

Tittel: Gir yrkesdykking endring av lungefunksjon og hørsel?
Rapport fra en treårig oppfølgingsundersøkelse.

Forfatter: Marit Skogstad

Prosjektansvarlig: Marit Skogstad

Dato: 08.01.99

ISSN: 0801-7794

Serie: HD 1098/99 FOU

Sammendrag:

I perioden høsten 1992 til høsten 1994 ble det etablert en gruppe på 87 dykkerelever som skulle følges med lungefunksjon og hørselsundersøkelser ett, tre og seks år etter ferdig utdanning. Kontrollgruppen besto av innledningsvis 86 politimenn som ble fulgt parallelt med dykkerne.

Grupper av dykkerelever deltok også i eksperimentelle undersøkelser i forbindelse med dykke- aktiviteten ved skolen. Femten brannmenn deltok i en kort oppfølgingsundersøkelse i forbindelse med et tre ukers oppfriskningskurs ved Norsk Yrkesdykkerskole. I forbindelse med et enkelt dykk til 10 eller 50 meter, der lungefunksjonen ble undersøkt før og etter dykkene, fant vi at dykkene førte til nedsatt mekanisk lungefunksjon og nedsatt gassutveksling. Den mekaniske lungefunksjonen var normalisert dagen etter dykket mens gassutvekslingen var normalisert i løpet av en uke. Funnene gjort i forbindelse med disse dykkene, kan tyde på forbigående ødemtendens i brysthulen forårsaket av økt blodansamling ved nedsenkning i vann (immersjon).

Dykkerelevne ble undersøkt før og etter en kurstid på 15 uker hvor det til sammen ble utført mellom 30 og 40 dykk pr person. 87 menn ble undersøkt to ganger. Vi fant en signifikant økning av vitalkapasiteten i løpet av kurstiden. Den økte vitalkapasiteten kan ha med treningseffekten å gjøre fordi dykkeren puster mot økt motstand i pusteapparatet i vann der det hydrostatiske trykket er økt. Vitalkapasiteten fortsatte å øke ved ett års etterkontroll.

Av de alt 87 dykkerne møtte 81 til tredje års etterkontroll. Luftstrømhastigheten og gassutvekslingen ble redusert i løpet av oppfølgingsperioden på 3 år. Dette kan gi mistanke om dysfunksjon i de små luftveier. De påviste forandringene i luftveiene hadde ingen sikker sammenheng med antall dykk i de statistiske analysene.

Vi fant at hørselen blant dem som dykker mye var mer redusert etter tre år enn blant dem som dykket lite eller ingenting. Ved 4000 Hz området var denne forskjellen allerede tilstede i det dykkerne starter på skolen. Dykkernes hørsel er imidlertid bedre enn forventet.

Tre år er en kort observasjonstid og funnene kan skyldes tilfeldig variasjon. Gruppene skal derfor følges over lengre tid.

Stikkord: Yrkesdykking
Lungefunksjon
Hørsel

Key words: Occupational diving
Lungfunction
Auditory function

Innholdsfortegnelse

	Side
1. Innledning.....	4
2. Medisinske problemer ved dykking.....	5
2.1 Akutt effekter	
2.2 Sen effekter	
2.3 Støy	
3. Metode	7
4. Eksperimentelle undersøkelser. En oppsummering	7
5. Oppfølgingsundersøkelsen.....	9
5.1 Lungefunksjon	
5.2 Hørsel	
6. Publikasjoner og presentasjoner.....	23
7. Deltakere og samarbeidspartnere i prosjektet.....	24
8. Referanser.....	25

1. INNLEDNING

I Norge var det i 1998 registrert 593 anleggs og lettdykkere med sertifikat. I tillegg er mer enn 20.000 sportsdykkere. Årlig dør mellom 5 og 10 dykkere i forbindelse med dykkevirksomhet. I tillegg registreres det hvert år mellom 50 og 100 dykkere med trykkfallsyke eller barotraume som trenger behandling i trykkammer. De fleste som dør eller skades i forbindelse med dykking er sportsdykkere.

Ved dykking ned til 50 meter bruker dykkerne ofte luft som pustegass. Dykkere bruker en teknikk der luften forsynes i slanger fra overflaten - *overflate orientert dykking*. I tillegg er dybdemåler og kommunikasjonsutstyr koblet til dykkeren.

Ved *SCUBA-dykking* har dykkeren selvforsynt luft på flaske. Komprimert luft brukes som regel, men de senere årene har ny teknologi vunnet innpass ved at gassblandinger som kan gi forlenget opphold i vann benyttes.

Yrkesdykking er regulert gjennom forskrifter og lover. Oljedirektoratet har tilsynsansvaret for «utaskjærs» dykkingen mens Direktoratet for arbeidstilsynet forvalter regelverket knyttet til helse, sikkerhet og arbeidsmiljø for anleggsdykking. Forskriften som foreligger om dykking i innaskjærs virksomhet er hjemlet i Arbeidsmiljøloven.

Av yrkesdykkerne er de aller fleste i virksomhet innaskjærs (anleggsdykkere). Dykke-relatert forskning i Norge har stort sett til nå omfattet metningsdykkere i Nordsjøen. Dette prosjektet vil i all hovedsak dreie seg om helseeffekter blant dykkere i innaskjærs virksomhet som bruker luft som pustegass.

Denne undersøkelsen er den første prospektive studie av dykkere i Norge der man tar utgangspunkt i dykkerne i det de begynner sin dykkerkarriere.

