

Elise Lindland Møller, Oda Bergjordet Lien og Jon E. Dahl

Peroksidfrie tannblekemidler

Stadig oftere møter vi som tannleger pasienter med spørsmål vedrørende ekstern tannbleking. Pasientene ønsker anbefalinger for hva slags blekemiddel de bør velge, og mener med dette hvilken type som gir lysest og mest holdbart resultat. Blekemidler basert på hydrogenperoksid eller karbamidperoksid skal utelukkende selges via tannlege. De peroksidfrie blekemidlene kan imidlertid selges fritt. Med denne studien ønsket vi å se på forskjellen i effekt mellom de to typene tannbleking, peroksidholdig vs. peroksidfri tannbleking, slik at vi blir bedre rustet til å gi råd til våre pasienter.

Vi utførte en laboratoriestudie, hvor det ble foretatt bleking av ekstraherte tenner, for å finne forskjell i lysning mellom peroksidholdige og peroksidfrie blekemidler. Det ble foretatt målinger før bleking, rett etter bleking og åtte måneder etter. Fargen til tennene ble avlest i en lysboks, ved hjelp av en Vita Lumin-Vacuum fargeskala. De to operatørene leste av resultatene uavhengig av hverandre, og sammenliknet til slutt resultatene.

Vi fant at peroksidfrie produkter kan gi en umiddelbar lysning av tannen på grunn av endret lysbrytning ved at produktene inneholder syrer som etser tannoverflaten. Effekten var imidlertid ikke langvarig i motsetning til peroksidholdige blekemidler.

Forfattere

Elise Lindland Møller, tannlege. Arendal

Oda Bergjordet Lien, tannlege. Trysil

Jon E. Dahl, professor II. Institutt for klinisk odontologi, Det odontologiske fakultet, Universitetet i Oslo og direktør, NIOM – Nordisk institutt for odontologiske materialer, Oslo.

Artikkelen er basert på en integrert masteroppgave i odontologi ved Det odontologiske fakultet, Universitetet i Oslo. E. L. Møller og O. B. Lien har bidratt likt til artikkelen.

Ved ekstern tannbleking med peroksidholdige produkter er hydrogenperoksid det aktive stoffet, enten direkte eller via en kjemisk reaksjon fra karbamidperoksid (1). Hydrogenperoksid fungerer som en sterkt oksiderende agent, med dannelse av frie radikaler, som reaktive oksygenmolekyler og hydrogenperoksid anioner. Misfargede tenner inneholder store molekyler som absorberer lys (kromoforer), slik at tennene virker mørkere. De reaktive molekyler fra hydrogenperoksid spalter kromoforene til mindre molekyler som absorberer mindre lys, og som kan være mer diffunderbare. Aromatiske aminosyrer i dentinet er også med på å gi tannen farge (2). Peroksider fra blekemidler oksiderer bensenringen i de aromatiske aminosyrene noe som bidrar til å lysne tannen (2). Når karbamidperoksid avspalter hydrogenperoksid dannes også urea. Urea kan teoretisk sett omdannes til karbondioksid og ammoniakk. Effekten av urea i forbindelse med bleking er lite studert, men ammoniakk har høy pH noe som skal være gunstig under blekningsprosedyren (1).

Den europeiske kommisjon (3) kom i november 2012 med retningslinjer for bruk av tannblekemidler som inneholder peroksider (regulert av kosmetikklovgivningen). Disse reguleringene fastslo at det maksimale innhold av peroksider er 6 % (som tilsvarer 16 % karbamidperoksid), og at blekemidler med mer enn 0,1 % peroksid kun skal selges av tannlege. Den sier videre at blekingen må først skje på tannlegens kontor, og at pasienten må være over 18 år (4).

