

Gunhild V. Strand

## «Ozonhullet»

Ozon er livsviktig. Ozonlaget ligger som en beskyttende hinne om hele vår eksistens. Det er et stoff som vi ikke kan leve uten, men som vi samtidig betrakter som en giftig gass. Denne motsetningsfylte holdningen til ozon kan virke forvirrende. Når det så i tillegg hevdes at man ved hjelp av ozonbehandling kan reparere hull i tennene uten bor og bedøvelse – da er det kanskje på tide å belyse fenomenet nærmere.

**G**runnstoffet oksygen forekommer fritt i to former: dioksygen ( $O_2$ ) og ozon ( $O_3$ ). Ozon er således bygget opp av et oksygenmolekyl og et ekstra oksygenatom (Fig. 1). Det ekstra oksygenatomet er løst bundet til oksygenmolekylet. Dette gjør at ozon reagerer lett med andre stoffer, noe man mener kan utnyttes terapeutisk (1) (Fig. 2). I utgangspunktet er ozon en ustabil, blå gass med en metallisk, stikkende lukt som kan merkes ned til en konsentrasjon på bare 0,0002 %. I kraftig tordenvær kan man faktisk lukte ozon. Gassen kan kondenseres til en dyp blå væske med kokepunkt ÷ 111, 9 °C og ved videre avkjøling, til et mørkt fiolett, fast stoff med smeltepunkt ÷ 192, 5 °C. Både i form av væske og fast stoff er ozon eksplosivt (2, 3).

Ozonmengden nær bakken har i de senere år økt på grunn av kjemiske utslipp fra biler. Dette er bekymringsfullt fordi ozon skader lungevevet og luftrørshårene. Eksponering over lang tid kan derfor føre til kronisk bronkitt, fibrose og emfysem (4, 5).

Ozonets høye oksidasjonspotensiale utnyttes industrielt til nedbrytning av organiske og uorganiske forbindelser i vann og luft, til inaktivering av mikroorganismer og for å hindre mikrobiologisk vekst i rørsystemer og beholdere. De viktigste bruksområdene er således desinfeksjon og kvalitetsforbedring av drikkevann, fjerning av skadelige stoffer og miljøgifter i avløpsvann, sykdomsbekjempelse i akvakultur og luftfjerning i avtrekksluft (4).

### Forfatter

Gunhild Vesterhus Strand, førsteamanuensis, dr. odont. Senter for klinisk odontologisk forskning, Det odontologiske fakultet, Universitetet i Bergen

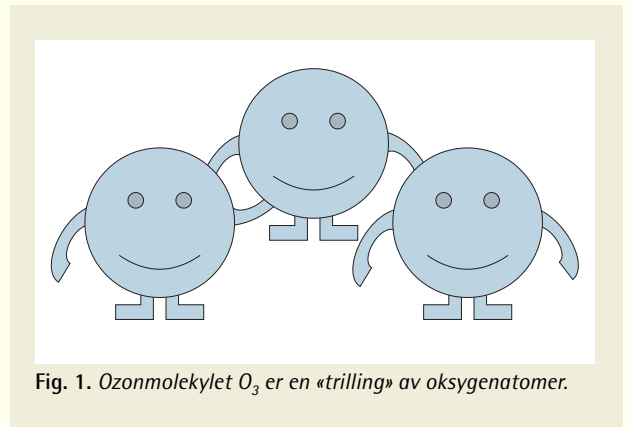


Fig. 1. Ozonmolekylet  $O_3$  er en «trilling» av oksygenatomer.

