

En metod för regelbunden rengöring och desinfektion av vattensystemet i dentala units*

Åke Möller, Gunnar Dahlén och Jan-Åke Hallén

■ ■ ■ Det komplexa vattensystemet i dentala units koloniserar av bakterier från vattenledningsvattnet. Detta är en följd av att vattensystemet innehåller plastslangar med många retentionsställen i kombination med ett lågt vattenflöde. En mikrobiell biofilm innehållande komplext organiskt material utvecklas och ger förutsättningar för ytterligare ökad bakteriehalt i unit-vattnet. Bakterierna är vanligen inte patogena. Biofilmen växer dock med tiden till i tjocklek och kan utgöra grogrund för patogena bakterier, exempelvis *Legionella pneumophila*. Även tekniska störningar med bland annat turbinhaverier kan bli resultatet. Föreliggande undersökning bekräftar den höga bakteriehalten. Målsättningen var vidare att konstruera en utrustning, mekaniskt och kemiskt, för regelbunden rengöring och desinfektion av vattensystemet.

En behållare monteras permanent i den tillförande vattenledningen, och utprovade rengörings- och desinfektionsvätskor kan med lätthet föras in i vattensystemet. Metoden, här kallad UnitClean, studerades på 13 mer eller mindre hårt koloniserade dentala units under minst 6 månader. Efter konstaterad bakteriefrihet varierade återkolonisationen i dessa units mellan 3 veckor och 6 månader. Initialt rekommenderas en upprepad reningsprocedur efter 2–3 veckor. Med ett bakteriefilter monterat på den inkommande vattenledningen i behållaren kan lågt bakterietal registreras under längre tid. Filtrets varaktighet är beroende av ledningsvattnets innehåll av fasta partiklar.

Nyckelord: biofilm, dental unit, desinfektion, mikrobiell kolonisation

*Not: av eng dental unit; a mobile or fixed article of dental equipment, which may be combined with a chair, consisting of items and attachments needed for dental examination and operations, and housing the electrical, mechanical, and plumbing facilities needed to operate the equipment and fixtures of the unit. Beteckningen unit(s) används i artikeln i betydelsen tandläkarutrustning i olika sammansättningar, t ex dentala units, unit-vatten etc. Källa: Dorland's Illustrated Medical Dictionary, 28th edition. Philadelphia: WB Saunders Company, 1994; p 1775.

Författare

Åke Möller, professor emeritus, och Gunnar Dahlén, professor, avdelningen för oral mikrobiologi, Odontologiska fakulteten, Göteborgs universitet, Göteborg.

Jan-Åke Hallén, Ingenjörfirman Jan-Åke Hallén AB, Sävedalen.

Vattensystemen i våra dentala units kolonieras förr eller senare av bakterier. Kolonisationen blir efter några år omfattande och leder till att vi sprayar och spoljar mängder av bakterier in i patientens mun med ett vatten som inte håller måttet för ett dricksvatten (fig 1). American Dental Association (ADA) konstaterade år 1995 i anvisningar till sina medlemmar: "Dental unit water systems currently designed for general dental practice are incapable of delivering water of an optimal microbiological quality". Så småningom kan resultatet bli att slangsystem och ventiler totalt obtureras.

Vad händer i vattensystemet i dentala units – och varför?

Klorerat dricksvatten brukar normalt innehålla endast ett fåtal bakterier per ml. Den starka kolonisationen i vattensystemet kan förklaras av att bakterier adhererar mot plasten i slangar och retneras i skarvar och ventiler. Studier av strömningförhållandena i smala vattenrör har visat att flödet är begränsat till rörets centrum och i det närmaste stillastående i periferin utefter rörväggarna. Dessutom är genomströmningshastigheten i slangsystemet mycket låg med perioder av helt stillastående vatten. Enstaka bakterieceller fastnar först i de många retentionsställena och sedan utefter slangväggarna. En stor del av dessa bakterier är anspråkslösa och långsamväxande och kan tillväxa genom luftens och vattnets innehåll av näringsämnen. Slutresultatet blir en komplex mikrobiell biofilm bestående av organiskt material, främst proteiner och polysackarider [1, 2]. Biofilmen kan uppnå en avsevärd tjocklek och kan övergå till en obturerande biomassa. Bakteriekolonisationen i vattensystemet i dentala units är ett generellt problem över hela världen [3–11].

