

Betina Højgaard og Jakob Kjellberg

Fem megatrends der udfordrer fremtidens sundhedsvæsen

REVIEW VERSION



Det Nationale Institut
for Kommuner og Regioners
Analyse og Forskning

*Fem megatrends der udfordrer fremtidens sundhedsvæsen –
REVIEW VERSION*

Publikationen kan hentes på www.kora.dk

© KORA og forfatterne, ÅR

Mindre uddrag, herunder figurer, tabeller og citater, er tilladt med tydelig kildeangivelse. Skrifter, der omtaler, anmelder, citerer eller henviser til nærværende, bedes sendt til KORA.

© Omslag: Mega Design og Monokrom

© Foto: Vælg et element.

Udgiver: KORA

ISBN: ISBN-nr.

Projekt: 11325

KORA
Det Nationale Institut for
Kommuners og Regioners Analyse og Forskning

KORA er en uafhængig statslig institution, hvis formål er at fremme kvalitetsudvikling samt bedre ressourceanvendelse og styring i den offentlige sektor.



Det Nationale Institut
for Kommuners og Regioners
Analyse og Forskning

Købmagergade 22
1150 København K
E-mail: kora@kora.dk
Telefon: 444 555 00

Forord

Denne rapport er udført for Danske Regioner og indeholder en afdækning af fremtidige udfordringer for det danske sundhedsvæsen i forhold til fem af Global Forum for Health Care Innovators udpegede megatrends:

- Den aldrende befolkning
- Den stigende betydning af kronisk sygdom
- Informationsrevolutionen
- Klinisk teknologis velsignelse og forbandelse
- Den nye sundhedsforbruger.

KORA ønsker at takke interviewpersonerne, som beredvilligt har stillet op med kort varsel, og stillet deres faglige viden til rådighed. Interviewpersonerne har selvsagt ikke noget ansvar for den færdige rapport, som de ikke har fået forevist.

Forfatterne

Marts 2017

Indhold

Resumé	6
1 Formål og metode	10
1.1 Metode	10
1.2 Afgrænsning.....	11
1.3 Læsevejledning.....	11
2 Den aldrende befolkning	12
2.1 Flere ældre	12
2.2 Stigende sundhedsudgifter med alderen	13
2.3 Reduktion i arbejdsstyrken	17
2.4 Opsamling.....	18
3 Den stigende betydning af kronisk sygdom	20
3.1 Stigende forekomst i kroniske sygdomme	21
3.2 Kroniske sygdomme og ikke mindst multisygdom stigende med alderen.....	25
4 Informationsrevolutionen	28
4.1 Øgede anvendelse af digitale løsninger	28
4.1.1 Apps og software som beslutningsstøtte for patienter, borgere og kliniker	28
4.1.2 Telemedicin en integreret del af behandlingen	30
4.1.3 Behov for sikring af kvaliteten af sundhedsapps	32
4.2 Øgede anvendelse af kunstig intelligens og big data	32
4.2.1 Klinisk beslutningsstøtte	34
4.2.2 Automatisering af kliniske opgaver.....	36
4.2.3 Automatisering af servicelogistikken.....	37
4.3 Behov for opbygning af en datainfrastruktur	37
4.4 Fare for skabelse af to parallelle systemer	39
4.5 Vil computere og robotter udmanøvrere sundhedspersonalet?	39
5 Klinisk teknologis velsignelse og forbandelse	41
5.1 Personlig medicin og individualiseret behandling	42
5.1.1 Genetiske analyser og personlig medicin anvendes allerede i dag	43
5.1.2 Forventningerne til personlig medicin	44
5.1.3 Biomarkører og –test centrale elementer i udvikling af personlig medicin.....	45
5.1.4 Behov for data	45
5.1.5 Den traditionelle måde at godkende medicin på udfordres	45
5.2 Taksonomien for sygdom skal gentænkes	46
5.3 Ethiske udfordringer	46
5.4 Fokus på sundhed frem for sygdom	47
5.5 Behov for nye kompetencer og øgede specialisering	47
6 Den nye sundhedsforbruger	48

6.1	Fremtidens borger har øgede forventninger til sundhedsvæsenet	48
6.2	Borgere og patienter en aktiv medspiller i sundhedsvæsenet	49
6.2.1	Borgerne er med på de teknologiske- og digitale løsninger	50
6.2.2	Mindre eller øgede ulighed i sundhed?	50
7	Tværgående opsamling	51
	Litteratur	54

Resumé

Global Forum for Health Care Innovators, der er et internationalt netværk af organisationer på sundhedsområdet, har i 2012 udpeget fem megatrends, der udfordrer sundhedsområdet. De fem megatrends er:

- Den aldrende befolkning
- Den stigende betydning af kronisk sygdom
- Informationsrevolutionen
- Klinisk teknologisk velsignelse og forbandelse
- Den nye sundhedsforbruger.

Danske Regioner har på baggrund heraf bedt KORA om at udarbejde en rapport, der med afsæt i en dansk kontekst kvalificerer og om muligt kvantificerer de af Global Forum for Health Care Innovators udpegede megatrends for sundhedsvæsenet, som nødvendiggør udvikling af det danske sundhedsvæsen.

Centrale udviklings tendenser for de fem megatrends

Den aldrende befolkning

I løbet af de næste 20 år vil der ske en kraftig ændring i befolkningssammensætningen i Danmark. Antallet af ældre vil stige markant, især antallet af de alle ældste borgere. Således forventes antallet af borgere, der er 80+ år, at være fordoblet i 2036. Den demografiske udvikling vil medføre en tosidet udfordring for sundhedsvæsenet i form af stigende efterspørgsel af sundhedsydelser og en aldrende arbejdsstyrke.

Alene stigning i det absolutte antal af ældre vil øge presset på sundhedsvæsenet, da sundhedsudgifterne er stigende med alderen. De stigende sundhedsudgifter med alderen kan i stor udstrækning tilskrives terminale omkostninger. Endvidere vil den stigende levetid medføre flere behandlingskrævende leveår. Hvor mange flere ressourcer, det vil kræve, afhænge af faktorer som: "sund aldring", den teknologiske udvikling i diagnostik og behandling samt de kommende ældres forventninger til sundhedsvæsenet og livet som ældre.

Store årgange står over for pension, mens mindre årgange træder ind på arbejdsmarkedet. I 2000 var der 4,3 borgere mellem 18-64 år for hver borger, der var 65+ år. Dette antal er blevet reduceret med 1,1 borgere fra 2000 til 2016, og forventes yderligere reduceret i de kommende år. Over en ca. 40 årig periode fra 2000 og frem forventes, der således at ske en halvering i forholdet mellem antallet af borgere mellem 18-64 år og de, der er 65+ år, så forholdet i 2042 er 2,2. Denne ændring er en udfordring for finansieringen af velfærdsstaten i almindelighed og for arbejdsstyrken på sundhedsområdet specifikt. Det betyder enten, at den enkelte sundhedsperson skal varetage flere sundhedsopgaver, eller at en større andel af borgere i den erhvervsaktive alder vil skulle beskæftiges i sundhedsvæsenet.

Den stigende betydning af kronisk sygdom

Ca. en tredjedel af befolkningen lever i dag med en eller flere kroniske sygdomme. Andelen forventes dog at stige i de kommende år (1).

Den demografiske udvikling vil medføre flere kronikere (ved uændret prævalens/incidens), da forekomsten af kronisk sygdom er stigende med alderen. Endvidere er multisygdom (flere kroniske sygdomme samtidig) stigende med alderen. Udvikling i diagnostiske metoder gør, at vi i

fremtiden vil kunne diagnosticere sygdomme tidligere end i dag, og dermed vil kriterierne for hvornår man er rask og syg blive ændret. Fremtidig forbedrede diagnostik- og behandlingsmuligheder vil dels føre til bedre behandling af sygdomme, dels bedre mulighed for overlevelse. Det vil betyde, at tidligere dødelige sygdomme i fremtiden kan få karakter af kroniske sygdomme, mens den bedre mulighed for overlevelse vil bevirke stigning i den gennemsnitlige levetid, og dermed stigning i kronisk sygdom qua den stigende forekomst med alderen.

Bedre og tidligere diagnosticering og behandling, som følge af den teknologiske udvikling, vil ikke kun have en negativ effekt på forekomsten af kroniske sygdomme, men vil også kunne reducere forekomsten af nogle kroniske sygdomme. Samlet set forventes den demografiske og de sygdomsmæssige komponenter og evt. kombinerede effekter her af, dog i de kommende 10 -15 år at have en større påvirkning på forekomsten af kroniske sygdomme end den teknologiske udviklings reducerende effekt.

Kronisk sygdom, og ikke mindst det at have flere samtidige kroniske lidelser, er forbundet med store årlig merudgift i det regionale sundhedsvæsen. Sundhedsudgifterne er 11 gange større for patienter med tre eller flere kroniske lidelser sammenlignet med en patient uden kronisk sygdom (2). Genindlæggelsesraten er ligeledes 5 og 12 gange større for patienter med henholdsvis 2 og 3+ kroniske sygdomme sammenlignet med patienter uden kronisk sygdom. Kronisk sygdom har ikke kun en negativ økonomisk effekt, men har også store menneskelige omkostninger i form af reduceret livskvalitet.

Alene den forventede fremtidige demografiske ændringer forventes at medføre en 21 % stigning i multisygdom fra 2014 til 2024 (stigning fra ca. 128.000 til ca. 154.000).

Informationsrevolutionen

Mængden af information og data forventes at eksplodere i de kommende år. Udviklingen vil være drevet af, at vi vil få mange flere data på den enkelte borger, dels i form af øgede registerdata, herunder gendata, dels i form af data indsamlet via sensorer, wearables, sociale medier, GPS-sporing og overvågning. Samkøring af de store mængder af data og brug af kunstig intelligens vil skabe en unik mulighed for at finde sammenhænge i data ud fra ikke præopstillede hypoteser.

Inden for blot de næste 10 år forventes den øgede datamængde, digitalisering og brug af kunstig intelligens at medfører en markant transformering af sundhedsvæsenet, idet udviklingen vil skabe grundlag for nye måder at tilgå sundhedsvæsenet på, nye arbejdsgange og automatisering af en række arbejdsopgaver. Der vil således ske en kraftig stigning i brugen af sundheds-apps og virtuelle konsultationer til vidensdeling, overvågning af sin fysiske tilstand samt til monitorering af sygdom og symptomer. Endvidere vil patienter og læger i fremtiden få adgang til avancerede beslutningsstøtteinstrumenter, i form af løsninger som eksempelvis doctor Watson.

Udviklingen vil bombardere patienter og klinikere med data, men for at det bliver en gevinst for borgeren og samfundet er det alt afgørende, at data bliver struktureret og kondenseret. Dette kræver, at der skabes en ny datainfrastruktur, som gør det muligt at sammenkører data på tværs af datakilder. Datasikkerhedsmæssige spørgsmål udfordre imidlertid opbygningen af en sådan struktur. I tråd hermed efterlyses der en stærkere politisk regulering af sundhedsapps og beslutningsstøtteværktøjer med henblik på at beskytte borgerne.

Flere af de interviewede frygter, at digitaliseringen og den teknologiske udvikling er i gang med at overhale det offentlige sundhedsvæsen, og der vil blive etableret to parallelle systemer. Hvor de mere ressourcestærke borgere vil tilkøbe sig private smarte løsninger. Andre informanter vurderer ikke dette som en reel trussel. Der er imidlertid bred enighed om at det private

marked vil komme til at få en lang større betydning end hidtil i sundhedsvæsenet, da den primære udvikling af de teknologiske løsninger vil foregå her, og de som følge her af har stor interesse i at få adgang til data. En vigtig opgave for det offentlige sundhedsvæsen bliver i den forbindelse, at få de private aktører som aktive medspillere, og herved blandt andet få gavn af alle de data, som borgerne selv indsamler.

Klinisk teknologisk velsignelse og forbandelse

Sundhedsvæsenet befinder sig på overgangen fra den mekaniske æra til den biologiske ære. Genteknologi og anden molekylær biologi forventes således at revolutionere sundhedsvæsenet i de kommende 10-15 år. Idet den bioteknologiske udvikling har skabt mulighed for at udvikle individuelle behandlinger på baggrund af den enkeltes genetiske profil. Yderligere er der skabt grundlag for, at vi kan udvikle nye behandlinger, der er målrettet fejl i genmassen – i modsætning til mere traditionelle lægemidler, der kompensere for kroppens ubalancer. Den bioteknologiske udvikling forventes således i de kommende 10-15 år at medvirke til et paradigmeskifte i det danske sundhedsvæsen, der vil medføre at:

- Behandlinger bliver langt mere individualiseret
- Sundhedsvæsenet vil have fokus på forebyggelse og sundhed frem for sygdom

Personlig medicin kan på den ene side forventes, at medføre et reducerede ressourceforbrug. Målrettet behandling vil betyde, at patient alt andet lige hurtigere får effekt af behandlingen, og dermed reduktion i behandlingsomkostningerne. På den anden side, er der også flere faktorer, der taler for at personlig medicin eller mere den viden, som gør udviklingen mulig vil generere et øgede ressourceforbrug. Den øgede indsigt i sammenhængen mellem vores gener og sygdom, vil således åbne op for nye behandlingsmetoder til sygdomme, som der i dag ikke findes en behandling til, samt erkendelse af helt nye sygdomme. Endvidere kan der forventes at opstå et øgede behov for løbende sekventeringer hos den enkelte borgere. Sidst men ikke mindst bliver hele lægemiddelprissætningen en spændende udfordring.

Identifikation af biomarkører for den enkelte sygdom, samt ikke mindst udvikling af valide biomarkørtest er helt afgørende for, at personlig medicins potentiale vil blive indfriet. Endvidere bliver der behov for, at genetiske data kan kobles med minimum andre sundhedsdata, men også gerne socio-og miljødata.

Den øgede indsigt i det genetiske grundlag for sygdomme og indsigt i molekylærbiologi, udfordre den nuværende anvendte sygdomstaksonomi. For at kunne udnytte det fulde potentiale af den løbende voksne forståelse af sammenhængen mellem molekylærbiologi og sygdom vil der være behov fra taksonomien gentænkes. Personlig medicin udfordre endvidere den traditionelle måde at godkende medicin på. I takt med at vores viden om genomet og sammenhængen mellem forskellige biomarkører og sygdomme øges, vil der rejse sig en række etiske dilemma, som der vil være behov for at samfundet forholder sig til som helhed.

I fremtidens sundhedsvæsen vil der være fokus på sundhed frem for sygdom. Ifølge de interviewede vil denne udvikling blandt andet være en naturlig følge af, at vi inden for de næste 10-15 forventes at kunne opspore langt flere sygdomme inden deres opstående.

Den nye sundhedsforbruger

I forhold til fremtidens borger er der to centrale tendenser. Den første tendens er, at fremtidens borger har øgede forventninger til sundhedsvæsenet, dels i forhold til hvad de kan forvente af behandling, dels i forhold til at blive informeret og inddraget. Dette vil stille nye krav til sundhedspersonalets ikke mindst i forhold til deres kommunikative færdigheder.

Den anden tendens er, at borger og patienter i fremtidens sundhedsvæsen vil blive en aktiv medspiller. Samfundet vil fremover have behov for, at borgerne i langt højere grad tager ansvar for egen sundhed. Den generelle digitalisering af samfundet understøtter denne udvikling og borgerne vurderes generelt også interesseret i at tage ansvar. Borgerne vil dog have behov for ny viden og kompetencer for at kunne påtage sig opgaven, og ikke alle borgere vil forventes at kunne gøre dette. Hvorvidt den øgede teknologisering, digitalisering og medinddragelse vil skabe mindre eller øgede ulighed i sundhed er uklart. På den ene side kan teknologien forventes, at gøre sundhedssystemet lettere tilgængeligt for borgere, som sundhedsvæsenet i dag har svært ved at nå til. Idealbilledet er, at ved at lade de borgere, der kan tage sig selv at gøre det, bliver der flere ressourcer til de borgere, der af forskellige årsager ikke magter det. På den anden side, er der en frygt for, at nogle borgere ikke vil kunne gribe de teknologiske løsninger, og dermed ikke vil blive inkluderet i sundhedsvæsenet. For at fange denne gruppe borgere, vurderes det helt centralt, at der tilbydes differentierede løsninger, hvor kommunikationen tilpasses og målrettes den enkelte tilsvarende behandlingstilbuddet.

Opsamling

På baggrund af gennemgangen af de fem megatrends, vurderes der at være følgende centrale tendenser for sundhedsvæsenet de næste 10-20 år (nævnt i tilfældig rækkefølge):

- Der vil blive flere ældre borgere og antallet af multisyge vil stige.
- Indsamling og brug af data vil vokse markant, især brugen af data indsamlet af borgeren selv.
- Borgerne vil få en meget mere central rolle i deres egen behandling, og især vil der være store forventninger til de ressourcer stærke borgere om at tage aktiv del i egen sundhed
- Borgerne vil stille højere krav til sundhedsvæsenet.
- Der vil ske en demokratisering af teknologien og viden. Borgerne vil være mere velinformet end i dag, hvilket vil skabe rum for et ligeværdigt samarbejde mellem borger og læge.
- Der vil ske en markant udbredelse i anvendelsen af digitale løsninger.
- Stigende anvendelsen af robotteknologi i sundhedsvæsenet.
- Sundhedsvæsenet vil blive proaktivt frem for reaktivt, der vil blive fokus på sundhed frem for behandling, borgerne skal holdes sunde og raske.
- Borgere såvel som klinikere vil i stigende grad benytte sig af forskellige beslutningsstøtte værktøjer i tråd med IMBs computer Watson.
- Mere individuelle forebyggelses- og behandlingsforløb, som følger af at der bliver bedre muligheder for at gøre brug af viden om patienternes genetiske arvemasse.
- En del arbejdsopgaver – både lægelige- og serviceopgaver - vil blive automatiseret. Samtidig vil teknologien skabe nye arbejdsopgaver, da ny teknologi vil resultere i nye undersøgelser og behandling.

Metode

Afdækningen af de af Global Forum for Health Care Innovators fem udpegede megatrends for sundhedsvæsenet, og hvordan de vil udfordre det danske sundhedsvæsen i fremtiden er baseret på:

- Desk-research
- Analyse af den historiske udvikling
- Interview med nøglepersoner

1 Formål og metode

Hvordan ser sundhedsvæsenet ud om 10 år, i år 2040 eller 2050? Det ved vi selvsagt ikke. Generelt er der dog enighed om, at sundhedsvæsenet står over for væsentlige udfordringer i de kommende år. Et stigende antal ældre og det, at vi bliver i stand til at behandle stadig flere sygdomme, fremhæves ofte som væsentligste udfordringer for sundhedsvæsenet (3).

Global Forum for Health Care Innovators, der er et internationalt netværk af organisationer på sundhedsområdet, har i 2012 udpeget fem megatrends, der udfordrer sundhedsområdet (4). De fem megatrends er:

- Den aldrende befolkning
- Den stigende betydning af kronisk sygdom
- Informationsrevolutionen
- Klinisk teknologis velsignelse og forbandelse
- Den nye sundhedsforbruger.

Danske Regioner har på baggrund her af bedt KORA om at udarbejde en rapport, der med afsæt i en dansk kontekst kvalificerer og om muligt kvantificerer de af Global Forum for Health Care Innovators udpegede megatrends for sundhedsvæsenet, som nødvendiggør udvikling af det danske sundhedsvæsen.

1.1 Metode

Med udgangspunkt i de af Global Forum for Health Care Innovators fem udpegede megatrends for sundhedsvæsenet har vi foretaget en afdækning af, hvordan megatrendsne vil udfordre det danske sundhedsvæsen i fremtiden. Afdækningen er baseret på:

- Desk-research
- Analyse af den historiske udvikling
- Interview med nøglepersoner

Desk research er benyttet til at skabe indsigt i udviklingstendenserne for de fem udpegede megatrends, samt hvordan de forventes at udfordre sundhedsvæsenet i fremtiden. Desk researchen er baseret på nyere relevante publikationer, artikler, rapporter, oplæg mv.

Analyser af den historiske udvikling er benyttet til at beskrive udviklingen i fx den demografiske udvikling over tid.

Interview med nøglepersoner er foretaget i de tilfælde, hvor resultaterne af desk research er vurderet ikke at give et fyldest dækkende billede af, hvilke tendenser der synes at være for de enkelte megatrends i fremtiden. Der er gennemført i alt ni telefoninterview. Udvælgelsen af interviewpersoner er foretaget på baggrund af desk research, og ved at informanter har peget på relevante videnspersoner. Endvidere er der foretaget interview af medarbejdere i KORA med særlig indsigt i innovation, teknologi og brugerinddragelse. Interviewpersonerne fremgår af Boks 1.

Boks 1. Informanter der har medvirket ved interview

- ❖ Anders Kofod-Petersen, vicedirektør, Alexandra Instituttet samt professor i kunstig intelligens ved Norges Teknisk-Naturvidenskabelige Universitet (NTNU) i Trondheim
- ❖ Grete Brorholt, seniorprojektleder, KORA
- ❖ Helle Sofie Wentzer, seniorprojektleder, KORA
- ❖ Jørgen Løkkegaard, centerchef, Velfærds- og Interaktionsteknologi, Teknologisk Institut
- ❖ Karen Andersen-Ranberg, overlæge, geriatrisk afd. OUH, samt Lektor, epidemiologi, Institut for Sundhedstjenesteforskning, SDU
- ❖ Marianne Levinsen, forskningschef, Fremforsk, Center for Fremtidsforskning
- ❖ Morten Kyng, professor i pervasive computing, Institut for Datalogi, Aarhus Universitet samt leder af sundheds it, Alexandra Instituttet.
- ❖ Peder Jest, direktør Odense Universitetshospital
- ❖ Stinne Aaløkke Ballegaard, seniorprojektleder, KORA
- ❖ Søren Brunak, bioinformatiker, professor, Københavns Universitet
- ❖ Tariq Osman Andersen, adjunkt, Datalogisk Institut, Københavns Universitet
- ❖ Thomas Trolle, bioinformatiker, Evaxion Biotech

1.2 Afgrænsning

Nærværende rapport har primært fokus på det regionale sundhedsvæsen.

Det er ikke formålet med denne rapport, at redegøre for hvilke tiltag sundhedsvæsenet i fremtiden vil skulle iværksætte for at imødekomme de fremtidige udfordringer, som udpeges i rapporten.

1.3 Læsevejledning

De efterfølgende kapitler 2-6 består af en gennemgang af hver af de fem udpegede megatrend. Hvert kapitel indledes med en sammenfatning af de centrale tendenser for udfordringerne i forhold til den konkrete megatrend, efterfulgt af en mere detaljeret beskrivelse af udfordringerne. I kapitel 7 foretages der en opsamling på tværs af de fem megatrend, og de centrale tendenser for hvordan de vil udfordre sundhedsvæsenet i fremtiden beskrives.

