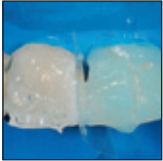




# Klinische Studie zur Veränderung der Farbe und Sensibilität von Zähnen während und nach dem In-Office-Bleaching



Lucas Silveira Machado, MS<sup>1</sup>/Fernanda Garcia de Oliveira, MS<sup>1</sup>  
Eduardo Passos Rocha, DDS, MS, PhD<sup>2</sup>  
Paulo Henrique dos Santos, DDS, MS, PhD<sup>2</sup>  
André Luiz Fraga Briso, DDS, MS, PhD<sup>3</sup>  
Maria Lúcia Marçal Mazza Sundfeld, DDS, MS, PhD<sup>4</sup>  
Renato Herman Sundfeld, DDS, MS, PhD<sup>5</sup>

*In dieser Studie wurde untersucht, inwiefern nach einem In-Office-Bleaching Veränderungen in Bezug auf die Farbe und die Sensibilität von Zähnen auftreten. Dazu wurden die oberen Schneide- und Eckzähne von 20 freiwilligen Probanden im Split-mouth-Design mit einem Bleaching-Gel mit 35 % Wasserstoffperoxid oder mit Placebo behandelt. In der einen Kieferseite wurde viermal im Abstand von einer Woche das Bleaching-Gel und in der anderen nach gleichem Muster ein Placebo-Gel aufgetragen. Während und nach dem Bleaching wurden die Farbveränderung und die Zahnsensibilität erfasst. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Gammaverteilung und der ANOVA für wiederholte Messungen. Es bestand ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den mit einer Bleichsubstanz und den mit Placebo behandelten Zähnen ( $P < 0,001$ ). Am Ende der ersten, zweiten, dritten und vierten Sitzung lag der Farbwert der gebleichten Zähne statistisch unter dem Wert unmittelbar vor dem Bleaching. Zwischen den Bleaching-Sitzungen unterschieden sich die Farbwerte der gebleichten Zähne nicht voneinander. Die Sensibilitätsdaten ergaben einen signifikanten Unterschied zwischen den Behandlungen ( $P < 0,0001$ ). Die Bleichsubstanz beeinflusste die Farbe und die Sensibilität der Zähne. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2013;33:201–207.)*

<sup>1</sup> Graduate Student, Department of Restorative Dentistry, Araçatuba School of Dentistry, São Paulo State University, São Paulo, Brasilien.

<sup>2</sup> Assistenzprofessor, Department of Dental Materials and Prosthodontics, Araçatuba School of Dentistry, São Paulo State University, São Paulo, Brasilien.

<sup>3</sup> Assistenzprofessor, Department of Restorative Dentistry, Araçatuba School of Dentistry, São Paulo State University, São Paulo, Brasilien.

<sup>4</sup> Assistenzprofessorin, Department of Children and Social Dentistry, Araçatuba School of Dentistry, São Paulo State University, São Paulo, Brasilien.

<sup>5</sup> Ordentlicher Professor, Department of Restorative Dentistry, Araçatuba School of Dentistry, São Paulo State University, São Paulo, Brasilien.

Korrespondenz an: Lucas Silveira Machado, Departamento de Odontologia Restauradora, Faculdade de Odontologia de Araçatuba – Unesp Rua José Bonifácio, 1193 Araçatuba, SP, Brasilien 16015-050. E-Mail: lucassilveira1@yahoo.com.br

©2013 by Quintessence Publishing Co Inc.

Mittlerweile haben die Patienten gestiegene Erwartungen in Bezug auf die ästhetischen Möglichkeiten der Zahnheilkunde. Daher sollte der Zahnarzt mit den aktuellsten zahnmedizinischen Behandlungsverfahren vertraut sein. Immer häufiger werden die Zähne in der Praxis mit Wasserstoffperoxid-haltigen Produkten gebleicht, und es gibt weiterhin Bemühungen, mit neuen Möglichkeiten und Lösungen ein möglichst gutes Ergebnis der Behandlung zu garantieren<sup>1–11</sup>.