Prosjektets målsetting har vært å bidra til økt kunnskap omkring helseeffekter av dykking hvor luft brukes som pustegass, og til en større forståelse av eksponeringsforholdene. Prosjektet vil videre gi kunnskap om utvikling av lungefunksjon hos dykkere over tid, samt eventuelle patologiske langtidsvirkninger. Videre vil mulige hørselseffekter bli undersøkt. Ved å studere subgrupper relatert til eksponering kan vi også få interessante opplysninger om dose-respons sammenhenger. Denne kunnskap kan få betydning for bransjen og for tilrettelegging av dykkevirksomheten, først og fremst i innaskjærs virksomhet.

I løpet av perioden 1993-98 ble henholdsvis 83 og 81 dykkere etterundersøkt 1 og 3 år etter ferdig utdanning.

2. MEDISINSKE PROBLEMER VED DYKKING

2.1 Akutteffekter

2.1.1 Barotraume

Skade eller sykdom som følger av at en gitt gassmengde minker i volum ved økende trykk eller øker i volum med minkende trykk, såkalt *barotraume*, er en direkte følge av **Boyle Mariottes lov** som sier at *Ved konstant temperatur er trykk og volum av en gass omvendt proporsjonale*. Trykket dobles og volumet halveres ved dykking til 10 meter. Volumet øker til det dobbelte ved oppstigning på 10 meter.

Luftfilter og hulrom har mennesker bl.a. i ører og bihuler. Det kan dannes kunstige hulrom i forbindelse med hull i tenner og i brokk. Blir ikke trykket utlignet i mellomøret når vi forlater overflaten og går ned i dypet, kan vi få trommehinne «squeeze» eller de kan sprenge.

Lungene er et annet organ som inneholder luft. Lungesprengning er en fare ved mangelfull utpusting under oppstigning. Dette kan gi ødelagt lungevev, luft i mediastinum, sammenklappet lunge (pneumothorax) eller luft i åresystemet på arteriesiden, såkalt arteriell gassemboli.

2.1.2 Helseeffekter ved økt partialtrykk av gasser

Partialtrykket av gasser øker ved økende trykk og konstant volum. Partialtrykket av oksygen i en luftblanding øker fra 0,2 ATM ved overflaten til 0,4 ATM ved 10 meter. Partialtrykket av nitrogen øker fra 0,8 til 1,6 ved 10 meters dybde. Dette kan forklares ved: **Daltons lov**: *Det totale trykket av en gassblanding er lik summen av de enkelte gassers partialtrykk*.

Når partialtrykket av oksygen er 1,7 eller mer, kan dette medføre påvirkning på hjernen med kramper til følge. Det er i litteraturen ikke vist sequeler etter slike oksygen utløste kramper, heller ikke i form av EEG-forandringer (5).

Forhøyet partialtrykk av oksygen over tid kan ha effekter på lungene ved at vitalkapasiteten og gassutvekslingen reduseres. Det er mulig at lungeeffekter påvist hos metningsdykkere kan ha sammenheng med forhøyet eksponering for oksygen over tid (44).

Økende partialtrykk av oksygen kan utnyttes terapeutisk ved såkalt hyperbar oksygenbehandling (HBO). Slik behandling kan gis ved trykkfallssyke og arteriell luftemboli hos dykkere. Behandlingsformen kan også ha annen klinisk nytte.

Økt trykk og ren oksygen gir økt mengde oppløst oksygen i plasma, slik at tilgjengeligheten av oksygen f.eks til skadet vev økes. Økt pO_2 fordriver CO fra hemoglobinet og hypoksisk vev. Økt partialtrykk av oksygen aktiviserer leukocytene til økt fagocytose. Dette er gunstig ved infeksjoner. Fibroblastveksten og kollagenproduksjonen stimuleres ved HBO slik at skadet vev tilheles raskere (19,28).

Nitrogen har en narkoseliknende effekt, lystgasseffekt, på sentralnervesystemet. Fenomenet har folkeli blitt illustreret ved hjelp av: «*Martini's lov*»: *Hver 15.meter (med luft som pustegass) i sjøen tilsvarer en Martini.*

Denne «loven» brytes til stadighet i sportsdykkermiljøer ved at dykkerne dykkere dypere enn 30 meter. Noen av de tragiske dødsfallene man ser blant sportsdykkere skyldes dybdefaktoren.

CO₂ er en gass som dannes ved forbrenning i kroppen. Gassen kan hopes opp i masken til dykkeren. CO₂ belastningen kan bli stor ved økende trykk. Et forhøyet partialtrykk av CO₂ kan i verste fall gi bevissthetstap, respirasjonsstans og død.

CO og andre gasser kan ved feil dykkeprosedyrer oppstå i pustegassen til dykkeren. Dette kan gi opphav til alvorlige forgiftninger ved økning av trykket.

2.1.3 Trykkfallssyke

Trykkfallssyke kan oppstå ved for rask oppstigning etter et dypt og eller langt dykk ved at noe av den oppløste gassen går over i gassform og danner bobler i blod og vev slik Henry's lov sier: *Mengden av oppløst gass ved konstant temperatur i en væske er proporsjonalt med trykket av gassen over væsken.* **Haldanes prinsipp** sier at trykket kan reduseres til det halve uten at bobler dannes. Dette betyr at man i prinsippet kan oppholde seg lenge ved dybder på inntil 10 meter uten å foreta dekompresjoner. Ved trykkfallssyke eller «bends» kan symptomene komme gradvis eller i timen etter avsluttet dykk. Halvparten av dykkere med «bends» har fått symptomene innen en time etter dykk, og 90 % i løpet av de første 6 timene. Enkelte kan få symptomer selv 2 døgn etter dykk. Trykkfallssyke eller «bends» kan blant annet oppstå i ledd, hud, indre øre og sentralnervesystemet.