2 Den aldrende befolkning

Det fremgår af prognoser fra Danmarks Statistik, at der i løbet af de næste 20 år vil der ske en kraftig ændring i befolkningssammensætningen i Danmark, således at der bliver flere ældre (5). Stigningen i antallet af ældre skyldes dels stigende middellevetid, dels en generationseffekt med en stor efterkrigsgeneration. Den demografiske udvikling udfordrer sundhedsvæsenet da:

- Den aldrende befolkning sætter sundhedsvæsenet under pres, da sundhedsudgifter er aldersafhængige, dvs. de er relativt højere for ældre (6)
 - Stigningen i det absolutte antal af ældre vil i sig selv øge presset på sundhedsvæsenet
 - Endvidere vil den stigende levetid medføre flere behandlingskrævende leveår og den højere alder vil også i sig selv bidrage til et udgiftspres. Omfanget heraf vil imidlertid afhænge af faktorer, så som "sund aldring", den teknologiske udvikling i diagnostik og behandling samt de kommende ældres forventninger til sundhedsvæsenet og livet som ældre.
- Der bliver færre personer til at varetage det øgede sundhedspres. Store årgange står over for pension, mens mindre årgange træder ind på arbejdsmarkedet.

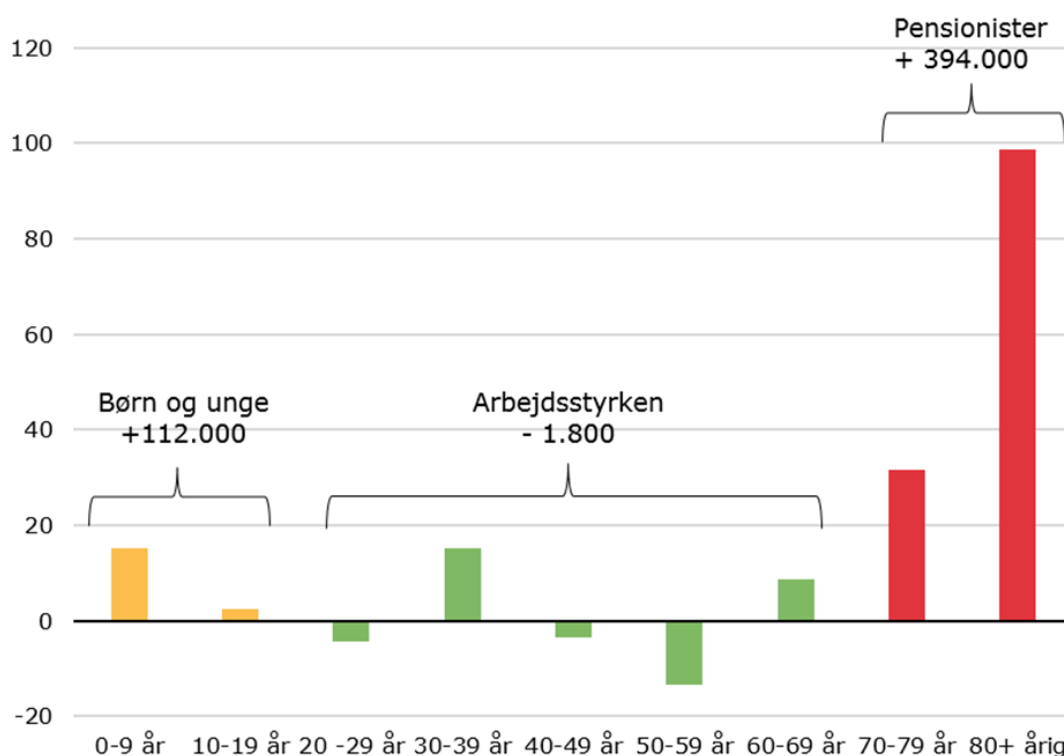
I de følgende afsnit gives en beskrivelse af, hvordan den fremtidige demografiske udvikling forventes at udfordre sundhedsvæsenet.

2.1 Flere ældre

Figur 2.1 viser den markante ændring i befolkningens alderssammensætning, som Danmarks Statistik forventer der vil ske i løbet af de næste 20 år. I 2036 forventes der, at være markant flere ældre, mens antallet af personer i den erhvervsaktive alder vil falde.

Årsagen til den forventede markante ændring i befolkningssammensætningen i de kommende årtier er, at fødselstallet efter anden verdenskrigs afslutning var meget højt (det såkaldte babyboom). Efterkrigsgenerationerne er nu nået pensionsalderen, mens de generationer, der træder ind på arbejdsmarkedet er noget mindre. Endvidere er årsagen stigende middellevetid.

Figur 2.1 Den procentvise ændring i antallet af borgere i Danmark fra 2016 til 2036 fordelt på aldersgrupper.



Note: Notetekst

Kilde: (5)

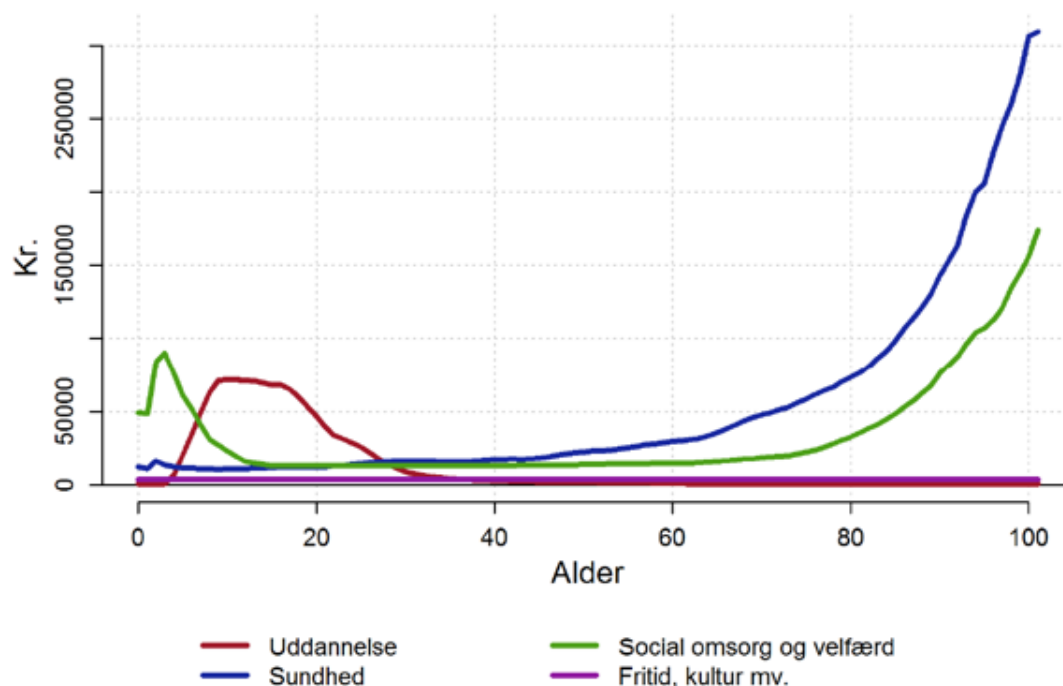
Danmarks Statistik forventer, at antallet af borgere, der er 80+ år i 2036, vil være næste fordoblet i forhold til 2016 (5). De 80+ årige udgør en særlig udfordring for sundhedsvæsenet, fordi de typisk er mere syge, og deres sygdomsbillede typisk er mere komplekse med flere samtidige sygdomme (multisygdom). Det stiller krav om særlig ekspertise. Samtidig er de 80+ årige ofte i kontakt med mange forskellige dele af sundhedsvæsenet på én gang, hvilket stiller øgede krav til samordning og koordination.

2.2 Stigende sundhedsudgifter med alderen

Beregninger fra DREAM¹ baseret på registerudtræk og nationalregnskab viser, jf. figur 2.2, at udgifterne til sundhedsområdet stiger med alderen (6). Beregningerne fra DREAM er baseret på de offentlige udgifter til fx medicin, hospital, sygesikring og udgifter til plejehjem. Ifølge beregningerne er de gennemsnitlige sundhedsudgifter frem til 20-års alderen 12.000, hvorefter de "stiger monotont", for at stige kraftigt ved 72-års alderen.

¹ DREAM: Danish Rational Economic Agents Model. DREAM er en uafhængig institution, som foretager langsigtede analyser af dansk økonomi

Figur 2.2 Gennemsnitlige aldersfordelte udgifter til individuel offentlig service, 2011.



Note: Grafen er baseret på DREAMs egne beregninger på registerdata 2012 og Nationalregnskabet 2011

Kilde: (6)

Bag de væsentlig højere sundhedsudgifter for ældre ligger imidlertid, at en stor andel af de ældres sundhedsudgifter skyldes terminale udgifter. Med terminale udgifter forstås udgifter, som afholdes i det/de sidste leveår. Det vil sige, at sundhedsudgifterne ikke alene afhænger af alderen men også af afstand til død. En simpel "naiv" fremskrivning, hvor de nuværende aldersafhængige omkostninger ganges med det forventede antal af borger i de forskellige aldersgrupper, vil således med stigende levealder overestimere effekten af den demografiske udvikling. Dette skyldes, at der i hver aldersgruppen vil være en højere overlevelse, end det er tilfældet for aldersgruppen i dag, og dermed færre terminale sundhedsudgifter inden for en given aldersgruppe.

Konsekvensen af den forventede demografiske ændring (figur 2.1) på sundhedsudgifterne, vil ved en alt andet lige betragtning², afhænge af, hvordan de gennemsnitlige aldersafhængige sundhedsudgifter ændres som følge af en stigende levealder. Kernen i problemstillingen i forhold til fremskrivning af sundhedsudgifterne består i:

- hvordan og hvor meget de terminale omkostninger udskydes, som følge af stigende levealder?
- om de aldersafhængige sundhedsudgifter påvirkes og i så fald hvor meget?

² Ved en alt andet lige betragtning, ses der isoleret på den demografiske effekt på sundhedsudgifterne. Dvs. at der ikke tages højde for at andre faktorer så som teknologisk udvikling, effektivisering, rationalisering, den nationale økonomi og institutelle karakteristika også har betydning for sundhedsudgifterne.

Sammenhængen mellem alder og sundhedsudgifter, herunder hvordan øget forventet levetid påvirker fremskrivningen af sundhedsudgifterne har været omdrejningspunkt for stor sundhedsøkonomiske debat gennem mere end 20 år (fx (7-16)) og debatten er stadig pågående. Ansporet af Zweifel m.fl (8) er der flere studier (fx (9-13,17)), der peger på, at det snare er afstanden til død end aldring af befolkningen, der forklarer stigningen i sundhedsudgifterne. Zweifel m.fl. (8) finder således, at aldersvariablen i sig selv bliver insignifikant, når afstanden til død inkluderes i deres estimation af de individuelle sundhedsomkostninger. Det vil sige, at alder i sig selv ikke har betydning for sundhedsudgifterne. Andre studier har vist, at ikke kun afstand til død, men at alder også i sig selv har betydning for sundhedsudgifterne (fx et tidligere dansk studie af (18)). Samlet synes der således at være en kombinationseffekt. Det vil sige, at de stigende omkostninger med alderen, både kan tilskrives terminale udgifter og stigende forbrug af sundhedsydelser med alderen.

Som nævnt ovenfor er der tale om en pågående debat, og der er således ikke enighed om, hvordan og hvor meget aldring af befolkningen påvirker sundhedsudgifterne. En undersøgelse (19) af sammenhængen mellem aldring og udviklingen af sundhedsudgifter pr borger, baseret på data fra EU15 landene³, finder at aldring kun har en kortvarig effekt på sundhedsudgifterne, mens forventede levetid har en langsigtet effekt (stigende levealder fører til stigning i sundhedsudgifterne). I et nyere dansk og norsk studie (15) af påvirkningen af levetidsforøgelse på hospitalsudgifterne finder de et skift i udgiftskurven svarende til ændringen i levetiden. Det vil sige, at ved en ændring i den forventede levetid i befolkningen på to år, vil det betyde at en fremtidig 70 årige har sundhedsudgifter, som en 68 årige i dag. Dette vil gælde for både dem der dør og dem som overlever som 70 årige. Den fundne sammenhæng kan tilskrives *Sund aldring*.

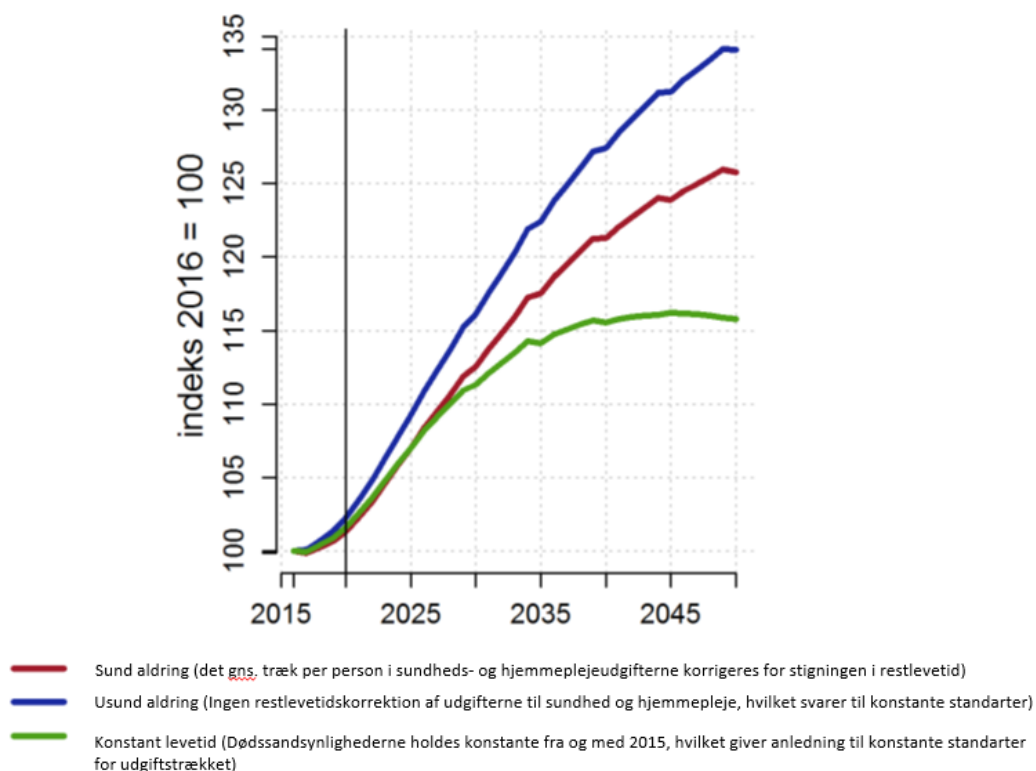
Sund aldring – og ikke mindst omfanget her af – er et centralt begreb i forhold til betydningen af en stigning i befolkningens levetid på sundhedsudgifterne. Teorien om sund aldring bygger på, at når gennemsnitsalder stiger, vil der være færre i en given alder der dør, og som følge heraf færre terminale udgifter, hvilket vil resultere i lavere gennemsnitsudgifter for den givende aldersgruppe. Endvidere antages det, at når folk i gennemsnit lever længere, vil de også i en given alder være sundere. Sidst nævnte underbygges af epidemiologisk forskning, som viser, at aldringsprocesser er modificerbare og at folk lever længere uden svære funktionstab (20). Dokumentationen heraf er imidlertid baseret på funktionstab og ikke sygelighed. Både et engelsk (21) og amerikansk studie (22) af efterkrigstidsgenerationen, som er den generation, der i høj grad driver den demografiske udvikling i de kommende år, viser imidlertid, at deres sundhedstilstand og selv vurderet sundhed ikke er bedre – snarere dårligere – end den foregående generation. Efterkrigstidsgenerationer er netop vokset op i en tid med store velstandsforbedringer, kraftig vækst i livsstilrelaterede sygdomme samt bedre behandlingsmuligheder. Endvidere har de en øget forventning til alderdommen, og deres sundhedstilstand. Alt sammen noget der kan forventes at påvirke, deres efterspørgsel efter sundhedsydelser, og som potentielt vil kunne reducere omfanget af sund aldring. Uagtet omfanget af sund aldring vil den demografiske udvikling, alt andet lige, medfører øgede sundhedsudgifter, som følge af at der bliver flere ældre og dermed flere terminale udgifter samt flere potentielle behandlingskrævende leveår.

Betydningen af de fremtidige demografiske ændringer på sundhedsudgifterne afhænger af, hvor meget gennemsnitsalderen stiger samt om det "aldersafhængige" forbrug af sundhedsydelser ændres. I forhold til sidst nævnte vil sund aldring kunne reducere omfanget af stigningen, mens nye behandlingsmuligheder vil trække i den anden retning. Den præcise betydning af de fremtidige demografiske ændringer på sundhedsudgifterne er dermed svær at spå om. DREAM-gruppen har i 2016 foretaget eksperimenter på DREAM-modellen i forhold til konsekvenserne

³ EU-15 landene er Østrig, Belgien, Danmark, Finland, Frankrig, Tyskland, Grækenland, Irland, Italien, Luxembourg, Holland, Portugal, Spanien, Sverige og Storbritannien.

af forskellige demografiske sundhedsudgiftstræk på de samlede sundhedsudgifter (23). Resultatet af eksperimenterne fremgår af figur 2.3.

Figur 2.3 Demografiske effekters betydning for sundhedsudgifterne ved tre forskellige eksperimenter på DREAM data ift. antagelse om konstant levetid, sund- og usund aldring



Note: Notetekst

Kilde: Figur 6 i (23)

Figur 2.3 viser at, hvis det antages, at levetiden er uændret efter 2014 (*konstant levetid* scenariet) vil sundhedsudgifterne stige med ca. 15 % i 2050 i forhold til i 2016. Denne udvikling i udgifterne er alene bestemt af årgangseffekterne, dvs. at det er størrelsen af de enkelte generationer, der fastlægger udgiftstrækket. I de to andre scenarier (*sund- og usund aldring*) er levetiden antaget forlænget. Konsekvensen af den længere levetid er, at sundhedsudgifterne i 2050 øges med yderligere 20 procentpoint (*usund aldring* sammenlignet med *konstant levetid*), da der samlet vil være flere ældre. Betydningen af de flere ældre er dog reduceret i *sund aldring* scenariet, da der her er foretaget korrektion for stigningen i restlevetiden i det gennemsnitlige udgiftstræk per person, mens der ikke er foretaget korrektion i *usund aldring* scenariet. Det betyder, at ved antagelse om *sund aldring* stiger sundhedsudgifterne med 25 % i 2050 i forhold til udgifterne i 2016, mens sundhedsudgifterne stiger med næsten 35 %, hvis der antages *usund aldring*. *Sund aldring* mindsker således udgifterne til sundhed med otte procentpoint i forhold til *usund aldring*.

Det kan hermed konkluderes, at stigende levealder kombineret med store fødselsårgange, der ældes, vil trække sundhedsudgifterne i en opadgående retning, mens en forbedret generel sundhedstilstand blandt de ældre vil kunne trække lidt i den anden retning og afbøde noget af stigningen. Uagtet hvilket rationale, der opstilles i forhold til levetidsændring, sund- versus

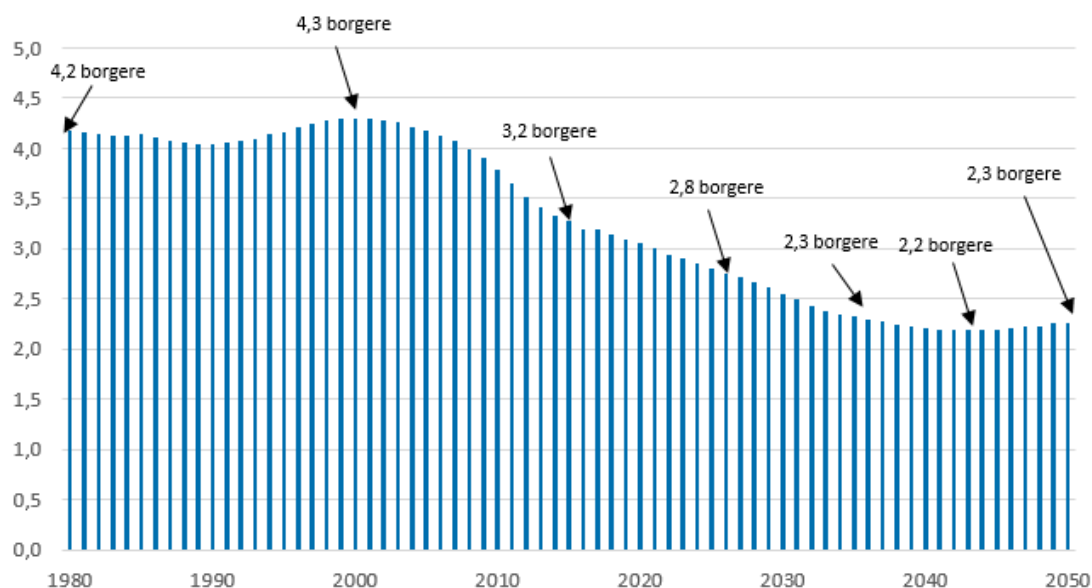
usund aldring, er der imidlertid ingen tvivl om, at de kommende årtiers forventede demografiske udvikling vil udfordre sundhedsvæsenet.

2.3 Reduktion i arbejdsstyrken

Ændringer i den samlede arbejdsstyrke er den anden store udfordring i fremtidens sundhedsvæsen i forhold til megatrenden den aldrende befolkning. I dette afsnit ser vi på hvor stor udfordringen er, og om der (også) er tale om en udfordring i dansk kontekst.

Der vil i de kommende år blive færre personer til at forsøge de ældre samt til at varetage det stigende omfang af sundhedsopgaver, jf. figur 2.1. Figur 2.4 viser, at i 2000 var der 4,3 borgere mellem 18-64 år for hver borger, der var 65+ år. Fra 2000 til 2016 er antallet blevet reduceret med 1,1 borgere. Hvis befolkningsudviklingen bliver, som Danmarks Statistiks befolkningsprognose foreskriver, vil der i 2042 være 2,2 borgere mellem 18-64 år for hver borger, der er 65+år. Det vil sige, at der over en ca. 40 årig periode kan forventes at ske en halvering i forholdet mellem antallet af borgere mellem 18-64 år og de, der er 65+ år. Denne ændring er en udfordring for finansieringen af velfærdsstaten i almindelighed og for arbejdsstyrken på sundhedsområdet specifikt. Det betyder, at der enten i fremtiden vil blive færre hænder til at varetage de samme sundhedsopgaver, eller at en større andel af borgere i den erhvervsaktive alder vil skulle beskæftiges i sundhedsvæsenet.

