

**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 sprenges.

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.

CO<sub>2</sub> er en gass som dannes ved forbrenning i kroppen. Gassen kan hopes opp i masken til dykkeren. CO<sub>2</sub> belastningen kan bli stor ved økende trykk. Et forhøyet partialtrykk av CO<sub>2</sub> 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 FEV<sub>1</sub>. For Tl<sub>CO</sub> 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 CO<sub>2</sub>-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

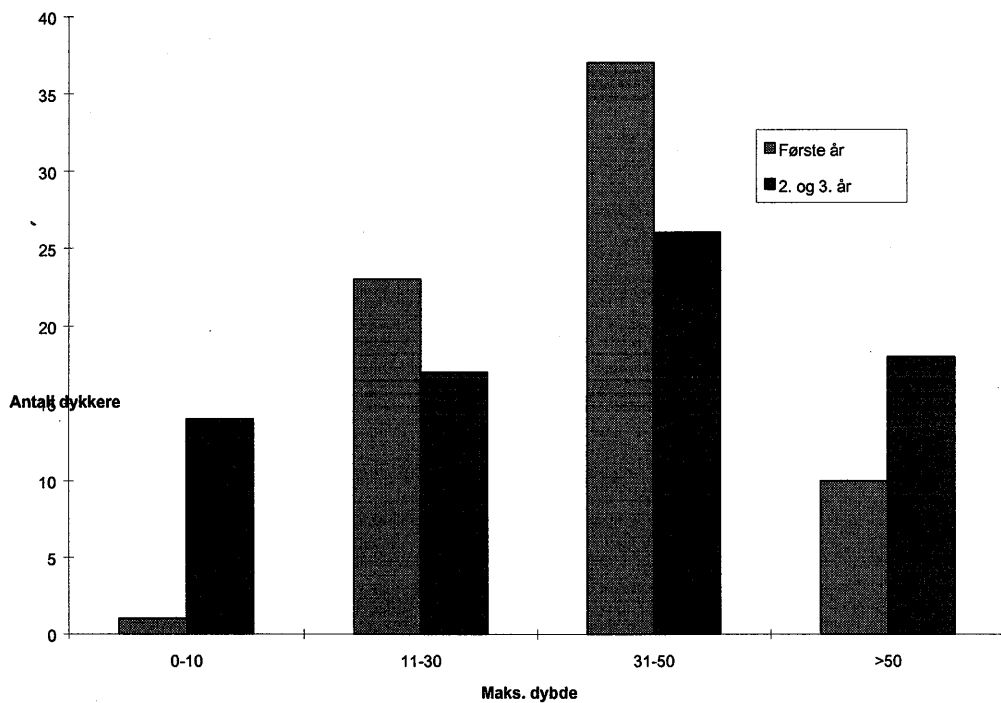
## Dykkeprofil

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.

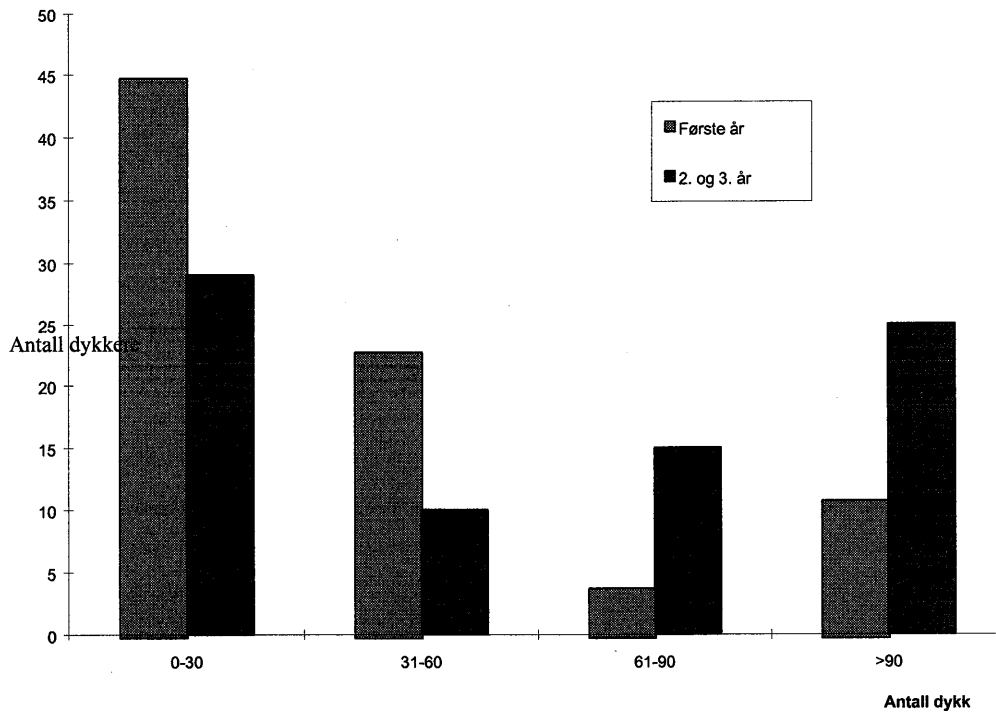
Det er vanskelig å kategorisere dykkerne mhp profesjon fordi flere av dykkerne fungerer som yrkesdykkere i perioder. Skjønnsmessig, ut fra antall dykk i treårs perioden etter ferdig utdanning, var 39 dykkere høyt eksponert og for en stor del i arbeid som yrkesdykkere.

