

HOVEDBUDSKAP

- Aerosolutvikling i tannhelseklinikken kan innebære risiko for smitte.
- Tannhelsepersonell må vite hva som skaper mikrobielle aerosoler i tannhelseklinikken.
- Både tannhelsepersonellets og pasientenes helse må ivaretas ved at smitterisiko vurderes i forbindelse med aerosolgenererende prosedyrer og situasjoner i tannhelseklinikken.

FORFATTERE

Anne M. Gussgard, førsteamanuensis, spesialist i periodonti, ph.d., Institutt for klinisk odontologi, Det helsevitenskapelige fakultet, UiT Norges arktiske universitet, Tromsø, og Universitetssykehuset Nord-Norge, Tromsø

Håkon Valen, seniorforsker, tannlege, ph.d., Nordisk Institutt for Odontologiske Materialer – NIOM, Oslo

Ørjan Olsvik, professor i medisinsk mikrobiologi, ph.d., Institutt for medisinsk biologi, Det helsevitenskapelige fakultet, UiT Norges arktiske universitet, Tromsø

Asbjørn Jokstad, professor, spesialist i oral protetik, dr. odont., Institutt for klinisk odontologi, Det helsevitenskapelige fakultet, UiT Norges arktiske universitet, Tromsø

Korresponderende forfatter: Anne M. Gussgard, Institutt for klinisk odontologi, UiT Norges arktiske universitet, Postboks 6050 Langnes, 9037 Tromsø, Norge. E-post: anne.m.gussgard@uit.no

Artikkelen har gjennomgått ekstern faglig vurdering.

Akseptert for publisering 10.08.2020

Gussgard AM, Valen H, Olsvik Ø, Jokstad A. Aerosol i tannhelseklinikken. Del 1: Risiko for smitte. *Nor Tannlegeforen Tid.* 2020; 130: 676–87

Norsk MeSH: Aerosoler; Tannlegekontorer; Infeksjonskontroll; Kliniske prosedyreanbefalinger; Risiko; Oversikt

Aerosol i tannhelseklinikken

Del 1: Risiko for smitte

Anne M. Gussgard, Håkon Valen, Ørjan Olsvik og Asbjørn Jokstad

Aerosolutvikling i sammenheng med behandling i munnhulen kan innebære risiko for smitteoverføring mellom pasienter og tannhelsepersonell. Denne artikkelen (Del 1) beskriver hva aerosol er og mulig innvirkning for helse. Hovedfokus i denne artikkelen er mikrobielle aerosoler, og hvilke situasjoner og prosedyrer som forårsaker mikrobielle aerosoler i tannhelseklinikken. Det produseres forskjellige former for mikrobielle aerosoler i en tannhelseklinikk, og mest aerosol blir utviklet ved bruk av roterende instrumenter, treveissprøyte og maskinell scaling. Smitterisiko fra infeksjons aerosol omtales med eksempler fra noen bakterielle og virus-overførbare sykdommer i tannhelseklinikken. Tannhelsepersonell bør kjenne til mulige helsemessige konsekvenser fra aerosol i tannhelseklinikken for å kunne forebygge luftsmitte. Denne kunnskapen er avgjørende for å ivareta både pasientens og tannhelsepersonellets helse.

Aerosol i sammenheng med pasientbehandling er blitt et aktuelt tema på grunn av regler og anmodninger fra ulike nasjonale og internasjonale helsemyndigheter om å begrense aerosolgenererende prosedyrer (AGP) på grunn av risiko for smitte mens det pågår en covid-19-pandemi. For tannhelsepersonell er temaet svært aktuelt fordi mange prosedyrer i munnhulen danner aerosoler fra materialer, vev og væske.

Aerosol i tannhelseklinikker har vært en kilde til bekymring i mange tiår og beskrevet i utallige publikasjoner, der søkelys på helserisiko har vært knyttet vekselvis til yrkeshygieniske-, toksikologiske- og allergi-assosierte problemstillinger, samt smitterisiko fra aerosol som inneholder mikroorganismer.

Potensielt infeksøs aerosol i tannhelseklinikken skyldes ikke bare AGP, det genereres også aerosoler gjennom pusting, tale, hosting og nysing. For å kunne forebygge smitte fra en infeksøs aerosol må man vite hvilke situasjoner og arbeidsprosedyrer som kan produsere mulig smitteførende aerosol og hvordan smitterisiko kan minimeres.

Hensikten med denne artikkelen er å beskrive aerosoler, oppsummere hva vi vet om utvikling av aerosoler i tannhelseklinikker og omtale hvilke aerosoler i tannhelseklinikken som kan innebære en helserisiko. En parallell artikkel oppsummerer hvilke tiltak som kan gjennomføres for å forhindre og begrense utviklingen av aerosoler.

Hva er aerosol?

En aerosol består av to faser, en gassfase og en partikkelfase. Partiklene kan være av fast stoff eller væske, eller av både fast stoff og væske. Størrelsen på partiklene varierer fra ca. 2 nanometer (nm) til ca 100 mikrometer (μm) (1). Vi er til enhver tid omgitt av aerosol, både utendørs og innendørs. Aerosol kan være naturlig eller menneskeskapt og være flyktig eller mer statisk i rom og tid (2).

Under de siste månedene har det blitt åpenbart at det er mye språklig forvirring rundt ordet «aerosol». I noen publikasjoner blir ordet aerosol brukt som en betegnelse av partikler eller dråper i lufta som er mindre enn 5 mikrometer. I denne artikkelen benyttes imidlertid uttrykket aerosol konsekvent for å betegne både partiklene (stoff eller væske) og lufta som en samlet enhet.

Aerosol blir i litteraturen omtalt og diskutert med utgangspunkt i forskjellige kvantitative eller kvalitative kjennetegn. I noen sammenhenger er det massekonsentrasjonen av partikler i luft som er mest relevant, og mengde blir angitt som mikrogram partikler per kubikkmeter luft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). I annen sammenheng kan det være turbulensen av en lokal aerosol som er studert, eksempelvis aerosoler forårsaket av hosting eller nysing (3). Et tredje eksempel er studier av kinetikken på enkeltpartiklene i en aerosol for å bedømme nyt-

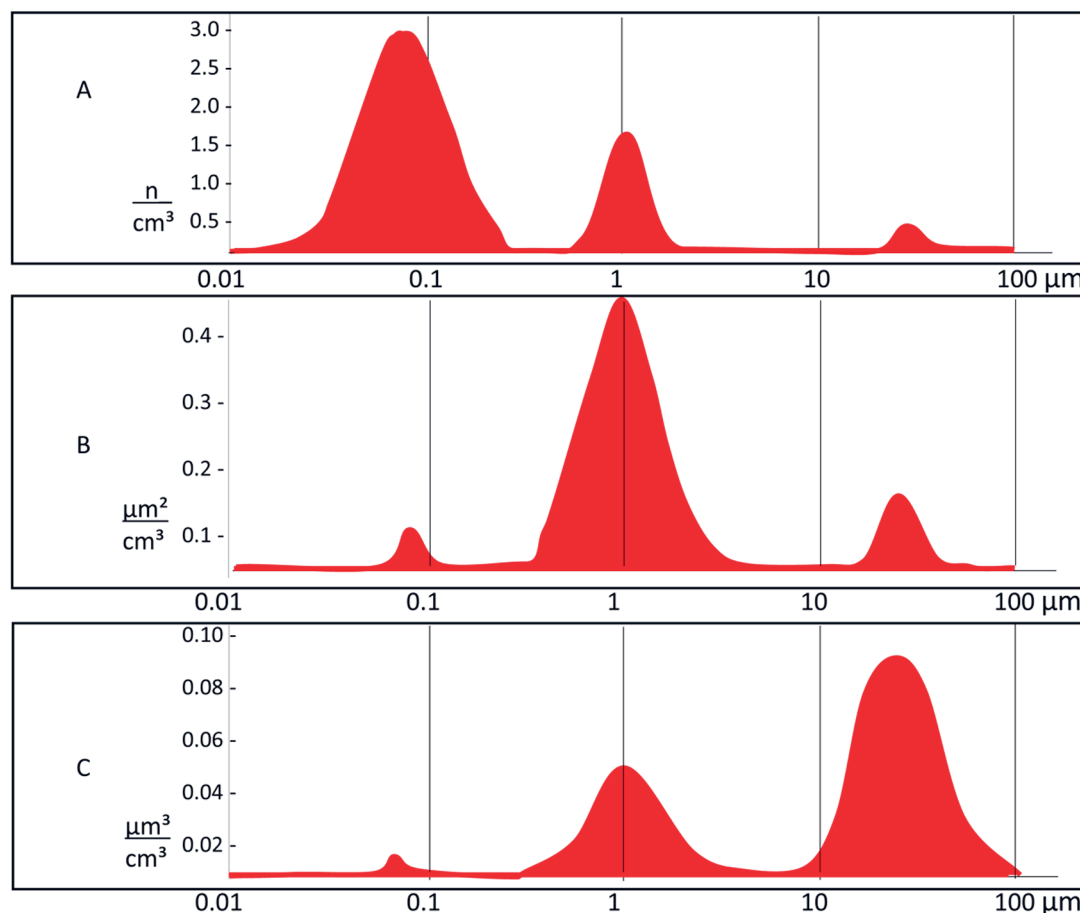
te-effektivitet av å dosere en medisin ned til lungealveolene ved bruk av inhalator eller forstøverapparat (nebulisator) uten at det oppstår uønskede bivirkninger (4).