Figur 2.4 Antallet af borger mellem 18-64 år for hver borger, der er 65+ år



Note: Notetekst

Kilde: Udarbejdet på baggrund af data fra (5,24)

Hvis vi specifikt ser på antallet af ansatte i det regionale sundhedsvæsen var der i 2015 116.516 fuldtidsstillinger⁴. Under antagelse af, at det er de 75+ årige, der alene driver behovet for sundhedspersonale, vil der ved en direkte fremskrivning, i 2025 være behov for 173.259 fuldtidsstillinger, som følge af væksten i antallet af 75+ årige. Sammenholdt med antallet af borgere, der er 18-64 år, vil sundhedspersonalet udgøre 4,9 % i 2025, mod at de udgjorde 3,4 % i 2015.

⁴ Baseret på udtræk i E-sundhed af antal kapaciteter i praksissektoren samt antal fuldtidsbeskæftigede på offentlige sygehuse

Andelen af 75+ årige må imidlertid anses som kun at være én af mange faktorer, der har betydning for den fremtidige efterspørgslen efter personale i det regionale sundhedsvæsen. Faktorer som de økonomiske rammebetingelser, stigning i antallet af kronikere og multisyge (diskuteres yderligere i kapitel 3), den teknologiske udvikling (diskuteres yderligere i kapitel 5), ændring og omlægning af behandlingstilbud (fx ændring fra indlæggelse til ambulant behandling, øget fokus på sammenhængende patientforløb mm), effektivisering, øget krav fra patienter og pårørende og opgaveglidninger vil ligeledes have stor betydning på efterspørgslen efter personale. Andre antagelser i ovenstående scenarie beregning vil dermed give andre resultater. Når det er sagt, er der imidlertid ingen tvivl om, at den demografiske udvikling er en af de mere afgørende faktorer for efterspørgslen.

Den demografiske ændring og deraf følgende reduktion i den samlede arbejdsstyrke synes i forhold til sundhedssektoren mere at være en finansieringsudfordring end en rekrutteringsudfordring. Igennem de senere år, er der således blevet uddannet flere læger og sygeplejersker, hvorfor afgangene af "de store årgange" fra arbejdsmarkedet ikke umiddelbart forventes, at reducere udbuddet af læger og sygeplejersker. Sundhedspersonalet må imidlertid forventes i fremtiden at komme til at udgøre en større andel af arbejdsstyrken.

Regeringens lægedækningsudvalg konkluderede i deres rapport fra januar 2017, at der frem mod 2040 ikke er et generelt, landsdækkende lægedækningsproblem (25). Konklusionen er baseret på Sundhedsstyrelsens lægeprognose for 2015-2040 (26). Af lægeprognosen fremgår det, at antallet af læger og speciallæger i Danmark har været stigende de seneste godt 10 år, grundet at der bliver uddannet flere og flere læger. Prognosen peger på en relativt stor stigning i antallet af speciallæger, som overstiger den samlede befolkningstilvækst. Frem mod 2040 ventes antallet af speciallæger pr 1.000 indbyggere således, at stige med 35 %. Vurderingen af, at der ikke er et lægedækningsproblem i fremtiden, er i prognosen alene baseret på at efterspørgslen efter læger følger den historiske udvikling, dvs. den samme vækst i antallet af beskæftigede læger og speciallæger, som er set i perioden 2006-2012.

Der forelægger ingen nyere officielle prognoser for andre personalegrupper, såsom sygeplejersker, social- og sundhedsassistenter, portører mv. Der har imidlertid været en vækst i antallet af beskæftigede sygeplejersker igennem de senere år. Fra 2002 til 2015 er antallet af sygeplejersker steget med lidt over 7.000 fra 52.648 til 60.710 (27). Endvidere er dimensioneringen til uddannelsen øget de senere år. Dette sammenholdt med virkning af tilbagetrækningsreformen⁵, må forventes at betyde at antallet af sygeplejersker også fremadrettet vil stige. Spørgsmålet er imidlertid, hvorvidt denne stigning matcher den øget efterspørgsel genereret af den demografiske udvikling. Modsat uddannelsen til sygeplejerske og især læge, tager det forholdsvis kort tid, at uddanne social- og sundhedsassistenter, hvorfor en eventuel fremtidig mangel herpå, hurtigt kan afværges ved at øge dimensioneringen til uddannelsen.

2.4 Opsamling

Samlet kan det konkluderes, at den demografiske udvikling, som vil medføre flere ældre, bliver en tosidet udfordring i form af stigende efterspørgsel af sundhedsydelser og en aldrende arbejdsstyrke. Stigningen i efterspørgslen af sundhedsydelser er et resultat af, at det absolutte antal af ældre vil stige, samt at den stigende levetid vil medføre flere behandlingskrævende leveår. Den aldrende arbejdsstyrke vil betyde, at der er færre til at finansiere den

⁵ Tilbagetrækningsreformen blev vedtaget af folketinget den 21. december 2011. Reformen betyder blandt andet, at efterlønsalderen fra og med 2017 løbende hæves frem til 2023, så den i 2023 er 64 år, mens folkepensionsalderen fra 2019 frem til 2022 hæves til 67 år.

øgede efterspørgsel, og at en større andel af arbejdsstyrken vil være beskæftigede i sundhedssektoren.

3 Den stigende betydning af kronisk sygdom

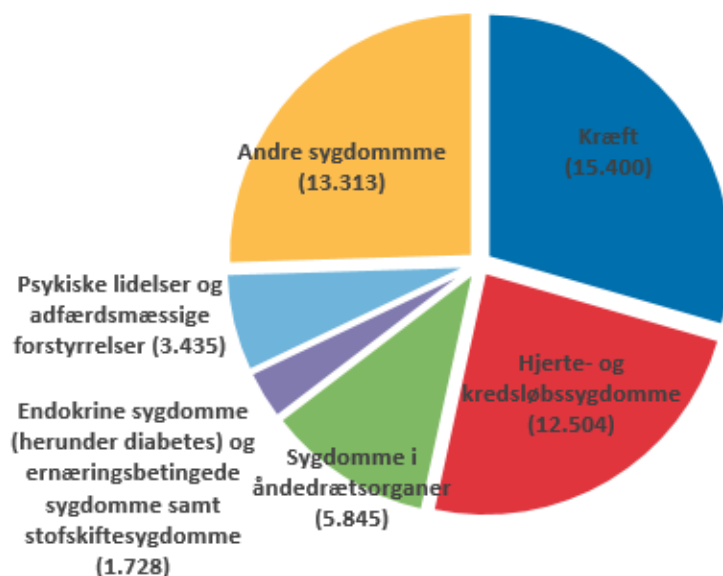
Forekomsten af kroniske sygdomme er steget i de senere år blandt andet som følge af bedre leveår og muligheder for behandling af sygdomme, som tidligere var livstruende. Ca. en tredjedel af befolkningen lever med en eller flere kroniske sygdomme (1). Kroniske sygdomme omfatter: Leddegigt, slidgigt, rygsygdom, knogleskørhed, iskæmisk hjertesygdom⁶, hjertesvigt, apopleksi, astma, KOL, kronisk lungefunktion, diabetes, psykisk sygdom, kræft og allergi.

Definition Kronisk sygdom

Jf. Sundhedsdatastyrelsens Begrebsbase har kroniske sygdomme "en eller flere af følgende karakteristika: De er varige, efterlader blivende følger, skyldes ikke-reversible patologiske forandringer, de kræver en særlig rehabiliteringsindsats eller må forventes at kræve langvarig overvågning, observation eller behandling" (29)

Foruden at have store konsekvenser for livskvaliteten forårsager kroniske sygdomme mange tabte leveår som følge af for tidlig død, og herunder tab af potentielle produktive leveår (30). Kroniske sygdomme er jf. figur 3.1 årligt årsag til flest dødsfald i Danmark.

Figur 3.1 Dødsårsag 2015, total antal døde 52.225



Note: Notetekst

Kilde: Baseret på data fra dødsårsagsregisteret

⁶ Iskæmisk hjertesygdom er en fælles betegnelse for sygdomme i hjertet, der skyldes forsnævring af de årer, der forsyner hjertet med blod (28)

Følgende udviklingstendenser indikerer, at forekomsten af kronisk sygdom samlet vil stige i de kommende år, og dermed udfordre sundhedsvæsenet:

- Den demografiske udvikling vil medføre flere kronikere (ved uændret prævalens/incidens), da forekomsten af kronisk sygdom er stigende med alderen. Endvidere er multisygdom (flere kroniske sygdomme samtidig) stigende med alderen (demografisk komponent)
- Udvikling i diagnostiske metoder gør, at vi i fremtiden vil kunne diagnosticere sygdomme tidligere end i dag, og dermed vil kriterierne for hvornår man er rask og syg blive ændret (sygdomsmæssig komponent).
- Forbedrede diagnostik- og behandlingsmuligheder vil føre til bedre behandling af sygdomme. Som følge heraf, må det forventes at tidligere dødelige sygdomme i fremtiden kan få karakter af kroniske sygdomme (sygdomsmæssig komponent).
- Forbedrede diagnostik og behandling vil medføre bedre mulighed for overlevelse. Dette vil bevirke stigning i den gennemsnitlige levetid, og dermed stigning i kronisk sygdom qua den stigende forekomst med alderen (sygdomsmæssig komponent).

Bedre og tidligere diagnosticering og behandling, som følge af den teknologiske udvikling (beskrives yderligere i kapitel 5), vil ikke kun have en negativ effekt på forekomsten af kroniske sygdomme, men vil også kunne reducere forekomsten af nogle kroniske sygdomme. Samlet set forventes den demografiske og de sygdomsmæssige komponenter og evt. kombinerede effekter heraf, dog i de kommende 10 -15 år at have en større påvirkning på forekomsten af kroniske sygdomme end den teknologiske udvikling reducerende effekt. Forekomsten af kronisk sygdom må som følge heraf forventes at være stigende i fremtiden.

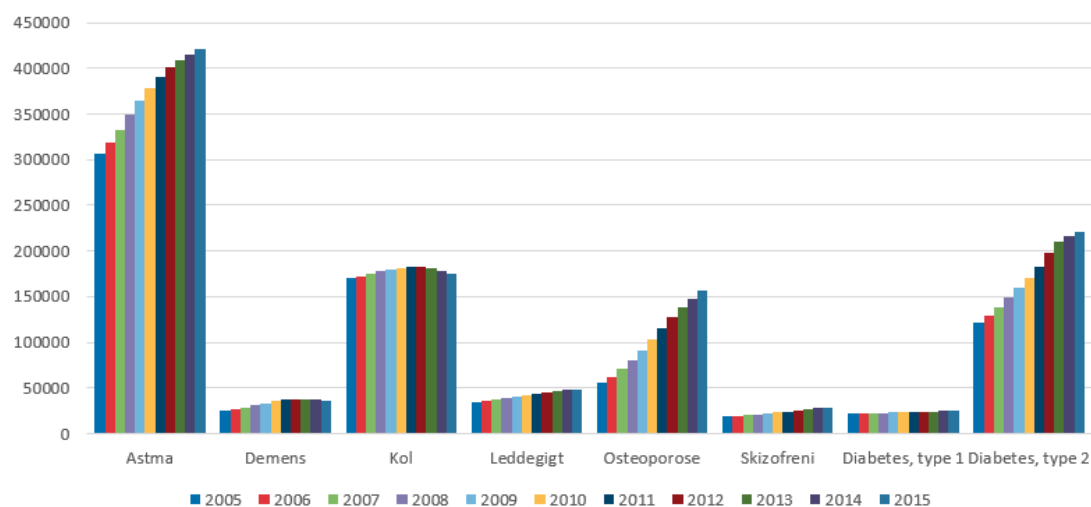
I de følgende afsnit vil ovenstående beskrevne forventede tendenser i forhold til kroniske sygdomme blive kvalificeret.

3.1 Stigende forekomst i kroniske sygdomme

Det er vanskeligt at spå om fremtiden, især i forhold til udviklingen i sygdomme. En metode til at få et kvalificeret skøn herpå er imidlertid, at se på de historiske udviklingstendenser for kroniske sygdomme, og med afsæt heri foretage en vurdering af hvilke fremtidige udviklingstendenser, der kan forventes.

Forekomsten i kroniske sygdomme er, med undtagelse af demens og kronisk obstruktiv lunge sygdom (KOL) stigende (jf. figur 3.2 og 3.3). Forekomsten af demens forventes dog at stige i de kommende år, som følge af den demografiske udvikling, idet hyppigheden for demens er markant stigende med alderen (side 12 i (31)). Endvidere har den nationale demenshandleplan 2025 (32), som blev vedtaget i slutningen af 2016, som ét af sine i alt tre erklærede nationale mål, at flere mennesker med demens skal udredes. Underdiagnosticering er et kendt problem i forhold til demenssygdom (side 13 i (31)).

Figur 3.2 Udviklingen i udvalgte sygdomme 2005-2015, antal personer med sygdomme i Danmark



Note: KOL: kronisk obstruktiv lungesygdom, Osteoporose: Knogleskørhed
Kilde: Baseret på data fra (33)

Figur 3.3 Udviklingen i antallet af personer (prævalensen) med kræft og nye kræfttilfælde



Note: Notetekst
Kilde: Baseret på data fra tabel 8, 17 og 18 i (34)

Mange kroniske sygdomme er livsstilsrelateret (side 55 i (35)). For nogle af de kroniske sygdomme, kan dele af den observerede stigning i forekomsten således formegentlig tilskrives ændrede livsstil. Eksempelvis øger overvægt risikoen for at få type-2 diabetes og hjerte-kar-sygdomme (side 262 i (36)), mens fysisk inaktivitet øger risikoen for at få fx iskæmisk hjerte-sygdom, forhøjet blodtryk, diabetes, knogleskørhed og nogle former for kræft (side 147 i (35)).

Den observerede reduktion i forekomsten af KOL i figur 3.2 kan formegentlig i nogen grad tilskrives det faldende antal rygere i Danmark over tid⁷. Andelen af rygere har dog været uændret i siden 2011 (37). Ligeledes har andelen, der er moderat eller hårdt fysisk aktive i fritiden, været uændret i perioden 2010 til 2013 (38). Omvendt viser en ny rapport, at andelen af svært overvægtige voksne i Danmark blot fra 2011 til 2014 er steget fra 13 til 15 % (39). Der tegner sig således ikke et entydigt billede i forhold til udviklingen i danskernes livsstil, hvorfor det også er svært at gisne om, hvorvidt vi kan forvente en forværring eller forbedring af danskernes livsstil i de kommende år samt andre risikofaktorer, og som følge heraf af stigning eller reduktion i antallet af kronikere.

Stigningen i forekomsten af kroniske sygdomme afspejler ikke blot øget sygelighed, men også at kriterierne for de kroniske sygdomme løbende ændres i takt med at de diagnostiske metoder forbedres, og vi herved bliver i stand til at diagnosticere sygdomme i et tidlige stadie. Eksempelvis er der løbende gennem de sidste 20 år sket ændringer af kriterierne for type-2 diabetes (40). Spørgsmålet er ligeledes om den i figur 3.2 observerede kraftige stigning i knogleskørhed over de sidste 10 år, skyldes øget sygelighed eller i stedet er udtryk for øget behandlingsfokus. Også i fremtiden må det forventes, at den teknologiske udvikling (se kapitel 5) vil føre til tidligere og bedre diagnosticering, som følge af screening, fokus på diagnosticering og ændring af diagnostiske kriterier. Resultatet af denne udvikling vil være, at flere borgere vil blive diagnosticeret med en kronisk lidelse, med mindre at stigningen kan bremses som følge af bedre forebyggelse og behandling.

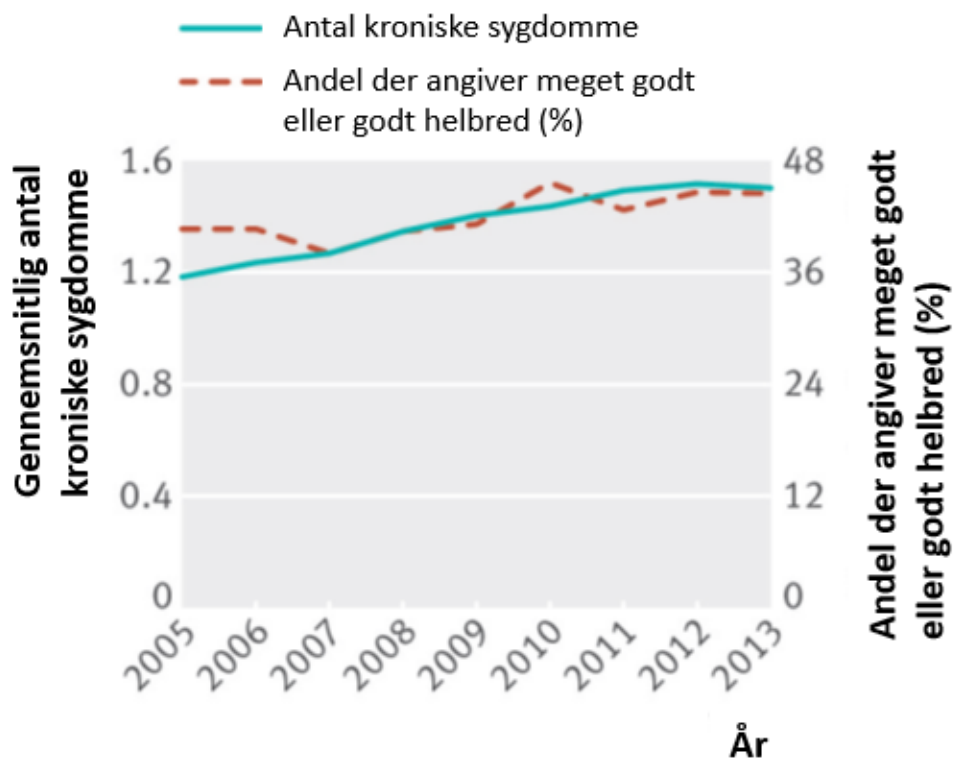
Bedre behandlingsmuligheder af i dag dødelige sygdomme, vil endvidere i fremtiden kunne medvirke til at øget forekomst af kronisk sygdomme. Dels som følge af at nogle sygdomme herved vil gå fra at være dødelige til at være kroniske, dels som følge af at den længere gennemsnitlige levetid vil øge forekomsten af kroniske sygdomme (kronisk sygdomme er stigende med alderen, se afsnit 3.2). Dette er også en udvikling vi historisk har set. Eksempelvis har den forbedrede behandling af hjertekarsygdomme medført bedre overlevelse, og HIV (Human immunodefektvirus) er gået fra i 1980'erne at være en meget dødelig sygdom, til i dag at være en kronisk lidelse, som resultat af udviklingen af effektiv medicinsk behandling. På sin vis kan man sige, at kræft i dag er hvad HIV var i 1980'erne. Blandt andet arbejder Microsoft således på, at "løse problemet med kræft" inden for det næste årti, ved at udvikle et intelligent molekylært system, der kan opdage syge celler og derefter omprogrammere dem tilbage til en sund tilstand (41). Kræft vil således formegentlig i fremtiden ikke være en dødelig sygdom, men en sygdom vi overlever. På samme vis må det forventes at nogle af de sygdomme, der i dag er kategoriseret som kroniske i fremtiden som følge af ny forebyggelse- og behandlingsmetoder ikke vil være kroniske. En udvikling vi historisk har set for fx hepatitis C. Indtil 2014 krævede hepatitis C langvarig behandling, og kun 50-60 % blev helbredt, mens der i dag findes behandling, der på tre måneder kan kurerer over 90 % (42).

At den observerede stigende forekomst af kroniske sygdomme ikke kun er et resultat af øget sygelighed, bakkes op af en nyere artikel fra BMJ (43). I artiklen stiller forfatterne spørgsmål til, om den generelt observerede stigning i kroniske sygdomme afspejler dårligere helbred, eller om den hastigt stigende forekomst af diagnosticeret kronisk sygdom snare skal findes i ændringer i datafangst eller praksis i sundhedssektoren. Med datafangst refereres der til, at den øgede fokus på registrering i sundhedsvæsenet samt henvisning til specialister, samlet øger antallet af lægebesøg og dermed sandsynligheden for at få en diagnose. Med ændrede praksis i sundhedssektoren menes der fx ændrede diagnostiske kriterier. Der refereres i artiklen eksempelvis til at test af knogledensitet ved diagnosticering af knogleskørhed, har medført en kraftig stigning i forekomsten heraf. Forfatterne argumentere for, at den stigende forekomst

⁷ I 2015 oplyste 22 % af den voksne befolkning (> 16 år) i Danmark, at de ryger, hvoraf de 17 % af dem ryger dagligt. I 2007 var der henholdsvis 28 %, der var rygere og 24 % dagligrygere (37).

af kroniske sygdomme er uforenelig med udviklingen i selvrapporteret helbred. Trods en stigning i det gennemsnitlige antal kroniske sygdomme pr. borger, er selvrapporterede helbred ikke blevet reduceret – tværtimod, jf. figur 3.4. Endvidere vurderer forfatterne det usandsynligt, at der inden for et årti er fundet så store ændringer i den underliggende sundhedstilstand, at det alene kan forklare stigningen i kronisk sygdom. Forfatterne advarer som følge heraf om, at diagnoser ikke sammenblandes med sygdom og sygelighed.

Figur 3.4 Gennemsnitlig antal kroniske sygdomme og selvrapporterede helbred blandt ≥ 65 årige, British Columbia, 2004-2013



Note: Notetekst

Kilde: Bearbejdet gengivelse fra (43)

Uagtet at den observerede stigende forekomst i kronisk sygdom ikke alene er udtryk for øget sygdom, ændre det ikke ved, at stigningen har bidraget til øget behandling i sundhedsvæsenet, da der med en diagnosticering typisk følger behandling.