### Ozonlaget

Blant folk flest blir ozon gjerne assosiert med ozonlaget i atmosfæren og faren for nedbrytning som følge av utslipp av såkalte klimagasser (2). Våren 1988 ble det målt dramatisk lite ozon i atmosfæren over Antarktis. Dette «ozonhullet» skapte stor bekymring. Ozonlaget utgjør en effektiv beskyttelse mot ultrafiolette (UV-) stråler ved at energien i strålingen for en meget stor del absorberes ca. 30–50 km over jordens overflate. Økt ultrafiolett stråling mot jordkloden kan skade arvestoffet, øke krefthyppheten og redusere planteproduksjonen både på land og i havet. En moderat stråling fra solen er imidlertid gunstig. Blant annet skjer det kjemiske prosesser i huden slik at det dannes D-vitamin som beskytter oss mot sykdom (rakitt). For å opprettholde en slik strålingsbalanse foregår det en kontinuerlig dannelse og spalting av ozon med utgangspunkt i en atmosfærisk likevekt. Denne likevekten kan lett forrykkes ved utslipp av syntetiske stoffer som inneholder for eksempel klor eller brom. Ozons evne til å reagere med slike stoffer gjør at det dannes nye forbindelser og disse stanser *ikke* det ultrafiolette lyset slik ozon gjør. Resultatet blir et tynnere og utett ozonlag. Derfor har 183 land undertegnet en internasjonal avtale (Montrealprotokollen) om reduksjon og stans i bruken av ozonreducerende stoffer. Slike stoffer var tidligere benyttet blant annet i sprayboks, isolasjonsmaterieell og emballasje. Statens forurensingstilsyn opplyser at bruken av ozonreducerende stoffer i Norge er redusert med 98 % siden 1986 (personlig meddelelse).

**HealOzone**

Revolutionerende terapi-konsept innen kariesfjerning! Nå endelig i Norge!

HealOzone har lenge vært utprøvd og brukt med fantastiske resultater i Storbritannia, Tyskland og USA.

- Ingen smerte
- Ingen boring
- Ingen negative bivirkninger

LYST TIL Å VITE MERT  
Prof. Eshvard Lynch fra Irland har i en direkte forklart på HealOzone. Har er til stede på vår stand med demonstrasjon og miniforedrag. **HERTEGIG VELKOMMEN!**

Fig. 2. Markedsføring av apparatet.

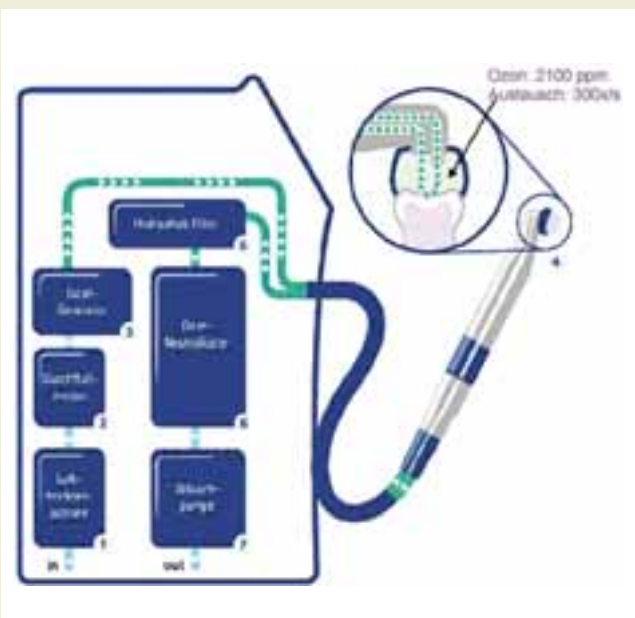


Fig. 3. Skisse over ozonapparatets funksjon. (Fra informasjonsbrosjyren til KaVo)

### Ozon og tannbehandling

Visse bakterier har, som kjent, evnen til å fermentere karbohydrater i kosten til organiske syrer slik at pH i plakket synker, tannsubstansen demineraliseres og det oppstår karies. Det vil følgelig være av stor kariesforebyggende verdi å eliminere eller hemme disse bakteriene. Ozonets antibakterielle effekt er i denne sammenheng interessant. Dette er grunnlaget for at det nå markedsføres et portabelt apparat som via en slange skal «presse» ozongass inn i karieslesjonen. Gassen skal, ifølge produsenten, penetrere det kariøse vevet og dermed eliminere forekomsten av bakterier, sopp og virus. Rasjonalet bak prosedyren er at en ved å ødelegge det syredannende økologiske miljøet, vil kunne stanse lesjonens progresjon og legge forholdene til rette for tilheling ved remineralisering (6–8).

### Ozonapparatets funksjon

Apparatet suger inn luft fra omgivelsene og utsetter denne for høyfrekvent elektrisk påvirkning slik at det dannes ozongass (Fig. 3). På en slange med et håndstykke er det ytterst montert en silikonkopp. Denne skal slutte tett omkring tannen. Ozongeneratoren starter kun hvis det registreres et undertrykk fra håndstykket. Gjennom håndstykket leveres en kontrollert konsentrasjon ozon til tannen. Ozongassen suges via en annen slange tilbake til apparatet der gassen igjen reduseres til oksygen. Selve apparatet utgjør et lukket system med hensyn til produksjon, tilførsel og tilbakeføring av ozon og skulle derfor ikke representere noen fare verken for pasient eller omgivelser (9).

