



## AVALIAÇÃO DA SATURAÇÃO DE OXIGÊNIO NA POLPA DENTÁRIA DE DENTES PERMANENTES PORTADORES DOENÇA PERIODONTAL

Raquel M. Farias (Mestranda do Programa de Pós Graduação Odontologia ULBRA)

Alessandra N. Machado. ( Mestranda do Programa de Pós Graduação Odontologia ULBRA)

Larissa B. Giovanella. (Mestre pelo Programa de Pós Graduação ULBRA)

Fernando B. Barletta (Professor do Programa de Pós Graduação Odontologia ULBRA)

**Introdução:** Em indivíduos com doença periodontal, estado polpa dental deve ser determinada antes de um plano de tratamento ser feito. Oxímetros são promissoras ferramentas de diagnóstico para avaliar a vascularização da polpa. Este estudo utilizou a oximetria para determinar o nível de saturação de oxigênio na polpa dentária de dentes intactos permanentes com perda de inserção periodontal (PAL) e recessão gengival (GR) e para avaliar a correlação entre a doença periodontal e do nível de saturação de oxigênio na polpa. **Métodos:** Este estudo incluiu 67 dentes anteriores de 35 pacientes; todos os dentes mostrou coroas intactas, PAL, uma bolsa periodontal (PP), e GR. Os dentes foram submetidos a exame periodontal, testes térmicos a frio e energia elétrica, e as medidas de oximetria. O coeficiente de correlação de Pearson e um coeficiente de regressão linear foram calculados para avaliar o grau de correlação entre os marcadores doença periodontal (PAL, PP, e GR) e o nível de saturação de oxigênio na polpa dental. Estes testes também avaliou as possíveis associações entre a saturação de oxigênio, testes térmicos frio e elétrico. **Resultados:** PAL, PP, e GR tiveram correlações negativas com a saturação de oxigênio na polpa dental. Por outro lado, não foi encontrada associação estatisticamente significativa entre a saturação de oxigênio na polpa dentária e a resposta ao teste de sensibilidade elétrica. **Conclusões:** A saturação de oxigênio era inferior na polpa dos dentes permanentes com o sistema PAL, PP, GR e, indicando que a doença periodontal está correlacionado com o nível de saturação de oxigênio na polpa.

**Palavras-chave:**

Saturação de oxigênio. Polpa dental. Doença Periodontal.

## Introdução

Os efeitos da infecção da polpa dental sobre o periodonto são sinais da associação direta entre estes tecidos (1-3). No entanto, a doença periodontal e o seu efeito sobre a polpa dentária, necessita ser investigada com mais detalhe (4-6). Rutsatz et al (7) descobriram que a perda da inserção periodontal (PAL) e recessão gengival (GR) podem afetar a resposta pulpar a testes frio em dentes permanentes.

Testes de sensibilidade a frio e elétricos avaliam somente as alterações associadas à vasoconstrição e estimulação de estruturas nervosas da polpa dental, mas não fornecem informações sobre o fluxo sanguíneo pulpar (8). Portanto, os resultados falso-positivos ou falso-negativos podem ser encontrados (7,9). Além de ser subjetiva, testes que estimulam a polpa pode causar desconforto e dor quando aplicado (10).

Por causa da limitação desses testes e da importância do fluxo sanguíneo em saúde pulpar, a avaliação da vascularização polpa ganhou importância sobre a avaliação das respostas neurais (9-16). A oximetria foi encontrado para ser um importante recurso clínico, promissor nesta área (9,13).

A oximetria, usado na medicina clínica para medir os níveis de oxigênio no sangue durante a administração de anestésicos intravenosos, foi recentemente aprovada para a mesma finalidade no tratamento de canal (9). As medições são feitas usando dois diodos emissores de luz em dois comprimentos de onda, vermelho (660 nm) e infravermelho (940 nm), ambos operados em 500 on/off ciclos por segundo. As emissões dessas fontes de luz são capturados por um fotodiodo receptor e convertido por circuitos eletrônicos em saturação de oxigênio (SaO<sub>2</sub>) e taxas de pulso (17). Alguns estudos têm demonstrado a eficácia deste método para determinar a sensibilidade pulpar porque é não-invasivo, indolor, confiável e reprodutível (11,14,15).

Este estudo utilizou a oximetria para determinar o nível de saturação de oxigênio na polpa dos dentes hígidos permanentes com PAL e GR e avaliar a

correlação entre a doença periodontal e do nível de saturação de oxigênio na polpa dental.