Da die Bleaching-Verfahren immer einfacher und schneller wirksam sein sollen, stellt die dentale Industrie inzwischen neue Produkte zur Verfügung. Angesichts der Erwartungshaltung der Patienten wurden in der Praxis Bleichsubstanzen mit 35 % Wasserstoffperoxid mit und ohne Lichtaktivierung als Alternativen zum Home-Bleaching mit Carbamidperoxid angewandt<sup>4,8,12</sup>.

Während<sup>13–16</sup> und nach<sup>3,5,7</sup> dem Einsatz von Bleaching-Produkten wurde eine erhöhte Zahnsensibilität beobachtet. Studien von Haywood<sup>17</sup> und Barghi<sup>18</sup> zeigten, dass höhere Konzentrationen von Wasserstoffperoxid die Zähne zwar in kürzerer Zeit bleichen können, aber dabei auch die Zahnsensibilität erhöhen. Daher sollten zu dieser Problematik Gutachten und wissenschaftliche Studien durchgeführt werden.

Für diese In-vivo-Studie wurde ein Split-mouth-Design gewählt, um die

**Tabelle 1** Zusammensetzung der verwendeten Produkte

| Produkt  | Zusammensetzung  |
|--|--|
| 35 % Wasserstoffperoxid (Whitegold office, Dentsply) | Spritze A: 35 % Wasserstoffperoxid und Bindemittel<br>Spritze B: Glycerin, Natriumhydroxid, Carbopol, entionisiertes Wasser, Pfefferminzaroma und Pigmente |
| Placebo (Aphoticário Dispensing Pharmacy)            | Bindemittel, Glycerin, Natriumhydroxid, Carbopol und entionisiertes Wasser   |

Einflussfaktoren auf das Bleichergebnis zu reduzieren. Untersucht wurden die Auswirkungen einer Bleichsubstanz mit 35 % Wasserstoffperoxid ohne Lichtaktivierung auf die Farbe und Sensibilität von Zähnen.

## Material und Methode

### Probanden

An dieser klinischen Studie nahmen 22 Freiwillige im Alter von 18 bis 30 Jahren teil, die ihre Zähne bleichen lassen wollten. Sie stimmten der Teilnahme an der Studie schriftlich zu, die von der Wissenschaftlichen Ethikkommission der Araçatuba School of Dentistry, São Paulo State University, São Paulo, Brasilien, überprüft und zugelassen wurde. Einschlusskriterien waren ein guter Allgemeinzustand, keine Kariesaktivität, keine frakturierten Restaurationen oder Parodontitis, keine bekannten unerwünschten Reaktionen auf Peroxide und kein vorausgegangenes Bleaching. Festsitzende oder herausnehmbare kieferorthopädische Apparaturen und herausnehmbare Teilprothesen waren Ausschlusskriterien.

### Studiendesign

Untersucht wurde das Bleaching auf zwei Ebenen (Bleaching-Gel mit 35 % Wasserstoffperoxid und Placebo; Tabelle 1). Gemäß dem Split-mouth-Design wurde die eine Hälfte des Oberkiefers der 22 Freiwilligen mit der Bleichsubstanz und die andere mit Placebo behandelt. Ergebnisvariablen waren Farbe und Sensibilität der Zähne vor, während und nach dem Bleaching.

