

Statusartikel

Carbapenemaseproducerende enterobakterier

Barbara Juliane Holzkecht^{1, 2, 3}, Christian Salgård Jensen⁴, Anne Line Engsbro⁵, Mette Detlefsen⁶, Mikala Wang⁷, Nina Ank⁸, Anne Kjerulf⁹, Mette Bar Ilan⁹, Henrik Hasman², Mikkel Lindeggard², Lone Jannok Porsbo⁹ & Anette M. Hammerum²

1) Afdeling for Klinisk Mikrobiologi, Københavns Universitetshospital – Herlev og Gentofte Hospital, 2) Referencelaboratoriet for antibiotikaresistens, Statens Serum Institut, 3) Institut for Klinisk Medicin, Københavns Universitet, 4) Klinisk Mikrobiologisk Afdeling, Københavns Universitetshospital – Amager og Hvidovre Hospital, 5) Klinisk Mikrobiologisk Afdeling, Sjællands Universitetshospital, Slagelse, 6) Klinisk Mikrobiologisk Afdeling, Odense Universitetshospital, 7) Klinisk Mikrobiologi, Aarhus Universitetshospital, 8) Klinisk Mikrobiologisk Afdeling, Aalborg Universitetshospital, 9) Central Enhed for Infektionshygiejne, Statens Serum Institut

Ugeskr Læger 2026;188:V12251028. doi: 10.61409/V12251028

HOVEDBUDSKABER

- Carbapenemaseproducerende enterobakterier (CPE) er multiresistente med ofte få behandlingsmuligheder.
- Der ses flere større udbrud på danske hospitaler.
- Kun få nye antibiotika virker mod alle CPE-typer, og der ses allerede resistensudvikling.

Antibiotikaresistens er en stor trussel for den globale sundhed, og WHO fremhæver stigende resistens i gramnegative bakterier som en af de største bekymringer [1]. Enterobakterier er gramnegative tarmbakterier, som f.eks. *Escherichia coli* og *Klebsiella pneumoniae*. De er en del af vores mikrobiota, men kan også forårsage infektioner som urinvejsinfektioner og bakteræmi hos ellers raske personer. Carbapenemaser nedbryder antibiotika tilhørende den mest bredspektrede β -laktamantibiotikagrube; carbapenemer (f.eks. meropenem). Carbapenemasegener er ofte lokaliseret på plasmider, som er cirkulære ekstrakromosomale DNA-elementer. Plasmider kan overføres mellem forskellige bakterier og bakteriearter [2]. Spredning af carbapenemaseproducerende enterobakterier (CPE) kan altså både ske ved spredning af bakterier fra patient til patient og ved spredning af plasmider fra bakterie til bakterie. Raske CPE-bærere kan bidrage til smittespredning, hvorfor det kan være relevant at screene for bærertilstand, som regel med en rektalpodning, evt. suppleret med andre relevante prøver, hvor man ved hjælp af selektiv dyrkning eller PCR-teknik kan påvise CPE. Da CPE ofte er resistente over for andre antibiotikagrupper er der tit kun få behandlingsmuligheder tilbage.

Der findes mange forskellige carbapenemasetyper, som har forskellig aktivitet i forhold til, hvilke β -laktamantibiotika de nedbryder, og hvilke β -laktamasehæmmere der kan benyttes til behandling og laboratoriediagnostik. Der er geografiske forskelle i forekomsten af carbapenemasetyperne, selv om den oprindelige epidemiologi er blevet sløret i de seneste år [3-5]. De vigtigste fem carbapenemasetyper er beskrevet i Tabel 1.

TABEL 1 De hyppigste carbapenemasetyper i carbapenemaseproducerende enterobakterier og deres karakteristika.

Carbapenemasetype	Forekomst	Epidemiologi	Nye β -laktamantibiotika behandlingsmuligheder ^b
OXA-48-gruppe	Alle enterobakterier ^a	Først beskrevet i Tyrkiet 2001 [6]. Oprindeligt endemisk i Middelhavsområdet, Mellemøsten og Afrika og det indiske subkontinent Nu også høj forekomst i andre lande i Europa og Asien Lavere forekomst beskrevet i Nord- og Sydamerika	Ceftazidim-avibactam Cefiderocol Aztreonam-avibactam
Metallo- β -laktamaser NDM VIM IMP	Alle enterobakterier ^a	NDM: først beskrevet 2009 i en svensk patient efter rejse til Indien [7]. Nu globalt udbredt og langt hyppigste metallo- β -laktamase VIM: mest forekommende i Sydeuropa. IMP: mest forekommende i Asien	Aztreonam-avibactam Cefiderocol ^c
KPC	Mest i <i>K. pneumoniae</i>	I Europa hyppigst forekommende i Italien og Grækenland Høj forekomst i Nord- og Sydamerika Lav forekomst i Afrika og Asien	Ceftazidim-avibactam Aztreonam-avibactam Cefiderocol Meropenem-vaborbactam ^d Imipenem-relebactam ^d

