

Antiseptit ja desinfektioaineet

Pieneliöiden tuhoamiseen on kehitetty erilaisia kemiallisia ja fyysikaalisia menetelmiä tarkoituksesta riippuen. Lääketieteessä varsinaiset mikrobilääkkeet ovat keskeisiä pieneliöiden aiheuttamien tautien systeemisessä hoidossa. Eri taudinaiheuttajia tuhoavia aineita käytetään myös paikallisesti. Tämän lisäksi eräillä kemikaaleilla puhdistetaan myös mikro-organismien saastuttamaa vettä tai ruoanjätteitä ja joitakin käytetään ravinnon säilytysaineina. Tärkeä lääketieteellinen käyttöala on myös instrumenttien ja eräiden lääkevalmisteiden sterilointi. Erittäin tehokas fyysikaalinen sterilointitapa kuumentamista kestäville materiaaleille on autoklavointi. Myös leikkausta edeltävään käsienpesuun ja leikkausalueen desinfiointiin on omat valmisteensa.

Alan nimistö on varsin kirjavaa (taulukko 59-1). Antiseptejä ovat aineet, joiden mikrobeja tuhoava tai mikrobien kasvun pysäyttävä vaikutus kohdistuu elävään kudokseen paikallisesti, siis ihoon tai limakalvoihin. Desinfektioaineita käytetään periaatteessa elottomien esineiden kuten instrumenttien, veden ja jätteiden puhdistamiseen. Esineistä yritetään poistaa tauteja aiheuttavat pieneliöt, mutta ei yleensä itiöitä. Sterilointi sen sijaan hävittää käsiteltävästä materiaalista myös itiöt. Sterilointi onnistuu yleensä vain autoklaavissa tai etyleenioksidia käytettäessä. Elävää kudosta ei siten voi steriloida. Saniteettisten aineiden tarkoitus on vähentää mikrobien määrää turvallisena pidettävälle tasolle. Mikrobeja tuhoavista aineista käytetään myös nimitystä germisidi. Germisidien alaryhmiä ovat bakterisidit, fungisidit, virusidit ja amebisidit.

Desinfektioaineilla ja antisepteillä tulisi olla laaja antimikrobinen kirjo, mikrobisidinen mieluummin kuin mikrobistaattinen vaikutus sekä nopea teho, joka ei huonone orgaanisen materiaalin (esim. määrän, kudospääteiden, seerumin, ulosteen, muovien) vaikutuksesta. Myöskään saippuat eivät saisi vaikuttaa niihin antagonisoivasti. Antisepteiltä vaaditaan lisäksi suurta terapeuttista indeksia. Niiden käyttöluoksen pintajännityksen tulee olla pieni ja lisäksi niiden on oltava kosmeettisesti miellyttäviä. Allergisoitumistakaan ne eivät saisi aiheuttaa. Desinfektioaineiden tulisi olla kemiallisesti stabiileja, eivätkä ne saisi syövyttää instrumentteja tai lattioita.

Antiseptien ja desinfektioaineiden aktiivisuus vaihtelee aineen ja kohteen mukaan (taulukko 59-2). Aineiden tehoon vaikuttavat monet

- *antiseptit*
- *desinfektioaineet*
- *sterilointi*
- *saniteettiset aineet*
- *germisidit*

Antimikrobiset lääkkeaineet. Loisten häätöön tarkoitetut lääkkeaineet

Taulukko 59-1. Alan yleistä nimitystä.

Antiseptit	Infektiota estäviä, mikrobeja tuhoavia ja mikrobin kasvua estäviä. Antiseptejä voidaan käyttää paikallisesti elävään kudokseen (esim. iho, limakalvot, haavat).
Dekontaminaatio	Pieneliöiden määrää tai aktiivisuutta vähentävä toimenpide.
Desinfektio	Vegetatiivisten (itiöttömien) mikrobin tai viruksen tuhoaminen elottomista esineistä käyttämällä kemiallista tai fysikaalista käsittelyä. Desinfektio tuhoaa useimmat pieneliöt, mutta ei kuitenkaan tehoa itiöihin.
Mikrobisidit	Mikrobisidit eli germisidit ovat pieneliöitä tuhoavia aineita. Mikrobisidien alaryhmiä ovat bakterisidit, fungisidit, virusidit ja amebisidit, joilla vastaavasti tuhotaan bakteereja, sieniä, viruksia ja alkueläimiä.
Mikrobisidinen	Mikrobeja tappava ja tuhoava.
Mikrobistaattinen	Mikrobin kasvua estävä.
Pastörinti	Pieneliöiden tappaminen kuumalla vedellä tai höyryllä 65–100 °C:n lämpötilassa. Pastörinti ei tuhoa itiöitä.
Preservatiivit	Pieneliöiden kasvua estäviä säilytysaineita, joita käytetään mm. elintarvike- ja lääketieteellisyydessä.
Sanitointi	Pieneliöiden tuhoaminen elottomasta pinnasta. Sanitoinnin avulla pieneliöiden määrää voidaan vähentää terveyden kannalta turvallisena pidettävälle tasolle.
Sterilointi	Kaikentyyppisten pieneliöiden, myös itiöiden ja virusten, tuhoaminen tai poistaminen hyväksyttävälle tasolle. Sterilointi voidaan suorittaa autoklaavin tai etyleenioksidin avulla. Elävää kudosta ei voida steriloida.

kemialliset ja fysikaaliset tekijät. Käyttöliuoksen pitoisuus ratkaisee usein sekä sen, onko aine mikrobisidinen vai mikrobistaattinen, että sen, käytetäänkö valmistetta lattioiden desinfektioon, juomaveden puhdistukseen vai ihon antiseptiikkaan. Etanolilla ja eräillä muilla aineilla on optimaalinen vaikutuspitoisuus, jota ei kannata ylittää. Myös altistus aika, pH, lämpötila, kosteus, paine ja käsittelyalueen irrallinen orgaaninen jäte vaikuttavat käytettävän aineen tehoon. Usean aineen samanaikainen tai perättäinen käyttö saattaa johtaa antagonismiin. Esim. kationi- ja anionidetergentit kumoavat osittain toistensa vaikutuksen. Toisaalta desinfektioaineen liuottaminen alkoholiin saattaa parantaa aineen tehoa ratkaisevasti. Myös vehikkeli näyttää vaikuttavan aineen leviämiseen ja penetroitumiseen.