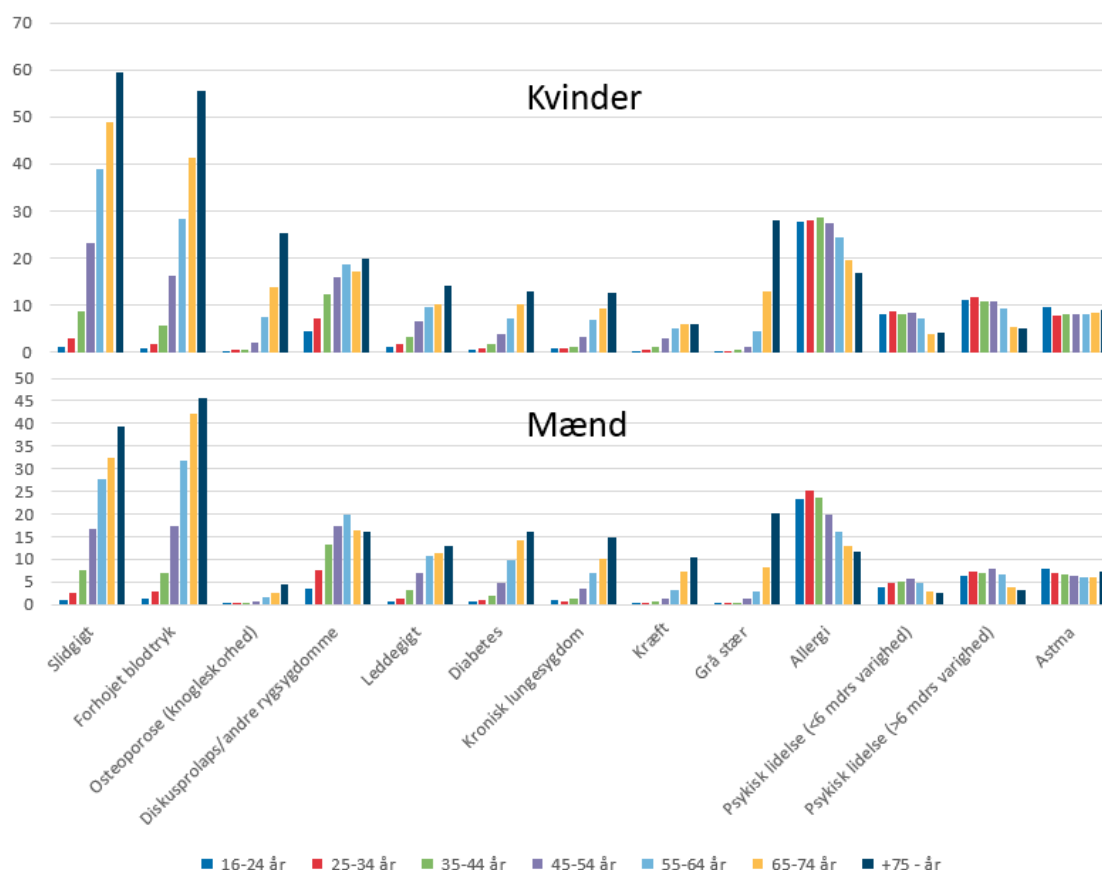
Hvordan og hvorvidt udviklingen i kroniske sygdomme vil fortsætte i de kommende år er et godt spørgsmål? Tilbage i 2007 foretog SIF en fremskrivning af kroniske sygdomme, på baggrund af hvordan udviklingen havde været frem til 2005 (36). Siden denne er der ikke foretaget nogle samlede fremskrivninger for kroniske sygdomme. Det sygdomsbillede vi har i dag, må dog under alle omstændigheder forventes at se anderledes ud om 10 – 20 år, som følge af nye diagnosticerings og behandlingsmuligheder. Der er imidlertid ikke nogle trends, der taler for at omfanget af kroniske sygdomme vil falde i fremtiden, snarere tvært imod. En nylig fremskrivning foretaget af Kræftens Bekæmpelse viser da også, at det årlige antal nye kræfttilfælde i

Danmark vil stige fra 35.100 i 2009-2013 til mere end 47.000 i 2029-2033, hvilket er en stigning på 34 % (44). Størsteparten af den forventede stigning (ca. 90 %), kan imidlertid tilskrives stigende befolkningsantal og gennemsnitsalder.

3.2 Kroniske sygdomme og ikke mindst multisygdom stigende med alderen

En del af de kroniske sygdomme er stærkt afhængig af alder, jf. figur 3.5. Forekomsten af slidgigt, forhøjet blodtryk, osteoporose, leddegigt, diabetes, kronisk lungesygdom, kræft og grå stær er således højere blandt ældre borgere, mens forekomsten af allergi, psykisk lidelse og astma er lavere blandt ældre borgere.

Figur 3.5 Tabellen viser andelen af kvinder og mænd med specifikke kroniske sygdomme i forskellige aldersgrupper (%)

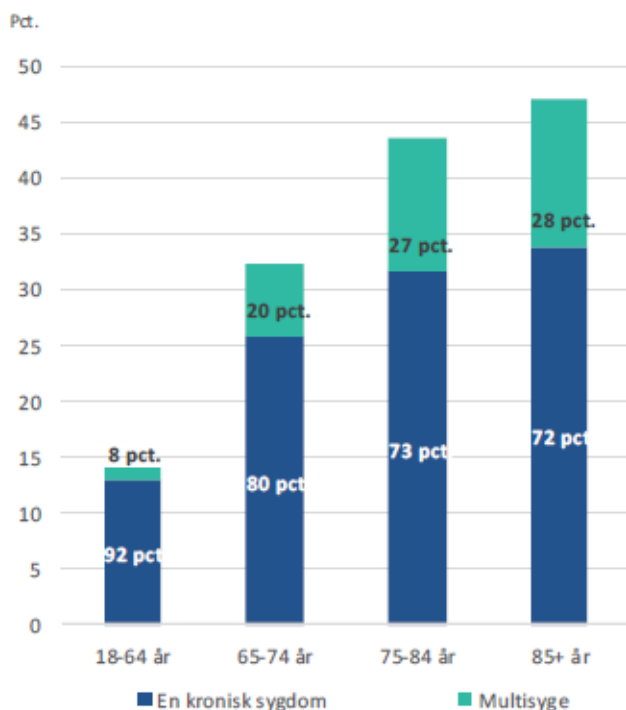


Note: Notetekst

Kilde: Baseret på tabel 3.2.2 i (38)

Forekomsten af kroniske sygdomme er stigende med alderen, og særligt ældre har mere end en kronisk sygdom, også kaldet multisygdom (38,45). Af figur 3.6 fremgår det at over 45 % af alle 85+ årige danskere har mindst én af i alt syv udvalgte kroniske sygdomme, og at over 25 % af de 75+ årige er multisyge, dvs. at de har flere kroniske sygdomme.

Figur 3.6 Andelen af voksne med udvalgte kroniske sygdomme pr. 1. januar 2014, fordelt efter alder



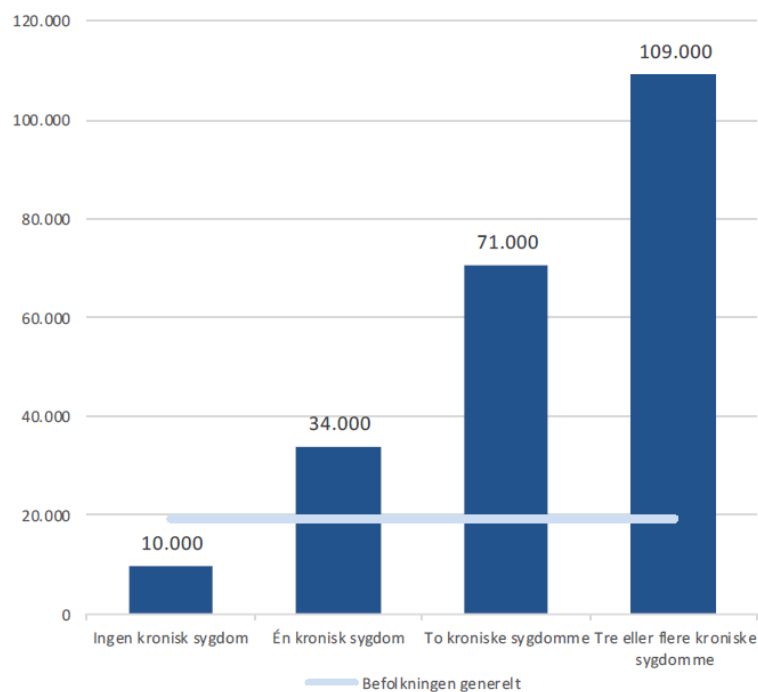
Note: Kroniske sygdomme omfatter her alene KOL, leddegigt, knogleskørhed, type 1 og 2 diabetes, hjertesvigt og astma.

Kilde: Figur 3 i (45)

Opgørelsen af, hvor mange der har en eller flere kroniske sygdomme, påvirkes af, hvilke og hvor mange sygdomme, der inkluderes i opgørelsen, samt hvordan afgrænsningen af, om en person har en sygdom, foretages, fx om kun aktuelt syge eller også personer med eftervirkninger medregnes. Grafen i figur 3.6 er baseret på følgende syv udvalgte kroniske lidelser: KOL, leddegigt, knogleskørhed, type 1 og 2 diabetes, hjertesvigt og astma. Kroniske lidelser som forhøjet blodtryk, slidgigt, kræft og grå stær, som er stærkt aldersafhængige, jf. figur 3.5, indgår således ikke i opgørelsen. Inklusion af flere kroniske lidelser i opgørelsen vil naturligt øge forekomsten af multisygdom.

Simpel fremskrivning af forekomsten af multisygdom, baseret på data fra figur 3.6, hvor der antages uændret incidens og prævalens, viser at de forventede fremtidige demografiske ændringer vil resultere i en 21 % stigning i multisygdom fra 2014 til 2024 (antallet af multisyge vil stige fra ca. 128.000 til ca. 154.000). Kronisk sygdom, og ikke mindst det at have flere samtidige kroniske lidelser, er forbundet med en årlig merudgift i det regionale sundhedsvæsen, jf. figur 3.7. Sundhedsudgifterne er således 11 gange større for patienter med tre eller flere kroniske lidelser sammenlignet med en patient uden kronisk sygdom (2). Genindlæggelsesraten er ligeledes 5 og 12 gange større for patienter med henholdsvis 2 og 3+ kroniske sygdomme sammenlignet med patienter uden kronisk sygdom (tabel 4.4 i (46)).

Figur 3.7 Gennemsnitlige regionale sundhedsudgifter pr. borger med udvalgte kroniske sygdomme fordelt efter antallet af sygdomme, som borgeren lever med, 2014 (kr.)



Note: Kroniske sygdomme omfatter her alene KOL, leddegigt, knogleskørhed, type 1 og 2 diabetes, hjertesvigt og astma. Beregningerne er foretaget på baggrund i udtræk fra Statens Serum Institut, borgere med kronisk sygdom ifølge reviderede (marts 2015) udtræksalgoritmer til brug for dannelsen af Register for udvalgte kroniske sygdomme og svære psykiske lidelser (RUKS), Det grupperede Landspatientsregisteret, Lægemiddelstatistikregisteret samt CPR-registeret

Kilde: Figur 1 i (2)

4 Informationsrevolutionen

Mængden af information og data er steget markant igennem de seneste to årtier. En udvikling skabt af en ekspotentiel vækst i computers kapacitet og evne til at bearbejde store datamængder, samt internettets udvikling og udbredelse. Der er bred enighed blandt informanterne om, at væksten i data vil fortsætte i årene frem.

Informationsrevolutionen er således kun i sin spæde begyndelse, og den forventes inden for blot de næste 10 år, at medføre en markant transformering af sundhedsvæsenet. Udviklingen vil være drevet af, at vi vil få mange flere data på borgere og patienter, dels i form af øgede registerdata, dels i form af data indsamlet via sensorer, wearables⁸, sociale medier, GPS-sporing og overvågning.

Den forventede øgede datamængde og digitalisering, vil skabe grundlag for nye måder at tilgå sundhedsvæsenet på, nye arbejdsgange og automatisering af en række arbejdsopgaver. Udviklingen vil i særdeleshed være drevet af en øgede:

- indsamling af personlige data via wearables
- brug af sundheds-apps og virtuelle konsultationer til vidensdeling, overvågning af sin fysiske tilstand samt til monitorering af sygdom og symptomer
- anvendelse af kunstig intelligens i forbindelse med diagnosticering og behandling, herunder anvendelse af big data og maskinlæring
- it-understøttelse af logistikken og arbejdsgange
- automatisering af trivielle arbejdsopgaver, fx ved brug af robotter og billedgenkendelse.

Udviklingen vil bombardere patienter og klinikere med data, men for at det bliver en gevinst for borgeren og samfundet er det alt afgørende, at data bliver struktureret og kondenseret. Dette kræver, at der skabes en ny datainfrastruktur, som gør det muligt at sammenkører data på tværs af datakilder. Datasikkerhedsmæssige spørgsmål udfordre imidlertid opbygningen af en sådan struktur. Endvidere skal borgerens egne generede sundhedsdata kunne integreres i sundhedssystemerne efter behov.

I de følgende afsnit beskrives de muligheder den øgede digitalisering, big data og kunstig intelligens forventes skabe, herunder de udfordringer det vil give sundhedsvæsenet, og ikke mindst hvad der skal til for at potentialerne bliver indfriet.

4.1 Øgede anvendelse af digitale løsninger

Ifølge de interviewede kan vi forvente en stigende digitaliseringen af sundhedsvæsenet i de kommende år, blandt andet i form af øget anvendelse af Apps og software som beslutningsstøtte samt i form af integrerede brug af telemedicinske løsninger.

4.1.1 Apps og software som beslutningsstøtte for patienter, borgere og kliniker

Online netværks, Apps og software anvendes allerede i dag til at opsamle sundhedsdata med, samt til at hjælpe med eksempelvis monitorering, patient overvågning, beslutningsstøtte for

⁸ Wearables er teknologier, som man kan tage på, og som er udstyret med elektronik i form af mincomputere og sensorer, som kan benyttes til at registrere og måle med. Skridttællere, intelligente smykker og smartwatches er eksempler på wearables.

patient, borger og behandler samt til sundhedsforskning (i Boks 4.1 gives eksempler på sundhedsapps og – netværk).

Boks 4.1 Eksempler på sundhedsapps og netværk

PatientsLikeMe: Er et socialt netværk for personer med livsforandrende sygdomme, hvor der er mulighed for udveksle erfaringer i forhold til sin sygdom. Platformen stiller forskellige redskaber til rådighed, således at brugerne ved at indtaste data kan få en bedre indsigt i deres sygdom. Platformen har over 500.000 brugere, og deres anonymiserede data anvendes tillige til forskning (www.patientslikeme.com).

Smart Patients: Smart Patienter er et online netværk for patienter og familier ramt af en række sygdomme. Patienten kan via netværket få information om den videnskabelige udvikling i forhold til personens tilstand samt dele spørgsmål og bekymringer med andre medlemmer (www.smartpatients.com).

ResearchKitt: Er en open source-platform til udvikling af apps, som gør det lettere at registrere forsøgspartagere og gennemføre studier, idet forskerne kan foretage målingerne via forsøgspersonerne iPhone. Eksempelvis foretaget et Parkinson-studie via denne metode ($n > 10.000$). Ved brug af gyroskopet og andre funktioner i deltagerens iPhone målte appen Parkinsons-patienternes finmotorik, balance, gang og hukommelse. En viden der kan hjælpe forskerne til en bedre forståelse af sygdommen (<http://www.apple.com/dk/researchkit/>).

Mit Forløb: Er en app udviklet til patienter i Region Syddanmark. Mere end 20 patientforløb er på nuværende tidspunkt inkluderet. Formålet med Mit forløb er at give patienterne relevant information om deres forløb samt sætte dem i stand til at kommunikere elektronisk med sygehuset. I nogle forløb registreres endvidere målinger som eksempelvis vægt, temperatur eller blodtryk

Der findes mere end 165.000 sundhedsapps, som foruden at omhandle fitness, sundere levevis og diæter, også omfatter apps, der kan anvendes til diagnosticering og monitorering af kronisk sygdom (47). Informanterne er enige om, at brugen af Apps og software til opsamling af data samt til beslutningsstøtte vil stige i fremtiden. Og at mængden af data og information som følge heraf vil eksplodere.

Udviklingen i datamængden forventes understøttet af en voksende brug af diverse sensorer, både i form af wearables, sensorer i hjemmet og indopererede elektroniske chip under huden. De forskellige typer af sensorer vil kunne anvendes til at måle lige fra puls, døgnrytme og bevægelsesmønstre til sporstoffer i blodet. Brugen af sensorer vil kunne medvirke til tidligere opsporing af sygdom, fx kan registrering af hyppigere wc-besøg være tegn på en blærebetændelse, og det ændrede adfærdsmønster vil kunne hjælpe til tidligere igangsættelse af behandling.

En af de interviewede vurderer at 25 % af alle danskere vil have indopereret en chip i huden mellem tommel- og pegefingern i 2025. Hjerterpatienter kan i dag få indopereret en såkaldt Loop-recorder, der er en form for båndoptager, som overvåger hjerterytmen i længere tid (3-4 år) for at afgøre, om der er hjerterytmeforstyrrelser. Blodprop i hjernen er ofte forårsaget af

atrieflimren (en form for hjerterytmeforstyrrelse). Mange patienter med atrieflimren har imidlertid ingen symptomer herpå. I dag overføres den indsamlede data fra Loop-recorderen til hospitalet med telemedicin, men i fremtiden vil det ikke være urealistisk, at patienten i stedet selv vil kunne se sine data via en App, og dermed kunne blive advaret, hvis de fx har atrieflimren. Lignende løsninger forventes at dukke op inden for andre sygdomsgrupper.

De interviewede forventer, at der i fremtiden vil ske en voksende inddragelse af patienternes egne data og devices (apparaturløsninger fx smartphones), samt sideløbende hermed bliver udviklet flere decideret telemedicinske løsninger.

4.1.2 Telemedicin en integreret del af behandlingen

Telemedicinske løsninger har været anvendt i det danske sundhedsvæsen i mere end 10 år. Der er således ikke tale om en nyudviklet teknologi. Til trods for dette forventer informanterne, at der vil ske en kraftig vækst i anvendelsen af telemedicinske løsninger, dels som følge af et krav fra borgerne, dels som følge af en forventning om, at fremtidige telemedicinske løsninger vil kunne reducere det samlede ressourceforbrug i sundhedsvæsenet.

Hvad er tele medicin?

“Telemedicin defineres som en sundhedsydelse, der udføres ved anvendelse af informations- og kommunikationsteknologi, hvorved patienten og sundhedspersonalet leverer ydelsen, gøres uafhængige af et fysisk møde” (side 6 i (48))

Telemedicin dækker over en lang række forskellige ydelser lige fra når borgeren benytter guidede selvhjælpsprogrammer fra hospitalet til fx behandling af angst til når hjemmesygeplejersken får sparring fra specialister på sygehuset, til sårhåndtering af en borger i hjemmet.

Danmark er i dag et gennem digitaliserede land, og borgerne har derfor forventning til, at også kontakten med sundhedsvæsenet i størst mulig omfang kan ske digital (side 47 i (49)). De hidtidige økonomiske evalueringer af telemedicinske løsninger, er prægede af manglende dokumentation for at telemedicin reducere sundhedsvæsenets ressourceforbrug (50-52). Ifølge en af de interviewede kan en forklaring på den manglende opnåede ressourcebesparelse være, at de hidtidige erfaringer med telemedicin er foretaget i forbindelse med projekter. I forbindelse med projekter vil man sjældent foretage store organisatoriske ændringer, hvorfor den interviewede vurderer, at det inden for disse rammer er umuligt at høste det fulde potentiale af den teknologiske løsning. Aftalen i forbindelse med økonomiaftalerne for 2016 om national udbredelse af telemedicin for borgere med KOL frem mod 2019, vurderes derfor at betyde en verden til forskel, da overgangen fra projekt til drift vil skabe helt nye betingelser for den telemedicinske løsning, herunder bedre mulighed for at sikre optimering af den teknologiske løsning via eksempelvis organisatorisk ændringer. Flere af de interviewede fremhæver i tråd hermed, at den teknologiske løsning ikke i sig selv er løsningen, men at det er måden hvorpå den bliver anvendt og indarbejdet i organisationen, der er afgørende for få et tilfredsstillende udbytte.

Faldende priser på de teknologiske løsninger, samt stigende mulighed for at anvende borgernes eget udstyr, nævnes endvidere som faktor, der i fremtiden dels vil kunne reducere omkostningerne ved telemedicin, dels øge brugen af de telemedicinske løsninger. Udstyret og teknologierne findes i mange tilfælde allerede, og det handler i stedet langt hen af vejen om, at få integreret løsningerne i behandlingsforløbene samt at få tilpasset organisering i forhold her til.

Den generelle teleteknologisering af vores hjem, forventes ligeledes at være med til at nedbryde de barrierer, der tidligere er set i forhold til at integrere de telemedicinske teknologier i borgernes hjem (53), da de blot vil indgå i tråd med alle de andre teknologier, der vil være i vores hjem. En opgørelse fra Danmarks statistik viser at i maj 2016 havde over 80 procent af alle familier mindst en smartphone, og at der på blot tre år havde været en stigning på 20 procentpoint (54).

Mange borgere er allerede i dag i besiddelse af udstyr, der i langt større grad kan integreres i deres behandlingsforløb. Eksempelvis er der i iPhones en fotolinse, der vil kunne anvendes til at tjekke om linsen sidder rigtig efter operation for gråstær. I dag bliver patienter, der er opereret i øjnene for gråstær, bedt om at møde op dagen efter operationen og en uge efter, for at få tjekket om linsen sidder rigtigt. Patienten vil i stedet kunne få foretaget denne vurdering af lægen via sin iPhone. Der er ligeledes forventning til, at de telemedicinske løsninger i stigende grad vil blive inddraget til måling og monitorering af borgere med henblik på forebyggelse af indlæggelser samt behandling af borgeren i eget hjem. GERI-kufferten, der er beskrevet i boks 4.2, er et eksempel her på.

Boks 4.2 GERI-kufferten

GERI-kufferten er et nyt telemedicinsk koncept, som har til formål at styrke det tværsektorielle samarbejde imellem kommuner, praktiserende læger og sygehuse med henblik på at understøtte tidlig opsporing af sygdom og forebygge indlæggelser blandt ældre. Konceptet består af to dele: (1) En GERI-kuffert med udstyr til objektive kliniske helbredsmaalinger (fx EKG), som kan anvendes af hjemmesygeplejen, samt et interface til digital overførsel af data til (2) en fælles kommunikativ IT-plattform med tværsektoriel tilgang.

Hjemmesygeplejerskerne kan via indholdet i GERI-kufferten fortage forskellige objektive kliniske maalinger af borgeren i eget hjem. Det kan fx ske når, det faste plejepersonale finder tegn til forværret helbred hos borgeren. De kliniske helbredsmaalinger skal kvalificere hjemmesygeplejens og behandlende læges beslutningsgrundlag for borgerens videre forløb. Den fælles IT-plattform kan på en enkel måde tilgås af almen praksis. Hvis almen praksis har brug for en 'second opinion', kan praksislægen involvere geriatrisk speciallæge på sygehuset, enten telefonisk eller ved anmodning om en subakut geriatrisk ambulant vurdering på sygehuset – i begge tilfælde med henvisning til de uploadede kliniske informationer på den fælles IT-plattform. Subakut geriatrisk vurdering på sygehuset giver mulighed for fast-track afklaring om, hvorvidt borgeren kan udredes ambulant eller bør indlægges akut. Hvis man ved den subakutte vurdering finder, at fortsat udredning og evt. behandling samt monitorering af behandlingen kan foregå ambulant, giver GERI-kuffert konceptet mulighed for at udveksle kliniske informationer mellem hjemmesygeplejen og sygehuset.

GERI-kufferten er et satspuljeprojekt med deltagelse af Faaborg-Midtfyn Kommune, Keremunde Kommune, Nordfyn Kommune og Svendborg Kommune samt OUH Odense og OUH Svendborg. GERI-kuffert konceptet er tidligere afprøvet i PAATH (Prevention of Acute Admission by TeleHealth) projektet i Svendborg Kommune og OUH Svendborg med støtte fra Digitaliseringsstyrelsen (55).