IMP = imipenemase; KPC = *Klebsiella pneumoniae*-carbapenemase; NDM = New Delhi metallo- β -laktamase; OXA = oxacillinase; VIM = verona integron-encoded metallo- β -laktamase.

a) *Enterobacterales*, hyppigste arter i Danmark: *Escherichia coli*, *K. pneumoniae*, *Citrobacter freundii*.

b) Såfremt testet følsom.

c) Høj resistensrate.

d) Ikke markedsført i Danmark.

Globalt er der en stigende CPE-forekomst med store geografiske forskelle. Carbapenemresistens i *K. pneumoniae* isolater fra bloddyrkninger er globalt steget og lå i gennemsnit på 17% i 2023 [1]. I de europæiske lande var gennemsnittet 13%, men med nationale gennemsnit fra 0% op til 70%, hvor de højeste forekomster ses i syd- og østeuropæiske lande [8]. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) vurderede i februar 2025, at risikoen for yderligere spredning af CPE er høj til meget høj [2].

CPE er en del af den samlede betegnelse carbapenemaseproducerende organismer (CPO), som ud over CPE omfatter miljøbakterierne *Pseudomonas* spp. og *Acinetobacter* spp. De to sidstnævnte forekommer sjældnere i Danmark og omtales ikke nærmere her. I 2018 udkom Sundhedsstyrelsens vejledning om forebyggelse af spredning af CPO [9]. Samtidig blev CPE anmeldelsespligtigt [10]. Vejledningen beskriver bl.a., at risikogrupper, f.eks. patienter, som har været indlagt på udenlandske hospitaler, screenes ved indlæggelse på danske hospitaler.

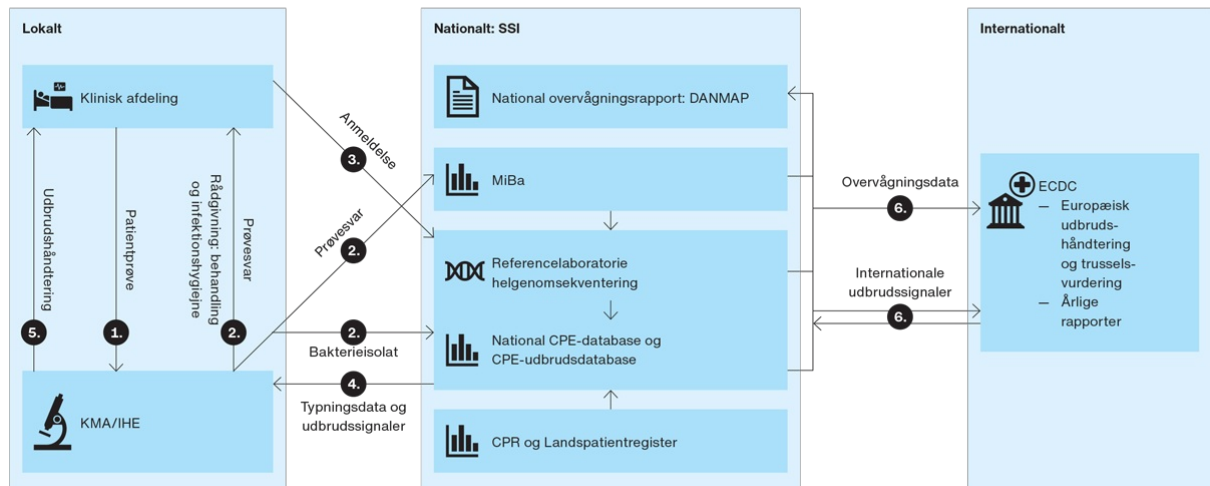
Denne artikel gennemgår status for udviklingen af CPE i Danmark, infektionshygiejniske forholdsregler samt tilgængelige behandlingsmuligheder.

