

vitamin D, eller om der er tale om en enkelt meget høj dosis af vitamin D. Men forgiftninger er ikke beskrevet for indtag af vitamin D < 250 mikrogram dagligt for i øvrigt raske individer [19].

De potentielle ugunstige effekter af en øget mængde UVB-lys diskuteres ikke i denne artikel.

Det er i en ny rapport estimeret, at en øgning af vitamin D-status i befolkningen i den vestlige verden vil kunne medføre en 30%-reduktion i cancerinciden- sen samt en betydelig forbedring i den generelle sundhed [20].

Det er endvidere estimeret, at man i Europa vil kunne spare op til 16% af de samlede sundhedsudgif- ter, hvis koncentrationen af vitamin D blev optimeret.

En klimaændring, der medfører stigende tempe- ratur og øget vitamin D-syntese, vil derfor have en potentielt gunstig indflydelse på en lang række or- gansystemer og vil kunne nedsætte såvel morbidite- ten som mortaliteten.

KORRESPONDANCE: Mette Friberg Hitz, Endokrinologisk Klinik 2132, Abdominal- centret, Rigshospitalet, DK-2100 København Ø. E-mail: mettehitz@hotmail.com

ANTAGET: 10. september 2009

INTERESSEKONFLIKTER: Ingen

LITTERATUR

1. IPCC. Hovedresultater af IPCC's Fjerde Hovedrapport – Synteserapporten. Valencia: IPCC, 2007.
2. Aylin P, Morris S, Wakefield J et al. Temperature, housing, deprivation and their relationship to excess winter mortality in Great Britain, 1986-1996. *Int J Epi* 2001;30:1100-8.
3. Langford IH, Bentham G. The potential effects of climate change on winter mor- tality in England and Wales. *Int J Biometeorol* 1995;38:141-7.
4. Matthews CE, Freedson PS, Hebert JR et al. Seasonal variation in household, occupational, and leisure time physical activity: longitudinal analyses from the seasonal variation of blood cholesterol study. *Am J Epidemiol* 2001;153:172-83.
5. Thomas D, Elliott EJ, Naughton GA et al. Exercise for type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst. Rev* 2009;(3):CD002968.Cochrane Library 2009, Issue 2.
6. Von Huth Smith L, Ladelund S, Borch-Johnsen K et al. A randomized multi- factorial intervention study for prevention of ischaemic heart disease (Inter9): the long-term effect on physical activity. *Scand J Public Health* 2008;36: 380-8.
7. Mercer JB. Cold- an underrated risk factor for health. *Envir Res* 2003;92:8-13.
8. Holick MF. Sunlight and vitamin D for bone health and prevention of auto- immune diseases, cancers, and cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr* 2004;80:1678S-88S.
9. Wolff AE, Jones AN, Hansen KE. *Nat Clin Pract* 2008;4:580-88.
10. Bouillon R., Carmeliet G, Verlinden L. et al. Vitamin D and human health: les- sons from the vitamin D receptor null mice. *Endo Rev* 2008;29:726-76.
11. Garland FC, Garland CF, Gorham ED et al. Geographic variation in breast cancer mortality in the United states: a hypothesis involving exposure to solar radiation. *Prev Med* 1990;19:614-22.
12. Ruohimaa P et al. Does solar exposure, as indicated by the non-melanoma skin cancers, protect from solid cancers: Vitamin D as a possible explanation. *Eur J Can* 2007;43:1701-12.
13. Nagpal S, Na S, Rathnachalam R. Noncalcemic actions of vitamin D receptor ligands. *Endo Rev* 2005;26:662-87.
14. Pittas AG, Lau J, Hu FB. The role of vitamin D and calcium in type 2 diabetes *JCEM* 2007;92:2017-29.
15. Li YC. *J Steroid biochemistry and Molecular biology* 2004;89-90:387-92.
16. Garland CF, Gorham ED, Mohr SB et al. Vitamin D and prevention of breast cancer: Pooled analysis. *J Steroid Biochem Mol Biol* 2007;103: 708-11.
17. Gorham ED, Garland CF, Garland FC et al. Vitamin D and prevention of colorec- tal cancer. *J Steroid Biochem Mol Biol* 2005;97:179-94.
18. Mosekilde L, Abrahamsen B, Brixen K et al. Calcium and vitamin D. Vejledning i behandling. www.lmk.dk. (6. maj 2009).
19. Vieth R. Vitamin D supplementation, 25-hydroxy-vitamin D concentrations and safety. *Am J Clin Nutr* 1999;69:842-56.
20. Grant WB, Cross HS, Garland CF et al. Estimated benefit of increased vitamin D status in reducing the economic burden of disease in Western Europe. *Prog Biophys Molec Bio* 2009 (i trykken).