Den nye reguleringen av peroksidholdige tannblekemidler har medført at det er introdusert blekemidler som ikke inneholder peroksider. Blekeeffekten tilskrives andre ingredienser som for eksempel syrer, baser, oksygen, «filmkrystallisert kal-

Hovedbudskap

- Peroksidfrie tannblekemidler kan gi en umiddelbar lysning av tannfargen, men effekten er ikke langvarig
- Peroksidfrie blekemidler inneholder syrer og har lav pH
- Syren i de peroksidfrie midlene etser tannoverflaten, og en endret lysbrytning får tennene til å virke hvitere



Figur 1. VITA Lumin-Vacuum fargeskala rangert fra lysest farge til mørkest. Vekting av skalaen i parentes: B1 (1) – A1 (2) – B2 (3) – D2 (4) – A2 (5) – C1 (6) – C2 (7) – D4 (8) – A3 (9) – D3 (10) – B3 (11) – A3,5 (12) – B4 (13) – C3 (14) – A4 (15) – C4 (16).

sium» og slipemidler. Det er ingen handelsbegrensninger for disse såkalte peroksidfrie blekemidlene, de kan derfor fritt kjøpes og brukes uten påsyn av odontologisk ekspertise. Det foreligger lite vitenskapelig dokumentasjon om effekten av peroksidfrie blekemidler (5) som omtales hyppig på internett, både i reklamer og blant bloggere. Publikum er således godt eksponert for produktene og deres påståtte effekter.

Hensikten med denne studien er å sammenligne effekten av peroksidfrie blekemidler med blekemiddel som inneholder perok-

sid. Spørsmålet er om peroksidfrie blekemidler kan være et alternativ til den behandlingen tannlegene kan tilby.

Materiale og metode

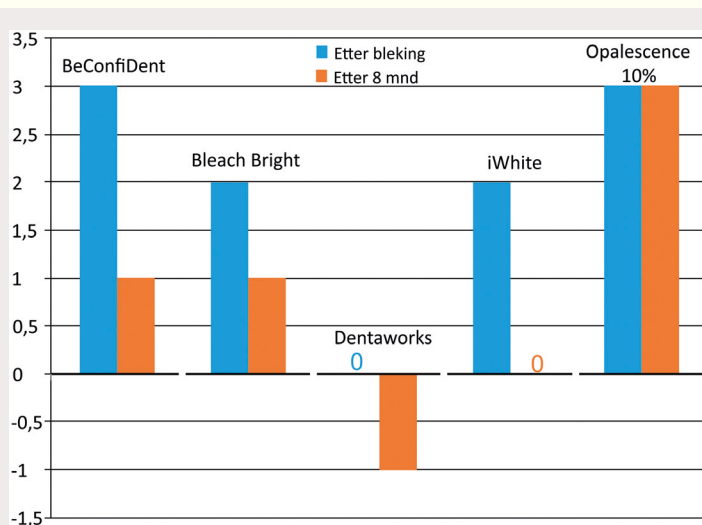
De benyttede blekemidlene, fire peroksidfrie og ett peroksidholdig, er angitt i tabell 1.

Antall prøver i hver gruppe ble beregnet med hjelp av utvalgskalkulator hos ClinCalc.com med type I feil satt til 0,05 (dvs. signifikans på 5 %) og styrke (dvs. sannsynligheten for et statistisk signifikant resultat) på 90 %. (6). Basert på en undersøkelse av Dawson og medarbeidere (7) anslo vi at det peroksidholdige blekemidlet ville lysne tennene 6 ± 2 enheter på Vita-skalaen. For de peroksidfrie antok vi at effekten var ett trinn på Vita-skalaen. Dette resulterte i behov for minst tre testlegemer i hver gruppe, og man valgte å benytte fem i hver gruppe, til sammen 25 tenner hentet fra NIOMs tannbank (REK tillatelse 2013/413 NIOM tannbank). Tennene var oppbevart i destillert vann fra ekstraksjon frem til bruk med lengste oppbevaring 6 måneder. Pasientens alder ved ekstraksjonstidspunktet var ikke notert. Det ble benyttet 16 molarer, 8 premolarer og en insisiv. Alle tennene ble pusset med pimpstein. Disse ble fordelt tilfeldig i fem grupper.