Diagnostik og overvågning

I Danmark er grundig lokal diagnostik og national overvågning af CPE tæt integreret. Diagnostik af CPE er kompleks. Ud over at én patient kan være koloniseret og/eller inficeret med flere forskellige CPE [11], kan én bakterie producere flere forskellige carbapenemaser.

På de klinisk mikrobiologiske afdelinger (KMA)'er bliver der foretaget en første karakterisering af carbapenemasetyperne, da dette er vigtigt i forhold til behandlingsmuligheder (Tabel 1). CPE anmeldes første gang, der konstateres en positiv prøve hos en person eller ved påvisning af en ny bakterieart eller carbapenemasetype hos personen. På Statens Serum Institut (SSI) bliver CPE-isolaterne helgenomsekventeret. Hvis dette giver et signal om genetisk sammenhæng med andre CPE-isolater, bliver der fulgt op i samarbejde mellem KMA og SSI. Udbrud bliver registreret i en national udbrudsdatabase (Figur 1).

FIGUR 1 Diagnostik og overvågning af carbapenemaseproducerende enterobakterier (CPE) i Danmark samt international rapportering. 1. Patientprøve bliver sendt til klinisk mikrobiologisk afdeling (KMA). 2. KMA sender prøvesvar i den elektroniske patientjournal samt kopi til Den danske mikrobiologidatabase (MiBa). Samtidig bliver bakterieisolatet sendt til Statens Serum Institut (SSI) til helgenomsekventering. 3. Klinisk afdeling anmelder tilfældet elektronisk. 4. Helgenomsekvensen bliver sammenlignet med alle danske tidligere CPE og suppleret med epidemiologiske data, så som indlæggelser og rejser. Typningsdata og udbrudssignaler bliver meldt ud til KMA og tilhørende infektionshygiejniske enheder (IHE). 5. Udbrudssignalet bliver vurderet og håndteret i samarbejde mellem IHE og den kliniske afdeling. 6. Aggregerede data samt udvalgte sekvenser deles med European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC).

