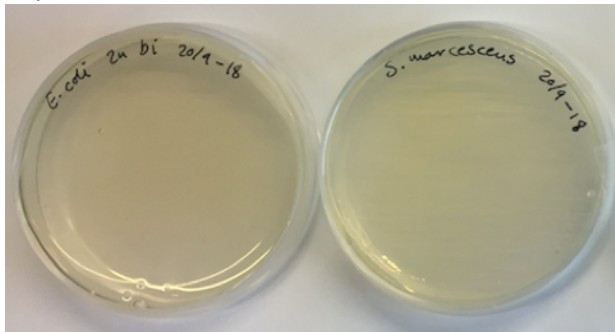
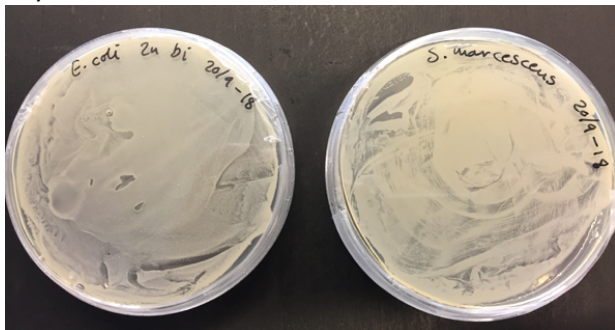


## Livet som bakterie. Antibiotikaresistens.

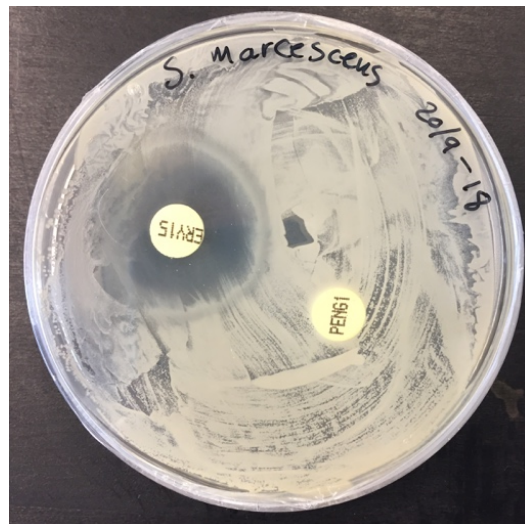
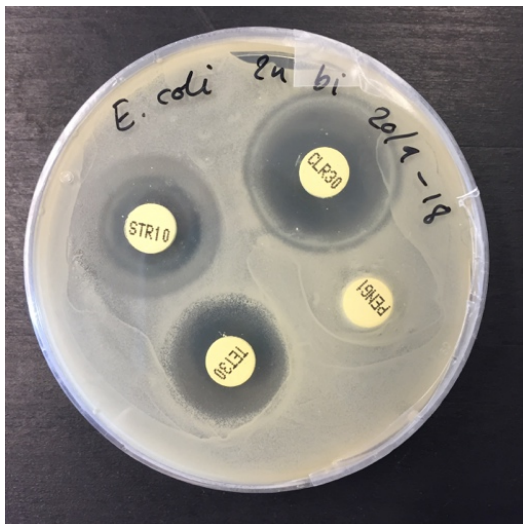
20/9-2018 kl 14.30



