

Tunnelarbeid gir økt risiko for kronisk obstruktiv lungesykdom

Sammendrag

Bakgrunn. Vi ønsket å undersøke forekomst av luftveissymptomer og redusert lungefunksjon hos arbeidstakere eksponert for partikler fra boring, sprengning og dieseleksos.

Materiale og metode. 212 tunnelarbeidere og en referansegruppe på 205 anleggsarbeidere som jobbet utendørs, ble inkludert i en tverrsnittsstudie. Luftveissymptomer og lungefunksjon ble studert i relasjon til antall år utsatt for eksponering, kontrollert for røyking. En subgruppe på 29 ikke-røykende betongarbeidere som hadde arbeidet i et tunnelanlegg i ett år, ble undersøkt med akustisk rhinometri, utåndet NO, spirometri og spørreskjema. Kohorten fra tverrsnittsstudien ble inkludert i en prospektiv studie og undersøkt på nytt etter åtte år.

Resultater. Blant tunnelarbeiderne var prevalensen av kronisk obstruktiv lungesykdom 14 % versus 8 % i referansegruppen. Tunnelarbeiderne hadde et signifikant økt fall i forsert ekspiratorisk volum i ett sekund (FEV₁), relatert til antall år utsatt for eksponering. Betongarbeiderne, som kun hadde jobbet ett år ved et tunnelprosjekt, viste økt nivå av utåndet NO og økt grad av nesetetthet målt ved rhinometri sammenliknet med en gruppe som hadde utført samme arbeidsoppgaver utendørs. I den prospektive kohortstudien fant vi et økt fall i FEV₁ blant tunnelarbeidere som var assosiert med kumulativ eksponering for respirabelt støv og kvarts.

Fortolkning. Inhalasjon av produksjonsgenerert støv og gasser fører til økt risiko for utvikling av kronisk obstruktiv lungesykdom. Sykdommen bør godkjennes som yrkessykdom hos tunnelarbeidere, uavhengig av røykevaner.

Engelsk sammendrag finnes i artikkelen på www.tidsskriftet.no

Interessekonflikter, se til slutt i artikkelen.

Basert på tre artikler (23–25)

Bente Ulvestad*

bente.ulvestad@krefregisteret.no
Selmer
0107 Oslo

May Brit Lund

Lungemedisinsk avdeling
Rikshospitalet

* Nåværende adresse:
Krefregisteret
Montebello
0310 Oslo

Anleggsarbeidere, og spesielt tunnelarbeidere, er eksponert for en rekke kjemiske substanser som støv, dieseleksos, kvarts, oljetåke, nitrogendioksid og karbonmonoksid (1). Helseplager i forbindelse med arbeid i tunneler og fjellrom har vært assosiert med eksponering for støv og gass (2). Store mengder mineralstøv og gasser som nitrogendioksid og karbonmonoksid frigjøres ved sprengning av fjell. Grad av kvartseksponering vil avhenge av geologiske forhold på stedet. Det blir generert støv ved fjellboring, betongsprøyting og ved transportoperasjoner. Dieseldrevne maskiner, som brukes i de fleste anleggsprosesser, produserer karbonmonoksid, nitrogendioksid, forskjellige hydrokarboner og partikler (1).

Så tidlig som i 1939 ble akutt bronkitt beskrevet som et problem blant tunnelarbeidere (3). Man var usikker på hva årsaken kunne være, men mistenkte eksponering for dieseleksos. I senere år har studier vist at eksponering for dieseleksos kan forårsake inflammasjon og antioksidant respons i luftveiene (4), samt bronkial obstruksjon (5). Håndtering av sprengstoff har forårsaket luftveisirritasjon (6). Det har vært påvist redusert lungefunksjon etter utstrakt betongsprøyting (7). Silikose har vært beskrevet hos fjellborere (8), og studier har vist at kvarts kan være en uavhengig faktor for utvikling av luftveisobstruksjon (9). Nedsatt lungefunksjon, inflammasjon i luftveiene og bronkial hyperreaktivitet har vært beskrevet etter eksponering for nitrogendioksid (10, 11) og også etter eksponering for oljetåke (12).