Partikler i en aerosol varierer med hensyn til geometrisk form. De kan være sfæriske, fiber- eller irregulært formede, med eller uten porer, eller bestå av aggregater av nanopartikler som kan være kompakte, løselige eller lineære. Betegnelsen nanopartikler er definert internasjonalt som partikler som er på mellom 1 nm og 100 nm. For å angi et felles mål for størrelse uavhengig av form benyttes ofte betegnelsen aerodynamisk diameter, som tilsvarer en teoretisk diameter til en sfærisk partikkel. Aerodynamisk diameter angis ved hjelp av ulike matematiske omregningsformler avhengig av partiklens geometriske form, tetthet og masse(vekt). En partikkel med en tetthet på 1 g/cm³ og en diameter på 1 μm , har en aerodynamisk diameter på 1 μm . Uavhengig av geometrisk form, tetthet og masse vil partikler med samme aerodynamiske diameter utvise de samme dynamiske bevegelsene i luft, inkludert fallhastigheten mot bakken. I en tannhelseklinikk er aerosoler polydisperse, dvs, partiklene i lufta har ulike størrelser. Forholdet mellom antallet, samlet overflateareal og samlet volum på partiklene er som vist i figur 1.

Aerosol og helse

Partiklene i aerosoler påvirker primært slimhinnene i luftveiene og øynene (5). Nanopartikler kan i tillegg penetrere hud og spres i blodbanen via lungene (6). Biologisk respons på cellenivå vil blant annet avhenge av om partiklene er organiske eller uorganiske (7). Helserisiko i forbindelse med eksponering for aerosol bedømmes ut fra en rekke faktorer der sentrale parametre vil være partiklens størrelse, antall, samlet overflate areal i en inhalerbar fraksjon samt potensiale for infeksjon, allergi eller toksisitet. Det er ikke en eksakt korrelasjon mellom partikkelstørrelse og helserisiko fordi det kan variere for forskjellige størrelsesfraksjoner. Tolkning av resultater fra eksperimentelle studier vil avhenge av hvilke statistiske modeller som benyttes, og ekstrapolering fra epidemiologiske observasjonelle data er åpen for forskjellige tolkninger (8). Kunnskapsgrunnlaget for å bedømme helserisiko ved eksponering fra ulike luftpartikler og luftkvalitet er dynamisk, og derfor har retningslinjer for internasjonale tiltak endret seg kontinuerlig og vil sannsynligvis fortsette å forandres etter hvert som man bedre forstår helseeffekter av ultrafine partikler og nanopartikler (9).

Den biologiske responsen på luftpartikler skyldes avsetning av partikler i målorganer. For inhalerbare partikler vil den totale dosen avhenge av en rekke faktorer som konsentrasjoner av partikler i aerosolen, eksponeringens varighet, luftveienes anatomi, lungeventilasjonen og egenskaper ved partiklene i seg selv (10). Når partiklene er deponert i luftveiene er det flere biologiske mekanismer



Figur 1. Karakteristikk av en polydispers aerosol med hensyn til fordeling av partiklene etter aerodynamisk diameter: A: Samlet antall (n) partikler per cm^3 luft/gass; B: Samlet overflateareal (μm^2) av partiklene per cm^3 luft/gass; C: Samlet volum (μm^3) av partiklene per cm^3 luft/gass.

som kan bidra til å fjerne disse igjen, som hosting og nysing, mukociliær transport, opptak av makrofager eller epitelceller, partikkeloppløsning eller -translokering, dvs. partiklene flyttes fra overflaten til annen lokalisasjon i luftveiene eller til annet vev (11).

Innhold av støv i inne- og uteluft blir vanligvis angitt i tre fraksjoner; PM10 (partikler med aerodynamisk diameter mellom 2.5–10 μm), PM 2,5 (partikler mellom 0.1–2,5 μm og PM 0,1 (ultrafine partikler under 0.1 μm i aerodynamisk diameter) (12). Partiklenes størrelser er en viktig egenskap i relasjon til hvor i luftveiene de vil avsettes, og aerodynamisk diameter kan være utgangspunkt for å beregne dette. Det helseskadelige potensialet til aerosoler i ute- og innemiljø vil i tillegg til faktorene diskutert over, avhenge av den kjemiske sammensetningen av organiske og uorganiske partikler, eller partikler bestående av en kombinasjon, samt tilstedeværelse av eventuelle mikroorganismer eller komponenter fra mikroorganismer, samt av eksponertes individuelle følsomhet. Sistnevnte vil variere fra person til person og avhenge av faktorer som alder og un-

derliggende sykdommer. Det er i tillegg biologisk variasjon med hensyn til vertsrespons, (13), dels forårsaket av at partiklene bindes til muciner på slimhinneoverflatene og at kvaliteten og kvantiteten av mucin varierer fra person til person og over tid (14). Kombinasjonseksposeringer for ulike inne- og uteaerosoler kan påvirke helse i større grad enn enkeltexposeringer (8, 9, 15, 16)

Typen aerosol i en tannhelseklinikk

Dentale aerosoler kan være problematisk ut fra et helseskadelig perspektiv og har derfor i lang tid vært studert, med et uttalt mål om å begrense aerosolutvikling i arbeidsmiljøet eller å finne løsninger for å beskytte alle berørte (tabell 1).

Spesielt aerosoler med innhold av partikler som er så små at de kan nå helt ned til de nedre luftveiene, har vært studert. Tidligere arbeider har dokumentert ved hjelp av elektronmikroskopi, at mange partikler er i nanometerskala. Mengden av nanopartikler og ultrafine partikler kunne ikke kvantifiseres for femti år siden, men det

Tabell 1. Arbeidsprosedyrer i tannhelseklinikker som utvikler aerosol og helserisiko

År (ca.)	Behandlingsprosedyre	Innhold	Utsatt gruppe	Helserisiko utover kontaktsmitte
~1950 →	Puss, polering, avtakbar akrylprotese/ mykforing	Partikler	Pasient / Personell	Øyeskade /-infeksjon Dråpe/luftsmitte, bakteriell
~1960 →	Roterende instrument / treveissprøyte, hard & bløtvev	Væskedråper & Partikler	Personell	Dråpe/luftsmitte, bakteriell
~1965 →	Luftscaler & ultralyd, maskinell tannrens	Væskedråper & Partikler	Personell	Dråpe/luftsmitte, bakteriell
~1980 →	Slip, puss, polering, metaller & amalgam	Partikler	Pasient / Personell	CNS-toksisitet Øyeskade
1983–2005	Roterende instrument / ultralyd	Væskedråper	Pasient / Personell	(Blod)dråpe/luftsmitte, <i>HIV virus</i> <i>Hepatitt B virus</i>
2000 →	Vannslanger i behandlingsunit	Væskedråper	Personell	Vanndråpe/luftsmitte, <i>Legionella</i>
2003–2004	Roterende instrument / ultralyd / treveissprøyte	Væskedråper & Partikler	Pasient / Personell	Vann/mucus/saliva-dråpe/ luftsmitte, <i>SARS-virus</i>
2008–2009	Roterende instrument / ultralyd / treveissprøyte	Væskedråper & Partikler	Pasient / Personell	Vann/mucus/saliva-dråpe/ luftsmitte, <i>H1N1 virus</i>
2009 →	Kontakt, potensielt høyinfeksiøse pasienter	Væskedråper & Partikler	Personell	Luftsmitte <i>Mycobacterium tuberculosis</i>
2012 →	Slip, puss, polering, nanokomposit	Partikler	Pasient / Personell	Øye-Lunge-Nanotoksikologi
2020 →	«Aerosol-genererende prosedyrer» (AGP) (= Roterende instrument / ultralyd / treveissprøyte) & Kontakt, potensielt høyinfeksiøse pasienter	Væskedråper & Partikler	Pasient / Personell	Vann/mucus/saliva-dråpe/ luftsmitte, <i>SARS-CoV-2 virus</i>

ble likevel estimert at dentale aerosoler inneholdt en vesentlig mengde partikler som er mindre enn 1 µm (17). Det er først etter tusenårsskiftet at ny måleteknologi har gjort det mulig å presist kvantifisere mengden av partikler som er mindre enn 1 µm i lufta i tannhelseklinikker (18, 19). Studier utført på inneluft i tannhelseklinikker har åpenbart at aerosoler fra roterende instrumenter utvikler langt flere nanopartikler enn det som tidligere har vært antatt (20–24). Ved pussing av komposit som inneholder nanopartikler har det ikke blitt påvist «rene» nanopartikler, slik de er tilsatt materialet, men partiklene har vært omgitt av organisk matriks. Ny kunnskap om aerosolisering av nanopartikler tilsatt nye materialer og ultrafine partikler fra dentale materialer, åpner for at risikovurderinger av helseeffekter muligens må revurderes. (25).

