

Ångsteriliseringsens historia



Bildkälla: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Autoclave_1914.jpg (Hämtad 2021-11-10)

Instrument och Sterilteknikerutbildningen 315 Yhp, 2022

YrkesAkademin AB

Författare: Ellen Liman

Handledare: Cecilia Söderberg

Sammanfattning

Sterila instrument är nödvändiga för en säker vård. Ända sedan uppfinnandet av autoklaven har ångsterilisering varit en populär metod. Detta arbete har som syfte att undersöka hur metoden har utvecklats genom tiderna. Arbetet är en litteraturstudie med målet att sammanfatta existerande litteratur om ämnet till en tydlig helhet.

De största framstegen inom ångsterilisering skedde under 1900-talet, och de flesta moderna autoklaver är väldigt olika de som fanns 100 år sedan. Metoden har även blivit mycket säkrare sedan den uppfanns, både för patienter och personal, tack vare utvecklingen av olika standarder och testmetoder för autoklaver och även förändringar i själva utformningen av maskinerna.

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	2
Bakgrund.....	4
Syfte och Mål.....	4
Frågeställning.....	4
Metod.....	5
Resultat.....	5
Utveckling av testmetoder.....	6
Diskussion.....	7
Källförteckning.....	9

Bakgrund

På en sterilteknisk enhet, STE, rengörs, desinfekteras, hanteras och steriliseras instrument för att hindra vårdrelaterade infektioner och möjliggöra en säker vård. Den vanligaste steriliseringsmetoden på en modern STE är med mättad vattenånga. Vid sterilisering med mättad vattenånga inaktiveras mikroorganismer via värmeöverföringen som sker när ångan kondenserar på instrumenten. För detta används en apparat som kallas autoklav. I Sverige är det idag standard att godset steriliseras i 121°C i 15 minuter eller 134°C i 3 minuter med en tolerans av +3°C och maximal variation mellan mätpunkter på 2°C. Tiden kallas hålltid och räknas från att steriliseringstemperaturen har uppnåtts överallt i lasten och kammaren (SIS 2014).

Sterilisering och desinfektion med höga temperaturer har använts sedan urminnes tid, dock utan förståelse för hur och varför det fungerar. Ett exempel på ett tidigt försök på sterilisering är hur Galen, en grekisk läkare som levde på andra århundradet, kokade sina instrument innan användning (STERIS 2018). Det var först över 1000 år senare som det började ske större utvecklingar inom ämnet. På tidiga 1800-talet upptäckte en fabrikant i Paris att hållbarheten på köttkonserver kunde förbättras genom värmebehandling, igen utan att helt förstå hur och varför det fungerar. Värmebehandlingen gick ut på att lägga de stängda konservburkarna i ett kokande vattenbad, en metod som används för konservering än idag. Metoden infördes i industrin kring år 1850. År 1832 beskrev William Henry en apparat för värmebehandling av kläder som kan bära på smitta (Möller 1986).

År 1862 publicerade Louis Pasteur sina upptäckter om att flera sjukdomar orsakas av mikroorganismer, och att dessa kan dödas med höga temperaturer. Dessa upptäckter ledde till att Pasteur utvecklade pastöriseringen, och även till utvecklingen av högtemperatursterilisering (STERIS 2018).

Omkring år 1680 uppfann Denis Papin "digestern", en ångkokare för snabb tillagning av mat (Davies 2017). Denna ångkokare blev 200 år senare grunden för autoklaven, som anses ha upfunnits av den franske mikrobiologen Charles Chamberland. Chamberlands autoklav liknade en modern ångkokare. Den var utformad som en stående cylinder och hade ett lock som hölls stängt med tio bultar. Locket var försett med en manuell ventil för luftutsläpp och en säkerhetsventil. I kammaren ställdes godset på en hylla ovanför vatten som sedan hettades upp externt för att förångas och uppnå temperaturer över 120°C (Hooper 1996). Denna autoklav var avsedd för laboratorieverksamhet och tillverkades av den parisiska firman Wiesnegg. Kring samma tid utvecklade tysken Robert Koch en något enklare ångkokare för att visa att ånga är mer effektiv för desinfektion än torr värme. Denna apparat använde inte lika varm ånga som Chamberlands, utan den arbetade i temperaturer mellan 100–110°C. Denna skillnad påverkade utvecklingen av autoklaven på olika håll under en längre tid, där den franska skolan föredrog högre temperaturer och autoklaver baserade på Chamberlands apparat och den tyska skolan använde något lägre temperaturer och autoklaver baserade på Kochs verk (Möller 1986).

