

ABSTRACT

Artiklen omhandler den lange vej fra opfindelsen af mikroskopet til anerkendelsen af mikroorganismer som årsag til sygdomme hos planter, dyr og mennesker. De første pionerer og deres liv diskuteres samt deres vigtigste opdagelser. Opdagelserne havde stor indflydelse på opfattelsen af vigtigheden af hygiejne, for gode produkter forbedrede de kirurgiske resultater betydeligt. Sygdomsforebyggelse og fremstilling af sterile engangsprodukter er i dag selvstændige fokusområder. Formålet med artiklen er at vise de vanskeligheder, som de første pionerer havde med at få accepteret deres teorier. Ligeledes hvordan teorier og opdagelser var afhængige af andre opdagelser, inden de kunne bevises, fx opfindelsen af mikroskopet.

EMNEORD Bacteria | yeasts | microbiologists |
hygiene



Korrespondanceansvarlig forfatter:
HENNING LEHMANN BASTIAN
hlb@os.dk

Den lange vej til god hygiejne og aseptiske arbejdsgange – de første pionerer

HENNING LEHMANN BASTIAN, specialtandlæge i tand-, mund- og kæbekirurgi, Kongens Lyngby

Accepteret til publikation den 26. marts 2026

[Online før print]

D **E FØRSTE PIONERER**, som startede udviklingen af den gode hygiejne indenfor hospitalsvæsnet, måtte stå utroligt meget igennem og blev ofte udskammet og latterliggjort af deres kollegaer. Årsagen var formentlig, at kirurgien og kirurger ikke var særligt anerkendte i forhold til medicinere, der blev betragtet som rigtige læger. Den dygtigste kirurg var den hurtigste uanset resultaterne.

ANTON VAN LEEUWENHOEK

Anton van Leeuwenhoek (Fig. 1) levede fra 1632 til 1723 og er blevet kaldt verdens første mikrobiolog. Han blev født i Delft i Holland og boede der hele sit liv og arbejdede som pedel. Han havde ikke nogen akademisk uddannelse, men var en selvlærd og nysgerrig naturforsker. Han havde stor trang til viden og var dygtig med hænderne. Han byggede selv sine primitive mikroskoper (Fig. 2) og sleb de nødvendige linser. Han opnåede en forstørrelse på 200 gange. Et moderne lysmikroskop kan forstørre ca. 1.000 gange. Han betragtede alverdens ting under sine mikroskoper bl.a. hår, sæd, ting fra naturen, insekter og sågar aflejringerne omkring sine tænder. Her fandt han bakterier, som han tegnede. Han var så heldig at blive korresponderende medlem af Royal Society of London i 1680. De modtog 200 breve fra ham med sirlige og nøjagtige beskrivelser af hans betragtninger. Han eksperimenterede også lidt med dyrkning af sine bakteriefund og observerede, at nogle krævede ilt, og andre kunne leve uden ilt. Hans interesse for at studere bakterier i de bløde belægninger omkring tænderne førte til, at han fik tilsendt "orme" fra en carieslæsion fra præsidenten af Royal Society of London. Ormene var taget fra hans hustrus mund. Han kunne dog hurtigt svare tilbage, at det ikke var orm, men rester af en overmoden ost, som var aflejret i carieslæsionen. Som bevis lavede han osteeksperimentet på sin kone og fik samme resultat (1).



Fig. 1. Anton van Leeuwenhoek (1632-1723).

Fig. 1. Anton van Leeuwenhoek (1632-1723).



Fig. 2. Leeuwenhoeks selvbyggede mikroskop.

Fig. 2. Leeuwenhoeks selfmade microscope.

Der gik lang tid, før man indså, at mikroorganismer var årsag til sygdomme, og at de kunne overføres fra individ til individ. John Hunter dristede sig til at lave et eksperiment i 1767. Han inokulerede materiale fra en gonorrépatient på sig selv. Han udviklede syfilis og afkortede sit liv. Man troede derfor, at gonorré og syfilis var samme lidelse. Årsagen var dog, at patienten havde begge de galante sygdomme.