Flertalet bakterier är inte patogena men det kan ändå inte vara tillfredsställande att man sprayar en mängd bakterier in i patientens munhåla. Stundom förekommer dock sådana opportunistiska patogener som *Pseudomonas*, *Flavobacterium* och *Acinetobacter* som kan verka patogent, särskilt hos patienter med nedsatt immunförsvar. Dessutom kan den biofilm bakterierna byggt upp i slangarna göra det möjligt för patogena bakteriearter att kolonisera och tillväxa. Sådana bakterier kan komma från patientens munhåla i samband med preparation av tänder via ett återsug in i unitens vattensystem [7, 9]. Vidare kan enstaka enteropatogena *E coli* och *Salmonella*- eller *Legionella*-bakterier finnas i vattnet. På senare år har alldeles särskilt risken för en omfattande kolonisation av *Legionella* uppmärksamats [11–13]. Flera forskare [12, 14] har påvisat en förhöjd antikroppstitr mot *Legionella pneumophila* hos tandvårdspersonal; allra högst



Figur 1. Sprayning på odlingsplatta 3 sekunder på 30 centimeters avstånd.

hos tandläkarna, vilket tyder på en hög exposition för denna bakterie från de aerosoler som bildas. Förutom bakterier har även patogena amöbor och svamp isolerats från unit-vatten. Amöborna kan dessutom innehålla viabla *Legionella*-bakterier intracellulärt och därmed skydda dem för påverkan av antimikrobiella medel [15, 16].

Eventuella patogener gynnas av förhöjd temperatur och kan då uppnå tillräcklig mängd för att åstadkomma infektion. *Legionella pneumophila* synes i detta sammanhang extra riskabel, eftersom den smittar huvudsakligen genom aerosoler från infekterat vatten, som vi ju i stor omfattning producerar i samband med tandbehandling. Man kan inte heller utesluta att vårdpersonalen kan ta skada efter årtal av exposition för bakteriebemängda aerosoler. Clark [3] undersökte 30 tandläkare och fann att 14 av dessa hade en förändrad näsflora, bland annat fanns där *Pseudomonas*-species, vilka samtidigt kunde påvisas i unit-vattnet. Exner et al [17] fann *Pseudomonas aeruginosa* i vattnet hos 15 av 20 undersökta dentala units. Efter avslutad tandbehandling kunde de påvisa *P aeruginosa* i munhålan hos 42 procent av patienterna mot 6 procent före behandlingen.

Vad göra åt en genomkoloniserad unit?

För att tillfälligt minska bakteriehalten har Socialstyrelsen rekommenderat att slangsystemet spoljas igenom under 2–3 minuter vid dess samtliga tappställen. Detta måste då genomföras före var dags första patientbehandling och upprepas under arbetsdagen. ADA rekommenderar till och med att det ska upprepas för varje patient. Till detta kan invändas dels att det av tidsbrist ofta inte blir gjort, dels att resultatet även vid en grundlig genomspolning blir dåligt eftersom biofilm som innehåller bakterier inte kan spoljas bort.

Eftersom det är känt att kopparjoner verkar hämmande på bakterieväxt, till exempel i kopparrör, har man föreslagit att en koppartråd läggs in i

slanglumen [5, 6]. Man har även använt elektrolytiskt genererade koppar- och silverjoner i förening med klorering. En kontakttid om 24 timmar gav emellertid ingen fullständig dekontaminering [18]. En ökning av koncentrationen av koppar/silverjoner har dock visats kunna minska halten av *Legionella*.

Flera försök att sänka bakteriehalten har gjorts genom att till unit-vattnet mer eller mindre kontinuerligt sätta till olika desinfektionsmedel, till exempel klorhexidin, klorpreparat, mertiolat, jodpreparat, väteperoxidpreparat eller låta vattnet passera en UV-bestrålad behållare. Lin et al [19] fann att ingen av ett flertal prövade desinfektionsmetoder, inklusive koppar/silverjonisering, UV-ljus eller hyperklorering hade någon bestående effekt.

Inför svårigheten att uppnå varaktigt resultat av antibakteriella åtgärder har man föreslagit att ett separat bakteriefilter monteras för varje tappställe. Av företedda bilder att döma är detta ett ganska klumpigt system och förhindrar inte att vattensystemet sätts igen. Kelstrup [6] föreslog en kombination av rengöring och ett mer centralt placerat filter. En av de åtgärder ADA rekommenderar är filtrering tillsammans med regelbunden avtappning.

Vilka krav kan ställas på en metod för rening av unit-vatten?

Ett av grundproblemen med hittills redovisade metoder är att man inte avlägsnat biofilmen. Många författare [t ex 1, 2] har konstaterat att det är den etablerade biofilmen i rörsystemen som är orsaken till den ständiga återväxten av bakterier samt att biofilmen är förklaringen till att enbart desinfektionsmedel inte ger varaktiga resultat. Det har visats att bakteriers resistens kan ökas tusenfalt när de ligger adhererade till eller, än värre, är inneslutna i en biofilm. För att uppnå ett mer bestående resultat fordras således något mer radikalt –

biofilmen måste lösas och avlägsnas för att kvarvarande viabla bakterier ska kunna avdödas. Effekten hos ett rengöringsmedel för detta ändamål sammanhänger till stor del med dess proteinlösende, fettlösende och i vissa fall kalciumlösende egenskaper. I vattensystemen ingår ofta korrosionskänsliga metallegeringar, till exempel mässings- och aluminiumlegeringar och ibland till och med sådant stål som inte är korrosionssäkert. Därför måste såväl rengörings- som desinfektionsmedel vara icke-korrosiva.