21/9-2018 kl 9.15

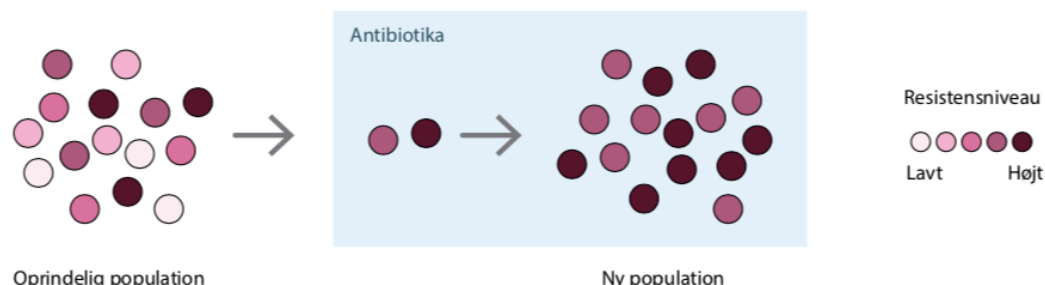


1. Herover ses vores to plader med LB medium fotograferet lige efter podning med bakterier (øverst) og efter at have tilbragt natten ved 37 grader C (nederst). Hvad er der sket?

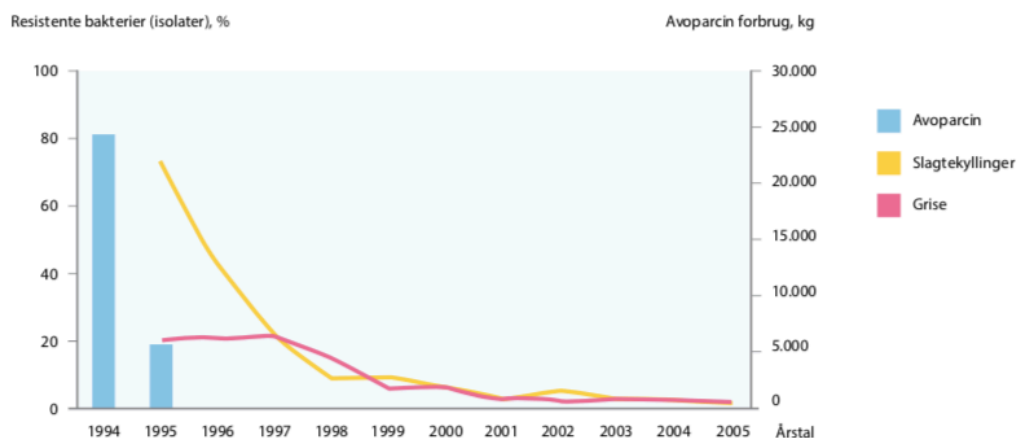


2. Herover ses to andre plader podet med de samme bakteriestammer og anbragt i samme varmeskab ved 37 grader C. På pladerne er der fra start placeret forskellige tabletter, der frigiver stoffer til vækstmediet (ERY15=Erythromycin, PENG1=Penicillin, TET30=Tetracyclin, CLR30=Chloramphenicol, STR10=Streptomycin). Kig på pladerne og forklar resultatet: Hvilken effekt har de enkelte stoffer på bakterierne? Inddrag også Fig. 3.23.

3. Hvordan opstår antibiotikaresistens? Giv en biologisk forklaring, hvor du bruger figuren herunder (fig. 3.24) og alt det, du har lært, om variation og selektion og om biologiens centrale dogme.



4. Hvilke faktorer har betydning for, hvor hurtigt evolutionen af nye egenskaber (fx antibiotikaresistens) opstår?
5. Hvad viser figur 3.26 (indsat herunder)? Hvad skete der, da vi stoppede med at bruge Avoparcin? Kan vi give en biologisk forklaring?



6. Læs til sidst (hurtigt) artiklen herunder (fra Politiken.dk). Hvad er artiklens overordnede biologiske pointer? Er du enig? Diskutér ved bordene om eller hvordan vi kan komme resistensproblemerne til livs?

# Bakterieprofessor: Nu er bakterieproblemet blevet en tak værre

Med fundet af en ny superbakterie er alle velafprøvede antibiotika sat ud af spillet. Professor Hans Jørn Kolmos giver et unikt indblik i, hvad antibiotika-resistens betyder og hvad vi kan gøre ved det.

