

PRODOTTI SBIANCANTI DOMICILIARI

HOME WHITENING PRODUCTS: AN EX VIVO COMPARATIVE STUDY ON WHITENING PERFORMANCE AND IMPACT ON TOOTH SURFACES

Claudio Pasquale
Igienista dentale PhD

Studio comparativo ex-vivo sulle prestazioni sbiancanti e l'impatto sulle superfici dentali

Corrispondenza:
clodent@gmail.com

Il concetto di sorriso bianco e brillante è radicato nella società contemporanea e rappresenta uno standard estetico ampiamente accettato (Khalid & Quiñonez, 2015). Lo sbiancamento dentale è oggi tra i trattamenti estetici più richiesti, con un impatto positivo sulla percezione di sé e sul benessere psicologico (Maran et al., 2024).

Tuttavia, sebbene i prodotti sbiancanti abbiano un effetto cosmetico evidente, le conseguenze biologiche a lungo termine richiedono ulteriori approfondimenti.

L'efficacia si basa sull'uso di perossidi di idrogeno (HP) o perossidi di carbammide (CP), i quali generano radicali ossidanti capaci di degradare i cromofori intrappolati nello smalto e nella dentina (Joiner, 2006).

A concentrazioni elevate, tali agenti sono rapidi ma comportano rischi di sensibilità, erosione

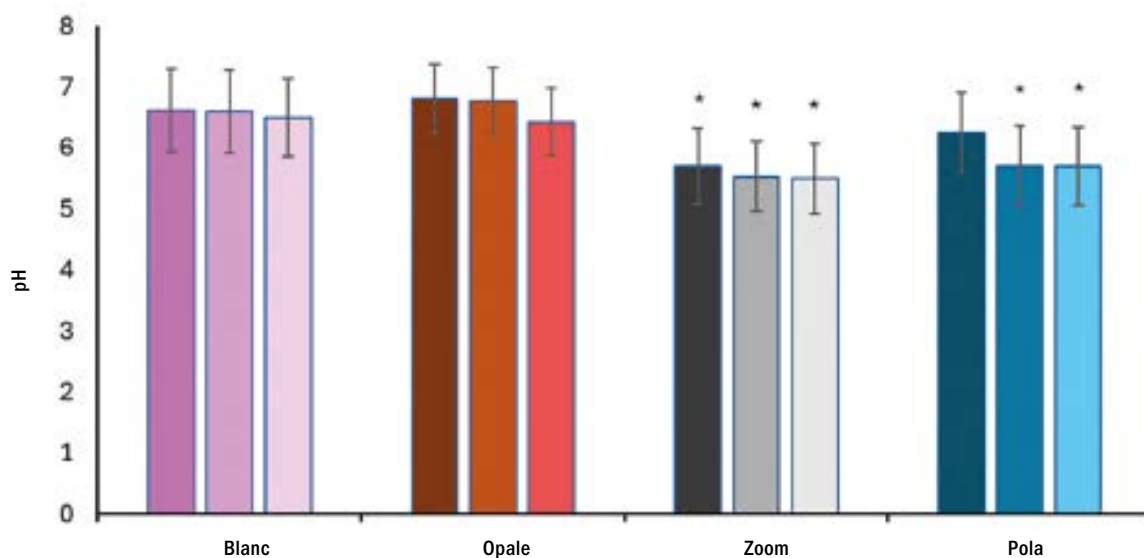
e irritazioni gengivali (Li, 2011). I trattamenti domiciliari, invece, impiegano concentrazioni inferiori (3-16% CP), ma richiedono esposizioni prolungate (Zhao et al., 2023).

Lo studio di Pasquale et al. è stato progettato per valutare comparativamente le performance di quattro agenti domiciliari, analizzando efficacia e sicurezza.

Grafico 1. Misurazione del valore del pH dell'agente sbiancante prima e dopo il trattamento dei denti della mandibola bovina

Per ogni agente sbiancante, la prima colonna rappresenta il valore del pH al punto temporale iniziale (pH T0), la seconda dopo 4 ore di trattamento (pH T4) e la terza dopo 8 ore (pH T8).