Vi har gjennomført en undersøkelse av kronisk obstruktiv lungesykdom hos tunnelarbeidere, dels for å undersøke om tunnelarbeidere i Norge under normale arbeidsforhold er så høyt eksponert at det utgjør en helsetrussel, dels for å få til forbedringer i arbeidsmiljøet.

Materiale og metode

Undersøkelsespopulasjonen

Alle tunnelarbeidere og andre anleggsarbeidere ved 15 forskjellige anlegg i Norge ble invitert til å delta i en tverrsnittsstudie. De kliniske testene ble utført ved anleggene, og helsepersonell returnerte til anleggene flere ganger inntil deltakelsen var 100 %. Studiegruppen bestod av 212 mannlige tunnelarbeidere (stufferarbeidere, betongsprøytere, betongarbeidere) og en referansegruppe på 205 utendørs anleggsarbeidere (forskalingssnekkere og jernbindere). Studiegruppen og referansegruppen hadde samme skiftplan. Ingen av anleggsarbeiderne som jobbet utendørs, hadde jobbet i tunnelanlegg tidligere. Tunnelarbeiderne og referansegruppen var sammenliknbare når det gjaldt alder, atopi og røykevaner (tab 1).

Ved ett av tunnelanleggene, der det ble utført store betongarbeider, ble alle mannlige, ikke-røykende betongarbeidere (n = 29) bedt om å delta i en egen studie. Denne subgruppen, som hadde arbeidet inne i tunnelen i nøyaktig ett år, ble sammenliknet med en gruppe betongarbeidere som utførte tilsvarende arbeidsoppgaver ute i det fri (n = 26).

Fra den opprinnelige kohorten (n = 417) deltok 345 personer (83 %) i en prospektiv kohortstudie. De ble først undersøkt i 1991, så igjen åtte år senere. Personer som var 55 år eller eldre i 1991, ble ekskludert fordi avtalefestet førtidspensjon fra 62 år er vanlig i bransjen, og det dermed ville være liten sjanse til å finne dem igjen som anleggsarbeidere åtte år senere. Personer som hadde fått diagnosen astma eller kronisk obstruktiv lungesykdom i 1991, ble også ekskludert (13 tunnelarbeidere og to utendørsarbeidere). I tillegg var 37 personer forhindret fra å

Fakta

- Tunnelarbeidere eksponeres for støv og gasser fra fjellsprengning og dieseldrevne maskiner
- Eksponeringen gir økt risiko for å utvikle kronisk obstruktiv lungesykdom
- Nye teknologiske løsninger for å redusere eksponering ved tunnelarbeid er nødvendig
- Kronisk obstruktiv lungesykdom bør godkjennes som yrkessykdom hos tunnelarbeidere, uavhengig av røykevaner

møte til undersøkelse i 1999. I 1999 bestod derfor studiegruppen av 96 tunnelarbeidere, 178 utendørsarbeidere og 71 anleggsingeniører, som alle var blitt undersøkt i 1991.

Studien ble godkjent av Datatilsynet og av regional komité for medisinsk forskningsetikk, daværende helseregion 1.

Kliniske undersøkelser

Et spørreskjema ble besvart av den enkelte ved oppmøte til undersøkelsene. Det samme spørreskjemaet har vært brukt i tidligere norske studier (13) og ble validert i 1989 (14). Skjemaet omfatter spørsmål om luftveissymptomer og astma diagnostisert av lege, og det ble også brukt til å kategorisere røykevaner. Studiegruppene ble kategorisert som aldrirøykere, tidligere røykere eller røykere. Tidligere røykere var de som hadde sluttet å røyke for mer enn 12 måneder siden. Blant tidligere røykere og røykere ble det kalkulert «pakkeår» ved å multiplisere varighet av røyking (i år) med gjennomsnittlig antall sigaretter daglig dividert med 20.