Desinfektioaineiden ja antiseptien mikrobisidisen vaikutuksen kinetiikka on tärkeä tuntee. Pääpiirteittäin kyseessä on ensimmäisen asteen kinetiikka, jonka nopeuden määräävät pitkälti edellä luetellut fysikaaliset tekijät. Etenkin antiseptien vaikutuksen tulisi olla mahdollisimman nopea, sillä käsiä ei yleensä voi liottaa antiseptisessä liuoksessa muutama minuuttia kauempaa. Yksinkertaista kinetiikkaa modifioivat vielä vaikuttavien aineiden diffuusio, penetraatio, jakautuminen, sitoutuminen ja hajoaminen. Yleensä mikrobisidinen vaikutus nopeutuu konsentraation kasvaessa (kuva 59-1), mutta poikkeuksiakin on.

59. Antiseptit ja desinfektioaineet

Taulukko 59-2. Antiseptien ja desinfektioaineiden aktiivisuuksia. EH = erittäin herkkä, H = herkkä, K = kohtalainen, R = resistentti, V = vaihteleva, – = ei tunnetta.

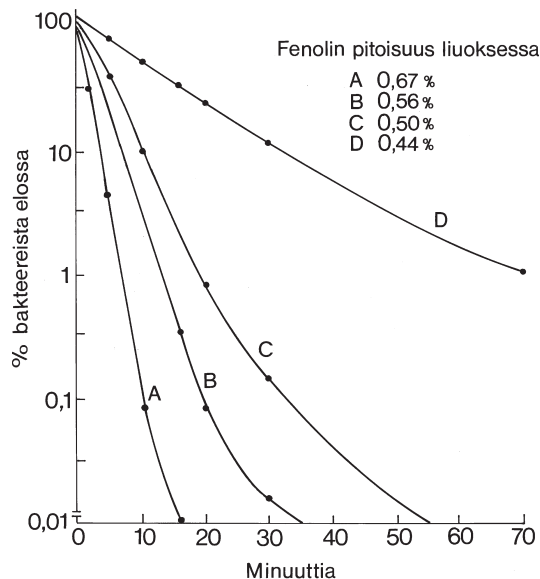
	Bakteerit				Virukset		Muut		
	Gram-positiiviset	Gram-negatiiviset	Haponkestävät sauvat	Itiöt	Lipo-fiiliset	Hydro-fiiliset	Sienet	Amebat	Prionit
Alkoholit (isopropanoli, etanoli)	EH	EH	H	R	H	V	–	–	R
Aldehydit (glutaraldehydi, formaldehydi)	EH	EH	K	H hidas	H	K	H	–	R
Klooriheksidiini-glukonaatti	EH	K	R	R	V	R	–	–	R
Natriumhypokloriitti	EH	EH	K	H pH 7,6	H	H suuri pitoisuus	K	H	K suuri pitoisuus
Heksaklorofeeni	H hidas	R	R	R	R	R	R	R	R
Jodiyhdisteet	EH	EH	H	H suuri pitoisuus	H	R	S	S	R
Fenolit, kvartaariset ammoniumyhdisteet	EH	EH	±	R	H	R	–	–	R
Voimakkaat hapettimet, kresoliit	EH	K/R	R	R	H	R	R	R	R

Antiseptit ja desinfektioaineet vaikuttavat monin eri mekanismein. Tämä johtuu aineryhmien moninaisuudesta. Yleisin vaikutustapa on valkuaisaineiden jonkinasteinen denaturaatio, jonka jälkeen mikrobien seinämän läpäisevyys kasvaa tai niiden entsyymijärjestelmät kärsivät. Vaikutus ei ole kovin selektiivinen, ja niinpä useat antiseptit ärsyttävät myös ihoa ja limakalvoja. Joskus tällaista jumoavaa vaikutusta hyödynnetään ihotauteja hoidettaessa. Myös eräiden aineiden keratolyttinen vaikutus on ihotauteja hoidettaessa eduksi.

Käsien pesu on tärkein infektioiden ehkäisevä toimenpide. Mikrobit voivat siirtyä kosketuksen kautta henkilöltä toiselle tai esim. nenän, suun ja suolen limakalvolta jollekin infektoivalle pinnalle. Käsien pesu saippualla ja lämpimällä vedellä poistaa tehokkaasti bakteereita. Säännöllisessä käsien pesussa ei tavallisesti käytetä desinfioivia aineita ihon kuivumisen ja herkistymisen välttämiseksi. Ennen toimenpiteitä iho yleensä desinfioidaan detergenteillä ja vedellä.

Käytössä olevat desinfektioaineet ovat usein laajakirjoisia, ts. ne vaikuttavat useimpiin bakteereihin, alkueläimiin ja sieniin. Yleensä itiöt, tuberkuloosibakteerit, jotkut virukset ja monet gramnegatiiv-

Antimikrobiset lääkeaineet. Loisten häätöön tarkoitetut lääkeaineet



Kuva 59-1. Fenolin pitoisuuden vaikutus bakteerien tuhoutumisnopeuteen.

viset sauvabakteerit ovat huomattavasti resistentimpiä kuin muut mikrobit lähes kaikille aineille. Useimmat käytössä olevat valmisteet ovat monen vaikuttavan aineen yhdistelmiä. Seuraavassa antiseptit ja desinfektioaineet on jaettu kahdeksaan pääryhmään. Lisäksi käsitellään eräitä jaottelun ulkopuolelle jääviä aineita, joista muutamat ovat käytännössä tärkeitä.