Fremgangsmåte for hvert blekemiddel

Hvilken flate som ble brukt på den første tannen, ble valgt ved trekking. Deretter ble det brukt annenhver lingual og buccal for hver tann.

Tennene ble plassert i en stripe med silikon avtrykksmateriale på aluminiumsfolie og blekemiddel påført med Quick-stick® (Dentsolv AB, Sverige) i henhold til produsentens bruksanvisning. Etter anbefalt bleketid ble ble-



Figur 2. Fargeendring (medianverdi av fem observasjoner for hvert produkt – se figur 1) umiddelbart etter avsluttet bleking og etter 8 måneder basert på vekting av bestemt farge i henhold til figur 1. Negative tall indikerer at tennene var blitt mørkere. For Dentaworks så man ingen effekt umiddelbart etter bleking (verdi = 0) og for iWhite ingen effekt etter 8 måneder.

Tabell 1. Produkt, ingredienser og prosedyre oppgitt av produsenten

Produkt	Oppgitte ingredienser*	Prosedyre
<i>beConfiDent, Group beConfiDent Europe, Helsingborg, Sverige</i>	Organisk vegetabilsk glyserin, økologisk naturlig <i>natriumbikarbonat</i> , økologisk naturlig vannmelon smaksekstrakt, naturlig xylitol søtningsmiddel, karbomer, polysorbat 20, sorbitol, økologisk aloebladjuice, økologisk naturlig <i>granatepleekstrakt</i> , økologisk naturlig kamilleekstrakt, fluor	<ul style="list-style-type: none"> * Form munnskinnen (3 sek i 80° vann, tunge for å forme etter tennene) * Klipp av plastholder på munnskinne * Børst tennene med tannkrem * Legg en tynn stripe med gel i munnskinnen, fra kant til kant * Plasser på tennene, og la den virke i 15 min * Spytt ut, skyll med vann, puss tennene uten tannkrem * Gjenta behandlingen en gang per dag i 10 dager
<i>BleachBright, BleachBright, Kenner, LU, USA</i>	Glyserin, <i>natriumbikarbonat</i> , karbomer, polysorbat 20, trietanolamin, kaliumsorbat, aloe vera, <i>granateple</i> , kamille, smakstilsetning	<ul style="list-style-type: none"> * Riv av beskyttelse * Bruk munrens som tannbørste (blå side mot tennene) * Sett inn munnstykke * Påfør Bleach Bright i tynt lag * Etterlat tennene eksponert for lys i 15–20 min * Fjern munnstykke og gjenta trinn 1–6 * Bruk tannrens igjen
<i>Dentaworks, dentaworks, Helsingborg, Sverige</i>	Glyserin, vann, silisiumdioksid, natriumperborat, natriumglukonat, sitronsyre, natriumsitrat, xantan gum, natriummagnesiumsilikat, natriumklorid, PEG-32, cellulose gum, peppermyn-tearoma	<ul style="list-style-type: none"> * Varm tannskinnen: avkjøl oppkokt vann i 2–3 min, og dypp skinnen til den mykner og strammes * Form skinnen: mot tennene vha tunge og fingre * Rengjør og blek (30–60 min to ganger om dagen i 7–14 dager)
<i>iWhite instantSylphar, Deurle, Belgia</i>	Vann, hydrert silisiumdioksid, glyserin, <i>phtalimido-proxy-caproicacid</i> , krusflikpulver/hydrert silisiumdioksid, PEG-40 hydrogenert lakserolje, aroma, akrylater/akrylamid kopolymer og mineralolje og polysorbat 85, sitronsyre, metylparaben, kalsiumlaktatglukonat, BHT, xylitol, kaliumsesulfam	<ul style="list-style-type: none"> * Forhåndsfylte skinner brukes i 20 min per dag * Produktet brukes i 5 dager på rad * Kan ved behov forbedre resultatet med 1–2 skinner så ofte man ønsker * Bruk en skinne til overkjeven og en skinne til underkjeven
<i>Opalescence 10 %, UP Dental GmbH, Köln, Tyskland</i>	Glyserin, vann, <i>karbamidperoksid</i> , karbomer, PEG-300, natriumhydroksid, kaliumnitrat, EDTA, natriumfluorid	<ul style="list-style-type: none"> * Individuelt tilpasset skinne produseres * Opalescence 10 % brukes i 8–10 timer over natten (spytsekresjonen minker og man hindrer «pumping» av materiale fra skinnen). * Bruk 1/3–1/2 sprøyte i skinnen * Evaluer resultatet hver 3.–5. behandlingsdag * Hvor lang tid det tar å fullføre behandlingen avhenger av typen misfarginger og hvor kraftig den er