Tidligere risikovurderinger av aerosoler i sammenheng med dentale biomaterialer har hatt vekslende fokus. Toksisitet har vært omtalt generelt (26), i relasjon til amalgam (27, 28) og komposit plast (23, 29). Annet fokus har vært på helserisiko forbundet med aerosol fra uedle legeringer (30), pneumokoniose (støvlung) (31, 32) og idiopatisk fibrose (33) fra slipestøv, berylliose fra beryllium i støpelegeringer (34) og allergi fra aerosolisert hanskepulver i gum-

mihansker (35). Også aerosolisert titandioksid brukt i sammenheng med intraorale digitale avtrykk har vært problematisert (36).

Antall, størrelse og massekonsentrasjon av partikler i aerosoler i tannhelseklinikker og tannlaboratorier, varierer som en funksjon av materiale, arbeidsprosedyre og utstyrsbruk. Generelt gjelder at partikler med lav tetthet forblir svevende lenger enn partikler av samme fysiske dimensjon med høy tetthet. Tetthet på dentale materialer som inngår i typiske aerosoler i en tannhelseklinikk er gummi-hanskepulver (ca. 0.5 g/cm³), akryl (ca. 1 g/cm³), komposit plast og dentin (ca. 2 g/cm³), keramer (ca. 2.5 g/cm³), emalje og sink-oksyd (ca. 2.5 – ca. 3 g/cm³), titanlegering (ca. 4.5 g/cm³), zirkona (ca. 6 g/cm³), amalgam og uedle legeringer (ca. 8 g/cm³), høy-edle legeringer (ca. 14–17 g/cm³).

Partikler med høy tetthet, eksempelvis slipestøv fra en metallegering, vil ha en mindre fysisk diameter enn partikler med lik aerodynamisk diameter i eksempelvis akrylstøv. Relevansen av størrelser og overflatekjemi i forhold til inhalasjon, luftventilasjon og helseaspekter er utførlig diskutert i et stort antall artikler, inkludert i flere av artiklene sitert i avsnittet ovenfor.

I sammenheng med kirurgi i munnhulen kan det oppstå mer eller mindre synlig blodsprut utenfor munnhulen i tillegg til aerosolisert blod som ikke er synlig (37, 38). Det er flere studier som har påvist at det er spesielt bruk av roterende instrumenter under kirurgioperasjoner som aerosoliserer blod (39). Smittepotensialet for aerosolisert blod i sammenheng med blodbåren smitte er uavklart. Estimert av risiko i dag er å anse som svært lav så lenge tannhelsepersonell gjennomgår vaksinasjon (40).

Pasientens posisjon har i liten grad vært evaluert i mengden av studier som har målt aerosolutvikling i operatørens umiddelbare nærhet. En studie har påvist at dersom pasienten ligger horisontalt har aerosol fra AGP en hovedsakelig vertikal dynamisk bevegelse, mens den er mer horisontal når pasienten befinner seg i en sittende eller halvveis bakover lent posisjon (38).

Det er et gjennomgående trekk i flere studier av aerosolutvikling i tannhelseklinikker, at massekonsentrasjonen av partikler i innelufta øker i sammenheng med spesielle arbeidsoperasjoner (41). I en større behandlingsinstitusjon i Tyskland ble det målt mer mikrobiell aerosol på formiddagen og ettermiddagen, med høy aktivitet og lavere i lunsjpausen (42). Tilsvarende funn der man i tillegg målte andre flyktige organiske komponenter er blitt rapportert fra institusjoner i Hellas (43) og i Taiwan (44). Begge de to siste studiene kommenterte at nivåer av partikler (PM₁₀, PM_{2,5}), organisk flyktige forbindelser og CO₂, var over anbefalte internasjonale grenseverdier.

Tiltak for å begrense aerosol i tannhelseklinikker blir presentert i artikkeldel 2 (45).

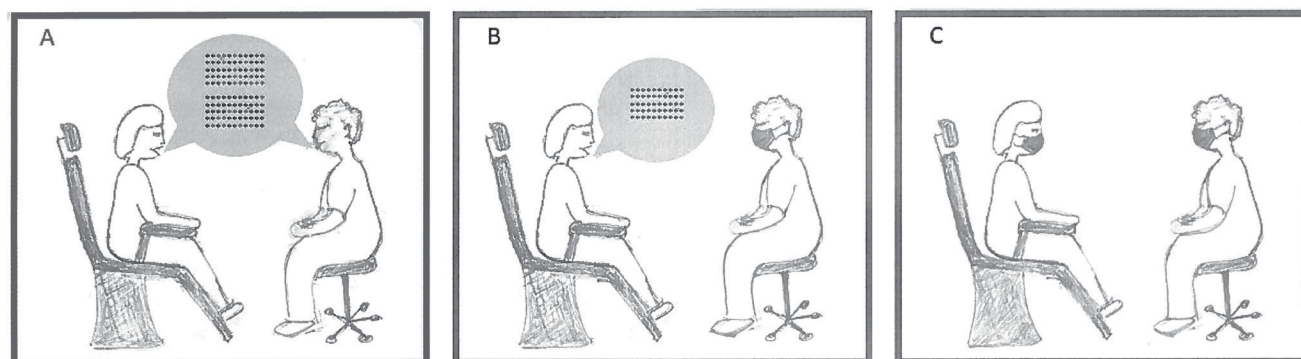
Mikrobielle aerosoler

Overføring av mikroorganismer i aerosoler skjer via kontaminerte faste partikler eller dråper. Dråper som har fordampet omtales som dråpekjerner, og de har en diameter på 1–5 µm. Smitterisiko be-

dømmes ut fra partiklenes fysiske egenskaper, slik som størrelse og overflate, og om partiklene er i fast eller i væskeform. Mens det for faste partikler er overflateareal som er av størst betydning, vil det for dråper være samlet volumstørrelse som er mest relevant, i kombinasjon med antall og sammensetning av mikroorganismer, deres evne til å overleve transport via luften samt potensiale for sykdomsfremkallende egenskaper etter påvirkning av uttørring.

Et surrogatmål som i mange år er blitt benyttet for å estimere kontaminasjon av mikroorganismer i luft er å telle antall bakteriekolonier (kim) ved dyrkning, angitt som CFU (colony forming units). I noen sammenhenger måles dette passivt ved å utplassere ulike typer vekstmedier, avhengig av hvilken type mikroorganisme man ønsker å kvantifisere. I andre situasjoner benyttes aktive metoder der luftmengde kan måles for å estimere CFU/m³ luft (46, 47). Det er hovedsakelig bare bakterier og fungus som er blitt målt, og andelen av mikroorganismer som lar seg dyrke er begrenset (48). Teknologiske fremskritt har gjort det mulig i dag å identifisere flere mikroorganismer enn tidligere, fordi det er utviklet skånsomme metoder for innsamling og oppbevaring av luftprøver (49) i kombinasjon med nye analysemetoder (50) og som til dels tillater analyser i sanntid (51). Måling av luftbåret virus på sykehus har inntil nylig bare vært utført i liten grad fordi det er mange teknologiske og praktiske utfordringer (52).

De aller fleste målinger av mikrobiell aerosol i tannhelseklinikker er basert på dyrkning av mikroorganismer (53). Svært få rapporter om mikrobiell aerosol i tannhelseklinikker har vært utført med genetiske analyser (54, 55). Det er gjort forsøk på å oppnå konsensus om beste praksis for måling av mikrobiell aerosol i tannhelseklinikker, men ikke internasjonalt (56, 57). Ut fra spektrumet av rapporterte mikrobielle arter kan det virke som mange funn mest sannsynlig stammer fra aerosolisert kontaminert vann (58, 59).



Figur 2. Aerosoldannelse ved verbal kommunikasjon, med og uten munnbind. A: Pasient og tannlege kommuniserer uten munnbind, begge genererer aerosol gjennom pust og tale. B: Tannlegen har munnbind på under kommunikasjonen, aerosol genereres fra pasientens pust og tale. C: Både pasient og tannlege har munnbind på mens de prater sammen.