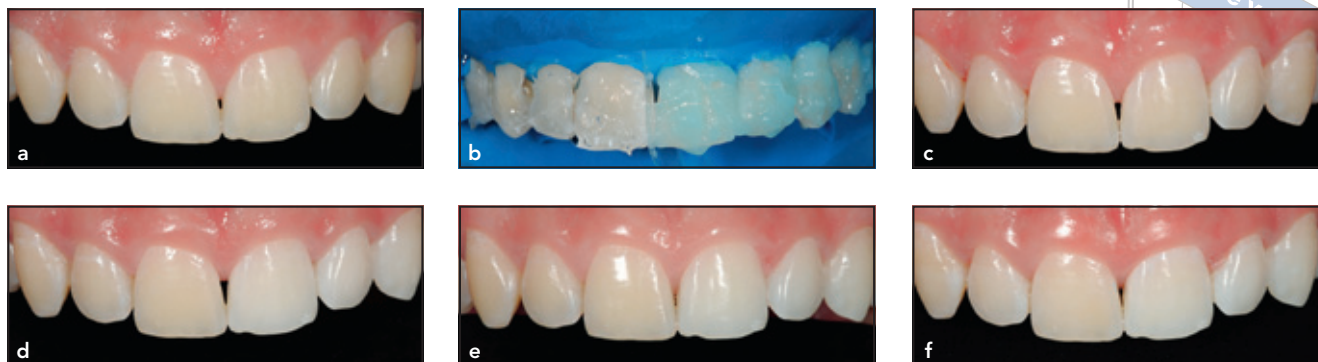
### Bleaching

Vor der Behandlung wurden die Probanden in der modifizierten Zahnputztechnik nach Stilmann unterwiesen und erhielten eine weiche Zahnbürste (Indicator Oral B, Procter & Gamble) sowie fluoridierte Zahnpasta (Colgate Máxima Proteção, Colgate Palmolive). Vor jeder Bleaching-Sitzung wurde eine Zahnprophylaxe mit Bimsstein und Wasser durchgeführt und mit dem Vita Classic Shade Guide (Vita Zahnfabrik) die Farbe der Schneide- und Eckzähne bestimmt. Die visuelle Farbeinstufung erfolgte bei jeder Sitzung vor und sofort nach dem

Bleaching, wobei der Patient immer dieselbe Haltung einnahm und sich in einem ausgeleuchteten Raum befand.

Das Bleaching wurde von fünf entsprechend kalibrierten Ärzten durchgeführt. Der Bereich zwischen den beiden oberen zweiten Prämolaren wurde mit einem Kofferdam isoliert (Meidetex). Anschließend wurde auf die rechte oder linke Hälfte des Oberkiefers die Bleichsubstanz (Dentsply; mit 35 % Wasserstoffperoxid) aufgetragen. Dazu wurden zwei Spritzen (A und B) des Produkts fest miteinander verschraubt. Der Inhalt von Spritze A wurde in Spritze B injiziert und anschließend von Spritze B in Spritze A; dieser Vorgang wurde insgesamt 20 Mal wiederholt (10 Mal je Richtung). Nach der Trennung der beiden Spritzen wurde auf Spritze A mit der fertigen Mischung eine Applikatorspitze aufgesetzt, um das Gel aufzutragen.

Das Bleaching-Gel wurde auf die gesamte vestibuläre Zahnfläche aufgetragen und verblieb dort für 45 min. Anschließend wurde es mit Watte rollen abgetragen und die Zähne abgespült und getrocknet. Anschließend wurden sie für 4 min mit 2 % neutralem Natriumfluorid (Nupro Gel, Dentsply) bedeckt.



**Abb. 1** (a) Initialer klinischer Befund. (b) Applikation von Placebo-Gel und Wasserstoffperoxid-Gel. Ansicht nach der (c) ersten, (d) zweiten, (e) dritten und (f) vierten Sitzung mit Applikation des Bleaching- und des Placebo-Gels.

Die andere Oberkieferseite wurde gleichzeitig mit einem Placebo-Gel (Kontrolle) behandelt, das, abgesehen von der fehlenden Bleichsubstanz, die gleichen physikalischen Eigenschaften wie das Bleaching-Gel aufwies und in gleicher Weise auf die Zahnoberflächen aufgetragen wurde. Bei jedem Probanden fanden im Abstand von jeweils sieben Tagen vier Bleaching-Sitzungen statt (Abb. 1). Am Ende der Studienphase wurden vier weitere Bleaching-Sitzungen durchgeführt, um die Zahnfarbe der beiden Oberkieferseiten anzugleichen.

#### *Auswertung der Farbveränderungen und der Zahnsensibilität*

Die Zahnfarbe wurde mit dem Vita Classic Shade Guide festgestellt, auf dem die Farben für diese Studie von B1 (am hellsten) bis C4 (am dunkelsten) geordnet und von 1 (B1) bis 16 (C4) durchnummeriert wurden (Tabelle 2)<sup>19,20</sup>. Die Farbe des mittleren Zahndrittels wurde vor und nach jeder Bleaching-Sitzung bestimmt. Ein Assistent notierte die ausgewählten

Farben und stufte sie anhand der in den standardisierten Formularen vorgegebenen Codes ein. Die Farbveränderung wurde von zwei entsprechend kalibrierten Ärzten beurteilt, die bei unterschiedlicher Ansicht einen Konsens erzielen mussten. Das Ergebnis wurde mit einem Kappa-Test analysiert, um die Reproduzierbarkeit zwischen den beiden Untersuchern zu ermitteln.