Lungefunksjonsundersøkelser ble gjennomført med et belgspirometer (Vitalograph S med PFT2 PLUS printer, Buckingham, UK) etter retningslinjene fra American Thoracic Society (ATS) (15). Anvendte variabler var forsert vitalkapasitet (FVK) og forsert ekspiratorisk volum i ett sekund (FEV₁) og FEV₁/FVK · 100 (FEV₁%). Lungefunksjonsvariablene ble uttrykt som absolutte verdier og som prosent av forventet. Referanseverdiene fra European Coal and Steel Community (ECSC) ble brukt (16). Følgende definisjoner på obstruktiv lungesykdom, tidligere anvendt av Bakke i 1991 (17), ble brukt: *Bronkial astma* ble diagnostisert dersom man oppgav på spørreskjemaet å ha fått astmadiagnose stilt av lege. Spirometrisk luftstrømsobstruksjon ble diagnostisert dersom forholdet FEV₁/FVK < 0,7 og FEV₁ < 80 % av forventet verdi. *Kronisk obstruktiv lungesykdom* ble diagnostisert hos personer med symptomene kronisk hoste, hoste med ekspektorat, tungpustethet eller piping i brystet som samtidig hadde FEV₁/FVK < 0,7.

Akustisk rhinometri ble utført med Rhino 2100 (Rhino Metrics AS, Danmark) med undersøkelsespersonen sittende med hodet stabilisert, men uten at instrumentet ble fiksert (18). Det ble utført målinger før og 15 minutter etter applikasjon av slimhinneavsvellende nesespray som inneholdt xyloclozolin. Undersøkelsen fremstiller nesehulens tverrsnittsarealer og volumer som funksjon av avstanden fra neseåpningen (19). Følgende variabler ble brukt i analysene: Totale (sum av unilaterale) minimale tverrsnitt (TMT1, TMT2) og volumer (TVOL1, TVOL2) målt ved fremre 22 mm av nesehulen og 22–52 mm fra neseåpningen. Et minste totalt tverrsnittsareal ≤ 0,9 cm² blir assosiert med en subjektiv opplevelse av nesetetthet (18).

Nitrogenmonoksid (NO) målinger i luft fra nese og lunger ble utført med et kjemilu-

Tabell 1 Karakteristikk av 212 tunnelarbeidere og en referansegruppe av 205 anleggsarbeidere som jobbet utendørs

Variabel	Tunnelarbeidere	Referansegruppe
Alder (år) ¹	41 (10)	40 (11)
Høyde (cm) ¹	180 (6)	179 (6)
Antall år ansatt ¹	13 (9)	17 (9)
< 10 år ²	84 (40)	48 (23)
10–20 år ²	95 (45)	90 (44)
> 20 år ²	33 (15)	67 (33)
Røykevaner ²		
Aldri	59 (28)	64 (31)
Tidligere	39 (18)	34 (17)
Røyker nå	114 (54)	107 (52)
Pakkeår ^{1,3}	16 (13)	14 (10)
Positiv Phadiatop ²	34 (16)	27 (13)

¹ Gjennomsnitt (standardavvik)
² Antall (%)
³ Varighet av røyking (i år) multiplisert med gjennomsnittlig antall sigaretter daglig dividert med 20

Tabell 2 Prevalens (prosent) av luftveissymptomer blant 212 tunnelarbeidere og referansegruppe av 205 anleggsarbeidere som jobbet utendørs

Luftveissymptomer	Tunnelarbeidere	Referansegruppe	OR ¹	95 % KI ²
Morgenhoste	65 (30)	55 (27)	1,08	0,68–1,72
Hoste om dagen	37 (17)	23 (11)	1,94	1,25–5,79
Kortpustethet ved anstrengelse	50 (23)	29 (10)	3,47	1,96–6,45
Tetthet i brystet med piping	56 (26)	27 (13)	2,56	1,51–4,42

¹ Oddsforhold (OR) er justert for år i samme jobb (< 10 år, 10–20 år, > 20 år), atopi og røyking (aldri, tidligere, røyker nå) ved logistisk regresjon
² 95 % konfidensintervall for OR

minescensapparat (LR 2000, Logan Research, Rochester, UK). Luftstrøms hastigheten på analyseapparatet ble satt til 250 ml min⁻¹ for alle målinger. Utåndet og nasal NO ble målt etter retningslinjene som er beskrevet i European Respiratory Societys Task Force Report (20). Økt nivå av utåndet NO ble betraktet som en markør på inflammasjon i luftveiene.