* Antatt hovedvirkestoff i uthevet skrift.

kemiddelet fjernet under rennende vann med tannbørste. Antall blekeseanser var i henhold til produsentens anbefalinger. Mellom blekeseansene ble tennene oppbevart i destillert vann.

Fargebestemmelse

Fargebestemmelse ble utført før behandlingen (før-verdi), så rett etter avsluttet behandling og etter 8 måneder i destillert vann. Farge ble vurdert ut fra en Vita Lumin-Vacuum fargeskala (Vita-skala) (figur 1) i lysboks. Farge ble bestemt av to av forfatterne (ELM og OBL). Initialt ble fargetone bestemt, deretter lyshet. Begge operatører utførte fargebestemmelse selvstendig for så å sammenligne resultatet. Ved ikke sammenfallende resultater ble det utført en ny bestemmelse av begge operatører for å oppnå enighet.

pH måling

Alle produktene ble fortynnet med vann før måling med pH elektrode (usikkerhet 0,01 enhet), og den originale pH-verdien regnet ut basert på fortynningsgraden. Som en ekstra kontroll ble også pH-papir brukt til å bestemme pH på både det ufortynnete og fortynnete produktet.

Resultater

De fleste av tennene hadde lyse farger før bleking (tabell 2), og bare to tenner var mørkere enn A2 på Vita-skalaen (figur 1). Tre av de fire peroksidfrie blekemidlene gav en initial lysning av tennene på opptil tre trinn på Vita-skalaen, men effekten var nærmest borte etter 8 måneder (figur 2). Det peroksidholdige blekemidlet gav en lysning på tre trinn i gjennomsnitt som vedvarte i de 8 månedene studien pågikk (figur 2). Detaljerte fargeuttak er

Tabell 2. Oversikt over uttatt farge på enkelttenner i alle blekeproduktene før behandling, umiddelbart etter gjennomført bleking og etter 8 måneder i henhold til Vita-skalaen. M=molar, P=pre-molar, I=insisiv, B=buccal, L=lingual.

Produkt/tid	Tann, flate og farge				
beConfiDent	M (B)	P (L)	M (B)	P (L)	P (B)
Før	A2	B2/B3	A2	A1	A1
Etter	B1	B1	A1	B1	B1
8 mnd etter	A1	C1	B2	A1	A1
Bleach Bright	M (B)	M (L)	P (B)	P (L)	M (B)
Før	B2	A2	A1	A1	A3
Etter	B1	B1	B1	B1	A1
8 mnd etter	A1	A1	A1	A1	B2
Dentaworks	P (L)	P (B)	M (L)	M (B)	M (L)
Før	A1	B1	A1	B2	A1
Etter	A1	B1	B1	B2	A1
8 mnd etter	A1	A1	B2	B2	B2
iWhite	M (L)	M (B)	M (L)	M (B)	M (L)
Før	A2	A2	B2	A2	A1
Etter	B2	A1	B2	A1	B1
8 mnd etter	A2	B2	B2	A1	A1
Opalescence	M (B)	P (L)	M (B)	M (L)	I (B)
Før	A3	A2	B2	A1	A2
Etter	B2	A1	A1	B1	B1
8 mnd etter	A2	A1	B2	A1	A1

gitt i tabell 2. Alle produktene viste seg å ha en pH-verdi i det sure området (tabell 3).

