



# *Ozonert vatn - ny metode for handdesinfeksjon?*

(Laboratorieforskning ved HVL)

*Hans Johan Breidablik, PhD, spes. samfunnsmedisin  
Seniorrådgjevar fag- og utviklingsavdelinga Helse  
Førde*

# Smittevern og håndhygiene 200 år etter Semmelweis og Florence Nightingale

**Ignaz Semmelweis (1818-65)**



- Semmelweis var assistentlege ved klinikken for fødselshjelp i Wien. Det var kjent at dødeligheten i hans avdeling, hvor leger og medisinstudenter arbeidet, var høyere enn i den andre avdelingen, hvor jordmødre ble utdannet.
- Bakteriar var ukjente, men Semmelweis anviste sine studenter til å desinfisere hendene med klorkalk etter å ha arbeidet med likene, et virkningsfullt tiltak som reduserte dødsraten fra 12,3 % til 2-3 %.
- Tross sin suksess oppnådde hans arbeide lenge liten anerkjennelse blant andre leger. Hans studenter holdt rensligheten for unødvendig, og leger ville ikke gå med på at de selv forårsaket sykdom. Etter en intrige iscenesatt av hans sjef, som følte seg forbigått, måtte Semmelweis i 1849 forlate klinikken.

# Florence Nightingale «the lady with the lamp» (1820-1910)



- ▶ Overklassekvinnen Florence Nightingale ble regnet som en myte og en legendarisk skikkelse, allerede før hun var 40 år gammel. Myten ble skapt under Krimkrigen, da hun som en mild engel med lampe i hånden hvisket trøstende ord til sårede og syke engelske soldater.
- ▶ Men virkeligheten er annerledes enn myten. Hun var ikke den ømme og milde, men den bestemte og autoritære administrator og organisator. Hun ville ha plan og orden på hospitalene og begrunnet hvor viktig det var med **hygieniske tiltak** som ordentlige latriner og sanitære anlegg, diettkjøkkener, rent sengetøy, vinduer som kan åpnes og slippe frisk luft inn – og minst mulig støy

# To historier begge over 10 år gamle

## A) Drikkevannskandalen i Bergen



Protozoo (eincella organisme): Giardia lamblia

## B) Augelegene i Bergen og Førde



Håndeksem

# Tordenvær - luftrensaren



# Ozon – O<sub>3</sub> – «duft»

- Ozon er et molekyl som består av tre oksygenatomer (O<sub>3</sub>). Molekylet er svært **ustabilt** og med kortvarig **halveringstid (20-30 min.)** før det går over igjen til sin vanlige form (O<sub>2</sub>) (Kjemisk ligning:  $2\text{O}_3 \rightleftharpoons 3\text{O}_2$ )
- Ozongass (O<sub>3</sub>) ble først oppdaget på midten av **1800-tallet**, og den første kommersielle ozongeneratoren ble produsert i Berlin av Von Siemens. Etter hvert ble Nice et sentrum kjent for bruk av gassen til behandling av **drikkevann**
- Ozon må **produseres lokalt** på stedet der det skal benyttes ved hjelp av ozon-generatorer som benytter høy **strømspenning**. Det finnes mange slike på det kommersielle markedet, der de brukes til ulike formål som luftrensing av lokaler, biler, båter etc. Konsentrasjonen av gassen måles som **PPM** (PPM = Parts Per Million).

# Ozone-produksjon

## Oksygen - Ozon - Oksygen - syklusen

### Fase 5

Ozonmolekylet har igjen blitt et oksygenmolekyl og ringen er sluttet

### Fase 4

Ozon er en ustabil forbindelse, og i møte med bakterier løsrives det reaktive oksygenatomet seg fra ozonmolekylet ( $O_3$ ) og blir oksiderende

### Fase 1

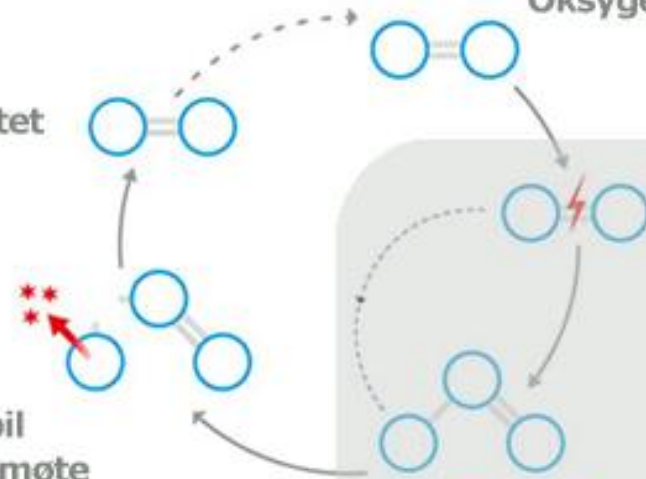
Oksygenmolekyl ( $O_2$ )

### Fase 2

Elektrisk spenning splitter  $O_2$ -molekylet inn i to oksygenatom ( $O$ )

### Fase 3

De enkeltstående oksygenatomene ( $O$ ) slutter seg til andre oksygenmolekyl ( $O_2$ ) og former ozon ( $O_3$ )



ozon  
generator

# Ozon og mikrobiologi

- O<sub>3</sub> fungerer som et sterkt **oksyderende biocid** med et **bredt antimikrobielt spektrum**
- Gassen er også virksom overfor **protozoer**, (dette var en av grunnene til at barnehager i Bergen tok i bruk metoden etter **Giardia lamblia**-forurensingen av drikkevannet)
- Den virker både direkte **oksyderende** (slik også klor er), og frigjør **frie radikaler** når den spaltes. På fagspråket kalles dette for **biologisk oksidasjon**, kroppen "ruster" innenfra. Noen eksempler på oksidasjon er når et eple blir brunt når det blir skrelt, når spikeren ruster eller når vi får rynker i med alderen
- Ozonet virker på både cellevegger, enzymer og kjernemateriale i bakterier, og disse ødelegges