Le etichette dell'asse x rappresentano i gruppi di trattamento. Il simbolo * indica una differenza significativa ($p < 0,05$) rispetto ai valori misurati per le formulazioni con 12% CP + 0,5% nHA e 16% CP + KNO_3 + F.



PAROLE CHIAVE

sbiancamento dentale domiciliare, perossido di carbammide, nano-idrossiapatite, nanoindentazione, integrità dello smalto

KEY WORDS

at-home tooth whitening, carbamide peroxide, nano-hydroxyapatite, nanoindentation, enamel integrity

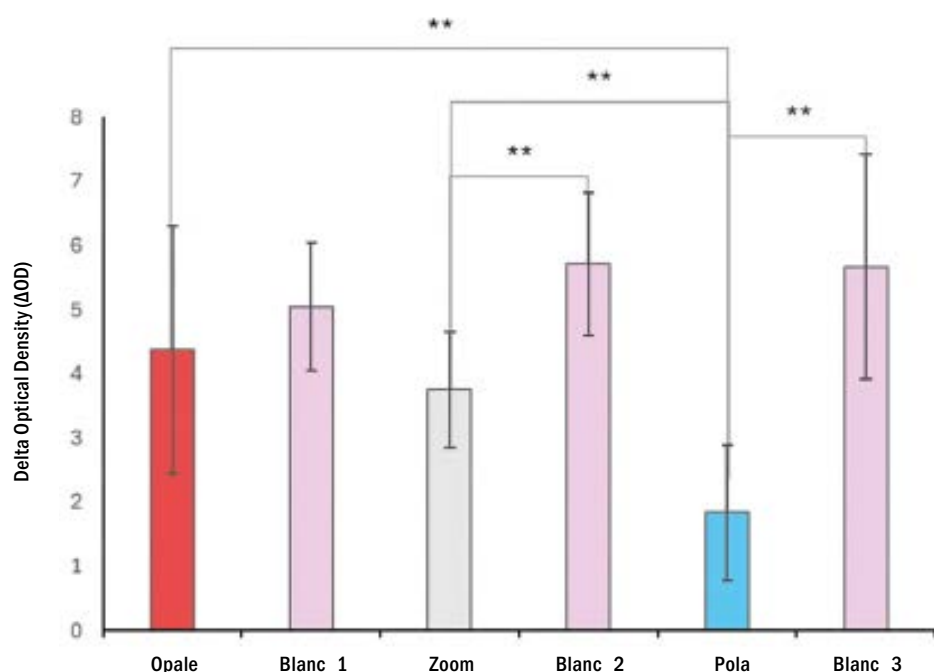


Grafico 2. Effetto dei trattamenti decoloranti a domicilio

Gli istogrammi visualizzano le medie $\pm$ le deviazioni standard delle misure spettrofotometriche di luminosità, calcolate come differenza tra i valori pre-trattamento e quelli registrati 48 ore dopo il trattamento (densità ottica delta, $\Delta O.D.$).

Il simbolo ** denota una differenza altamente significativa ($p < 0,0001$) determinata dall'ANOVA seguita dal test HSD di Tukey ($n = 24$).

Le etichette dell'asse x indicano i gruppi di trattamento. _1, 2 e 3 corrispondono alla formulazione con 12% CP + 0,5% nHA applicata negli esperimenti che confrontano rispettivamente le formulazioni con 16% CP + KNO_3 + F, 16% CP + ACP e 16% CP + KF.

MATERIALI E METODI

Sono stati utilizzati campioni dentali bovini, approvati come modello sperimentale dalla norma ISO 28399:2021 per test di sbiancamento (Soares et al., 2016). I campioni provenivano da animali allevati con dieta standardizzata, senza antibiotici e abbattuti a fini alimentari alla stessa età, garantendo omogeneità del substrato dentale.

Le mandibole sono state condizionate in un bioreattore che simulava condizioni orali (temperatura 37,5°C, pH neutro, umidità controllata), riproducendo il contatto dinamico con la saliva artificiale (Pasquale et al., 2023).

I prodotti analizzati sono stati:

- BlancOne Home Night+ (12% CP + 0,5% nano-idrossiapatite, nHA);
- Opalescence PF Regular (16% CP + nitrato di potassio, KNO_3 + fluoruro, F);
- Zoom Nite White (16% CP + fosfato di calcio amorfo, ACP);
- Pola Night (16% CP + fluoruro di potassio, KF).