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, FEV<sub>1</sub>, FEF<sub>25-75%</sub> og Tl<sub>CO</sub> ved skolestart blant dykkere uten dykkererfaring (uekspnerte) og dykkere med sportsdykkererfaring sammenliknet med politistudenter og referanseverdier (Gulsvik et al. 21\*, 22<sup>□</sup>)

	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 <sub>1</sub> (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 <sub>25-75%</sub> (l/s)	5.17 (1.37)		5.11 (1.22)		5.63 (1.17)	
Tl <sub>CO</sub> (mmol/min/kPa)	14.3(2.2)	114.7 (18) <sup>□</sup>	13.9 (2.3)	111(16.9) <sup>□</sup>	15.1 (2)	116.8 (14.3) <sup>□</sup>

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<sub>25-75%</sub> og FEF<sub>75%</sub>, en økning i V<sub>A</sub> på 2.6% (SD=5.4), uendrede verdier for Tl<sub>CO</sub> og et signifikant fall i K<sub>CO</sub> 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 <sub>1</sub> (l)	5.11 (0.7)	5.12 (0.7)	0.3 (4.8)	0.6
FEF <sub>25-75%</sub> (l/s)	5.13 (1.3)	5.04 (1.2)	-1 (9.5)	0.11
FEF <sub>75%</sub> (l/s)	2.52 (0.8)	2.44 (0.7)	-1.8 (13)	0.09
V <sub>A</sub> (l)*	7.23 (1.0)	7.41 (1.1)	2.6 (5.4)	0.001
Tl <sub>CO</sub> (mmol/min/kPa)	14.0 (2.2)	13.8 (2.0)	-0.6 (8.6)	0.19
K <sub>CO</sub> (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<sub>CO</sub> 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 FEV<sub>1</sub> og FEF<sub>25-75%</sub> 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 FEV<sub>1</sub> og FEF<sub>25-75%</sub> redusert etter tre år. Vitalkapasiteten til dykkerne øker signifikant sammenliknet med kontrollgruppens mens kontrollgruppen får et fall i FEV<sub>1</sub> som er signifikant større enn dykkerne. V<sub>A</sub> 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 <sub>1</sub> (l)	5.17 (0.7)	5.06 (0.7)	5.33 (0.6)	5.18 (0.6)
FEF <sub>25-75%</sub> (l/s)	5.20 (1.2)	4.82 (1.2)	5.36 (1.2)	5.10 (1.2)
FEF <sub>75%</sub> (l/s)	2.57 (0.8)	2.26 (0.7)	2.69 (0.8)	2.50 (0.7)
V <sub>A</sub> (l)*	7.29 (0.9)	7.70 (1.1)	7.59 (0.9)	7.84 (0.8)
Tl <sub>CO</sub> (mmol/min/kPa)	14.0 (2.3)	13.3 (1.9)	15.5 (2.2)	14.6 (2.2)
K <sub>CO</sub> (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 <sub>1</sub> (l)	5.14 (0.67)	5.05 (0.63)	0.099
FEF <sub>25-75%</sub> (l/s)	5.17 (1.17)	4.77 (0.96)	0.002
FEF <sub>75%</sub> (l/s)	2.49 (0.63)	2.15 (0.50)	<0.001
V <sub>A</sub> (l)	7.28 (0.99)	7.68 (1.1)	<0.001
Tl <sub>CO</sub> (mmol/min/kPa)	13.8 (2.3)	13.3 (2.0)	0.022
K <sub>CO</sub> (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 <sup>2</sup>
FVC (l)	-6.72 10 <sup>-5</sup>	-0.034*	0.036*	0.08
FEV (l)	-7.34 10 <sup>-5</sup>	-0.03*	0.0096	0.076
PEF(l/s)	-1.19 10 <sup>-4</sup>	-0.051	0.087*	0.06
FEF25%	-2.76 10 <sup>-4</sup>	-0.05	0.066	0.12
FEF <sub>75%</sub> (l/s)	-5.59 10 <sup>-5</sup>	-0.009	-0.095*	0.002
FEF <sub>50%</sub> (l/s)	-1.63 10 <sup>-4</sup>	-0.017	-0.031	0.026
FEF <sub>25-75%</sub> (l/s)	-3.87 10 <sup>-5</sup>	-0.024	-0.049	0.011
Tl <sub>CO</sub> (mmol/min/kPa)	6.53 10 <sup>-5</sup>	0.028	-0.074*	0.031
K <sub>CO</sub> (mmol/min/kPa/l)	6.16 10 <sup>-5</sup>	0.087	-0.127*	0.035
V <sub>A</sub> (l)	-1.86 10 <sup>-5</sup>	-0.012	0.065*	0.019