# Toksisitet (skadeverknad) av ozon

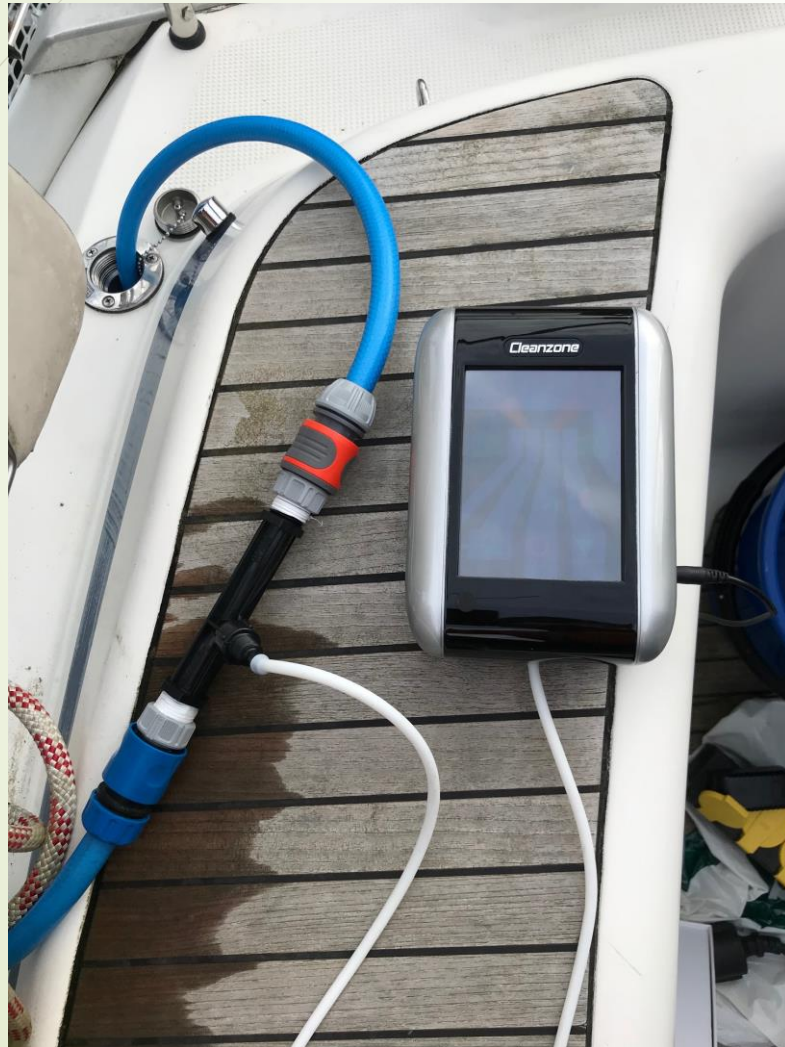
- Ozongassen er kjent for å være **helseskadelig ved inhalasjon** av høye konsentrasjoner. Symptomene her er tørrhetsfølelse i munn og svelg, hoste, hodepine og evt. pustevansker .
- Arbeidstilsynet derfor satt opp **grenseverdier** for ozoneksponering for arbeidstakere.
- Når det gjelder ozoninnhold i luft, så er forskriftene fra Arbeidstilsynet at det kan være **opptil 0,1 ppm** ozon i luft i oppholdsrom som brukes 8 timer hver ukedag. Dette nivået kan evt. overskrides med 200% i perioder på opptil 15 minutter.
- **Cleanzone** (firma) sin ozongenerator produserer **0,04-0,08** ppm i luften rundt apparatet, som da er under denne grenseverdien for 8 timer dag (kan måles med apparatur), og i tillegg blir eksponeringstiden bare noen minutter i løpet av dagen

# Bruksområder for ozon i dag

- Metoden med bruk av ozongass i ulike former (oppløst i **vann**, alt. oppløst i **oljer**) har komnt i bruk i en del sammenhenger også innenfor **tannhelsetjeneste**, **barnehager**, og i betydelig grad innen vannbehandling og **næringsmiddelindustri**
- Også forsøkt som behandling for ulike lidelser, men ikke noe gjennombrudd her



# Vannbehandling (rensing)



# Luftrensing



• Kan vi bruke ein metode med berre rennande vatn tilsett ozongass i staden?

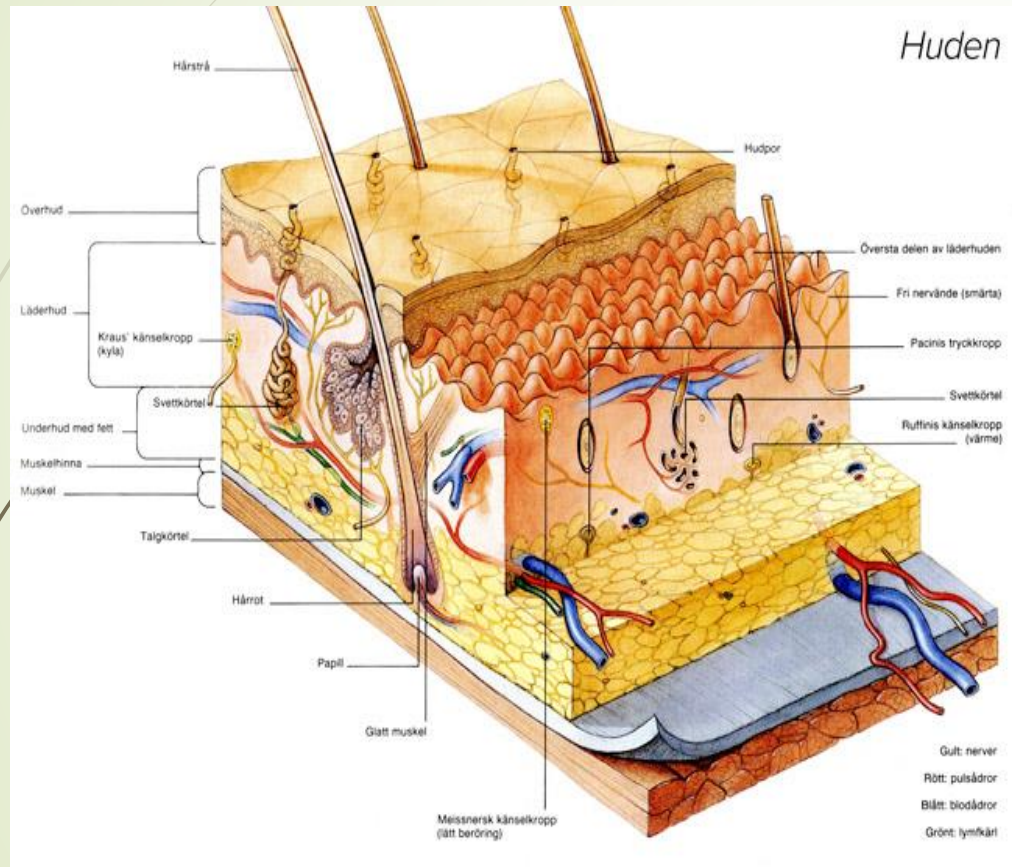




# Effekt av ozonanrikt vann som alternativ metode ved hånddesinfeksjon?

- Det er derfor avgjørende å skaffe et bredere og sikrere **kunnskapsgrunnlag** om i hvilken grad ozon virker, evt. kan være like effektiv som konvensjonelle hånddesinfeksjonsmidler (spritholdige)
- Dersom effekten ozon her er **dårligere** vil ikke de andre fordelene med metoden kunne veie opp for dette, og en kan da ikke heller anbefale denne brukt som alternativ i omgivelser med **store krav til renhet** som i helsetjenesten
- Men kan likevel tenkes brukt i situasjoner med mindre krav (forebyggende i skoler, barnehager, u-land etc.)