En anden pioner, som bør nævnes, er doktor, men i jura, nemlig Agostino Bassi af Lodi, der i 1835 viste, at han ved at inokulere materiale fra syge silkeorme i raske silkeorme kunne overføre sygdommen. De syge silkeorme var ramt af en svamp, som man ikke kunne finde i raske orme. Ved at inokulere svampen i raske silkeorme kunne han overføre sygdommen. Denne opdagelse bevirkede, at svampe i de følgende år blev udnævnt som årsag til alverdens sygdomme.

IGNAZ SEMMELWEIS

Ignaz Semmelweis (1818-1865) var født i Buda – nu Buda-pest i Ungarn – ind i en velhavende købmandsfamilie og begyndte at læse jura, men skiftede ret hurtigt til medicinstudiet (Fig. 3). Han specialiserede sig i obstetrik og fik sin første ansættelse som assistent for professor Johann Klein. Der var to fødeklinikker på hospitalet i Wien. Den ene var betjent af jordemødre og den anden af læger og medicinstuderende. Semmelweis havde bemærket, at der var stor forskel på dødeligheden pga. barselsfeber imellem de to klinikker. Klinikken drevet af jordemødre havde en dødelighed på 2 % og lægeklinikken en dødelighed på 18 %. Den lave dødelighed på jordemoderklinikken svarede til den, man oplevede hos kvinder, der fødte hjemme! Kvinderne tiggede og bad om at blive indlagt hos jordemødrene. Semmelweis oplevede på samme tid, at hans gode ven og kollega Jacob Kolletschkas døde efter at være blevet snittet med en af de studerendes skalpel under en obduktion. Dette gav ham mistanken om en sammenhæng mellem kadaverkontaminering og barselsfeber. Lægerne og de studerende bar ”ligpartikler” fra obduktionerne med over i barselsstuen. Han foreslog derfor i 1847, at læger og studerende skulle vaske hænderne i kloreret kalk (calciumhypoklorit), indtil hænderne ikke havde ”liglugt” længere. Han indførte også, at instrumenterne skulle rengøres på samme måde. At dårlig hygiejne hos læger og studenter skulle være årsagen til de mange tilfælde af barselsfeber, blev ignoreret, afvist og latterliggjort af kollegerne. Mange af kollegerne var meget fornærmede. De hyldede alle ”miasma”-teorien. Teorien om, at der var noget i luften, som var årsag til sygdommen hos særligt disponerede patienter (2). I København havde professor Karl Levy fået tilsendt en meddelelse vedr. Semmelweis’ idé fra sin kollega i Kiel, professor Michaelis. Professor Levy var også meget kritisk og skeptisk overfor resultaterne og bedømte dem som ”uklare, iagttagelserne for flygtige og erfaringerne for usikre til at slutte noget videnskabeligt” (3). Resultaterne var dog tydelige. Dødeligheden blev reduceret med 90 %. Semmelweis kendte ikke til ”bakterieteoriene”, og derfor var hans budskab svært at få ud i en tid, hvor seniorkirurgerne opererede i ”aflagte overfrakker, som var så stive af blod og pus, at de kunne stå selv”.

Da hans ansættelse udløb, søgte han forlængelse, hvilket normalt blev imødekommet, men professor Klein havde opfordret en anden kandidat til at søge stillingen, og Semmelweis blev forbigået. Det var en politisk urolig tid, og det antydes, at det var politiske uenigheder, som lå til grund for, at han ikke blev genansat. Han rejste tilbage til Ungarn, hvor han blev professor, men hans teorier havde svært ved at trænge igennem. ▶



Fig. 3. Ignaz Semmelweis (1818-1865).
Fig. 3. Ignaz Semmelweis (1818-1865).

Herefter fulgte en svær tid for ham og familien. Han blev forhånet og fik et nervesammenbrud. Han blev indlagt på et asyl. På asylet blev han slået af vagterne. Han døde 14 dage senere af koldbrand.