Diskusjon

Tannfargen ble visuelt avlest i forhold til en fargeskala (Vita-skalaen), en metode som er mye anvendt i klinikken. En slik fargeavlesning brukes også ofte i markedsføringen av tannblekemidler. Validiteten av en fargeavlesning er avhengig av faktorer som lysforhold, romdekor, observatørens erfaring og øyne, eksempelvis fargeblindhet (8). I vår studie hadde operatørene kort tids erfaring, da begge var studenter i perioden. Fordelen var at begge var unge og dermed fortsatt hadde et skarpt syn. I tillegg

Tabell 3. Måling av surhetsgraden i de undersøkte produktene

Type blekemiddel	pH
beConfiDent	4,1
Bleach Bright	4,6
Dentaworks	6,1
iWhite	3,2
Opalescence tooth whitening systems	5,9

foregikk fargeavlesningen i et kammer med lys tilpasset naturlige forhold. Slik var det mulig å unngå faktorer som kunne ha innflytelse på fargeavlesningen. Enkelte andre studier har tatt i bruk elektroniske hjelpemidler for fargemåling (9).

Tennene som ble brukt i studien var hovedsakelig visdomstener og premolarer (tabell 2). De utvalgte tennene var intakte, uten karies, fyllinger og skader. Dette var tenner med lys farge i utgangspunktet og antas å komme fra forholdsvis unge pasienter. Det var en homogen gruppe, men med få mulige fargetoner å lysne noe som kan ha hatt innflytelse på resultatet. Samtidig markedsføres de peroksidfrie blekemidlene nettopp overfor unge personer.

Med tannbleking ønsker man at blekemidlene skal ha enn god og varig effekt. I denne studien har vi valgt å sammenlikne effekten av peroksidfrie blekemidler med ett peroksidholdig som må kjøpes via en tannlege, og observert opptil 8 måneder.

De peroksidfrie blekemidlene har andre virkestoffer en de peroksidholdige blekemidlene. Selv om innholdsstoffene er oppgitt på pakningene, finnes ingen konsentrasjons- eller mengdeangivelse. Dette gjør det vanskelig å spesifikt peke ut hovedvirkestoffet. Ut fra kjemiske egenskaper til innholdsstoffene har vi foreslått hvilke stoff som mest sannsynlig har gitt fargeendringen (se tabell 1). Effekten vil være konsentrasjonsavhengig slik at produkter med samme innholdsstoffer kan ha ulik effekt fordi konsentrasjonen er ulik.

Vi antar imidlertid at de undersøkte peroksidfrie blekemidlene baserer seg på ulike syrer for å få en effekt på tennene. Dette bekreftes av pH målinger av de ulike produktene (tabell 3). Dentaworks inneholder sitronsyre, og for BleachBright og beConfiDent oppgir produsentene granatepleekstrakt (eplesyre). iWhite inneholder (ftalimido) peroksiheksansyre (PAP). PAP er et oksiderende kjemikalie og benyttes til bleking av tøyoffer. Det opplyses at PAP kan tilsettes tannpasta og håndvaskemidler, sannsynligvis på grunn av PAPs baktericide effekt. I henhold til sikkerhetsdatablad er PAP slimhinneirriterende og kan gi permanent øyeskade (10). Dette kjemikaliyet skal i henhold til merkeforskriften merkes med «gir alvorlig øyeskade». Den blekende effekten av syrer antas å skyldes en endret lysbrytning i emaljeoverflaten. Syren løser ut noe av emaljen slik at overflaten blir mer ujevn. Syrer virker også ved å etse vekk misfargingen i det ytterste emaljelaget. Dette kan også tenkes å bidra til å gi tannoverflaten et lysere utseende.

Et annet tilsetningsstoff er natriumbikarbonat som finnes i BleachBright og beConfident. Mekanismen bak den umiddelbare blekeeffekten er vanskelig å forklare. I vandig miljø med tilstedeværelse av H⁺ ioner, vil natriumbikarbonat danne karbonsyre som spaltes til CO₂ og H₂O. Det er uklart om denne reaksjonen først skjer når midlet kommer i kontakt med tannoverflaten eller er med på å gjøre selve produktet surt ved applisering. Virkningen vil i begge tilfeller bli som beskrevet over for organiske syrer og PAP.