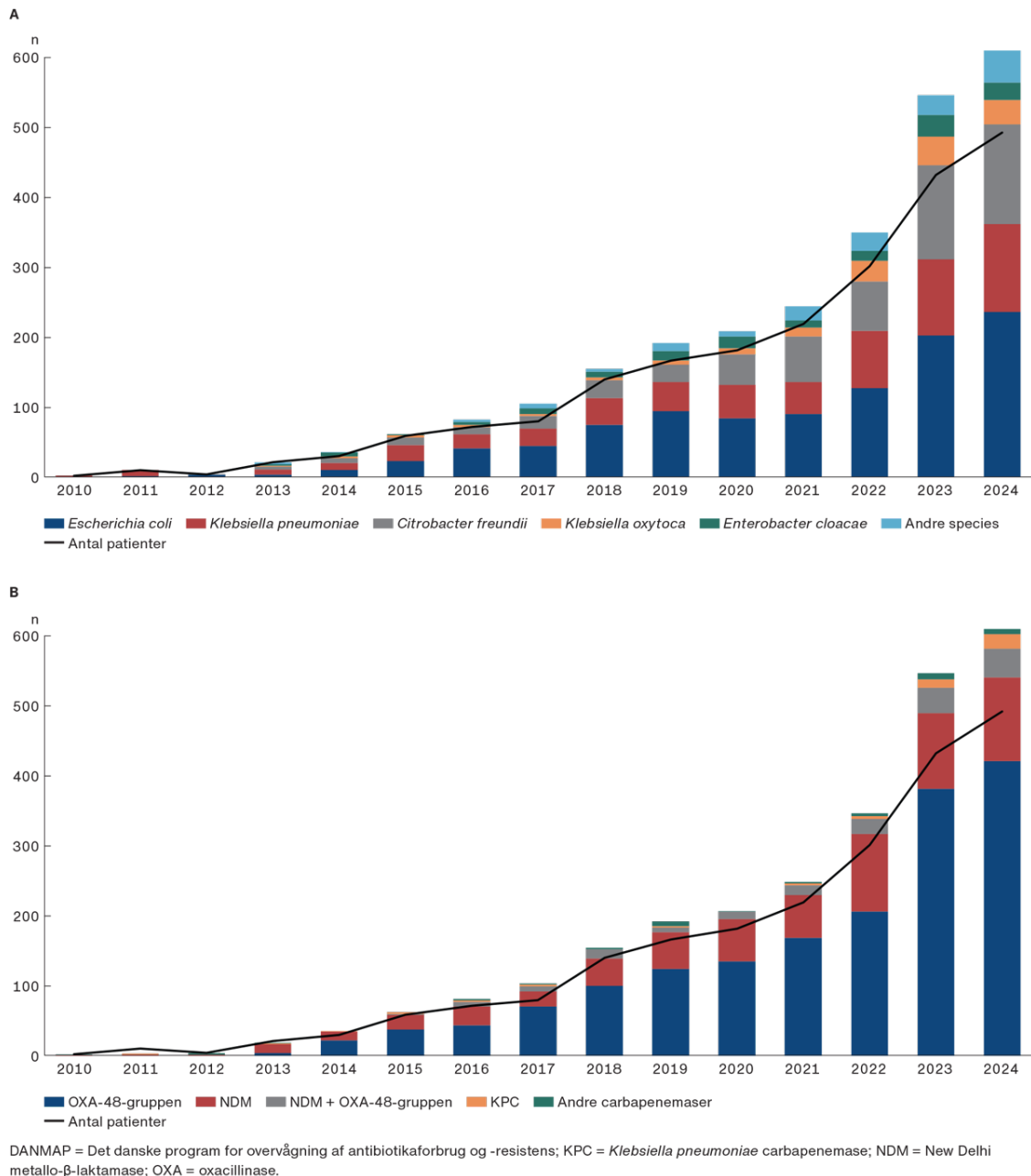


DANMAP = Det danske program for overvågning af antibiotikaforbrug og -resistens.

Carbapenemaseproducerende enterobakterier er i fortsat stigning

I Danmark blev det første CPE-isolat påvist i 2008. KMA'erne indsendte også inden anmeldeligt CPE-isolater til SSI. Fra 2008 til og med 2014 blev der indsendt mindre end 50 CPE-isolater om året. Siden er der set en kraftig stigning, og i 2024 blev der rapporteret 616 CPE-isolater fra 497 patienter (**Figur 2**). Den primære årsag til denne stigning er udbrud på danske hospitaler. Herudover bidrager intensiveret screening og modtagelse af ukrainske patienter også til stigningen [12].

FIGUR 2 Udviklingen af carbapenemaseproducerende enterobakterier (CPE) i Danmark. Kolonnediagrammet viser antal CPE-isolater over årene. **A.** Farvet efter bakterieart. **B.** Farvet efter carbapenemasetype. Den sorte linje angiver antal patienter. Figureerne er baseret på DANMAP 2024 [12, 13].



Information om evt. udlandsrejse inden for et halvt år indgår i den kliniske anmeldelse via Sundhedsdatastyrelsens Elektroniske Indberetningssystem (SEI2). I 2024 manglede der rejseoplysninger for 134 ud af 497 patienter (27%). Dette medfører en usikkerhed om, hvor høj smitteforekomsten reelt er i Danmark. I 2024 blev Danmark angivet som smitteland for 131 CPE-patienter (24%) [12].

I Danmark tilhører CPE oftest bakteriearterne *E. coli*, *K. pneumoniae* og *Citrobacter freundii* (Figur 2). Stigning i CPE-forekomsten gælder både fund i screeningsprøver og fund i kliniske prøver, hvor urinprøver er de hyppigste. I 2024 blev der diagnosticeret 41 CPE-bakteriæmier, som er det hidtil højeste antal [13].

I sjældnere tilfælde påvises CPE-udbrud i samfundet. I 2023 blev et udbrud inkluderende 40 patienter opklaret,

hvor smittekilden blev identificeret som kontaminerede kapsler indeholdende lægemidlet dicloxacillin [14]. I flere europæiske lande er de samme *E. coli*-kloner med carbapenemasen oxacillinase (OXA)-244 (tilhører OXA-48-gruppen) set i samfundet. Den mulige smitte i samfundet er bekymrende [15].