Klimaændring og forskningsaktivitet

Kandidatstuderende i folkesundhedsvidenskab Celie Manuel

STATUSARTIKEL

Københavns Universitet,
Institut for Folkesund-
hedsvidenskab

Sundhedsvidenskaben har vigtige bidrag at gøre til klimaforskning inden for udredning af sammen- hænge mellem klimaændring og sundhed, identifi- cering og vurdering af tilpasningsstrategier og sundhedskonsekvensvurdering af strategier for ned- bringelse af drivhusgasudledning [1]. Her beskrives karakteristika ved de tre forskningsemner.

UDREDNING AF SAMMENHÆNGENE MELLEM KLIMA OG SUNDHED

Mange faktorer gør klimaændring til en utraditionel og udfordrende risikofaktor at studere. De overord- nede klimaparametre (temperatur, nedbør, vind) på- virker den menneskelige fysiologi direkte igennem hede og kulde, oversvømmelse, tørke og storme. Men klimafaktorerne kan også udøve en indirekte effekt

gennem ændringer af de økosystemer, der omgiver os. Et klassisk eksempel er temperaturbestemte skift i mønstre af vektorudbredelse og dermed risikoen for overførsel af vektorbåren sygdom. Effekterne af kli- maændring kan være forskudte i tid og sted, og de kan påvirke hinanden gennem feedback loop, hvis konsekvenser for miljøet og for menneskelig sundhed endnu er usikre. Herudover har de fleste sundheds- udfald også ikkeklimatiske determinanter: biolo- giske, adfærdsmæssige, sociale eller andre miljøfak- torer, og den klimarelaterede sundhedsbyrde vil samtidig præges af eksisterende infrastruktur, bered- skab, effektivitet af tilpasningsinitiativer samt befolk- ningens grundlæggende sundhedstilstand og demo- grafiske og socioøkonomiske sammensætning [2].

Kompleksiteten er indlysende og forværres af, at

klima som begreb kun bør anvendes om perioder på minimum tredive år. En enkelt hændelse kan aldrig i sig selv beskrives som forårsaget af klimaændring, og samtidig er det vildledende blot at observere ændringer i klimasensitive sygdomsudfald over tid og tilskrive dem klimaændring [3, 4]. Der er få reelle muligheder for at observere sammenhæng mellem vejrparametre og sundhedsudfald over tilstrækkeligt lange perioder og dertil udføre tilstrækkelig kontrol af konfounding igennem hele perioden [5]. Dette er et problem i de fleste områder og særligt i lavindkomstlande, hvor effekten af klimaændring vurderes at være størst [2].

Gængse epidemiologiske metoder til studier af klimarelaterede sundhedseffekter kan være utilstrækkelige, men de anvendte design inkluderer p.t. forskellige former for observations- og analogistudier, samt modellering og scenariebaserede vurderinger [6]. For observationelle studier gælder, at selv om forståelsen af klimaparametrenes umiddelbare betydning øges, er der betydelig usikkerhed ved ekstrapolering fra kort- til langsigtede sammenhænge [4]. Tidsseriestudier analyserer gentagne målinger af både klimaparametre og helbredsudfald over tid og anvendes hyppigt bl.a. i temperatur- og luftkvalitetsstudier. Geospatiale studier er nyttige i forbindelse med kortlægning af klimasensitive risikofaktorer som f.eks. vektor- og pollenudbredelse [7]. Kortlægningen informerer om hvilke tærskelværdier i klima- og andre parametre, der har betydning for forskellige elementer af vektorens overlevelse og kan dermed bruges som basis for projektering af fremtidig vektorudbredelse og transmission af vektorbåren sygdom under fremtidige klimascenarier [8].

Der er markant brug for modeller, der kan sammenføre klimafremskrivning med fremskrivning af sygdomsincidens og dermed tillade undersøgelse af forskellige udviklingsscenarier [9]. Befolkningsfremskrivning kan give et indblik i fremtidig demografisk komposition og tillader en vurdering af, hvordan ændringer i befolkningssammensætning (særligt i forhold til sårbare grupper) interagerer med ændringer i klimaparametre. *Hales et al* benyttede en sådan tilgang i en vurdering af potentiel global distribution af denguefeber i 2055 og 2085 [10]. Endnu mere informative er modeller, der inkorporerer tilpasning eller akklimatisering til ændrede klimaforhold [9]. Et eksempel er *Knowlton et al*s scenariebaserede modeller over hederelateret dødelighed i New York for 2050 [11]. Forfatterne inddrog en akklimatiseringsvariabel baseret på en »hedeeksponering-mortalitetsrespons«-funktion, der er udledt af kendte sammenhænge fra byer, som nu har klimaforhold, der minder om de, der er projekteret for New York i 2050. Sådan blev