2.2 Seneffekter av dykking

Det er sannsynlig at forandringer i benvev, sentralnervesystemet og lunge kan oppstå hos enkelte dykkere som ikke har vært utsatt for dykkerulykker eller skader.

Dette er forandringer som kan være av bagatellmessig karakter og som ikke innvirker på dykkerens livskvalitet. Forandringene kan imidlertid komme til å påvirke dykkerens fremtidige helsetilstand. Den vitenskapelige dokumentasjon er begrenset og mer forskning er nødvendig for å få tilstrekkelig svar på slike langtidseffekter ved dykking (24).

2.3 Støy

Dykkere kan eksponeres for støy på mange måter. Støy i hjelmene er et problem og hørselsvern er vanskelig å bruke fordi dette ville hindre kommunikasjon med land. Ved boring, sliping, saging og drilling med luft eller hydraulisk verktøy har man observert støy-nivåer på 90-105dB (31). Impulsstøy i vann kan også komme fra sprenging. Støy fra luftstrømmen inne i hjelmen kan også være stor med målte verdier rundt 93-99.5 dB avhengig av type hjelm og nivå i sjøen (14). På land kan dykkeren være utsatt for støy fra kompressorer ved siden av støy i trykkammere.

3. METODE

Lungefunksjonstesten ble utført med Jæger MasterLab (Erich Jaeger, Tyskland). Dykkerne ble undersøkt sittende med en neseklype på nesen. Spirometeret ble kalibrert med en to liters kalibreringsprøyte og gass-kalibreringen fulgte maskinens automatiske kalibreringsprogram. Det beste resultatet i følge ATS kriteriet (1) av i det minste tre flow-volum utførelser ble brukt i analysene.

Forsert vitalkapasitet (FVC, dvs. den luftmengden som kan tømmes fra helt fylte lunger), forsert utåndet luft i løpet av et sekund (FEV_1 , dvs. den luftmengden som kan tømmes fra lungene i løpet av det første sekundet ved maksimal utånding), midt-ekspiratorisk luftstrømhastighet ($FEF_{25-75\%}$) og forsert ekspiratorisk luftstrøms hastighet ved 25, 50 og 75% av ekspirert vitalkapasitet (FEF_{25} , FEF_{50} og FEF_{75}) ble målt.

Gassutveksling for karbon monoksyd (Tl_{CO} , et indirekte mål på blodvolum i og gjennomblødning av lungene) ble målt i henhold til ATS kriteriene (2). To målinger av Tl_{CO} ble utført for hver person. For hvert tilfelle ble gjennomsnittet av de to målingene presentert. Effektivt alveolært volum (V_A) ble målt ved heliumfortynning og transfer per unit effektivt alveolært volum (K_{CO}) ble utregnet.

Hørselstesten ble utført med «Diagnostic Audiometer model TA 155» i «T-cabin model 70», type 3240, som årlig kalibreres i henhold til ISO 389. Den samme personen utførte alle testene og otoskopi ble utført på alle de som ble undersøkt. Frekvensen som ble testet med luftledning var 0.125, 0.25, 0.5, 1, 2, 3, 4, 6, og 8 kHz. Benledning ble ikke undersøkt. Hørselsundersøkelsen ble utført i henhold til Direktoratet for arbeidstilsynets retningslinjer (26).

«Student's paired t-test», tosidig ble brukt i analysen for undersøke forskjeller mellom ulike tidspunkter for samme gruppe eller for å se på forskjeller mellom parete grupper. Den samme testen ble brukt ved undersøkelse om det var forskjeller mellom de to ørene til dykkerne eller mellom dykkerne og kontrollene. For øvrig ble Student's to gruppe test, tosidig brukt. Multipel lineær regresjonsanalyse ble brukt til å studere effekten av røykevaner og antall dykk på den relative forandringen mellom den første og siste lungefunksjonsmålingen. Et signifikansnivå på 5% ble valgt (4). Alle data presenteres som gjennomsnittsverdier (SD). SPSS for Windows (SPSS Inc. 1989-1992) ble brukt i data analysen.

4. EKSPERIMENTELLE UNDERSØKELSER

Lungefunksjonsforandringer i forbindelse med dykk til inntil 50 meter der luft brukes som pustegass.

Ved overflateorientert dykking der luft brukes som pustegass, er lungene eksponert for hyperoksi, dekompresjonstress med mulighet for venøs gassemboli og mekanisk belastning forårsaket av nedsenkning i vann. Å puste i maske/hjelm kan gi økt pustemotstand og øket gasstetthet påvirker også ventileringen. Slike eksponeringsfaktorer er vist å bidra til forandringer i lungefunksjonen etter metningsdykk (11,39,41,44). Få studier har sett på effekter av grunne overflateorienterte dykk. Catron et al. (8) fant ingen forandringer i lungemekanisk funksjon blant ti dykkere etter et kammerdykk til 87 meter. Studier av gassutveksling var ikke inkludert i denne studien. Dujic et al. (16) fant en reduksjon i Tl_{CO}

gassutveksling for karbon monoksyd 20-80 minutter etter kammerdykk til 45 meter. Funnene ble tilskrevet venøse gass mikroembolier. Disse eksperimentelle dykkene ble utført i trykkammere der dykkerne ble eksponert for tørr luft uten å være nedsenket i vann.

