

Forskning afdækker brandfolks arbejdsmiljø



Foto fra Beredskabsstyrelsen. Foto: Chris Campbell, DAS BÜRO

Deltagelse i røgdykning medfører påvirkninger, som skader DNA'et og belaster hjertekar-systemet. Resultaterne kan bruges til at forbedre brandfolks arbejdsmiljø.

Af Anne Thoustrup Saber¹,
Maria Helena Guerra Andersen²,
Per Axel Clausen¹,
Julie Elbæk Pedersen^{3,4},
Mille Lørh², Ali Kermanizade²,
Steffen Loft², Niels Ebbenhøj⁴,
Åse Marie Hansen^{1,2},
Peter Bøgh Pedersen⁵,
Ismo Kalevi Koponen¹,
Eva-Carina Nørskov⁵,
Anne Helene Garde¹,
Peter Møller² og Ulla Vogel^{1,6}

¹ Dansk Center for Nanosikkerhed, Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø

² Københavns Universitet

³ Kræftens Bekæmpelse

⁴ AMK Bispebjerg

⁵ Teknologisk Institut

⁶ Institut for Mikro- og Nanoteknologi, Danmarks Tekniske Universitet

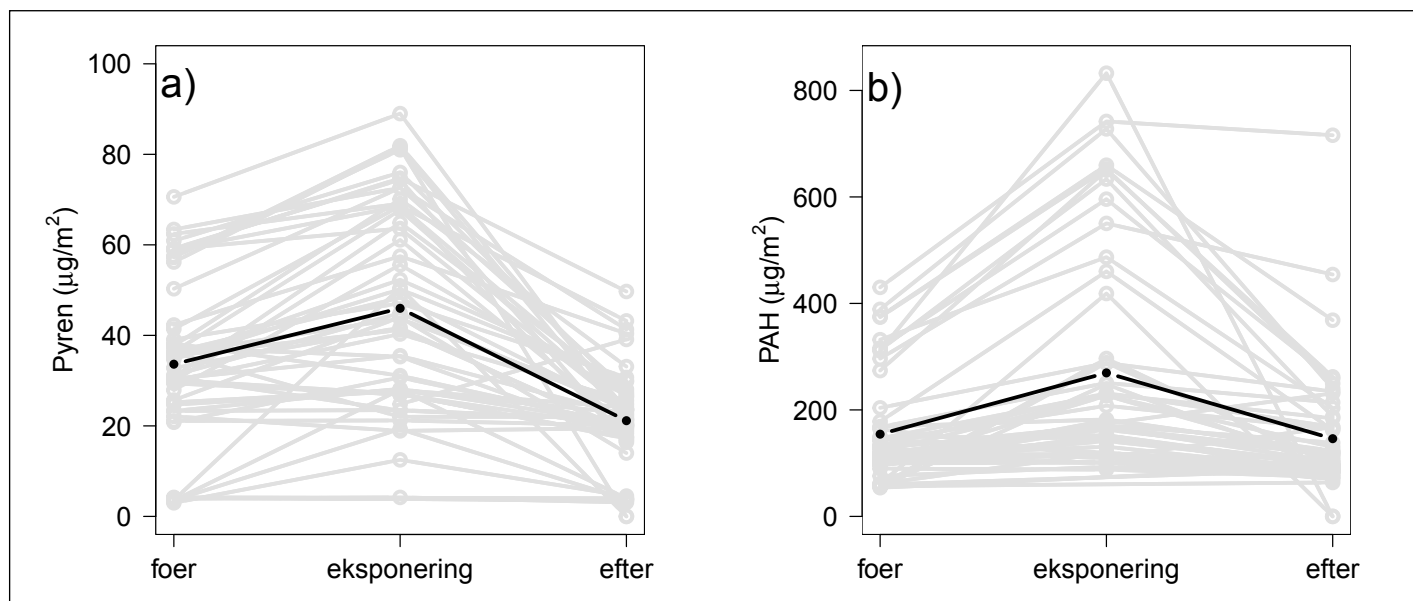
Brandrøg indeholder mange sundhedsskadelige kemiske forbindelser og partikler. For at beskytte sig mod disse udsættelser benytter brandfolk personlige værnemidler. I forskningsprojektet BIOBRAND har vi undersøgt eksponeringen for tjærestoffer og biomarkører for DNA-skadende påvirkninger og påvirkning af hjertekar-system og lunger hos unge, raske og ikke-rygende værnepligtige i forbindelse med et tredages røgdykkerkursus.