Opalescence er et peroksidholdig blekemiddel hvor karbamidperoksid er den aktive substansen. Karbamidperoksid spaltes til urea og hydrogenperoksid (11). Hydrogenperoksid er sterkt oksiderende gjennom dannelsen av frie radikaler (12), reaktive oksygenmolekyler og hydrogenperoksidanioner (13). Store molekyler som absorberer lys og gjør tennene misfarget, spaltes av disse reaktive stoffene. De spaltede molekylerne absorberer mindre lys og kan også diffundere ut av tannen, noe som fører til at tannen blir lysere. Urea fra karbamidperoksid kan teoretisk omdannes til karbondioksid og ammoniakk (11). Det er imidlertid uklart hvor mye ammoniakk som dannes under tannbleking. Det er hevdet at ammoniakk øker pH i blekegelen noe som forsterker blekeeffekten (14). Dette kan forklares med at det kreves mindre energi for å danne frie radikaler, og at reaksjonshastigheten er høyere i en basisk løsning sammenlignet med surt miljø (13). I tillegg inneholder Opalescence natriumhydroksid som skal øke pH i produktet. Våre målinger viste imidlertid at også Opalescence hadde pH i det sure området noe som ikke støtter argumentasjonen om effekten av urea (14). Generelt synes graden av tannblekings-effekt å avhenge av peroksidkonsentrasjon og applikasjonstid (9,15).

Ut fra våre resultater kan det se ut til at det er en umiddelbar blekende effekt for alle blekingsmidlene med ett unntak (figur 2). For noen av tennene påviste man imidlertid ikke fargeendring (tabell 2). Rett etter at behandlingen var avsluttet, observerte vi størst blekningseffekt etter bruk av Opalescence (peroksidholdig produkt) og beConfident (peroksidfritt). Det produktet som ikke hadde påvisbar effekt etter blekeprosedyren, var også det som var minst surt. Effekten av peroksidfrie blekemidler var i midlertidig ikke til stede etter 8 måneder. Dette støtter opp om at den umiddelbare effekten skyldes en syrepåvirkning av emaljeoverflaten som forsvinner over tid. Noen tenner bleket med Dentaworks og beConfident fikk mørkere farge enn utgangsfargen, men dette var ikke dominerende for resultatet (tabell 2). Selv om tennene var oppbevart i vann, kunne det for noen se ut som de var blitt litt uttørret, noe som kan bidra til inntrykk av lysere farge. For to produkter var gjennomsnittlig lysningen ett trinn på fargeskalaen. En slik endring er mindre enn det øyet kan oppfatte og synes således ikke å ha klinisk betydning (16).

Konklusjon

Opalescence (peroksidholdig) har den beste og mest varige blekende effekten, mens Dentaworks ga dårligst resultat. De andre peroksidfrie produktene ga en initial lysning av tennene forårsaket av deres etsende effekt på emaljen. Etter åtte måneder var ef-

fekten av peroksidfrie blekemidler neppe klinisk observerbar, mens de fleste tenner bleket med peroksider fortsatt hadde lysere farge.

Takk

Vi takker seniorforsker Ida S. Stenhagen, NIOM, som utførte pH målingene.

English summary

Møller EL, Lien OB, Dahl JE.

Peroxide-free tooth whitening products

Nor Tannlegeforen Tid. 2018; 128: 772–7

The purpose of this study was to compare the bleaching effects of peroxide-free and peroxide-containing tooth whitening products. We chose four tooth whiteners from internet and pharmacies, and one distributed through the dental office. These products were tested using five extracted teeth for each product (totally 25 teeth). Products were tested on buccal and lingual surfaces selected randomly. The whitening processes were performed according to the manual of the different products. Two authors (ELM and OBL) examined the teeth in a light box, and the tooth color was given according to the Vita Lumin-Vacuum colour scale. The evaluations were done prior to the treatment, immediately after the whitening, and after eight months.