Fenoli ja sen johdokset

- *fenoli*

Fenoli (karbolihappo) on historiallisesti tärkeä aine. Nykyisin useista antisepteistä on kuitenkin tapana ilmoittaa ns. fenolikerroin, joka määritetään vertaamalla uutta valmistetta tehoaan fenoliin standardibakteereita käyttäen (taulukko 59-3). Fenolia sen sijaan ei käytetä enää edes desinfointiin syövyttävän, toksisen ja karsinogeenisen vaikutuksensa vuoksi.

Fenoli on bakteriostaattinen 0,2-prosenttisena, bakterisidinen yli 1-prosenttisena ja fungisidinen yli 1,3-prosenttisena liuoksena. Fenolin vesiliuos on selvästi tehokkaampi kuin sen rasva- tai glyseriiniliuos. Teho huononee kylmässä ja alkalisessa ympäristössä. Suun kautta nautittuna fenoli on syövyttävä. Aikuisen tappava annos on 8–15 g. Fenoli imeytyy myös iholta. Fenolimyrkytyksen oireena on ensin keskushermoston kiihottuminen, sitten lamautuminen. Fenoli-liuos on perinteinen tärykalvon pintapuudute.

- *lysoli*

Fenolin johdoksia ovat kresoli (metyylifenolien seos) ja sen saippuoitu seos lysoli. Tymoli on noin 30 kertaa fenolia potentimpi. Resorsinolia on eräissä aknelääkkeissä, ja suuvesissä käytetään heksyyliresorsinolia. Metakresolisulfonihapon ja formaldehydin kondensaatiotuotetta käytetään mm. nekroottisen kudoksen selektiiviseen poistamiseen.

- *heksaklorofeeni*

Heksaklorofeeni, klooritettu bifenoli, on aikaisemmin ollut tärkein fenolijohdos. Se metaboloituu hitaasti ja kertyy jatkuvassa käytössä ihoon ja jätevesien mukana myös luontoon. Se tehoaa lähinnä grampositiivisiin bakteereihin, mutta ei hiivoihin.

Heksaklorofeenia pidettiin vaarattomana, ja sen laajaan käyttöön nähden allergiset reaktiot ovat olleet vähäisiä. 1970-luvulla alkoi kuitenkin kertyä tietoja heksaklorofeenin mahdollisesta aivotoksisuudesta koe-eläimillä. Heksaklorofeenin todettiin imey-

59. Antiseptit ja desinfektioaineet

tyvän iholta verenkiertoon, erityisesti vauvojen puutereista ja kylpyvesistä. Vaikka ihmisessä ei ole todettu varmoja aivo-oireita, pidetään vaaraa niin suurena, että heksaklorofeenin käytöstä on annettu rajoittavia määräyksiä. Valmisteita, joissa on yli 3 % heksaklorofeenia, ei saa Suomessa käyttää 1) koko kehon, suurien ihoalueiden tai laajojen ihon palovammojen puhdistukseen tai pesuun, 2) vastasyntyneiden ihon puhdistukseen eikä 3) sukupuolielinten hygieniaan. Tavallisen kansalaisen käytössä heksaklorofeenista lienee enemmän haittaa kuin hyötyä.

Kloksifenolin akuutti toksisuus on sadasosa heksaklorofeenin toksisuudesta. Sen teho on silti suunnilleen sama.

Taulukko 59-3. Esimerkkejä fenolikertoimista. Mitä suurempi luku, sitä potentimpi yhdiste.

Yhdiste	Fenolikerroin	
	Salmonella typhi	Staphylococcus aureus
Fenoli	1	1
Kresoli	2,5	3
<i>m</i> -ksylenoli	4	4,3
Heksaklorofeeni	15	40
<i>o</i> -fenyylifenoli	33	–
<i>p</i> -kloori- <i>m</i> -ksyleeni	36	30
<i>o</i> -bentsyyli- <i>p</i> -kloorifenoli	160	200
Dikloori- <i>m</i> -ksylenoli	250	160

Alkoholit

Etanoli ja isopropanoli ovat yleisimmät antiseptisinä ja desinfioivina aineina käytetyt alkoholit. Kumpikaan ei sovellu sterilointiin. Etanoli ja isopropanoli eivät vaikuta lainkaan itiöihin eivätkä tehoa varmuudella hydrofiilisiin viruksiin. Etanoli on tehokkaimmillaan 70-prosenttisena liuoksena, jollaisena se tuhoaa useimmat bakteerit ja virukset, mutta on epäluotettava fungisidi. Etanoli haihtuu helposti, ja siksi liuos häviää iholta nopeasti. Haavoja ei pidä puhdistaa etanolilla, koska se ärsyttää ja muodostaa verekkäälle kudospinnalle koagelin, jonka alla bakteerit lisääntyvät hyvin. Isopropanoli haihtuu hitaammin kuin etanoli, ja se on 70–100-prosenttisena liuoksena etanolia tehokkaampi bakterisidi, mutta heikompi virusidi.

Etanoli ja isopropanoli ovat erityisen käyttökelpoisia, kun puhdasta vettä ja saippuaa ei ole saatavilla. Vaikuttavana mekanismina on todennäköisesti proteiinien denaturoituminen. Alkoholit ovat herkästi syttyviä, minkä vuoksi ne on säilytettävä viileässä ja hyvin ilmastoidussa tilassa.

- *etanoli ja isopropanoli*

Aldehydit

Formaldehydia ja glutaraldehydiä käytetään erityisesti kuumuutta kestävämmien instrumenttien desinfiointiin ja sterilointiin. Aldehydit vaikuttavat liittymällä proteiinien aminoryhmiin muodostaen

- *formaldehydi*

Antimikrobiset lääkeaineet. Loisten häätöön tarkoitetut lääkeaineet

atsometriinejä. Mikrobittoksisuus alkaa kuitenkin jo pienempinäkin pitoisuuksina kuin on tarpeen valkuaisaineiden saostumiseen.