Målsättningen för de föreliggande undersökningarna

I föreliggande studier har avsikten varit att söka utarbeta ett kemiskt och mekaniskt system för en regelbunden och lätt genomförbar rengörings- och desinfektionsprocedur. Undersökningarna har resulterat i två vätskekombinationer, en protein-, fett- och kalklösende (UnitClean I) och en desinficerande (UnitClean II). Eftersom man måste räkna med att en återkolonisation förr eller senare kommer att äga rum, även efter en effektiv rengöring och desinfektion, måste proceduren kunna upprepas och därmed vara lätthanterlig. Dessutom bör för kirurgiskt bruk ett sterilfiltrerat spolvatten kunna erhållas. Slutligen bör varje rengörings- och desinfektionsprocedurs effektivitet kontrolleras med mikrobiologiska prov och sedan följas upp med individuellt avvägda intervall.

Material och metoder

Testorganismer

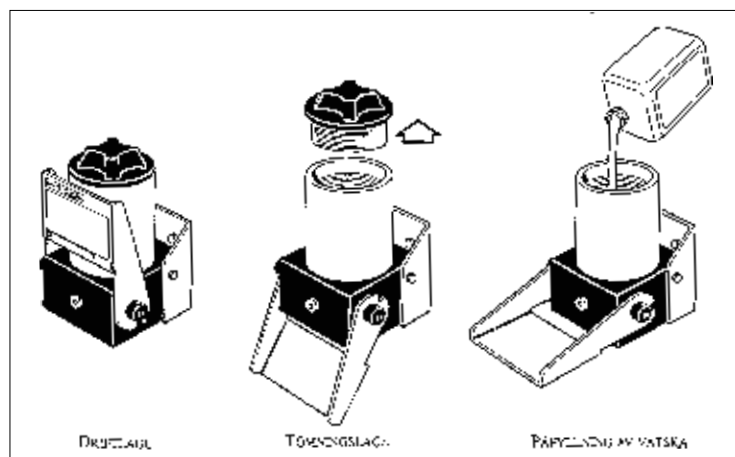
Bakterie- och svampstammar isolerade från kontaminerade vattensystem (olika arter grampositiva kocker, grampositiva och gramnegativa stavar samt en svampspecies). Av dessa användes 2 bakteriestammar, en grampositiv kock och en gramnegativ stav identifierade som *Staphylococcus xylosum* respektive *Schewanella putrefaciens*, till undersökning av bakteriestatisk effekt.

Testobjekt

Sjuttio dentala units vid kliniska behandlingsplatser i folk tandvård och privata mottagningar samt på Odontologiska kliniken i Göteborg undersöktes. Flertalet hade varit i bruk minst 5 år.

Metod för rening och desinfektion av dentala units

UnitClean, som här presenteras, är en metod att rengöra och desinficera vattensystemet i dentala units och består av en mekanisk utrustning och två kemiska lösningar. Den mekaniska utrustningen består av en behållare som rymmer 250 ml vätska för montage vid vattenintaget till aktuell unit



Figur 2. UnitClean-behållaren i olika funktionslägen.

(fig 2). Behållaren har en sådan konstruktion att tillsatt vätska utan påvisbar utspädning kan tryckas ut i vattensystemet enbart med hjälp av det i husets vattenledningar befintliga trycket. Ingen pumpmotor eller elektrisk anslutning behövs. Behållaren är vidare konstruerad så att ett sterilfilter lätt kan skruvas i. Den kemiska komponenten består av två lösningar, en med proteinlösande effekt, UnitClean I, med följande komposition: karbamid 30 % (Kebo Lab 1.6217), Savinase® 5 % (proteolytiskt enzym, Novo Nordisk), natriumborat 2 % (Kebo Lab 1.1611), Tween 80 1,0 % (polyoxyetylen-sorbitanmonooleat, Kebo Lab 1.7267), EDTA 0,5 % (etylendiamintetraättisyra, Merck 8417) och indikatorfärgämnet bromkresolgrönt 0,002 % (BDH Chemicals Ltd 20013) samt en lösning med antibakteriell effekt, UnitClean II, med sammansättningen: klorhexidindiglukonatlösning 0,5 % (Eur Kval D), didecyldimetylammoniumkloridlösning 0,2 % (DDA, Merck 814364) med indikatorfärgämnet kristallviolett 0,002 % (Gurr®, BDH Chemicals Ltd).