### Indikasjon

Initiale kariesangrep på tyggeflater og rotoverflater (samt bukkale og linguale flater), – men et tilstrekkelig definert indikasjons- og kontraindikasjonsområde for bruk fremgår ikke av manualen.

### Behandlingen

Behandlingen starter med at tannoverflatene rengjøres omhyggelig. Til dette formål anbefaler produsenten et abrasivt luft-/pulverinstrument som markedsføres av samme firma. Kariesregistrering foretas med et apparat som baserer seg på laserfluorescens (Fig. 4). Ved slik teknikk kan demineraliseringen kvantifiseres fordi kariøst vev har større fluorescens enn friskt vev. Oppfølging av måleverdiene indikerer stabilisering, remineralisering eller progresjon av kariesprosessen. Avhengig av de diagnostiske funnene, «gasses» lesjonene deretter med den anbefalte dose ozon. Behandlingen avsluttes ved at lesjonen påføres et reduksjonsmiddel som skal fjerne restozon og påskynde remineraliseringsprosessen gjennom et høyt innhold av blant annet xylitol, fluor, kalsium, fosfat og sink. Pasienten må følge opp behandlingen flere ganger daglig og benytte tannkrem, skyllemidler og spray fra et eget «kit». Kontroll foretas etter 4–6 uker. Dersom en ikke har fått remineralisering, målt ved det samme laserinstrumentet, kan det være nødvendig med flere doser ozon, for eksempel hver tredje måned.

### Diskusjon

Det tar vanligvis lang tid før en kariesskade kan oppdages med det blotte øye eller på et røntgenbilde – og enda lengre tid før det hele har utviklet seg til en kavitet (10). Behandling av kaviteter innebærer smerte og ubehag og fyllingene vil kreve vedlikehold og utvidelser slik at tannen gradvis svekkes (11). Dersom kariesskaden kan stanses eller snus i de tidlige faser av sykdomsprosessen, vil behovet for fyllinger, rotfyllinger og proteser reduseres (12). En søker derfor etter nye diagnostiske metoder for å oppdage sykdommen i tidlige stadier og teknikker som kan stanse eller reversere prosessen. Ozonbehandling er et behandlingkonsept som er i tråd med det man antar vil være fremtidens kariesterapi. Man kan tenke seg flere virkninger av denne behandlingen; for eksempel at nye lesjoner hindres i å oppstå, at initiale lesjoner ikke progredierer og at initiale angrep remineraliseres. Det er vist at remineraliserte lesjoner er mer motstandsdyktige



Fig. 4. Laserapparat for kariesdiagnostikk.

ge mot syreangrep enn intakte flater. Metoden synes derfor velegnet for behandling av små okklusale emaljeangrep på barn og ungdom. Men da det ennå ikke foreligger noen kontrollerte kliniske studier av lengre varighet, kan effekten av denne behandlingen ikke anses dokumentert. Dette er også grunnen til at Den britiske tannlegeforeningen (BDA) meddelte at de inntar en «highly cautious and sceptical view of Ozone therapy».

Det foreligger en viss dokumentasjon på at metoden er egnet til å hindre utviklingen av initiale rotkariesangrep (13). Forutsetningen er imidlertid at pasienten følger opp ozonbehandlingen med tannpuss, spray og skylling minst 3 ganger per dag. Hos eldre med nedsatt finmotorikk, og med de dårlige tannhygieniske forholdene en finner i dagens sykehjem (14), synes dette lite realistisk. At man ved endret atferd kan få remineralisert rotkarieslesjoner er gammelt nytt – uten at dette nødvendigvis behøver krediteres ozonet (15).

Metoden har imidlertid klare begrensninger, noe som ikke alltid kommer frem i markedsføringen (Fig. 2). Ozonbehandling kan for eksempel ikke benyttes ved approximalkaries, simpelthen fordi ozon ikke kan penetrere frisk tannsubstans. Altså må en mekanisk fjerne tannsubstans for å nå frem til bakteriene. Kariesdiagnostikk ved laser fluorescens lar seg heller ikke gjennomføre approximalt (16). Det er dessuten vanskelig å skape en tett forsegling omkring den approximale lesjonen selv om enkelte hevder å mestre dette ved hjelp av matrisebiter, oppklippet kofferdam og forskjellige silikonmasser.