# Hud har barriærefunksjon



- Overhud (epidermis) viktigaste barriære (0,3 – 1,5 mm) Plateepitel med keratin, øvre del døde celler (hornlaget) som fornyast kvar 3-4 veker
- Læderhud (dermis)
- Underhud (subcutis)

# Mikrobiologisk flora på hender

## ➤ 1. Permanent hudflora:

- Er til stades heile tida og formeirar seg der, under ytterste hornlaget i overhuda.
- Stabil i antal og samansetning. Oftast lite virulente (sjukdomsframkallande). Kvite stafylokokkar (epidermis/hominis) + andre. Virus sjelden.
- Kan ikkje fjernast/overførast i større grad, kan reduserast midlertidig av handdesinfeksjon.

## ➤ 2. Midlertidige (transiente) hudflora:

- Bakteriar, sopp og virus som har forurensa (*kontaminert*) hendene frå omgivelsane
- Ulik evne til overlevelse på hud og formeirar seg normalt ikkje (kolonisering evt. på skadd hud (sår/eksem) eller smykker)
- Lett overførbare og lett å fjerne gjennom handhygiene
- Gule stafylokokkar, gram neg. stavbakteriar (enterobacteriaceae/Pseudomonas)



# Forsvarsmekanismer i huden

- Permanente bakterieflora spalter talg til fettsyrer > lav pH som hemmer vekst av andre mikroorganismer og konkurrerer om næring med frammande organismer
- Ytre hornlaget er motstandsdyktig og har film av vatn, fettsyrer og lipider (fettstoff) som smører og vedlikeheld barriærefunksjonen
- Tynne hudlag, håndrygg, har svakare barriære (uttørring, irritasjon)
- Heil og sunn hud avgjerande for god handhygiene



# Håndvask eller hånddesinfeksjon ?

## Hensikt

## Valg av metode



Rengjøre  
synlig  
forurensete  
hender



Håndvask



Drepe  
mikrober på  
ikke synlig  
forurensete  
hender



Hånddesinfeksjon

# Indikasjoner for håndhygiene



# WHO-modell: «My 5 moments» (geografisk konsept)

- **A. Pasientsona:** Pasient og nære gjenstandar. Rask kontaminering fra pasientflora. Obs. naturlege åpningar (munn/auger etc. ulike sår, kateter, dren, tekstilar)
- **B. Helsetenesteområdet:** Flater utanfor pasientsona, andre pasientar og fysisk miljø ellers i inst. Forskjellige mikrober inkludert resistente
  
- **Handhygiene:**
  - 1. Før berøring av pasient eller ting i pasientsona
  - 2. Rett før rein/aseptisk arbeidsoppgave
  - 3. Rett etter kontakt med kroppsvæsker, også om hanskar er brukt
  - 4. Når ein har berørt pasient eller ting i pasientsona
  - 5. Når ein har berørt gjenstandar i pasientsona



# Hånddesinfeksjon handlar om meir enn spritdispensorar

- Person (fagpersonar/allmennheita)
- Teknikk ved bruk
- Huda sin tilstand
- Side (venstre/høgre)
- Metode
- Tilgjengelegheit på metodar



# ***Kan ozonert vatn vere ein alternativ hånddesinfeksjonsmetode?***

Forskningsprosjekt 2018 og 2019 Helse Førde  
og HVL - avd. for helsefag Førde



# Forskningsgruppe

- **Hans Johan Breidablik**, Centre of Health Research, Førde Hospital Trust, Førde, Norway
- **Dag Einar Lysebo**, Haukeland University Hospital, Bergen, Norway
- **Lene Johannessen**, Thelma Indoor Air & Working Environment, Microbiology Department, Trondheim, Norway
- **Åse Skare**, Førde Hospital Trust, Department for Infection Control, Førde, Norway
- **John Roger Andersen**, Western Norway University of Applied Sciences, Førde, Norway and Centre of Health Research, Førde Hospital Trust, Førde, Norway
- **Ole T. Kleiven**, Western Norway University of Applied Sciences, Førde, Norway

# Testmetode/statistikk

- Vi benytter i prosjektet **Europeisk standard** (NS-EN-1500, Norsk Standard) (Norge 2013) som spesifiserer testmetode for praktisk formål knyttet til hvorvidt et håndhygieneprodukt **reduserer utslipp av midlertidige mikroorganismer** fra testpersoner som er **kunstig kontaminert** (non-virulent *E. Coli*-stamme - ATCC 25922)
- Hender til frivillige forsøkspersoner blir kunstig kontaminert med testorganismen. Antall testorganismer frigitt fra **fingerupper** i oppsamlingsvæske måles **før og etter hånddesinfeksjonen**
- Forskjellen mellom de målte verdiene blir et mål for den antimikrobielle effekten
- Dyrking/prøvetaking: Lab i Førde (FSS) og Trondheim (Thelma)



# Praktisk info - 40 frivillige testpersonar (studenter)

- **Kva skal vi finne ut?**
- -Spritdesinfeksjon (Antibac) er standardmetoden for å desinfisere hendene (fjerne mikroorganismar).
- a) -Vi skal undersøke om vanleg springvatn tilsett litt av gassen ozon kan være like effektivt som sprit
- b) -Vi skal undersøke om vanleg såpevask kan være like effektivt som sprit og ozonvann
- c) – Vi skal undersøke om ATP-måling (penslar) gir like gode resultat som standardmålingaR som er dyrking av bakteriar frå hendene

# Praktisk gjennomføring (info til stud.)

- a) -Først vanleg **vask av hendene og tørking** av disse før forsøket begynner (**Stasjon 1**).
- b) -Så skal ein **dyppe hender** ned i glaskolbar som inneheld ei blanding av ufarlege *E Coli*-bakteriar. Hendene blir då kunstig forurensa (**Stasjon 2**).
- c) -La væske dryppe av, og deretter skal **fingerne tørke i luft** 10 minuttar. Beveg fingrane og ikkje ta i noko etterpå.
- d) -Så skal ein ta **FØRPRØVEN**, ved å gni (**åpne og lukke**) **fingerne 5 gonger** i ei skål med flytande næring. Bakteriar vil då løsne og ein vil dyrke desse i laboratoriet **Stasjon 3**).
- e) -Ein assistent vil ta **ATP-prøve** med pensel litt lenger opp på 3. fingeren (**Stasjon 4**).
- f) -Så skal **hendene desinfiserast** med enten **(A) sprit**, her vil hygienejukepleiar dele ut denne (3 ml) og ein gjennomfører vanleg desinfeksjonsprosedyre i 30 sekund (**Stasjon 5**); eller (B) held hender under springen med **ozonvatn** og gnir fingrane i 30 sekund (**Stasjon 6**).
- g) Hendene skal igjen **lufttørkast**, beveg fingrane og ikkje berør noko.
- h) -Så skal ein ta ny prøve **ETTERPRØVEN** på same måte som førprøven, og denne blir dyrka for å sjå om det er bakteriar att etter desinfeksjonen (**Stasjon 7**). ATP-pensel også på same måte.
- i) -Til slutt skal ein svare på nokre **spørsmål** før ein kan forlate forsøket denne dagen (**Stasjon 8**).