I. Bakteriehåll i dentala units

Avtagbara instrument (trevägssprutor/spray, bormaskiner av olika slag och ultraljudscalers) kopplades bort. Mynningarna från respektive tappställe doppades i desinfektionssprit som fick verka minst 2 minuter, varpå 5–50 ml vatten tappades av från varje tappställe. Därefter samlades 7 ml vatten upp i steril flaska. Proven togs omhand på laboratoriet, som regel inom ett par timmar. Flaskorna skakades i vortex-apparat cirka 10 sekunder och 0,5 ml från varje flaska uttracklades på blodagarplatta (Brucella Agar, 50 %, Becton Dickinson Company, 21,5 g/l, med tillsats av 10 % jästextrakt och 1 % defibrinerat hästblod). Till uppföljningen efter UnitClean-behandlingen användes även Legionella-medium (Mikrobiologiska laboratoriet, Göteborg). Plattorna inkuberades i 36° C under 7 dygn och därefter minst 4 dygn i rumstemperatur.

II. Experimentella undersökningar avseende lämpliga medel för rengöring och desinfektion

Den *proteinlösande effekten* undersöktes på petriskålar av plast, vilkas botten belades med tre strängar av en suspension av 10^{10} vattenbakterier. Efter intorkning i rumstemperatur koagulerades bakterieproteinerna på plastytan vid 70° C under 1–2 timmar. Vid registrering av den proteinlösande effekten användes dels vattenkondensationsteknik, dels okulär besiktning vid snett infallande ljus under förstoring (16x) samt fotografering (fig 3).

Korrosionen undersöktes med strimlor av material ingående i vattensystemet i dentala units, såsom mässings- och aluminiumlegeringar samt



Figur 3. Proteinlösande effekt registrerad efter 12 timmars exponering av proteinbelagd plastyta. a) = vattenledningsvatten, b) = UnitClean I, c) = klorhexidin.

järn-, stål- och plastmaterial av olika slag. Dessa placerades i provrör med testlösning på ett sådant sätt att halva strimlan befann sig under vätskeytan. Förutom UnitClean I och II prövades natriumhydroxidlösning (NaOH, Pharm Nord) och natriumhypokloritlösning (NaHClO, Pharm Nord). Korrosionen registrerades genom granskning under mikroskop (32x). För järn registrerades även missfärgningen av testvätskan genom rostbildning. Observationstiden omfattade upp till 3 månader.

Den *antimikrobiella* (bakteriostatiska) effekten undersöktes genom diffusionstest på blodagarplattor enligt tidigare beskriven metod [20], och baktericid och fungicid effekt prövades på basis av dessa resultat för tre utvalda desinfektionsmedel genom att teststammarna suspenderades i desinfektionsmedlen. Kontakttiderna var 1–60 minuter enligt tabell 5. Vid varje kontaktperiods slut inaktiverades det antimikrobiella medlet i inokulatet med aktivt kol innan 0,1 ml inokulerades på blodagarplattor. Antalet överlevande mikroorganismer per ml beräknades på basis av antalet kolonibildande enheter (cfu) per ml.

III. Rengörings- och desinfektionseffekten vid användning av det kompletta UnitClean-systemet monterat vid dentala units

Effekten av här beskriven rengörings- och desinfektionsmetod har studerats under minst 6 månader i 13 dentala units. Behållare enligt ovan monterades på den tillförande vattenledningen vid dentala units vars vatten efter avtappning av 50 ml visat en bakteriehalt av minst 10^3 bakterier per ml. Rengöringsvätskan UnitClean I applicerades efter avslutat kliniskt arbete för dagen och lämnades att verka över natt samt avtappades på följande morgon. Som regel efter denna dags slut applicerades desinfektionsvätskan UnitClean II, som på samma sätt lämnades att verka över natten. Resultatet följdes genom provtagning såsom ovan beskrivits varje vecka under 6–12 månader. Ingen av dessa dentala units var försedd med sterilfilter.

Tabell 1. Bakteriehåll i unit-vattnet från 70 dentala units. Avtappning av 50 ml från treväggspruta

Antal cfu per ml	<5x10 ²	>5x10 ² -10 ³	>10 ³ -10 ⁴	>10 ⁴ -10 ⁵	>10 ⁵
Antal units	2	24	30	9	5

Tabell 2. Proteinlösande/precipiterande egenskaper. Kvarvarande proteinrester graderade 0-3; precip = äggvitefällande

Agens	Verkningstid	
	2 tim	12 tim
Karbamid 30 %	2	spår
Karbamid 30 % + natriumborat 2 %	2	spår
Savinase® 5 %	2	spår
UnitClean I	2	0
Klorhexidin 0,5 %	precip	precip
Didecyldimetylammoniumklorid (DDA) 0,01%	precip	precip
Vattenledningsvatten	3	3

Tabell 3. Korrosiva egenskaper. K = korrosiv, M = missfärgande verkan efter 1 respektive 4 veckor

Agens	Material				Div plast-material
	Järn/stål	Koppar	Mässing	Aluminium	
Natriumhypoklorit 0,5 %	K	K	K	K	0
Natriumhydroxid 1 N	0	K	K	K	0
Karbamid 30 %	0	0	0	0	0
Karbamid 30 % + natriumborat 2 %	0	0	0	0	0
UnitClean I	0	0	0	0	0
Klorhexidin 0,5-5 %	0	0	0	0	0
DDA 0,1-0,5 %	K	0	0	0	0
UnitClean II	0	0	0	0	0
Vattenledningsvatten	K	M	M	0	0