Syfte och Mål

Syftet med arbetet är att undersöka hur ångsteriliseringen har utvecklats sedan den första autoklaven. Målet är att redogöra för hur ångsteriliseringmetoder har förändrats och hur det påverkar det steriltekniska arbetet.

Frågeställning

Hur har ångsteriliseringmetoder utvecklats och hur har det påverkat det steriltekniska arbetet? Vilka upptäckter och tekniska utvecklingar har lett till förändring i metoderna?

Metod

Arbetet är en litteraturstudie för att samla ihop information om ämnet från olika håll och sammanfatta på ett tydligt sätt. Information har främst hittats via Göteborgs Universitetsbibliotek och i boken "Ångsterilisering i 100 år" av Hans J. Möller i översättning av Elisabeth Spång.

Resultat

Som tidigare nämnts var den första autoklaven av Chamberland avsedd för användning i laboriemiljö. Exakt när autoklaver började användas i klinisk miljö är svårt att avgöra, vilket kan bero på att det har hänt på flera ställen kring samma tid. Den franske kirurgen Terrier lär ha år 1883 införskaffat en autoklav, troligtvis av Chamberland-modell, för sterilisering av suturmaterial (Möller 1986). Von Bergmann på kungliga universitetets klinik i Berlin använde en autoklav av Koch-modell byggd av Rietschel och Henneberg (Magath 1937). Denna lär ha tagits i bruk år 1885 (Magath 1937, Möller 1986). Enligt Möller (1986) var apparaten "avsedd för förbandsmaterial och senare också för operationskärl och operationsdukar", men enligt Magath (1937) användes den även för sterilisering av instrument. År 1886 publicerade Paul Redard en artikel om en ångsterilisator. Den var konstruerad av Redard själv och var ämnad till sterilisering av förbandsmaterial och instrument. Sterilisatorn hade en arbetstemperatur på 110°C och uppåt. Von Bergmanns autoklav var däremot ämnad för en temperatur på 100°C. Skillnaderna mellan Redards och von Bergmanns autoklaver är representativa för deras länder under perioden, då det i Frankrike oftast användes autoklaver av Chamberland-modell och arbetades med högt tryck och temperaturer över 110°C men i Tyskland föredrogs Kochs variant och temperaturer kring 100°C. I Frankrike steriliserades både förbandsmaterial och instrument i autoklav, medan tyskarna endast behandlade förbandsmaterial och dylikt i autoklav. Det ansågs bättre att behandla instrumenten med kokning. Denna metod förblev i användning ända in på 1950-talet även i Skandinavien (Möller 1986).

De tidiga autoklaverna var avsedda för uppvärmning med gas eller fotogen, men en apotekare vid namnet Benzons (refererad i Möller 1986) beskrev år 1889 i en artikel en för tiden mycket avancerad autoklav som försörjdes med centralånga. Apparaten var kopplad till ångpannan i Benzons fabrik och var avsedd för arbetstemperaturer över 120°C. Den var försedd med termometer och manometer för mätning av temperatur och tryck under processen. Den kontrollerades även mikrobiologiskt och med maximaltermometer, alltså en termometer som mäter den högsta uppnådda temperaturen under en process (Möller 1986).

De första autoklaverna var enkla att manövrera, det var bara att "hälla på vatten, slå på gasen, stänga locket och öppna bottenventilen, därefter justera den och brännaren för att sedan låta den gå en lämplig tid" (Möller 1986). När större högtrycksautoklaver blev vanligare blev hanteringen mer komplicerad och således blev även riskerna vid felaktig hantering större. Möller (1986) använder som exempel en instruktion för hantering av en högtrycksautoklav av Georg E. Mathiasen ur en katalog från 1936:

1. Alla kranar och ventiler stängs - luftfilter fylls med hydrofob gasväv.
2. Förvärmning (minst 15 min). Ventil 1 "Förvärmning" öppnas långsamt och skall stå helt öppen ända till eftertorkningen är över.