Die Sensibilität der Zähne wurde bei jeder Bleaching-Sitzung sowie bis zu 24 Stunden nach dem Auftragen der Bleichsubstanz mit einem Analogverfahren als vorhanden oder fehlend angegeben.

#### *Statistische Auswertung*

Die Farbdaten wurden mit einer Gammaverteilung ausgedrückt und im „proc genmod“-Verfahren mittels SAS Software Version 9.2 (SAS) eine Varianzanalyse (ANOVA) für wiederholte Messungen durchgeführt. Der Anteil mit veränderter Sensibilität vom Anfang bis zum Ende jedes Abschnitts wurde mit einem Two-proportion-Test untersucht. Das Signifikanzniveau wurde auf 5 % festgelegt.

## Ergebnis

### *Farbänderung*

Bei Studienbeginn unterschied sich die Farbe der Zähne, die mit Bleichsubstanz oder Placebo behandelt werden sollten, nicht signifikant ( $P = 0,3088$ ). Zu allen Untersuchungszeitpunkten fand sich jedoch ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den gebleichten und mit dem Placebo behandelten Zähnen ( $P < 0,001$ ). Am Ende der ersten, zweiten, dritten und vierten Sitzung lag der Farbwert der gebleichten Zähne statistisch unter dem unmittelbar vor der jeweiligen Bleaching-Sitzung gemessenen Wert (Tabelle 3 und Abb. 2), was sich für die Placebo-Anwendung nicht nachweisen ließ (Abb. 3 und 4). Zwischen den Bleaching-Sitzungen unterschieden sich die Farbwerte der gebleichten Zähne nicht ( $P > 0,05$ ).

### *Zahnsensibilität*

Die Betrachtung der Sensibilitätsdaten mit dem Proportion-Test erbrach-

**Tabelle 2** Visuell bestimmte Werte auf der Farbskala

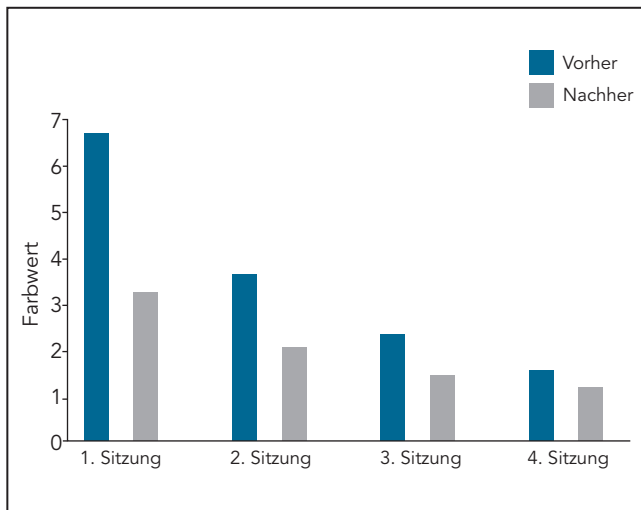
| Farbskala* | B1 | A1 | B2 | D2 | A2 | C1 | C2 | D4 | A3 | D3 | B3 | A3,5 | B4 | C3 | A4 | C4 |
|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|----|----|----|----|
| Werte      | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12   | 13 | 14 | 15 | 16 |

\* Vita Classic (Vita Zahnfabrik).