## Materiais e Métodos

### Seleção de Pacientes e Design Estudo

Este estudo incluiu 67 dentes anteriores de 35 pacientes atendidos na clínica odontológica do Programa de Pós-Graduação em Periodontia da Associação Brasileira de Odontologia (Goiânia, GO, Brasil). Os critérios de inclusão foram coroas intactas; nenhuma cárie, restauração, ou fratura; e a presença de PAL, uma bolsa periodontal (PP), e GR. Os pacientes foram excluídos se fumassem, se houvesse histórico de vascular sistêmica ou doença cardiovascular, uso de medicação sistêmica, ou tinha um histórico de trauma oclusal ou dental. Um grupo de controle constituído por 30 dentes anteriores de 9 pacientes atendidos no mesmo serviço com coroas intactas e sem sinais de doença periodontal também foi incluído.

O tamanho da amostra foi calculado para um intervalo de confiança de 95% (CI) e 80% de poder de detectar, pelo menos, uma correlação moderada ( $r=0,5$ ) entre preditores (PAL, PP, e GR) e resultados (saturação de oxigênio na polpa dentária [%] de acordo com a oximetria). Dentes selecionados foram submetidos a exame periodontal, testes térmico a frio e energia elétrica, e as medidas de oximetria.

Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da instituição, e todos os pacientes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

### Exame Periodontal

Exames periodontais foram realizados por um especialista em periodontia. Os dentes selecionados foram isolados utilizando roletes de algodão e um sugador. PAL, PP, e GR foram medidos em milímetros em 6 sítios para cada dente: méso-vestibular, vestibular, disto-vestibular, mesiolingual, lingual e disto-lingual. Uma sonda periodontal (PCP10-SE; Hu-Friedy, Chicago, IL) com marcações em 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, e 10 mm foi utilizada

para as medições. PAL foi definido como a distância entre a junção cimento-esmalte (CEJ) e o ponto mais apical alcançado pela sonda no bolso ou sulco. A profundidade (PP) foi definida como o ponto mais apical alcançado pela sonda na bolsa ou sulco para a margem gengival livre. GR foi definido como a distância entre o CEJ para a margem gengival livre (FGM). Recessão foi classificada como 0 quando o FGM estava no CEJ e como negativo quando a FGM foi coronal ao CEJ.

#### Teste de sensibilidade a frio e elétrico

Teste de sensibilidade ao frio foi realizado após o isolamento usando rolos de algodão e sugador por um especialista em endodontia sem conhecimento sobre as medidas obtidas durante o exame periodontal. Um gás refrigerante (-26,2°C, verde Endo Gelo; Higiénicos, Akron, OH) foi aplicada para o terço médio da superfície vestibular do dente sob avaliação utilizando uma bolinha de algodão e pinças. Os pacientes foram solicitados a descrever a dor usando uma escala analógica de 0-10 em que 0 não indicou nenhuma dor e 10, dor severa. Uma pontuação de 0 foi definido se a resposta negativa foi de 15 segundos após a aplicação do gás refrigerante. Nesses casos, o processo foi repetido em intervalos de 2 minutos.

Teste de sensibilidade elétrica foi realizado após o isolamento usando rolos de algodão e sugador pelo mesmo especialista em endodontia. A ponta do eletrodo de uma unidade Endoanalyser (Kerr, Romulus, MI) foi colocado no terço médio da superfície vestibular do dente sob estudo, que foram previamente lubrificadas com gel de fluoreto. A resposta foi negativa, quando não havia nenhuma dor após a estimulação máxima em até 40 A e positivo quando houve dor entre 10 e 40 A.

#### Oximetria

Um oxímetro portátil BCI pediátrica (3301; Smiths Medical PM Inc, Waukesha, WI) foi utilizado em conjunto com o 3025 (dente) e 3.026 sensores (dedo). O teste foi realizado sob as condições descritas anteriormente por outro examinador, que também não tinha conhecimento dos resultados anteriores. O sensor de dente foi conectado ao dispositivo de encaixe e colocado sobre o

dente em fase de avaliação. O dispositivo de encaixe foi fabricado especificamente para utilização com os dentes anteriores, de modo que os dois diodos eram paralelos uns aos outros, assegurando que a luz emitida fosse adequada e que o nível de saturação de oxigênio na polpa do dente fosse medido com precisão. Duas medidas foram realizadas para calcular a saturação: aos 30 segundos depois de o sensor ser montado no dente e, a segunda, 30 minutos após a primeira. As medições também foram realizadas em dedo do paciente para determinar a saturação de oxigênio no sangue (Fig. 1A-C) em circulação.