Formaldehydi tuhoaa hitaasti bakteereita, sieniä ja viruksia. Formaldehydiä on saatavana 40-prosenttisena vesiliuoksena (100-prosenttinen formaliini). 0,5-prosenttinen vesiliuos tappaa bakteerit vasta 6–12 tunnissa ja itiöt 2–4 vuorokaudessa. 8-prosenttinen liuos tuhoaa itiöt vasta 18 tunnissa. Desinfektioaineena formaldehydin käytöväkevyys on 2–8 %. Liuos voidaan tehdä sekä veteen (= formaliini) että isopropanoliiniin. Antiseptiseksi aineeksi formaldehydistä ei ole hitaan vaikutuksensa ja pahan hajunsa takia. Sitä paitsi riittävän väkevänä liuos vaurioittaa kudoksia. Suun kautta nautittuna formaldehydi ärsyttää pahasti mahalaukun limakalvoa. Imeytyessään formaldehydi aiheuttaa humalan kaltaisen myrkytyksen, jossa potilas tuntee huimausta ja väsymystä. Metanolimyrkytyksen oireet johtuvat formaldehydistä ja sen hapetustuotteesta muurahaishaposta.

Vahva proteiinia koaguloiva vaikutus on paraformaldehydillä (paraformilla), jota käytetään kudosten nekrotisoimiseen.

Virtsatietulehdusten hoitoon käytetty metenamiini on formaldehydin kondensaatiotuote, joka happamassa virtsassa vapauttaa formaldehydiä (ks. luku 53).

Glutaraldehydi on erittäin tärkeä desinfektioaine, joka tuhoaa viruksia ja itiöitä paremmin kuin formaldehydi. Se on tehokkain happamassa liuoksessa, jossa se on stabiili. 2-prosenttisena liuoksena se tuhoaa kuivat itiöt jo 20 minuutissa. Glutaraldehydi ärsyttää kudoksia vähemmän kuin formaldehydi eikä sen haju ole yhtä epämiellyttävä. Sitä käytetään yleisesti mm. instrumenttien desinfektiossa.

- *glutaraldehydi*

Säilytysaineet (preservatiivit) ja hapot

Eräitä kemikaaleja käytetään preservatiiveina ehkäisemään bakteerien ja sienten kasvua farmaseuttisissa tuotteissa, laboratorioseerumissa ja reagensseissa, kosmetisissa tuotteissa, piilolinseissä sekä nenä- ja silmätipoissa. Erilaisia happoja, kuten etikkahappoa ja bentsoehappoa, on ikimuistoisista ajoista käytetty ruoan säilytykseen. Preservatiivit eivät saa olla ärsyttäviä tai myrkyllisiä kudoksille ja niiden täytyy tehokkaasti estää pieneliöiden kasvua. Lisäksi preservatiivien pitää pysyä aktiivisina ja liukoisina pitkiäkin aikoja.

- *etikkahappo*

Etikkahappo on mikrobisidinen 5-prosenttisena liuoksena. *Pseudomonas aeruginosa* on sille erityisen herkkä. Jossain määrin ainetta on käytetty emätinhuuhteluhinkin, kun on haluttu parantaa trikomoniasia ja amebiaasi. Etikkahappo on myös spermisidinen.

- *bentsoehappo*

Bentsoehappo vaikuttaa jo 0,1-prosenttisena liuoksena, parhaiten happamassa ympäristössä. Se on mauttomuutensa takia suosittu ruoan säilytysaine. Bentsoehappo erittyy glysiinikonjugaattinaan hippuurihappona virtsaan. Yli 6 g:n annoksen aiheuttamat myrkytysoireet muistuttavat salisylaattien liika-annon aiheuttamia oireita.

- *boorihappo*

Boorihapon vaikutus on bakteriostaattinen, joten se ei ole kovin luotettava puhdistusaine. Aine ei ärsytä limakalvoja; sitä voi mm. aplikoida paikallisesti silmään ja korvakäytävään.

- *salisyylihappo*

Salisyylihappoa käytetään jossain määrin fungisidina, mutta enemmän syylien syövytykseen (10–20-prosenttinen liuos). Undesyleenihappoa ja maitohappoa voidaan käyttää myös paikallisesti sienilääkkeinä. Myös eräät virtsatieantiseptit ovat happoja. Näistä hippuurihappo ja mantelihappo vaikuttavat lähinnä happamuudellaan, kun taas naldiksiinihapolla ja sen sukulaisilla on spesifisempi bakteereita tappava vaikutus (ks. luku 53).

Halogeenit ja halogeeniyhdisteet

- *jodi*

Elementaarinen jodi tappaa useimmat mikrobit, mutta ei täytä muutoin nykyaikaisen desinfektioaineen vaatimuksia. Laimennos

59. Antiseptit ja desinfektioaineet

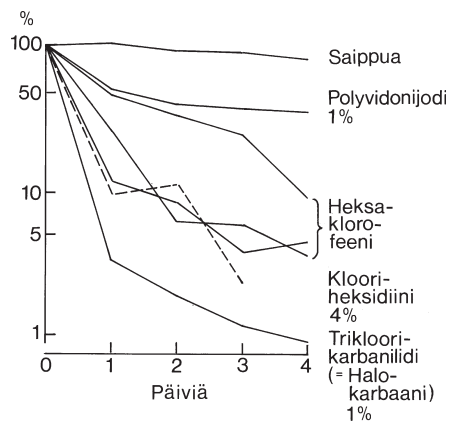
1:20 000 tuhoaa bakteerit minuutissa, kosteat itiöt 15 minuutissa ja kuivat itiöt muutamassa tunnissa. 1-prosenttinen joditinktuura (liuotettuna yleensä 50-prosenttiseen etanoliin) tuhoaa 90 % ihon bakteereista 1,5 minuutissa. 7-prosenttinen tinktuura tuhoaa yhtä paljon 15 sekunnissa. Orgaaninen irtoaines ei juuri estä suurehkojen jodipitoisuuksien vaikutusta.