I trattamenti sono stati condotti per 10 giorni consecutivi, 8 ore per applicazione, mediante mascherine personalizzate realizzate appositamente per il modello bovino. La valutazione cromatica è stata eseguita con spettrofotometro (VITA easy-shade), mentre le modificazioni topografiche e meccaniche dello smalto sono state indagate con microscopia a forza atomica (AFM) e nanoindentazione (Oliver & Pharr, 1992).

RISULTATI

pH dinamico

Gli agenti sbiancanti hanno mostrato una marcata tendenza ad un pH più acido rispetto all'inizio del trattamento. Le formulazioni con 12% CP + 0,5% nHA e 16% CP + KNO_3 + F hanno mostrato un pH meno acido rispetto a quelle con 16% CP + ACP e 16% CP + KF; infatti si è riscontrato un valore statisticamente significativo ($p < 0,05$) per questi due gruppi (Grafico 1).

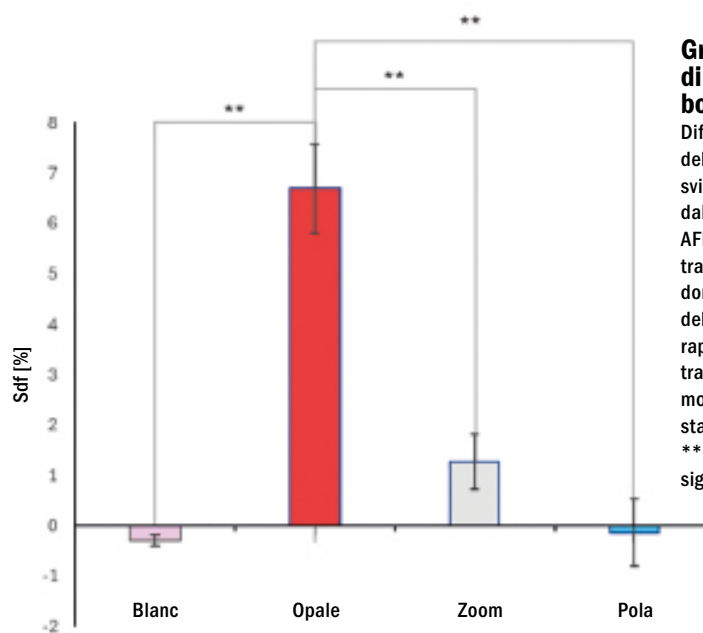


Grafico 3. Analisi AFM di denti mandibolari bovini sbiancati

Differenze nel parametro dell'area della superficie sviluppata (Sdr), calcolato dalle immagini topografiche AFM prima e dopo i diversi trattamenti di sbiancamento domiciliare. L'etichetta dell'asse x (ascissa) rappresenta i gruppi di trattamento. Le barre mostrano la media $\pm$ l'errore standard ($n = 10$). Il simbolo ** indica una differenza molto significativa ($p < 0,001$).