\*p<0.05

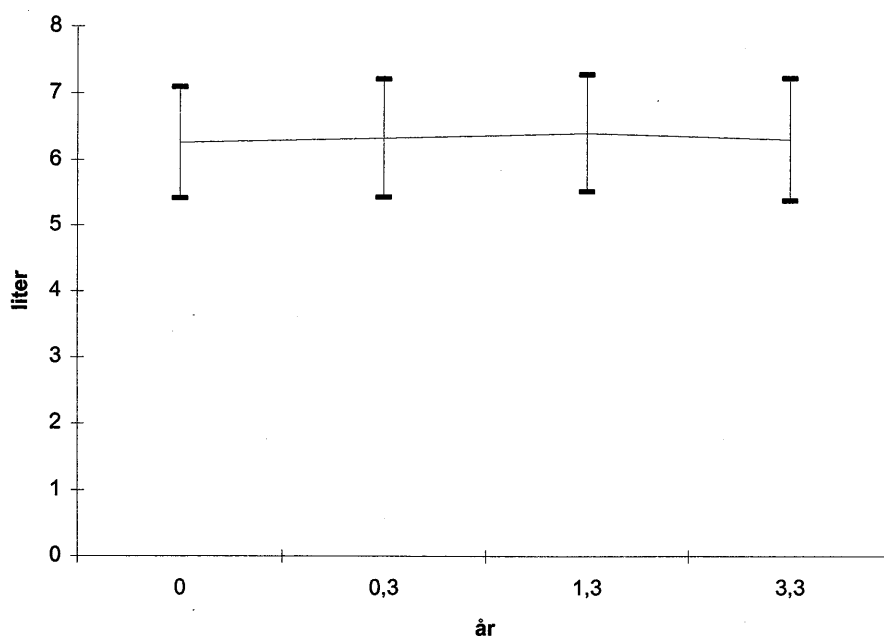
## Diskusjon

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.

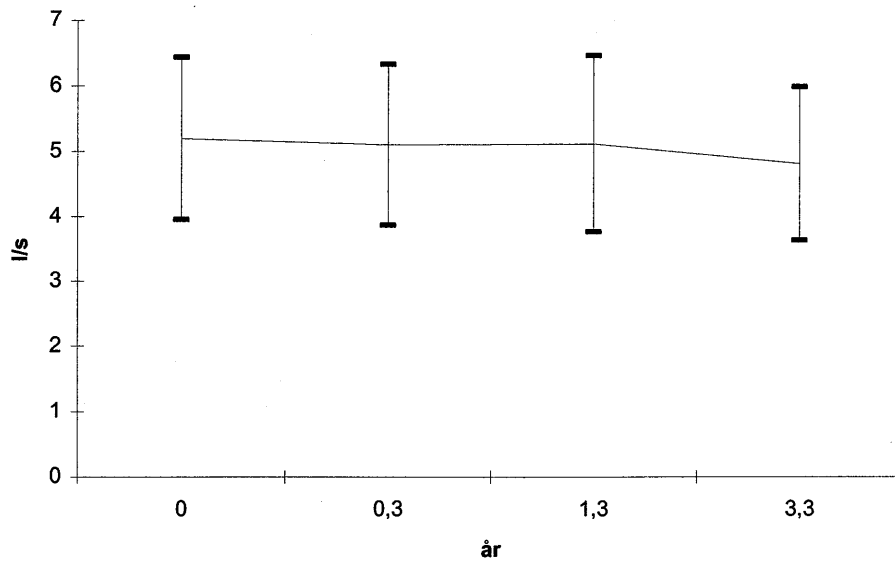
Blant politistudentene observerte vi en større reduksjon i  $FEV_1$  enn hos dykkerne. Samtidig var luftstrøms hastigheten redusert og PEF var økt. Dette kan være et resultat av trening i å gjøre en spirometri eller være et uttrykk for obstruksjon i gruppen.