Ikke alle var så uheldige som Semmelweis. En af hans samtidige, den engelske læge John Snow, der levede fra 1813-1858, mente, at "miasma"-teorien var noget gammelt sludder. Han var praktiserende læge i Soho, da koleraepidemien ramte byen i 1854. Han var en meget anvendt anæstesiolog hos forskellige kirurger i London. Han var pioner i udviklingen af narkose med æter og kloroform på åben maske og dygtig til at dosere midlerne. Han kortlagde, hvor smitekilden til kolera kom fra. Det viste sig at være fra en vandpumpe. Han fik pumpen lukket, så man undgik det inficerede vand. Under koleraepidemien i 1853 var der 5.000 døde i København. Men takket være Snows indsats var der kun 616, der døde under epidemien i London året efter. Ligesom Semmelweis kunne han ikke overbevise sine kollegaer i Det Medicinske Selskab om sin bevisførelse vedrørende det inficerede vand, der kom fra en utæt slamkiste. Han blev dog senere verdensberømt (4). I 1876-1880 var infektionssygdomme årsag til dødsfaldene i Danmark hos 72 %. Etableringen af kloaknettet og spredning af boligmassen, så man fik lys og luft, reducerede antallet af infektionssygdomme betydeligt.

LOUIS PASTEUR

Louis Pasteur (1822-1895) var fransk kemiker og mikrobiolog (Fig. 4). Han studerede fysik og kemi i Paris, og efter endt uddannelse blev han fysiklærer i Dijon. I 1849 blev han professor i kemi i Strasbourg. I 1854 blev han professor i Lille, og i 1857 vendte han tilbage til Paris. I 1888 oprettedes Pasteurinstituttet i Paris (Fig. 5) med det hovedformål at bekæmpe hundegalskab (rabies). Pasteurs styrke var især hans evne til at anvende sin forskning til praktiske formål. Han reddede silkeindustri-



Fig. 4. Louis Pasteur (1822-1895).
Fig. 4. Louis Pasteur (1822-1895).



Fig. 5. Pasteurinstituttet i Paris.
Fig. 5. Pasteur Institute in Paris.

en og især gæringsindustrien med løsninger omkring vin, øl, mælkesyre, smørsyre og eddikegæring. Han påviste, at hver type skyldtes dens særlige art mikroorganisme. Hans evne til at løse industriens problemer var en stor samfundsmæssig gevinst, og hans arbejde med sur vin førte til, at han anbefalede en let opvarmning, senere benævnt pasteurisering. Opvarmningen dræbte de forurenende bakterier. Dette gjaldt også for mælk (5). En fortsættelse af Pasteurs arbejde blev udført af den danske mikrobiolog Emil Christian Hansen, der blev leder af Carlsberglaboratoriet, og som rendyrkede gær ud fra enkelte gærceller. Gæren blev kendt som *Saccharomyces carlsbergensis* og anvendes til fremstilling af pilsnerøl ikke blot på Carlsberg, men på mange bryggerier verden over.

Pasteur blev i 1884 inviteret til en international kongres i København af Carlsbergs grundlægger, I. C. Jacobsen. Hans forskning i kemi førte til et gennembrud i årsagerne til og forståelsen af sygdomme, hvilket var grundlaget for hygiejnenes betydning og forebyggelse af sygdomme samt en højnelse af folkesundheden. Det lykkedes ham ligeledes at påvise, at man kunne vaccinere med svækket levende materiale for bl.a. hundegalskab (rabies) og miltbrand (anthrax). Mikroorganismene, som inficerede dyr og mennesker, forårsagede sygdom og død. Han foreslog derfor, at man skulle forhindre dette. Idéen blev taget op af den engelske kirurg Joseph Lister, som udviklede metoder til antiseptisk kirurgi (5). Pasteur lå i en livslang strid med en anden af tidens store mikrobiologer, Robert Koch.

