibrosis with optical coherence tomography. *J. Biomed. Opt* 2009;14:054008.
- Orhan K, Aksoy U, Can-Karabulut DC, Kalender A. Low-level laser therapy of dentin hypersensitivity: a short-term clinical trial. *Lasers in Medical Science* 2011;26(5):591-8.
- Lizarelli RFZ, Mazzetto MO, Bagnato VS. Low-intensity laser therapy to treat dentin hypersensitivity: comparative clinical study using different light doses. In: Proc. SPIE: 2011; SPIE. Proceedings. Russia: v4422, p.53-64.