Vand er et af de vigtigste medier, hvorigennem klima påvirker helbred. Foto: *Celie Manuel*.

analogibaseret modellering anvendt for at tilnærme en formodet effekt af klimatilpasning. Få studier har gjort tilsvarende, og der synes ikke at være enighed om, hvordan tilpasning kan bringes ind i modellerne. Her ligger et tydeligt behov for øget fokus.

TILPASNINGSSTRATEGIER

Et beslægtet forskningsområde gælder selve tilpasningsstrategierne, dvs. hvordan vi minimerer de negative sundhedskonsekvenser af den klimaændring, der uafværgeligt vil ske over de næste årtier. For at beskytte sårbare befolkningsgrupper og styrke samfundets modstandskraft over for klimaparametrene må der udvikles effektive tilpasningsstrategier. Sundhedsvidenskabens opgave bliver derved at svare på spørgsmålene om hvor, hvornår og hvordan, vi bør sætte ind.

Hvor skal tilpasningsforanstaltninger fokuseres?

Risikovisualisering ved hjælp af geografiske informationssystemer (GIS) er særlig brugbart ift. at målrette politiske og folkesundhedsmæssige tiltag. *Ogden et al* udviklede f.eks. risikokort for udbredelse af borreliosevektoren i Canada baseret på temperaturfremskrivning over de næste hundrede år. Dette viste en betydelig forøgelse i flåtens potentielle udbredelsesareal over tid og anskueliggjorde, hvor risikoen var størst [8]. På lignende vis, dog med udgangspunkt i udfald frem for eksponering, udviklede *Martinez et al* kort over hederelaterede dødsfald blandt ældre i perioden 1979-1985 og viste, at de fleste dødsfald forekom i tæt bebyggede fattige områder [12]. En sådan viden kan benyttes til at undersøge, hvilke områder der har brug for særlige indsatser til at reducere risikoen.



FAKTABOKS

Sundhedsvidenskabelige input i klimaforskning er relevante og tiltrængte inden for:

- 1) udredning af sammenhænge mellem klima og sundhed
- 2) planlægning og evaluering af sundhedsrelaterede tilpasningsstrategier
- 3) sundhedskonsekvensvurdering af klimarelaterede tiltag i andre sektorer.

Mange metodiske problemstillinger gør projektering af klimarelaterede sundhedskonsekvenser udfordrende. Modeller bør tage højde for fremtidig tilpasning.

Indtænkning af sundhed i strategier til nedbringelse af drivhusgasudledning og tilpasning i andre sektorer vil give mulighed for vigtige befolkningsmæssige sundhedsfordele.

Muligheden for at kombinere flere sæt informationer visuelt (f.eks. både kontekstuelle og individuelle risikofaktorer) gør GIS til et nyttigt arbejdsværktøj i planlægningen af beredskab og respons [13].

Hvornår skal tilpasningsforanstaltningerne igangsættes?

Beskyttelse af sundhed kan foregå både som primær, sekundær og tertiær forebyggelse. Hvornår en given tilpasningsforanstaltning skal sættes i værk afhænger af, hvilken slags forebyggelsesinitiativ, der er tale om. Risikokortene for borreliosevektorens udbredelse i Canada giver et praj om, ca. hvornår det vil være relevant at iværksætte monitorering for flåter i de respektive områder, samt hvornår befolkningen bør informeres om en forestående risiko. Her kan det desuden være nyttigt at anvende indikatorer og tærskelværdier som pejling for, hvornår der skal handles. Udviklingen af valide og brugbare indikatorer er dog svær pga. de førnævnte metodiske problemstillinger og manglende data.

Hvordan skal tilpasningsforanstaltningerne implementeres?