ROBERT KOCH

Robert Koch (1843-1910) blev født som nummer tre af 13 søskende i Clausthal i Tyskland. Han var velbegavet og lærte sig selv at læse, inden han kom i skole. Hans bedste fag var naturvidenskab og matematik. Han startede med at studere matematik, fysik og botanik, men efter tre semestre skiftede han til medicin og blev uddannet læge ved universitetet i Göttingen med højeste udmærkelse. Han virkede først som praktiserende læge, senere som krigskirurg, og sluttede som embedslæge (Fig. 6). Hans kone forærede ham et fint mikroskop i fødselsdagsgave. Hun havde dog ikke regnet med, at mikrobiologien ville optage ham i en grad, så han glemte tid og sted. Han studerede især miltbrandbakterien og påviste, at den kunne danne resistente sporer. Desuden studerede han tuberkulose og kolera. Han påviste, "at bakterier kunne forårsage en specifik sygdom", og leverede direkte beviser for "kimteorien". Han kunne ikke gentage Pasteurs vaccinationsforsøg (4), og de to pionerer nærrede stor skepsis og mistillid til hinanden. I 1885 blev han udnævnt til professor i hygiejne ved det medicinske fakultet på Berlins Universitet (Fig. 7). Koch angreb Pasteur og udtalte: "Pasteur er ikke læge, og man kan ikke forvente, at han fælder fornuftige vurderinger af patologiske processer og sygdomssymptomer" (6).

JOSEPH LISTER

Joseph Lister (1827-1912) var en engelsk kirurg, som startede sit virke i Glasgow og Edinburgh (Fig. 8). I 1877 blev han ledende kirurg ved King's College i London. Lister var en af ►

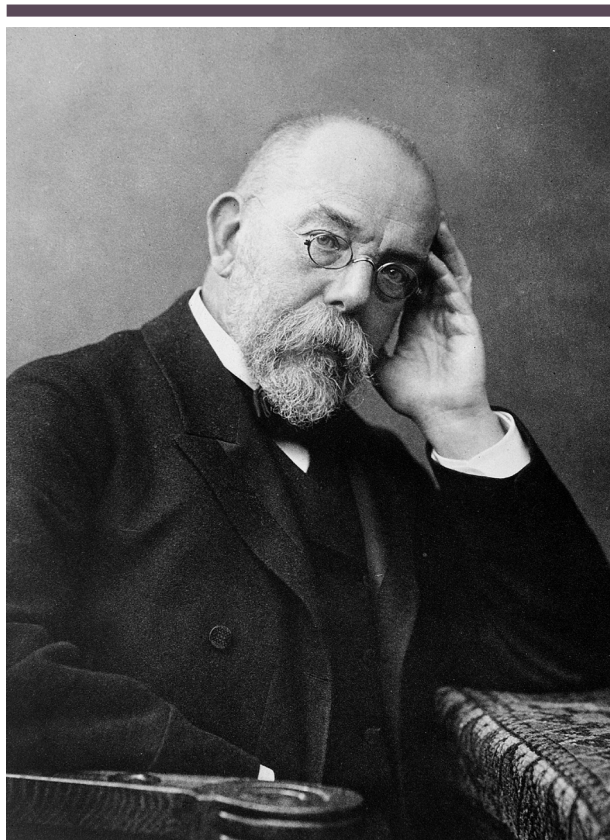


Fig. 6. Robert Koch (1843-1910).

Fig. 6. Robert Koch (1843-1910).



Fig. 7. Robert Koch Instituttet i Berlin.

Fig. 7. Robert Koch Institute in Berlin.



Fig. 8. Joseph Lister (1827-1912).
 Fig. 8. Joseph Lister (1827-1912).

syv søskende. Han havde nogle fordele fra fødslen, idet hans far var en anerkendt videnskabsmand, som byggede og udviklede linser til mikroskoper. Faderen blev medlem af Royal Society i 1832.