Joditinktuurin haittapuolia ovat ärsyttävyys, tahraavuus, haju ja haihtuvuus. Jodi aiheuttaa myös helposti yliherkkyyttä. Siksi jodi on pyritty korvaamaan orgaanisilla jodiyhdisteillä, joita kutsutaan jodoforeiksi. Näistä yleisin on polyvidonijodi, joka on jodista ja polyviinylipyrrolidonista muodostunut kompleksi. Siitä jodi vapautuu hiljalleen, ja valmisteen siedettävyys on parempi kuin jodin. Jodiyliherkkyyden vaara ei kuitenkaan häviä, eikä kilpirauhastutkimuksia saada pitkään aikaan tehdyksi normaalisti. Useissa tutkimuksissa on todettu, että jodoforien teho on merkitsevästi huonompi kuin 1-prosenttisen joditinktuurin. Sama näkyy myös kuvasta 59-2: polyvidonijodin bakteereja tuhoava vaikutus on heikko. Käytössä on myös jodoforien ja ei-ionidetergenttien yhdistelmiä.

Klooria on pitkään käytetty estämään mätänemistä ja sen aiheuttamaa hajunmuodostusta. Se on hapettava aine. Juomaveden desinfiointiin klooria on käytetty vuodesta 1908, ja se on edelleen yleisin veden desinfiointiaine. Suurissa laitoksissa voidaan käyttää kloorikaasua ja vaatimattomissakin oloissa hypokloriittia. Myös kloorista tulee vedessä hypokloorihappoa ja edelleen hypokloriittia seuraavan pH:sta riippuvaisen tasapainoreaktion mukaan



Suhteellisen puhtaaseen veteen riittää klooriannos 0,5 mg/l, hyvin likaiseen veteen 20 mg/l, koska orgaaninen aines estää ratkaisevasti kloorin vaikutusta sitoessaan sitä.



- *jodoforit*

- *kloori*

Kuva 59-2. Eräiden valmisteiden vaikutuksia käsien ihon bakteerimäärään pitkäaikaisessa käytössä (mukaillen Ojajärven mukaan).

Antimikrobiset lääkeaineet. Loisten häätöön tarkoitetut lääkeaineet

- *hypokloriitti*

Kloorin johdoksista on desinfektioikäytössä mm. laajakirjoinen natriumhypokloriitti (yleensä 5-prosenttinen liuos). Hypokloriitit ovat epästabileja, ja niistä vapautuu klooria edellä olevan reaktioyhtälön mukaan. Ne liuottavat nekroottista kudosta ja hyytymiä sekä hidastavat jossain määrin veren hyytymistä.

Juomavettä voidaan kenttäoloissa desinfioida myös kalsiumhypokloriitin ja kalsiumkloridin seoksella, josta vähintään 30 % tulee olla vapautuvaa klooria.

Kloori on bakterisidina kymmenen kertaa voimakkaampi ympäristössä, jonka pH on 6 kuin pH:n ollessa 9. Kun pH on 7, pitoisuus 0,1–0,25 mg/l tappaa useimmat mikroorganismit jo 15–30 sekunnissa, mutta tuberkuloosibakteerin tappamiseen tarvitaan 500 kertaa suurempi pitoisuus. Kloorilla on myös virusidista ja amebisidista vaikutusta.

Juomaveden desinfiointiin on yhä enemmän ryhdytty käyttämään otsonointia ja kloorin johdoksia (klooridioksidia ja klooriamiinia, NH_2Cl). Otsoni sopii kuitenkin vesilaitoksessa vain alkudesinfiointiin. Toisin kuin kloori, otsoni ei säily vedessä vesijohoverkostossa eikä estä siellä mikrobien kasvua.

- *kloramiinit*

Kloramiinit ovat orgaanisia amiineja, amideja tai imidejä, joiden tyypessä on kloorisubstituentti. Yleisimmin käytössä ovat kloramiini-T ja kaliumdikloori-isosyanuraatti. Niistäkin vapautuu vesiliuoksessa hitaasti klooria. Niitä käytetään desinfektioon, erityisesti suurten pintojen, lattioiden, keittiöiden, käymälöiden ja eritteiden sterilointiin.

- *kinoliinijohdokset*

Erikoismaininnan ansaitsevat hydroksikinoliinien halogeenijohdokset, joita on käytetty bakterisideina ja fungisideina. Ne tehoavat jossain määrin myös alkueläimiin. Yleisimmin niitä käytetään suolistoantisepteinä, mutta myös erilaisia pinnallisia tulehduksia hoidettaessa aineista on hyötyä. Tähän ryhmään kuuluvat kliokinoli, kloorikinaldoni, broksikinoliini, djiodioksinoliini ja kloorihydroksikinoliini. Ne tehoavat mm. punataudin aiheuttajaan, mutta eivät lainkaan salmonelloihin. Profylaktisesta käytöstä ei siten ole kuin vahinkoa matkustettaessa etelän turistikeskuksiin, joissa ripulin aiheuttajat ovat lähes aina salmonelloja. Aineet häiritsevät kuukausien ajan kilpirauhas-tutkimuksia. Lisäksi Japanissa on kuvattu hydroksikinoliinien liika-annon aiheuttaneen aivovaurioita (ks. luku 58).

- *klooriheksidiini*

Klooriheksidiini on biguanidirakenteinen tehokas antisepti (ks. kuva 59-2), jonka vaikutus tehostuu jatkuvassa käytössä. Nykyään se on yksi tärkeimmistä kirurgiassa käytetyistä antisepteistä. Hammaslääketieteessä klooriheksidiini on kaikkein suosituin antisepti. Sen vaikutus on nopea ja kohdistuu sekä grampositiivisiin että useisiin gramnegatiivisiin bakteereihin, mutta ei viruksiin. Alkoholit lisäävät sen tehoa.

Klooriheksidiini on varsin turvallinen. Toistuvassa käytössä kontaktidermatiittia ja valoherkkyyttä on kuitenkin kuvattu. Aine voi myös värjätä hampaita. Klooriheksidiinia käytetään sekä asetaattina että etenkin glukonaattina. Käyttöväkevyys vesiliuoksessa (esim. kirurginen käsienspesu) on yleensä 4 %, mutta 70-prosenttisessa isopropanolissa riittää 0,5 %.