Tabell 4. Antimikrobiell verkan påvisad i geldiffusion på blodagarplatta. Två utvalda bakteriestammar med hög (*S xylosus*) respektive låg (*S putrefaciens*) resistens. Diameter i mm av uppmätta zonstorlekar. Medelvärde av 5 bestämningar. Spridningen inom en och samma stam och med samma inokulat < 1 mm

Agens	<i>S xylosus</i>	<i>S putrefaciens</i>
Karbamid 30 %	6,7	6,0
Karbamid 30 % + natriumborat 2 %	13,5	22,5
UnitClean I	13,2	21,4
Klorhexidin 0,5 %	17,3	27,2
UnitClean II	17,1	26,9

Resultat

Unit-vattnets bakteriehalt

Undersökningen av vattnet i 70 dentala units visade att 54 av dessa, trots avtappningen av 50 ml unitvatten, hade mellan 500 och 10 000 bakterier per ml i sitt vatten (tabell 1). Unit-vattnet från 14 behandlingsplatser hade ännu högre bakterietal.

Experimentella undersökningar

Proteinlösande och korrosiva egenskaper. Jodpreparat, kopparsalter och fenolderivat med känd antimikrobiell verkan precipiterade proteiner och hade dessutom en korrosiv effekt (tabell 2 och 3). Natriumhypoklorit och natriumhydroxid, som är väl kända för sina proteinlösande egenskaper, var starkt korrosiva för de flesta material även i låga koncentrationer.

Karbamid hade avsevärt långsammare proteinlösande effekt än de ovan nämnda men visade ingen som helst korrosivitet, inte ens efter långvarig exponeringstid (> 12 månader). För järn observerades samtidigt en rostskyddande verkan (tabell 3). Kombinationen med natriumborat förstärkte den proteinlösande effekten. Tillsammans med det proteolytiska enzymet Savinase®, med angiven optimal verkan vid pH > 9,0, erhöles under den 12 timmar långa observationsperioden en total upplösning av proteinfilmen i plastpetriskaflar utan att den icke-korrosiva egenskapen påverkades (tabell 2 och fig 3).

Antibakteriella egenskaper påvisade i undersökningar av bakteriostatisk effekt framgår av tabell 4. Tabellen visar en vattenstam (*S xylosus*) med relativt hög resistens och en med låg resistens (*S putrefaciens*). Karbamidlösning 30 % visade endast svagt antibakteriell verkan. Tillsats av natriumborat 2 % gav en något förbättrad verkan. Zonerna var dock genomgående diffust begränsade. Större och mer välbegränsade hämningszoner erhöles med klorhexidin med eller utan tillsats av DDA 0,02 %.

Av tabell 5 framgår resultaten av ett av fungicidiförsöken. Klorhexidin 0,2-0,5 %, som visat god effekt gentemot samtliga påträffade vattenbakteriestammar, hade svag verkan på den testade mögelsvampstammen. Klorhexidin och DDA kunde däremot kombineras så att en breddad antimikrobiell aktivitet erhöles även mot den isolerade svampstammen.

På basis av bland annat dessa undersökningar kunde kombinationer av rengörande och antimikrobiella medel ställas samman. Till kombinationen av karbamid, natriumborat och Savinase® sattes EDTA 0,5 % för upplösning av förekommande kalciumavlagringar samt Tween 80 1,0 % för att uppnå fettlösande och samtidigt ytspänningsnedsättande

Tabell 5. Antimikrobiell verkan påvisad i fungicidi-försök. Mögelsvamp isolerad från unit-vatten (cfu/ml)

Antimikrobiellt agens	Påverkningstid, minuter						
	1	10	20	30	40	50	60
Karbamid 30 % + natriumborat 2 %	2 640	1 992	2 040	1 205	640	470	95
Klorhexidin 0,5 %	2 250	1 140	970	620	534	308	105
UnitClean II	2 650	560	0	0	0	0	0

verkan med ökad penetrationsförmåga som följd. För att synliggöra närvaron av vätskorna prövades ett stort antal indikatorfärgämnen. Flertalet avfärgades emellertid på kort tid i rengöringsmediet UnitClean I. Av de prövade färgerna visade sig bromkresolgrönt kunna bibehålla färgen vid lagring. Det gav vid pH 9,5 en turkos färg och var synlig i mycket låga koncentrationer (0,002 %). Som indikator för desinfektionsvätskan UnitClean II användes kristallviolett (0,002 %) som gav en violett färg.