SUNDHED 27. MAJ 2016 KL. 17.50

[METTE GULDAGGER](#)

Journalist

[LARS IGUM RASMUSSEN](#)

Sundhedsredaktør

Gennem mange år har professor og overlæge Hans Jørn Kolmos fra Syddansk Universitet advaret mod resistente bakterier, som kan udgøre en stor fare for især mennesker, der er svage eller syge.

Bakterier med forkortelser som MRSA og ESBL er nemlig svære at slå ned med antibiotika. Men I dag er det kommet frem, at en superbakterie er fundet i en amerikansk patient. Og det er alvorligt, mener Hans Jørn Kolmos.

## FORSKERE SLÅR ALARM

»Det er et vink med en vognstang, at der er kommet flere resistente bakterier til. Det er gået nøjagtig som vi forudsagde, for der er en ubønhørlig logik i det her«, siger Hans Jørn Kolmos.

Hvor resistente e-coli-bakterier har kunnet behandles med afprøvet medicin, er patienter ramt af den nye superbakterie overladt til eksperimentel behandling, påpeger han.

WHO har i årevis advaret om, at vi er på vej ind i en postantibiotikatid, hvor vi kan dø af simple infektioner.

## HANS JØRN KOLMOS

67 år, overlæge og ph.d.-skoleleder. Klinisk Mikrobiologisk Afdeling på Odense Universitetshospital samt professor på Syddansk Universitet. Forfatter til mere end 200 videnskabelige artikler. Citeret af andre forskere i mere end 1.000 videnskabelige artikler.

*Står det virkelig står så slemt til?*

»Ja, det er et ganske realistisk scenarie, og det findes allerede rundt om i verden. Får du en ondartet blærebetændelse, der går over i en blodforgiftning forårsaget af en resistent kolibakterie ude i verden, risikerer du at dø. Og det gælder faktisk også i Danmark«, siger professor og overlæge Hans Jørn Kolmos.

»Vi er selv på vej ind i en gråzone, hvor antibiotika virker dårligere og dårligere, fordi bakterierne er blevet resistente. Vi ved, at når resistente stafylokok-MRSA-bakterier og kolibakterier med ESBL-resistens går i blodet og giver blodforgiftning, som det gør for nogle patienter, har de en dobbelt så høj risiko for at dø, som hvis de blot havde en følsom variant af samme bakterie. Så vi er i Danmark allerede inde i tussmørkezone, hvis man er så uheldig at have resistente bakterier«.

## GODT RÅD

*Vi har vel heldigvis et meget lavt antibiotikaforbrug i Danmark?*

»Nej. For 10-15 år siden var vi et lavforbrugsland, men vi har fjernet os fra resten af Norden, fået et større antibiotikaforbrug og minder i dag mere om et centraleuropæisk land. Jo længere sydog østpå du kommer, des mere bruger man antibiotika - og det er altså ikke positivt«.

*Bakterier er globale, så hvad nytter det?*

»Du har ret. Vi rejser og spiser mad, der indeholder resistente bakterier, som vi så tager med hjem i tarmen. De mange, mange resistente bakterier i ulande og Syd-og Østeuropa skyldes jo ikke kun, at de har et meget højere forbrug af antibiotika, end vi har, men også, at det bruges i alt for stor stil i fødevareproduktion. Vi får også resistente bakterier fra maden - både dansk-og udenlandskproduceret«.

## **RAMT**

*Hvorfor så ikke bare opgive kampen?*

»Fordi en rent dansk indsats hjælper. I områder, hvor der ikke er så meget antibiotika i omløb, vil resistente bakterier klare sig dårligt i kampen mod de ' gode' følsomme bakterier - de resistente bliver aldrig fremtrædende. De forsvinder nok ikke, men fører en nichetilværelse. Derfor taler man om, at et land har en lokal resistenssituation. Der er også forskel mellem Øst-og Vestdanmark, da man bruger flere og mere avancerede antibiotika i hovedstadsområdet. Jo længere vestpå man kommer i Danmark, des færre resistente bakterierne kan måles«.