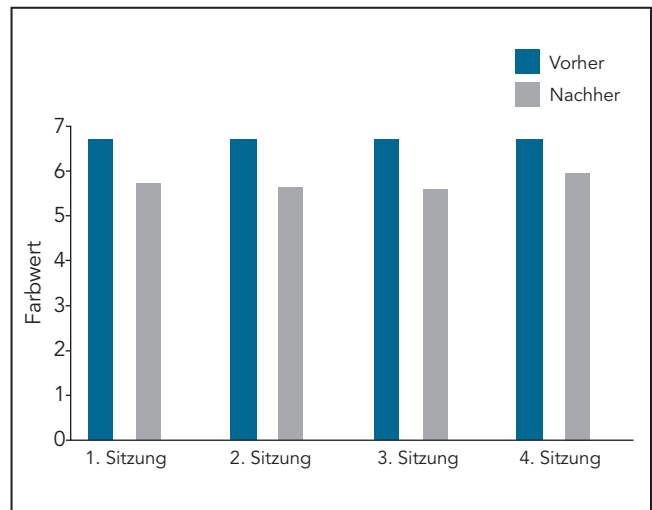
**Tabelle 3** Vergleich der Farbänderung vor und nach jeder Bleaching-Sitzung

|              | Sitzung 1      | Sitzung 2      | Sitzung 3      | Sitzung 4      |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Farbänderung | $P < 0,0001^*$ | $P < 0,0001^*$ | $P < 0,0001^*$ | $P < 0,0001^*$ |

\* Markiert einen statistisch signifikanten Unterschied bei 5 %.



**Abb. 2** Farbwerte vor und nach jeder Anwendung des Bleaching-Gels.



**Abb. 3** Farbwerte vor und nach der jeweiligen Anwendung des Placebo-Gels.

te einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Behandlungen ( $P < 0,0001$ ). Die Signifikanz geringster Unterschiede ergab, dass zu allen Zeitpunkten im Vergleich zum Placebo eine signifikant höhere Sensibilität der Zähne nach der zweiten, dritten und vierten Bleaching-Sitzung bestand (Abb. 5).

## Diskussion

In dieser Studie wurde mit dem Split-mouth-Design in vivo ein Placebo- und ein 35 % Wasserstoffperoxid-Gel beim selben Patienten untersucht und dadurch mögliche Einflussfaktoren ausgeschaltet. In der Literatur finden sich nur wenige klinische

Studien zum dentalen Bleaching im Split-mouth-Design: Die vorhandenen Untersuchungen befassen sich eher mit der Verwendung oder Nicht-Verwendung einer Lichtaktivierung beim Bleichen<sup>21</sup>.

Durch das Split-mouth-Design wurde zuverlässig festgestellt, dass das aktive chemische Bleaching-Gel

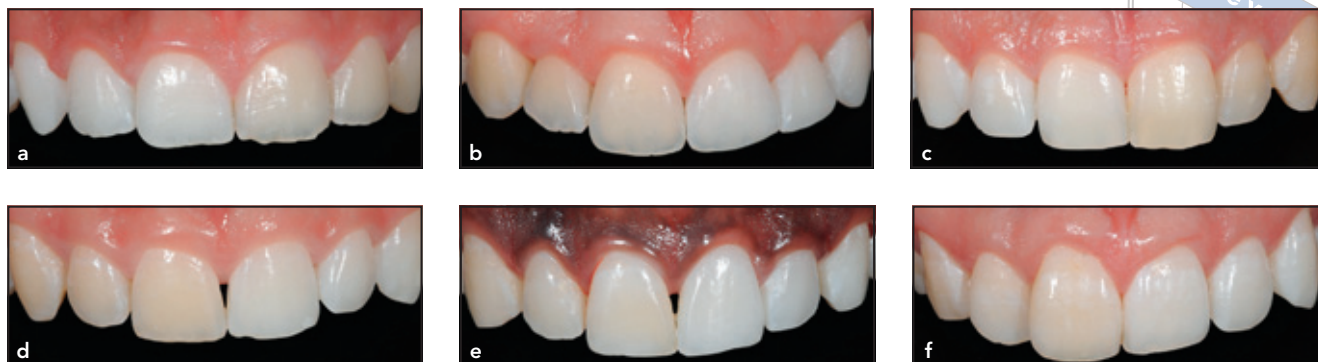
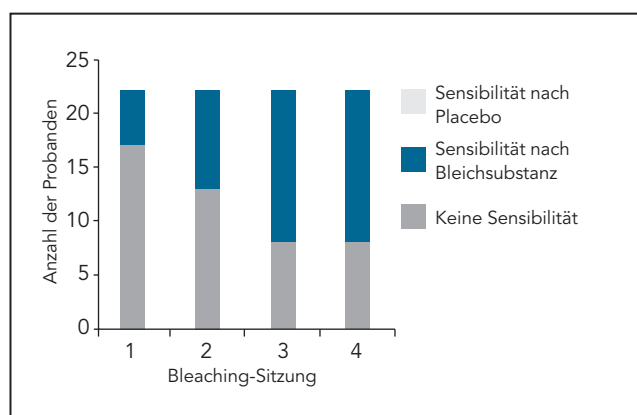