Vi er pr. i dag ikke kjent med noen studier som rapporterer mengde virus i luft målt i tannhelseklinikker.

Mikrobielle aerosoler i en tannhelseklinikk antas å stamme først og fremst fra arbeidsprosedyrer som innebærer atomisering av vev med væskesprut og luftturbulens over fuktige overflater i munnhulen, alternativt fra biofilm i mulig kontaminerte vannslanger i tannlegeuniten. Det er usikkert hvilken enkeltfaktor som bidrar mest til at aerosoler blir kontaminerte av mikroorganismer. Studier som er utført i større klinikkorganisasjoner tyder på høyest mengde mikrobiell aerosol på venteværelset, dernest på periodontiavdelingen og steriliseringsentralen. Noe mindre grad av mikrobiell aerosol ble målt på allmenodontologi voksen og allmennodontologi barn, mens lavest mikrobiell aerosol ble målt på kjeveortopediavdelingen (60).

Mikrobiell aerosol fra munnhulen

Mikrobielle aerosoler blir utvekslet mellom pasienten og operatøren når sistnevnte posisjonerer seg for nære pasienten i forbindelse med f.eks. dialog ved anamneseopptak eller under diskusjon av behandlingsforslag. Utveksling av aerosoler vil avhenge av om tannlege og pasient benytter munnbind i forbindelse med verbal kommunikasjon (figur 2).

Ved respirasjon og tale frembringes det væskedråper i ulike størrelse og utgangshastighet. Størrelsen og hastigheten på dråpene ut fra munnhulen har betydning for hvor lenge dråpen forblir i luften og (i henhold til ballistiske beregninger) den horisontale avstanden dråpen vil nå før den treffer gulvet.

Det foreligger mange studier som har forsøkt å karakterisere både størrelser og antallet på dråper som genereres under pusting, tale, hosting og nysing. Ny vitenskap viser at mye av den eldre litteraturen er utdatert (61). Moderne teknologi har gjort det mulig å måle dråpene mer presist og samtidig modellere inn i beregningene faktorer som luftturbulens og relativ fuktighet (62–65). Dråpestørrelser varierer mellom 100 nm og 1 mm, men 95 % av dråpene ligger innenfor området 2 µm til 100 µm, altså at 5 % av respiratoriske dråper har en diameter på under 2 µm (66).

Mikrobiell aerosol fra munnhulen forårsaket av AGP

Aerosoliserte mikroorganismer i tannhelseklinikken har vært en kilde til bekymring siden midten av femtitallet, etter at høyhastighet vinkelstykker ble introdusert. Betegnelsen aerosol-genererende prosedyre, aerosolgenererende prosedyrer (AGP), er imidlertid ny og ble introdusert i kjølvannet av SARS-pandemien i 2004, etter at epidemiologiske analyser viste at flere ansatte på sykehus ble smittet til tross for at basale smittevernrutiner ble fulgt (67, 68).

Begrepet AGP skaper forvirring fordi i noen sammenhenger inkluderer dentale aerosoler, mens det i andre sammenhenger uteluk-

kende inkluderer operative inngrep i luftveiene. I noen publikasjoner benyttes derfor i stedet uttrykket «aerosol generating medical procedures (AGMP)» for å avgrense til operative inngrep i luftveiene. WHO utarbeidet en AGP-liste i 2007 som ble revidert i 2009 og i 2014, og den seneste er begrenset til trakeal intubering, ikke-invasiv ventilering, trakeotomi, hjerte-lunge redning, og manuell ventilering for intubering (69). I WHO-dokumentet fra 2014 (70) er det oppsummert i annex A, at AGP er dårlig definert, at det mangler mye forskning om helserisiko forbundet med AGP, og at anbefalingene bygger hovedsakelig bare på en oversiktsartikkel som konkluderer med at evidens er svak (71). Uansett, følgen er at en del andre operative inngrep i luftveiene er utelukket, som laryngoskopi, bronkoskopi, nasoskopi, induert sputum (indusert opphostet slim) og undersøkelse av tonsiller i munnhulen, inkludert alle andre typer operative inngrep i munnhulen. Det er noe uklart hvorfor noen prosedyrer er utelatt, tatt i betraktning at forskjellige typer mikroorganismer som gir forskjellige typer sykdommer, befinner seg i ulike områder i øvre og nedre luftveier (72). Tidselementer er heller ikke vektlagt; det er ikke åpenbart at en enkelthendelse utvikler mer infeksøs aerosol sammenliknet med et operativt inngrep som eksponerer helsepersonellet i mange minutter.

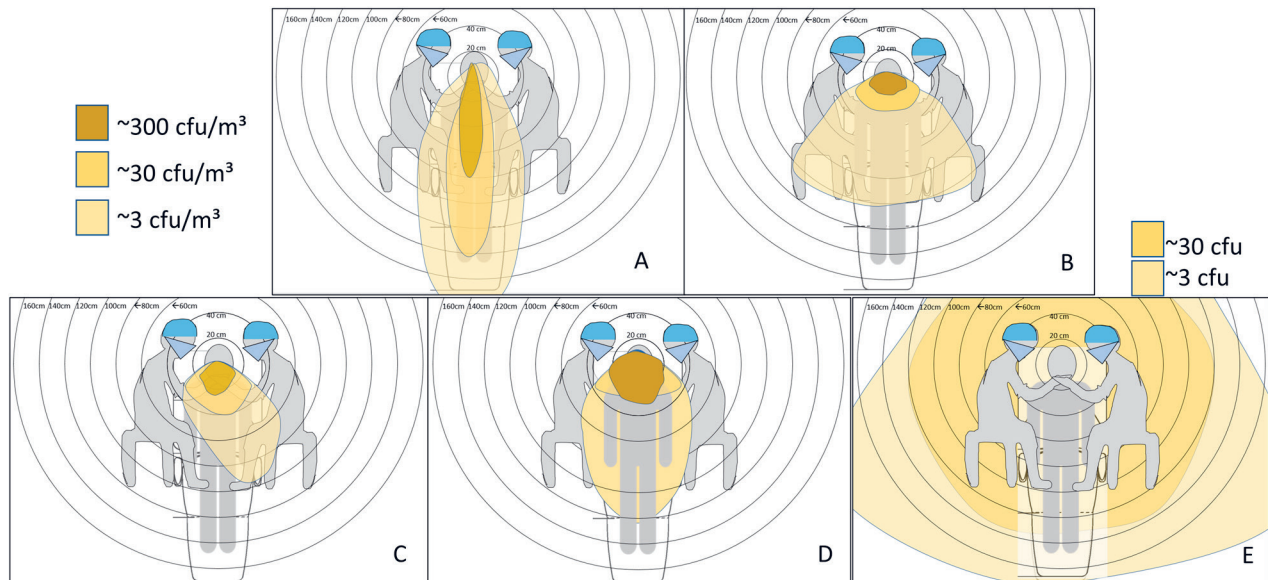
Et ekstramoment i sammenheng med estimat av helserisiko fra dental AGP, er at i munnhulen gjelder en uttynningsfaktor av aerosolisert væske på anslagsvis 1:5 mellom salivavolum og mengde vann brukt i instrumentene som genererer aerosol. Gitt at man kan anta at saliva er maksimalt stimulert under operative inngrep i munnhulen, produserer pasienter ca. 7 ml/min saliva, mens mengden av kjølevann gjennom ultralydinstrumenter samt turbin og vinkelstykker er typisk 30 til 40 ml/min.

Studier som beskriver målinger av mikrobiell aerosol fra AGP i tannhelseklinikker, viser stor metodologisk heterogenitet med hensyn til bruk av passive eller ulike typer av aktive målemetoder, metoder for estimering av luftvolum ved aktiv måling, kontroll av ventilasjon, avstand mellom måleapparater fra der aerosolen utvikles, operatør-pasient konfigurering og en rekke andre forsøksbetingelser (53, 68, 71, 73). Det er derfor ikke mulig å eksakt estimere mengde mikrobielle aerosoler i tannhelseklinikker.

Siden 1960 årene har det vært kjent at nesten alle arbeidsprosedyrer som tannleger utfører i pasientens munnhule aerosoliserer mikroorganismer. Det er hovedsakelig tre hovedkilder til mikrobielle aerosoler; roterende instrument til preparering av hardvev, treveis-sprøyte og maskinelle scalere (figur 3).