3. Vakuum (minst 10 min). Vakuumpumpen startas. Ventil 4 "Vakuum" öppnas helt. Efter 10 minuters förlopp när visaren på manovakuumetern står på 70 cm, dras centrallåset åt (efterspänns) och ventil 4 "Vakuum" stängs. Vakuumpumpen stannar.

4. Sterilisation (45 min) Ventil 5 "Sterilisering" öppnas, "Ytterkranen" öppnas helt, och när visaren på manovakuumetern har passerat det gula strecket (0,6 atm), och bortre termometern visar 100 grader, sättes ytterkranen på steril (då kan man märka att ångan strömmar ut). När bortre termometern visar på 130 grader, börjar steriliseringen som varar i 45 minuter.

5. Eftertorkning (30 min). Ventil 5 "Sterilisering" stängs. "Ytterkranen" öppnas långsamt. När manovakuumetern visar "0", stängs "Ytterkranen". Ventil 2 "Ejektor" och ventil 3 "Utsugning" öppnas. Därefter öppnas ventil 6 "Luftfilter", som först stängs efter att dörren är öppnad."

Dock var inte alla högtrycksautoklaver fullt så komplicerade att manövrera, det fanns versioner med en centralventil som samlade alla funktionskontroller på samma ställe. Denna centralventil kom ut kring 1933 och kallades GEM-COR (Möller 1986).

Under sena 1950-talet och 1960-talet blev manövreringen av autoklaverna elektromekanisk, och de tillverkades av kolstål med en tunn nickelbeläggning inuti kammaren för att förebygga korrosion. Vakuumpumpar på tre eller fler hästkrafter introducerades med syftet att tömma kammaren på luft i början av processen i autoklaven (Moore 2009).

På sena 1970-talet började autoklavens cylindriska kammare bytas till rektangulära för en ökad kapacitet (Davies 2017). Dörrarna byttes till säkrare vertikala skjutdörrar. Övervakningen av tryck och temperatur datoriserades, vilket ledde till mer exakta mätningar (Moore 2009).

Utveckling av testmetoder

Enligt modern standard anses en produkt vara steril om sannolikheten att livsdugliga mikroorganismer kvarstår är en på miljonen eller lägre (Huys 2021) - men så har det inte alltid varit. Koch, Gaffky och Loeffler (refererad i Möller 1986) ansåg att sterilitet hade uppnåtts om de mest resistenta kända bakterierna blev avdödade. Koch använde mjältbrandssporer, subtilissporer och trädgårdsjord i försök. Clemmensen (refererad i Möller 1986) gjorde undersökningar kring år 1930 och använde sig av testmaterial gjort på trädgårdsjord av Clemmensen själv. Dessa testmetoder var svåra att standardisera då det exempelvis i trädgårdsjorden är svårt att säkerställa vilka mikroorganismer i vilka mängder materialet innehåller. Moderna biologiska indikatorer innehåller en specificerad mängd sporer av en specifik bakteriell stam, exempelvis *Geobacillus stearothermophilus* (SIS 2014).

Värmekänsliga indikatorer har också tidigt börjat användas. År 1890 använde Teuscher (refererad i Möller 1986) filtrerpapper med järnvitriol och tanninpulver som blev svarta när de utsattes för ånga. Hochenegg (refererad i Möller 1986) uppfann en färgindikator baserad på alizarin som vid upphettning till 100°C slog om i färg. År 1893 skrev Ludvig Kraft (refererad i Möller 1986) att Perrier i Frankrike använde ftaleinsyrekrystaller i glasrör som indikator. Kristallerna smälter vid 129°C, så de var en bra lösning i Frankrike då höga temperaturer föredrogs där. På Kommunehospitalet i Köpenhamn användes lägre temperaturer, så Kraft utvecklade ett pulver som smälte vid 110°C. Detta pulver innehöll bly, tenn och vismut. Det antogs felaktigt att sterilitet hade uppnåtts när dessa indikatorer slog om – det enda dessa indikatorer egentligen visar är att en specifik temperatur har uppnåtts. Hur länge temperaturen hölls eller ens om den åstadkommits med ånga eller luft går inte att mäta med denna metod (Möller 1986). Dock är dessa indikatorer inte utan syfte. Liknande indikatorer används än idag, så kallade processindikatorer, för att urskilja gods som genomgått en steriliseringsprocess (SIS 2014). Det kan exempelvis handla om en tejp

på gods packat i skyнке, där tejen blir randig efter processen. Idag finns även mer komplicerade indikatorer som kan mäta fler steg i processen (STERIS 2022).