Screening for atopisk allergi ble utført med Phadiatop (Pharmacia Diagnostics AB, Uppsala, Sverige) (21).

Eksponeringsmålinger

Det ble utført eksponeringsmålinger i tidsrommet mellom mars 1996 og desember 1998. Personlig eksponering for støv og gass ble målt hos totalt 189 anleggsarbeidere fordelt på 16 forskjellige anlegg. Resultatene fra eksponeringsmålingene er publisert i en egen artikkel (1). Eksponeringsvariabler som ble inkludert i undersøkelsen var totalstøv, respirabelt støv, kvarts, oljetåke og nitrogendioksid.

Analytiske metoder

Demografiske data ble summert for hver yrkesgruppe. Aritmetisk gjennomsnitt og standardavvik ble brukt for kontinuerlige variabler, antall med prosent for kategoriske variabler. Assosiasjonen mellom luftveissymptomer (ja/nei) og kovariablene yrkes-

gruppe, røykevaner, år ansatt i samme jobb og atopi (ja/nei) ble analysert ved logistisk regresjon. Kronisk obstruktiv lungesykdom-data ble analysert på samme måte. Assosiasjonen mellom lungefunksjonsvariablene og de ovennevnte kovariablene ble analysert med variansanalyse (ANOVA). Kovariablene ble dikotomisert og interaksjonsledd ble vurdert. I oppfølgingsstudien etter åtte år ble det estimert kumulativ eksponering ut fra aritmetisk gjennomsnitt for hver enkelt eksponeringsvariabel for hver enkelt arbeider. Kumulativ eksponering for respirabelt støv og kvarts var ikke så høyt korrelert som de andre eksponeringsvariablene og ble derfor valgt til multiplere regresjonsanalyse for forandring i lungefunksjon (Δ FEV₁). Modeller for fall i FEV₁-verdi i relasjon til alder, røyking og kumulativ eksponering som forklaringsvariabler ble estimert fra regresjonslikningen: Δ FEV₁ = C + C1 · alder + C2 · røyking + C3 · kumulativ eksponering for respirabelt støv + C4 · kumulativ eksponering for kvarts.

Resultater

Luftveissymptomer

Tunnelarbeiderne hadde høyere prevalens av hoste, tungpustethet ved belastning, tetthet og piping i brystet enn referansegruppen (tab 2). Morgenhoste var assosiert med røyking i begge grupper.

Tabell 3 Gjennomsnitt (standardfeil) av lungefunksjon blant 212 tunnelarbeidere sammenliknet med en referansegruppe på 205 anleggsarbeidere som jobbet utendørs

	Tunnelarbeidere	Referansegruppe	Forskjell mellom tunnelarbeidere og referansegruppe (95 % KI)
FVK (% av forventet) ¹	103,7 (1,4)	103,9 (1,4)	0,2 (-2,9–3,3)
Ansatt < 10 år	107,1 (1,8)	101,9 (2,3)	-5,2 (-10,6–0,2)
Ansatt 10–20 år	104,0 (1,8)	106,0 (1,8)	2,0 (-2,4–6,3)
Ansatt > 20 år	100,0 (2,8)	104,0 (1,8)	4,0 (-2,4–6,3)
FEV ₁ (% av forventet) ¹	95,5 (1,5)	100,6 (1,5)	5,1 (1,8–8,4)
Ansatt < 10 år	101,6 (2,4)	100,3 (2,4)	-1,3 (-7,1–4,5)
Ansatt 10–20 år	94,4 (1,9)	101,6 (1,9)	7,2 (2,5–11,9)
Ansatt > 20 år	90,3 (3,0)	99,8 (2,2)	9,5 (2,7–16,2)
FEV ₁ % ²	74,4 (0,8)	79,6 (0,7)	4,9 (3,2–6,5)

Gjennomsnittene er justert for år i samme jobb (<10 år, 10–20 år, >20 år), atopi og røyking (aldri, tidligere, røyker nå)