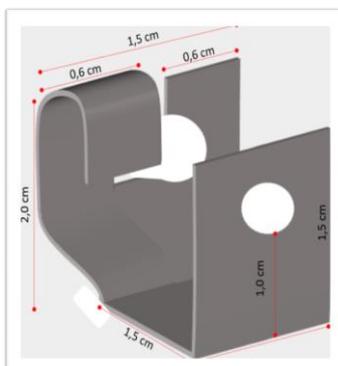


Fig1 A- Modelo Dispositivo



Fig1B- Dispositivo

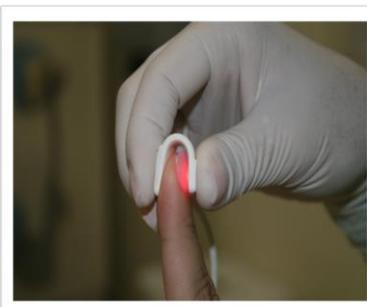


Fig1C- Oximetria dedo indicador

### Análise Estatística

A Statistical Package for Social Sciences versão 21.0 (SPSS Inc, Chicago, IL) foi utilizada para análises estatísticas. PAL, PP, e GR foram analisados utilizando o valor médio das medições efetuadas nos seis locais de cada dente. O coeficiente de correlação de Pearson (a um nível de significância de 5%) e um coeficiente de regressão linear (IC 95%) foram utilizados para avaliar a correlação entre os marcadores doença periodontal (PAL, PP, e GR) e saturação de oxigênio na polpa dental. Os mesmos testes foram utilizados para determinar possíveis associações entre a saturação de oxigênio e testes polpa frio e elétrico.

### Resultados

Dos 35 pacientes incluídos no estudo, 18 eram mulheres (51,4%). A idade variou 32-64 anos. Dos 9 pacientes no grupo de controle, 5 eram mulheres, e a idade média foi semelhante ao do grupo experimental.

A Tabela 1 mostra a correlação negativa encontrada entre a saturação de oxigênio na polpa dentária e marcadores de doenças periodontais. PAL foi significativamente ( $P = 0,002$ ) associada à saturação de oxigênio menor; por cada milímetro de PAL, houve uma redução de 1,5% da saturação de oxigênio. Profundidade PP também foi significativamente ( $P < 0,001$ ) associado com reduções na saturação de oxigênio, e para cada milímetro de profundidade PP, houve uma redução de 2,2% na saturação de oxigênio. Embora tenha sido observada uma redução de 0,6% na saturação de oxigênio para cada milímetro de GR, esta correlação não foi significativa ( $P = 0,49$ ).

TABELA 1. Associação entre a saturação de oxigênio (%) na polpa dentária e doença periodontal.

<b>Test (n=67)</b>	<b>PIP</b>	<b>BP</b>	<b>RG</b>
Pearson correlation coefficient	-0.37	-0.46	-0.08
Significance (P value)	.002	<.001	.49
Regression coefficient*	-1.5	-2.2	-0.6
95%CI	-2.4 to -0.6	-3.2 to -1.1	-2.4 to -1.2

A Tabela 2 mostra que houve associações estatisticamente significativas entre os valores dentários e respostas de saturação de oxigênio para o teste de frio ( $P = 0,024$ ). Por outro lado, foi encontrada associação estatisticamente significativa entre a saturação de oxigênio na polpa dentária e respostas a testes de sensibilidade elétrica (Tabela 2,  $P = 0,70$ ). Os dentes do grupo controle apresentou respostas positivas para ambos os testes de sensibilidade a frio e elétrica, bem como os níveis de saturação de oxigênio na polpa dental. Saturação de oxigênio polpa dental nos 67 dentes analisados foi de 76,7% (IC 95%, 73,2-80,1; mínima=45,0; máximo=94,5), que foi inferior à taxa de 86,7%

no grupo controle (95% CI, 80.83-93.98; mínima = 81,5; máximo = 96,0) e inferior à taxa de 91,6% medida nos dedos indicadores dos pacientes (95% CI, 90,0-93,3; mínima = 76,0; máximo = 98,0), com uma diferença significativa ( $P < .001$ ). As Figuras 2-4 ilustram a correlação entre os valores de saturação de oxigênio e os 3 marcadores de doenças periodontais (PAL, PP, e GR).