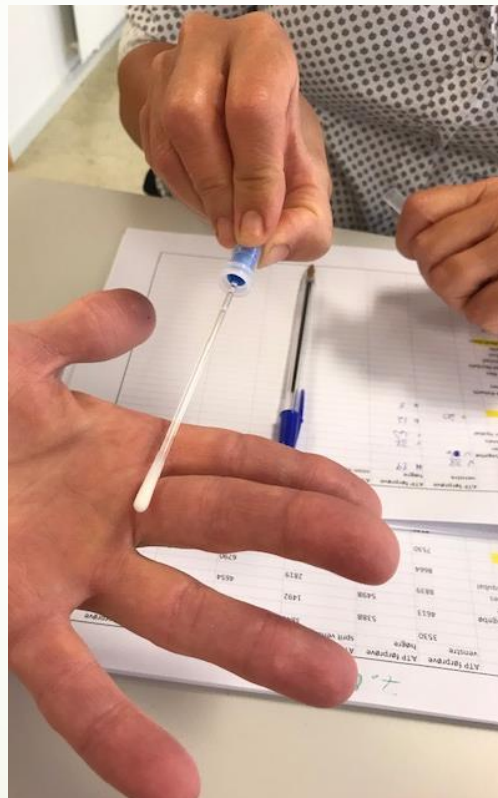
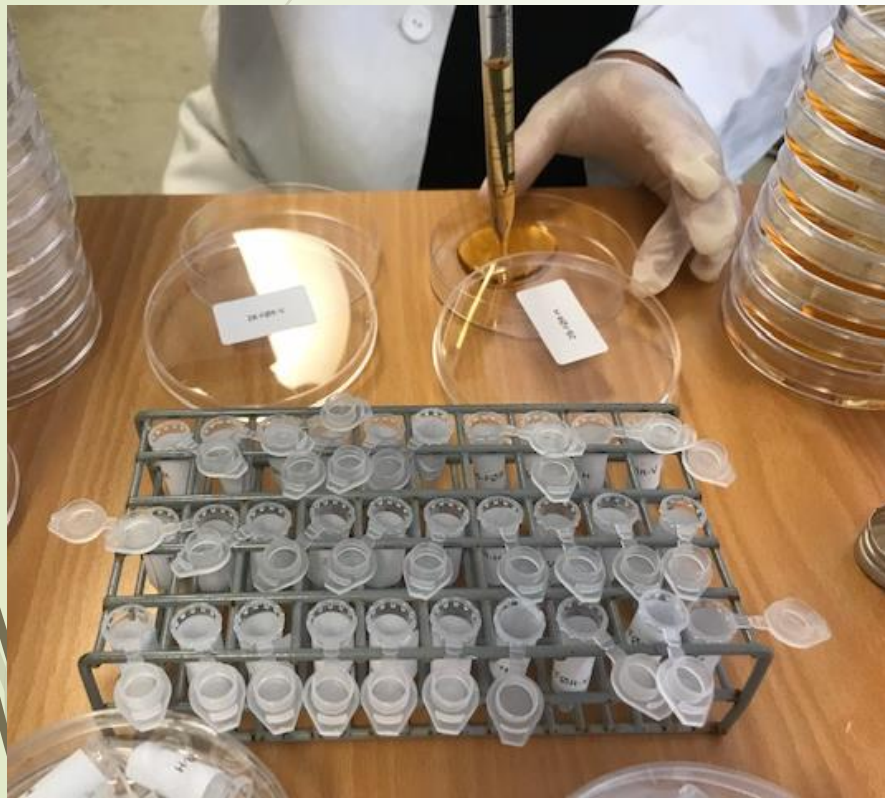
# Praktisk utføring med sjukepleiestudentar HVL, Campus Førde