Bakteriehalten i unit-vatten efter behandling med UnitClean

Resultatet från de 13 dentala units som varit försedda med vattenreningsystem under minst ett halvt år visade att för 6 av dessa var en enda kombinerad rengörings- och desinfektionsprocedur tillräcklig för att erhålla ett unit-vatten som innehöll 0 eller endast ett fåtal bakterier per ml. För 7 units uppstod en återkolonisation efter 2–3 veckor. Av dessa visade 4 bakteriefrihet en längre tid efter ytterligare en rengörings- och desinfektionsprocedur, medan de återstående 3 fordrade ytterligare en procedur för att samma resultat skulle uppnås. Av dessa units har 4 efter registrerad bakteriefrihet bibehållit ett lågt bakterietal under 6 månader. Som regel kvarstod ett lågt bakterietal under förlängd tid för varje behandlingsomgång.

Diskussion

Vår undersökning av vattensystemet i 70 dentala units vid Odontologiska kliniken och vid folk-tandvårdskliniker och privata mottagningar i Göteborgsregionen bekräftar iakttagelserna av flera författare [2–11] att vattensystemet i dentala units förr eller senare koloniserar med bakterier. Problemen, som är av både hygienisk och teknisk art, synes vara generella och inte knutna till något visst fabrikat.

Genomspolning med vatten kan visserligen sänka bakteriehalten men om den ska få nämnvärd effekt måste den ske under flera minuter och upprepas ofta, eftersom antalet bakterier snabbt ökar igen. Detta är således ingen tillfredsställande åtgärd. Ständigt återkommande vattentappningar blir

Tabell 6. Resultat av UnitClean-behandling (I+II) av 13 dentala units. Erforderligt antal behandlingar för att uppnå bakteriefrihet under minst 1 månad efter behandling

Antal behandlingar	1	2	3
Antal unitar med registrerad bakteriefrihet	6	4	3

dessutom ganska tidsödande. Fiehn och Henriksen [21] redovisar en metod med dagligen genomförd klorering av unit-vattnet. Behovet av tät återkommande klorering bekräftar den av många gjorda iakttagelsen att enbart en insats av antimikrobiella medel ger mycket kortvarig effekt. Samtidigt redovisar inte undersökningen om en återkommande klorpåverkan givit några korrosionsskador efter långvarigt användande. En snabbt återkommande kolonisation visar att så länge organiska beläggningar i form av en biofilm finns kvar finns det bakterier som snabbt kan växa till. Även om flertalet bakteriearter inte är patogena kan opportunistiska bakterier, såsom *Pseudomonas*, *Flavobacterium* och *Acinetobacter*, orsaka infektioner, särskilt hos personer med nedsatt immunförsvar. Munhålebakterier har vid dessa undersökningar påträffats endast sporadiskt. Detta förklaras av att man på nya utrustningar har eliminerat återsuget från de perifera vattenförande mynningarna.

Såväl laborieförsöken som proven från kliniska behandlingsplatser visar att det för att en mer varaktig reduktion av bakterierna ska kunna uppnås fordras rengöringsmedel med upplösande effekt på den komplexa biofilm och eventuellt även på de kalciumavlagringar som bildas i systemet. Att de försök som hittills redovisats i litteraturen endast har kunnat visa en kortvarig effekt synes bero på att ingen hittills redovisad metod har inneburit att biofilmen avlägsnats. När biofilmen avlägsnats har möjligheterna för tillväxt av mikroorganismer avsevärt minskat. Försöken bekräftar också den tidigare gjorda iakttagelsen [20] att det är väsentligt att avlägsna organiska beläggningar från ytor där man vill uppnå ett pålitligt desinfektionsresultat.

Vid sökandet efter icke-korrosiva medel med proteinlösande och/eller baktericid effekt prövades i preliminära försök ett stort antal föreningar. Vi fann då att de uppställda målen, proteolytisk kombinerad med baktericid och icke-korrosiv effekt, endast uppfylldes av ett fåtal ämnen. Flertalet prövade desinfektionsmedel precipiterade proteiner och försvarade därigenom en upplösning av biofilmen (tabell 2 och fig 3). Flera var korrosiva för en del metallkomponenter i vattensystemet (tabell 3). Ingen enskild förening var optimal i alla avseenden. Karbamid visade sig inte bara ha en viss proteinlösande effekt utan även vara icke-korrosiv och till och med ha direkt rostskyddande verkan. Denna baktericida verkan är emellertid svag. Kombinationen med natriumborat visade sig vara en lämplig bas för och förstärkte verkan av det proteolytiska enzymet. Förutom en ökad proteolytisk effekt förbättrades lagringsdugligheten av enzymet vid denna kombination. Eftersom det proteolytiska enzymet verkar bäst omkring pH 9,5 och desinfektionsmedlen mellan pH 5 och 6 medförde detta att rengörings- och desinfektionsprocedurerna måste genomföras i 2 steg, vilket dock lätt kan ske på grund av mediebehållarens konstruktion. Tillämpningen och uppföljningen vid 15 kliniska behandlingsplatser har visat att den utprövade kombinationen av kemiska substanser i kombination med den beskrivna anordningen för deras lätthanterliga applikation är ett användbart sätt att i kliniskt bruk kunna förhindra eller förse en återkolonisation.