År 1963 uppfann J. Bowie och J. Dick ett test för att kontrollera luftutdrivningsförmågan av en autoklav, Bowie & Dick-testet. Luftevakuering är viktigt för steriliseringsprocessen då kvarvarande luft kan isolera godset från ångan och därmed förhindra sterilisering. Det ursprungliga Bowie & Dick-testet bestod av 29–36 vikta handdukar staplade till ca 25–28 centimeters höjd. Mitt i högen lades ett ark papper med indikatortejp i form av ett kryss. Sedan lades handdukshögen i en passande container för att köras i autoklaven. På grund av brist på materialen från originaltestet började det på 1970-talet användas andra material i testet. En annan typ av handduk användes, pappret med indikatortejpen byttes ut mot färdigtillverkade indikatorark och containern ersattes först med muslin och senare med operationsdukmaterial av non-woven-typ. På 1980-talet började de första Bowie & Dick-testen för engångsbruk tillverkas. Detta var ett stort framsteg då engångstesten var mer lätthanterade och billigare än handduksvarianten, och testet var reproducerbart. Den tidigare varianten krävde mycket besvär och kostnader i form av inköp av handdukar, tvätt av handdukarna mellan testen, arbetet som krävdes för att förbereda testen och utrymmet de tog upp. Sedan sena 1990-talet har det funnits elektroniska ångpenetrationstest som ett alternativ till Bowie & Dick-testet. Dessa test är mer exakta och vissa kan även mäta fler parametrar än ett traditionellt Bowie & Dick-test (Atherton 2021).

Diskussion

Det har skett stora framsteg inom ångsterilisering sedan den första autoklaven. Maskinerna har blivit säkrare, effektivare och enklare att manövrera. Det verkar som att autoklaverna i sig inte har förändrats avsevärt sedan 1970-talet, men det har blivit mer automatiserat med tiden. Exempelvis har stora STE med flera autoklaver numera ofta automatisk in- och utlastning. Detta underlättar sterilteknikers arbete och minskar risken för arbetsskador. Avläsningen av processparametrar har också ändrats. När mätningen datoriserades på 1970-talet skrevs mätresultaten ut som en fysisk utskrift, medan moderna autoklaver oftast är kopplade till en dator för avläsning av mätresultaten. Det finns dock fortfarande enheter som använder fysiska utskrifter. Fördelar med att läsa av resultaten digitalt är, förutom att det är både billigare och mer miljövänligt, att det är enklare att visa flera parametrar och att det går att använda snabbkommandon för att lätt hitta det som sökes.

Sterilisering har på många håll i världen blivit standardiserat, och testmetoderna har även blivit fler och bättre än för 100 år sedan. Detta innebär att förutom att autoklaverna i sig blivit säkrare och effektivare har vi även bättre kontroll på att godset faktiskt blir sterilt.

Själva hanteringen av autoklaverna och operationsinstrument har också blivit bättre. När autoklaverna först började användas i sjukhusen var det operationspersonalen som manövrerade dem, och autoklaverna fanns dessutom ibland inne på operationssalen. Det tog lång tid innan det började byggas specifika avdelningar för instrumenthantering på sjukhus, och ännu lite längre tills det specifika yrket steriltekniker kom till. Existensen av STE och steriltekniker har många fördelar över hur det var innan. Att ha autoklaver i en operationssal leder till många problem. Risken för brännskador är stor, det blir varmt i salen och bullernivån blir hög. Dessutom kan risken för rekontaminering av godset öka beroende på hur städningen hanteras. Att ha ett specifikt utrymme för instrumenthanteringen gör det enklare att arbeta aseptiskt, alltså så att man behåller det rena rent och det sterila sterilt. Att ha specifik personal för arbetet höjer expertisnivån och minskar på slarv då personalen inte behöver hålla reda på lika många saker samtidigt.