Resultaterne viste, at røgdykkerudstyr beskytter effektivt mod indånding af partikler under brandslukning. Deltagerne blev imidlertid udsat for partikler i luften, når de tog udstyret af for at modtage instruktion og feedback i de zoner, der blev anset for sikre. Derudover havde deltagerne i røgdykkerkursen en øget mængde af tjærestoffer på huden og et øget indhold af tjærestofmetabolit-

ten 1-hydroxypyren i urinen, som begge viste sig at have en statistisk signifikant sammenhæng med antallet af DNA-skader i deltagernes blodceller. Brandslukning påvirkede desuden hjertekar-systemet. Det kan skyldes indånding af partikler, når røgdykkerudstyret ikke er på, samt øget kropstemperatur og fysisk aktivitet under brandslukningen. Der var ingen påvirkning af lungefunktionen.

Udsættelse for tjærestoffer på huden og partikler i indåndingszonen

Ved brand, hvor forbrændingen er ufuldstændig pga. iltmangel, bliver der dannet tjærestoffer (polyaromatiske kulbrinter, PAH'er). Flere af disse er kendte kræftfremkaldende stoffer og kan bindes til sodpartikler. Udsættelse for tjærestoffer kan ske både ved indånding af partikler og ved at få sod på huden. Vi undersøgte



Figur 1. Koncentrationen af pyren og summen af de 16 målte tjærestoffer på huden. Vi analyserede tjærestofferne ved GC-MS.

deltagernes udsættelse for tjærestoffer ved at måle mængden af tjærestoffer på huden ved at aftørre et hudområde i nakken med en vådserviet. Tjærestoffet pyren omdannes i kroppen til 1-hydroxypyren, som udskilles i urinen. Som et yderligere mål for tjærestof-eksponering målte vi derfor mængden af 1-hydroxypyren i urin indsamlet dagen efter røgdykkerkurset. Tjærestof-niveauer på hud og 1-hydroxypyren-niveauer i urin blev sammenlignet med prøver indsamlet 14 dage før og 14 dage efter røgdykkerkurset. Vi målte 16 forskellige tjærestoffer på huden, se faktaboks 1, og fandt, at deltagerne på kurset havde en øget mængde af disse tjærestoffer på huden, figur 1, og et øget indhold af 1-hydroxypyren i urinen, figur 2, side 14. Tjærestoffer optages gennem huden, og vi fandt en stærk statistisk signifikant sammenhæng mellem mængden af tjærestof på huden og udskillelse af 1-hydroxypyren i urinen.

Derudover målte vi koncentrationen af partikler i indåndingszonen hos nogle af deltagerne og i omgivelserne. Målingerne viste, at de personlige værnemidler beskyttede deltagerne effektivt mod at indånde partikler. Deltagerne på røgdykkerkurset blev imidlertid udsat for partikler, når de tog røgdykker-

udstyret af for at modtage instruktion og feedback i de zoner, der blev anset for sikre.

Flere DNA-skader i blodceller

Antallet af DNA-skader i blodcellerne blev anvendt som biomarkør for kræftfremkaldende påvirkning. Vi fandt, at der var

Faktaboks 1:

■ Hvad er tjærestoffer?

Tjærestoffer er en betegnelse for en gruppe organiske stoffer, som i den kemiske nomenklatur kaldes polycykliske aromatiske kulbrinter (PAH). Forbindelserne er opbygget af flere ringe (polycykliske), hvoraf mindst én af ringene er aromatisk. Ringene kan kombineres på utallige måder.

Nedenfor ses navnene på de 16 tjærestoffer, som vi har målt på i dette projekt:

- | | |
|----------------|-------------------------|
| - Naphthalen | - Benz(a)anthracen |
| - Acenaphtylen | - Chrysen |
| - Acenaphten | - Benzo(k)fluoranthren |
| - Fluoren | - Benzo(b)fluoranthren |
| - Phenanthren | - Benzo(a)pyren |
| - Anthracen | - Dibenz(a,h)anthracen |
| - Flouranthren | - Benzo(ghi)perylene |
| - Pyren | - Indeno(1,2,3-cd)pyren |



Konference om 'Big Data' i bioteknologi og biomedicin



31. maj – 1. juni 2018

Hotel Munkebjerg, Vejle, Denmark

Konferencen har fokus på behandling og analyse af de store datamængder, der generes i eksplosivt tempo indenfor moderne bioteknologi og biomedicin. Udfordringen består i at udnytte sekvensinformation fra DNA og proteiner til opnå en bedre forståelse af cellers og biologiske systemers funktion. Forskningen har betydning for alle organismer og ikke mindst for mennesker. Forventningen er at udnytte sekvensinformation til udvikling af personlige helbredsprofiler og individ-fokuseret behandling. Forskningen befinder sig i krydsfeltet mellem biologi, medicin, computerteknologi og kunstig intelligens. Førende danske og internationale forskere giver et indblik i den seneste udvikling på området.