Lister var inspireret af Pasteurs teori om bakterier som årsag til specifikke sygdomme og introducerede antiseptik på operationsstuen ved rensning af hænder og instrumenter med karbolsyre samt afdækning af operationsfeltet. Også Lister blev latterliggjort af kollegaerne, men hans fine resultater gjorde, at flere og flere sluttede sig til de antiseptiske metoder og indså hygiejnens betydning. Han gik så vidt, at han krævede hele operationsstuen sprayet med karbolspray (Fig. 9), hvilket senere har vist sig overflødig. Han rensede også huden og sårene direkte. Kirurgien var ikke anerkendt i starten. Det hele drejede sig om at gøre tingene hurtigt og helst hurtigst. Patienterne blev fastspændt, og kirurgen arbejdede med bare hænder, snavset tøj og instrumenter. Kirurgi var næsten udelukkende overfladeoperationer og amputationer. Operationer i brystkasse og bughule var udelukket, da det i de fleste tilfælde førte til sepsis og død. Englands største kirurg Robert Liston udførte i 1846 den første operation i Europa i æternarkose. Operationen var vellykket, og dermed var vejen banet for store og mere langva-



Fig. 9. Karbolspraymaskine.
 Fig. 9. Carbolspraymachine.



Fig. 10. Mikroskop - en gave fra faderen i 1849 til Lister.
 Fig. 10. Microscope - a gift from Lister's father in 1849.

rige operationer. Den første æternarkose i verden blev udført af den amerikanske tandlæge William Thomas Morton i september 1846. Joseph Lister overværede i 1847 en operation udført af Lister under æterbedøvelse og indså straks perspektiverne (7). I Danmark blev den første operation ved hjælp af æternarkose udført af kirurgen Søren Eskildsen Larsen i 1847 på Alment Hospital i København. Lister indså dog, at hygiejnen måtte forbedres, hvis kirurgien skulle udvikles. Lister var udstyret med avancerede mikroskoper, som faderen byggede til ham (Fig. 10). I 1864 blev Lister orienteret af en professorkollega i kemi om den franske kemiker og mikrobiolog Pasteur og hans arbejde med gæring og forrådnelse.

De hygiejniske tiltag medførte et markant fald i dødeligheden efter operative indgreb. Uanset de fine resultater var kollegaerne ikke særligt positive overfor Listers metoder.

I 1876 foretog Lister en stor rundrejse i USA i forsøg på at overbevise amerikanerne om den antiseptiske teori. Amerikanerne var meget skeptiske overfor Lister, men han fortsatte sine forelæsninger og troede fast på sin sag. Efterhånden indså flere og flere vigtigheden af renlighed, og en ny generation af rensmidler og personlige hygiejneprodukter med karbolsyre strømmede ud på markedet. I 1879 kom midlet Listerine, som blev markedsført overfor tandlægebranchen i 1895 som mundskyllevæske, hvilket gjorde produktet udødeligt. Et yderligere afkast af Listers forelæsninger i Philadelphia var, da brødrene Robert, James og Edward oprettede selskabet Johnson & Johnson, der masseproducerede sterile forbindinger og suturer.

Lister indførte desuden mikroskopisk undersøgelse af det patologiske væv, og det var starten på histopatologi som en selvstændig videnskab.

Herhjemme fik Lister støtte af kirurgisk professor Mathias Saxtorph på Frederiks Hospital efter et besøg i Glasgow i 1869. Saxtorph indførte, som den første udenfor Storbritannien, den antiseptiske teknik på afdelingen, og antallet af sårinfektioner faldt drastisk. Hans positive resultater orienterede han Lister om i et brev, som blev bragt i *The Lancet* i 1870, hvilket fik stor betydning for metodens udbredelse.

WILLOUGHBY DAYTON MILLER

Willoughby Dayton Miller (1853-1907) blev født i Alexandria i Ohio. Han betegnes ofte som verdens første orale mikrobiolog. Efter at have afsluttet en bachelor i kemi, matematik og fysik i Michigan endte han via Edinburgh i Berlin hos den amerikanske tandlæge Abbot, hvis datter han giftede sig med. Miller (Fig. 11) blev interesseret i svigerfars profession og drog til USA for at tage en tandlægeeksamen ved Pennsylvania Dental College. Efter eksamen drog han tilbage til svigerfars praksis i Berlin og forfulgte sin interesse for mikrobiologien. Han blev knyttet til Robert Kochs mikrobiologiske laboratorium. Flere opdagelser hjalp ham på vej. Franskmanden Emile Magitot havde opdaget, at fermentering af sukkerarter kunne opløse tænder i laboratoriet. Underwood og Miles foreslog, at den bakterielt producerede syre var nødvendig for at fjerne mineralet i tænderne. Miller blev udnævnt til professor i operativ tandpleje ved Berlins Universitet. I 1890 udgav han et imponerende værk om mikroorganismer i mundhulen (8), og i 1891



Fig. 11. W.D. Miller (1853-1907).