Roterende instrument

Å avvirke kroppens hardeste vev krever mye energi og stiller store krav til instrumenter. Først etter 2. verdenskrig ble det utviklet tek-



Figur 3. Mikrobielle aerosoler i en tannhelseklinik målt med bakteriedyrking. A: Nys fra pasienten; B: Sprut («splatter») fra pusseskive brukt på anteriore tenner; C: Sprut fra turbin med vannavkjøling; D: Sprut fra treveis-sprøyte; E: Aerosol fra maskinell scaling (merk: CFU i figurene A – D målt som antall CFU/kubikkmeter luft, i figur E målt som antall CFU). Figurer er basert på data hentet fra referansene 53, 85, 90.

nologi som gjorde det mulig å bruke roterende instrumenter til å fjerne emalje, først med store diamantbor og noe senere hardmetallbor. På mikronivå er det en forskjell mellom de to bortypene; i sprø materialer skaper diamantpartikler mikrokrakelering under overflaten, og i duktile materialer deplasseres arbeidsherdet materiale, mens hardmetallbor har en bladegg som river av og pulveriserer overflaten. Stålbør (en tredje bortype) fungerer som hardmetallbor, men er ikke egnet til å fjerne emalje. I andre typer av hardvask skal de derfor bare brukes ved 500 – 25 000 rpm (74).

Å fjerne tannvev krever mye energi, dvs opp til 12 Joule/mm³ (75) og den kinetiske energioverføringen fra boret under avvirking forårsaker høy temperatur i kontaktsonen. For å unngå irreversible pulpaskader må området nedkjøles kontinuerlig med vann- og luft-spray. En rekke studier har målt pulpatemperatur eller brukt konfokalmikroskopi for å studere effekten av faktorer som rotasjons-hastighet, trykk, avkjøling og diamantgrovhets på roterende instrumenter. I sum har resultatene ledet til at de fleste vinkelstykker, uavhengig av om det er turbin eller elektriske, opererer med 10–55 ml/min vanntilførsel for å forebygge pulpaskader og for at arbeidsdelen av boret kontinuerlig blir spylt ren (76).

Effektiv avvirking av tannvev avhenger av perifer hastighet på boroverflaten. Periferhastighet kan beregnes etter formelen [periferhastighet = $\pi \times \text{diameter} \times \text{rotasjons-hastighet}$]. Retningshastigheten på et bor med en diameter på 1 mm og en rotasjons-hastighet

på 300 000 rpm er ca. 16 m/s. Til sammenlikning har dråper fra munnhulen ved tale og hosting en utgangshastighet på henholdsvis 2–4 m/s og 10–15 m/s (62–64.) Sentrifugalkreftene fra roterende bor er mer enn tilstrekkelig til å slynge pulverisert tannvev og væskedråper i ulike størrelser ut av munnhulen og ut i rommet (77–79).

Det ble raskt åpenbart at de nye roterende instrumentene skapte aerosoler, og infeksjonshygiene ble tidlig problematisert. Uavhengige studier utført på sekstitallet i Tyskland (80), England (81), Norge (82) og USA (83) var de første av anslagsvis 20 eksperimentelle og kliniske studier som dokumenterte mikrobiell aerosol i tannhelseklinikken som en følge av bruk av roterende instrumenter.

Treveissprøyte

Eldre studier har vist at spredning ved bruk av tre-veis sprøyte skaper et høyt antall CFU per minutt opptil 2,5 meter fra pasientens munnhule spredt via større væskedråper i 1 meters høyde (84, 85). Det er usikkert om funnene fortsatt gjelder, ettersom det ikke ble brukt plast-engangsspisser på treveissprøytene. Studier utført rundt årtusenskiftet påviste utstrakt kontaminasjon i vannrørene i forrige generasjon av treveissprøyter, som dermed var en viktig kilde til spredning av aerosoliserte mikroorganismer (86). Vi er ikke kjent med at det har vært publisert relevante data fra senere studier om aerosol fra treveissprøyter.

Luft- og ultralydscalere

Luftscalere (sonic scaler/airscaler) og ultralydscalere (magnetostruktive scalere og piezoelektriske scalere) er maskinelle scalere som benyttes i forbindelse med profylakse og periodontal behandling. I tillegg benyttes også laser og forskjellige former for maskinell polering. Luftscalere (6 kHz) drives av trykkluft (32–35 psi, 2,2–2,4 bar) og er ofte innpasset i uniten, mens ultralydscalere (20–50 kHz) er elektriske og kan deles inn i magnetostruktive og piezoelektriske. Magnetostruktive scalere er mest brukt i Nord Amerika (eks.: Cavitron) og har en elliptisk bevegelse. Piezoelektriske scalere er mest brukt i Europa (eks.: EMS) og har en lineær bevegelse. Begge former for ultralydscalere er varmereproduserende, men piezoelektriske scalere produserer mindre varme enn magnetostruktive scalere og krever dermed mindre volum vann til kjøling.

Felles for all maskinell scaling, er at det kreves vannkjøling ved bruk og at det skapes aerosol. Det har vært utført flere laboratoriestudier og kliniske studier siden sekstitallet (87) der mengde mikroorganismer som en følge av aerosol skapt ved maskinell scaling har blitt målt. De fleste studiene måler antall bakterier i form av CFU, men det diskuteres likevel at virus sannsynligvis spres på samme måte (88). Studiene lar seg vanskelig sammenligne mhp tall, ettersom det bl.a. er brukt forskjellige scalere og forskjellige mikrobielle dyrkningsmetoder, men felles konklusjon er at det produseres en stor mengde mikrobiell aerosol ved bruk av maskinelle scalere (89, 90).

Smittorisiko fra mikrobiell aerosol i tannhelseklinikken

Dentale aerosoler inneholder partikler og væskedråper i ulike andeler og størrelsesfraksjoner og må alltid anses som kontaminert av mikroorganismer (bakterier, virus, fungi). Det orale mikrobiom inneholder over 700 bakteriearter (91) og det orale viromet er estimert til et sted mellom ca. 300 og 2000 ulike genotyper, hvorav de fleste virustyper er bakteriofager (92). For enkeltindivider vil antallet mikroorganismer være lavere (93, 94) og variere kontinuerlig som en konsekvens av et komplekst mikroøkologisk samspill (95, 96).

I litteraturen skilles det mellom luftbåren overføring av mikroorganismer fra en vert til en annen som dråpesmitte eller som luftsmitte via en infeksøs aerosol. Det er ikke internasjonal konsensus om klassifisering eller definisjon av størrelsen på infeksøse væskedråper i forhold til dråpesmitte eller luftsmitte fra partikler i aerosoler (97, 98).

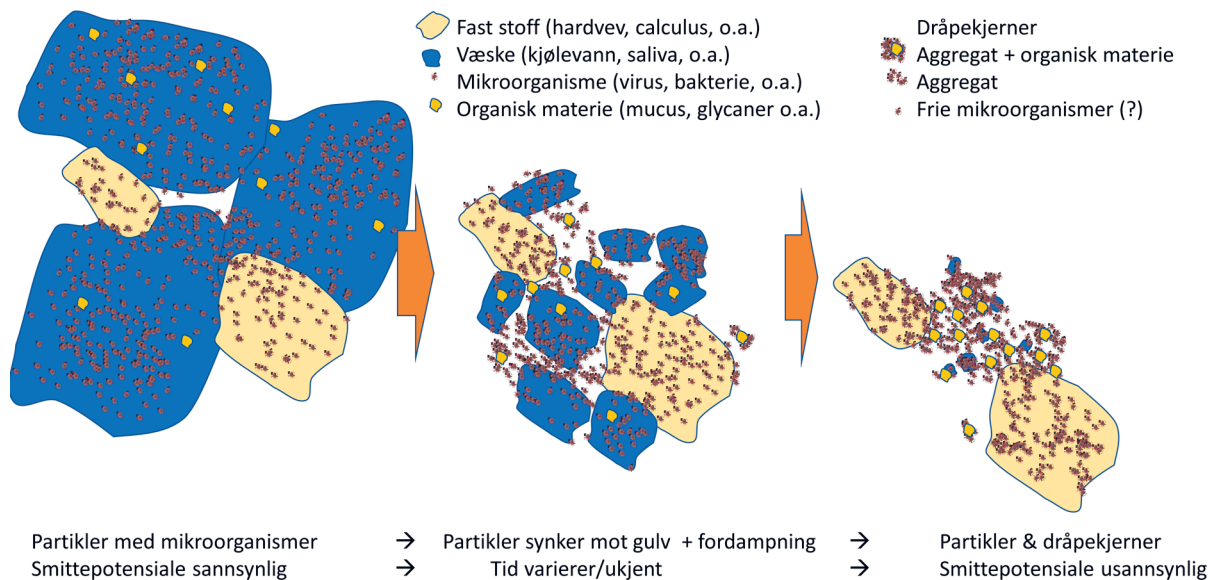
Luftsmitte kan kategoriseres i tre grupper, obligat, preferert eller opportunistisk (99). Obligat luftsmitte oppstår bare gjennom aerosol og gjelder bare for tuberkulose; preferert luftsmitte er en naturlig infeksjon som kan oppstå via flere forskjellige smitteveier, men der aerosol er den vanligste måten, eksempelvis meslinger og vannkopper. Opportunistisk smitte er infeksjoner som kan oppstå via

andre smitteveier, eksempelvis gastrointestinalt, men kan under spesielle omstendigheter også oppstå via aerosol, eksempelvis kopper, norovirus, SARS og influensa. WHO og det amerikanske sentret for sykdomskontroll; Centers for Diseases Control and Prevention (CDC) har med bakgrunn i dagens kunnskap, identifisert bare tre infeksjonssykdommer som kan oppstå via aerosol, og disse er tuberkulose, meslinger (eng. measles) og vannkopper (chickenpox) (70, 100). Det er imidlertid en stor tverrfaglig forskningsaktivitet som pågår innenfor feltet virusinfeksjoner og aerobiologi i kjølvannet av den første SARS pandemien i 2003, fugleinfluensa (A/H5N1) i 2005, svineinfluensa i 2009 (A/H1N1), MERS i 2012, ny fugleinfluensa (A/H7N9) i 2013, Ebola virus i 2014 (101) og nå covid-19 fra SARS-CoV-2.