¹ P < 0,05 for interaksjonen mellom yrkesgruppe og antall år ansatt

² P < 0,001 for yrkesgruppe

Tabell 4 Determinanter for kronisk obstruktiv lungesykdom i anleggsbransjen

Kovariabler	OR	95 % KI
Yrkesgruppe (tunnelarbeidere versus referansegruppe)	2,50	1,31–4,96
Røyking (røyker nå/tidligere versus aldri)	2,55	1,16–6,43
Antall år ansatt		
10–20 versus < 10	2,56	1,13–6,32
> 20 versus 10–20	1,54	0,74–3,14
Atopi (ja/nei)	1,15	0,44–2,66

Tabell 5 Multipl lineær regresjonsmodell for Δ FEV₁ (ml) over oppfølgingsperioden blant 345 tunnel- og anleggsarbeidere ($R^2_{\text{justert}} = 0,15$)

Kovariabler	Regresjonskoeffisient	Standardfeil	P-verdi
Konstant	53	61	0,39
Alder (år)	3,6	1,4	0,01
Røyking	80	26	0,002
Kumulativ eksponering for respirabelt støv (mg · år/m ³)	10,6	2,8	< 0,001
Kumulativ eksponering for kvarts (mg · år/m ³)	271	121	0,02

I undergruppen av ikke-røykende betongarbeidere ble det rapportert signifikant mer symptomer fra luftveiene (tett nese (76 % versus 42 %), sår hals (65 % versus 23 %), hoste med ekspektorat (38 % versus 0 %), tetthet og piping i brystet (38 % versus 0 %) blant dem som arbeidet i tunnelanlegget enn i den utearbeidende referansegruppen.

Lungefunksjon

Verdiene av FVK (% av forventet) og FEV₁ (% av forventet), relatert til år i samme jobb, falt signifikant mer hos tunnelarbeiderne enn hos referansegruppen (tab 3). FEV₁ % var redusert hos tunnelarbeiderne sammenliknet med referansegruppen (tab 3). Prevalensen av kronisk obstruktiv lungesykdom var 14 % blant tunnelarbeiderne og 8 % i referansegruppen. Oddsforhold for kronisk obstruktiv lungesykdom er vist i tabell 4.

Subgruppen av ikke-røykende betongarbeidere som hadde jobbet ett år i et tunnelanlegg, hadde ingen signifikant reduksjon i lungefunksjon sammenliknet med referansegruppen.

I oppfølgingsstudien etter åtte år ble det vist et fall i FEV₁ som var assosiert med kumulativ eksponering for respirabelt støv (p < 0,001) og kvarts (p = 0,02) (tab 5). Ut fra regresjonsmodellen ble det estimert at hos en 40 år gammel arbeider ville det årlige fallet i FEV₁ i gjennomsnitt være 25 ml hos en ikke-eksponert ikke-røyker, noe som tilsvarer forventet fysiologisk fall. Til sammenlikning ville det estimerte årlige fallet være 35 ml hos en ikke-eksponert røyker og 50–63 ml hos en ikke-røykende tunnelarbeider, avhengig av hvilke arbeidsoppgaver som ble utført.

Akustisk rhinometri

Før avsvelling av neselimplinnen med nese-spray viste arbeiderne i tunnelanlegget signifikant lavere verdier av TVOL2, TMT1 og TMT2 enn referansegruppen (tab 6). Økningen i TMT2 og TVOL2 etter avsvelling var signifikant større blant tunnelarbeiderne. TMT2 \leq 0,9 cm² var korrelert med en subjektiv følelse av nesetetthet (Pearsons korrela-

sjon = 0,4; p = 0,001). Repeterbarheten av målingene var høy (gjennomsnittlig variasjonskoeffisient = 3 % for TMT2 og 2 % for TVOL2).