Hapettavat aineet

- *vetyperoksidi*

Eräät antiseptit vapauttavat katalaasin ja veden vaikutuksesta happea, osa hapettaa suoraan mikro-organismeja. Klassinen hapettava aine on vetyperoksidi, labiili aine, jota käytetään yleensä 3-prosenttisenä. Vetyperoksidilla on laaja spektri bakteereita, itiöitä, viruksia ja sieniä vastaan. Se desin fioi tehokkaasti elottomia tai vähäorgaa-

nisia kohteita (esim. vesi), mutta hapettava vaikutus voi vahingoittaaakin tiettyjä materiaaleja. Vetyperoksidin hajoamistuotteet ovat happi ja vesi. Aineen germisidinen vaikutus on kovin lyhytaikainen. Sen teho haavoja puhdistettaessa on huono, mutta ei aivan merkityksetön. Suurin osa sen vaikutuksesta saattaa olla kuplinnan aiheuttama mekaanista puhdistumista. Vetyperoksidia on käytetty jonkin verran balaniittien ja vaginiittien hoitoon. Jatkuva vetyperoksidin käyttö suuvedessä – laimeanakin – saattaa aiheuttaa ns. karvakielen eli kielen filiformisten papillojen liikakasvun.

Vetyperoksidin tavoin vaikuttavia aineita ovat sinkki-, magnesium-, kalsium- ja natriumperoksidit sekä vastaavat perkarbonaatit ja perboraatit. Bentsoyyliperoksidi on liuksena myös keratolyttinen ja antiseborrooinen, ja siksi se on käyttökelpoinen aknelääke.

Myös permanganaatit ovat antiseptisiä ja fungisidisiä. Kaliumpermanganaatti on violetti, tahraava liuos, joka laimennoksena 1:1 000 tappaa tunnissa useimmat bakteerit ja vaikuttaa myös sieniin. Eräiden rakkulaisten ihotautien ja vetistävien sieni-infektioiden hoitoon käytetään kaliumpermanganaattikääreitä. Vapautuva mangaani (Mn) on jumoava ja rauhoittaa tulehdusta. Värin saa pois etikalla tai sitruunalla.

- *permanganaatit*

Raskasmetallit ja niiden suolat

Elohopeayhdisteet

Epäorgaaniset elohopeasuolat lienevät kaikkein varhaisimpia antiseptejä. Hg^{2+} sioutuu entsyymien -SH-ryhmiin, osin muihinkin reaktiivisiin ryhmiin. Vaikutus on vain bakteriostaattinen, ja se voidaan kumota tioleilla (-SH-ryhmiä). Itse asiassa elohopealla inaktivoitujen mikro-organismien voivat reaktivoitua jouduttuaan takaisin ihmiseen. Elohopeasuolat ovat jääneet lähes tyystin pois käytöstä. Jonkin verran käytetään yhä muutamia orgaanisia elohopeayhdisteitä, joiden terapeuttinen indeksi on suurempi ja bakteriostaattinen teho parempi kuin esim. merkurikloridilla (mm. mertiolaatti on käytössä vielä esim. silmätipoissa ja rokotteissa). Ne ovat huonoliukoisia yhdisteitä, jotka pääsevät huonosti soluun. Itiöihin niillä ei ole vaikutusta. Haittavaikutuksia on vielä herkistyminen elohopealle. Elohopeamyrkytystä on käsitelty toisaalla (luku 74). Elohopea on myös ympäristömyrky.

Hopeayhdisteet

Useat hopeayhdisteet ovat antiseptisiä. Tätä ominaisuutta käytetään hyväksi vielä nykyäänkin. Liukoiset, vahvasti ionisoituneet hopeasuolat ovat myös adstringoivia, jopa syövyttäviä. Kuten Hg^{2+} myös Ag^{2+} reagoi monien reaktiivisten ryhmien (-SH, fosfaatti, $-\text{NH}_2$, $-\text{COOH}$) kanssa. Reaktiosta seuraa yleensä proteiinien denaturaatio. Antiseptinen vaikutus ei kuitenkaan johtune yksinomaan tästä.

AgNO_3 (laapis) tappaa laimennoksena 1:1 000 useimmat mikro-organismit. Käyttölaimennoksia ovat 0,01–10-prosenttiset liuokset. Vastasyntyneiden silmään on tiputettu 1 %:n laapisliuosta estämään ennalta mahdollisen tippurin aiheuttama vakava silmätulehdus (*ophthalmia neonatorum*). Ärsyttävyytensä takia laapis on haluttu korvata sulfonamideilla tai penisilliinillä, mutta resistenttien gonokokkien lisääntyminen

- *laapis*

Antimikrobiset lääkeaineet. Loisten häätöön tarkoitetut lääkeaineet

- *hopeasulfadiatsiini*

huolestuttaa. Hopeasuolojen vaikutus voidaan kumota klorideilla eli huuhtelemalla keittosuolalla. Pelkistyessään hopea värjää kudoksen mustaksi.

Ulkomailta käytetään yleisesti hopeasulfadiatsiinia laapiksen sijasta laajojen palovammojen paikallishoitoon. Aineen huono liukenevuus veteen ei estä sitä olemasta erinomainen pseudomonaksen tuhoaja. Hopeasulfadiatsiini ei ärsytä eikä värjää vaurioitunutta ihoa.

Sinkkiyhdisteet

Myös sinkkisuoloilla on edelleen sijansa lääketieteessä. Sinkkisuoloja on käytetty paitsi antisepteinä, myös jumoavina aineina, antiperspiranteina, syövyttävänä aineina ja verta hyydyttävänä aineina. Niiden vaikutus perustuu osin proteiinien denaturaatioon, osin se on tuntematon. Eräiden sairauksien syynä lienee sinkin puute, koska tila korjaantuu sinkkisuoloilla. Suun kautta nautitut sinkkisuolat ärsyttävät ruoansulatuskanavaa, joten eräitä niistä on käytetty oksetusaineina.