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



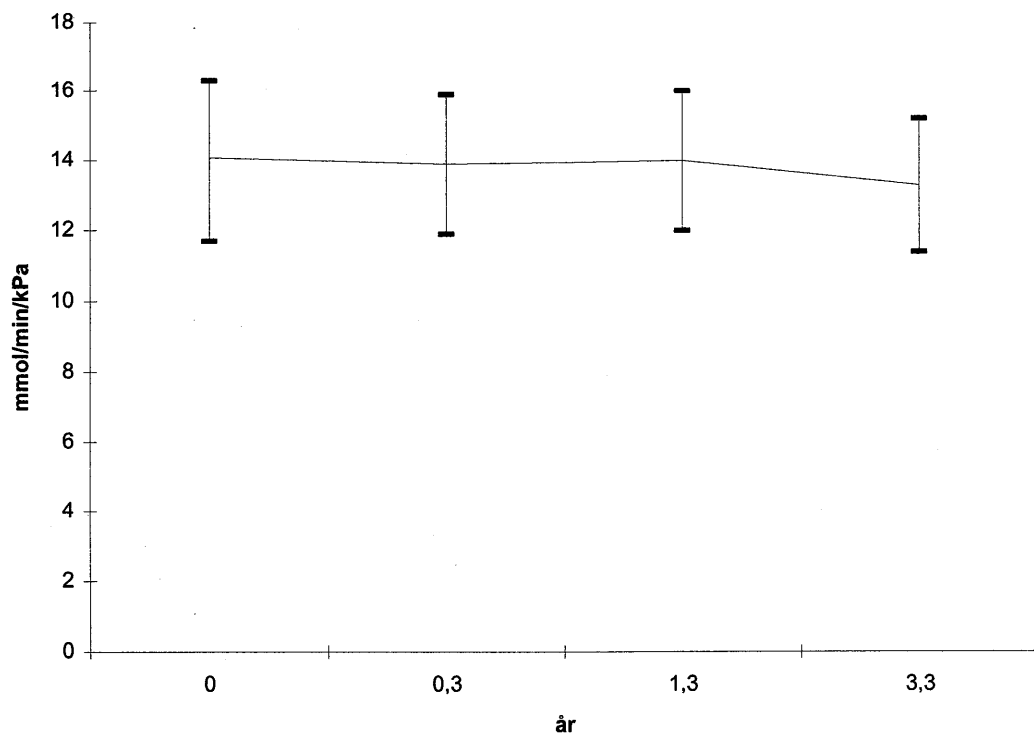
Etter de to første observasjonene fant vi en ikke-signifikant reduksjon i  $FEF_{25-75\%}$  og  $FEF_{75\%}$  blant dykkerne. Imidlertid fortsatte reduksjonen i løpet av 2. og 3. oppfølgingsår. Dette er funn som er beskrevet tidligere blant dykkere (30,44), noe som kunne tyde på en dysfunksjon i de små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

**Figur 5.1.3** Forløpet av  $FEF_{25-75\%}$  for 80 dykkere gjennom hele oppfølgingstiden (De vertikale strekene er SD/ et mål for spredning)



Gassutvekslingen var redusert blant dykkerne etter oppfølgingstiden på tre år. Slik reduksjon er tidligere beskrevet i forbindelse med metningsdykking (11,39) og i forbindelse med enkle dykk av kort varighet der effekten er forbigående (37).

**Figur 5.1.4** Gassutvekslingen ( $Tl_{CO}$ ) for 80 dykkere gjennom tre års oppfølging (De vertikale strekene representerer SD/ et mål for spredning)





Det at det ikke ble funnet noen sammenheng mellom endring av lungefunksjonen og dykkeaktiviteten kan skyldes at studien er en oppfølgingsundersøkelse. Andre studier (12,13,15) som har vist en sammenheng mellom dykkeeksponering og endring av lungefunksjonen har vært tverrsnittsundersøkelser. Den aktuelle studien beskriver dessuten lungefunksjonsendringer blant yngre dykkere mens andre har beskrevet slike forandringer blant eldre dykkere. I tillegg har denne gruppen av dykkere et begrenset antall dykk over en kort oppfølgingsperiode. En studie på litt mer enn tre år trenger et større antall deltakere for å konkludere. På den annen side er mønsteret i endringene den samme som andre har beskrevet (12,13,15,39,44). Lungevolumene øker etter en kort tid med mange dykk for deretter å stabiliseres mens luftstrømhastigheten fortsetter å reduseres gjennom hele oppfølgingsperioden. Dette mønsteret kan dermed reflektere en sann sammenheng mellom dykking og endring av lungefunksjonen.

Blant de 87 dykkerne, som deltok ved base-line undersøkelsen, hadde 69 sportsdykkererfaring på forhånd. De hadde dykket til dyp som ikke bør anbefales sportsdykkere, således hadde 84% av dem dykket 30 meter eller dypere og 25% 50 meter eller dypere. Tendensen til dyp dykking forsetter i hele oppfølgingsperioden slik at 18 dykkere har dykket dypere enn 50 meter de siste to oppfølgingsårene. I tillegg er det observert 10 episoder av trykkfallsyke samt to bevissthetstap under vann i den 3 år lange oppfølgingsperioden. I perioden 1982-1996 døde 70 dykkere i Norge, hvorav 96% sportsdykkere. Det er rimelig å tenke seg at dybde kan være en medvirkende faktor til det høye antall døde og skadde i Norge, og dybden kan være en viktig årsakt til det høye antall ulykker også i denne undersøkelsen.

### **Konklusjon**

Denne undersøkelsen viser at dykkere i utgangspunktet utgjør en selektert gruppe med større lungevolumer enn forventet og at det i løpet av en kurstid på 15 uker, og etter ett år, ser ut til at lungene øker ytterligere i størrelse noe som kan tilskrives adaptasjon til større respiratorisk belastning. Etter oppfølgingsperioden på tre år er det en tendens til redusert luftstrømhastighet og gassutveksling blant dykkerne. For å trekke en endelig konklusjon om de funnene vi har gjort skyldes tilfeldig variasjon eller har en sammenheng med dykking må gruppen etterundersøkes etter en lengre oppfølgingstid.