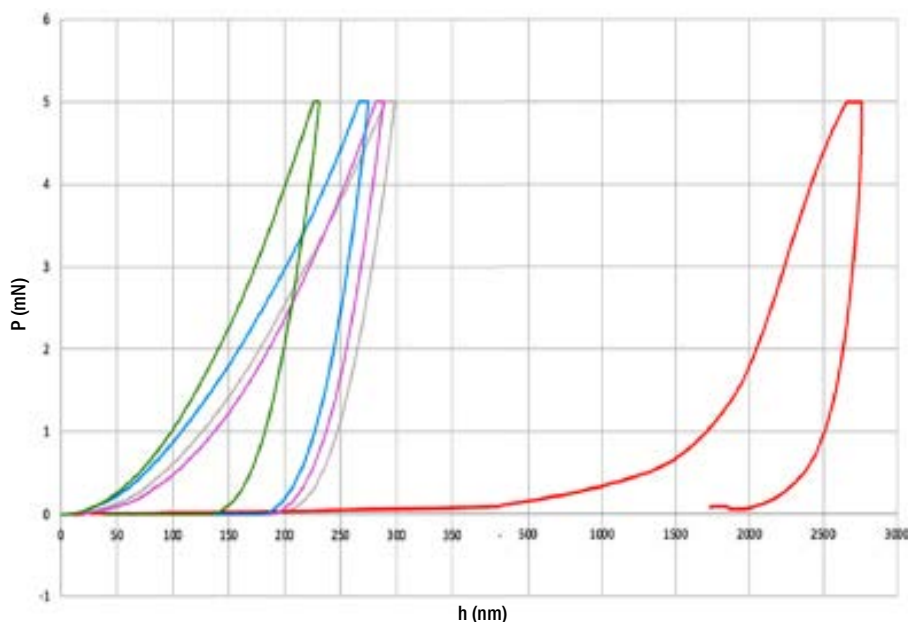


Grafico 4. Analisi di nanoindentazione

Profondità di penetrazione totale alla massima forza di carico.

Le linee colorate indicano:

Control = verde; 16% CP + KF = blu; 12% CP + 0,5% nano-idrossiapatite, nHA = viola; 16% CP + fosfato di calcio amorfo, ACP = grigio; 16% CP + KNO₃ + F = rosso.

Controllo
Blancone Home Night+
Opalescence pf Regular
Zoom Nite White
Pola Night

Efficacia sbiancante

Tutti i prodotti hanno determinato un miglioramento statisticamente significativo della luminosità dentale ($p < 0,05$). La formulazione con 12% CP + 0,5% nHA ha mostrato un ΔOD superiore rispetto a quelle con 16% CP + ACP e 16% CP + KF ($p < 0,001$) e simile alla formulazione con 16% CP + KNO₃ + F ($p > 0,05$). In termini di scala VITA 3D-Master, le formulazioni con 12% CP + 0,5% nHA e 16% CP + KNO₃ + F hanno determinato un miglioramento di 6 posizioni, quella con 16% CP + ACP di 4 posizioni e quella con 16% CP + KF di 2 posizioni. Questi dati indicano che la concentrazione di CP non è l'unico determinante dell'efficacia, poiché la formulazione a bassa concentrazione con nHA (12% CP), pur contenendo meno perossido, ha eguagliato la formulazione ad alta concentrazione con nitrato di potassio (16% CP) (Grafico 2).

Integrità dello smalto

Le analisi AFM hanno mostrato che le formulazioni con 12% CP + 0,5% nHA e 16% CP + KF non alterano significativamente la rugosità superficiale, mentre quella con 16% CP + ACP causa un moderato incremento e quella con 16% CP + KNO₃ + F l'aumento più marcato ($p < 0,001$). I test di nanoindentazione

hanno confermato che la formulazione con 16% CP + KNO₃ + F riduce drasticamente la durezza e il modulo elastico, rendendo lo smalto più fragile e suscettibile a demineralizzazione. Le formulazioni con 12% CP + 0,5% nHA, 16% CP + ACP e 16% CP + KF hanno mostrato riduzioni minori ma comunque significative ($p < 0,05$). Questi risultati dimostrano che la sicurezza del prodotto dipende sia dal pH che dalla formulazione complessiva (Grafici 3-4).

DISCUSSIONE

I dati evidenziati dall'autore suggeriscono che la sola concentrazione di perossido non predice efficacia e sicurezza. La presenza di nano-idrossiapatite nella formulazione a bassa concentrazione (12% CP + 0,5% nHA) fornisce un vantaggio protettivo, favorendo remineralizzazione e mantenimento della microdurezza (Margolis et al., 1986). Al contrario, la formulazione con 16% CP + KNO₃ + F, pur efficace, determina alterazioni strutturali significative che possono compromettere la resistenza meccanica e la protezione contro gli acidi. Le formulazioni con 16% CP + ACP e 16% CP + KF si collocano in una posizione intermedia, con efficacia inferiore e moderata aggressività. I dati concordano con revisioni sistematiche recenti che non evidenziano differenze cliniche sostanziali tra tecniche domiciliari e professionali (Aidos et al., 2024; Da Costa et al., 2010).