Sinkkisulfaattia käytetään 0,1–1-prosenttisena eräiden konjunktiviittien hoitoon, 4-prosenttinen liuos tai voide soveltuu iholle käytettäväksi esim. aknen tai impetigon hoitoon tai deodorantteihin antiperspirantiksi. Perinteisesti ja ilmeisen menestyksellisesti sitä on käytetty säarihaavan hoidossa. Paraneminen nopeutuu ainakin silloin, kun potilaalla on sinkinpuutetta.

Muita käytössä olevia sinkkiyhdisteitä ovat sinkkikloridi, sinkkioksidi, sinkkipermanganaatti ja sinkkiperoкси. Sinkkioksidivoiteita ja -pastoja käytetään 20–25-prosenttisina mm. kutinan, ekseemojen ja psoriaasin hoitoon. Mukaan voidaan liittää 2 % salisyylihappoa, jolloin aineen ihoa kuoriva vaikutus tehostuu.

Titaanioksidia käytetään jonkin verran ihotautien hoitoon. Vismuttisuoloja käytetään peräpukama- ja ripulilääkkeissä niiden jumoavan ja antiseptisen vaikutuksen takia. Eräät vismuttisuolat ovat tehokkaita mahahaavalääkkeitä.

Alumiinioksidi on yleinen antiperspiranti. Se ei ole antiseptinen (ei siis deodorantti) vaan se estää hikoilun mekaanisesti tukkimalla hikihuokoset.

- *titaani, vismutti*

- *alumiinioksidi*

Pinta-aktiiviset aineet eli detergentit

Pinta-aktiiviset aineet muuttavat rajapintojen (interfaasien) energiatasapainoa. Niitä käytetään mm. teollisuudessa kostutusaineina, detergentteina ja emulgaattoreina. Osa aineista denaturoi valkuaisaineita ja tuhoaa siten mikrobit. Pinta-aktiivisen aineen molekyyllissä vallitsee rakenteellinen tasapaino hydrofobisen ja yhden tai useamman hydrofiilisen ryhmän välillä. Vaikuttavan ionin perusteella aineet jaetaan anioni- ja kationidetergentteihin. Tunnetaan myös neutraaleja detergenttejä, joilla ei yleensä ole antiseptistä vaikutusta, vaikka nämäkin aineet tunkeutuvat kudokseen ja vähentävät pinta-jännitystä. Niitä käytetään mm. sampoissa.

- *anionidetergentit*

Anionidetergenttien hydrofobinen ryhmä on pitkä hiiliketju, ja hydrofiilinen ryhmä koostuu sulfaateista tai sulfonaateista. Esimerkkiaine on natriumlauryylisulfaatti. Rasvahappojen alkalisuolat (= saippuat) ovat myös rakenteeltaan anionidetergenttejä. Saippuat eivät ole antiseptisiä (ks. kuva 59-2), mutta ne irrottavat pintalikkaa ja edistävät ihon rasvaeritteiden irtoamista. Antiseptiset anionidetergentit vaikuttavat lähinnä grampositiivisiin bakteereihin, antisepteinä niitä käytetään hyvin vähän.

Kationidetergentit ovat kliinisesti tärkeämpiä antiseptejä kuin anionidetergentit. Niiden hydrofobinen ryhmä on pitkä hiiliketju, alkyylisubstituoitunut bentseenirengas tai naftaleenirengas ja hydrofiilinen ryhmä yleensä kvartaarinen tyyppi. Tyyppi saattaa liittyä bentseenirenkaaseen (bentsalkonikloridi, bentsetonikloridi, setyyliipyridiinikloridi) tai pitkään alkyyliketjuun (setrimoni, dekvaloni). Aineet voidaan laimentaa sekä vesi- että alkoholiliuoksiin. Ne ovat tehokkaita mikrobisideja pieninä pitoisuuksina, mutta niiden vaikutus on hidaskäyttöinen. 0,1-prosenttinen bentsalkonikloridi vähentää ihon bakteeriflooran puoleen vasta 7 minuutissa. Kationidetergenttien vaikutus sieniin tai viruksiin on epävarma. Useat gramnegatiiviset bakteerit, etenkin pseudomonakset, ovat niille resistenttejä. Itiöihin ne eivät vaikuta lainkaan.

Kationidetergentit ärsyttävät ihoa suhteellisen vähän, niiden systeeminen toksisuus on vähäinen ja niillä on edullisia keratolyttisiä ja emulsifioivia vaikutuksia. Silti niillä on eräitä merkittäviä haittapuolia. Anionidetergentit ja saippuat kumoavat kationidetergenttien vaikutuksen. Lisäksi tehoa heikentävät kudosjätteet ja märkä. Kationidetergentit tarttuvat huokosiin materiaaleihin (kangas, kumi ym.) ja siten inaktivoituvat. Lisäksi ne muodostavat helposti iholle kalvon, joka on ulkopuolelta steriili, mutta jonka sisäpuolella bakteerit kasvavat hyvin. Tunnetaan myös ns. dekvalonihaavauma, jota usein erheellisesti hoidetaan pitkään antiseptisillä voiteilla, mutta joka paranee parhaiten, kun voitelu lopetetaan. Allergisoitumista esiintyy suhteellisen harvoin. Vakavin seikka on kuitenkin se, että eräät patogeeniset bakteerit (kuten pseudomonas) kasvavat kationidetergenttien vesiliuoksessa. Saastunut detergentti (bentsalkonikloridi, bentsetonikloridi) on aiheuttanut sairaaloissa useita vakavia infektioita, jopa sepsisiä. Erästä kationidetergenttiä (setrimoni) käytetään jopa viljelymaljassa, kun halutaan saada pseudomonas kasvamaan! Näiden seikkojen takia on vaadittu kationidetergenttien käytön kieltämistä sairaaloissa ja niiden muunkin käytön rajoittamista. Alalla on kuitenkin tapahtumassa kehitystä ja uusia kationidetergentejä lienee tulossa käyttöön.