Nasal og utåndet NO

Det var ingen signifikant forskjell i nivåer av nasal NO mellom de to gruppene. Arbeidere som rapporterte nesetetthet, hadde signifikant høyere nivåer enn arbeidere uten dette symptomet (910 ± 46 versus 779 ± 45, p = 0,04). Arbeiderne i tunnelanlegget hadde signifikant høyere nivåer av utåndet NO enn referansegruppen (8,4 ± 1,1 versus 5,6 ± 1,1 ppb (parts per billion), p = 0,003). Nivået av utåndet NO blant arbeidere som klaget over tetthet i brystet og piping (n = 11) var signifikant høyere enn hos arbeidere uten dette symptomet (9,6 ± 1,2 versus 6,3 ± 1,1 ppb; p = 0,004).

Diskusjon

Studien viser at prevalens av luftveissymptomer, årlig tap i FEV₁ og utvikling av kronisk obstruktiv lungesykdom er høyere blant tunnelarbeiderne enn i referansegruppen av utearbeidende anleggsarbeidere. Tunnelarbeidere har et tilleggstrapp i FEV₁ utover det forventede fysiologiske tapet, som er like stort som det fysiologiske, også når det korrigeres for røyking.

Betongarbeidere som hadde jobbet ett år i tunnelanlegg, hadde signifikant mer luftveissymptomer enn referansegruppen. Undersøkt med sensitive, ikke-invasive metoder hadde de også økt nesetetthet og økte nivåer av utåndet NO, hvilket kan indikere en lavgradig, subklinisk inflammasjon med affeksjon av både øvre og nedre luftveier.

I den longitudinelle studien var vårt hovedfunn et årlig, signifikant fall i FEV₁ på tvers av yrkesgruppene som var assosiert med kumulativ eksponering for respirabelt støv og kvarts. Også referansegruppen av utearbeidende anleggsarbeidere hadde en høyere prevalens av kronisk obstruktiv lungesykdom (8 %) enn hva som er beskrevet i den generelle befolkningen (5,4 %) (17). Dette kan forklares ved at også referansegruppen er eksponert for gass og støv (1), men i en mindre utstrekning enn tunnelarbeiderne.

Eksponering

Mobiliteten i anleggsbransjen skaper spesielle problemer for epidemiologiske undersøkelser. Faktorer som hyppig bytte av arbeidsgiver, anleggsplasser som bygges fort opp og så avsluttes, arbeidere som flyttes fra én landsdel til en annen kanskje flere ganger i løpet av ett år gjør det vanskelig å gjøre seg opp en mening om den enkeltes eksponeringshistorie. I tillegg har anleggsbransjen komplekse eksponeringer, slik at det å relatere en helseeffekt til én type eksponering som oftest blir umulig. Dette vil spesielt være tilfellet for sykdommer som kronisk obstruktiv lungesykdom og astma, der årsaken vanligvis er en annen enn yrkeseksponering.

Luftveissykdom som resultat av eksponering for toksiske substanser kan oppstå enten ved kortvarige toppeksposeringer eller ved kontinuerlig, mer lavgradig eksponering. Tunnelarbeidere kan bli utsatt for ekstremt høye konsentrasjoner av både støv og gass i kortere perioder (1), og så for kontinuerlige, lave konsentrasjoner. Dersom man ser på gjennomsnittlig eksponering over lang tid vil man kanskje oppleve nivåer som normalt vil bli vurdert som ufarlige. Ut fra vår studie kan vi ikke si om det er høy korttidseksponering eller langvarig lavere eksponering som er av betydning.

Fordi korrelasjonen mellom kumulativ eksponering for totalstøv, respirabelt støv, kvarts, nitrogendioksid og oljetåke var høy, var det vanskelig å skille mellom de forskjellige typer eksponering i forhold til fall i lungefunksjon. Vi valgte å bruke respirabelt støv og kvarts i analysene fordi begge i tidligere undersøkelser har vist seg å kunne føre til luftstrømsobstruksjon (9). Nitrogendioksid og oljetåke kan imidlertid også ha vært viktige eksponeringsfaktorer for utvikling av luftveisobstruksjon blant tunnelarbeiderne. Eksponering for 2 ppm (parts per million) nitrogendioksid over fire timer har vist seg å kunne gi nøytrofil inflammasjon i luftveiene (10, 11). I vår studie var den gjennomsnittlige eksponeringen for nitrogendioksid moderat (0,8 ppm) (1). I en studie fant vi imidlertid at tunnelarbeidere vil kunne oppleve svært høye kortvarige eksponeringer av nitrogendioksid når de passerer «skytetroppen» på vei ut eller inn av tunnelen (6), og i en eksperimentell studie er det demonstrert at gjentatte eksponeringer for nitrogendioksid kan føre til nøytrofil inflammasjon i nedre luftveier (22). Disse studiene støtter hypotesen om at kortvarige, høye eksponeringer for nitrogendioksid kan være assosiert med kronisk tap av lungefunksjon.