Telemedicin kan ifølge en af de interviewede være historie om 20 år. Forstået sådan, at det vi i dag kalder telemedicin typisk er et helt behandlingsregime, som er domineret af teleteknologiske løsninger, mens vi i stedet i fremtiden vil se, at teleelementer vil være en naturligt komponent i de fleste behandlingsforløb.

4.1.3 Behov for sikring af kvaliteten af sundhedsapps

Flere af de interviewede efterlyser en stærkere regulering af sundhedsapps og beslutningsstøtteværktøjer med henblik på at beskytte borgerne. Det vurderes generelt svært for borgerne at navigere rundt i den store jungle af sundhedsapps, og herunder vurdere kvaliteten af de forskellige sundhedsapps. Endvidere kan borgeren have svært ved at forstå betingelserne bag, og dermed potentielt hvem man giver adgang til sine data. Hvis borgerne og sundhedsvæsenet fremover skal have glæde af de muligheder, der ligger i sundhedsapps'ne er det nødvendigt at borgerne bliver hjulpet. Dels i forhold til sikring af kvalitet, dels i forhold til sikring af muligheden for at data bliver opsamlet. Region Syddanmark har nyligt søsat en hjemmeside, der skal hjælpe brugere og behandlere i psykiatrien med at vælge sikre apps af høj kvalitet (<http://mindapps.dk/apps/>).

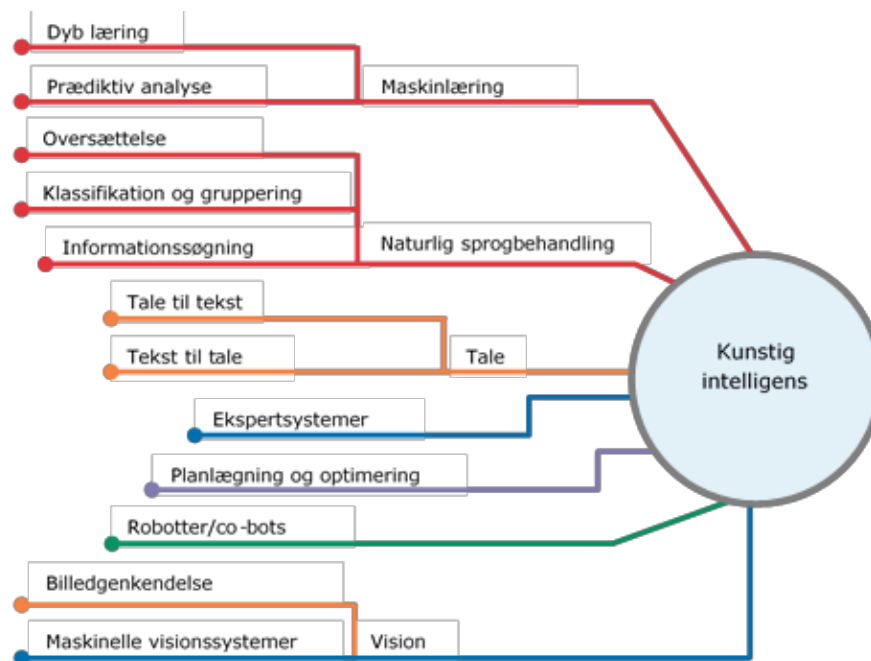
En af de interviewede nævner, at da det er et stort forretningsområde og en international udfordring, bør det være en opgave for eksempelvis EU, at se på hvordan borgernes sikres i dette system. Yderligere påpeges det, at mange af de store firmaer på området, har udviklet nogle rigtig gode apps, hvorfor det ikke giver mening, at det offentlige sundhedsvæsen selv invester i at udvikle denne slags. I stedet vurderes det hensigtsmæssigt, at sundhedsvæsenet mere aktivt indgår en aftale med de store firmaer, men hvor der samtidig stilles krav til kvaliteten her af i forhold til de produkter, som anvendes til indsamling af borgeres data.

4.2 Øgede anvendelse af kunstig intelligens og big data

Den stigende mængde af sundhedsdata, blandt andet opsamlet via apps og anden software, koblet med markante forbedringer i computers regnekraft har bevirket at der inden for kunstig intelligens er blevet udviklet en lang række nye teknologier. Dette har bevirket at interessen for kunstig intelligens er steget markant, ikke mindst inden for sundhedssektoren.

Kunstig intelligens referer overordnet til en maskine, som kan nogle af de ting vi normalt forbinder med den menneskelige hjerne. Der findes imidlertid ikke en fælles anerkendt definition på kunstig intelligens, hvilket kan skyldes, at kunstig intelligens omfatter mange potentielle anvendelsesområder (56). I figur 4.1 er der givet et overblik over de teknologier, som begrebet kunstig intelligent dækker over.

Figur 4.1 Overblik over kunstig intelligens teknologier



Note: Notetekst

Kilde: Bearbejdet gengivelse af figur 5 i (57)

Tidligere var de kunstige intelligente læsninger karakteriseret ved, at teknikkerne var opbygget omkring programmering af regler og kriterier, det vil sige, at computeren fik læring via løsninger. Eksempelvis for at lære en computer, at genkende en cykel på en billede, krævede det opstilling af en lang række regler, så som at en cykel har et styr, et stel, to hjul, en sadel mv. Ud fra de opstillede kriterier vil computeren så kunne vurdere, om der er en cykel på et billede eller ej. Dette er selvsagt en meget omfattende proces. Nye metoder inden for maskinlæring i form af eksempelvis dyb læring og prædiktionsanalyser, har imidlertid gjort det muligt af få computere til at lære uden at blive programmeret ud fra eksplicitte regler, men i stedet lærer fra sammenhænge i store mængder af data (i boks 4.3 er der givet en kort beskrivelse af nogle af de centrale teknologier og begreber inden for kunstig intelligens).

Boks 4.3 Beskrivelse af centrale teknologier og begreber inden for kunstig intelligens

Maskinlæring: Læring fra eksempler, uden forprogrammeret eksplicitte regler. Det vil sige, at computeren på baggrund af store mængder af data (hvor input og output er kendt), konstruerer algoritmer, der kan finde sammenhænge og udarbejde forudsigelser (prædiktions analyser). Eksempelvis billedgenkendelsesfunktionen på facebook.

Dyb læring: Computeren lærer selv at forstå mønstre og sammenhænge uden præopstillede hypoteser og sammenhænge. Dette gøres via et kunstigt neuralt netværk, dvs. man lidt karikeret beskrevet stakker lag af processer oven på hinanden, på samme måde som nerveceller er forbundet i den menneskelige hjerne.

Big data: Dækker over de enorme mængder af data, der skabes af mennesker, systemer og maskiner i dag. Big data er ikke kun kendetegnende ved deres størrelse, men også den hastighed hvormed de genereres og deres manglende struktur.

Kunstig intelligens og herunder anvendelsen af bigdata vurderes at have et enormt udviklingspotentiale i forhold til sundhedsvæsenet. Kunstig intelligens og bigdata forventes særligt at få stor betydning i forhold til følgende områder:

- Klinisk beslutningsstøtte
- Automatisering af kliniske opgaver
- Automatisering af servicelogistikken

4.2.1 Klinisk beslutningsstøtte

Bigdata og kunstig intelligens giver øget mulighed for i fremtiden at identificere sammenhænge mellem eksempelvis patientkarakteristika og sygdomme/behandlingsresultater, og dermed mulighed for at prædikere et givent udfald. Ligeledes er mulighederne for brugen af kunstig intelligens til diagnosticering og udvælgelse af behandlingsregime markante. Toppen af isbjergene er således allerede begyndt at tite frem i form af det første forsøg med diagnosticering ved brug af IBMs supercomputer Watson på Rigshospitalet (Watson og forsøget på Rigshospitalet er beskrevet i boks 4.4). Et andet eksempel er det schweizisk baserede Sophia Genetics, der bruger kunstig intelligens, til at analysere dna-prøver og på baggrund heraf udskrive medicin, der er tilpasset den enkelte kræftpatient. Firmaets system Sophia DDM bruges i 39 lande og af mere end 240 laboratorier, der har fælles glæde af hinandens data (www.sophiagenetics.com).

Boks 4.4 Doctor Watson

IBM-supercomputeren Watson er baseret på kunstig intelligens. Computeren er i stand til at forstå og fortolke ustrukturerede data, samt løbende lærer af tidligere handlinger. Watson blev oprindeligt udviklet til at deltage i quizshowet Jeopardy, men IBM har sidenhen videreudviklet computeren. Watson teknikken anvendes i dag inden for flere forskellige brancher, herunder sundhedsvæsenet, hvor der er blevet udviklet en speciel Watson til kræftdiagnosticering og -behandling. Sidstnævnte kan via indrapporterede patientoplysninger give Watson anbefaling til behandling.

Watsons anbefalinger er baserede på gennemgang af millioner af forskningsartikler, retningslinjer og anden klinisk viden. Watson er således i stand til på 10 minutter at læse op mod 20 millioner sider. Den information (millioner af forskningsartikler mv), som Watson trækker på, er ikke tilfældig, men er blevet udvalgt og vægtet af førende specialister. Watson er et amerikansk produkt, hvorfor Watson indtil videre udelukkende er baseret på amerikansk forskning og amerikanske guidelines.

På baggrund af patientoplysningerne giver Watson anbefaling til behandling i prioriteret rækkefølge, dvs. førstevalget af behandling anbefales fx med 80 % styrke, anden valget med 75 % styrke osv. Watson kan yderligere redegøre for, hvad den baserer sin anbefaling på, i form af den ved forespørgsel præsenterer de vigtigste artikler på området.

Finsencentret på Rigshospitalet afprøvede i oktober 2016 Watson. Der var tale om afprøvning af en lille udgave af IBM Watson. Computerens formåen blev vurderet ved at udtage et antal typiske forløb inden for områderne lungekræft, brystkræft og mave-tarmkræft, og på baggrund af 10-15 oplysninger om hver patient, blev Watson bedt om at give anbefalinger til behandlingen. Resultatet af afprøvningen på Rigshospitalet var, at i hver tredje tilfælde var der fuld overensstemmelse mellem Watsons anbefalinger og den evidensbaserede behandlingsplan i Danmark. I en tredjedel var anbefalingen ikke helt skæv, mens den blev vurderet at skyde hel ved siden af i den sidste tredjedel af tilfældene. En forklaring på de fundne afvigelser er den manglende inklusion af danske guidelines og europæisk forskning i systemet. Det vurderes at en tilpasning til danske forhold og inklusion af europæisk forskning vil kunne gøres forholdsvis hurtigt, dvs. måneder (58).

Lederen af Rigshospitalets Finsencenter, vurderer på baggrund af deres erfaringer, at Watson på nuværende tidspunkt i bedste fald er på niveau med en ny førstereservelæge. Men på sigt, og i takt med at computeren kommer op på et godt specialistaniveau, ser han bestemt teknologiens berettigelse, som støtte til behandlingsvalg ikke mindst hos yngre læger (ibid.).

Der er blandt de interviewede bred enighed om, at patienter og læger i fremtiden vil få adgang til avancerede beslutningsstøtteinstrumenter, i form af løsninger som eksempelvis Doctor Watson og "doktor apps". Af et netop offentliggjort engelsk studie (59) fremgår det, at en computer ved brug af maskinlæring langt bedre end lægerne kan forudsige, hvornår visse hjertepatienter vil dø, og dermed skabe bedre forudsætning for at give den rette behandling til rette tid. Der er tale om et forskningsprojekt, som beskrives som værende lovende af danske hjerteeksperter, men som samtidig peger på at kunstig intelligens ikke her og nu vil ændre hjertebehandlingen, men at der er forventning til, at dette vil ske inden for de næste 10-15 år (60). Hvilket svarer til de interviewedes vurdering af tidshorisonten for den store udbredelse af kunstig intelligens til diagnosticering i sundhedsvæsenet.

Flere af de interviewede fremhæver, at der er enorme potentialer i anvendelsen af kunstig intelligens, ikke mindst hvis det i fremtiden bliver muligt, at samkører data fra flere forskellige sektorer og kilder. Samkøring af fx kliniske og socioøkonomiske data vil give mulighed for at kortlægge helt nye sammenhæng, da der ofte er et stort samspil mellem medicinske problemer og socioøkonomisk status, livsstil mm. samt ikke mindst i forhold til resultatet af en given behandling. Denne viden vil fremadrettet kunne benyttes til at foretage en meget mere differentieret behandling med henblik på opnåelse af større behandlingseffektivitet. Ifølge en af de interviewede er der i dag stor berøringsangst for at identificere risikogrupper på baggrund af socioøkonomi og etnicitet, og inddrage denne viden i kliniske beslutninger, men det vurderes at blive ændret inden for de næste 20 år. Idet sundhedssystemet vi bliver tvunget til at inkludere denne viden for at kunne få bedre succes med behandling og for at gøre behandlingen billigere.

I forskningsprojektet TVÆRSPOR, der udgår fra Horsens Hospital, gøre de i disse år erfaringer med at foretage prædiktioner på baggrund af data fra flere forskellige sektorer. Projektet er et

stort dataprojekt, hvor der for alle voksne borgere (> 18 år) i hospitalets optageområde sammenkøres data fra hospital, kommune og praksis (recept og ydelsesdata fra praksis) over en længere årrække (2012-2027). Formålet med projektet er blandt andet, at undersøge om det ved brug af maskinlæring er muligt, at forudsige, hvem der næste år vil blive indlagt akut, samt hvem der vil blive indlagt akut af en årsag, der kan forebygges (61,62). Samkøring af de mange forskellige datakilder i projektet, er alene muligt, af den årsag at der er tale om et forskningsprojektet.

4.2.2 Automatisering af kliniske opgaver

Det forventes, at maskinlæring i fremtiden vil automatisere en del af de kliniske arbejdsopgaver, ved at det bliver muligt at udvikle algoritmer for fx sammenhænge mellem billedmaterialet og relevante kliniske fund, som kan anvendes i diagnosticeringen af fremtidige fund. Især mange af de mere trivielle opgaver inden for radio- og patologien, eksempelvis gennemgang af røntgen- og screeningsbilleder, forudsiges at blive automatiseret.

I litteraturen ses allerede de første lovende forsøg med brug af kunstige intelligente systemer til billeddiagnosticering af kræft (63,64). I studiet af Wang et al (63) finder de, at fejlprocenten i forhold til diagnosticering af brystkræft er lavere for det kunstige intelligente system end for patologen. Kombinerede anvendelse, dvs. både anvendelse af det kunstige intelligente system og patologen, reducerer imidlertid fejlprocenten.

Der er ligeledes forventning til at programmeret dataopsamling af screeningsbilleder og analyse her af i stigende grad vil substituere opgaver, der traditionelt er varetaget af det kliniske personale. Kamerapillen er et eksempel her på (kamerapillen beskrives i boks 4.5).

Boks 4.5 Kamerapillen

Kamerapillen er en kapsel på størrelse med en fiskeolie-kapsel indeholdende to små kamera. Kamerapillen bliver aktuelt testet i et forskningsprojekt på SDU, hvor det undersøges om "pillen" er lige så effektiv, som normal kikkertundersøgelse, til at opdage polypper i tarmen.

Polypper i tarmen kan være forstadier til kræft. Undersøgelsen med kamerapillen foregår ved, at patienten sluger pillen, som herefter bevæger sig gennem tarmen. På vej gennem tarmen tager kamerapillen mere end 400.000 billeder, som via et bæltet på patienten bliver sendt til en server, der analyserer billederne.

De foreløbige resultater af undersøgelsen tyder på, at metoden er mindst lige så effektiv som normal kikkertundersøgelse (65). Ifølge en af de interviewede kan kamerapillen bedre finde ud af, om det er små eller store polypper (>2 cm), hvilket er vigtigt da det er de store polypper over 2 cm, der er de farlige. Kamerapillen er endvidere ved at blive videreudviklet til at kunne operere samt tage biopsier under vejs.

Operationsrobotter har været anvendt i det danske sundhedsvæsen i mange år. Der er imidlertid forventning til at brugen af operationsrobotter vil udbredes yderligere i de kommende år. Ikke mindst er der forventning til, at robotter i fremtiden selv vil kunne varetage de mest trivielle dele af en operation, som eksempelvis at sy et sår sammen (66). De i dag anvendte operationsrobotter foretager ikke selv operationerne, men bliver styret af det kliniske personale. Der er således et kæmpe effektiviseringspotentiale, hvis operationsrobotterne i fremtiden

vil kunne overtager dele af operationen for kirurgen, og teknologien velanmærket ikke bliver al for dyr. Ny teknologi er generelt dyr, hvorfor der ikke nødvendigvis – og især ikke på den korte bane – er et effektiviseringspotentiale i anvendelse af ny teknologi.

Forbedrede robotteknologi forventes ligeledes at få betydning i forhold til øget anvendelse af robotskeletter (såkaldte exoskeletter), robot-proteser og robotter til brug til genoptræning.

4.2.3 Automatisering af servicelogistikken

It-understøttelse og anvendelsen af kunstig intelligente løsninger vil i fremtiden kunne automatisere og optimere meget af servicelogistikken inden for sundhedsvæsenet. It-understøttelse af servicelogistikken, autoriseret varelager, sensorer og målere på døde artefakter har allerede gjort sit indtog rundt om på landets hospitaler, men udbredelsen forventes at stige markant i de kommende år. Boks 4.6 giver eksempler på tiltag.

Boks 4.6 Eksempler på it-understøttelses- og automatiseringstiltag

It-understøttelse af servicelogistikken på Bispebjerg Hospital

Via eksisterende infrastruktur på hospitalet samles oplysninger om, hvor portører og opgaver befinder sig. Portørerne kan dermed på smartphones se, hvor nærmeste kollega befinder sig samt hvilke opgaver, der er tættest på. Opgavesystemet gøre det lettere at koordinere og planlægge driftsopgaver, hvorved der kan opnås en mere hensigtsmæssig ressourceudnyttelse (67).

Automatiseret varemottagelsessystem på Herlev Hospital

Hele flowet af forbrugsstoffer og affald ind og ud af hospitalet bliver fra efteråret 2017 computerstyret på Herlev Hospital og små selvkørende robotter vil stå for at transportere hospitalets rullefogne rundt. Robotterne sørger for, der bliver fyldt løbende op efter behov på afdelingernes lagre, hvilket bevirke at disse kan reduceres, og dermed spares kvadratmeter på hospitalet (68).

4.3 Behov for opbygning af en datainfrastruktur

Data er det afgørende råstof for, at vi i fremtiden kan få det optimale ud af de muligheder, der ligger i kunstig intelligens. Og herigennem opnå bedre sundhed og behandling i Danmark.

Mængden af data er allerede i dag stor, men forventes at blive gigantisk i de kommende år, i takt med at der indsamles og oplagres data fra et utal af nye kilder. Udfordringen i de kommende år, bliver således ikke dataindsamlingen, men at få konverterede den viden der ligger i data til forbedringer i sundhedsvæsenet. Det kræver, at der bliver opbygget en struktur for data, og vi forstår at sortere i dem og bruge dem på den rigtige måde.

Fælles for de interviewede er, at de vurderer, at den nuværende it-infrastruktur ikke gør det muligt, at udnytte potentialet i bigdata og kunstigintelligens, og der er behov for en væsentlig investering i området. Der efterlyses opbygning af en datainfrastruktur, der sikre adgang til

alle nødvendige data og herunder mulighed for at sammenkører data fra flere kilder, fx. borgerens egne data og data fra forskellige registre. De interviewede efterlyser, at de struktur-
nedbrydninger digitalisering skaber bliver udnyttet i datainfrastrukturen.

En sådanne strukturændring i datainfrastrukturen udfordre imidlertid beskyttelsen af personfølsomme oplysninger. Nogle af de interviewede ser ikke, at udfordring er så stor i forhold her til, da de mener at teknologien, netop kan hjælpe til udvikling af et sikkert og brugbart system. En af de interviewede peger eksempelvis på banksektoren, som en sektor der har formået at have en høj datasikkerhed. I banksektoren har de også rigtig nok udviklet en høj datasikkerhed ud af til, men alle medarbejdere har adgang til alle data i systemet. Og det er netop adgangen for de mange personer internt, der er udfordringen ved samkøring af data på tværs af fx sektorer. Udfordring består således i, at få udviklet en brugerflade i forhold til bigdata, hvor forskellige kilder af data indgår, men hvor den enkeltes brugers adgang kan begrænses.

Investering i it-infrastruktur, der kan sikre en mere glidende overgang af data mellem systemer vurderes hel central for at sundhedsvæsenet kan udnytte de muligheder, der ligger i bigdata og kunstig intelligens. Flere af respondenterne peger her på, at Danmark har en hel unik mulighed for i fremtiden at blive et sundhedsdata innovationsland, hvis der sætte ressourcer ind på området. Ligeledes vurderes der, at være et stort potentiale i at foretage koblingen af de eksisterende sundhedsregistre med en maskine i tråd med IBMs Watson, fx med henblik på at teste effekten af medicin i "real life", og her især muligheden for at teste effekten af kombinationen af forskellig medicin.

En datainfrastruktur, hvor data i lang højere grad følger personen stiller krav til, at de forskellige systemer kan integreres, det vil sige mulighed for at de forskellige datasystemer kan "tale sammen". Der er blandt de interviewede ikke entydighed i forhold til, hvor dan det sikres. På den ene side er der argumenter for, at løsningerne udvikles med afsæt i ét system, mens andre argumentere for vigtigheden af muligheden for at systemer lokalt kan tilpasses til de lokale behov.

Borgerne vurderes generelt, at være åbne over for muligheden for samkøring af data, da det er oplevelsen, at de godt kan se at det er i deres egen interesse, at data er tilgængelig de rette steder. De interviewede peger dog samtidig på vigtigheden, af at der indbygges nogle sikkerhedssystemer i forhold til hvem og hvornår, der kan trækkes data på tværs, for at opretholde borgernes tillid til systemerne.

Inddragelse af borgernes egne indsamlede data vurderes at være en selvstændig udfordring, idet borgernes egne data vil komme fra 1000 vis af forskellige systemer og produkter. Endvidere rejser der sig et centralt spørgsmål i forholdt til håndteringen af ejerskab af data. Der er imidlertid bred enighed blandt de interviewede om vigtigheden af, at sundhedsvæsenet formår at anvender disse data. Endvidere peges der på nødvendigheden af, at sundhedssystemet hurtigt finder en løsning på denne udfordring, da befolkningen allerede er begyndt at indsamle data selv. Og hvis ikke sundhedsvæsenet vil anvende dem, vil borgerne søge andre muligheder, da data er grænseløse.