Att det i Frankrike historiskt sett främst har använts autoklaver i Chamberland-modell med högt tryck och höga temperaturer men att tyskarna har föredragit Kochska autoklaver med lägre tryck och temperatur framstår som ganska logiskt med tanke på att Chamberland var fransk och Koch

tysk. Att tyskarna fortsatte använda autoklaver i Koch-modell så länge är dock något förbryllande, då de inte är lika effektiva. H.C. Slomann (refererad i Möller 1986) ansåg att den tyska varianten "snarare lutar åt en desinfektionsmetod och inte en steriliseringsmetod", vilket beroende på hålltiden kan stämma. En potentiell orsak till att Tyskland fortsatte med sterilisering vid 100°C är att högre tryck och temperatur leder till högre risk. Dessutom kräver höjning i tryck och temperatur att apparaten har en kraftigare konstruktion, vilket är dyrare (Möller 1986).

Att samla information för arbetet var inte så enkelt som jag trodde det skulle vara. Det verkar som att det inte finns så mycket om ämnet, vilket egentligen inte borde vara förvånande då det är ganska så nischat. Jag hade turen att av en slump hitta boken "Ångsterilisering i 100 år" av Hans J. Möller på en loppmarknad och den var till stor hjälp under arbetet. En snabb titt på bokens litteraturlista visar att många av Möllers källor är på tyska och även franska, så har man bättre grepp om de språken än jag har kan man göra en mer utförlig studie. Ett annat problem som uppstod var att vissa källor gav avvikande uppgifter exempelvis om vilket år något skett. Detta kan man förvänta sig när det gäller historiska skildringar av ett ämne som det är svårt att hitta förstahandskällor från samtiden om. Där jag har stött på dessa problem i texten har jag nämnt avvikelserna eller gällande årtal och liknande gjort en estimering baserad på vad de olika källorna angivit.

Källförteckning

Adolfbrigido. 2016. *Autoclave 1914* [Fotografi].

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Autoclave_1914.jpg (Hämtad 2021-11-10).

Atherton. 2021. *A history of Bowie-Dick Type Tests*. <https://www.medicalsearch.com.au/a-history-of-bowie-dick-type-tests/f/22977> (Hämtad 2022-11-09).

Hooper, P. 1998. Generation and distribution of steam for sterilization. *Sterilization in Australia* 17(3).

https://webarchive.nla.gov.au/awa/20040915163424/http://pandora.nla.gov.au/pan/13879/20011128-0000/www.sracansw.org/JOURNAL_17_3/173_HOOPER.htm (Hämtad 2022-11-06).

Huys, Jan. 1996. *Rengöring, desinfektion och sterilisering av medicintekniska produkter*. Översatt av Birte Nielsen Oskarsson, 2021. Wageningen, Nederländerna: HEART Consultancy och Steriltekniska Föreningen.

Magath, T.B. 1937. The History of Steam Sterilization. *Annals of medical history* 9(4): 338-344.

Moore, T. 2009. Today's Sterilizer Is Not Your Father's Water Heater. *AORN journal* 90(1): 81-92.

Möller, H.J. 1986. *Ångsterilisering i 100 år*. Översatt av Elisabeth Spång, 2012. Utgiven i samarbete med Getinge AB.

SIS-TR 46:2014. *Processer för rengöring, desinfektion och sterilisering – Validering och rutinkontroll inom svensk vård och omsorg*.

STERIS. 2018. *The History of Sterilisation Part 1*. <https://www.steris-ims.co.uk/blog/the-history-of-sterilisation/> (Hämtad 2022-11-06).

STERIS. 2018. *The History of Sterilisation Part 2*. <https://www.steris-ims.co.uk/blog/the-history-of-sterilisation-part-2/> (Hämtad 2022-11-06).

STERIS 2022. *What is a chemical indicator?* <https://www.steris.com/healthcare/knowledge-center/sterile-processing/what-is-a-chemical-indicator> (Hämtad 2022-11-09).