Stigende antal udbrud

Siden det første danske hospitalsudbrud blev registreret i 2012, er antallet af CPE-udbrud steget. I nogle tilfælde er flere afdelinger involveret, og der ses udbrud på tværs af sygehuse og regioner. Nogle af udbruddene strækker sig over flere år og involverer over 100 patienter [12]. I 2024 var der 32 aktive CPE-udbrud med i alt 572 patienter, hvoraf 158 patienter var smittet alene i 2024. I de seneste år er der sket en ændring af CPE-bakteriearter involveret i udbrud. Hvor den hyppigste bakterieart tidligere var *E. coli*, er *C. freundii* nu dominerende. Denne udvikling er i tråd med et nyligt systematisk review, som fremhæver den stigende betydning af *C. freundii* som nosokomial patogen [16].

Infektionshygiejniske forholdsregler

Tarmen udgør det primære reservoir for CPE, og man kan være CPE-bærer i flere år [9]. Personer kan teste positivt for CPE ved screening, efterfølgende teste negativt og senere igen blive positive med samme stamme [17]. Denne variation kan bl.a. skyldes antibiotikabehandling, som selekterer for CPE [18].

CPE smitter ved direkte og indirekte kontaktsmitte, f.eks. smitte via personalets hænder eller flerpatientsudstyr samt fækal-oralt [9]. Ved kontakt med sundhedssektoren vil sundhedspersonalet ofte ikke have kendskab til en evt. CPE-bæretilstand, hvorfor den primære smitteforebyggelse beror på efterlevelse af de generelle infektionshygiejniske retningslinjer [19]. Ved kendt CPE-bæretilstand vil supplerende forholdsregler blive iværksat, hvilket på hospital typisk indebærer isolation på enestue med eget bad og toilet, samt at personalet anvender overtrækskittel og handsker. I primærsektoren isoleres borgeren ikke, men der etableres supplerende forholdsregler, hvor personalet bl.a. anvender værnemidler [9, 19, 20]. De nuværende retningslinjer indebærer livslang anvendelse af supplerende infektionshygiejniske forholdsregler for kendte CPE-bærere ved kontakt med sundhedssektoren. Tidligst efter et år kan forholdsreglerne evt. lempes efter aftale med den lokale hygiejneorganisation [9].

Når et CPE-udbrud opdages, vil der typisk udføres en infektionshygiejnisk gennemgang og efterfølgende undervisning for at forbedre afdelingens smitteforebyggende tiltag, efterlevelsen af de infektionshygiejniske forholdsregler samt skærpe opmærksomheden på rengøring og desinfektion. Gennemgangen kan udvides med miljøpodninger og evt. rumdesinfektion med hydrogenperoxid. For at identificere yderligere bærere, vil der ofte iværksættes ugentlig screening af alle indlagte patienter, mens udbruddet pågår.

I de seneste år har der været en stigende interesse for toiletter, håndvaske og afløb som mulige reservoirer for CPE på hospitaler [21]. Der er i flere udbrud fundet samme CPE hos patienter og i afløb [22, 23]. Også i danske udbrud er der anvendt særlige indsatser i form af rengøring, desinfektion eller udskiftning af toiletter og/eller afløb [24-26]. Det er dog stadig uafklaret, hvor meget CPE-kontaminerede afløb og toiletter medvirker til smitteoverførsel på hospitaler, da det er metodisk svært at udrede årsagssammenhænge ved udbrud. Efterlevelse af de generelle infektionshygiejniske forholdsregler anses fortsat som de primære tiltag i forebyggelse af smittespredning.

ANTIBIOTISK BEHANDLING

I de seneste ni år har Det Europæiske Lægemiddelagentur godkendt fem nye β -laktamantibiotika til behandling af infektioner med CPE: ceftazidim-avibactam (2016), meropenem-vaborbactam (2018), imipenem-relebactam

(2020), cefiderocol (2020) og aztreonam-avibactam (2024) [2], men kun tre af dem er markedsført i Danmark (Tabel 1). De er forskellige i forhold til, hvilke carbapenemasetyper de virker overfor (Tabel 1). Derfor er behandlingsmuligheder komplekse. Dansk Selskab for Klinisk Mikrobiologi har udarbejdet en behandlingsvejledning for CPE-infektioner [27], som er baseret på internationale anbefalinger [28, 29].

OXA-48-gruppen, den hyppigst forekommende carbapenemasetype i Danmark, er nemmest at behandle. Resistens over for ceftazidim-avibactam, som er førstevalg til behandling af denne CPE-type, forekommer sjældent i Danmark [13]. Derimod har kun to af de nye antibiotika (cefiderocol og aztreonam-avibactam) aktivitet over for CPE-typen New Delhi metallo- β -laktamase (NDM). Cefiderocol har som udgangspunkt aktivitet mod alle CPE-typer, men 78% af NDM-positive CPE-bakterier fra danske patienter er resistente. 6% af de danske CPE er resistente over for aztreonam-avibactam [13].