TABELA 2. Associação entre a Saturação de Oxigênio (%) na polpa dentária: Teste a frio e elétrico.

<b>Test (n=67)</b>	<b>Cold test</b>	<b>Eletric test</b>
Pearson correlation coefficient	0.30	-0.05
Significance (P value)	.024	.70
Regression coefficient*	1.1	-0.06
95%CI	-0.1 to -2.0	-0.36 to -0.24

## Discussão

O diagnóstico da condição pulpar de indivíduos com doença periodontal é essencial para ajudar plano de tratamento. Os diagnósticos clínicos são geralmente feitos utilizando testes de sensibilidade polpa frio ou elétricos, os quais, de acordo com os estímulos transmitidos para as fibras nervosas e o padrão de resposta de cada indivíduo, podem indicar que a polpa é responsivo; não obstante, estes testes não fornecem informações sobre a vascularização pulpar (8,10,18).

A detecção de fluxo sanguíneo pulpar associado com alterações patológicas é complexo. Por conseguinte, uma ferramenta precisa de diagnóstico deve ser utilizada para detectar anomalias pulpares associadas com a doença periodontal.

Este estudo revelou que a doença periodontal gradualmente e inversamente afeta a saturação de oxigênio na polpa dental a cada milímetro de PAL, profundidade PP, ou resultados de GR em uma redução na saturação

de oxigênio. Estes resultados suportam a hipótese de que a doença periodontal leva a alterações na polpa do dente, como descrito anteriormente em um estudo microbiológico (5).

Rutsatz et al (7) encontraram resultados que mostram que os aumentos de PAL e GR gradualmente reduzem respostas para testes a frio. Isto pode ser explicado pelo mecanismo de proteção de estruturas periodontais. Estas alterações causam a exposição da dentina e do cimento, o que pode levar à acumulação de biofilme subgengival e, conseqüentemente, afetar a polpa do dente (5,6). Esta resposta da polpa tem sido descrita em outros estudos, atribuídos a menores percentagens de saturação de oxigênio para o aparecimento da inflamação no tecido pulpar. Esses estudos foram realizados em diferentes contextos clínicos, com pacientes que tinham tumores malignos intra-orais e de orofaringe e que foram submetidos à radioterapia (19) ou com pacientes que tiveram pulpíte e necrose pulpar (16). Nestes grupos, bem como em pacientes com doença periodontal, dependendo da quantidade de inflamação pulpar, necrose parcial pode ocorrer e conduzir a dano vascular, redução da microcirculação, e a redução concomitante na saturação de oxigênio (16, 19, 20).

A oximetria é um teste que avalia a sensibilidade pulpar de acordo com o fluxo sanguíneo e vascularização (17). Testes a frio, por sua vez, diminuem a temperatura intrapulpar e estimulam a nervo terminal na polpa por meio de vasoconstrição (18).

Não houve correlação entre a saturação de oxigênio de polpas dentárias e respostas aos testes elétricos. Jafarzadeh e Abbott (21) verificaram que os testes elétricos produzem diferentes respostas pulpares, dependendo da estimulação encontrada na polpa dentária. Isso pode explicar o fato de que as respostas sensoriais podem ser diferentes quando os dentes com doença periodontal possuem nervos intactos, mesmo quando o suprimento de sangue já foi afetado, como encontrado nesse estudo.

Os resultados deste estudo e a necessidade de avaliar a sensibilidade da polpa indicam que a oximetria deverá ser utilizada para avaliar as entidades

clínicas nas doenças periodontais gerais. A superioridade deste teste, em comparação com os testes de frio e elétricos foi confirmada (11,15,22). No presente estudo, as taxas de saturação de oxigênio encontrados na polpa dos dentes foram menores do que os medidos no dedo indicador de participantes. Este achado pode estar relacionado a vários fatores. Em primeiro lugar, a polpa encontra-se rodeada por um tecido duro, o que constitui uma barreira para a detecção de fluxo sanguíneo (23). Em segundo lugar, a difração infravermelha de luz através de prismas de esmalte e dentina pode resultar em menores leituras de saturação de oxigênio (24).