Vi studerte lungefunksjonen før og etter sjødykk til inntil 50 meter og fant at et enkelt dykk gir restriktiv og obstruktiv endring i lungefunksjonen og i tillegg nedsatt gassutveksling. Dette mønsteret er annerledes enn det man ser etter metningsdykking (11,39,41,43) og dykk i trykktank (8,16) der man hovedsakelig ser endringer i gassutvekslingen og ikke i mekanisk lungefunksjon.

Dette funnet er også forskjellig fra det man kjenner til av langtidseffekter ved dykking, der forandringene indikerer nedsatt funksjon i de små luftveier (44).

Tidligere studier har pekt i retning av at oksygen-toksisitet kan være medvirkende når det gjelder luftveisobstruksjon og nedsatt gassutveksling (7,9,10), noe som også er vist hos metningsdykkere i tilknytning til et enkelt metningsdykk eller etter flere utførte metningsdykk (44).

Vi fant imidlertid ikke noen assosiasjon mellom redusert gassutveksling og eksponering for oksygen ved et enkelt dykk til 50 meter hos dykkere som bruker luft som pustegass. Dessuten er oksygeneksponeringen nærmest fraværende ved de helt grunne dykk.

Dykk til 10 meter ga det samme mønsteret i endring av lungefunksjonen som det vi fant ved dykk til 50 meter. I følge Haldanes prinsipp kan kroppen utsettes for halvering av trykket (dvs oppstigning fra 10 meter) uten at nitrogenbobler dannes. På den annen side er det påvist bobledannelse etter svært langvarige dykk til 3.5 meter (17). I praksis er det imidlertid lite trolig at bobler, med eventuell dannelse av venøse mikroembolier og evt. inflammasjon, forklarer de effekter vi har funnet etter dykket til 10 meter. I kammerdykk, der bobler ble påvist, var det dessuten ingen forandringer i dynamisk lungevolum og flows (8,16). Undersøkelser av mennesker i trykktank (5) viser altså ikke de samme effekter som dem vi finner hos dykkere som dykker i vann.

Vi tror forklaringen på våre funn må ha med immersjonen (nedsenkning i vann) å gjøre og eventuelt pga bronkokonstriksjon som oppstår ved innånding av kald og tørr luft (35,42). Luftveismotstand vil også øke med økende tetthet av gassen (29). Ved immersjon får en ansamling av blod i thoracalområdet og økt transmuralt trykk på den arterielle siden (3). Kaldt vann kan gi en tilleggseffekt på blodvolumet i det en får vasokonstriksjon i huden (27). Denne økte ansamling av blod i brysthulen kan tenkes å påvirke kapillærsiden slik at ødemtendens oppstår i alveolærområdet (45,47). Lungeødem er tidligere vist blant svømmere og scuba dykkere (48) uten at mekanismen er klar. Interstitielt ødem kan også være forklaringen til den reduserte Tl_{CO} som man har påvist etter store fysiske anstrengelser blant idrettsutøvere (23).

I en studie av 15 brannmenn målte vi lungefunksjonen før dykkeperioden, kort tid etter og i fire uker etter avsluttet dykking. Vi fant at gassutvekslingen var normalisert innen en uke etter opphør av dykkingen.

5. OPPFØLGINGSUNDERSØKELSEN

5.1 Lungefunksjonen

Innledning

Lungene utsettes for flere mulige farer ved dykking. Dykkere eksponeres for økt partialtrykk av oksygen som har vist seg å være skadelig for lungene. I tillegg kan venøse gass-embolier som kan oppstå i lungene under dekompresjonen. Dette er forhold som kan gi inflammatoriske reaksjoner og endring av gassutveksling under metningsdykking (44). Immersjon i seg selv kan forklare endringer i dynamisk lungefunksjon og gassutveksling ved grunne dykk av kort varighet (37). Dykkere har økt pustemotstand fordi de puster under økt trykk som igjen kan gi en økt belastning på luftveiene. Pusteutstyret i seg selv kan gi en økt motstand ved ventilering (20,30).

Materiale

Etablering av kohorten

Dykkerne var alle menn som deltok på et 15 ukers kurs ved Norsk Yrkesdykkerskole. Hvert år tilbyr skolen tre slike kurs. Kohorten ble etablert i perioden 1992-1994, med deltakere fra 7 påfølgende kurs. Til sammen ble 95 spurt om de ville delta. To personer som ikke ønsket å delta, samt to kvinner og fire menn som vi bare fikk en måling på ble ekskludert fra studien. Den egentlige gruppen besto av 87 mannlige dykkere (tabell 5.1.1). Til sammen 31 (36%) var daglig røykere.

Tabell 5.1.1 Alder, høyde og vekt blant 87 dykkere og 86 politistudenter som deltok i studien

	Dykkere Gj.sn (SD) Range	Politi studenter Gj.sn (SD) Range
Alder (år)	25 (SD=4.4) 18-38	23 (SD=2.3) 20-30
Høyde (cm)	181 (SD=6.2) 168-195	183(SD=5.8)172-200
Vekt (kg)	80 (SD=10.3) 58-108	80 (SD=7.9)65-100

Mannlige politistudenter fra fem tilfeldig valgte klasser fra politihøyskolen i Oslo ble spurt om å delta i undersøkelsen. Disse ble undersøkt parallelt med dykkerne (tabell 1). Seks av de 86 (7%) politistudentene røkte.