Abb. 4a bis f Ansicht von sechs Probanden nach der vierten Applikation von Bleaching- und Placebo-Gel.

Abb. 5 Vergleich der dentalen Sensibilität zwischen Bleaching- und Placebo-Gel.



mit 35 % Wasserstoffperoxid tatsächlich die Farbe und die Sensibilität von Zähnen verändert. Da die mit dem Placebo-Gel behandelten Zähne nicht der oxidierenden Wirkung von 35 % Wasserstoffperoxid ausgesetzt waren, konnten Alternativhypothesen ausgeschlossen werden, wonach andere Inhaltsstoffe des Bleaching-Gels für diese Veränderungen verantwortlich sind<sup>22-24</sup>.

In mehreren Studien<sup>24-29</sup> wird betont, dass Wasserstoffperoxid beim Bleaching osmotisch und durch Porositäten und Risse in den Zahn eindringt und direkt auf die Pigmentmoleküle wirkt. Die in den Zahngeweben enthaltenen organischen Pigmente

werden reduziert und aufgehellt, indem Wasserstoffperoxid ihre Spaltung in einfachere, wasserlösliche Moleküle fördert<sup>3,7</sup>, wodurch sich die Farbe des Zahns verändert.

Dieser klinische Befund war auch in der vorliegenden Studie zu beobachten. Nach jeder Bleaching-Sitzung durchlief die mit dem Bleaching-Gel behandelte Oberkieferseite allmählich Farbänderungen, sodass die Zähne heller wurden. Die Farbe der Zähne in der mit Placebo behandelten Oberkieferseite war nur geringfügig und unmittelbar nach dem Entfernen des Gels am Ende jeder Sitzung verändert. Dies wurde mit der Isolierung der Zähne beim Bleaching erklärt, die

zur Dehydrierung der Zahnschubstanz führte, wodurch der Zahn ebenfalls heller wirkt<sup>29</sup>. Diese Farbveränderung stand jedoch in keinem Verhältnis zu dem Ergebnis nach der Behandlung der Gegenseite mit der Bleichsubstanz. Trotzdem soll an dieser Stelle betont werden, dass die mit dem Placebo-Gel behandelten Zähne vor jeder Bleaching-Sitzung immer wieder denselben Farbwert aufwiesen.

Durch die Wirkung der freien Radikale des Wasserstoffperoxids werden die aromatischen Ringe der Zahnpigmente in lineare chemische Strukturen mit ungesättigten Bindungen gespalten, die dann in Einfachbindungen, gesättigte Bindungen und hydrophile

Bindungen übertragen werden, was den Bleichvorgang beendet<sup>3,7</sup>. Sobald eine Sättigung erreicht ist, muss der Bleichvorgang beendet werden, da sonst die dabei entstehenden freien Radikale mit den Kohlenstoffketten von Zahnschmelz und Dentinmatrix-Proteinen reagieren könnten<sup>29</sup>.

In der vorliegenden Studie wurde bei einigen Zähnen, die dann den niedrigsten Wert (B1) der Vita-Skala aufwies, am Ende der dritten und vierten Bleaching-Sitzung der Farbsättigungspunkt erreicht. Allerdings sind grundsätzlich auch Veränderungen über diesen Punkt hinaus (noch niedrigere Farbwerte) möglich, die sich auf andere Weise erfassen lassen<sup>19,20</sup>. Da jedoch die B1-Farbe von den meisten an dieser Studie teilnehmenden Probanden als zufriedenstellend und akzeptabel angesehen wurde, ist der Rückschluss möglich, dass für eine zufriedenstellende Farbveränderung drei bis vier Bleaching-Sitzungen mit dem Wasserstoffperoxid-Gel ausreichen.