*Hvorfor kommer der egentlig resistens, når vi mennesker bruger antibiotika?*

Bakterier deler sig hver halve time

»Bakterier deler sig hver halve time. Der opstår hele tiden mutationer i bakteriens arvemasse, som gør, at nogle bakterier kan modstå antibiotika. Normalt spiller det ingen rolle, hvis ikke bakterien har en fordel af mutationen. Meget resistente bakterier deler sig nemlig langsommere end andre og bliver derfor - under normale forhold - langsomt udkonkurreret og dør. Men i et miljø, hvor en patient får antibiotika, der har slået alle ikke-resistente bakterier ihjel, får resistente bakterier pludselig optimale vækstbetingelser. Man åbner så at sige en niche, hvor de dårlige bakterier har frit spillerum, masser af mad og plads og ingen konkurrence«.

*Har det nogen direkte konsekvenser for mig?*

»Ja, får du en sygdom, der skyldes disse bakterier, har lægerne svært ved at behandle dig, da almindelige antibiotika ikke virker på bakterierne. For svagelige,

ældre og børn kan det være livstruende. Vi har netop oplevet, at fire danskere siden 2012 er døde af blodforgiftning med den resistente svine-MRSAbakterie CC398. Taler vi resistente bakterier i almindelighed, er der formentlig mange flere patienter, der er døde som følge af antibiotikaresistens«.

*Kan kroppen ikke forsvare sig selv?*

»Jo. Kroppen har et udmærket forsvarsværk mod bakterier og gør alt for selv at afværge bakterier, der kan medføre betændelsestilstande i halsen og underlivet eksempelvis. Derfor går sygdom også over af sig selv for langt de fleste, fordi kroppen udrydder de 'dårlige' bakterier. Men er du svækket, udsat for meget stress eller får et stort operationssår, der kommer bakterier i, kan det være svært for kroppen at bekæmpe bakterierne selv. Så må vi læger hjælpe til med antibiotika«.

*Hvad betyder det, at 5-10 procent af den danske befolkning har resistente e-kolibakterier i kroppen?*

»Intet, når du er rask. Bakterierne er i din tarm and so what? Men har du tilbøjelighed til eksempelvis blærebetændelse og bærer resistente bakterier, er det de bakterier, du bliver syg af, og så virker almindelig antibiotika ikke længere. Så skal man finde på noget andet, eksempelvis indlægge patienten og sprøjte antibiotika ind i blodårerne. Hvis man overhovedet kan blive behandlet«.

*Hvor mange typer antibiotika findes der?*

»Langt over 50. Penicillin er blot et af mange. De har alle forskellige virkningsmekanismer. Men bakterierne følger godt med hele tiden, derfor laver man konstant små kemiske modifikationer af medicinen, så den skifter karakter og virkning«.

*Hvorfor opfinder man ikke bare nye antibiotika?*

»Det gør man også. Fra Alexander Fleming opfandt penicillin, det første antibiotikum, og det kom på markedet i 1940'erne, og 30 år frem, kom der masser nye antibiotika. Man høstede en masse lavhængende frugter ved at tage ud i naturen og finde antibiotika fra skimmelsvampe og jordbakterier. Men vi har

efterhånden fundet de mikroorganismer, der producerer gode antibiotika. Vi skal højere op i træet, og måske er vi ved toppen, så der slet ikke kan findes flere nye typer. Derudover er det blevet langt sværere at udvikle, få afprøvet og godkendt nye lægemidler i dag end dengang - og heldigvis, men det spiller også en væsentlig rolle«.