Alle er enige om, at den øgede mængde af data vil skabe en masse muligheder, men samtidig er der også bred enighed om, at data ikke i sig selv skaber nogen revolution. Muligheden for en revolution vil først opstå, når data bliver samlet, struktureret og behandlet. Hertil er der behov for opbygning af en datainfrastruktur, der giver mulighed for hurtigt, at kondensere viden fra mange forskellige kilder, samt finde sammenhænge i data ud fra ikke præopstillede hypoteser.

4.4 Fare for skabelse af to parallelle systemer

Flere af de interviewede frygter, at digitaliseringen og den teknologiske udvikling er i gang med at overhale det offentlige sundhedsvæsen, og der vil blive etableret to parallelle systemer. Hvor de mere ressourcestærke borgere vil tilkøbe sig private smarte løsninger.

Der er bred erkendelse af at det private marked vil komme til at få meget mere betydning inden for de næste 10 år. Den teknologiske udvikling og ikke mindst de øgede datamængder og analysemuligheder betyder, at kæmpe store aktører, som eksempelvis Apple, IBM og Google vil drøner der ud af, og tilbyder, smarte, interessante og spændende løsninger som borgerne i større og større omfang vil benytte sig af. Frygten fra en del af de interviewede er, at en stor del af befolkningen i massivt omfang vil bruge de private aktører til at levere sundhedsfremmende ydelser, og som følge heraf miste interesse for et velfungerende offentligt sundhedsvæsen. Netop det at data er grænseløse, vurderes som en stærk drivkraft af privatiseringen. Denne gruppe af respondenter ser således ikke, at spørgsmålet omkring bigdata og teknologifremskridt så meget handler om, hvad der er muligt. I deres optik er der rigtig mange muligheder, men det vigtige spørgsmål bliver, hvordan mulighederne bliver fordelt mellem private og offentlige aktører, og om det offentlige formår at sikre sig adgang til data.

Andre informanter vurderer ikke risikoen for, at der bliver to parallelle systemer realistisk, ud fra en vurdering af at det offentlige sundhedsvæsen er så veletableret del af vores velfærdssystem. I stedet fremhæves de muligheder, der ligger i, at sundhedsvæsenet i større omfang etablerer udviklingssamarbejde med de private aktører i forhold til udvikling af smarte digitale løsninger.

I det hele taget er der en forventning om, at de forskellige produkter i sundhedsvæsenet vil blive mere kommercielle. Det vil sige at udviklingen og håndteringen kommer til at ligge i de teknologiske virksomheder og ikke i det offentlige. Det offentlige sundhedsvæsen, såvel som privat personer vil i stedet køber sig til brugsretten af de private løsninger. På den ene side kan dette sikre skabelse af national ensretning, på den anden side kan det skabe øgede fragmentering. Open sources⁹ fremhæves af en af respondenterne, som en metode til fremadrettet at få moderne it-løsninger hurtigt ind i sundhedsvæsenet.

Samlet kan det konkluderes, at der i de kommende år foreligger et vigtigt arbejde for det offentlige sundhedsvæsen i, at få de private aktører som aktive medspillere, og herved blandt andet få gavn af alle de data, som borgerne selv indsamler.

4.5 Vil computere og robotter udmanøvrere sundhedspersonalet?

Der er ingen tvivl om, at kunstig intelligens og de muligheder der ligger i bigdata vil påvirke sundhedssektoren, og stille nye krav til både medarbejdere, ledelse og organisation. Det er snare usikkert hvordan og hvor stor den konkrete påvirkning for de enkelte faggrupper i sundhedssektoren vil blive.

I november 2016 udgav Teknologisk Institut en stor kortlægning (57) af, hvordan kunstig intelligens og digital disruption kan medvirke til at fremme vækst og jobskabelse. Rapporten peger på, at alle job i et eller andet omfang vil blive påvirket af udviklingen i kunstig intelligens,

⁹ Open Source betyder åben kildekode. Det betyder, at hvis du køber en Open Source løsning har man efterfølgende adgang til programmets koder, ret til at ændre i disse koder og lave en ny version, samt ikke mindst at videregive programmets kildekode og/eller ens egen tilpassede version af programmet (<https://opensource.org/docs/osd>)

også arbejdsmarkedet for højtuddannede, men at den især kan få negative konsekvenser for de ufaglærtes arbejdsmarked (ibid., side 86). Blandt respondenter er der også bred enighed om, at der vil ske ændring af det sundhedsfaglige arbejdsopgaver som følge af den teknologiske udvikling. Flere og flere traditionelle syge- og lægefaglige opgaver vil blive omlagt til at blive automatiseret. Ligeledes vil en lang række af service- og laboratorie personalets arbejde blive overtaget af maskiner. Alle er dog enige om, at computere, robotter og andre maskiner ikke vil erstatte lægerne, men at de i stedet primært vil blive komplementære. Forstået som, at de vil kunne understøtte lægens arbejde ved at kvalificere arbejdet og gøre nogle arbejdsprocesser hurtigere, men samtidig vil teknologien også potentiel udvide omfanget af lægefaglige arbejdsopgaver, da ny teknologi vil resultere i nye undersøgelser og dermed behov for arbejdskraft til at håndtere disse. Endvidere kan udviklingen øge efterspørgslen efter nogle faggrupper, eksempelvis bioinformatikere og faggrupper, der reparerer, tester og udvikler robotter og kunstig intelligente systemer.

Udviklingen i kunstig intelligens og digitale løsninger vil skabe behov for kompetenceudvikling hos alle faggrupper i sundhedssektoren. Begrebet livslang læring vil for alvor få betydning. Det sundhedsfaglige personale vil skulle opkvalificeres i forhold til den øgede brug af ny teknologi og digitale løsninger. Fx vil øgede anvendelse af telemedicinske løsninger stille nye krav til lægernes og sygeplejerskernes kommunikationskompetencer i forhold til at kommunikere på distance og i forhold til at instruere borgerne i brugen af de nye it løsninger og ikke mindst i forhold til at gøre borgerne i stand til i højere grad at tage vare på eget patient forløb.

5 Klinisk teknologis velsignelse og forbandelse

Sundhedsvæsenet befinder sig på overgangen fra den mekaniske æra til den biologiske ære. Den mekaniske æra refererer til, at den teknologiske udvikling i sundhedsvæsenet de sidste 50-60 år har været drevet af markante forbedringer især inden for områderne kirurgi, radiologi og strålebehandling (4). Genteknologi og anden molekylær biologi forventes imidlertid at revolutionere sundhedsvæsenet i de kommende 10-15 år.

Den bioteknologiske udvikling har igennem de senere år medført stor vækst i udviklingen af biologiske lægemidler¹⁰, samt skabt grundlag for introduktion af immunterapi¹¹, og vil i fremtiden måske også bane vej for, at tarmbakterier kan anvendes som lægemidler. Biologiske lægemidler udgjorde i 2011 omkring en tredjedel af alle nye lægemidler i kliniske forsøg. Eftersom udviklingsprocessen for et lægemiddel typisk tager op til 10-20 år, må vi forvente at se en vækst i antallet af biologiske lægemidler i fremtiden. Omkostningerne til biologiske lægemidler er allerede i dag stor. I 2016 udgjorde omkostningerne til ATC-gruppe L¹², som blandt andet omfatter biologiske lægemidler og immunterapi, over 50 % af Amgros¹³ omsætning (71). Opgørelsen fra Amgros viser endvidere at omkostningen til lægemidler i ATG-gruppe L fra 2015 til 2016 steg med godt 6 %, en vækst som må forventes at stige i takt med introduktion af nye produkter på området. Flere og flere forskningsresultater peger på, at bakterier, som lever i og på mennesker (mikrobiomer), rummer store medicinske muligheder, og de forventes i fremtiden at kunne bidrage til at kurere, kroniske sygdomme som kroniske tarminfektioner som Crohns sygdom og tyktarmsbetændelse samt hjælpe kroppen til selv at bekæmpe kræft (72).

Teknologien til sekventering af menneskets arvmasse (genom¹⁴), har undergået en industriel optimering igennem de sidste 20 år, hvilket har skabt et kæmpe anvendelsespotentiale for genomanalyser (side 3 i (73)). Teknologiuudviklingen har betydet hurtigere og bedre sekventeringsmaskiner, samt ikke mindst et markant fald i priser for DNA-sekventering. Prisen for sekventering af det menneskelige genom er faldet fra ca. 100 mill. dollars i 2001 til at koste under 1.500 dollars i slutningen af 2015, jf. figur 5.1 (74). Denne kraftige prisudvikling har åbnet for en langt større udbredelsen af anvendelsen af DNA-sekventering, og som følge heraf for muligheden for at få øgede forståelse af sammenhængen mellem gener og sygdom. I de fleste tilfælde skyldes sygdom, ikke kun fejl på et enkelt gen, men på flere forskellige gener samtidig.

¹⁰ Biologiske lægemidler er baseret på naturligt fremkommende stoffer (typisk proteiner), som produceres via biologiske processer. Det vil sige, at medicinen fremstilles af levende celler, i modsætning til langt de fleste lægemidler, som består af syntetiske stoffer. Fordi de biologiske lægemidler minder om kroppens egne stoffer, giver de ofte færre bivirkninger end syntetiske stoffer (side 4 og 5 i (69)). Fremstillingen af proteiner i kroppen styres af vores arvemateriale. Kortlægningen af det menneskelige genom gør det muligt at vise, at bestemte sygdomme skyldes forhøjet eller nedsat produktion af bestemte proteiner. Netop denne viden kan anvendes i udviklingen af biologiske lægemidler (side 23 i (69)).

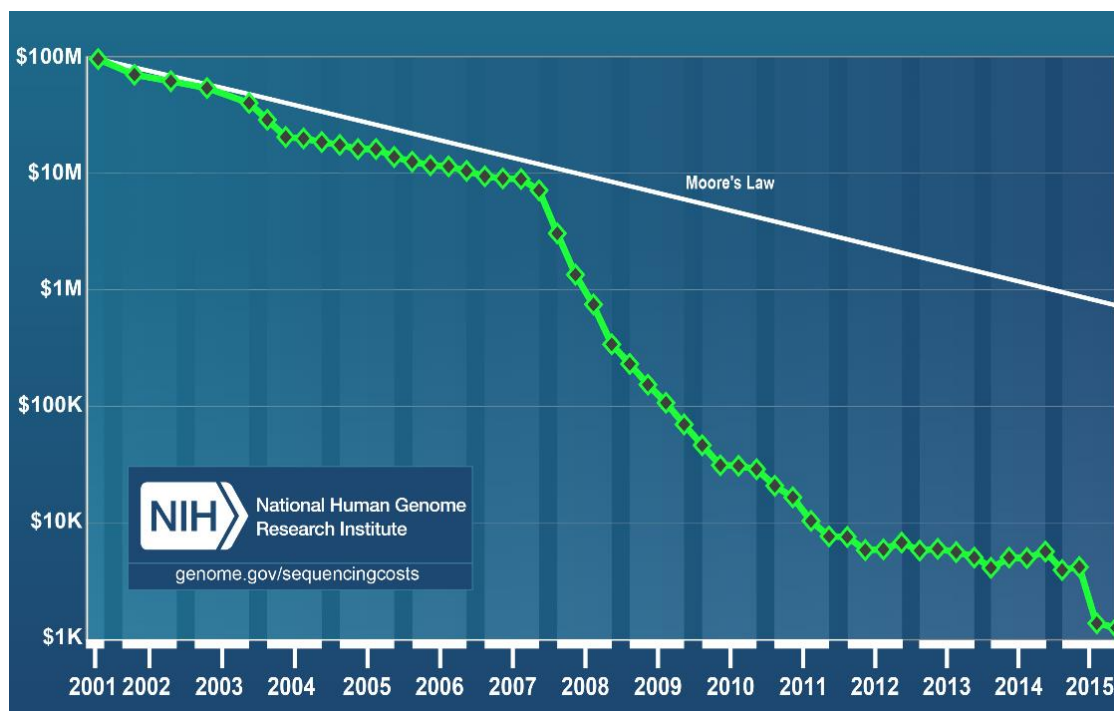
¹¹ Immunterapi er en ny type kræftbehandling, der aktiverer immunsystemet til at bekæmpe kræftcellerne, samt svækker kræftcellerne i at forsvare sig (70).

¹² ATC-systemet er et system til klassifikation af lægemidler efter deres indholdsstof og virkeområde. ATC står for Anatomisk terapeutisk kemisk.

¹³ Amgros er Regionernes Lægemiddelorganisation, og de står for indkøb af regionernes sygehusmedicin.

¹⁴ Et genom er den fulde DNA-sekvens i en organisme, dvs. alle gener.

Figur 5.1 Udviklingen i prisen for genomsekventering



Note: Genomsekventering vil sige, at hele en persons arvemasse (genom) bliver sekventeret. Moores lov siger, at computeres regnekraft fordobles hvert andet år (75), K: tusind, M: millioner

Kilde: (74)

Den bioteknologiske udvikling har skabt mulighed for at udvikle individuelle behandlinger på baggrund af den enkeltes genetiske profil. Yderligere er der skabt grundlag for, at vi kan udvikle nye behandlinger, der er målrettet fejl i genmassen – i modsætning til mere traditionelle lægemidler, der kompensere for kroppens ubalancer. Den bioteknologiske udvikling forventes således i de kommende 10–15 år at medvirke til et paradigmeskifte i det danske sundhedsvæsen, der vil medføre at:

- Behandlinger bliver langt mere individualiseret
- Sundhedsvæsenet vil have fokus på forebyggelse og sundhed frem for sygdom

På den lidt længere bane, det vil sige 30–50 år ud i fremtiden, kan 3D print af organer ligeledes forventes, at revolutionere sundhedsvæsenet.

I de følgende afsnit gives en uddybende beskrivelse af hvordan det biologiske æra forventes at kommet til udtryk, samt hvilke gevinster og udfordringer det forventes at bringe med sig.

5.1 Personlig medicin og individualiseret behandling

Det er generelt kendetegnende for interviewene, at der bliver udtrykt stor forventning til, at behandlingen inden for de næste 10–15 år vil blive langt mere individualiseret. Det forventes således, at den bioteknologiske udvikling vil gøre det muligt fremover at stille langt mere præcise diagnoser, og som følge her af tilbyde behandlingen til patienter udvalgt på baggrund af

information om den enkelte patients genom, mikrobiom og andre molekylærbiologiske parametre, livsstil, miljøpåvirkning mm (også betegnet personlig medicin).

Hvad er personlig medicin?

Personlig medicin - eller skræddersyet medicin, som det også populært betegnes - dækker over behandling, hvor der i udvælgelsen af lægemiddelbehandlingen tages udgangspunkt i den enkelte patients sygdomssituation og biologiske karakteristika.

Målet med personligmedicin er at ramme mere præcist med behandlingen, ved at vælge doser og medicin, så den passer til den enkelte patients genetiske profil mm, og dermed opnå den bedste effekt af behandlingen med de færreste bivirkninger.

Personlig medicin kræver, at vi har en diagnostisk test, der kan forudsige, om et lægemiddel vil have den ønskede virkning på den enkelte patient. Dette stiller dels krav om kendskab til hvilke lægemidler, der er særligt virksomme over for specifikke genetiske profiler, dels kræver det en diagnostisk test, der kan afgøre om en patient har en genetiske profil, som matcher brugen af det givne lægemiddel. Biomakører¹⁵ kan eksempelvis benyttes til at inddеле patienter med samme sygdom i forskellige biologiske undergrupper, der vil skulle behandles med forskellige lægemidler.

5.1.1 Genetiske analyser og personlig medicin anvendes allerede i dag

Allerede i dag foretages der på danske hospitaler på daglig basis genetiske analyser, som led i udredningen og behandlingen af forskellige genetisk betingede sygdomme (76). Endvidere kan 13 procent af al medicin i dag, ifølge lægemiddelindustrien, klassificeres som personligmedicin, og når det kommer til nye lægemidler, der er under udvikling, har over 70 procent af de nye lægemiddelstoffer på kræftområdet potentiale til at blive anvendt som personlig medicin (77). Udviklingen med personlig medicin er således i gang, men er også klart længst inden for specifikke sygdomsgrupper, som fx kræft.

En kortlægning fra 2016 (76) blandt universiteterne og regionerne viser, at anvendelsen af genetisk testning i sammenhæng med personlig medicin er udbredt, men at der er forventning om, at anvendelsen af personlig medicin vil stige meget fremover. En udvikling som National strategi for personlig medicin har til hensigt at understøtte (78). Regeringen og Danske Regioner lancerede i december 2016 National strategi for personlig medicin, der blandt andet har fokus på at skabe grundlag for udvikling af bedre og mere målrettede behandling til patienterne (78). Strategien har fokus på personlig medicin gennem anvendelsen af især genetiske analyser, men anden molekylærbiologisk viden og kortlægning, som eksempelvis analyser af proteiner vil også på sigt kunne inddrages.

Det kan konkluderes, at personlig medicin og målrettet behandling allerede anvendes i dag, men at omfanget forventes at blive langt større og præcisionen i de anvendte lægemidler langt højere fremover.

¹⁵ En biomakører er en indikation på en sygdom. Forhøjet blodtryk eller feber er eksempelvis en biomakører, de er imidlertid ikke en særlig præcise biomakør, da de ikke siger noget om hvilken sygdom person fejler. I gennem de senere år, er kendskabet til mere præcise biomakører vokset kraftigt, i form af kendskab til fx specifikke proteinstoffer eller enzymer. Biomakører kan anvendes til at sige noget om vores helbredstilstand, samt hvordan vi sandsynligvis vil reagere på fx et givent lægemiddel

5.1.2 Forventningerne til personlig medicin

Ikke alle patienter oplever i dag at have effekt af den behandling, de modtager. I oplægget til en samlet dansk indsats for personlig medicin og individualiseret behandling, refereres der eksempelvis til, at 30 % af de godt 3.000 gigtpatienter, der årligt begynder i behandling med biologisk medicin oplever utilstrækkelig effekt eller ikke kan tåle lægemidlet (73). En ældre opgørelse af andelen af patienter, som har effekt af deres medicin, viser at mange lægemidlerne har effekt for 50-70% af patienterne (79). Det skal understreges, at dele af den manglende effekt i sidstnævnte studie kan skyldes faktorer som manglende compliance, forkert dosering mm. Endvidere er der tale om et ældre studie, hvorfor det ikke kan udelukkes, at udviklingen på lægemiddelområdet har ændret det i undersøgelsen observerede billede. Trods mangelfulde opdaterede eksakte data på omfanget af patienter, der modtager medicinsk behandling, og som ikke har effekt heraf, vurderes der at være et stort potentiale for personlig medicin i forhold her til. Hvorvidt personlig medicin vil reducere omkostningerne til behandling er snare mere usikkert.

Et nyere systematisk review (80) af omkostningseffektiviteten af personlig medicin i form af stratificering af behandling på baggrund af patientens genetiske egenskaber viser overordnet, at personlig medicin hverken er mere eller mindre omkostningseffektiv end konventionel medicin. Bag resultatet gemmer sig dog stor variation i de fundne resultater i forhold til teksttyper. Det vil sige, om der testes med henblik på screening, sygdoms prognose, eller for stratificering af patienter i forhold til om de vil opnå effekt eller har stor risiko for bivirkninger. Artiklen peger yderligere på, at det er måden, hvorpå personlig medicin anvendes, der er afgørende for den økonomiske effektivitet. Der er således i de inkluderede studier ofte af rapportere flere forskellige strategier for anvendelsen af personlig medicin, med dertilhørende forskellige resultater.

Både nationalt såvel som internationalt er der høje forventninger til personlig medicins potentiale for at øge kvaliteten og reducere omkostningerne ved lægemiddelbehandling (81). Det er således forhåbningen, at mere individuelt tilpasset medicin vil give bedre behandlings effekt. Det kan i denne sammenhæng nævnes, at nye tal fra Danske Multidisciplinære Cancer Grupper (DMCG) peger på, at der er sammenhæng mellem ibrugtagning af personlig medicin og den observerede forbedrede overlevelse fra 2000 til 2014 for en række af de hyppigst forekommende kræftsygdomme (82).

Personlig medicin kan på den ene side fremadrettet medføre et reducerede ressourceforbrug. Måltrettet behandling vil betyde, at patient alt andet lige hurtigere får effekt af behandlingen, og dermed reduktion i behandlingsomkostningerne. På den anden side, er der også flere faktorer, der taler for at personlig medicin eller mere den viden, som gør udviklingen mulig vil generere et øgede ressourceforbrug. Den øgede indsigt i sammenhængen mellem vores gener og sygdom, vil således åbne op for nye behandlingsmetoder til sygdomme, som der i dag ikke findes en behandling til, samt erkendelse af helt nye sygdomme. Endvidere kan der forventes at opstå et øgede behov for løbende sekventeringer hos den enkelte borgere. Sidst men ikke mindst bliver hele lægemiddelprissætningen en spændende udfordring. Den teknologiske udvikling vil på den ene side kunne reducere udviklingsomkostningerne til medicin ved at en lang større del af arbejdet kan gøres via computere end i laboratorie. På den anden side, vil den enkelte patientgruppe for det enkelte lægemiddel blive reduceret i takt med, at der bliver udviklet flere forskellige produkter. Det vil betyde, at der vil være færre patienter til at dække udviklingsomkostningerne for det enkelte produkt.

5.1.3 Biomarkører og –test centrale elementer i udvikling af personlig medicin

Identifikation af biomarkører for den enkelte sygdom, samt ikke mindst udvikling af valide biomarkørtest er helt afgørende for, at personlig medicins potentiale vil blive indfriet (side S1-2 i (83)). Udviklingen af biomarkørtest har været igennem en rivende udvikling igennem de senere år, men der foreligger stadig et stort forsknings- og udviklingsarbejde for at sikre en succesfuld udvikling og implementering af personlig medicin i Danmark. Brugen af sekventering i forbindelse med diagnostik eller behandlingsvalg har således hidtil primært været koncentreret omkring en mindre del af vores genom, den såkaldte proteinkodende del (udgør 3 % af vores genom) eller nogle få udvalgte gener (side 6 i (73)). Udviklingen i hastighed og pris vil imidlertid gøre det muligt i fremtiden at sekventere hele genomet. Og hermed skabe basis for en dybere forståelse af det genetiske grundlag for sygdom, herunder øge muligheden for at finde nye biomarkører og indblik i kompenserende regulering af gener¹⁶. Et centralt element i at skabe denne forståelse vil blive anvendelsen af Bigdata og maskinlæring (bigdata og maskinlæring er nærmere beskrevet i kap 4). Udfordringen bliver i den sammenhæng, at få opbygget en data infrastruktur.

5.1.4 Behov for data

Fundamentet for udviklingen af mere personlig medicin er data. Der er behov for, at vi kan koble genetiske data med minimum andre sundhedsdata men også gerne socio- og miljødata. Det er ikke kun den arvelige komponent, der har betydning for udviklingen og behandling af sygdom, hvorfor det er vigtigt at kunne sammenkøre genomdata med andre data typer.