Mange CPE er også resistente over for andre antibiotikagrupper, hvilket kan gøre behandlingsmulighederne meget begrænsede. I 2024 var 11% af de danske CPE resistente over for både ciprofloxacin, aminoglykosider og trimethoprim-sulfamethoxazol, men for NDM-positive isolater lå denne multiresistensrate på 33%. Den laveste resistensrate er mod colistin (3%), et antibiotikum, der sædvanligvis kun anvendes i kombinationsbehandling. Til behandling af ukomplicerede urinvejsinfektioner kan mecillinam, trimethoprim, nitrofurantoin eller fosfomycin p.o. bruges, såfremt isolatet er testet følsom. Behandlingen af CPE er en specialistopgave, som konfereres med kliniske mikrobiologer og/eller infektionsmedicinere for at sikre den mest effektive behandling og undgå videre resistensudvikling.

Konklusion

CPE er den alvorligste udfordring i forhold til antibiotikaresistens i Danmark og globalt. I løbet af de seneste ti år er antallet af CPE i Danmark tidoblet. Det er nu på et niveau, hvor mange danske læger vil møde patienter med CPE. Behandlingen er en specialistopgave, som kræver konferering med klinisk mikrobiolog og/eller infektionsmedicinere. Der ses allerede resistensudvikling mod nye antibiotika som er udviklet til behandling af CPE.

Der ses store og langvarige udbrud med CPE på danske hospitaler med op til 100 involverede patienter og med spredning imellem hospitaler og regioner. Forebyggelse og håndtering af dette kræver et tæt samarbejde med de infektionshygiejniske enheder. Derudover er rationel anvendelse af antibiotika, især bredspektrede antibiotika som carbapenemer (antimikrobiel stewardship), en hjørnesten i forebyggelse af spredning af CPE.

Nuværende screeningsprotokol tager primært udgangspunkt i rejserelateret smitte, men data viser, at smitte også finder sted i Danmark. Det bliver derfor vigtigt, at den nationale vejledning bliver revideret i tråd med den epidemiologiske udvikling, og at bl.a. anbefalinger for screening for CPE-bærertilstand og konkrete tiltag ved udbrudshåndtering reevalueres. Dette er et oplagt arbejde under implementeringen af den nye antibiotikahandlingsplan [30].

Begrebet »den postantibiotiske æra« beskriver, at tilgængelige antibiotika ikke længere er virksomme, hvilket kan være tilfældet for nogle af de mest resistente CPE-bakterier.

Korrespondance *Barbara Juliane Holzknecht*. E-mail: barbara.juliane.holzknecht@regionh.dk

Antaget 4. marts 2026

Publiceret på ugeskriftet.dk 13. juli 2026

Interessekonflikter BJH oplyser økonomisk støtte fra eller interesse i EUCAST og NordicAST. NA oplyser økonomisk støtte fra eller

interesse i DSKM, Det Veterinærmedicinske Råd, Rådet for Smitsomme Sygdomme og SST. Alle forfattere har indsendt ICMJE Form for Disclosure of Potential Conflicts of Interest. Disse er tilgængelige sammen med artiklen på ugeskriftet.dk

Referencer findes i artiklen publiceret på ugeskriftet.dk

Artikelreference Ugeskr Læger 2026;188:V12251028

doi 10.61409/V12251028

Open Access under Creative Commons License [CC BY-NC-ND 4.0](#)

SUMMARY

Carbapenemase-producing Enterobacterales

In this review, we elaborate that Carbapenemase-producing Enterobacterales (CPE) are challenging health care systems globally and in Denmark. In the past ten years, the number of CPE cases diagnosed in Denmark has increased 10-fold. This is partly due to nosocomial outbreaks, often spanning many years and involving up to approximately 100 patients. Current screening algorithms target imported cases and should be reviewed to take the changing epidemiology into account. Treatment of CPE is complicated and must be guided by specialists. In the past years, new agents have been approved in Denmark, but acquired resistance is already seen.