Røyking, som er den viktigste årsaken til kronisk obstruktiv lungesykdom, er en konfunderende faktor dersom det er forskjell i røykevaner mellom eksponert og ikke-eksponert gruppe. I vår studie var det en jevn fordeling av røykere i de to gruppene anleggsarbeidere (tunnelarbeidere, utendørsarbeidere), mens gruppen av ingeniører i den longitudinelle studien hadde en lavere prosent av røykere. Røyking kan også være effektmodifiserende i den betydning at effekten av eksponering kan være sterkere hos storryktere. Derfor ble det kontrollert for røyking i alle dataanalyser der røykere var inkludert.

Kronisk obstruktiv lungesykdom som yrkessykdom

Kronisk obstruktiv lungesykdom er ingen reversibel sykdom. Utvikling av kronisk obstruktiv lungesykdom blant tunnelarbeidere ble observert både blant røykere og ikke-røykere. Funnene i denne studien viser at tunnelarbeidere som utvikler kronisk obstruktiv lungesykdom, må vurderes med tanke på yrkessykdom uavhengig av røyke-

Tabell 6 Akustisk rhinometridata fra 29 betongarbeidere i et tunnelanlegg og 26 betongarbeidere som jobbet utendørs. Data er presentert som gjennomsnitt ± standardfeil. TMT = totale minimale tverrsnitt, TVOL = totale volumer

	Før applikasjon av neseppray		Forandring etter applikasjon av neseppray	
	Tunnelanlegg	Utendørs	Tunnelanlegg	Utendørs
TMT1 cm ²	0,94 (0,04) ¹	1,12 (0,06)	0,15 (0,05)	0,02 (0,05)
TVOL1 cm ³	3,69 (0,13)	3,83 (0,17)	0,17 (0,10)	-0,08 (0,11)
TMT2 cm ²	0,97 (0,05) ⁴	1,14 (0,07)	0,35 (0,05) ¹	0,11 (0,04)
TVOL2 cm ³	6,62 (0,29) ⁴	7,57 (0,41)	4,04 (0,27) ¹	2,15 (0,28)

¹ P < 0,05 arbeidere fra tunnelanlegg versus utendørsanlegg

⁴ P < 0,001 arbeidere fra tunnelanlegg versus utendørsanlegg

vaner. Ved yrkessykdom av denne type har pasienten krav på menerstatning etter folketrygdloven § 13–17 og kompensasjon for økonomiske tap og utgifter som er oppstått ved yrkessykdom etter lov om yrkesskade-forsikring fra 1990.

Forebyggende tiltak

Lover og reguleringer for å beskytte og overvåke arbeidere i eksponerte yrker er ikke nytt i Norge. Helt siden 1937 har det vært lovpålagt helsekontroll, som har inkludert røntgenundersøkelse av lungene hvert tredje år, for arbeidere som har vært eksponert for kvarts. Fra 1974 ble det etablert liknende programmer for alle industriarbeidere med økt risiko for pneumokoniose.

Hensikten med regelmessige helsekontroller av arbeidere i eksponerte yrker var tidlig oppdagelse av sykdom for å kunne sette inn forebyggende tiltak slik at ytterligere eksponering ble unngått, og for ev. å sette i gang behandlingstiltak. Til tross for disse reguleringene har vi vist at eksponering for gass og støv i anleggsbransjen i Norge, spesielt blant tunnelarbeidere, er assosiert med risiko for ytterligere nedsatt lungefunksjon, luftveissymptomer og kronisk obstruktiv lungesykdom. Dette betyr at mer må gjøres for å redusere eksponering ved arbeid i tunnelanlegg. Bruk av åndedrettsvern kan være nødvendig i spesielle situasjoner, men er ingen ønskelig løsning, da det er svært ukomfortabelt. Arbeidstilsynet aksepterer derfor ikke bruk av åndedrettsvern på permanent basis som et akseptabelt forebyggende tiltak.