Para garantir maior confiabilidade, este estudo incluiu pacientes cujos dentes tinham coroas intactas e sem cáries, restaurações, ou trauma, mas que tiveram a doença periodontal com PAL, PP, e GR. Dentes intactos foram selecionados para evitar qualquer fator contaminante que possa afetar a sensibilidade pulpar, considerando apenas indicadores de saúde periodontais. Ao mesmo tempo, os pacientes eram excluídos se fumantes, se tinham um histórico de doença vascular sistêmica ou doença cardiovascular, se faziam uso medicação sistêmica, ou tinha um histórico de trauma oclusal ou dental. Foram definidos esses critérios porque algumas condições clínicas podem limitar a utilização da oximetria, apesar de sua eficácia. Por exemplo, a leitura pode ser afetada quando os pacientes têm um pulso venoso, distúrbios cardiovasculares, baixa perfusão periférica, ou hipotensão (13). Além disso, os dentes com história de trauma oclusal ou dental pode ter polpa anormal ou uma diminuição no volume pulpar por causa da deposição de tecido mineralizado, o que pode levar a respostas menos eficazes ou resultados falso-negativos quando se utiliza a oximetria (15).

Os dentes selecionados neste estudo foram submetidos a exame periodontal e testes a frio, como descrito por Rutsatz et al (7). No entanto, estudos adicionais devem ser realizados para avaliar melhor vascularização polpa em dentes com doença periodontal. As fibras nervosas são resistentes à inflamação e as últimas a degenerar. Como resultado, os dentes podem responder aos testes de sensibilidade frio e elétrico, mesmo em estágios avançados de degeneração polpa (18, 21). Testes elétricos foram utilizados

neste estudo, pois eles ainda são usados e incluídos na maioria dos estudos envolvendo métodos de diagnóstico para avaliar a sensibilidade de polpa (15, 22) e oximetria, um recurso para medir o fluxo de sangue que tem sido cada vez mais usado para testar a sensibilidade de células em humanos dentes (11, 13, 16).

Neste estudo, um dispositivo de encaixe foi fabricado de acordo com o tamanho, forma e contorno anatômico de dentes anteriores para assegurar a fiabilidade da leitura. Os trabalhos da literatura deixam claro que o sensor para medir a saturação de oxigênio nos dedos fornecidos por oxímetros não se encaixam adequadamente aos dentes (9-16).

A resposta da polpa dental de dentes com doença periodontal pontuam que o tratamento de doenças periodontais e pulpares devem ser integrados para garantir a sua preservação. Dentistas devem prestar especial atenção aos efeitos da saúde periodontal na polpa dentária para fazer diagnósticos precisos, definir planos de tratamento combinado, e alcançar um prognóstico favorável. Apesar de grandes avanços em engenharia de tecidos (25,26), a possibilidade de angiogênese e a formação de vasos novos (27-29) exigem análises adicionais para elucidar o papel da resposta pulpar nestas novas condições médicas, o nível de saturação de oxigênio no dentes com pulpíte e doenças periodontais, e caracterização imuno-inflamatória.

### Conclusões

Este estudo encontrou uma redução na saturação de oxigênio na polpa dos dentes permanentes com PAL, PP, e GR, indicando que a doença periodontal está correlacionada com o nível de saturação de oxigênio na polpa.

### Referências

- EHNEVID H, JANSSON LE, LINDSKOG SF, BLOMLOF LB. Periodontal healing in relation to radiographic attachment and endodontic infection. **J Periodontol** 1993;64: 1199–204.
- JANSSON LE, EHNEVID H, LINDSKOG SF, BLOMLOF LB. Radiographic attachment in periodontitis-prone teeth with endodontic infection. **J Periodontol** 1993;64: 947–53.
- JANSSON L, EHNEVID H, LINDSKOG S, BLOMLOF L. The influence of endodontic infection on progression of marginal bone loss in periodontitis. **J Clin Periodontol** 1995;22: 729–34.

HARRINGTON GW, STEINER DR, AMMONS WF. The periodontal-endodontic controversy. **Periodontol** 2000 2002;30:123–30.

ZEHNDER M. Endodontic infection caused by localized aggressive periodontitis: a case report and bacteriologic evaluation. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod** 2001;92:440–5.

TRAEBERT KC, KANG MK. Diagnosis and management of endodontic-periodontal lesions. In: Newman MG, Takei H, Carranza F, Klokkevold P, eds. **Carranza's Clinical Periodontology**, 11th ed. Philadelphia: Elsevier; 2012:507–10.