Fig. 11. W.D. Miller (1853-1907).

udkom en stor artikel om mundhulen som fokus for infektion (9). Millers beskrivelser i 1891 af "dental fokal-teorien" er virkelig bemærkelsesværdig set i lyset af den moderne opfattelse 135 år senere. Han beskriver også, at bakterier og bakterielle stofskifteprodukter var årsag til ødelæggelse af fibrene omkring tænderne. Der er i dag langt større accept af, at mundhulens bakterier kan være årsag til/forværre sygdomme andre steder i kroppen. Desuden bekræftede hans opdagelser vigtigheden af hygiejne – ikke kun i operationsområdet, men også hos operatøren, de brugte instrumenter og hos personalet. Det var helt almindeligt dengang, at man genbrugte de urene instrumenter fra operation til operation. Dermed var der naturligvis stor risiko for at overføre bakterier fra patient til patient.

KONKLUSION

Vejen frem til moderne sterile operationsforhold og rene personaler, instrumenter og operationsstuer har været lang og trang. Flere af de store nytænkende pionerer blev udskammet og latterliggjort for deres tanker og idéer og var udsat for livslange stridigheder. De store fremskridt blev ofte drevet frem af industrien. Silkeindustrien, vin- og ølindustrien samt kirurgien havde et problem, som videnskabsmænd kunne se en årsag til og en løsning på. Nytænkningen førte bl.a. til pasteurisering og vaccinationer. Først da industrien slog til og fik masseproduktion i gang, blev problemet løst. I dag er hygiejne, både den personlige hygiejne, hygiejne i levnedsmiddelbranchen og i køkkenet, sygehushygiejne og hygiejne på operationsstuer et særligt fokusområde for industrien. Autoklaver, engangsmaterialer, afdækningsstykker, huer, kitler, engangshandsker og væsker til desinfektion m.m. er nu standardudstyr ved en- ▶

hver operation. Bagsiden har været fremkomsten af resistente mikroorganismer. De udgør nu en stigende trussel på vores sygehuse og kræver til stadighed udvikling af nye former for antibiotika. ♦

ABSTRACT (ENGLISH)

The article deals with the long road from the invention of the microscope to the recognition of microbes as the cause of diseases in plants, animals and humans. The first pioneers and their lives are discussed, as well as their most important discoveries. The discoveries had a great impact on the perception of the importance of hygiene, for good products significantly improved surgical outcomes. Disease preven-

tion and the manufacture of sterile disposable products are today independent focus areas. The purpose of the article is to show the difficulties that the early pioneers had in getting their theories accepted. Likewise, how theories and discoveries depended on other discoveries before they could be proven, e.g. the invention of the microscope.

LITTERATUR

1. Bigger JW Man Against Microbe. The book club. London: Trinity Press, 1941.
2. Malvin ER. Dentistry – an illustrated history. New York: Abrams, 1985.
3. Levy K. De nyeste forsøg i fødselsstiftelsen i Wien til oplysning om barselsfeberens ætiologi. Tidsskr Prakt Lægevidenskab 1848;1:199-211.
4. Kemp E. Smitsomme sygdomme og vaccination. Ugeskr Læger. 2011.
5. Pasteur L. Germ theory and its application to Medicine & on the antiseptic principle of the practice of surgery. New York: Prometheus books, 1996.
6. Blevins S, Bronze M. Robert Koch and the “golden age” of bacteriology. Int J Infec Dis 2010;14:744-51.
7. Fitzharris L. Kirurgiens kunst. En blodig historie. København: Lindhardt og Ringhof, 2017.
8. Miller WD. The micro-organisms of the human mouth: the local diseases which are caused by them. Philadelphia: The S.S. White Dental Manufacturing Co, 1890.
9. Miller WD. The human mouth as a focus of infection. Lancet 1891;138:340-2.