De metoder, der skal tages i brug for at effektiv tilpasning kan finde sted, er fælles for enhver folkesundhedsintervention. Forskellige tilgange fokuserer på enten: 1) risikofaktoren, 2) sociale systemers sårbarhed (herunder sundhedssektorens sårbarhed) 3) eksisterende barrierer for tilpasning, og 4) effektiviteten af tilpasningsstrategien (14). Der er brug for integrering af disse perspektiver, for at initiativerne når de subgrupper, der har størst behov på en måde, der producerer de ønskede resultater. Implementeringen bør afhænge af den lokale kontekst, tage højde for lokale prioriteter, inddrage *stakeholders* og være baseret på velkendte og afprøvede metoder. Men der mangler viden om begrænsningerne ved forskellige

tilpasningsstrategier og evaluering af deres effektivitet. F.eks. er det i USA vist, at luftkvalitetsvarslinger fra myndighederne ikke påvirker befolkningens adfærd og derved ikke opnår den tiltænkte beskyttende effekt [15]. Sådanne undersøgelser er vigtige for at tilpasningsindsatser kan forankres i en solid sundhedsvidenskabelig evidens. Forskningsmiljøet kan bidrage med komparative studier af muligheder, barrierer og omkostningseffektivitet ved forskellige strategier. Indtil videre er det dog kun få studier, der har forsøgt at kvantificere sundhedsbyrden af klimaforandring, og det er derfor svært at vurdere effekt i form af afværget sundhedsbyrde [16].

SUNDHEDSKONSEKVENSVURDERING AF STRATEGIER TIL NEDBRINGELSE AF DRIVHUSGASUDLEDNING

Strategier til nedbringelse af CO₂-udslip samt tilpasningsinitiativer i andre sektorer (f.eks. landbrug, byplanlægning mv.) kan have utilsigtede og uforventede sundhedskonsekvenser. Der ligger en vigtig opgave for sundhedsvidenskaben i proaktivt at deltage i planlægning af disse politikker for at gøre opmærksom på og bidrage til at minimere eventuelle negative sundhedskonsekvenser. Samtidig er der på mange områder lejlighed til at udnytte muligheder for *fælles fordele*, når politiske indgreb kan føre til en reduktion af CO₂-udledning og samtidig føre til sundhedsfordele. Et eksempel er klimapolitik, der mindsker afhængighed af fossile brændstoffer. Dette mindsker udledning af CO₂ og reducerer samtidig risikoen for respiratoriske lidelser, astma, hjerte-kar-sygdom og lungekræft gennem forbedret luftkvalitet [17]. Byplanlægningsinitiativer kan have en tilsvarende dobbeltfunktion. F.eks. kan promovning af offentlig transport, cykling, gang, etc. både reducere udledning af CO₂ og samtidig fremme fysisk aktivitet og dermed sundhed. Tilsvarende kan det at fremme et grønnere bymiljø (med træer, grønne områder, grønne tage etc.) både være en tilpasningsstrategi i forbindelse med risiko for varmeeffekt og hedebølger og samtidig en intervention til fremme af et sundere bymiljø med bedre luft og æstetisk skønhed, der kan påvirke mental sundhed og velvære, etc. [18]. For at sikre at sundhedskonsekvensvurderinger er nyttige i et beslutningstagningsperspektiv, er det nødvendigt at tage højde for økonomiske betragtninger og andre politiske prioriteter. Dette er et i høj grad uopdyrket felt indenfor klimasundhedsforskning. Langt størstedelen af konsekvensvurderingerne på klimaområdet behandler kun sundhed ganske overfladisk, hvis det overhoved inddrages.

KONKLUSION

Der er vigtige uudforskede områder inden for klima-

sundhedsforskning. Udvikling af valide modeller til vurdering af sundhedskonsekvenserne ved klimaændring, der inddrager tilpasning og akklimatisering over tid, vurdering og prioritering af forskellige tilpasningsstrategier, og et øget fokus på sundhedskonsekvensvurdering af klimarelateret politik er tre hovedområder, hvor sundhedsvidenskabelig forskning gør sig gældende og bør udvikles. Dette kræver interdisciplinært samarbejde på tværs af sektorer og forskningsmiljøer med en systematisk og holistisk tilgang.

KORRESPONDANCE: *Celie Manuel*, Randersgade 29, 4. tv., DK-2100 København Ø. E-mail: celie24@gmail.com