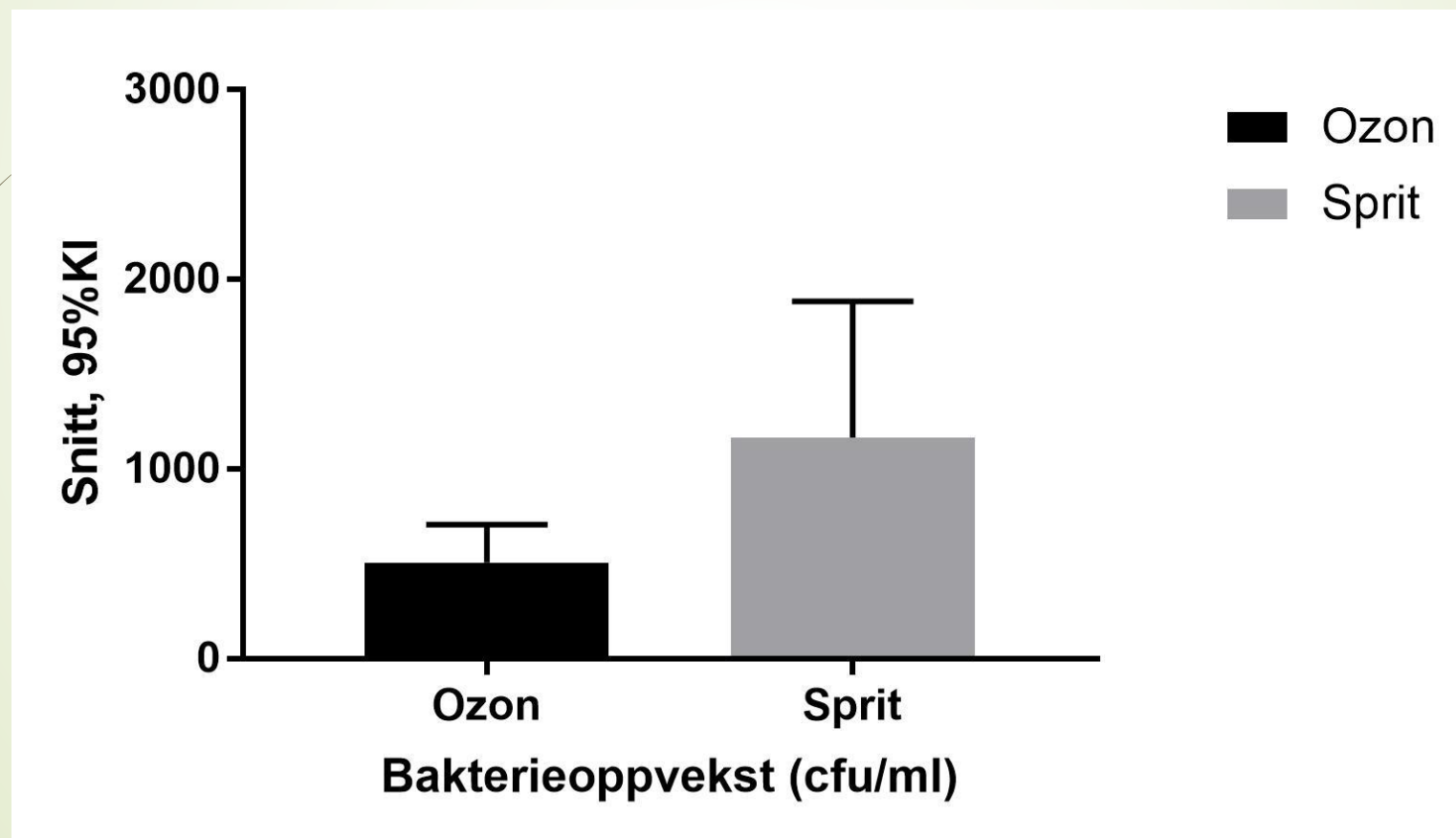
Desinfeksjon



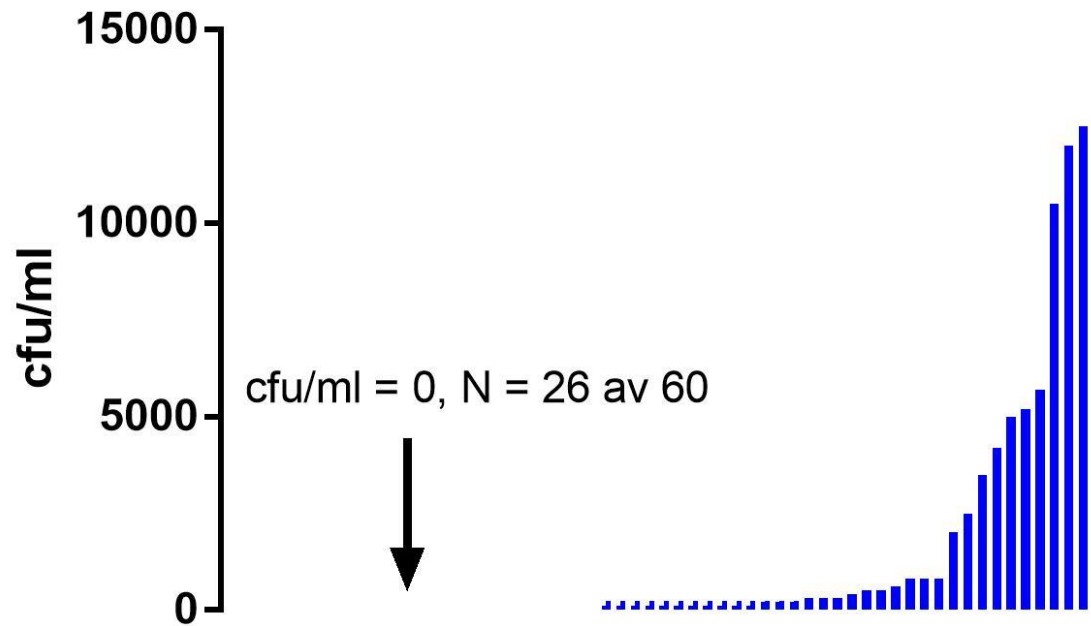
# Praktisk utføring (II)



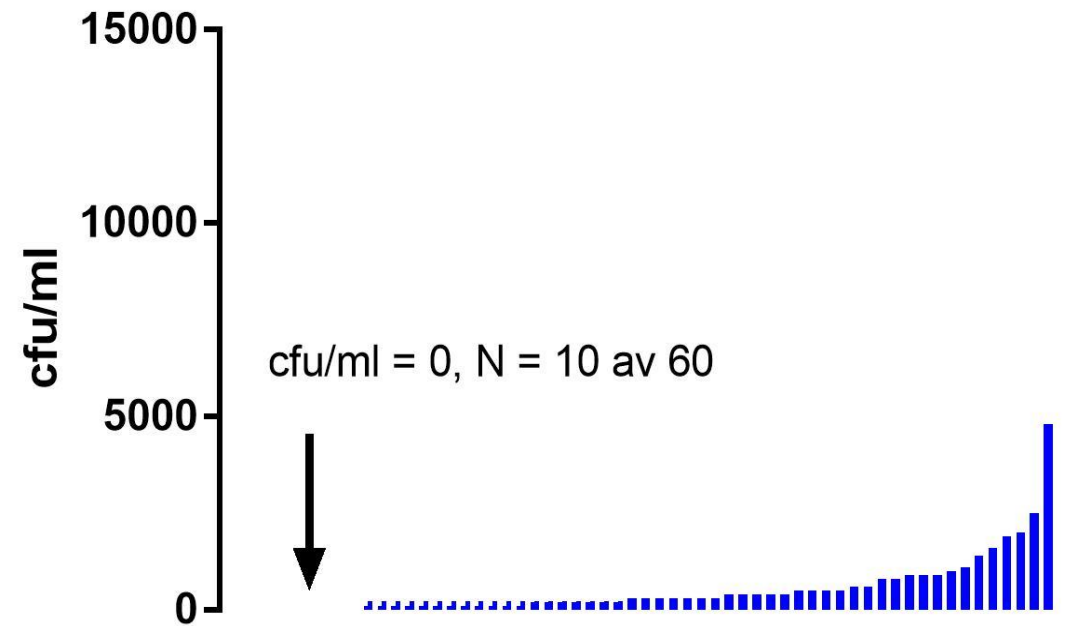
Første studie: gjennomsnittlig CFU-verdi i etterprøver (sprit vs. Ozonvann, cross-over design)