## 5.2 Hørsel.

### Innledning

Støy kan være et problem for dykkere både på land og i vannet (5). I tillegg kan trykkfallsyke, barotraume, hodeskade og øreinfeksjoner gi hørselstap hos dykkere (19). Studier av yrkesdykkere som utfører metningsdykking, anleggsdykking, inspeksjonsdykking og/eller militær dykking viser høyere forekomst av redusert hørsel (33,34) også blant dykkere uten støy på arbeidsplassen (18). Enkelte hevder at hørselen hos dykkere ikke skiller seg fra hørefunksjonen hos den generelle befolkning eller sammenliknbare grupper (5,6).

Lite er kjent om langtidseffekter på hørselen blant dykkere som kun utfører grunne dykk innaskjærs. Formålet med denne studien var å undersøke hørselsfunksjonen til en gruppe unge yrkesdykkere som ble fulgt over en periode på 3 år. Dykkerne brukte luft som pustegass og dykket maksimalt til 50 meter. Her rapporteres resultatene fra base-line som sammenliknes med resultatene tre år etter ferdig dykkerutdanning.

### Materiale

*Studiebasen* bestod av tilfeldig valgte menn fra den opprinnelige gruppen av 95 elever ved Norsk Yrkesdykkerskole. Til sammen deltok 60 mannlige dykkere i baseline registreringen og 55 ble etterundersøkt tre år etter dykkerkurset. Den gjennomsnittlige alderen til de 55 dykkerne var 25.6 år (SD=4.7, range 18-38) ved begynnelsen av studien. Atten av dem (33%) var daglig røykere. De dykket gjennomsnittlig 164 dykk (SD=130, range 48-766) i oppfølgingsperioden. Dykkerne ble delt i to grupper i henhold til dykkeaktivitet. En gruppen på 24 dykkere, mere enn 70 dykk de to siste årene av follow-up, ble sammenliknet med 31 dykkere med 69 eller færre dykk i samme periode. Gjennomsnittsalderen var lik i de to gruppene. Antall dykk blant de høyt eksponerte dykkerne var 2.5 gang flere sammenliknet med dem som hadde dykket lite eller ingenting (tabell 1).

Tabell 5.2.1 Alder, høyde, vekt og antall dykk blant 24 høyt eksponerte dykkere og de 31 lavt eksponerte dykkere

	Høyt eks. dykkere Gj.sn (SD) N=24	Lavt eks. dykkere Gj. Sn (SD) N=31
Alder ved start på follow-up (år)	26 (SD=3.8)	25 (SD=5.3)
Høyde (cm)	180 (SD=5.5)	183 (SD=5.6)
Vekt (kg)	78 (SD=11.4)	82 (SD=9.6)
Antall dykk	249 (SD=152)	94 (SD=40)

Det var fem røykere blant de høyt eksponerte dykkerne og ti blant dem med lav eksponering. De høyt eksponerte dykkerne hadde utført flere dykk enn den lavt eksponerte gruppen før de startet på skolen. Således hadde 20 av de i alt 24 høyt eksponerte dykkerne vært SCUBA-dykkere før skolestart med gjennomsnittlig 474 dykk (SD=681) mens 24 av

de 32 lavt eksponerte dykkerne rapporterte 153 dykk (SD=151) fra sin sportsdykkerkarriere. Resultatene blant dykkerne ble også sammenliknet med en referanse populasjon som besto av en befolkningsgruppe fra midt-Norge som ble undersøkt tidlig på 1980-tallet (32).

I et spørreskjema ble sykdommer i øret, arvelig hørselnedsettelse registrert sammen med spørsmål om støy i fritiden (spesielt om de var jegere) eller i arbeid. Det ble ikke funnet noen forskjeller mellom gruppene i angivelsene bortsett fra at de lavt eksponerte anga mellomørebetennelse hyppigere enn de høyt eksponerte dykkerne ( $p=0.03$ ).

## Resultater

Etter oppfølgingsperioden på tre år er det en tendens til at totalgruppen hører dårligere i diskant området (tabell 5.2.2).

**Tabell 5.2.2** Høreterskel i dB for alle dykkere (N=55) der verdiene før blir sammenliknet med verdiene tre år etter avsluttet dykkerskole

Fre- kvens kHz	Høyre øre			Venstre øre		
	Før skolen Gj.sn(SD)	Tre år etter Gj.sn(SD)	p-value	Før skolen Gj.sn (SD)	Tre år etter Gj.s n (SD)	p- value
0.250	0.90 (5.4)	1.45 (5.8)	0.6	1.73 (4.8)	2.09 (6.0)	0.7
0.5	1.55 (6.4)	3.64 (6.1)	0.03	2.91 (6.6)	3.73 (6.5)	0.3
1	2.64 (6.7)	2.64 (6.4)	1	2.81 (5.9)	3.27 (7.1)	0.6
2	1.0 (6.4)	1.0 (7.0)	1	1.18 (8.6)	1.0 (9.8)	0.8
3	2.0 (7.7)	0.91 (7.8)	0.2	1.64 (8.8)	1.91 (10)	0.8
4	7.09 (13.3)	7.45 (14.9)	0.8	3.91 (11.9)	6.27 (13.4)	0.09
6	7.09 (12.7)	9.64 (13.9)	0.2	6.18 (12.6)	7.91 (13.9)	0.2
8	12.81 (9.9)	11.55(13.1)	0.5	13.27(9.3)	13.09(11.6)	0.9