*Hvad er antibiotika egentlig?*

»Bakterier kæmper benhårdt med hinanden om næringsstoffer, så de kan overleve. Derfor udskiller bakterier helt naturligt giftstoffer, så andre bakterier kan dø. Det skaffer mad og plads. Men i denne giftkamp har mikroorganismer siden livets opståen på Jorden udviklet modforholdsregler for naboens giftangreb. Evnen til at kunne modstå gift er faktisk kernen i al resistens mod antibiotika. Det er et våbenkapløb blandt bakterierne, som har stået på i milliarder af år«.

*Det er udbredt at bruge antibiotikummet tetracyclin mod bumser. Er det fornuftigt?*

»Nej. Det fører beviseligt til, at de unge med bumser får en masse resistente bakterier i mave og tarm for noget, der udelukkende handler om udseende. Ligesom de oftere får infektioner som halsbetændelse, fordi deres 'gode' bakterier forsvinder, og de resistente får lettere fodfæste i kroppen. Bumser er jo ingen sygdom«.

*Men den unge vil da hellere have halsbetændelse end bumser?*

»Ja, men det er ikke nødvendigvis godt for folk i hans omgangskreds. Måske ender det med at være årsagen til hans morfars død. For den unge er problemet med resistente bakterier ikke særlig vigtigt, men antibiotika er aldrig en privat sag. Det har indflydelse på omgivelserne, da de resistente bakterier i tarmen overføres via kys, kram, toiletbesøg og alle steder, som den unge rører, dørhåndtag eksempelvis. Han overfører dermed resistente bakterier til alle omkring sig. Når han så krammer sin gamle bedstefar eller søsterens børn, overfører han resistente bakterier til nogle, der måske har et dårligt fungerende immunforsvar. Bliver de så syge, har man problemet. Derfor kan bedstefaderen potentielt dø af den bakterie, som barnebarnet med bumserne og tetracyclin overfører. Måske lyder det

teoretisk, men det er jo netop sådan, bakterier og dermed sygdomme spredes. Bakterier kender ikke grænser«.

*Når jeg er syg, vil jeg gerne være rask, og antibiotika er jo en god løsning i masser tilfælde?*

»Ja, fordelene er indlysende: Infektionen bekæmpes hurtigt. Ulempen er, at du som antibiotikabrunder er med til at skabe resistente bakterier, der gør, at dine medmennesker eller du selv i fremtiden måske ikke kan behandles for en sygdom forårsaget af denne resistente bakterie. Derfor er dilemmaet i forbindelse med antibiotikaresistens det samme som miljødiskussionen: Skal vi undvære biler, så der kommer færre drivhusgasser, så vores børnebørn kommer til at leve uden for store klimaforandringer? Det fascinerede og djævelske ved antibiotika er, at du skal tage hensyn til patienten på den ene side, men på den anden side også tænke på omgivelserne og fremtidige generationer.

Løsningen er ikke at undlade antibiotika, men at lære at bruge antibiotika på en mere målrettet måde: De skal begrænses til de patienter, der helt evident har brug for det, og så skal vi lade være med at behandle alle de andre, som vil komme sig af sig selv. Antibiotika må ikke udskrives med løs hånd og blot for en sikkerheds skyld«.

*Er antibiotika-resistens ikke mest et problem i udviklingslande som eksempelvis Indien, hvor de får antibiotika, som var det slik?*

»Der er større problemer i udviklingslandene og Syd-og Østeuropa end i Nordeuropa. Men vi har også store - stigende - resistensproblemer. Hvert år stiger resistensen for en række af vores vigtige bakterier herhjemme. I min tid som læge er vi gået fra nogle relativt følsomme bakterier til nogle ganske resistente. Derfor må vi hele tiden bruge mere og mere avancerede antibiotika for at slå dem ned. Det kan eksempelvis være stafylokokbakterier, der udvikler resistens og bliver til MRSA-bakterier.