CONCLUSIONI

Per i clinici, la selezione del protocollo domiciliare dovrebbe essere guidata dall'analisi comparativa del rapporto efficacia/sicurezza delle diverse formulazioni. I dati sperimentali hanno evidenziato che tutte le formulazioni testate inducono un miglioramento statisticamente significativo della luminosità dentale. La formulazione con 12% CP + 0,5% nHA ha mostrato un profilo ottimale, combinando elevata efficacia sbiancante (ΔE comparabile a formulazioni ad alta concentrazione di perossido) con preservazione delle proprietà meccaniche dello smalto. La formulazione con 16% CP + KNO₃ + F ha dimostrato la massima efficacia cromatica, accompagnata però da modificazioni più marcate dei parametri di rugosità superficiale e di microdurezza. Le formulazioni con 16% CP + ACP e 16% CP + KF hanno evidenziato un'efficacia sbiancante moderata, con alterazioni strutturali contenute. Questi risultati sottolineano l'importanza della composizione integrale della formulazione nel determinare il profilo prestazionale complessivo, al di là della mera concentrazione di perossido.

ABSTRACT

Introduzione: lo sbiancamento dentale domiciliare rappresenta una procedura estetica ampiamente richiesta, basata sull'utilizzo di perossidi che, pur essendo efficaci, possono compromettere l'integrità strutturale dello smalto. Questo studio comparativo ex-vivo valuta efficacia sbiancante e impatto sulle superfici dentali di quattro prodotti domiciliari con diverse formulazioni.

Materiali e metodi: sono stati utilizzati campioni dentali bovini conformi alla norma ISO 28399:2021, condizionati in bioreattore biomimetico (37,5°C, pH neutro, saliva artificiale).

I prodotti testati sono stati: BlancOne Home Night+ (12% CP + 0,5% nHA), Opalescence PF Regular (16% CP + KNO₃ + F⁻), Zoom Nite White (16% CP + ACP) e Pola Night (16% CP + KF), applicati 8 ore/giorno per 10 giorni consecutivi. L'efficacia è stata valutata mediante spettrofotometria (VITA easy-shade), mentre le modificazioni strutturali attraverso microscopia a forza atomica (AFM) e nanoindentazione.

Risultati: tutti i prodotti hanno determinato miglioramenti significativi della luminosità ($p < 0,05$). Le formulazioni con 12% CP + 0,5% nHA e 16% CP + KNO₃ + F⁻ hanno mostrato efficacia superiore (ΔOD maggiore, miglioramento di 6 posizioni VITA 3D-Master) rispetto a quelle con 16% CP + ACP (4 posizioni) e 16% CP + KF (2 posizioni). L'analisi del pH ha evidenziato acidificazione progressiva, con valori significativamente più bassi per le formulazioni con 16% CP + ACP e 16% CP + KF ($p < 0,05$).

Le analisi AFM hanno rivelato che la formulazione con 16% CP + KNO₃ + F⁻ induce l'aumento più marcato della rugosità superficiale ($p < 0,001$), mentre quelle con 12% CP + 0,5% nHA e 16% CP + KF non alterano significativamente la topografia. La nanoindentazione ha confermato che la formulazione con 16% CP + KNO₃ + F⁻ riduce drasticamente durezza e modulo elastico, rendendo lo smalto più suscettibile a demineralizzazione.

Conclusioni: l'efficacia sbiancante non dipende esclusivamente dalla concentrazione di perossido, ma dalla formulazione complessiva. La formulazione con 12% CP + 0,5% nHA ha eguagliato l'efficacia di quella con 16% CP + KNO₃ + F⁻ preservando meglio l'integrità dello smalto, probabilmente grazie alla nano-idrossiapatite che favorisce la remineralizzazione. La formulazione con 16% CP + KNO₃ + F⁻, sebbene efficace, determina alterazioni strutturali significative.

Questi risultati forniscono evidenze clinicamente rilevanti per guidare la selezione di protocolli domiciliari che bilancino efficacia estetica e sicurezza biologica.

Introduction: at-home tooth whitening is a widely requested aesthetic procedure that relies on the use of peroxides, which, while effective, may compromise enamel structural integrity. This ex vivo comparative study evaluates the whitening efficacy and impact on dental surfaces of four at-home products with different formulations.