Endvidere er der behov for tilføjelse af nye typer af data i vores registre, der samtidig er lette at trække ud. *The committee on policy issues in the clinical development and use of biomarkers for molecularly targeted therapies* fremhæver i forbindelse med arbejdet med den nationale strategi for personlig medicin i USA eksempelvis behovet for, at der let kan trækkes data ud fra de elektroniske patientjournaler om molekylærbiologisk aktiviteter og resultater her af. Eksempelvis registrering af udført biomarkørtest, herunder oplysninger om hvilken test, der er anvendt, samt fund og evt. handling (fx ordineringen af medicin) afstedkommet af testresultatet (side 4-23 i (83)). Denne type data vil kunne anvendes til på sigt, at vurdere effekten af personlig medicin og ikke mindst videreudviklingen af denne. I Danmark vil der i løbet af 2017, som del af National strategi for personlig medicin, blive etableret et Nationalt Genom Center. Centret vil blandt andet skulle have ansvar for opbygning af en it-infrastruktur til lagring og deling af genomdata (78).

5.1.5 Den traditionelle måde at godkende medicin på udfordres

En central udfordring i forhold til at indfri personlig medicins potentiale vil bestå i at sikre hurtig adgang til nye test, men samtidig også sikre kvaliteten her af. En særlig udfordring knytter sig til at sikre opretholdes at det samme dokumentationsniveau af effekten ved personlig medicin, som der gælder for traditionel generisk medicin. Det vil sige, at medicinens effekt dokumenteres ved brug af randomiserede kontrollerede studier, hvor der indgår hundrede til tusinde af patienter. Udfordringen vil især opstå i takt med, at der sker en "individualisering" af medicinen, så det i yderste konsekvens kun er én person, der vil have effekt af medicinen.

¹⁶ Kompenserende regulering refererer til, at ikke alle personer med mutationer, der burde afstedkomme en given sygdom får den, hvilket formodes at kunne tilskrives at personen har beskyttende molekyler/mutationer andre steder i genomet

5.2 Taksonomien for sygdom skal gentænkes

Den igennem de seneste årtier opnåede bedre forståelse af det genetiske grundlag for sygdomme og indsigt i molekylærbiologi, har skabt behov for ændring af taksonomien for sygdom. Dette fremgår tydeligt af en stor forskningsråds undersøgelse, foretaget på vegne af det amerikanske National Institutes of Health (NIH¹⁷) (84).

I Danmark anvendes WHO's internationale sygdomsklassifikation (ICD-10¹⁸) (85) som diagnosesystem, hvilket også er det mest udbredte diagnosesystem i verden. Sygdomstaksonomien i ICD-10 er primært baseret på symptomer, på mikroskopisk undersøgelse af sygt væv og syge celler, og andre former for laboratorie- og billeddiagnostiske undersøgelser. Systemet er således ikke designet til at inkorporere eller udnytte den hurtigt voksende viden om molekylære data, patientkarakteristika, socioforhold og miljøes påvirkning på sygdom (side 14 i (84)). Den manglende mulighed for inkorporere nye oplysninger og begreber fra den biomedicinske forskning i den nuværende sygdommen taksonomi, bevirker at undergrupper af sygdomme, som skyldes forskellige molekylære årsager i dag bliver klassificeret som en sygdom. Og omvendt deler flere sygdomme, som i dag klassificeres som værende forskellige, en fælles molekylær årsag (side 3 i (84)).

For i fremtiden at kunne udnytte det fulde potentiale af den løbende voksende forståelse af sammenhængen mellem molekylærbiologi og sygdom, og derigennem opnåelse af bedre behandlings effekt, vil det være nødvendigt at vores taksonomi for sygdom gentænkes.

5.3 Etiske udfordringer

I takt med at vores viden om genomet og sammenhængen mellem forskellige biomarkører og sygdomme øges, vil der rejse sig en række etiske dilemmaer. Det Etiske Råd har i tilknytning til den nationale satsning på personlig medicin således også udarbejdet en oversigt over en lang række etiske opmærksomhedspunkter (86).

Resultatet af genetiske undersøgelser vil i mange tilfælde efterlade patienten med oplysning om den enkelte risikofaktor for i fremtiden at få en given sygdom. Der vil ikke være tale om klare "nej" og "ja" svar. I stedet vil der være tale, om en procentsats for at en observerede genvariant på et tidspunkt i livet vil føre til den pågældende sygdom. Det rejser et spørgsmål om, hvornår er størrelsen af en risikofaktor af så væsentlig betydning, at patienten skal have svar her om? Endvidere vil vores kendskab til risikofaktorer for sygdomme, naturligt altid være mere udviklet end vores behandlingsmuligheder. Det rejser det dilemma, at vi ved genomtest kan få kendskab til vores risiko for at udvikle sygdomme, hvor der endnu ikke findes behandling. En foranalyse i forbindelse med udviklingen af national strategi for personlig medicin viser, at ca. 30 procent kun vil have svar, hvis der findes en forebyggelse- eller behandlingsmulighed, mens ca. 45 procent gerne vil kende til risikoen uagtet om der findes behandling. De sidste ca. 25 svarede "nej" eller "ved ikke til spørgsmålet" (87).

Andre forhold som tilfældighedsfund¹⁹, genresultaters påvirkning på andre familiemedlemmer er blot få af nogle af de generelle udfordringer, der er ved foretagelse af gentest, og som i stigende grad vil opstå i takt med udbredelsen af personlig medicin.

¹⁷ NIH er en styrelse under "U.S. Department of Health and Human Services".

¹⁸ ICD-10: International Classification of Diseases udgave 10

¹⁹ Et tilfældighedsfund er et fund af et formodet sygdomsfremkaldende gen, som er et andet end det gen/sygdom, som var årsag til undersøgelsen

5.4 Fokus på sundhed frem for sygdom

I fremtidens sundhedsvæsen vil der være fokus på sundhed frem for sygdom. Ifølge de interviewede vil denne udvikling blandt andet være en naturlig følge af, at vi inden for de næste 10-20 forventes at kunne opspore langt flere sygdomme inden deres opstående. Via fx vaccinationer og tidlig indsættelse over for genmutationer, der med tiden vil kunne føre til sygdom, forventes det at en lang række sygdomme vil kunne forebygges. Ændringen fra at have fokus på sygdom til at have fokus på sundhed vil ikke kun være drevet af den medicinske teknologiske udvikling, men også af fx den demografiske udvikling samt den generelle teknologiske og digitale udvikling, som dels bevirker at det bliver nødvendigt at ændre fokus, dels gør det muligt for borgerne selv i langt større grad, at have fokus på sundhed.

Det at borgeren i langt større grad selv vil kunne tage handling på egen sundhed og eksempelvis sikre, at de er velmoniteret, vil på den ene side betyde mere sundhed for pengene. På den anden side består udfordringen i, at styre og sikre en rationel anvendelse af eksempelvis gentest og -sekventering mm. Modsat behandling, der hyppigst foretages på baggrund af symptomer, vil det forebyggende perspektiv udfordre, hvordan forbruget af sundhedsydelser styres, da der ikke vil være nogle "naturlige" indikationer for, hvornår det er relevant at foretage diverse test. En særlig udfordring knytter sig i denne forbindelse til upræcise diagnostiske hjemmetest, som potentielt vil kunne generere en syndflod af unødige henvendelser til sundhedsvæsenet.

På den lange bane (dvs. om 30 år) er der flere af de interviewede, der vurderer det værende realistisk, at vi hver især vil have vores egen sekventeringsmaskine, der vil kunne tjekke os for diverse sygdomme.

5.5 Behov for nye kompetencer og øgede specialisering

De interviewede forventer generelt, at der vil ske en øgede specialisering og arbejdsdeling.. Sygehusvæsenet er allerede i dag i gang med en planlagt strukturudvikling i retning af øget specialisering. Samtidig med at sygehusene i højere grad understøtter andre aktører i sundhedsvæsenet, så de kan varetage behandlingen uden for sygehusene. I perioden 2004 til 2014 faldt eksempelvis antallet af sengedage pr. patient på danske sygehuse fra 7,1 dage til 5,5 (88).

Udfordringen vil blive at sikre koordinering af overgange og samarbejde. Denne udfordring er ikke ny, men forventes at blive større i takt med specialiseringen af hospitalerne. Flere af de interviewede, påpeger at en mere specialiseret sygehusstruktur, vil skabe behov for nye eller udbygning af mere lokale funktioner. Som nævnt oven for er der imidlertid intet til hænder for, at nogle af de lokale funktioner understøttes eller drives af hospitalerne.

Den forventede "eksplosion" i ny genomisk og mikrobiologisk viden vil kræve opkvalificering og videreuddannelse af de sundhedsprofessionelle, hvis implementeringen af ny diagnostik og behandling skal sikres. Der er blandt de interviewede ikke forventning om, at den biologiske æra vil overflødiggøre lægerne, tvært imod. Individualiserede behandling vil kræve større analytiske ressourcer af den enkelte læge, end ved en mere "one size fits all" behandlingstilgang. Computere vil kunne indgå som beslutningsstøtte værktøj, men da mange sygdomme er et kontinuum, hvor mange faktorer spiller ind, vurderes den individuelle lægelige vurdering stadig at blive af stor betydning.

6 Den nye sundhedsforbruger

I forhold til fremtidens borger er der to centrale tendenser, som bliver fremhævet af de interviewede, og som vil blive uddybet i de følgende afsnit. Den første tendens er, at fremtidens borger har øgede forventninger til sundhedsvæsenet, dels i forhold til hvad de kan forvente af behandling, dels i forhold til at blive informeret og inddraget. Den anden tendens er, at borger og patienter vil blive en aktiv medspiller i sundhedsvæsenet. Samfundet vil fremover have behov for, at de borgere der kan i langt højere grad tager vare på sig selv. Den generelle digitalisering af samfundet understøtter denne udvikling og borgerne vurderes generelt også interesseret i at tage ansvar. Endvidere er det forhåbningen at inddragelse i egen behandling kan medvirke til at skabe bedre resultater for patienterne.

6.1 Fremtidens borger har øgede forventninger til sundhedsvæsenet

Det forventes at fremtidens borger vil stille højere krav til det offentlige sundhedsvæsen end nutidens borgere. De vil endvidere have klare forventninger om at blive involveret og hørt. Den igennem de senere år øgede fokus på brugerinddragelse kan ses som værende startskuddet til denne udvikling. Udviklingen skyldes ikke mindst den stigende digitalisering, der har givet borgerne langt større muligheder for at søge information om behandlingsmetoder og -muligheder via fx internettet. Personlige data indsamlet via diverse personlige devices forventes ligeledes af borgene inddraget i mødet med sundhedsvæsenet.

Tendensen til, at patienter er velinformerede og stiller krav om begrundelse og forklaringer, findes allerede i sundhedsvæsenet i dag. Hvor det imidlertid ifølge informanterne i dag fortrinsvis er de højtuddannede, der formulerer kravene, vil tendens i fremtiden sprede sig til andre grupper af befolkningen. Udviklingen vil blandt andet være drevet af internettets demokratisering af valid sundhedsviden, som skaber mulighed for at borgere med ikke lange uddannelse, også sikres adgang til relevant information. Den øgede indsigt vil reducere vidensasymetrien mellem læge og borger, og dermed medført mindre autoritetstro, og mere fokus på egne ønsker og behov. I denne sammenhæng skal det dog nævnes, at internettet også skaber adgang til ikke valid sundhedsviden, som kan gøre mere skade end gavn.

Borgenes højere krav til sundhedsvæsenet vil yderligere være drevet af nutidens jagt efter det sunde og aktive live. Fremtidens borgere vil kræve, at de fungerer og føler sig normale og sunde uanset diagnose, sygdom og alder. Ikke mindst blandt borgere, der "nærmer sig reparationsalderen" vil der være høje forventninger til sundhedsvæsenets ydelser.

Fremtidens borgere forventes, at stille øgede krav til sundhedsvæsenets serviceniveau. Både i det fysiske møde, men ikke mindst i den digitale kontakt med sundhedsvæsenet. En undersøgelse foretaget i 2016 omhandlende over 5.000 dansker oplevelser med og forventninger til sundhedsvæsenet viser, at danskerne gerne ser øgede fleksibilitet i kontakten med sundhedsvæsenet – både i forhold til kontaktformer og tidsrum for denne (figur 36 i (49)). Tiltag som den tidligere beskrevet app Mit forløb i Region Syddanmark nævnes som metoder til, at lette patienternes adgang til information samt til at forkorte afstanden mellem patient og det relevante personale.

Borgerne vurderes ligeledes at blive en stærkere aktør på sundhedsområdet. Fremadrettet forventes borgernes stemme, at få større vægt i styringen af sundhedsvæsenet, herunder større indflydelse på hvilke effekt- og kvalitetsmål, der styres efter. Dette er en tendens, som

allerede er tilstede i dag, stærkt drevet af den øgede fokus på værdibaseret styring og anvendelsen af PRO-data (Patient Reportet Outcome-data). Tendensen forventes imidlertid, at blive forstærket i fremtiden, godt hjulpet på vej af den øgede adgang til egne mål og data. Private aktører og patienterne forventes ligeledes at blive en stærk alliance i forhold til beslutninger på sundhedsområdet i fremtiden.

6.2 Borgere og patienter en aktiv medspiller i sundhedsvæsenet

Borgere og patienter forventes at få en langt mere aktiv rolle i fremtidens sundhedsvæsen. En udvikling, der vil være drevet dels af, at et ønske fra borgene selv, dels af nødvendighed. De interviewede er således enige om, at det er nødvendigt, at især de ressource stærke borgere i stadig større grad aktivt tager del i eget helbred og behandling. Det fremhæves, at en øgede digitalisering og teknologisering af sundhedsvæsenet vil kunne understøtte denne udvikling, da patienterne vil få helt nye muligheder for at administrere deres sygdom. Samtidig giver flere af de interviewede udtryk for en frygt for, at det offentlige sundhedsvæsen ikke vil formå at følge med digitaliseringen i resten af samfundet, og at det vil skabe grobund for opbygning af et parallelt privat sundhedsvæsen, jf. også diskussionen i afsnit 4.4. Den kommende generation vil ikke nøjes med, og forventes således at "tage skeen i egen hånd", hvis de ikke synes, at de ydelser de får i det offentlige sundhedsvæsen er gode nok. Danmark har ikke tradition for et stort privat sundhedsmarkedet. Den øgede digitalisering af sundhedsvæsenet vurderes imidlertid at kunne skubbe til privatiseringen, dels som følge af at data og information er grænseløs, dels som følge af at teknologierne og systemerne forventes at blive billigere i fremtiden. Flere vurderer således, at der er reel risiko for, at der opstår en ond spiral, hvor de borgere, der er bedst til at klare sig selv, bliver større og større forbrugere af private sundhedstilbud, hvorved det offentlige sundhedssystem vil miste opbakning. Det skal understreges, at ikke alle de interviewede ser en farer for, at der opstår et omfangsrigt parallelt privat sundhedsvæsen.

Det vurderes at fremtidens borgere gerne tager aktivt del i deres helbred. Hvilket undersøgelsen af danskernes oplevelser med og forventninger til sundhedsvæsenet bekræfter (figur 48 i (49)). Undersøgelsen viser endvidere, at borgerne ikke kun som patienter, men også som pårørende gerne tager aktiv del i behandling, overvågning og genoptræning (ibid.). Ren ressourcemæssigt vil patienterne også have en egen interesse i at varetage flere opgaver selv. For hvorfor bruge tid og ressourcer på at bevæge sig hen til hospitalet for nogle aktiviteter, de lige så godt kan foretage hjemme fra. Endvidere er der forhåbning om, at inddragelse i egen behandling kan medvirke til at skabe bedre resultater for patienterne.

Relationen mellem det sundhedsfaglige personale og patienten, forventes at ændre sig, så det mere får karakter af et samarbejde. Relationerne har allerede bevægede sig, så patienterne i dag i lang højere grad inddrages men også udfordre lægen og dennes beslutninger. Fremadrettet i takt med at patienten kommer til varetage en lang større del af sygdomsmonitoreringen forventes der at opstå et mere ligeværdigt samarbejde.

Det vurderes at borgerne har behov for ny viden og kompetencer, for i fremtiden i langt større grad at kunne tage vare på egen sundhed. En af respondenterne peger på behovet for "uddannelse af borgerne", for at de bliver i stand til at påtage sig en mere aktiv rolle i forhold til deres sundhedstilstand. Respondenten vurderer det således sandsynligt, at der vil rejse sig et behov for sundhedsuddannelse/sundhedshåndtering i folkeskolen, lige som man har idræt i dag. Ligeledes vil der opstå sundhedskursustilbud, samt kurser i tråd med "koordiner din egen sygdom" til den raske borger, så borgeren er klædt på til at tage vare på egen sygdom, når den opstår.

6.2.1 Borgerne er med på de teknologiske- og digitale løsninger

For at borgerne i fremtiden kan blive en aktiv del af sundhedsvæsenet, kræver det at borgerne er i stand til at anvende de af sundhedsvæsenet tilbudte teknologiske- og digitale løsninger. De interviewede vurderer, at hovedparten af den danske befolkning vil være interesseret og i stand til dette. Erfaringen er således, at de fleste borgere gerne vil klare sig selv, og at befolkningen generelt ikke er forskrækket over for ny teknologi, hvis den ellers kan gøre det den skal. Erfaringen er således, at også ældre borgere er positivt stemt over for nye teknologier, især hvis de gør borgerne mere uafhængige og selvhjulpne.

Kommunikation og måden hvorpå denne foretages med borgerne, vurderes imidlertid som værende hel central for at borgerne i fremtiden formår at løse deres opgave med, at være en aktiv medspiller i sundhedsvæsenet. Ikke overraskende nævnes det, at det er vigtigt, at der opbygges systemer og løsninger, hvor det er let at være borgere. Løsningerne skal således bygges op med afsæt i borgerne og ikke systemet. Endvidere fremhæves det, at det for at favne flest mulige målgrupper er vigtigt at informationen målrettes de forskellige målgrupper.

6.2.2 Mindre eller øgede ulighed i sundhed?

Idealbilledet er, at ved at lade de borgere, der kan tage sig af sig selv gøre det, bliver der flere ressourcer til de borgere, der af forskellige årsager ikke magter dette. Historisk har de ressourcestærke borgere dog haft lettere adgang til sundhedsvæsenet (89). Flere af de interviewede forventer, at dette billede ikke vil ændre sig, som følge af en øgede digitalisering og teknologisering af sundhedsvæsenet. Andre vurderer, at teknologiseringen og digitaliseringen, netop vil kunne gøre sundhedsvæsenet mere tilgængeligt end i dag, hvorved det vil blive muligt at få inkluderet nogle af de borgere, som sundhedsvæsenet i dag har svært ved at nå ud til. Eksempelvis vil brugen af sensorer og minirobotter (fx i form af en indopereret chip eller som en pille, der indtages) give mulighed for opsamling af personlige data fra personer, som ikke i dag vil være mulige at få data på.

Alle interviewede er enige om, at der vil være nogle borgere som ikke vil være i stand til at gribe de teknologiske løsninger og ikke vil kunne indgå som aktiv medspiller i sundhedsvæsenet. Flere af de interviewede fremhæver i den forbindelse deres frygt for, at der vil blive skabt en øgede polarisering, hvor der vil være en undergruppe af borgere med høj sygelighed, som ikke vil blive inkluderet i sundhedsvæsenet. For at fange denne gruppe borgere, vurderes det helt centralt, at der tilbydes differentierede løsninger, hvor kommunikationen tilpasses og målrettes den enkelte og tilsvarende behandlingstilbuddet. De differentierede løsninger vil potentielt kunne skabe mere sundhed til alle.

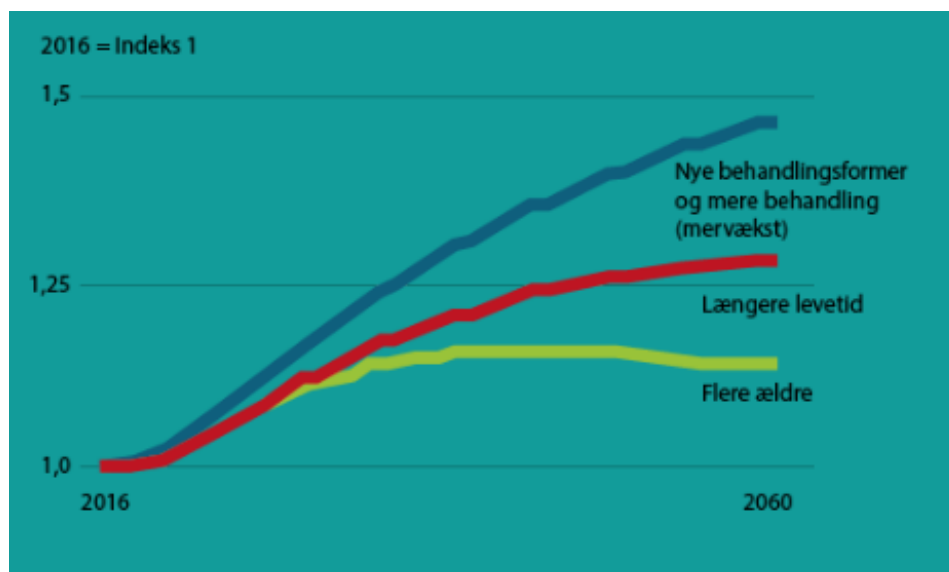
7 Tværgående opsamling

Der er ingen tvivl om, at den aldrende befolkning, stigende forekomst af kronisk sygdom, informationsrevolutionen, den kliniske teknologiske udvikling og fremtidens borger, i form af den nye sundhedsborger, vil udfordre det danske sundhedsvæsen de næste årtier og nødvendiggøre udvikling af vores sundhedsvæsen.

Fremtidens sundhedsvæsen vil blive udfordret af, at en stigende efterspørgsel efter sundhedsydelser, som følge af, at: befolkningen bliver ældre og vil leve længere; antallet af borgere med kronisk sygdom stiger, ikke mindst antallet af borgere med multisygdom; befolkning har øgede krav og forventninger til sundhedsvæsenet; øgede data og databehandlingsmuligheder vil give stigende indsigt i sammenhængen mellem sygdomme og dens opstående, hvilket vil gøre os i stand til at behandle stadig flere og flere sygdomme. Dette skal sammenholdes med, at der grundet den demografiske ændring, bliver færre borgere i den arbejdsduelige alder, og dermed samlet færre til at finansiere sundhedsvæsenet. Nogle af parametrene vil imidlertid ikke kun være aktivitets generende, men vil også potentielt indeholde et ressource reducerende element. Eksempelvis vil ny medicinsk teknologi kunne gøre behandlingen af kronisk sygdom mere effektiv, ligeledes vil nye digitale løsninger gøre det muligt, at overlade flere sundhedsopgaver til borgerne.