Resultaten från de 13 dentala units som hittills testats under minst ett halvår visar att den uppsatta målsättningen – vattensystem med låg eller ingen konstaterad bakterieförekomst – är möjlig att uppnå med de föreslagna åtgärderna. Provolymen från varje tappställe var inte stor (7 ml, av vilka 0,5 ml utodlades till varje odlingsplatta). Resultatet måste ändå anses vara relevant eftersom de bakteriologiska kontrollerna efter de insatta reningsprocedurerna innebar utodling på minst 2 plattor från varje tappställe och överensstämmande resultat som regel erhållits mellan tappställena samt att undersökningen dessutom genomförts longitudinellt.

Behållaren för applikation av vätskor är enkel att montera och kan användas vid alla unit-typer. För att undvika att en opåverkbar bakteriereservoir uppstår bör ledningen fram till behållaren utgöras av metallrör, helst av koppar. Som ovan sagts brukar bakteriehalten i kopparrör vara låg. Om vattentillförseln däremot sker genom plaströr eller gummislang blir även denna som regel starkt koloniserad, och då den inte är tillgänglig för det beskrivna rengöringssystemet kan den komma att kvarstå som ett bakteriefokus.

Indikatorfärgen har visat sig inte bara vara en

god hjälp för att kontrollera att man har fört in vätskorna i hela vattensystemet utan även en bekräftelse på att man efter varje rengörings- och desinfektionsprocedur har spolat bort dem. Om man av misstag skulle spola in rengöringsvätska i patients mun inträffar dock inga skadliga verkningar på tänder eller munslemhinna.

Rengörings- och desinfektionsförsöken på 13 dentala units visar att förutsättningarna för återkolonisation ("recidiv") varierar avsevärt. Det är därför inte möjligt att ange ett för alla units gällande rengöringsschema. Vi tillråder därför att resultatet av rengörings- och desinfektionsprocedurerna följs upp genom att vattenprov tas ut för odling från samtliga tappställen, till en början med 2–3 veckors mellanrum. Med ledning av resultatet av dessa prov kan man sedan avgöra hur man ska gå vidare. De uppföljande efterkontroller som vi hittills gjort visar, sedan bakteriefrihet konstaterats, att resultatet som regel står sig under en tid av 1–3, ibland flera, månader. Med korrekt installation och handhavande har man således möjlighet att med enkel arbetsinsats nedbringa bakteriehalten i unit-vattnet till samma låga nivå som i vattenledningsvattnet och sedan hålla bakterieförekomsten under kontroll.

Om ett bakteriefilter inmonteras kan unit-vattnet, sedan effekten av rengörings- och desinfektionsprocedurerna noga kontrollerats med exempelvis veckointervall under en 4-veckorsperiod, användas ända till dess att vattenflödet upphör, då filtret så småningom sätter igen sig på grund av fasta partiklar i det tillförande rörsystemet. Montering av filter kan göras i efterhand i varje Unit Clean-behållare genom att man skruvar ur nivåregleringstillsatsen och ersätter den med bakteriefilter. Detta kan med lätthet utföras av tandvårdspersonal enligt bruksanvisning.

Konklusion

- Vattnet i dentala units koloniserar som regel av mikroorganismer.
- Kolonisationen beror på det långsamma vattenflödet, omväxlande med perioder av helt stillastående vatten.
- En biofilm utvecklas och ger grogrund för ytterligare tillväxt av mikroorganismer, även för mer substratkrävande och patogena bakterier.
- Biofilmen skyddar mikroorganismer för påverkan av antimikrobiella medel. För effektiv desinfektion måste biofilmen först avlägnas.
- Biofilmen kan utvecklas till en biomassa och även orsaka mekaniska problem med driftstörningar som följd.
- En metod och utrustning för effektiv rengöring och desinfektion av vattensystemet i den-

tala units har utvecklats och här beskrivits översiktligt.

- Utrustningen är utformad så att den lätt ska kunna handhas av den ordinarie tandvårdspersonalen.
- Ett sterilfilter kan lätt skruvas i och verksamt bidra till en fördröjd återkolonisation.

English summary

A method for regular cleaning and disinfection of dental units' water systems

Åke Möller, Gunnar Dahlén, Jan-Åke Hallén
Tandläkartidningen 2000; 92 (11): 44-51

The complex water system of dental units is colonized by bacteria from the tap water. This is a consequence of the fact that the water system of units contains plastic tubes and valves with several retention sites in combination with a low water flow. A biofilm containing complex organic material develops and creates the conditions for an increased bacterial content in the unit water. However, the thickness of the biofilm increases with time and it may attract pathogenic bacteria, e. g. *Legionella pneumophila*. Technical disturbances, e. g. turbine damage, may also follow. The present investigation confirms the high number of bacteria in many unit water systems. One of the aims of this series of studies was to elaborate a chemical and mechanical method for regular cleaning and disinfection of the unit water system.