Materials and methods: bovine tooth samples compliant with ISO 28399:2021 were used and conditioned in a biomimetic bioreactor (37.5°C, neutral pH, artificial saliva). The tested products were: BlancOne Home Night+ (12% CP + 0.5% nHA), Opalescence PF Regular (16% CP + KNO₃ + F⁻), Zoom Nite White (16% CP + ACP), and Pola Night (16% CP + KF), applied 8 hours/day for 10 consecutive days. Whitening efficacy was assessed via spectrophotometry (VITA Easyshade), while structural changes were analyzed using atomic force microscopy (AFM) and nanoindentation.

Results: all products produced significant brightness improvements ($p < 0.05$). Formulations with 12% CP + 0.5% nHA and 16% CP + KNO₃ + F⁻ showed superior efficacy (higher ΔOD , improvement of 6 VITA 3D-Master shades) compared to 16% CP + ACP (4 shades) and 16% CP + KF (2 shades). pH analysis revealed progressive acidification, with significantly lower values for 16% CP + ACP and 16% CP + KF formulations ($p < 0.05$). AFM analyses indicated that 16% CP + KNO₃ + F⁻ caused the greatest increase in surface roughness ($p < 0.001$), whereas 12% CP + 0.5% nHA and 16% CP + KF did not significantly alter surface topography. Nanoindentation confirmed that 16% CP + KNO₃ + F⁻ markedly reduced hardness and elastic modulus, making enamel more susceptible to demineralization.

Conclusions: whitening efficacy is not solely dependent on peroxide concentration but on the overall formulation. The 12% CP + 0.5% nHA formulation matched the efficacy of 16% CP + KNO₃ + F⁻ while better preserving enamel integrity, likely due to nano-hydroxyapatite promoting remineralization. Although effective, 16% CP + KNO₃ + F⁻ causes significant structural alterations. These findings provide clinically relevant evidence to guide the selection of at-home protocols that balance aesthetic efficacy with biological safety.

BIBLIOGRAFIA

1. Khalid A, Quiñonez C. Straight, white teeth as a social prerogative. *Sociol Health Illn*. 2015;37(5):782–796. doi:10.1111/1467-9566.12238 ResearchGate+1
2. Maran BM, Bersezio C, Martin J, et al. The influence of dental bleaching on patients' quality of life: a multistudy analysis of aesthetic and psychosocial outcomes. *J Dent*. 2024;151:105397. doi:10.1016/j.jdent.2024.105397 PubMed+1
3. Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent*. 2006;34(7):412–419. Thieme+1
4. Li Y. Safety controversies in tooth bleaching. *Dent Clin North Am*. 2011;55(2):255–263. doi:10.1016/j.cden.2011.01.003 experts.llu.edu+1
5. Zhao X, Pan J, Malmstrom H, Ren Y. Treatment durations and whitening outcomes of different tooth whitening systems. *Medicina (Kaunas)*. 2023;59(9):1130. doi:10.3390/medicina59091130
6. Soares FZM, et al. Bovine tooth is a substitute for human tooth on bond strength studies: a systematic review and metaanalysis of in vitro studies. *Dent Mater*. 2016;32(10):1385–1393.
7. Pasquale C, et al. Safety and effectiveness of conventional commercial products for professional tooth bleaching: comparative ex vivo study using AFM microscopy and nanoindentation. *Appl Sci*. 2023;13(18):9371. doi:10.3390/app13189371
8. Oliver WC Jr, Pharr GM. An improved technique for determining hardness and elastic modulus using load and displacement sensing indentation experiments. *J Mater Res*. 1992;7(6):1564–1583.
9. Margolis HC, Moreno EC, Murphy BJ. Effect of low levels of fluoride in solution on enamel demineralization in vitro. *J Dent Res*. 1986;65(1):23–29.
10. Aidos M, Marto CM, Amaro I, et al. Comparison of in-office and at-home bleaching techniques: an umbrella review of efficacy and postoperative sensitivity. *Heliyon*. 2024;10(3):e25833. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e25833 ScienceDirect+1
11. Da Costa JB, McPharlin R, Paravina RD, Ferracane JL. Comparison of at-home and in-office tooth whitening using a novel shade guide. *Oper Dent*. 2010;35(4):381–388.