De fem megatrends forventes enkeltvis og i samspil, at presse sundhedsudgifterne. Hvor meget og hvilke af de fem megatrends, der vil have størst indflydelse, er ikke muligt at vurdere ud fra nærværende analyse. Beregninger foretaget af DREAM-gruppen for Danske regioner i 2016 viser, at hvis udviklingen fortsætte som nu vil sundhedsudgifterne frem mod 2060 stige med 47 %, hvoraf den største del af væksten (19%) vil ske som følge af nye behandlingsformer og mere behandling (90). Længere levetid, og det at der kommer flere ældre, vil hver især være årsag til en 14 % stigning i sundhedsudgifterne.

Figur 7.1 Betydningen af demografi og mervækst for sundhedsudgifterne

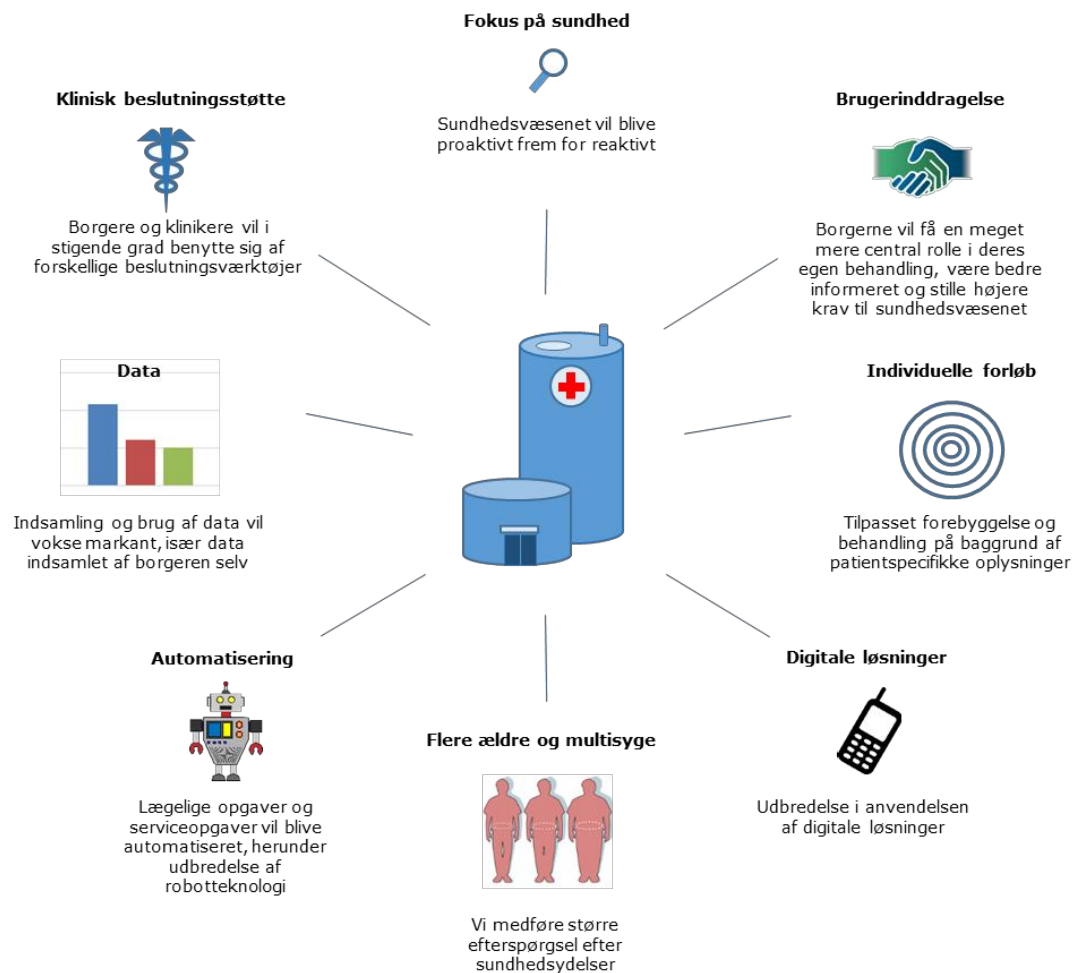


Note: Beregninger er foretaget af DREAM-gruppen for Danske Regioner. I beregningerne er det antaget at udviklingen fortsætter som i 2016.

Kilde: (90)

Forventningerne til det fremtidige potentiale for bioteknologien, big data og brugen af kunstig intelligens er enorm store. Helt afgørende for efterlevelsen af dette potentiale bliver imidlertid, at der bliver opbygget en datainfrastruktur, og vi forstår at få kondenseret data. Generelt er der en tendens til at overvurdere konsekvenserne af megatrends på kort sigt, men undervurderer dem på længere sigt. Det vil sige, der er ofte forventning til at megatrenden slår hurtigere igennem, men til gengæld undervurderes omfanget af dens betydning på lang sigt. Trods dette i mente er det ikke utænkeligt, at vi inden for de næste 10 år vil have vores egen læge i lommen, i form af en sundheds-app på mobiltelefonen, som kender vores DNA-sekvens, gøren og laden, og som vil kunne bruges til diagnosticering og monitorering.

Figur 7.2 Centrale tendenser for sundhedsvæsenet de næste 10-20 år



På baggrund af gennemgangen af de fem megatrends, vurderes der at være følgende centrale tendenser for sundhedsvæsenet de næste 10-20 år (nævnt i tilfældig rækkefølge):

- Der vil blive flere ældre borgere og antallet af multisyge vil stige.
- Indsamling og brug af data vil vokse markant, især brugen af data indsamlet af borgerne selv.
- Borgerne vil få en meget mere central rolle i deres egen behandling, og især vil der være store forventninger til de ressource stærke borgere om at tage aktiv del i egen sundhed.
- Borgerne vil stille højere krav til sundhedsvæsenet.
- Der vil ske en demokratisering af teknologien og viden. Borgerne vil være mere velinformerede end i dag, hvilket vil skabe rum for et ligeværdigt samarbejde mellem borger og læge.
- Der vil ske en markant udbredelse i anvendelsen af digitale løsninger.
- Stigende anvendelsen af robotteknologi i sundhedsvæsenet.
- Sundhedsvæsenet vil blive proaktivt frem for reaktivt, der vil blive fokus på sundhed frem for behandling, borgerne skal holdes sunde og raske.
- Borgere såvel som klinikere vil i stigende grad benytte sig af forskellige beslutningsstøtte værktøjer i tråd med IMBs computer Watson.
- Mere individuelle forebyggelses- og behandlingsforløb, som følger af at der bliver bedre muligheder for at gøre brug af viden om patienternes genetiske arvemasse.
- En del arbejdsopgaver – både lægelige- og serviceopgaver - vil blive automatiseret. Samtidig vil teknologien skabe nye arbejdsopgaver, da ny teknologi vil resultere i nye undersøgelser og behandling.

Litteratur

- (1) Sundhedsstyrelsen. Kronisk sygdom. 26. januar 2017; Available at: <https://www.sst.dk/da/sygdom-og-behandling/kronisk-sygdom>. Accessed 6. februar, 2017.
- (2) Afdeling for Sundhedsanalyser. Store udgifter forbundet med multisygdom. : Statens Serum Institut og National Sundhedsdokumentation og - IT; 2015.
- (3) Pedersen KM, Bech M, Vrangbæk K. The Danish Health Care System: An analysis of Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats. The Consensus Report. : Copenhagen Consensus Center.
- (4) The Advisory Board Company, International Global Forum for Health Care Innovators. Critical Disruptions. The Five Forces Shaping Health Care's Future.
- (5) Danmarks Statistik. FRDK116: Befolkningsfremskrivning 2016 for hele landet efter herkomst, køn og alder. Available at: <https://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1680>. Accessed 4. januar, 2017.
- (6) DREAM. Langsigtet økonomisk fremskrivning 2016. ; December 2016.
- (7) Spijker J, MacInnes J. Population ageing: the timebomb that isn't. BMJ 2013;347(nov121):f6598-f6598.
- (8) Zweifel P, Felder S, Meiers M. Ageing of population and health care expenditure: a red herring? Health Econ 1999;8(6):485-496.
- (9) Felder S, Meier M, Schmitt H. Health care expenditure in the last months of life. J Health Econ 2000;19(5):679-695.
- (10) Seshamani M, Gray AM. A longitudinal study of the effects of age and time to death on hospital costs. J Health Econ 2004;23(2):217-235.
- (11) Seshamani M, Gray A. Ageing and health-care expenditure: the red herring argument revisited. Health Econ 2004;13(4):303-314.
- (12) Stearns SC, Norton EC. Time to include time to death? The future of health care expenditure predictions. Health Econ 2004;13(4):315-327.
- (13) Breyer F, Felder S. Life expectancy and health care expenditures: a new calculation for Germany using the costs of dying. Health Policy 2006;75(2):178-186.
- (14) Arnberg S, Bjørner TB. Sundhedsudgifter og levetid. Nationaløkonomisk Tidsskrift 2010;148:43-66.
- (15) Melberg HO, Sørensen J. How does end of life costs and increases in life expectancy affect projections of future hospital spending? 2013.
- (16) Serup-Hansen N, Wickstrøm J, Kristiansen IS. Future health care costs—do health care costs during the last year of life matter? Health Policy 2002;62(2):161-172.
- (17) Werblow A, Felder S, Zweifel P. Population ageing and health care expenditure: a school of 'red herrings'? Health Econ 2007;16(10):1109-1126.

- (18) Arnberg S, Bjørner TB. Sundhedsudgifter og levetid. *Nationaløkonomisk Tidsskrift* 2010;148:43-66.
- (19) Bech M, Christiansen T, Khoman E, Lauridsen J, Weale M. Ageing and health care expenditure in EU-15. *The European Journal of Health Economics* 2011;12(5):469-478.
- (20) Christensen K, Doblhammer G, Rau R, Vaupel JW. Ageing populations: the challenges ahead. *The lancet* 2009;374(9696):1196-1208.
- (21) Rice NE, Lang IA, Henley W, Melzer D. Baby boomers nearing retirement: the healthiest generation? *Rejuvenation research* 2010;13(1):105-114.
- (22) King DE, Matheson E, Chirina S, Shankar A, Broman-Fulks J. The status of baby boomers' health in the United States: the healthiest generation? *JAMA internal medicine* 2013;173(5):385-386.
- (23) DREAM. Følsomhedsanalyse af udviklingen i sundheds- og hjemmeplejeudgifter. ; januar, 2016.
- (24) Danmarks Statistik. FOLK2: Folketal 1. januar efter køn, alder, herkomst, oprindelsesland og statsborgerskab. Available at: <https://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1680>. Accessed 5. januar, 2017.
- (25) Rapport fra regeringens lægedækningsudvalg. Lægedækning i hele Danmark. ; 2017.
- (26) Sundhedsdatastyrelsen. Lægeprognose 2015-2040. Udbuddet af læger og speciallæger. København: Sundhedsstyrelsen; 2016.
- (27) Sørensen LK, Wang DY. NOTAT Sygeplejersker beskæftiget i og uden for sygeplejefaget 2002-2015. : DSR Analyse; 2016.
- (28) Sundhedsstyrelsen. Hjertesygdom. Fakta og forebyggelse. København: Sundhedsstyrelsen; 2005.
- (29) Sundhedsdatastyrelsen. Begrebsbase. Available at: <http://sundhedsdata.item.dk/>. Accessed 6. februar, 2017.
- (30) OECD/EU. Health at a Glance: Europe 2016 - State of Health in the EU Cycle. Paris: OECD Publishing; 2016.
- (31) Sundheds- og Ældreministeriet. Statusrapport på demensområdet i Danmark. København: Sundheds- og Ældreministeriet; 2016.
- (32) Regeringen (V L, K), Socialdemokratiet, Dansk Folkeparti, Alternativet, Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti. Aftale om den nationale demenshandlingsplan 2025. ; 15. december 2016.
- (33) Sundhedsdatastyrelsen. Sygdomsforekomst - Tabel. Available at: <http://esundhed.dk/sundhedsregistre/uks/uks01/Sider/Tabel.aspx#>. Accessed 6. februar, 2017.
- (34) Sundhedsdatastyrelsen. Nye kræfttilfælde i Danmark. Cancerregisteret. København: Sundhedsdatastyrelsen; 2015.
- (35) Juel K, Sørensen J, Brønnum-Hansen H. Risikofaktorer og folkesundhed i Danmark. : Statens Institut for folkesundhed; 2006.

- (36) Kjølner M, Juel K, Kamper-Jørgensen F. Folkesundhedsrapporten Danmark 2007. : København; 2007.
- (37) Sundhedsstyrelsen. Danskernes rygevaner: Udvalgte resultater 2015 og historisk udvikling. Available at: <https://www.sst.dk/da/nyheder/2016/~media/8CEB6CBBE22B4488817EE6259A681F67.ashx>. Accessed 6. februar, 2017.
- (38) Christensen A, Davidsen M, Ekholm O, Pedersen P, Juel K. Danskernes Sundhed–Den Nationale Sundhedsprofil 2013 (The health of the Danes–the national health profile 2013). Copenhagen: Danish Health Authority 2014.
- (39) Matthiessen J, Andersen LF, Barbieri HE, Borodulin K, Knudsen VK, Kørup K, et al. The Nordic Monitoring System 2011-2014. Status and development of diet, physical activity, smoking, alcohol and overweight. : Nordic Council of Ministers; 2016.
- (40) Dansk Selskab for Almen Medicin. Type 2-diabetes: Diagnosen. Available at: <http://vejledninger.dsam.dk/type2/?mode=visKapitel&cid=532>. Accessed 6. februar, 2017.
- (41) Knapton S. Microsoft will 'solve' cancer within 10 years by 'reprogramming' diseased cells. The Telegraph 20. september 2016.
- (42) Øvrehus A. Behandling af hepatitis C. 2015; Available at: <http://www.netdoktor.dk/sygdomme/fakta/behandling-hepatitis-c.htm>. Accessed 6. februar, 2017.
- (43) McGrail K, Lavergne R, Lewis S. The chronic disease explosion: artificial bang or empirical whimper? BMJ: British Medical Journal (Online) 2016;352.
- (44) Kræftens Bekæmpelse. Nye kræfttilfælde de næste 20 år. 2016; Available at: <https://www.cancer.dk/hjaelp-viden/fakta-om-kræft/kræft-i-tal/nye-kræfttilfælde-de-næste-20-år/>. Accessed 6. februar, 2017.
- (45) Afdeling for Sundhedsanalyser. Borgere med multisygdom. : Statens Serum Institut og National Sundhedsdokumentation og - IT; 2015.
- (46) Lau C, Lykke M, Andreasen A, Bekker-Jeppesen M, Buhelt L, Robinson K, et al. Sundhedsprofil 2013 - Kronisk Sygdom. : Forskningscenter for Forebyggelse og Sundhed, Region Hovedstaden; 2015.
- (47) Madsen JJ. Vi er klar til at diagnosticere os selv. Mandag Morgen, Velfærdens 2025-plan 23. januar 2017.
- (48) Sundhedsstyrelsen. Telemedicinsk understøttelse af behandlingstilbud til mennesker med KOL. Anbefalinger for målgruppe, sundhedsfagligt indhold samt ansvar og samarbejde. version 1.0 ed. København: Sundhedsstyrelsen; 2016.
- (49) Mandag Morgen, TrygFonden. Sundhedsvæsenet - ifølge danskerne. : Mandag Morgen og TrygFonden; 2016.
- (50) Mortensen KU. Forskningsleder skimter lys for enden af den velfærdsteknologiske tunnel. Altinget: Digital velfærd 3. november 2016.
- (51) Pedersen KM. Professor: Telemedicinforsøg uden klare konklusioner. Altinget: Digital velfærd 26. november 2015.
- (52) Rasmussen SR, Wentzer HS, Fredslund EK. Psykolog støttet internetpsykiatrisk behandling af let til moderat depression. Evaluering af demonstrationsprojekt i Region Syddanmark. København: KORA; 2016.

- (53) Ballegaard SA. Telemedicin skal passe til hjem og rutiner. Altinget: Digital velfærd 10. december 2013.
- (54) Smartphone erstatter familiens kamera. Nyt fra Danmarks Statistik 2016;nr. 202.
- (55) Sundhedsstyrelsen. Styrket sammenhæng for de svageste ældre. 1. november 2016; Available at: <https://www.sst.dk/da/puljer-og-projekter/2016/styrket-sammenhaeng-for-de-svageste-aeldre>. Accessed 10. februar, 2017.
- (56) The 2015 study panel. Artificial intelligence and life in 2030. One hundred year study on artificial intelligence. : Stanford University; 2016.
- (57) Shapiro H, Rytz BK, Hansen JH. Kunstig Intelligens - Morgendagens Job og Samfund. Aarhus C: Teknologisk Institut; 2016.
- (58) Larsen K. Kunstig intelligens i klinikken. Ugeskrif For Læger 2017;3:210-211.
- (59) Dawes TJ, de Marvao A, Shi W, Fletcher T, Watson GM, Wharton J, et al. Machine Learning of Three-dimensional Right Ventricular Motion Enables Outcome Prediction in Pulmonary Hypertension: A Cardiac MR Imaging Study. Radiology 2017;161315.
- (60) Torpegaard H. Kunstig intelligens forudser hjertedød bedre end læger. Dagens Medicin 14. februar 2017.
- (61) Enversion II. Slides fra arrangement omhandlende "Sundhed og Kunstig Intelligens '17" afholdt d. 9. februar 2017.
- (62) Region Midtjylland. Resume fra informationsmødet den 25. oktober 2016. PKOrientering nr. 2, november 2016. Available at: <https://www.sundhed.dk/sundhedsfaglig/information-til-praksis/midtjylland/nyheder/meddelelser-fra-pko/meddelelser-oest/pkorientering-nr2-november-2016-horsens/>.
- (63) Wang D, Khosla A, Gargeya R, Irshad H, Beck AH. Deep learning for identifying metastatic breast cancer. arXiv preprint arXiv:1606.05718 2016.
- (64) Litjens G, Sanchez CI, Timofeeva N, Hermsen M, Nagtegaal I, Kovacs I, et al. Deep learning as a tool for increased accuracy and efficiency of histopathological diagnosis. Sci Rep 2016 May 23;6:26286.
- (65) Bertelsen AD. Forsøg med kamerapille tegner lovende. Nyviden Oktober 2015;nr. 8.
- (66) Boye M. Robotter i alle størrelser og former har indtaget læger og sygeplejeres arbejde. IDA Universe har fundet fem trends for robotternes indtog. 6. april 2016; Available at: <https://universe.ida.dk/artikel/fem-trends-for-robotter-i-sundhedssek-31507/>.
- (67) Bispebjerg Hospital optimerer arbejdsgange. Hospital Drift & Arkitektur 2016;5(6):12-13.
- (68) Danske Regioner. Fuld fart på automatiseringen af Herlev Hospital. 2. februar 2017; Available at: <http://www.godtsygehusbyggeri.dk/Aktuelt/2012/Automatisering%20paa%20Herlev.aspx>. Accessed 12. februar, 2017.
- (69) DAMVAD. Fra små til store molekyler. En udviklingshistorie om biologiske lægemidler. København Ø: Lægemiddelindustriforeningen; 2011.

- (70) Kræftens Bekæmpelse. Immunterapi. 17. april 2015; Available at: <https://www.cancer.dk/hjaelp-viden/kraeftbehandling/behandlingsformer/immunterapi/>. Accessed 10. februar, 2017.
- (71) AMGROS. Markedsovervågning 4. ; 2016.
- (72) Sjøgren K. Her vil tarmbakterier revolutionere behandling. Videnskab.dk 3. januar 2017.
- (73) Skøtt O, Rasmussen LR, Kruse T, Brunak S, Nielsen FC, Kristiansen K, et al. Personlig Medicin og Individualiseret Behandling. Oplæg til en samlet dansk indsats. : Region Sjælland, Syddansk Universitet, Aalborg Universitet, Danske Patienter, Aarhus universitet; Københavns Universitet, Danske Regioner, Region Hovedstaden, Region Nordjylland, Region Syddanmark, Region Midtjylland; 2015.
- (74) National human Genome Research Institute. The Cost of Sequencing a Human Genome. 6. juli 2016; Available at: <https://www.genome.gov/sequencingcosts/>. Accessed 12. februar, 2017.
- (75) Moore GE. Cramming more components onto integrated circuits. Electronics 1965;38(8).
- (76) Sundheds- og Ældreministeriet, Danske Regioner. Afrapportering fra referencegruppen vedr. foranalysen for personlig medicin. Version 1.0 ed.; oktober, 2016.
- (77) Jensen IS. Personlig medicin er i patientens interesse. Information 9. januar 2017.
- (78) Sundheds- og Ældreministeriet, Danske Regioner. Personlig medicin til gavn for patienterne. Klar diagnose - målrettet behandling - styret forskning. National strategi for Personlig Medicin 2017-2020. København K: Sundheds- og Ældreministeriet; 2016.
- (79) Spear BB, Heath-Chiozzi M, Huff J. Clinical application of pharmacogenetics. Trends Mol Med 2001;7(5):201-204.
- (80) Hatz MH, Schremser K, Rogowski WH. Is individualized medicine more cost-effective? A systematic review. Pharmacoeconomics 2014;32(5):443-455.
- (81) PA Consulting Group. Kortlægning af internationale erfaringer med personlig medicin. version 1.0 ed. København: PA Consulting Group; 2016.
- (82) Albinus N-. Eksplosion i udgifter til kræftbehandling er udeblevet. Dagens Pharma 16. februar 2017.
- (83) National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Biomarker tests for molecularly targeted therapies: key to unlocking precision medicine. Washington, DC: National Academies Press; 2016.
- (84) Committee on a Framework for Development a New Taxonomy of Disease, National Research Council. Toward precision medicine: building a knowledge network for biomedical research and a new taxonomy of disease. Washington: National Academies Press; 2011.
- (85) WHO. ICD-10 Version:2016. Available at: <http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2016/en>. Accessed 15. februar, 2017.
- (86) Det Ethiske Råd. Personlig medicin: Ethiske opmærksomhedspunkter. ; 2016.
- (87) Thøgersen SH, Kruse K, Secher-Nielsen S. Danskernes tanker om og holdninger til Personlig Medicin og gentest. : Sundheds- og Ældreministeriet og Danske Regioner; 2016.

(88) Momentum. Danskere ryger hurtigere hjem fra sygehuset end andre europæere. Momentum 2017;9. Årgang(3. Udgave).

(89) Geckler S, Hansen H. Afdækning af uligheder i behandling. København V: CASA, Center for Alternativ Samfundsanalyse; 2014.

(90) Danske Regioner. Prioritering. Available at: <http://www.regioner.dk/sundhed/medicin/prioritering>. Accessed 15. januar, 2017.



**Det Nationale Institut
for Kommuner og Regioners
Analyse og Forskning**

Købmagergade 22
1150 København K
E-mail: kora@kora.dk
Telefon: 444 555 00