Læs mere på www.biokemi.org eller www.ida.dk



Foto: Chris Campbell, DAS BÜRO

en øget forekomst af DNA-skader i blodcellerne umiddelbart efter røgdykningskurset sammenlignet med niveauet i prøver indsamlet 14 dage før og 14 dage efter kurset. Der var en stærk statistisk signifikant sammenhæng mellem mængden af tjærestoffer på huden, udskillelsen af 1-hydroxypyren i urinen og DNA-skader i blodceller

Et nyt studie af canadiske brandmænd viser øget niveau af tjærestofmetabolitter i urin og øget niveau af mutagenicitet af urinen efter brandslukning. I dette studie er der, som i vores studie, en signifikant sammenhæng mellem tjærestoffer på hud og tjærestofmetabolitter i urin. Begge studier tyder derfor på, at tjærestoffer, som bliver optaget gennem huden, forårsager DNA-skader. Hvis DNA-skader ikke bliver korrekt repareret, kan der opstå mutationer, som kan være første trin på vejen til udvikling af kræft.

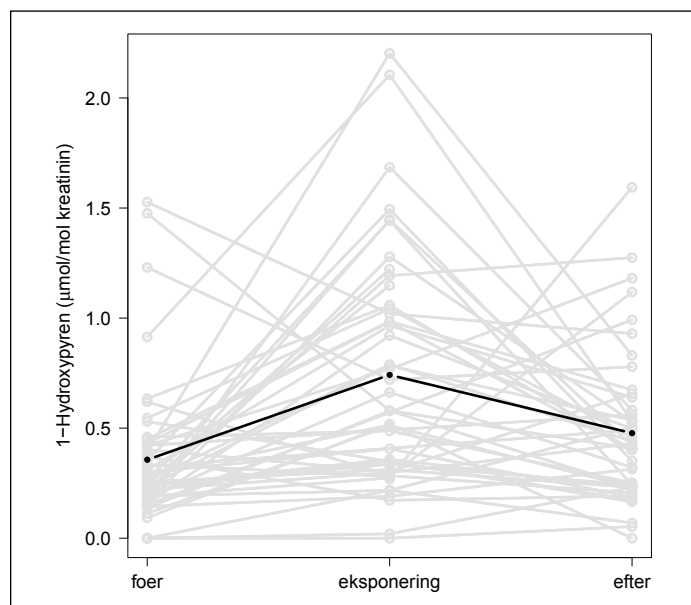
Fakta om undersøgelsen

Undersøgelsen fulgte 53 værnepligtige, der gennemgik et tredages røgdykkerkursus ved Beredskabsstyrelsen som led i uddannelsen til redningsspecialister. Alle deltagerne var unge, raske ikke-rygere. En gruppe deltagere slukkede brande i træ, mens en anden gruppe deltagere slukkede brande i træ suppleret med elektriske ledninger og madrasser.

Undersøgelsen er gennemført af forskere fra Dansk Center for Nanosikkerhed på Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø, Københavns Universitet, Arbejdsmedicinsk Klinik, Bispebjerg Hospital og Teknologisk Institut. BIO-BRAND er finansieret af Arbejdsmiljøforskningsfonden.

Påvirkning af hjertekar-systemet

Vi undersøgte, om deltagelse i røgdykkerkurset påvirkede hjertekarfunktionen ved at måle ændringer i blodgennemstrøm-



Figur 2. Koncentrationen af 1-hydroxypyren i urin efter brandslukning (eksponering) og kontrolperioder (før og efter). Vi bestemte tjærestofmetabolitten 1-hydroxypyren i urinen med HPLC. Vi tog hensyn til diuresen ved at normalisere 1-hydroxypyren til kreatininkoncentrationen.

ningen i fingerspidserne efter kortvarig afklemning af blodforsyningen i armen og ved at måle variation i hjerterytmen. Variationen i hjerterytmen tilpasser blodgennemstrømningen til kroppens aktivitetsniveau og er knyttet til risiko for hjertekarsygdom, ligesom målingen af karfunktion i fingerspidserne. Begge disse markører har vist påvirkninger i retning af risiko for hjertekarsygdom ved udsættelse for luftforurening. Undersøgelserne viste, at deltagelse i røgdykkerkursus påvirkede hjertekar-systemet sammenlignet med 14 dage før og 14 dage efter kurset. Lige efter kurset havde deltagerne øget kropstemperatur, nedsat karfunktion og nedsat variation i hjerterytmen. Den øgede belastning af hjertekar-systemet skyldes sandsynligvis øget kropstemperatur og fysisk aktivitet samt indånding af partikler, når røgdykkerudstyret ikke anvendes.