Det er mulig at en kan spare noe tannsubstans ved å kombinere konvensjonell prepareringsteknikk med å ozonbehandle de innerste pulpanære lag, men dette er ennå ikke verifisert. Med fare for å etterlate bakterielt kariøst vev, er dette noe en foreløpig ikke bør forsøke seg på – særlig fordi US Federal Food and Drugs Regulations nylig uttalte: «In order for ozone to be effective as a germicide, it must be

present in a concentration far greater than that which can be safely tolerated by man and animals» (17). De samme erfaringene har man fra forskning innen akvakultur i Norge (18). Dersom man skal lykkes med å desinfisere tankene i fiskeoppdrettsanlegg, må man ha konsentrasjoner så høye at fisken må fjernes for at den ikke skal bli drept. Samme forskning viser dessuten at det er svært vanskelig å avlive bakterier som forekommer i en biofilm, fordi ozongassen har problemer med å diffundere inn i og gjennom denne. Det trengs derfor *mye* høyere doser for å inaktivere bakteriene i en biofilm enn i en vandig løsning, som for eksempel i et badebasseng. I kariøse lesjoner er bakteriene organisert i en biofilm. Rent logisk kunne en tenke seg at en kunne *presse* ozongassen inn i det kariøse vevet under trykk, men dette vil muligens kunne påføre pulpa irreversible skader, noe som kan utløse en inflammasjonsprosess. Representanter fra firmaet hevder å ha løst problemet med inntrenging av gassen på en annen måte: Sugemotoren startes med det samme maskinen slås på for å skaffe undertrykk. Luft skulle dermed suges ut av den kariøse lesjonen og når den etterfølgende ozongassen strømmes over lesjonen vil gassen suges inn i det kariøse vevet på grunn av det relative undertrykket. Forklaringen er ikke uten videre akseptabel. Det er et spørsmål om ikke pulpa som ligger bakenfor lesjonen vil utligne undertrykket og dessuten bidra til at gassen faktisk ikke trenger inn i vevet fordi trykket inni pulpa og i dentinkanalene er høyere enn på tannoverflaten. Så trykkgradienten kan trolig ikke føre til inntrenging av ozon i det kariøse vev.

Kan så en konsentrasjonsgradient bevirke dette? Dette er det essensielle spørsmål. Ozon er et lite (2,18Å), men svært reaktivt molekyl som søker et ekvilibrium og prøver å fordele seg nedover i lesjonen. Mye av ozonet blir forbrukt underveis gjennom reaksjon med mikroorganismer. Plakk i en kariøs lesjon er potensielt diffunderbart. Det hele er avhengig av diffusjonskoeffisienten for ozon inn i det aktuelle vevet. Hva denne er, synes foreløpig uavklart. På det nåværende tidspunkt synes det uansett vanskelig å forstå hvordan en skal kunne sikre at en adekvat ozonmengde når alle deler av lesjonen.

Enkelte anbefaler å la større lesjoner stå åpne i ukevis i et forsøk på remineralisere tannsubstans etter ozonbehandling. Konsekvensene for pulpa ved å la slike lesjoner stå ubeskyttet over lengre tid, har ikke vært utredet. En skulle forvente at bakteriene raskt etablerte seg på nytt inne i slike kaviteter. Kunnskap om dette er vesentlig for beslutningen om hvor hyppig ozonbehandlingen bør foretas.

Større kaviteter må fortsatt fylles på tradisjonelt vis og en må selvsagt – nå som før – påse at fyllingene plasseres på et fast og stabilt underlag.

## Konklusjon

- Ozon er av avgjørende betydning for livet på jorden. Det er et av våre kraftigste oksidasjonsmidler og vil i større konsentrasjoner være giftig for mennesker og dyr.
- Ozonbehandling kan være et alternativ ved små okklusale emaljelesjoner – noe som hovedsakelig forekommer hos barn og unge.
- Metoden er trolig effektiv i å hindre utviklingen av initiale rotkariesangrep, men dette er avhengig av at pasienten følger opp behandlingen med et intensivt og adekvat hygieneregime.
- Metoden er uegnet for approximalkaries og sekundærkaries.
- Apparatet er indisert for små karieslesjoner som ofte ikke kan observeres med annet enn spesiell laserteknologi. Slike små lesjoner ville ingen seriøs tannlege behandle med «bor» – å hevde at metoden er et «alternativ til bor» er derfor misvisende.