En standard populasjon av ikke-røykende menn fra Norge (21) fungerte som en ekstern referansepopulasjon for FVC og FEV₁. For Tl_{CO} ble en annen norsk referansepopulasjon benyttet (22).

Før kursstart hadde 69 studenter (79%) hatt scuba-dykke erfaring.

Dykkene i skoletiden til maksimalt 50 meter fant sted i løpet av kurstiden, fortrinnsvis de siste 11 ukene. Alle dykkere brukte «umbilical-type air supplied demand equipment», en Kirby Morgan «band mask 18B» eller en Kirby Morgan «superlite helmet 17B» og neopren våt eller kald drakt. Gjennomsnittstiden i vannet i løpet av kurstiden var 40 timer (SD=5), og det gjennomsnittlige antall dykk var 44 (SD=6).

Oppfølgingsundersøkelsen

Fremmøte

Etter ett år møtte 83 av totalt 87 dykkere til undersøkelse og etter tre år var fremmøte på 81 personer. I løpet av treårs perioden hadde den gjennomsnittlige vekten blant dykkerne økt fra 79.9 kg (SD=10.4) til 82.0 kg (SD=10.7). De som ble registrert som røykere ved første undersøkelse ble også registrert som røykere etter 1 og 3 år.

Episoder av dykkerrelaterte skader / sykdom i oppfølgingsperioden

Basert på dykkernes egne angivelser, er det registrert 10 episoder av trykkfallsyke blant på 7 individer i oppfølgingsperioden (tabell 5.1.1). Dette er nok en underrapportering. Meddykkere har opplyst om personer i kohorten som har gjennomgått trykkfallsyke. Det er i tillegg kjent i dykkermiljøer at episoder med trykkfallsyke «fortrenges» da det oppleves som flaut å skulle rapportere slike episoder.

To dykkere opplyste at de hadde hatt tap av bevisstheten under vann. I det ene tilfellet dreide seg om tap av bevisstheten på dyp dypere enn 50 meter, en mulig CO₂-narkose, og i det andre tilfellet var det luftkutt i noen minutter ved 5-6 meters dyp med derpå følgende gjenoppliving. Fire dykkere opplyste at de hadde opplevd «øresqeeze» i løpet av oppfølgingsperioden.

I tillegg til disse oppgitte skadene utviklet en dykker alvorlig håndeksem etter at han begynte i bransjen.

Tabell 5.1.2 Antall episoder av trykkfallsyke i oppfølgingsperioden

	Hudkløe	CNS-affeksjon	Indre øre affeksjon/ barotraume	Ledd-smerter
Ett år etter	1	1	1	0
2 - 3 år etter	0	2	0	5*

* 3 episoder er hos samme person

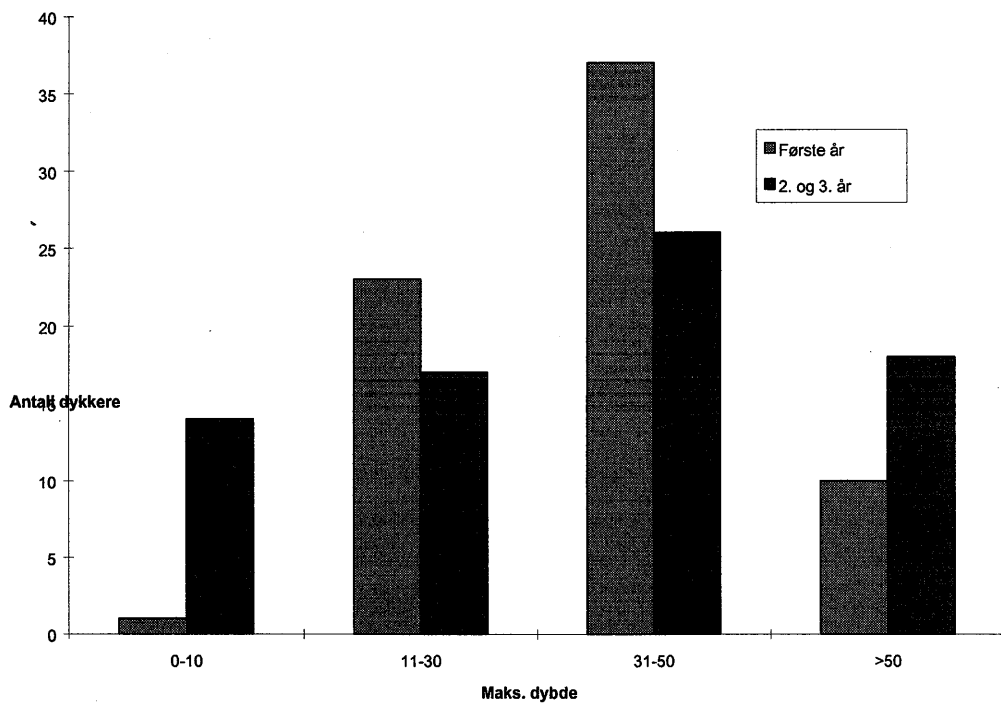
Dykkeprofil

Det gjennomsnittlige dypeste dykket det første året etter endt skolegang var 39.8 meter (SD= 15.9) og i perioden to og tre år etter kursavslutningen var tilsvarende dybde 37.7 meter (SD=19.9). Det er fremdeles mange som dykker dypt og således var det 10 av 71 (14%) det første året som hadde sitt dypeste dykk til dypere enn 50 meter. Tilsvarende var 18 av 69 (26%) dypere enn 50 meter andre og tredje år etter ferdig utdanning.