Andre tekniske løsninger for å redusere forurensning i tunnelanlegg er nødvendig. Det er foreslått erstatning av dieseldrevne maskiner med elektrisk drevne, forbedret ventilasjonssystem og bruk av lukkede, ventilerte hytter på anleggsmaskinene. Andre forslag er å redusere eksponering fra dieselskjos ved katalysering og filtrering med aktive kullfiltre, og å redusere eksponering for nitrogendioksid ved å benytte moderne sprengstoff. Røykeavvenning vil i tillegg være nødvendig for å unngå videre fall i FEV₁ og dårlig prognose.

Konklusjon

Anleggsarbeidere, og spesielt tunnelarbeidere, er eksponert for en rekke agenser som

gir økt risiko for utvikling av kronisk obstruktiv lungesykdom. Teknologiske løsninger for å redusere eksponering for støv og gass i tunnelanlegg er nødvendig. Kronisk obstruktiv lungesykdom bør godkjennes som yrkessykdom hos tunnelarbeidere, uavhengig av røykevaner.

Interessekonflikt

Prosjektet ble støttet av NHOs arbeidsmiljøfond og ble gjennomført i samarbeid med Statens arbeidsmiljøinstitutt. Vi takker professor Tor Norseth for veiledning og kritisk gjennomgang av manuskriptet. Vi takker også entreprenørselskapet Selmer ASA, nå Selmer Skanska, for støtte og velvilje.

Litteratur

Komplett litteraturliste finnes i artikkelen på www.tidsskriftet.no

- Bakke B, Stewart PA, Ulvestad B, Eduard W. Dust and gas exposure in tunnel construction work. *Am Ind Hyg Assoc J* 2001; 62: 457–65.
- Bakke B, Ulvestad B, Stewart P, Lund MB, Eduard W. Effects of blasting fumes on exposure and short-term lung function changes in tunnel construction workers. *Scand J Work Environ Health* 2001; 27: 250–7.
- Humerfelt S, Eide GE, Gulsvik A. Association of years of occupational quartz exposure with spirometric airflow limitation in Norwegian men aged 30–46 years. *Thorax* 1998; 53: 649–55.
- Blomberg A, Krishna MT, Bocchino V, Biscione GL, Shute JK, Kelly FJ et al. The inflammatory effects of 2 ppm NO₂ on the air passages of healthy subjects. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 156: 418–24.
- Massin N, Bohadana AB, Wild P, Goutet P, Kirstetter H, Toamain JP. Air passage responsiveness, respiratory symptoms, and exposure to soluble oil mist in mechanical workers. *Occup Environ Med* 1996; 53: 748–52.
- Djupestrand PG, Chatkin JM, Qian W, Haight JS. Akustisk rhinometri. Ny metode for objektiv beskrivelse av passasjerforholdene i nesen. *Tidsskr Nor Lægeforen* 1996; 116: 3111–4.
- Blomberg A, Krishna MT, Helleday R. Persistent airway inflammation but accommodated antioxidant and lung function responses after repeated daily exposure to nitrogen dioxide. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 536–43.
- Ulvestad B, Bakke B, Melbostad E, Fuglerud P, Kongerud J, Lund MB. Increased risk of obstructive pulmonary disease in tunnel workers. *Thorax* 2000; 55: 277–82.
- Ulvestad B, Lund MB, Bakke B, Djupesland PG, Kongerud J, Boe J. Gas and dust exposure in underground construction is associated with signs of airway inflammation. *Eur Respir J* 2001; 17: 416–21.
- Ulvestad B, Bakke B, Eduard W, Kongerud J, Lund MB. Cumulative exposure to dust causes accelerated decline in lung function in tunnel workers. *Occup Environ Med* 2001; 58: 663–9.