# Individuell resultatfordeling ved *Antibac* vs. ozonvann



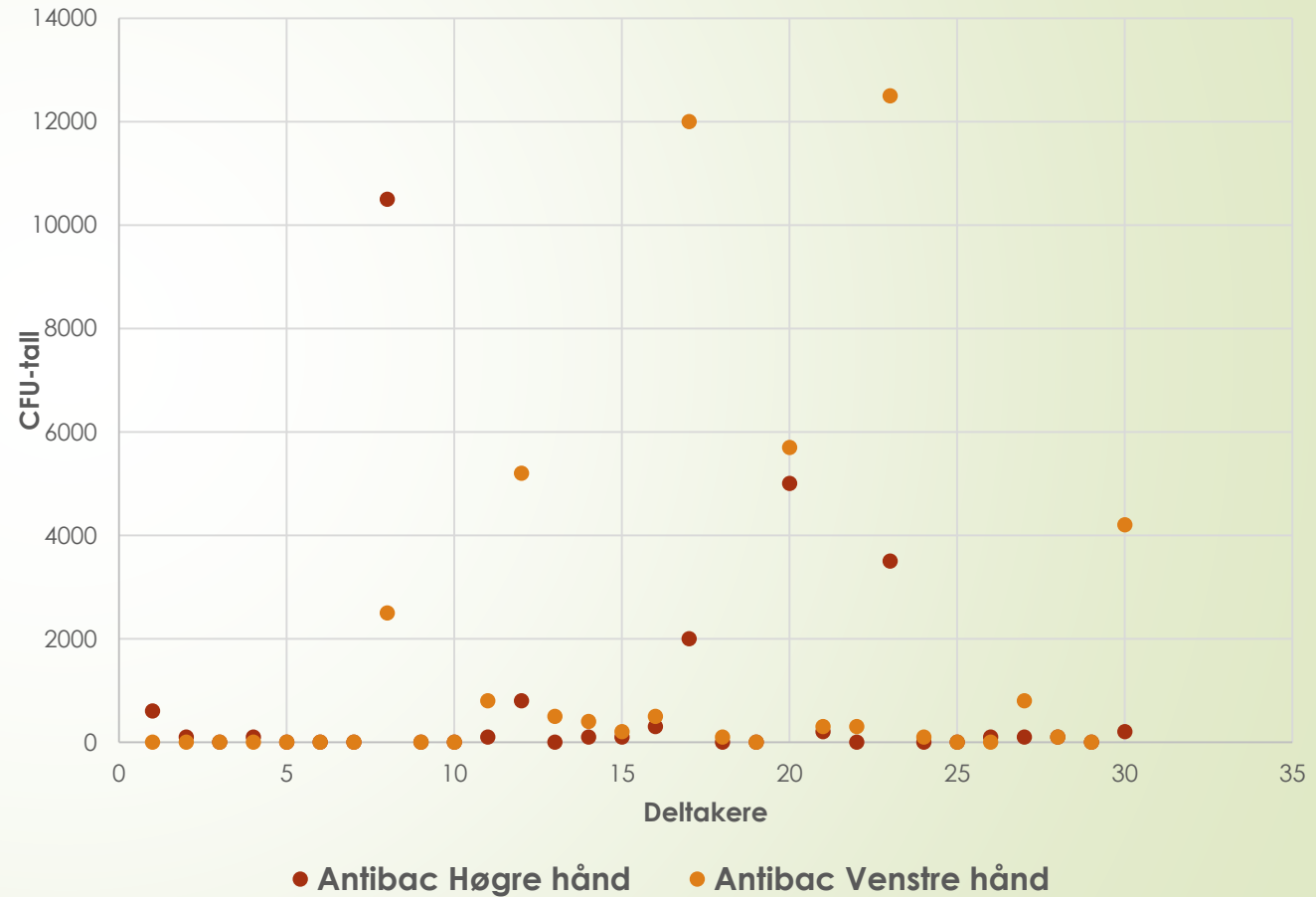
**3.b Bakterieoppvekst etter sprit (N=60)**



**3.a Bakterieoppvekst etter ozonvann (N=60)**

# Spritdesinfeksjon (Antibac 85% - 3 ml/30 sek.)

(Gj. snitt venstre hånd 1540 – høyre hånd 550)



# Andre resultat

- Nivået av Ozon i lufta ved ansiktet var aldri over 0,01 PPM, og grenseverdien er 0,1 PPM over 8 timar – likevel kjente 77% ozonlukta
- Kvar 5. deltakar opplevde svie/tørtheit i huda ved sprit, ingen ved ozonvatn
- Halvparten opplevde at huda vart glattare/mjukare etter ozonvasken
- 77% ville foretrekt ozonvatn om metodane var like effektive



# Poster og publikasjon

## Ozonized water as an alternative to alcohol-based hand disinfection

Hans Johan Breidablik<sup>1</sup>, Dag Einar Lysebo<sup>2</sup>, Lene Johannessen<sup>3</sup>, John Roger Andersen<sup>1,4</sup>, Åse Skare<sup>5</sup>, Ole T. Kleiven<sup>6</sup>.



### Background

Transmission of microorganisms, including antibiotic resistant species is a major health challenge worldwide. Hand hygiene (washing and disinfection) plays a vital role in the prevention of this.

Ozone (O<sub>3</sub>) is a highly reactive gas with a broad spectrum of antimicrobial effects both on bacteria, viruses and protozoa. It can easily be produced locally in small electric generators, and dissolved in ordinary tap water. Ozone quickly transmutes into ordinary O<sub>2</sub> in the surroundings. It has a characteristic smell even in low concentrations. In higher concentrations ozone gas is toxic especially for the lungs.

The aim of this study is to compare the effect of ozonized water with standard alcohol-based hand disinfection (85%) on non-virulent *E. coli*-contaminated (ATCC25922) hands in nursery students.

### The O<sub>3</sub> - O<sub>2</sub> cycle and effect on bacterial cell



### Methods

In a cross-over study among 30 nursery students we compared the effect on eradicating of *E. Coli* from contaminated hands from ozonized tap water (0.8/4.0 ppm) versus traditional alcohol based disinfection (Antibac 85%), following a modified NS-EN-1500 form (European Standard for hygienic hands).

The microbes from the fingers were cultivated, and the results given as CFU/ml (colony forming units). Ozone 0.8 ppm was delivered with 8 liters of water/min, while ozone 4.0 ppm had a flow of 2 liters/min. Both methods used 30 sec. disinfection time.

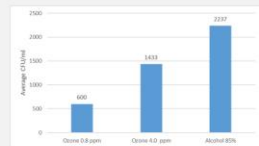


Correspondence: hans.johan.breidablik@helse-forde.no

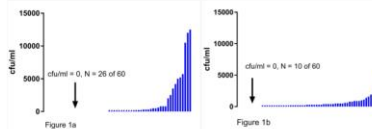


### Results

All pre-disinfection tests after *E. coli*-contamination of the 60 hands showed a CFU-count >30 000. In the post-tests the average CFU/ml was 360/240 (left/right) after using ozonized water 0.8 ppm for 30 seconds, 573/860 for ozone 4.0 ppm and 1540/797 after alcohol disinfection (3ml/30 sec).