REFERENCER

1. World Health Organization. Global antibiotic resistance surveillance report 2025: WHO Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System (GLASS), 2025. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240116337> (11. dec 2025)
2. European Centre for Disease Prevention and Control. Rapid risk assessment - carbapenem-resistant Enterobacterales - third update, 2025. <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/carbapenem-resistant-enterobacterales-rapid-risk-assessment-third-update> (11. dec 2025)
3. Peirano G, Pitout JDD. Rapidly spreading Enterobacterales with OXA-48-like carbapenemases. J Clin Microbiol. 2025;63(2):e0151524 <https://doi.org/10.1128/jcm.01515-24>
4. Rankin DA, Stahl A, Sabour S, et al. Changes in carbapenemase-producing carbapenem-resistant Enterobacterales, 2019 to 2023. Ann Intern Med. 2025;178(12):1818-1821. <https://doi.org/10.7326/ANNALS-25-02404>
5. Bonnin RA, Jousset AB, Jacquemin A, et al. Genetic diversity, biochemical properties, epidemiology, and detection methods of IMP- and VIM-type carbapenemases. Clin Microbiol Rev. 2025;38(3):e0012923. <https://doi.org/10.1128/cmr.00129-23>
6. Poirel L, Héritier C, Tolün V, Nordmann P. Emergence of oxacillinase-mediated resistance to imipenem in Klebsiella pneumoniae. Antimicrob Agents Chemother. 2004;48(1):15-22 <https://doi.org/10.1128/AAC.48.1.15-22.2004>
7. Yong D, Toleman MA, Giske CG, et al. Characterization of a new metallo-beta-lactamase gene, bla(NDM-1), and a novel erythromycin esterase gene carried on a unique genetic structure in Klebsiella pneumoniae sequence type 14 from India. Antimicrob Agents Chemother. 2009;53(12):5046-5054. <https://doi.org/10.1128/AAC.00774-09>
8. European Centre for Disease Prevention and Control. Antimicrobial resistance in the EU/EEA (EARS-Net) - annual epidemiological report 2023, 2024. <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/antimicrobial-resistance-annual-epidemiological-report-EARS-Net-2023.pdf> (11. dec 2025)
9. Sundhedsstyrelsen. Vejledning om forebyggelse af spredning af CPO, 2018. <https://www.sst.dk/media/stzivesx/vejledning-om-forebyggelse-af-spredning-af-cpo.pdf> (11. dec 2025)
10. Retsinformation. Bekendtgørelse om anmeldelse af smitsomme sygdomme (gældende), 2025. <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2025/865> (11. dec 2025)
11. Christiansen CH, Ravn C, Wang M. Ni carbapenemaseproducerende organismer hos en ukrainsk krigstraumepatient. Ugeskr Læger 2023;185(24):V01230015. <https://ugeskriftet.dk/videnskab/ni-carbapenemaseproducerende-organismer-hos-en-ukrainsk-krigstraumepatient>
12. Duarte ASR, Pessoa J, Attauabi M, et al. DANMAP 2024 - use of antimicrobial agents and occurrence of antimicrobial resistance in bacteria from food animals, food and humans in Denmark, 2025. DANMAP. <https://www.danmap.org/reports/2024> (11. dec 2025)