Students parete t-test, to sidig

I begynnelsen av studien var de høyt eksponerte dykkernes hørsel redusert ved 4kHz på venstre øre når de sammenliknes med den lavt eksponerte gruppen (tabell 5.2.3).

**Tabell 5.2.3** Høreterskel for høyt eksponerte dykkere (N=24) og lavt eksponerte dykkere (N=31) ved begynnelsen på dykkerkarrieren

Høyre øre			Venstre øre			p-verdi
Fre- kvens kHz	Høyt eksp. dykkere Gj.sn (SD)	Lavt eksp. dykkere Gj.sn (SD)	p-verdi	Høyt eksp. dykkere Gj.sn (SD)	Lavt eksp. Dykkere Gj.sn (SD)	
0.250	0.83 (5.6)	0.97 (5.2)	0.9	2.92 (4.6)	0.81 (4.8)	0.1
0.5	0.83 (6.0)	2.09 (6.7)	0.5	2.71 (5.3)	3.06 (7.6)	0.8
1	2.08 (6.9)	3.06 (6.5)	0.6	4.17 (5.5)	1.77 (6.1)	0.1
2	1.88 (6.7)	0.32 (6.2)	0.4	2.92 (9.8)	-0.16 (7.5)	0.2
3	3.54 (7.6)	0.81 (7.8)	0.2	2.5 (10.3)	0.97 (7.6)	0.5
4	10.83 (16.8)	4.19 (9.1)	0.09	7.92 (12.2)	0.81 (10.8)	0.03
6	8.13 (15.9)	6.3 (9.7)	0.6	5.83 (14.0)	6.45 (11.7)	0.9
8	13.33 (8.0)	12.42(11.4)	0.7	14.17(7.9)	12.58(10.3)	0.5

Etter oppfølgingstiden på tre år er fallet i diskantområdet større blant dem som dykker mye sammenliknet med den lavt eksponerte gruppen. Forskjellen mellom gruppene er signifikant forskjellig i 4 kHz området på begge ører og nær signifikant forskjellig i 3 kHz området (tabell 5.2.4)

**Tabell 5.2.4** Høreterskel for høyt eksponerte dykkere (N=24) og lavt eksponerte dykkere (N=31) tre år etter avsluttet dykkerkurs

Høyre øre			Venstre øre			p-verdi
Fre- kvens kHz	Høyt eksp. dykkere Gj.sn (SD)	Lavt eksp.dykkere Gj.sn (SD)	p-verdi	Høyt eksp.dykkere Gj.sn (SD)	Lavt eksp.dykkere Gj.sn (SD)	
0.250	0.63 (5.4)	2.10 (6.2)	0.3	1.89 (5.7)	2.26 (6.3)	0.8
0.5	2.50 (5.3)	4.52 (6.6)	0.2	2.91 (5.9)	4.35 (7.0)	0.4
1	3.12 (5.1)	2.26 (7.4)	0.6	2.92 (6.6)	3.55 (7.5)	0.7
2	2.29 (7.6)	0.00 (6.4)	0.2	2.71 (11.7)	-0.32 (8.0)	0.3
3	2.71 (8.5)	-0.48 (7.0)	0.1	4.79 (10.7)	-0.32 (8.8)	0.07
4	13.13 (19.0)	3.06 (8.8)	0.02	11.46(13.2)	2.26 (12.4)	0.01
6	12.92 (16.9)	7.10 (10.7)	0.1	8.13 (14.6)	7.74 (13.6)	0.9
8	13.54 (15.9)	10.0(10.3)	0.4	15.42(12.6)	11.29(10.7)	0.2