Mean bacterial growth from hands after using ozone 0.8ppm with 8 l/min flow of water, ozone 4.0 ppm in 2 l/min of water flow and alcohol 85% 3 ml. The differences are not significant.



Bacterial growth from individual hands using alcohol (1a) or ozone (1b) (N=60)

More hands had no *E. coli* left on the fingers after alcohol disinfection, but with a greater individual variation in CFU-counts for alcohol (0-16 000) and especially in the left hand, compared with ozone (0-6700).

The measured level of ozone in the air around the face of the students never exceeded a level of 0.01 ppm, far below the national limit value of 0.1 ppm/8 hours. But still 77% of the students reported they had noticed the characteristic smell.

Every fifth participant reported earlier adverse skin symptoms (burning/dryness) from washing/alcohol disinfection. None of them reported adverse sensation from using ozone in the study.

Half of the participants felt that the hands became smoother/softer after ozone, and 77% said they would prefer ozone water disinfection if the two methods were equal in antimicrobial effect.

### Conclusions

- Ozonized water can be an alternative to alcohol based hand disinfection regarding antibacterial effect, gives no adverse skin effects and is preferred among the participants.
- Ozone is easy and cheap to produce on the place, and leaves no waste products.
- It is probably easier to use correct which is important among for example children.
- It should therefore be a good alternative to traditional fluid hand disinfectants both in institutions and in other public places, and especially targeted at individuals with skin problems.

THE JOURNAL OF **Hospital Infection** Healthcare Infection Society

Articles and Issues | Editor's Choice | For Authors | Journal Info | HIS Info | Subscribe

All Content | Search | Advanced Search

Articles in Press

To read this article in full, please review your options for gaining access at the bottom of the page.

### Article in Press

## Ozonized water as an alternative to alcohol-based hand disinfection

Hans Johan Breidablik, Dag Einar Lysebo, Lene Johannessen, Åse Skare, John Roger Andersen, Ole T. Kleiven

PlumX Metrics

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2019.01.026>

Article Info

Abstract | Full Text | Images | References

### Summary

#### Background

Hand hygiene plays a vital role in the prevention of transmission of microorganisms. Ozone (O<sub>3</sub>) is a highly reactive gas with a broad spectrum of antimicrobial effects on bacteria, viruses and protozoa. It can easily be produced locally in small generators, and dissolved in tap water, and quickly transmutes into ordinary O<sub>2</sub> in the surrounding air.

#### Aim

To compare ozonized tap water and alcohol rub in decontamination of bacterially-contaminated hands.

#### Methods

A cross-over study among 30 nursing students. Hands were artificially contaminated with *Escherichia coli* (ATCC 25922) then sanitized with ozonized tap water (0.8 or 4 ppm) or 3 mL standard alcohol-based rub (Antibac 85%). The transient microbes from fingers were cultivated and colony-forming units (CFU)/mL were counted. The test procedure was modified from European Standard EN 1500:2013.

#### Findings

All contaminated hands before disinfection showed a CFU-count >30,000/mL. The average bacterial counts in (CFU/mL) on both hands combined were 1017 (SD, 1391) after using ozonized water, and 2337 (SD, 4664) after alcohol hand disinfection. The median values were 500 (range, 6700) and 250 (range, 16000) respectively, a non-significant difference (P = 0.713). Twenty percent of participants reported adverse skin effects (burning/dryness) from alcohol disinfection compared with no adverse sensations with ozone.

Access this article on ScienceDirect

### Article Tools

- PDF (1 MB)
- Download Images (.ppt)
- Email Article
- Add to My Reading List
- Export Citation
- Create Citation Alert
- Cited by in Scopus (0)

### Related Articles

Evaluation of ozonated water using ASTM E1174 for standardized testing of handwash formulations for healthcare personnel

K. Nakamura, K. Saito, J. Kashiwazaki, T. Aoyagi, K. Arai, Y. Hara, and others

Ozonated water is inferior to propanol-based hand rubs for disinfecting hands

C. Appelgrein, G. Hosgood, A.L. Dunn, O. Schaaf

Disinfection of corrugated tubing by ozone and ultrasound in mechanically ventilated tracheostomized patients

Annonse:

FOR HELSEPERSONELL



TRELEGY  
ELLIPTA  
flutikasonfuroat/  
umeklidinium/  
vilanterol

Klikk her  
for mer  
informasjon

©2019 GSK group of  
companies or its licensor  
PM-NO-FVU-BNNR-190001 mars 2019



ALTERNATIV METODE: – Våre funn viser en tendens til at ozonert vann, gjennomsnittlig, virker bedre enn sprit. Et bifunn er at sprit viser seg å ha god effekt på noen, men dårlig effekt for andre, sier Hans Johan Breidablik om studien av bruk av ozonert vann.

Foto: Getty Images

#### FORSKNING

# Mener ozonvann er like bra som håndsprit

En ny studie sammenligner bruk av alkoholbasert desinfeksjon med vann tilsatt ozongass. Folkehelseinstituttet mener det er for tidlig å vurdere å endre dagens anbefalinger.

Publisert: 2019-04-16 06.00

Julie Kalveland julie.kalveland@dagensmedisin.no

Del:



Del 17



Tweet



Share

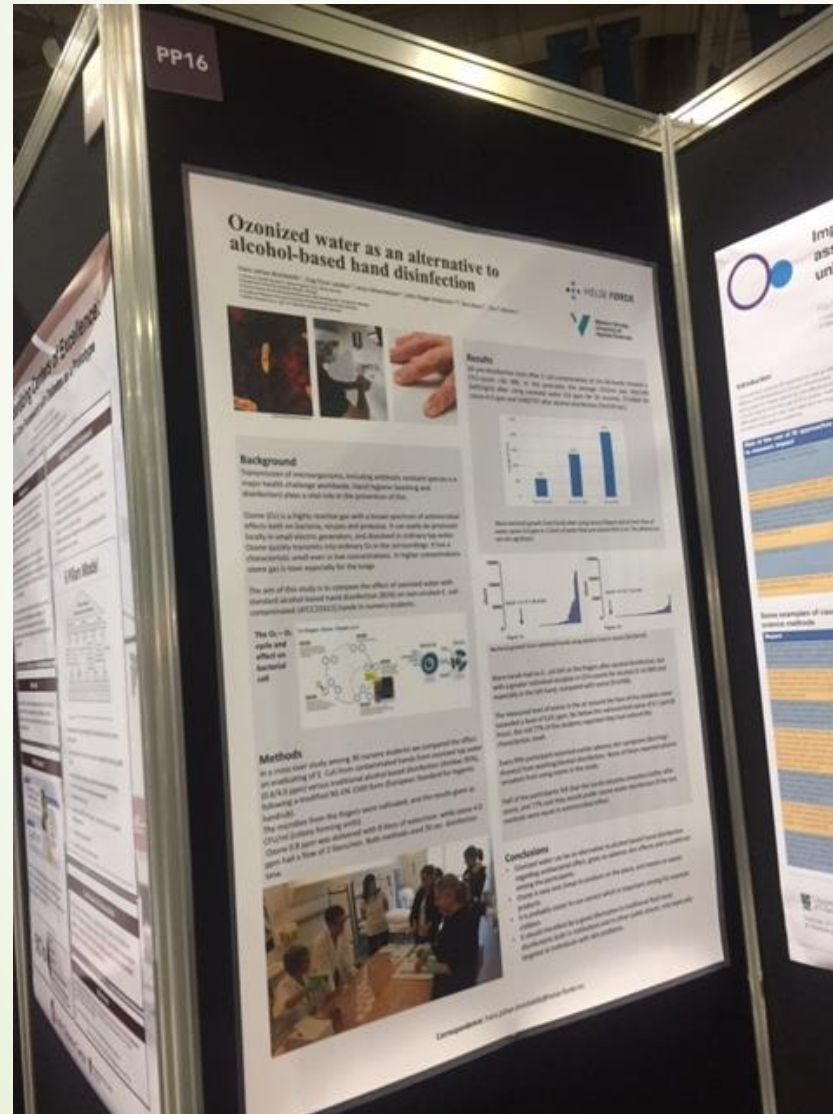


Mail



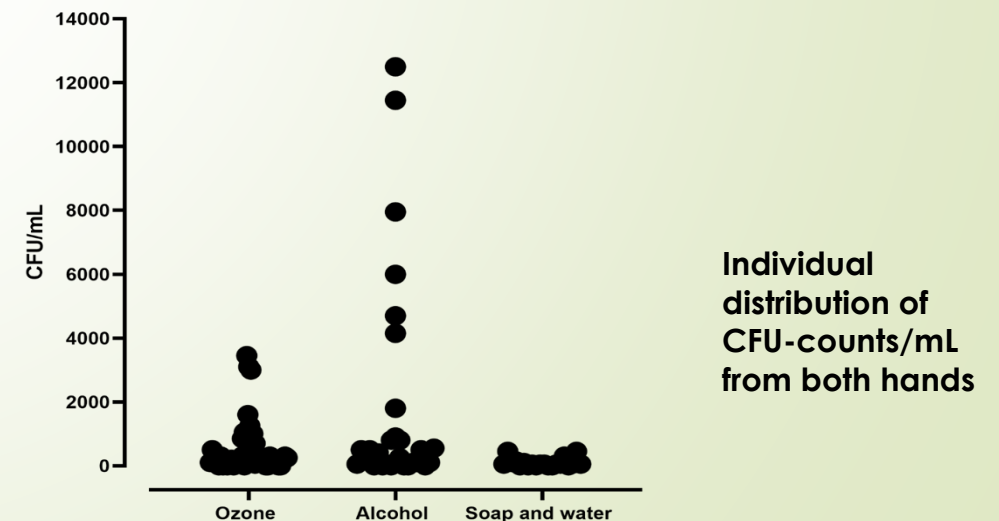
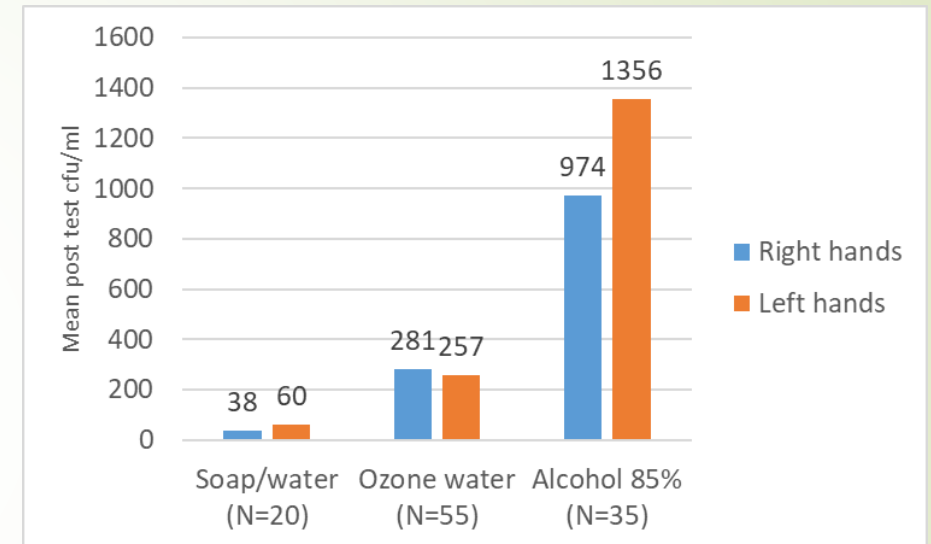
Skriv ut

# Kvalitetskonferanse I England



# But could we replicate the results; and what about soap washing? – Ozone 2

- We conducted a new study compares the efficiency between alcohol disinfection, ozonized water and soap washing in eradicating artificial E. coli contaminated hands in 40 new participants
- We used the same design and combined the results from both studies



# Skin symptoms

Table summarizing skin problems among the volunteers earlier and during the study

Items	None	Some	Much
Skin problems with alcohol disinfection earlier, n	37	14	4
Skin problems with alcohol in the study, n	20	15	0
Skin problems with ozone in the study, n	54	0	0

# ATP-måling samanlignet med bakteriedyrking

- En ATP-måler brukes til å ta måling av hvor mange levende celler det finnes på et området eller i en væske.
- ATP kommer fra ordet adenosintrifosfat som er et energi-molekyl man finner i alle levende celler. ... Anbefalte verdier for ATP-måleren der vi mennesker er og tar, bør være under 1000 RLU.

## Hygienesjekk med bakteriemåling

Ta en hygienesjekk ved bruk av en ATP bakteriemåler for å kartlegge hvor rene overflatene er hos deg. ATP-bakteriemåleren viser antall mikroorganismer.



# *Praktisk oppsett for alle tre metoder*



# Conclusions

- The results indicate that both ozonized water and soap washing can be superior to alcohol disinfection, and soap washing the most effective
- In a smaller portion of the participants alcohol disinfection seems to fail in eradicating the transient bacteria from the hands, especially from one side
- We hypothesize that the disinfection procedure is more difficult with the alcohol, and that the flow of water itself may be an essential part in removing the microorganisms in addition to the chemical used
- Ozonized water had no adverse symptoms from the skin and was preferred among the majority of the participants in the study. It should therefore be an alternative method in daily hand disinfection



**Takk for oppmerksomheten!**