Under behandling i munnhulen kan det skje overføring av mikroorganismer via væskedråper i størrelsesorden over 100 µm, eller via aerosoliserte væskedråper, dråpekjerner eller kontaminerte partikler. Kompliserende i forhold til risikovurdering av mikrobiell aerosol fra AGP er at andelen og størrelsene av partikler/ væskedråper forandrer seg raskt i tid og rom og også påvirkes av et lokales ventilasjon og luftfuktighet (102). Sedimenteringshastigheten påvirkes også av partikkelkonsentrasjonen i lufta, demonstrert eksperimentelt ved at bakteriesporer i partikkelfri luft forsvinner raskere enn i luft tilsatt trikalsiumfosfatstøv eller hårspray (103). Det antas at forklaringen er at partiklene aggregerer og dissosieres, og at elektrostatiske mekanismer sannsynligvis er involvert. For øvrig er fysiske-kjemiske reaksjoner i aerosoler generelt komplekse. Dette gjelder særlig i atmosfærer som i en tannhelseklinik, der det i tillegg er mange flyktige organiske komponenter.

For partikler som er overflatekontaminert av smittestoff eller har et allergent eller toksisk potensiale, er det i tillegg til antallet og størrelsene på de kontaminerte partiklene, blant annet det samlede overflatearealet, deres løselighet, og om partiklene kan virke som adjuvans (forsterke immunologiske reaksjoner) av betydning. For væskedråper blir estimeringen enda en grad mer komplisert fordi størrelsene på væskedråpene ikke er konstante, som følge av fordampning, og fordampningen vil være relatert til væskedråpens opprinnelige volum. Dersom væskedråpene inneholder mikroorganismer, blir den neste beregningen hvor lenge ulike typer mikroorganismer har et smittepotensiale ved fordampning av fuktighet (figur 4).

Av forståelige grunner er det vanskelig å gjennomføre kontrollerte kliniske studier på mennesker for å beregne alle parametrene beskrevet over. Bare et fåtall kliniske studier er utført, og da på unge, friske frivillige, som gjør det usikkert i hvilken grad funnene er overførbare til sårbare pasientgrupper. Det finnes kliniske studier hvor frivillige er blitt smittet med mikroorganismer, men det be-



Figur 4. Dental aerosol kontaminert med mikroorganismer med eller uten smittepotensiale etter fordampning av væske. Figur adaptert etter referanse 19.

tyr ikke at funnene er direkte overførbare til andre typer mikroorganismer.

En europeisk arbeidsgruppe innen oral mikrobiologi, oppsummerte i 2011 i et «position paper», at smitte mellom pasient og tannhelsepersonell er underrapportert i litteraturen, og et antall tilfeller synes å bli ignorert av pasienter, helsearbeidere og myndigheter (104). Artikkelen beskriver risiko for ulike virus- og bakterielle infeksjoner via kontakt-, dråpe- og luftsmitte og påpeker rapportering av smitteoverføringer til helsepersonell innen ulike fagfelt i medisin, men ikke fra tannhelsesektoren. En forklaring på at tannhelsesektoren er utelatt, kan være at inkubasjonstiden fra smitte til symptomer oppstår kan være fra dager (pseudomonas, legionella, gule stafylokokker), til uker (herpes, varicella zoster) til måneder (hepatitt B/C/D, tuberkulose) og flere måneder eller år (HIV/AIDS). I de danske nasjonale retningslinjene for infeksjonshygiene (105) er det listet kasusbeskrivelser og rapporter der tannhelsepersonell er blitt smittet fra pasienten via store og små væskedråper i aerosol.

Bakterier

Potensielt infeksjøs bakterielle aerosoler i en tannhelseklinikk kan bl.a. oppstå i sammenheng med pasienter med tuberkulose (TB), eller som en sekundærfølge av at biofilm i vannslanger i tannlegeuniten eller vanntilførselen er kontaminerte. Mikroorganismer fra kontaminerte vannslanger er gram-negative bakteriegrupper, primært ulike arter av legionella og pseudomonas, som kan aerosolisere

og utgjøre en helseisiko for spesielt utsatte pasienter (106). Flere studier er utført i land med mangelfull vannforsyning og infrastruktur, og data herfra er ikke direkte overførbart til Norge, hvor vi har god vannforsyning. Imidlertid er det klare indikasjoner på at dårlig vannkvalitet tilfører store mengder mikroorganismer i arbeidsluften, og forholdet kan bare delvis korrigeres med ulike tiltak på arbeidsplassen (107). Påvisning av bakterier fra vannlednings-system i uniter er også rapportert i Norge, men årsaken antas å være en konsekvens av mangelfullt vedlikehold og renhold (108).

Tuberkulose

Tuberkulosebakterien *Mycobacterium tuberculosis*, kan holde seg levende og gi sykdom etter å ha svevet i luften i flere timer. På tretti-tallet, før det forelå vaksiner, hadde tannleger i England en dødsrisiko på grunn av tuberkulose (TB) som var dobbelt av hva legene hadde, og som var høyere enn gjennomsnittet i sammenlignbare grupper i befolkningen (109). Litteratur fra samme periode beskriver flere tilfeller av smitte fra pasient til tannlege, og fra tannlege til pasienter og til andre kolleger. Så sent som i 1980 ble det konstatert utbrudd av TB blant barn som hadde fått ekstrahert melketenner av en tannlege med TB (110). BCG-vaksinen som ble utviklet mot TB, var meget effektiv og ble etter 2. verdenskrig påbudt i mange vestlige land. Etter hvert som man i vestlige land anså at TB var kommet under kontroll, ble påbud om vaksinasjon og regelmessig tuberkulintesting avsluttet i mange land. Norge avsluttet obligatorisk BCG vaksinasjon i 1995 og hadde tilbud om frivillig vaksine frem til

2009. I dag er det ingen epidemiologiske data som indikerer en høyere forekomst av TB blant tannhelsepersonell i forhold til populasjonen (111).

TB i tannhelseklinikker ble noe aktualisert i sammenheng med behandling av immunokompromitterte pasienter med AIDS (112, 113). Smittetiltak utover basale smittevernrutiner dersom man har en kjent TB-pasient, er å bruke åndedrettsvern og god ventilasjon (114).

TB var i mange år ikke omtalt i norsk media, men i 2015 ble sykdommen aktualisert i sammenheng med behandling av flyktinger fra Syria. Mens risiko for smitte av *M. tuberculosis* i mange vestlige land har vært minimal, er TB endemisk med høye dødstall i mange andre land. India har flest smittede, deretter kommer Kina, Indonesia, Filipinene, Pakistan, Bangladesh og Sør-Afrika, og disse landene står for 2/3 av alle TB tilfellene i verden i 2018. På grunn av økende utbredelse av TB og at det har oppstått antibiotikaresistente varianter, dør det årlig minst 1.5 mill. mennesker av TB hvert år globalt. Et utbrudd av TB på den amerikanske vestkysten i 2010, identifiserte en tannhelseklinikk som felles smittekilde. Av 743 pasienter ble 305 testet med tuberkulintest og 23 (7,5 %) var positive for mulig tuberkuloseinfeksjon, mens 10 % av de ansatte på tannhelseklinikken også var positive for mulig TB smitte. Erfaringene resulterte i at helsemyndighetene i USA, i lys av et økende antall potensielle TB individer i forhold til tidligere, anbefaler tannhelsepersonell å vurdere egen vaksinasjonsstatus og andre administrative rutiner på arbeidsplassen for å forebygge luftsmitte av TB (115).