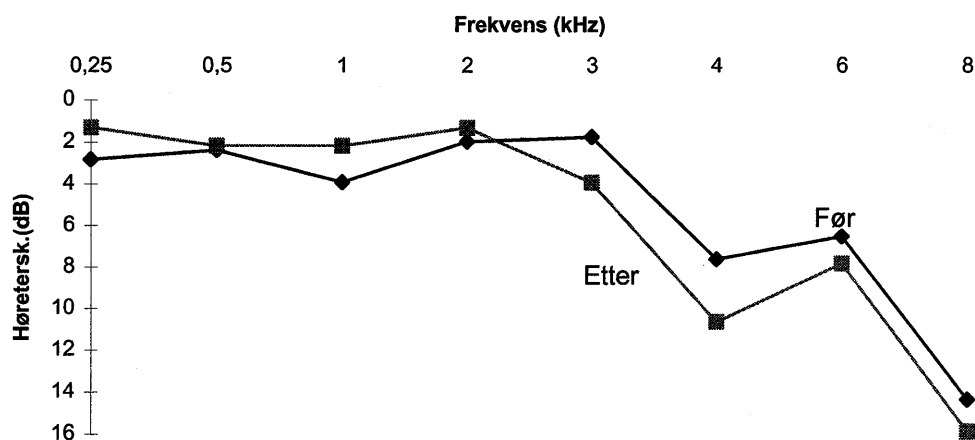
Ingen statistiske forskjeller mellom høyre og venstre øre i gruppen av de 24 høyt eksponerte dykkerne ble avdekket. Likevel var det et nær signifikant tap i hørsel i 4000 Hz område på venstre øre, fra 7.92 dB (SD=12.2) til 11.46 dB (13.2)  $p=0.09$  blant dem med høyest eksponering (figur 5.2.1). Når verdiene fra venstre og høyre øre summeres var resultatene ved 3 års kontrollen likevel bedre enn forventningsverdiene (32) (figur 5.2.2).

## Diskusjon

Resultatene fra hørselsundersøkelsen tyder på at de høyt eksponerte dykkerne, sammenliknet med de lavt eksponerte, får et større fall i diskantområdet i begge ører i løpet av oppfølgingsperioden. Tendensen til at de høyt eksponerte dykkerne presterer dårligere enn dem med lav eksponering er også tilstede ved begynnelsen av oppfølgingsperioden.

Blant de 24 med høy eksponering fant vi en svak tendens til lateralisering med økt hørselstap på venstre øre i diskantområdet i løpet av oppfølgingsperioden på 3 år. Andre har funnet at venstre øre er mer sårbar enn høyre øre blant dykkere (34), noe som kunne forklare et større forbigående hørselstap på venstre sammenliknet med høyre øre, særlig ved frekvensene 3 og 4 kHz, i forbindelse med korte dykk til grunne dyp (14).

**Figur 5.2.1** Gjennomsnittlig høreterskel på venstre øre for de 24 høyt eksponerte dykkerne ved skolestart og tre år etter avsluttet skolegang

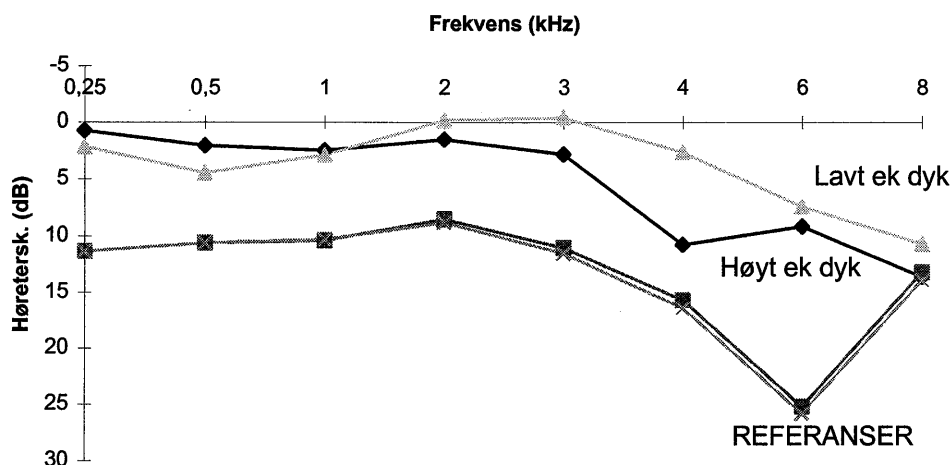


En viktig årsak til våre funn kan være støypåvirkning både i fritid og arbeid. Dykkere kan påvirkes av støy i hjelmene/maskene sine fra eksterne kilder i sjøen slik som ved bore arbeid, sliping, saging og drilling med luft eller hydraulisk utstyr, der støynivåene kan bli 90-105 db (31). Impulstøy i vannet kan komme fra verktøy eller eksplosjoner. Det er også målt støy inne i masker helt opp til 93-99.5 dB (14). På land kan støykilder være kompressorer og støy i trykkamre (25).

Støy i fritiden kan også delvis forklare funnene. Jakt var en hobby blant dykkerne, og det er trolig at skyting i fritiden kan ha bidratt til våre resultater (40). Dykkernes resultater er, også etter tre år i bransjen, bedre enn hørselen til et utvalg i en

norsk befolkningsgruppe. Dette kan tyde på at dykkerne i utgangspunktet er en selektert gruppe med god hørsel. I tillegg er ikke dykkerne og referanse gruppen (32) helt sammenliknbare i og med at referanse materialet er fra tidlig på 80-tallet. Referansegruppen har således hatt andre oppvekstvilkår og andre eksponeringsforhold som har kunnet påvirke hørselen sammenliknet med dykkerne som vokser opp nesten 20 år senere.

**Figur 5.5.2** Gjennomsnittlig høreterskel for begge ører etter tre års oppfølging der de høyt eksponerte dykkerne (N=24) og de lavt eksponerte dykkerne (N=31) sammenliknes med sine referanse verdier (32).