By means of a container mounted permanently on the supplying water pipe, tested cleaning and disinfection agents were easily introduced into the water system of the unit. The method, here named UnitClean, has been studied on 13 more or less heavily colonized dental units during a period of at least 6 months. After absence of bacteria was registered, recolonisation occurred after 3 weeks to 6 months. Initially, repeated cleaning after 2-3 weeks is recommended. When a bacterial filter was mounted in the container on the supplying waterpipe, the absence of bacteria was registered for longer period of time and it allowed, after bacteriological control, the use of spray and rinsing functions even for aseptic work.

Key words: microbial colonisation, dental unit, biofilm, cleaning, disinfection

Referenser

1. Exner M, Haun F, Kocikowski R. Dental units as sources of contamination by *Pseudomonas aeruginosa*. *Dtsch Zahnarztl Z* 1981; 36 (12): 819-24.
2. Barbeau J, Tanguay R, Faucher E, Avezard C, Trudel L, Cote L, et al. Multiparametric analysis of waterline

- contamination in dental units. *Appl Environ Microbiol* 1996; 62 (11): 3954-9.
3. Clark A. Bacterial colonization of dental units and the nasal flora of dental personnel. *Proc R Soc Med* 1974; 67 (12 pt 1): 1269-70.
4. Gross A, Devine MJ, Cutright DE. Microbial contamination of dental units and ultrasonic scalers. *J Periodontol* 1976; 47 (11): 670-3.
5. Hesselgren S-G, Nedlich U. Växt av bakterier i unitens vattenslangar. *Tandläkartidningen* 1977; 69: 1141-4.
6. Kelstrup, J. Mikroorganismer i klinikkens vand? I: *Odontologi*. Hjørting-Hansen E, redaktör. København: Munksgaard, 1979; 63-71.
7. Fitzgibbon EJ, Bartzokas CA, Martin MV, Gibson MF, Graham R. The source, frequency and extent of bacterial contamination of dental unit water system. *Br Dent J* 1984; 157 (3): 98-101.
8. Martin MV. The significance of the bacterial contamination of dental unit water systems. *Br Dent J* 1987; 163 (5): 152-4.
9. Crawford JJ, Broderius C. Evaluation of a dental unit designed to prevent retraction of oral fluids. *Quintessence Int* 1990; 21 (1): 47-51.
10. Kilian M. Evaluering af et nyt system til dekontaminering af vand i klinikenheder. *Tandlægebladet* 1989; 93 (14): 547-9.
11. Zanetti F, Stampi S, De Luca G, Fateh-Moghadam P, Antonietta M, Sabattini B, et al. Water characteristics associated with the occurrence of *Legionella pneumophila* in dental units. *Eur J Oral Sci* 2000; 108 (1): 22-8.
12. Reinthaler FF, Mascher F, Stunzner D. Serological examinations for antibodies against *Legionella* species in dental personnel. *J Dent Res* 1988; 6 (6): 942-3.
13. Challacombe SJ, Fernandes LL. Detecting *Legionella pneumophila* in water system: a comparison of various dental units. *J Am Dent Assoc* 1995; 126 (5): 603-8.
14. Luck PC, Lau B, Seidel S, Postl U. Legionellae in dental unit - a hygienic risk? *Dtsch Zahn Mund Kieferheilkd Zentralbl* 1992; 80 (6): 341-6.
15. Michel R, Borneff M. The significance of amoebae and other protozoa in water conduit systems in dental units. *Zentralbl Bakteriell Mikrobiol Hyg [B]* 1989; 187 (4-6): 312-23.
16. Paszko-Kolva C, Yamamoto H, Shahamat M, Sawyer TK, Morris G, Colwell RR. Isolation of amoebae and *Pseudomonas* and *Legionella* spp. From eyewash stations. *Appl Environ Microbiol* 1991; 57 (1): 163-7.
17. Exner M, Tuschewitzki GJ, Haun F. Scanning electron microscope demonstration of wall colonization of water-bearing plastic tubes. *Zentralbl Bakteriell Mikrobiol Hyg [B]* 1982; 176 (5-6): 425-34.
18. Landeen LK, Yahya MT, Gerba CP. Efficacy of copper and silver ions and reduced levels of free chlorine in inactivation of *Legionella pneumophila*. *Appl Environ Microbiol* 1989; 55 (12): 3045-50.
19. Lin YS, Stout JE, Yu VL, Vidic RD. Disinfection of water distribution systems for *Legionella*. *Semin Respir Infect* 1998; 13 (2): 147-59.
20. Möller ÅJR. Microbial examination of root canals and periapical tissues of human teeth. Thesis. *Odont Tidskr* 1966; 74 (5-6): 1-380.
21. Fiehn NE, Henriksen K. Methods of disinfection of the water system of dental units by water chlorination. *J Dent Res* 1988; 67: 1499-1504.

Adress: Avdelningen för Oral Mikrobiologi, Odontologiska fakulteten, Göteborgs universitet, Box 450, 405 30 Göteborg.