- Ved kavitetsdannelse må tannsubstans fortsatt fjernes mekanisk og fylling foretas på tradisjonelt vis.
- Ytterligere forskning er nødvendig for å vurdere om metoden har andre anvendelsesområder – som for eksempel til sterilisering av rotkanal før rotfylling og i tunnelpreparasjoner.
- Metoden er interessant fordi den muligens kan behandle karies på et tidlig stadium – og i så måte avverge «boring».
- Det foreligger ennå ikke nok dokumentasjon omkring metoden og dens indikasjon til at en kan forsvare de store kostnadene som er forbundet med innkjøp av utstyret – enn videre belaste pasientene for omkostningene.

### Takk

Takk til bibliotekar Sissel Louise Stokes for hjelp til å frembringe literatur og til Linda Forshaw for fremstilling av illustrasjoner.

### Referanser

1. Engelschiøn M. Ozongass i stedet for bor! *Bedre Helse* 2004; 26–8.
2. Henriksen T, Svendby T. Ozonlag, UV-stråling og helse. Oslo: Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, 1997.
3. Mostad A. Ozon, O<sub>3</sub>. *Kjemi* 2000; 60: 14–6.
4. Engdal O. OZON – mer jordnært enn du tror. *Teknisk Ukeblad*, 1991; 138: 42–3.
5. Fjeldstad Ø. Ozon for alle. *Forskerforum* 1991; 23: 20–1.
6. Baysan A, Whiley RA, Lynch E. Antimicrobial effect of a novel ozone generating device on micro-organisms associated with primary root carious lesions in-vitro. *Caries Res* 2000; 34: 498–501.
7. Baysan A, Lynch E. Clinical reversal of root caries using ozone. *J Dent Res* 2002; 81: A243.
8. Baysan A, Lynch E, Grootveld M. The use of ozone for the management of primary root carious lesions. *Tissue preservation and caries treatment*. Quintessence Book 2001b, Chapter 3, p. 49–67.

9. Baysan A, Lynch E. Safety of an ozone delivery system during caries treatment in-vivo. *J Dent Res* 2001; 80: 1159.
10. Espelid I, Tveit AB, Mejare I, Nyvad B. Karies – ny viten eller gamle sannheter. *Nor Tannlegeforen Tid* 1997; 107: 66–74.
11. Mjör IA. Placement and replacement of restorations. *Oper Dent* 1981; 6: 49–54.
12. Raadal M. Behandling av karies – ikke bare boring. *Munnpleien* 2003: 16–7.
13. Holmes J. Clinical reversal of root caries using ozone, double-blind, randomised, controlled 18-month trial. *Gerodontology* 2003; 20: 108–14.
15. Henriksen BM. Oral health among the elderly in Norway. *Swedish Dent J* 2003; 27: Suppl 162.
16. Emilson CG, Ravald N, Birkhed D. Effects of a 12-month prophylactic programme on selected oral bacterial populations on root surfaces with active and inactive carious lesions. *Caries Res* 1993; 27: 195–200.
17. Lussi A, Imwinkelried S, Pitts NB, Longbottom C, Reiche E. Performance and reproducibility of a laser fluorescence system for detection of occlusal caries in vitro. *Caries Research* 1999; 33: 261–6.
18. US Code of Federal Regulations: Maximum acceptable level of ozone. 21 C.F.R. 801. 415 (2003).
19. Vogelsang C. Effekt av ozonering på *Listeria monocytogenes* i biofilm. *Norsk Fiskerioppdrett* 2001; 26: 86–7.

Søkeord for nettversjon: [www.tannlegetidende.no](http://www.tannlegetidende.no): Behandlingsmetode; Karies; Prosedyre; Tannbehandling.

Adresse: *Det odontologiske fakultet, Årstadv. 17, 5009 Bergen.*  
E-post: [Gunhild.Strand@odont.uib.no](mailto:Gunhild.Strand@odont.uib.no)