Legionella

Det har lenge vært kjent at vann fra tannlegeuniter kan inneholde legionella (116), og det har vært diskutert om aerosolisert vann kan være en mulig kilde til legionærsykdom (117). Innånding av aerosol som inneholder Legionella, er ansett som risiko for spesielt utsatte pasienter (118). Et dødsfall som følge av legionærsykdom, ble knyttet til sannsynlig eksponering av kontaminert vann i en tannhelseklinikk (119). Senere mikrobiologiske analyser i denne hendelsen klarlagte imidlertid at pasienter som i utgangspunktet har legionærsyke, kan kontaminere tannlegeuniter i motsatt vei (120). Lærdommen er at daglig desinfeksjonsrutiner av vannsystemer er viktig, samt påminnelsen om at det er viktig å ha oppdatert medisinsk status på alle pasienter som behandles i tannhelseklinikken.

Med hensyn til yrkeseksponering, er det rapportert motstridende funn. Årlige helsesjekker av tannhelsepersonell, utført av den amerikanske tannlegeforeningen gjennom 10 år frem til 2012, har ikke vist økt seropositivitet for Legionella (121). En metaanalyse av serologiske data fra studier med til sammen 2232 helsearbeidere og 1172 ueksponerte personer, viste ingen statistisk signifikant for-

skjell i insidensen for legionella infeksjoner (122). Forfatterne påpekte i tillegg at det ikke er nok vitenskapelig bevis for å bedømme om tannhelsepersonell har en yrkesrisiko med hensyn til legionella, men utelukker ikke at dette kan ha vært tilfellet tidligere (123, 124). Noe påfallende er den store variasjonen i primærstudier av målt Legionella seroprevalens i kontrollgrupper, hvilket indikerer varierende studiemetodologi og målemetoder (125).

Virus

Eldre studier har vist at tannhelsepersonell har høyere titre av seropositivitet for luftveisvirus i forhold til resten av befolkningen (126). Det er rimelig å anta at dette er forårsaket av smitte fra pasienter. Pasienter som har blitt smittet av et virus, vil i større eller mindre grad skille ut dette viruset i saliva som en konsekvens av «viral shedding» (127). Eksempler er zikavirus, cytomegalovirus hos AIDS pasienter, Ebola virus, HIV virus, og rabiesvirus. Enkelte pasienter skiller ut Herpes Simplex virus 1 (128). Pasienter med parotitt kan være infisert av kusmavirus, alternativt av influensa virus A (ved gjentatt parotitt), og begge former skilles ut i saliva.

Fordi virus ofte skilles ut i saliva, har det blitt utviklet en rekke salivatester for å påvise ulike typer virus-infeksjoner (129). Selv om man kan resonnerer at høye verdier av virus i saliva korrelerer med høye verdier i en aerosol fra munnhulen og derfor økt smitterisiko, er ikke dette nødvendigvis korrekt. Smitteevne på mange virus avtar raskt i luft og blir i tillegg påvirket negativt av en serie av andre ytre faktorer som ikke nødvendigvis er målbare i diagnostiske tester (130, 131).

Human immunodeficiency virus (HIV) ble i noen år mistenkt å ha blitt overført fra en HIV-smittet tannlege til en pasient via en ukjent smittevei. Tretti år senere med mye debatt, undersøkelser og klinisk erfaring, er oppfatningen i dag at mistanken sannsynligvis var ubegrunnet, og at HIV smitte fra en infisert kliniker til en pasient, utelukkende kan skje hvis blod fra kliniker kommer direkte inn i et sår, dvs. såkalt «bleed-back» (132).

Hepatittvirus

Før Hepatitt B virus (HBV) vaksine ble utviklet, registrerte man høyere positiv serologistatus blant tannhelsepersonell i forhold til gjennomsnittsbefolkningen, eksempelvis 46 % blant tannleger i Singapore (133) og 26 % blant oralkirurger i USA (134). Konklusjonen fra denne siste studien samstemmer med en noe senere studie fra Tyskland (135) om at personlig verneutstyr som hansker, munnbind og øyebeskyttelse ikke forhindret smitte av HBV. Studier som ble utført for å måle virusinnhold i aerosoler, fant ingenting og konkluderte derfor med at smitte ble overført som kontaktsmitte (136). Imidlertid viste det seg senere at målemetodene som ble anvendt

var metodologisk problematiske (19). Hepatitt B smitter lett, og med molekylære metoder er det dokumentert flere tilfeller av smitte også mellom tannhelsepasienter. En eldre kvinne som fikk akutt Hepatitt B infeksjon etter behandling hos sin tannlege, viste seg å være smittet av virus fra en Hepatitt B-infisert pasient som hadde vært i samme behandlingsrom med samme personell, men 2 timer tidligere. Helsemyndigheten kunne ikke påpeke noen brudd på sikkerhetsregler og internkontroll. En antar at aerosoler med Hepatitt B virus kan ha falt ned på instrumenter som ble brukt, eller kanskje fortsatt var i lufta etter 2 timer (137). Vi er ikke kjent med senere studier av HBV i aerosoler i tannhelseklinikker.

Influenzavirus

Det finnes flere typer influensa virus (A – D). Influenza typene A og B er de som sirkulerer og gir opphav til den årlig sesonginfluensa. Smitteoverføring av influensa virus forekommer hovedsakelig ved større dråper ved hosting eller nysing, eller ved indirekte kontakt. Overføring via små partikler i en aerosol kan også forekomme. Det har blant annet blitt vist i ett nyere studie at symptomatiske individer genererte partikler under 5 µm med influensavirus, uten forutgående hosting eller nysing (138). Influenzavirus har også blitt påvist i saliva. Det anbefales at alt helsepersonell som har pasientkontakt, vaksineres mot sesonginfluensa.

SARS-CoV-1-virus

Under den første SARS-pandemien i 2004 oppdaget man at SARS-CoV-1 virus ble utskilt i saliva (139, 140), hvilket ikke har vært kontroversielt. Derimot har en ofte sitert studie som konkluderte med at SARS-CoV-1 virus sannsynligvis ble overført via luftsmitte (141), vært kontroversiell.

SARS-CoV-2-virus

Tilgjengelig kunnskap tyder så langt på at smitte av SARS-CoV-2 virus skjer primært i form av kontakt- eller dråpesmitte (142), hvilket ikke utelukker mulig risiko for luftsmitte av SARS-CoV-2 virus under spesielle eksponeringssituasjoner (143). Det er foreløpig lite data som kan tyde på smitte via aerosol (144).

Det ble i en tidlig fase av covid-19-pandemien lansert en teori om at covid-19-pasienter kunne ha mye virus i saliva (145, 146). Teorien bygget ikke på nye data, men henviste til funn fra den tidligere SARS-pandemien i 2004 (139), en studie på aper (147) og en cellestudie (148), samt en klinisk studie (149).

De to ikke-humane studiene satte søkelys på at epitelcellene i spyttkjertlene og i munnslimhinnen inneholder et høyt antall ACE-2-reseptorer (Angiotensin Converting Enzyme 2) som binder SARS-CoV-2-virus og som er nødvendig for at viruset skal infisere cellene. Humanstudien beskrev i tittelen «novel coronavirus in saliva», men det fremgår tydelig i materiale og metode-delen at det snarere dreier seg om sputum (ekspektorat) (149). Forfattergruppen modifiserte senere tittelen til «posterior oropharyngeal saliva» i en parallelartikkel (150). Senere studier har imidlertid vist at smittede individer har en saliva som inneholder høye titre av SARS-CoV-2 virus. Foreløpig kjenner man ikke i detalj mengden i saliva under ulike sykdomsfaser etter smitte (151). Imidlertid betyr oppdagelsen at enhver aerosol fra munnhulen på en antatt eller sikker covid-19 pasient, er å måtte anses som kontaminert av SARS-CoV-2 virus i saliva.

Oppsummering

For hundre år siden var de kjente yrkessykdommene blant tannleger, infeksjonssykdommene syfilis og tuberkulose og noen tiår senere poliomyelitt (152). Spissformulert har tannhelsepersonell blitt reddet av vaksiner, antibiotika og et robust helsevesen. For seks tiår tilbake ble det formulert: «Few aerobiologists would take a random sample of saliva, hemorrhage, and tissue debris of any description and atomize it 6–18 inches (15–45 cm) from his nose and mouth with an air syringe, rotary or vibrating instrument without taking special precautions to prevent the inhalation of this material and the contamination of his person and environment... The association of oral cavity contents with aerosol production is not frequently recognized by the dentist as anything more than a nuisance requiring the operator to clean his glasses frequently while operating» (153).

Dagens covid-19-pandemi var forhåndsvarslet, i likhet med andre pandemier som med høy statistisk sannsynligvis vil komme i fremtiden (154). Det synes fornuftig at tannhelsepersonell spesielt og helsemyndigheter generelt, bør studere og vurdere mulige helsemessige konsekvenser som følge av aerosolisering av biologisk materie i tannhelseklinikker i sammenheng med pasientbehandling.