- *kationidetergentit*

- *haitat*

HI-viruksen desinfektio

HIV on vaipallinen retrovirus. Laboratoriokokeissa viruksen on todettu säilyvän toimintakykyisenä kolme vuorokautta kuivassa ja 15 vuorokautta liuoksessa. HIV inaktivoituu 10 minuutissa käytettäessä useita yleisiä desinfektioaineita kuten vetyperoksidia. Natriumhypokloriitin liuos (1:10 laimennus) ja 70-prosenttinen etanoli tai isopropanoli inaktivoivat HI-viruksen yhdessä minuutissa.

Monien HIV-potilaiden veressä ja kudosteissa esiintyy myös hepatiitti B -virus (HBV). Tällöin HBV:n ja HIV:n desinfektioon kannattaa valita molempiin viruksiin tehoava menetelmä. B-hepatiitti-

virus voi olla runsaslukuinen ja sen vuoksi herkästi tarttuva. Elotomia pintoja desinfioidessa B-hepatiittivirukselle käytetään 10 minuutin käsittelyä 0,5-prosenttisella natriumhypokloriitilla (1:10 laimennus). Välineitä steriloitaessa B-hepatiittivirus voidaan hävittää mm. autoklavaimalla, käsittelemällä etyleenioksidilla tai 2-prosenttisellä glutaraldehydillä.

Muut aineet ja toimenpiteet

- *nitrofuraanit*

Monet furaanijohdokset, joissa on NO₂-ryhmä asemassa 5, ovat mikrobisideja. Näistä suun kautta nautittavalla nitrofurantoiinilla on valta-asema virtsatieantiseptien joukossa, ja sitä on käsitelty toisaalla (luku 53). Nitrofuraanien bakteriostaattinen pitoisuus on 1:100 000–1:200 000, bakterisidinen pari kertaa suurempi. Eräillä johdoilla on huomattava fungisidinen, amebisidinen ja trikomonasidinen vaikutus. Tällaisia paikallisesti käytettäviä aineita ovat nifurateeli, nifuroksiimi, nitrofuratsoni ja nifuratsolidoni. Niiden merkitys on kuitenkin tehokkaiden suun kautta otettavien lääkeaineiden yleistyttyä vähentynyt.

Lukuisia erityyppisiä väriaineita käytetään edelleen jonkin verran ihotautien paikallishoitoon. Osa ei ole lainkaan germisidisiä, ja osa on vain teknisessä tai diagnostisessa käytössä.

- *gentiaanavioletti*

Gentiaanavioletti on rosaliiniväri, jonka täysin puhdasta muotoa kutsutaan kristallivioletiksi. 1 %:n liuos 10-prosenttisessä etanolissa tappaa grampositiivisia bakteereita ja sieniä. Haittana on tahraavuus. Parhaiten se soveltuu varvasvälien rakkulaisen ja vetistävän sieni-ihottuman hoitoon.

- *muut värit*

Klassinen penslausliuos on Castellinin liuos, johon värin antaa 5-prosenttinen fuksiinin etanoliliuos. Sitä käytetään gentiaanavioletin tapaan mm. ihopöimujen tulehdusten hoitoon.

Metyleenisini on melko heikko germisidi, ja sen vaikutus on vain bakteriostaattinen.

- *rikkiyhdisteet*

Rikkiä ja rikkiyhdisteitä on käytetty pitkään ja käytetään yhä ihotautien hoitoon. Rikin on hapettava pentationihapoksi, ennen kuin se on germisidinen. Sen käyttö ihotaudeissa perustuu kuitenkin enemmän sen keratolyttiseen kuin antiseptiseen vaikutukseen. Esim. salisyylihapon (2 %) kanssa rikkiä (2–5 %) on käytetty psoriaasin, seborrean ja erilaisten kuivien ekseemojen hoitoon. Tiosulfaatit vapauttavat happamassa rikkiä. Iktammoli sisältää noin 10 % rikkiä sulfonaattina. Se on viskoosinen, vahvanhajuinen neste, jolla on ärsyttävä ja lievä antiseptinen vaikutus. Eniten sillä on merkitystä psoriaasin hoidossa.

- *antraniili*

Antraniili (ditanoli; 1,8,9-antratrioli) ärsyttää ihoa ja värjää sen keltaiseksi. Aineen antimikrobinen vaikutus on heikko. Ditanoli on tehokas psoriaasilääke.

Salisyylilanilideista ja karbanilideista käytössä ovat olleet dibromsaleeni ja tribromsaleeni. Nykyäänkin tehokkaana antiseptinä käytetään trikloorikarbanilidia (kuva 59-2). Nämä aineet saattavat aiheuttaa valoherkkyttä.

Kuumuuteen perustuvia sterilointimenetelmiä ovat autoklavointi ja kuumailmakäsittely. Autoklavointi tehdään tehokkaasti kuumassa vesihöyryllä kyllästetyssä ilmassa korkean paineen vallitessa. Instrumenttien steriloinnissa käytetään esim. 120 °C:n lämpötilaa ja 30 minuutin käsittelyä. Sterilointi kuivassa kuumassa ilmassa edellyttää 160 °C:n lämpötilaa ja 120 minuutin käsittelyä.

- *etyleenioksidi*

Etyleenioksidi on tehokas kaasumainen germisidi. Sitä käytetään kaasusteriloitaessa esineitä, jotka eivät kestä autoklavointia ja kuumuutta. Etyleenioksidi alkyloi kudoksia, ja se on toksinen sekä paikallisesti että inhaloitaessa. Sterilointijäämät saattavat aiheuttaa palovammoja. Etyleenioksidikäsittely on suoritettava autoklaavin tapaisella laitteella. Etyleenioksidi räjähtää yli 3-prosenttisena, joten sitä käytetään hiiliodiksi- tai hiilivetyseoksena. Kolmen tunnin käsittely tappaa kaikki mikro-organismit kuivia itiöitä myöten.

Atso Raasmaja ja Pekka T. Männistö