13. Hammerum AM, Lindegaard M, Hansen F, et al. Addendum to DANMAP report 2024. DANMAP. <https://www.danmap.org/-/media/institutter/foedevareinstituttet/danmap-site/report-2024/data-under-kap-8-2024/danmap-addendum-cpe-data.pdf> (11. dec 2025)
14. Agergaard CN, Porsbo LJ, Sydenham TV, Petersen A. Contaminated dicloxacillin capsules as the source of an NDM-5/OXA-48-producing *Enterobacter hormaechei* ST79 outbreak, Denmark and Iceland, 2022 and 2023. *Euro Surveill.* 2023;28(9):2300108. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2023.28.9.2300108>
15. Kohlenberg A, Svartström O, Apfalter P, et al. Emergence of *Escherichia coli* ST131 carrying carbapenemase genes, European Union/European Economic Area, August 2012 to May 2024. *Euro Surveill.* 2024;29(47):2400727. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2024.29.47.2400727>
16. Fonton P, Hassoun-Kheir N, Harbarth S. Epidemiology of *Citrobacter* spp. infections among hospitalized patients: a systematic review and meta-analysis. *BMC Infect Dis.* 2024;24(1):662 <https://doi.org/10.1186/s12879-024-09575-8>
17. Mo Y, Hernandez-Koutoucheva A, Musicha P, et al. Duration of carbapenemase-producing *Enterobacteriaceae* carriage in hospital patients. *Emerg Infect Dis.* 2020;26(9):2182-2185 <https://doi.org/10.3201/eid2609.190592>
18. Bar Ilan M, Kjerulf A. Who should be screened for carbapenemase-producing *Enterobacterales* and when? A systematic review. *J Hosp Infect.* 2023;142:74-87 <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2023.09.018>
19. Statens Serum Institut. Nationale infektionshygiejniske retningslinjer: generelle forholdsregler for sundhedssektoren, 2017. <https://hygiejne.ssi.dk/NIRgenerelle> (11. dec 2025)
20. Statens Serum Institut, Central Enhed for Infektionshygiejne. Infektionshygiejniske retningslinjer for CPO, 2024. <https://hygiejne.ssi.dk/retningslinjer/infektionshygiejniske-retningslinjer-for-cpo> (11. dec 2025)
21. Inkster T. A narrative review and update on drain-related outbreaks. *J Hosp Infect.* 2024;151:33-44. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2024.05.016>
22. Raun-Petersen C, Toft A, Nordestgaard MM, et al. Investigation of an *Enterobacter hormaechei* OXA-436 carbapenemase outbreak: when everything goes down the drain. *Infect Prev Pract.* 2022;4(3):100228. <https://doi.org/10.1016/j.infpip.2022.100228>
23. Eriksen HD, Porsbo LJ, Bang B, et al. New Delhi metallo- β -lactamase-1-producing *Klebsiella oxytoca* sequence type 2 from toilets as the likely source of nosocomial transmission to patients: a root cause analysis. *Infect Prev Pract.* 2025;7(4):100487 <https://doi.org/10.1016/j.infpip.2025.100487>
24. Hammerum AM, Hansen F, Nielsen HL, et al. Use of WGS data for investigation of a long-term NDM-1-producing *Citrobacter freundii* outbreak and secondary in vivo spread of blaNDM-1 to *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* and *Klebsiella oxytoca*. *J Antimicrob Chemother.* 2016;71(11):3117-3124. <https://doi.org/10.1093/jac/dkw289>
25. Engsbø AL, Hansen KH, Laugesen AL, et al. Outbreak investigations using whole genome sequencing documents toilets as a reservoir of carbapenemase-producing *Citrobacter freundii*: implication for infection prevention and control. *ESCMID Global Barcelona.* April 28, 2024 (E0655). <https://elibrary.escmid.org/?search%5Bdate%5D=2024-04-28%20-%202024-04-28&search%5Border%5D=relevance&search%5Bpage%5D=1&search%5Bquery%5D=engsbø%20AND%20E0655>
26. Engsbø AL, Hansen KH, Larsen MFJ, et al. Carbapenemase-producing *Enterobacterales* outbreak control by replacement of toilets or long-term disinfection? A real-life experience. *ESCMID Global Vienna.* April 13, 2025 (O0326). <https://elibrary.escmid.org/?search%5Bdate%5D=2025-04-13%20-%202025-04-13&search%5Border%5D=relevance&search%5Bpage%5D=1&search%5Bquery%5D=engsbø>
27. Ahlström MG, Hansen KH, Hertz FB, et al. Antibiotikabehandling af infektion med carbapenemase-producerende organismer (CPO). Dansk Selskab for Klinisk Mikrobiologi, 2025. <https://dskm.dk/wp-content/uploads/2025/03/250203-DSKM-CPO-behandlingsvejledning-final.pdf> (11. dec 2025)
28. Paul M, Carrara E, Retamar P, et al. European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases (ESCMID) guidelines for the treatment of infections caused by multidrug-resistant Gram-negative bacilli (endorsed by European Society of Intensive Care Medicine). *Clin Microbiol Infect.* 2022;28(4):521-547. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2021.11.025>
29. Tamma PD, Heil EL, Justo JA, et al. Infectious Diseases Society of America 2024 guidance on the treatment of antimicrobial-resistant Gram-negative infections. *Clin Infect Dis.* 2024:ciae403. <https://doi.org/10.1093/cid/ciae403>
30. Indenrigs- og Sundhedsministeriet. National handlingsplan for antimikrobiel resistens hos mennesker, 2025. <https://www.ism.dk/Media/638852182560099312/National%20handlingsplan%20for%20antimikrobiel%20resistens%20hos>

[%20mennesker.pdf](#) (11. dec 2025)