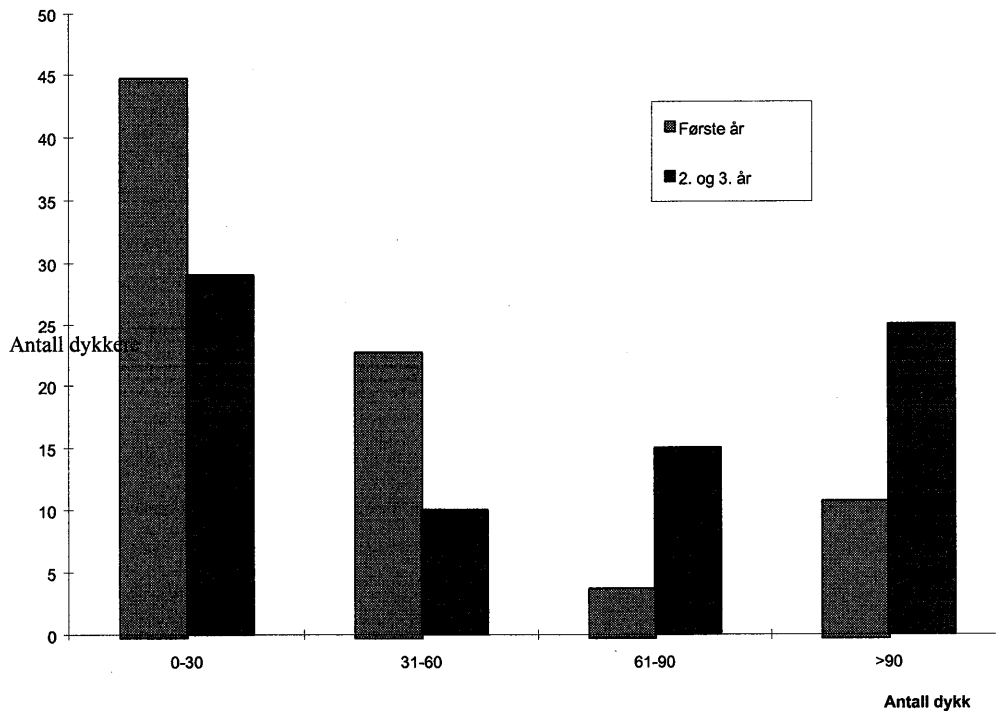
Det er vanskelig å kategorisere dykkerne mhp profesjon fordi flere av dykkerne fungerer som yrkesdykkere i perioder. Skjønnsmessig, ut fra antall dykk i treårs perioden etter ferdig utdanning, var 39 dykkere høyt eksponert og for en stor del i arbeid som yrkesdykkere.

Dykkeaktiviteten har blitt redusert i oppfølgingsperioden. Det første året ble det utført 5416 dykk fordelt på 83 personer og de to påfølgende årene ble det registrert til sammen 6765 dykk fordelt på 78 personer.

Figur 5.1.1 a Dypeste dykk i første samt andre/tredje oppfølgingsår



Figur 5.1.1b Antall dykk fordelt på første samt andre/tredje oppfølgingsår



Resultater

Blant de 69 med sportsdykkererfaring som begynte på Norsk Yrkesdykkerskole, hadde 30 dykket 100 ganger eller mer og 58 hadde dykket til dybder dypere enn 30 meter eller dypere. I alt 18 hadde dykket 50 meter eller dypere før skolestart. Det var ingen forskjeller i røykevaner, vekt eller alder mellom de som hadde vært sportsdykkere før skolestart og de som ikke hadde hatt slik erfaring. Det var heller ingen statistisk signifikante forskjeller mellom dem med SCUBA-dykker erfaring og dem uten hva angikk lungefunksjon (tabell 5.1.3). Begge gruppene hadde lungefunksjonsverdier som var høyere enn 100 prosent av forventet sammenliknet med referansepopulasjon.

Tabell 5.1.3 FVC, FEV₁, FEF_{25-75%} og Tl_{CO} ved skolestart blant dykkere uten dykkererfaring (uekspnerte) og dykkere med sportsdykkererfaring sammenliknet med politistudenter og referanseverdier (Gulsvik et al. 21*, 22[□])

	Uekspnerte dykkere N=18 Gj.sn (SD)		Ekspnerte dykkere N=69 Gj.sn (SD)		Politistudenter N=86 Gj.sn (SD)	
	Abs. verdi	% av forvent.	Abs. Verdi	% av forventet	Abs. verdi	% av forventet
FVC (l)	5.95 (0.66)	106.2 (11.5)*	6.25 (0.89)	110(11.5)*	6.46 (0.78)	111.4 (11.4)*
FEV ₁ (l)	4.97 (0.55)	100.3 (13)*	5.14 (0.73)	101.9(11.6)*	5.42 (0.6)	105.6 (10.6)*
FEF _{25-75%} (l/s)	5.17 (1.37)		5.11 (1.22)		5.63 (1.17)	
Tl _{CO} (mmol/min/kPa)	14.3(2.2)	114.7 (18) [□]	13.9 (2.3)	111(16.9) [□]	15.1 (2)	116.8 (14.3) [□]

Det var en signifikant økt FVC blant dykkerne i løpet av kurstiden (tabell 5.1.4, figur 5.1.2). Den gjennomsnittlige økningen var 1.1% (SD=4.9). Det var en svak ikke signifikant reduksjon i FEF_{25-75%} og FEF_{75%}, en økning i V_A på 2.6% (SD=5.4), uendrede verdier for Tl_{CO} og et signifikant fall i K_{CO} på 3.2% (SD=7.1) (tabell 5.1.4).