Det kan være colibakterier, der giver tarm-og urinvejsinfektion, der bliver mere og mere resistente som eksempelvis ESBL. På hospitalerne huserer Clostridium difficile, dræberdiarre. Men den almindelige dansker skal være mest bekymret for



resistente stafylokokker, der kan give bylder og går ind i knogler og led, samt resistente kolibakterier, der giver tarminfektioner og blærebetændelse. Begge typer giver i værste fald dødelig blodforgiftning«.

*Bør vi undlade at rejse til de varme lande, når vi tager resistente bakterier med hjem i tarmen?*

»Nej. Vi rejser og får dermed uundgåeligt resistente bakterier med hjem. Sådan er det bare. Hvis vi undlader at bruge antibiotika i tide og utide, gør det ikke noget, at vi huser resistente bakterier i tarmen. Men vi skal tage vores forbehold i fremmede lande og huske de gamle husråd om at spise varmebehandlet mad, ikke drikke vand fra brønden og holde en god håndhygiejne. Så begrænser man risikoen for at få overført de resistente bakterier«.

*Skal man spritte hænder?*

»Det er også en god idé, men erstatter aldrig vand og sæbe. Sprit fjerner ikke snavs«.

*Skal vi undlade antibiotika til eksempelvis halsbetændelse?*

»Antibiotika forkorter i snit sygdomsforløbet med ét døgn. Derfor kunne man godt overveje, om man burde undlade penicillin til streptokokinficerede halsbetændelser til ellers raske mennesker, der ikke er oppe i årene«.

*Du taler om, at gamle dyder skal tilbage i brugen af antibiotika. Hvad mener du?*

»Vi skal kun bruge antibiotika, hvor det er strengt nødvendigt, altså til ældre, skrøbelige personer og til spæd-og småbørn uden fuldt udviklede immunsystemer. Her skal infektioner tages alvorligt. Ellers skal vi prøve at klare os uden antibiotika. Fra man er et stort barn, til man kommer godt op i 50-60'erne, har man faktisk ikke brug for antibiotika. Eller kun i yderste nødstilfælde, da langt de fleste infektioner går over af sig selv. Men man skal vurderes og observeres af lægen og give infektionen den tid, den tager«.

*Er det stigende forbrug patienternes eller lægernes skyld?*

»Begge dele. Danskerne forlanger hurtige afgørelser og hurtige kure. Men lægerne er også for hurtige, det er jo mere besværligt at sige, at man vil se tiden an, end at ordinere antibiotika«.

*Øger det ikke risikoen for resistens, hvis man stopper sin antibiotikakur midt i et forløb?*

»Nej, det er en myte og udpræget misforståelse. Man skal færdiggøre kuren, hvis sygdommens skyldes en infektion, som skal behandles. Der er risiko for, at bakterierne vender tilbage, hvis du ikke gør kuren færdig, men det har intet med resistens at gøre«.

*Hvad nytter det at begrænse menneskers brug af antibiotika, når landbruget bruger det i stor stil?*

»Vi skal se hele vejen rundt, hvis problemet med antibiotika-resistens skal løses, og fødevareproduktionen skal i høj grad med. Landbruget bruger langt mere antibiotika, end vi læger bruger til mennesker. Det er en fuldstændig vanvittig måde at omgås ressourcerne på. Antibiotika er udviklet som et lægemiddel til mennesker, nu bliver det brugt til at producere discountfødevarer. Det hører ingen steder hjemme«.

*Hvad kan man gøre?*

»Vælge at spise mere økologisk. Vi spiser alt for meget kød herhjemme. Vi kunne med sindsro halvere forbruget, så ville der jo være penge tilovers til at købe kvalitetskød for. Almindelige danskere prioriterer en stadig faldende andel af indtægterne på mad til fordel for andre forbrugsgoder. Vi løser ikke problemet med antibiotika-resistens ved kun at stille krav til landbruget eller vores næste. Vi skal selv ændre holdning til antibiotika: kun bruge det, hvor det er strengt nødvendigt. Og være parate til at betale måske 20 procent mere for vores mad«.