Sensible Zähne sind von erheblicher klinischer Bedeutung und gelegentlich ein unerwünschter Effekt des Bleaching<sup>2-4,7,10,13-15</sup>. In dieser Studie waren die Zähne bei den meisten Patienten nach der zweiten Sitzung sensibel – und zwar nur die mit dem Bleaching-Gel behandelten Zähne. Die von mehreren Autoren beschriebene Sensibilität kann nur leicht sein oder mit ziehenden Schmerzen einhergehen<sup>2,4,19,21,25,28,30</sup>. Der Schmerz entsteht durch die Diffusion von Wasserstoffperoxid durch den Zahnschmelz und das Dentin. In Studien<sup>31-33</sup> wurde die Penetration von Bleichsubstanzen in die Pulpakammer belegt; verstärkt wird diese Diffusion durch Risse im Zahnschmelz oder durch die Präparationsränder von Restaurationen.

Außerdem können Bleichsubstanzen die Porosität von Zahnschmelz durch Aufspaltung der Matrixproteine erhöhen<sup>3</sup>. Sobald davon Bereiche

mit dünnerem Zahnschmelz betroffen sind, wie der Zahnhals, kann die Bleichsubstanz durch von der Pulpa ausgehende Dentintubuli eindringen<sup>3,7</sup>. Durch die Permeabilitätsänderung des Zahnschmelzes gelangt Dentinflüssigkeit in die Tubuli und verursacht durch die Verletzung der Nervenendigungen Schmerzen<sup>29</sup>.

Wichtig ist, dass nur das Wasserstoffperoxid-Gel zur Sensibilität führte. Damit war das Bleichmittel für die Schmerzen und Beschwerden verantwortlich, während das Placebo-Gel keine schmerzhaft Sensibilität verursachte.

## Schlussfolgerung

Die Bleichsubstanz beeinflusste die Farbe und Sensibilität der behandelten Zähne.

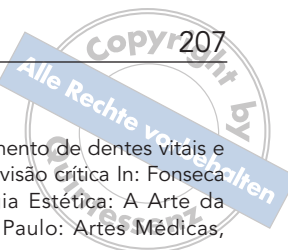
## Danksagungen und Interessenerklärung

Die Autoren danken der „Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo–FAPESP“ (São Paulo State Research Support Foundation) für die finanzielle Unterstützung des Projekts, Vorgang Nr. 2009/03157-2. Die Autoren geben bezogen auf diese Studie keine Interessenkonflikte an.

## Literatur

1. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int* 1989; 20:173–176.
2. Papathanasiou A, Bardwell D, Kugel G. A clinical study evaluating a new chair-side and take-home whitening system. *Compend Contin Educ Dent* 2001;22: 289–298.
3. Minoux M, Serfaty R. Vital tooth bleaching: Biologic adverse effects—A review. *Quintessence Int* 2008;39:645–659.