Tabell 5.1.4 Resultater av utvalgte lungefunksjonsverdier blant 87 dykkere før og etter et 15 ukers kurs

	Før kurset Gj sn (SD)	Etter kurset Gj. Sn (SD)	Forandring % (SD)	p-verdi
FVC (l)	6.19 (0.9)	6.26 (0.9)	1.1 (4.9)	0.046
FEV ₁ (l)	5.11 (0.7)	5.12 (0.7)	0.3 (4.8)	0.6
FEF _{25-75%} (l/s)	5.13 (1.3)	5.04 (1.2)	-1 (9.5)	0.11
FEF _{75%} (l/s)	2.52 (0.8)	2.44 (0.7)	-1.8 (13)	0.09
V _A (l)*	7.23 (1.0)	7.41 (1.1)	2.6 (5.4)	0.001
Tl _{CO} (mmol/min/kPa)	14.0 (2.2)	13.8 (2.0)	-0.6 (8.6)	0.19
K _{CO} (mmol/min/kPa/l)	1.95 (0.3)	1.88 (0.3)	-3.2 (7.1)	0.001

Paret to-sidig t-test

Før kursstart var det en signifikant lavere Tl_{CO} blant de 31 røykerne sammenliknet med ikke røykerne; henholdsvis 13.1 mmol/min/kPa (SD=2.3) og 14.5 mmol/min/kPa (SD=2) (p=0.005). For øvrig ble det ikke observert noen effekter relatert til røyking.

Politistudentene fikk en nær signifikant økt PEF og et signifikant fall i FEV₁ og FEF_{25-75%} i løpet av observasjonstiden på 15 uker.

Resultatene av lungefunksjonsundersøkelsen i oppfølgingsperioden viser en svak tendens til obstruktiv utvikling i løpet av treårs perioden blant dykkerne. Således er både FEV₁ og FEF_{25-75%} redusert etter tre år. Vitalkapasiteten til dykkerne øker signifikant sammenliknet med kontrollgruppens mens kontrollgruppen får et fall i FEV₁ som er signifikant større enn dykkerne. V_A øker i begge grupper, mest uttalt blant dykkerne. Gassutvekslingen reduseres i oppfølgingsperioden i begge grupper (tabell 5.1.5).

Tabell 5.1.5 Utvalgte lungefunksjonstester blant 80 dykkere og 63 politimenn der verdier fra før kurset og 3 år etter er angitt

	Dykkere N=80		Politi N=63	
	Før kurset	Etter tre år	Før kurset	Etter tre år
	Gj sn (SD)	Gj sn(SD)	Gj sn (SD)	Gj sn (SD)
FVC (l)	6.26 (0.8)	6.31 (0.9)	6.42 (0.7)	6.31 (0.7)
FEV ₁ (l)	5.17 (0.7)	5.06 (0.7)	5.33 (0.6)	5.18 (0.6)
FEF _{25-75%} (l/s)	5.20 (1.2)	4.82 (1.2)	5.36 (1.2)	5.10 (1.2)
FEF _{75%} (l/s)	2.57 (0.8)	2.26 (0.7)	2.69 (0.8)	2.50 (0.7)
V _A (l)*	7.29 (0.9)	7.70 (1.1)	7.59 (0.9)	7.84 (0.8)
Tl _{CO} (mmol/min/kPa)	14.0 (2.3)	13.3 (1.9)	15.5 (2.2)	14.6 (2.2)
K _{CO} (mmol/min/kPa/l)	1.93 (0.3)	1.79 (0.5)	2.06 (0.2)	1.89 (0.2)

Når man deler dykkerne inn i tre kategorier etter dykkeeksponering, er det færre røykere (31%) blant dem med høy eksponering (mer enn 70 dykk på de siste 2 årene) sammenliknet med dem med liten (mellom 20 og 70 dykk) eller nær ingen dykking (19 eller færre dykk i den siste 2 års perioden) der henholdsvis 36 og 42% var røykere. Til tross for at de mest eksponerte dykkerne røyker lite, er det et fall i luftstrøms hastigheten i denne gruppen (tabell 5.1.6).

Tabell 5.1.6 Utvalgte lungefunksjonstester blant de høyest eksponerte dykkerne (N=39) i oppfølgingsperioden

	Ved skolestart Gj sn (SD)	Etter tre år Gj sn(SD)	p-verdi
FVC (l)	6.24 (0.84)	6.31 (0.87)	0.33
FEV ₁ (l)	5.14 (0.67)	5.05 (0.63)	0.099
FEF _{25-75%} (l/s)	5.17 (1.17)	4.77 (0.96)	0.002
FEF _{75%} (l/s)	2.49 (0.63)	2.15 (0.50)	<0.001
V _A (l)	7.28 (0.99)	7.68 (1.1)	<0.001
Tl _{CO} (mmol/min/kPa)	13.8 (2.3)	13.3 (2.0)	0.022
K _{CO} (mmol/min/kPa/l)	1.91 (0.3)	1.85 (0.71)	0.58

Det ble ikke funnet noen effekt av antall dykk på den relative forandringen av utvalgte lungefunksjonverdier (tabell 5.1.7).