RUTSATZ C, BAUMHARDT SG, FELDENS CA, et al. Response of pulp sensibility test is strongly influenced by periodontal attachment loss and gingival recession. **J Endod** 2012;38:580–3.

MEJARE IA, AXELSSON S, DAVIDSON T, et al. Diagnosis of the condition of the dental pulp: a systematic review. **Int Endod J** 2012;45:597–613.

CIOBANU G, ION I, UNGUREANU L. Testing of pulp vitality by pulse oximetry. **Int J Med Dent** 2012;2:94–8.

POZZOBON MH, DE SOUSA VIEIRA R, ALVES AM, et al. Assessment of pulp blood flow in primary and permanent teeth using pulse oximetry. **Dent Traumatol** 2011;27: 184–8.

GOPIKRISHNA V, TINAGUPTA K, KANDASWAMY D. Comparison of electrical, thermal, and pulse oximetry methods for assessing pulp vitality in recently traumatized teeth. **J Endod** 2007;33:531–5.

CALIL E, CALDEIRA CL, GAVINI G, LEMOS EM. Determination of pulp vitality in vivo with pulse oximetry. **Int Endod J** 2008;41:741–6.

JAFARZADEH H, ROSENBERG PA. Pulse oximetry: review of a potential aid in endodontic diagnosis. **J Endod** 2009;35:329–33.

SIDDHESWARAN V, ADYANTHAYA R, SHIVANNA V. Pulse oximetry: a diagnostic instrument in pulpal vitality testing—an in vivo study. **World J Dent** 2011;2: 225–30.

DASTMALCHI N, JAFARZADEH H, MORADI S. Comparison of the efficacy of a custom-made pulse oximeter probe with digital electric pulp tester, cold spray, and rubber cup for assessing pulp vitality. **J Endod** 2012;38:1182–6.

SETZER FC, KATAOKA SH, NATRIELLI F, et al. Clinical diagnosis of pulp inflammation based on pulp oxygenation rates measured by pulse oximetry. **J Endod** 2012;38:880–3.

MILLS RW. Pulse oximetry—a method of vitality testing for teeth? **Br Dent J** 1992;172: 334–5.

JAFARZADEH H, ABBOTT PV. Review of pulp sensibility tests. Part I: general information and thermal tests. **Int Endod J** 2010;43:738–62.

KATAOKA SH, SETZER FC, Gondim-Junior E, et al. Pulp vitality in patients with intraoral and oropharyngeal malignant tumors undergoing radiation therapy assessed by pulse oximetry. **J Endod** 2011;37:1197–200.

FAJARDO LF, BERTHRONG M. Vascular lesions following radiation. **Pathol Annu** 1988; 23(Pt 1):297–330.

JAFARZADEH H, ABBOTT PV. Review of pulp sensibility tests. Part II: electric pulp tests and test cavities. **Int Endod J** 2010;43:945–58.

KARAYILMAZ H, KIRZIOGLU Z. Comparison of the reliability of laser Doppler flowmetry, pulse oximetry and electric pulp tester in assessing the pulp vitality of human teeth. **J Oral Rehabil** 2011;38:340–7.

FUSS Z, TROWBRIDGE H, BENDER IB, et al. Assessment of reliability of electrical and thermal pulp testing agents. **J Endod** 1986;12:301–5.

RADHAKRISHNAN S, MUNSHI AK, HEGDE AM. Pulse oximetry: a diagnostic instrument in pulpal vitality testing. **J Clin Pediatr Dent** 2002;26:141–5.

HARGREAVES KM, DIOGENES A, TEIXEIRA FB. Treatment options: biological basis of regenerative endodontic procedures. **J Endod** 2013;39:S30–43.

HARGREAVES KM, GIESLER T, HENRY M, WANG Y. Regeneration potential of the young permanent tooth: what does the future hold? **J Endod** 2008;34:S51–6.

KIM S. Microcirculation of the dental pulp in health and disease. **J Endod** 1985;11: 465–71.

ARTESE L, RUBINI C, FERRERO G, et al. Vascular endothelial growth factor (VEGF) expression in healthy and inflamed human dental pulps. **J Endod** 2002;28:20–3.

GRANDO MATTUELLA L, POLI DE FIGUEIREDO JA, NOR JE, et al. Vascular endothelial growth factor receptor-2 expression in the pulp of human primary and young permanent teeth. **J Endod** 2007;33:1408–12.