Both peroxide-free and peroxide containing products gave an initial lightening of the tooth color. The mechanisms of actions were different for the two product types. The lightening of the peroxide-free was due to acid erosion of the enamel surface changing the reflection of light. For the peroxide containing product the bleaching effect was caused by oxidation of chromophores in enamel and dentin. After 8 months, no perceivable lightening was noted for the peroxide-free products whereas the teeth treated with peroxide containing bleaching remained lightened.

Referanser

1. Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching – a critical review of the biological aspects. *Oral Biol Med* 2003; 14: 292–304.
2. Guo YR, Yang X, Feng XW, Sa Y, Wang M, Li P, Jiang T. New insights into effects of aromatic amino acids on hydroxyapatite. *J Dent Res*. 2018; 97: 402–8.
3. EU-kommisjonen. <https://snl.no/EU-kommisjonen> (avlest 21.9.2018)
4. Forskrift om kosmetikk og kroppspfleieprodukter. Vedlegg III. Liste over stoffer som kosmetiske produkter ikke kan inneholde, unntatt med forbehold for de begrensningene som er fastsatt. Vedtatt i 2013. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2013-04-08-391?q=forskrift%20om%20kosmetikk> (avlest 25.05.2018)
5. Shi XC, Ma H, Zhou JL, Li W. The effect of cold-light-activated bleaching treatment on enamel surfaces in vitro. *Int J Oral Sci*. 2012; 4: 208–13.
6. ClinCalc.com. Sample Size Calculator. (<http://clincalc.com/stats/samplesize.aspx>) (avlest 25.05.2018)

7. Dawson PF, Sharif MO, Smith AB, Brunton PA. A clinical study comparing the efficacy and sensitivity of home vs combined whitening. *Oper Dent.* 2011; 36: 460–6
8. Joiner A, The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent.* 2006; 34: 412–9.
9. Grobler SR, Majeed A, Hayward R, Rossouw RJ, Moola MH, van W Kotze TJ. A clinical study of the effectiveness of two different 10 % carbamide peroxide bleaching products: a 6-month follow up. *Int J Dent.* 2011; doi: 10.1155/2011/167525
10. SDS PAP: Wickham Industries Limited. Safety data sheet for CAS No. 128275–31–0: 6-(phthalimido) peroxyhexanoic acid; 2015 https://wickhamindustries.co.uk/pdf/MSDS_DESTAIN_ULTRA_LIQUID.pdf (avlest 2018.05.27)
11. Budavari S, O'Neil MJ, Smith A, Heckelman PE. The Merck index. An encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals. Rahway, NJ: Merck and Co., Inc. 1989
12. Gregus Z, Klaassen CD. Mechanisms of toxicity. In: Cassarett and Doull's Toxicology, the basic science of poisons. Klaassen CD, ed., New York: McGraw-Hill Companies Inc. 1995, pp 35–74.
13. Cotton FA, Wilkinson G. Oxygen. In: Advances in inorganic chemistry. A comprehensive text. Cotton FA, Wilkinson G, eds., New York: Interscience Publisher 1972, pp. 403–420.
14. Sun G. The role of lasers in cosmetic dentistry. *Dent Clin North Am.* 2000; 44: 831–50.
15. Matis BA, Cochran MA, Eckert G. Review of the effectiveness of various tooth whitening systems. *Oper Dent.* 2009; 34–2: 230–5
16. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, Sakai M, Takahashi H, Tashkandi E, Perez MDM. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent.* 2015; 27: Suppl. S1–S9.

Korresponderende forfatter: Jon E. Dahl, NIOM – Nordisk institutt for odontologiske materialer, Oslo. E-post: jon.dahl@niom.no

Artikkelen har gjennomgått ekstern faglig vurdering.

Møller EL, Lien OB, Dahl JE. Peroksidfrie tannblekemidler. Nor Tannlegeforen Tid. 2018; 128: 772–7