Tabell 5.1.7 Regresjons koeffisienter for antall dykk og røyking på relative forandringer av utvalgte lungefunksjonsverdier i løpet av oppfølgings perioden

	Tot dykk	Røyking	Konstant	R ²
FVC (l)	-6.72 10 ⁻⁵	-0.034*	0.036*	0.08
FEV (l)	-7.34 10 ⁻⁵	-0.03*	0.0096	0.076
PEF(l/s)	-1.19 10 ⁻⁴	-0.051	0.087*	0.06
FEF25%	-2.76 10 ⁻⁴	-0.05	0.066	0.12
FEF _{75%} (l/s)	-5.59 10 ⁻⁵	-0.009	-0.095*	0.002
FEF _{50%} (l/s)	-1.63 10 ⁻⁴	-0.017	-0.031	0.026
FEF _{25-75%} (l/s)	-3.87 10 ⁻⁵	-0.024	-0.049	0.011
Tl _{CO} (mmol/min/kPa)	6.53 10 ⁻⁵	0.028	-0.074*	0.031
K _{CO} (mmol/min/kPa/l)	6.16 10 ⁻⁵	0.087	-0.127*	0.035
V _A (l)	-1.86 10 ⁻⁵	-0.012	0.065*	0.019

*p<0.05

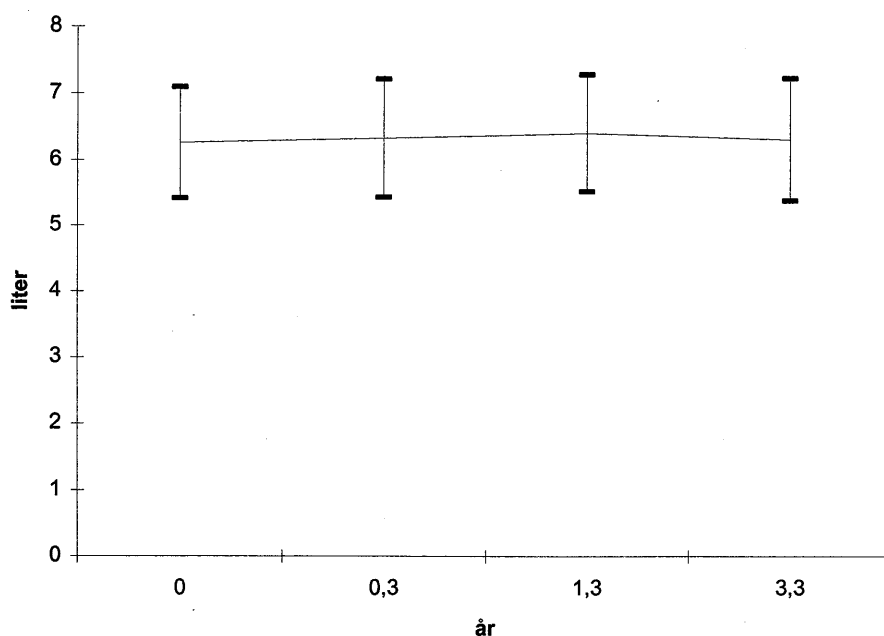
Diskusjon

Det ble funnet en større vitalkapasitet enn forventet blant dykkerne etter kurstiden og ved ett års etterundersøkelse. I tillegg ble det funnet en redusert luftstrøms hastighet og gassutveksling etter tre år med oppfølging.

Etter kurstiden på 15 uker hadde FVC blant de 87 dykkerelevne økt signifikant. V_A hadde også økt noe som antyder en mulig adaptasjon til dykking. Resultatene kan imidlertid også tilskrives tilfeldig variasjon ved målingen. I tidligere studier har tilfeldig variasjon forklart en 3% variasjon i FVC og en gjennomsnittlig variasjon på 2.3% i V_A (22,46). Den økte FVC, som også er beskrevet hos andre (11,12,13,15,38), kan være et resultat av trening i å utføre selve testprosedyren under lungefunksjonstesten. Dette var noe dykkerne hadde trening med i motsetning til politistudentene som ikke trenger spirometriundersøkelse før inntak til politihøgskolen. I utgangspunktet hadde politimennene også en større vitalkapasitet enn forventet. Dette kan være et resultat av seleksjon. Både politistudenter og dykkere må gjennom en medisinsk undersøkelse før skolestart, og på den måten er det bare dem i god form som tas inn på skolene.

Blant politistudentene observerte vi en større reduksjon i FEV_1 enn hos dykkerne. Samtidig var luftstrøms hastigheten redusert og PEF var økt. Dette kan være et resultat av trening i å gjøre en spirometri eller være et uttrykk for obstruksjon i gruppen.

Figur 5.1.2 Forløpet av FVC for 80 dykkere gjennom hele oppfølgingsperioden. (De vertikale strekene representerer standardavviket (SD)/ et mål for spredning)



Etter de to første observasjonene fant vi en ikke-signifikant reduksjon i $FEF_{25-75\%}$ og $FEF_{75\%}$ blant dykkerne. Imidlertid fortsatte reduksjonen i løpet av 2. og 3. oppfølgingsår. Dette er funn som er beskrevet tidligere blant dykkere (30,44), noe som kunne tyde på en dysfunksjon i de små luftveier.