ANTAGET: 12. juni 2009

INTERESSEKONFLIKTER: Ingen

LITTERATUR

1. Haines A. Strengthening the evidence. *Am J Prev Med* 2008;35:411-3.
2. Confalonieri U, Menne B, Akhtar R et al. Human health I: Parry ML, Canziani OF, Palutikof JP et al, eds. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007:391-431.
3. McMichael AJ, Woodruff RE, Hales S. Climate change: present and future risks. *Lancet* 2006;367:859-69.
4. Campbell-Lendrum D, Woodruff R. Comparative risk assessment of the burden of disease from climate change. *Environ Health Perspect* 2006;114:1935-41.
5. Kovats S, Campbell-Lendrum D, Matthis F. Climate change and human health: estimating avoidable deaths and disease. *Risk Anal* 2005;25:1409-18.
6. Woodward A, Sheraga JD. Looking to the future: challenges for scientists studying climate change and health. I: McMichael AJ, Campbell-Lendrum D, Corvalán CF et al, eds. *Climate change and human health. Risks and Responses*. Geneva: WHO, 2003:61-78.
7. Schröder W. GIS, geostatistics, metadata banking, and tree-based models for data analysis and mapping in environmental monitoring and epidemiology. *Int J Med Microbiol* 2006;296 Suppl 40:23-36.
8. Ogden NH, St-Onge L, Barker IK et al. Risk maps for range expansion of the Lyme disease vector, *Ixodes scapularis*, in Canada now and with climate change. *Int J Health Geogr* 2008;7:24.
9. Huntingford C, Hemming D, Gash JHC et al. Impact of climate change on health: what is required of climate modellers? *Trans R Soc Trop Med Hyg* 2007;101:97-103.
10. Hales S, de Wet N, Maindonald J et al. Potential effect of population and climate changes on global distribution of dengue fever: an empirical model. *Lancet* 2002;360:830-4.
11. Knowlton K, Lynn B, Goldberg RA et al. Projecting heat-related mortality impacts under a changing climate in the New York City Region. *Am J Pub Health* 2007;97:2028-34.
12. Martinez BF, Annett JL, Kilbourne EM et al. Geographical distribution of heat-related deaths among elderly persons. Use of county-level dot maps for injury surveillance and epidemiologic research. *JAMA* 1989;262:267-72.
13. Bernier E, Gosselin P, Badard T et al. Easier surveillance of climate-related health vulnerabilities through a Web-based spatial OLAP application. *Int J Health Geogr* 2009;8:18.
14. Fussler H-M. Assessing adaptation to the health risks of climate change: what guidance can existing frameworks provide? *Int J Environ Health Res* 2008;18:37-63.
15. Semenza JC, Wilson DJ, Parra J et al. Public perception and behavior change in relationship to hot weather and air pollution. *Environ Res* 2008;107:401-11.
16. Campbell-Lendrum D, Woodruff R. Climate change: quantifying the health impact at national and local levels. I: Prüss-Ustün A, Corvalán C, eds. *WHO Environmental Burden of Disease Series*. Geneva: WHO, 2007.
17. Smith KR, Haigler E. Co-benefits of climate mitigation and health protection in energy systems: scoping methods. *Annu Rev Public Health* 2008;29:11-25.
18. Younger M, Morrow-Almeida HR, Vindigni SM et al. The built environment, climate change, and health opportunities for co-benefits. *Am J Prev Med* 2008;35:517-26.

Implementering af ny medicinsk viden, når vinden vender?

Professor Charlotte Ringsted

Spørgsmålet om effektiv implementering af ny viden er relevant at stille i al slags vejr, men i denne statusartikel sættes det i relation til de sundhedsmæssige udfordringer, der er opstået som følge af klimaforandringerne. Artiklen indeholder først en kort oversigt over de sundhedsmæssige udfordringer, dernæst en gennemgang af temaet implementering og skabelse af ny viden, og endelig et bud på, hvordan lægeuddannelsen kan bidrage til, at man opnår de kompetencer, der skal til for at håndtere den klimatiske udfordring.

KLIMAFORANDRINGERNE OG SUNDHEDSMÆSSIGE UDFORDRINGER

Klimaforandringerne er udråbt til at være den største sundhedsmæssige trussel i det 21. århundrede [1]. Klimaforandringerne forudses at afficere sygdoms-

mønstret for visse infektionssygdomme, allergiske og kroniske sygdomme; øge risikoen for naturkatastrofer; og indirekte påvirke vand- og fødevarerforsyning. Mest udsatte er de fattigste lande, hvor sundhedstilstanden og beredskabet i forvejen er dårligst [1], men også mere velstillede egne af verden ruste sig nu til klimakrisen [1-3], dels fordi truslen er global, dels fordi der specielt i katastrofesammenhænge vil være brug for at tilføre resurser og ekspertise udefra til de ramte områder [3].

Der er to centrale temaer i indsatsen til afbødning af effekten af klimaforandringerne: Det ene er et stort behov for at skabe ny viden om, hvordan man skal tackle udfordringerne og sikre, at denne viden bliver omsat hurtigt og effektivt til handling i praksis. Det andet tema er folkesundhed og sundhedsfremme samt rådgivning og konsulentvirksomhed i relation til

STATUSARTIKEL

Københavns Universitet og Region Hovedstaden, Rigshospitalet, Center for Klinisk Uddannelse