4. Marson FC, Sensi LG, Vieira LC, et al. Clinical evaluation of in-office dental bleaching treatments with and without the use of light-activation sources. *Oper Dent* 2008;33:15–22.
5. Ritter AV, Leonard RH Jr, St Georges AJ, et al. Safety and stability of nightguard vital bleaching: 9 to 12 years post-treatment. *J Esthet Restor Dent* 2002;14:275–285.
6. dos Santos Medeiros MC, de Lima KC. Effectiveness of nightguard vital bleaching with 10% carbamide peroxide: A clinical study. *J Can Dent Assoc* 2008; 74:163–163e.
7. Burrows S. A review of the efficacy of tooth bleaching. *Dent Update* 2009;36: 537–551.
8. Wetter NU, Barroso MC, Pelino JE. Dental bleaching efficacy with diode laser and LED irradiation: An in vitro study. *Lasers Surg Med* 2004;35:254–258.
9. Hein DK, Ploeger BJ, Hartup JK, et al. In-office vital tooth bleaching—What do lights add? *Compend Contin Educ Dent* 2003;24:340–352.
10. Kugel G, Papathanasiou A, Williams AJ, et al. Clinical evaluation of chemical and light-activated tooth whitening systems. *Compend Contin Educ Dent* 2006;27: 54–62.
11. Patel A, Louca C, Millar BJ. An in vitro comparison of tooth whitening techniques on natural tooth colour. *Br Dent J* 2008; 204:516–517.
12. Riehl H. As fontes de energia luminosa são necessárias na terapia de clareamento dental? In: de Macedo MCS, Baldacci Filho R. Jubileu de Ouro CIOSP. São Paulo, SP: APCD, 2008:199–232.
13. Browning WD, Blalock JS, Frazier KB, et al. Duration and timing of sensitivity related to bleaching. *J Esthet Restor Dent* 2007;19:256–264.
14. Fearon J. Tooth whitening: Concepts and controversies. *J Ir Dent Assoc* 2007;53: 132–140.
15. Callan RS, Browning WD, Downey MC, et al. Comparison of two low sensitivity whiteners. *Am J Dent* 2008;21:17–20.
16. Marvin K. Bright, white, and sensitive: An overview of tooth whitening and dentin hypersensitivity. *Dent Today* 2008;27: 80–81.
17. Haywood VB. Achieving, maintaining, and recovering successful tooth bleaching. *J Esthet Dent* 1996;8:31–38.



18. Barghi N. Making a clinical decision for vital tooth bleaching: At home or in-office? *Compend Contin Educ Dent* 1998; 19:831–838.
19. Meireles SS, Heckmann SS, Leida FL, et al. Efficacy and safety of 10% and 16% carbamide peroxide tooth-whitening gels: A randomized clinical trial. *Oper Dent* 2008;33:606–612.
20. Meireles SS, Demarco FF, dos Santos Ida S, et al. Validation and reliability of visual assessment with a shade guide for tooth-color classification. *Oper Dent* 2008;33: 121–126.
21. Strobl A, Gutknecht N, Franzen R, et al. Laser-assisted in-office bleaching using a neodymium:yttrium-aluminum-garnet laser: An in vivo study. *Lasers Med Sci* 2010;25:503–509.
22. Rodrigues JA, Marchi GM, Ambrosano GM, et al. Microhardness evaluation of in situ vital bleaching on human dental enamel using a novel study design. *Dent Mater* 2005;21:1059–1067.
23. Al-Qunaian TA, Matis BA, Cochran MA. In vivo kinetics of bleaching gel with three-percent hydrogen peroxide within the first hour. *Oper Dent* 2003;28:236–241.
24. Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser: A systematic review. *Dent Mater* 2007; 23:586–596.
25. Matis BA, Cochran MA, Eckert G. Review of the effectiveness of various tooth whitening systems. *Oper Dent* 2009;34: 230–235.
26. Dietschi D, Rossier S, Krejci I. In vitro colorimetric evaluation of the efficacy of various bleaching methods and products. *Quintessence Int* 2006;37:515–526.
27. Kawamoto K, Tsujimoto Y. Effects of the hydroxyl radical and hydrogen peroxide on tooth bleaching. *J Endod* 2004;30: 45–50.
28. Riehl H. *Considerações Clínicas Sobre Terapias de Clareamento Dental*, vol 1. Milano: Scientifica, 2007:68–78.
29. Riehl H. Clareamento de dentes vitais e não vitais: Uma visão crítica In: Fonseca AS. *Odontologia Estética: A Arte da Perfeição*. São Paulo: Artes Médicas, 2008:499–565.
30. Matis BA, Cochran MA, Wang G, et al. A clinical evaluation of two in-office bleaching regimens with and without tray bleaching. *Oper Dent* 2009;34:142–149.
31. Benetti AR, Valera MC, Mancini MNG, et al. In vitro penetration of bleaching agents into the pulp chamber. *Int Endod J* 2004;37:120–124.
32. Camargo SE, Valera MC, Camargo CH, et al. Penetration of 38% hydrogen peroxide into the pulp chamber in bovine and human teeth submitted to office bleach technique. *J Endod* 2007;33:1074–1077.
33. Gökay O, Yılmaz F, Akin S, et al. Penetration of the pulp chamber by bleaching agents in teeth restored with various restorative materials. *J Endod* 2000;26: 92–94.