Lungefunktionen upåvirket

Lungefunktionen var ikke påvirket af brandslukningsarbejdet, når vi sammenlignede denne umiddelbart efter deltagelse i røgdykkerkursus med 14 dage før og 14 dage efter kurset.

Ikke større effekt af en kompleks brand

Brand i forskellige materialer kan medføre frigivelse af forskellige typer og mængder af kemiske stoffer. Derfor undersøgte vi helbredseffekterne ved to forskellige typer brande. Brandslukning af en mere "kompleks" brand med træ suppleret med madrasser og elektriske ledninger gav ikke flere helbredseffekter sammenlignet med slukning af en brand med træ alene.

Forebyggelse og behov for mere viden

Resultaterne fra dette projekt viser, at deltagelse i brandslukning medførte flere potentielt helbredsskadelige påvirkninger i form af tjærestoffer på huden og flere DNA-skader i blodceller. Vi fandt endvidere, at deltagelse i brandslukning medførte belastning af hjertekar-systemet i form af nedsat karfunktion og nedsat variation i hjerterytmen. Samtidigt peger undersøgelsen på en række mulige forebyggelsespotentialer: Man kan mindske de kræftfremkaldende påvirkninger ved at mindske hudkontakt med tjærestoffer og dermed optaget af tjærestoffer gennem huden og mindske indånding af partikler ved at vælge sikre zoner med lavere partikelniveauer. Vi håber at få mulighed for at dokumentere effekterne af sådanne interventioner.

E-mail:

Anne Thoustrup Saber: ats@nrcwe.dk

Ulla Vogel: ubv@nrcwe.dk

Kilder

Andersen MHG, Saber AT, Pedersen PB, Loft S, Hansen ÅM, Koponen IK, Pedersen JE, Ebbenhøj N, Nørskov E-C, Clausen PA, Garde AH, Vogel U og Møller P. Cardiovascular health effects following exposure of human volunteers during fire extinction exercises. Environmental Health 2017;16:96. DOI: 10.1186/s12940-017-0303-8.

Andersen MHG, Saber AT, Clausen PA, Pedersen JE, Løhr M, Kermanizadeh A, Loft S, Ebbenhøj N, Hansen ÅM, Pedersen PB, Koponen IK, Nørskov E-C, Møller P og Vogel U. Association between polycyclic aromatic hydrocarbons exposure and peripheral blood mononuclear cell DNA damage in human volunteers during fire extinction exercises. Mutagenesis, 2017, 00,1-11. DOI: 10.1093/mutage/gex021.

Keir JLA, Akhtar US, Matschke DMJ, Kirkham TL, Chan HM, Ayotte P, White PA., Blais JM. Elevated Exposures to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Other Organic Mutagens in Ottawa Firefighters Participating in Emergency, On-Shift Fire Suppression. Environ Sci Technol. 2017 Nov 7;51(21):12745-12755. doi: 10.1021/acs.est.7b02850. Epub 2017 Oct 18.

Stillesiddende arbejde?

SID DIG I FORM

**PRØV
GRATIS**
RING PÅ TELEFON
4494 5244



På en aktiv trænende kontorstol

Takket være deres unikke boldlignende bevægelser følger vores aktive stole dig og din krop mens du arbejder. Kroppens intuitive bevægelses behov får dig til at skifte arbejdsstilling uden du tænker over det. Det eliminerer stillesiddende arbejde, holder blodomløbet i gang og træner ryg, lænd & mavemusler. God medicin mod ryg & lændesmerter.

Få en af vores aktive stole gratis på prøve i 14 dage. Så kan du selv mærke effekten på din egen krop. Se mere på swopper.dk

swopper®
SID DIG I FORM



muvman

Aktiv sidde & stå stol til fx produktion & laboratorie



swopper

Aktiv ergonomisk kontor & arbejdsstol



3Dee

Aktiv ergonomisk kontorstol m. ryglæn