Takk

Takk til Arne Hensten, professor emeritus, UiT Norges Arktiske Universitet og konsulent, Nordisk institutt for odontologiske materialer – NIOM, for gode kommentarer og innspill til manuskriptet.

REFERANSER

Utvalg. Full referanseliste i nettutgaven

- Hinds WC. *Aerosol Technology: Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles*. 2nd ed., New York, USA: John Wiley & Sons Inc. 1999. ISBN: 9 780 471 194 101.
- Morawska L, Ayoko GA, Bae GN, Buonanno G, Chao CYH, Clifford S, et al. Airborne particles in indoor environment of homes, schools, offices and aged care facilities: The main routes of exposure. *Environ Int*. 2017; 108: 75–83. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.07.025>
- Bourouiba L, Dehandschoewerker E, Bush JW. Violent expiratory events: on coughing and sneezing. *J Fluid Mech*. 2014; 745: 537–63. <https://doi.org/10.1017/jfm.2014.88>
- Verreault D, Moineau S, Duchaine C. Methods for Sampling of Airborne Viruses. *Microbiol Mol Biol Rev*. 2008; 72: 413–44. <https://doi.org/10.1128/MMBR.00 002–08>
- Zemouri C, de Soet H, Crielaard W, Laheij A. A scoping review on bio-aerosols in healthcare and the dental environment. *PLoS One*. 2017; 12: e0 178 007. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0 178 007>
- Zemouri C, Volgenant CMC, Buijs MJ, Crielaard W, Rosema NAM, et al. Dental aerosols: microbial composition and spatial distribution. *J Oral Microbiol*. 2020; 12: 1 762 040. <https://doi.org/10.1080/20 002 297.2020.1 762 040>
- Tran K, Cimon K, Severn M, Pessoa-Silva CL, Conly J. Aerosol generating procedures and risk of transmission of acute respiratory infections to healthcare workers: a systematic review. *PLoS One*. 2012; 7: e35 797. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0 035 797>
- WHO, World Health Organization. Infection prevention and control during health care when novel coronavirus (nCoV) infection is suspected. 2020. [https://www.who.int/publications-detail/infection-prevention-and-control-during-health-care-when-novel-coronavirus-\(ncov\)-infection-is-suspected-20 200 125](https://www.who.int/publications-detail/infection-prevention-and-control-during-health-care-when-novel-coronavirus-(ncov)-infection-is-suspected-20 200 125) (lest 2.8.2020)
- Rølla G. En undersøkelse over luftkontaminasjonen ved bruk av turbin-boremaskin i tannlegepraksis. *Nor Tannlegeforen Tid*. 1963; 73: 442.
- Micik RE, Miller RL, Mazzarella MA, Ryge G. Studies on dental aerobiology. I Bacterial aerosols generated during dental procedures. *J Dent Res* 1969; 48: 49–56. <https://doi.org/10.1177/00 220 345 690 480 012 401>
- Miller RL, Micik RE, Abel C, Ryge G. Studies on dental aerobiology. II. Microbial spatter discharged from the oral cavity of dental patients. *J Dent Res* 1971; 50: 621–5. <https://doi.org/10.1177/00 220 345 710 5 00 031 701>
- Martin MV. The air/water syringe: a potential source of microbial contamination. *Br Dent J*. 1998; 184: 278–9. <http://doi.org/10.1038/sj.bdj.4 809 601>
- Marui VC, Souto MLS, Rovai ES, Romito GA, Chambrone L, Pannuti CM. Efficacy of preprocedural mouthrinses in the reduction of microorganisms in aerosol: A systematic review. *J Am Dent Assoc*. 2019; 150: 1015–26. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2019.06.024>
- Kilian M, Chappelle ILC, Hannig M, Marsh PD, Meuric V, Pedersen AML, et al. Det orale mikrobiom – en oppdatering for tandplejeteamet. *Nor Tannlegeforen Tid*. 2017; 127: 398–411. <https://www.tannlegetidende.no/i/2017/5/d2e455> (lest 2.8.2020)
- Roy CJ, Milton DK. Airborne transmission of communicable infection—the elusive pathway. *N Engl J Med*. 2004; 350: 1710–1712. <https://doi.org/10.1056/NEJMp048 051>
- Laheij AM, Kistler JO, Belibasakis GN, Välimaa H, de Soet JJ; European Oral Microbiology Workshop (EOMW) 2011. Healthcare-associated viral and bacterial infections in dentistry. *J Oral Microbiol*. 2012; 4. <https://doi.org/10.3402/jom.v4i0.17 659>
- SSI, Statens Serum Institut. Nationale infeksjonshygiene retningslinjer. P. 13. 2019. <https://hygiejne.ssi.dk/-/media/arkiv/subsites/infeksjonshygiejne/retningslinjer/nir/nir-tandklinikker.pdf> (lest 2.8.2020)
- Skaug N, Nielsen Ø, Lofthus B. Mikrokontaminasjon av vann fra dentaluniten i Norge. *Nor Tannlegeforen Tid*. 2005, 115: 260–5. <https://www.tannlegetidende.no/asset/2005/P05–05–260–4.pdf> (lest 2.8.2020)
- Merte JL, Kroll CM, Collins AS, Melnick AL. An epidemiologic investigation of occupational transmission of *Mycobacterium tuberculosis* infection to dental health care personnel. *J Am Dent Assoc*. 2014; 145: 464–71. <https://doi.org/10.14 219/jada.2013.52>
- Estrich CG, Gruninger SE, Lipman RD. Rates and predictors of exposure to *Legionella pneumophila* in the United States among dental practitioners. *J Am Dent Assoc*. 2017; 148: 164–71. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2016.11.032>
- Slots J, Slots H. Bacterial and viral pathogens in saliva: disease relationship and infectious risk. *Periodontol* 2000. 2011; 55: 48–69. <https://doi.org/10.1111/j.1600–0757.2010.00 361.x>
- Corstjens PL, Abrams WR, Malamud D. Saliva and viral infections. *Periodontol* 2000. 2016; 70: 93–110. <https://doi.org/10.1111/prd.12 112>
- Flint SR, Croser D, Reznik D, Glick M, Naidoo S, Coogan M. HIV transmission in the dental setting and the HIV-infected oral health care professional: workshop 1C. *Adv Dent Res*. 2011; 23: 106–11. <https://doi.org/10.1177/0 022 034 511 400 075>
- Yu IT, Li Y, Wong TW, Tam W, Chan AT, Lee JH, et al. Evidence of airborne transmission of the severe acute respiratory syndrome virus. *N Engl J Med*. 2004; 350: 1731–9. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa032 867>
- WHO, World Health Organization. Modes of transmission of virus causing COVID-19: implications for IPC precaution recommendations. V. 29.3. WHO/2019-nCoV/Sci_Brief/Transmission_modes/2020.2. Først publisert 28 mars 2020. Oppdatert 9 juli 2020. <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/modes-of-transmission-of-virus-causing-covid-19-implications-for-ipc-precaution-recommendations> (lest 2.8.2020)
- Juvel LK, Lauvrak V. Spyttestøver for testing av SARS-CoV-2 infeksjon – en hurtigoversikt. Oslo: Folkehelseinstituttet, 2020.05.08. <https://www.fhi.no/publ/2020/Spyttestøver-for-testing-av-SARS-CoV-2-infeksjon> (lest 2.8.2020)
- GPMB, Global Preparedness Monitoring Board. A world at risk: annual report on global preparedness for health emergencies. World Health Organization. ISBN 9 789 241 517 010. 2019. https://apps.who.int/gpmb/assets/annual_report/GPMB_annualreport_2019.pdf (lest 2.8.2020)

ENGLISH SUMMARY

Gussgard AM, Valen H, Olsvik Ø, Jokstad A

Aerosols in the dental clinic. Part 1: Risks of infectious disease transmission

Nor Tannlegeforen Tid. 2020; 130: 676–87

Aerosol-generating procedures associated with oral care may involve risks for disease transmission between patients and dental staff. Article part I describes characteristics of aerosols and possible influence on health. This paper focuses on microbial aerosols and on situations and procedures that produce microbial aerosols in the dental clinic. Several forms of microbial aerosols are created in a dental clinic, and the highest aerosol-generation is by use of

rotating instruments, the air-water syringe, and machine scaling. Risks of aerosol transmission of infectious diseases are described with examples of some bacterial and viral contagious diseases in the dental clinic. Dental clinic staff should be aware of possible health consequences of aerosols in the dental operator, to prevent spreading infectious diseases. Such knowledge is essential to ensure the health of both patients and the dental clinic staff.