Læreeffekten kan forklare forskjeller på 5 dB (36) og underestimere resultatene i en oppfølgingsperiode. Begge grupper ble imidlertid testet like mange ganger og parallelt, og det er derfor trolig ingen forskjellig i læringseffekt mellom gruppene som kan forklare funnene. Dykkere gjennomgår en årlig helseundersøkelse for sitt dykkersertifikat. De har dermed en psykologisk grunn til å prestere så godt som mulig på hørselsundersøkelsene. På bakgrunn av dette er det trolig at våre funn representerer en tendens til at de høyt eksponerte dykkernes hørsel svekkes i løpet av en tre års oppfølging og at resultatene er sanne. Dette vil vi kunne få belyst nærmere ved en videre prospektiv oppfølging av gruppene.

## 6. PUBLIKASJONER OG PRESENTASJONER

### **Originalartikler til refereebedømte tidsskrifter:**

\*M Skogstad, E Thorsen, T Haldorsen, E Melbostad, T Tynes, B Westrum. Divers' pulmonary function after open-sea bounce dives to 10 and 50 meters. Undersea Hyperbar Med 1996;23:71-75.

\*M Skogstad, T Haldorsen, H Kjuus. Pulmonary and auditory function among experienced construction divers. A cross-sectional study. Aviation, Space and Environmental Medicine (akseptert).

\*E Thorsen, M Skogstad, L Aanderud, JW Reed. Subacute effects of inspiratory resistive loading and head out water immersion on pulmonary function. Undersea Hyperbar Med (til vurdering).

\*M Skogstad, E Thorsen, T Haldorsen. Lungfunction in occupational divers- a three year follow-up study (Under bearbeidelse).

\*M Skogstad, T Haldorsen, AR Arnesen. Auditory function among young occupational divers. A three year follow-up study (Under bearbeidelse).

### **Oversiktsartikler og utredninger:**

\*Skogstad M, Westrum B, Thorsen E. Respiratory effects of diving among young divers. XXIst annual meeting of EUBS 95 on diving and hyperbaric medicine, 1995 s 18-21. Proceeding.

\*Skogstad M. Lungefunksjon hos unge yrkesdykkere. Rapport fra et toårig prosjekt. HD 1064/96 FOU.

\*Bast-Pettersen R, Skogstad M. Helseeffekter hos anleggsdykkere. HD 1067/96 FOU.

### **Formidling til samfunnet:**

\*Skogstad M, Melbostad E. Lungefunksjon hos unge yrkesdykkere. En pilotstudie. Visby, 42 Nordiske Arbeidsmiljø møtet 1993 s.19-20. Abstrakt

\*Skogstad M, Melbostad E. Respiratory effects of diving among young divers. Bergen, Norway , 37. Nordiske Lungelegekongress 1994 s. 37. Abstrakt

\*Skogstad M. Lungemedisinsk forskning på dykkere. Årsrapport og publikasjonsliste, Statens arbeidsmiljøinstitutt 1994.

\*Skogstad M, Melbostad E. Pulmonary function after a single open sea dive to 50 meters. 1995 ATS/ALA International Conference, Seattle, USA. Poster.

\*Skogstad M. Respiratory effects of diving among young divers. XXIst Annual meeting of EUBS on diving and hyperbaric medicine. Helsinki, Finland 28. juni - 1. juli 1995. Abstrakt.

\*Skogstad M, Westrum B, Thorsen E. Pulmonary function after a single open sea dive to 10 meters. XXIst Annual meeting of EUBS on diving and hyperbaric medicine. Helsinki, Finland 28. juni - 1. juli 1995. Abstrakt.

\*Skogstad M. Pulmonary function in a group of experienced construction divers. ICOH september 1996, Stockholm, Sverige. Abstrakt s. 176.

\*Skogstad M. Pulmonary function in construction divers. International joint meeting on Hyperbaric and Underwater Medicine. Milano, Italia, September 1996. Abstrakt s. 321.

\* Skogstad M. Helseeffekter hos anleggsdykkere - lunge og hørsel. Dykkerseminaret, Bergen 1996.

## 7. DELTAKERE OG SAMARBEIDSPARTNERE I PROSJEKTET

Overlege dr. med Einar Thorsen, Avdeling for hyperbar medisin, Haukeland sykehus, 5021 Bergen .

Cand. real. Tor Haldorsen, Seksjon for medisinsk statistikk, Universitet i Oslo, Pb 1122 Blindern, 0317 Oslo.

Avd. overlege dr. med. Helge Kjuus, Statens arbeidsmiljøinstitutt.

Overlege dr. med. Atle R. Arnesen, Institutt for tinnitus og audiologi AS, Ullevålsvn. 81, 0454 Oslo.

Rektor Dag Bjørnsen, Norsk Yrkesdykkerskole, Pb 23, 1464 Fagerstrand.

Forsker, cand. psychol. Rita Bast-Pettersen, Statens arbeidsmiljøinstitutt.

Norges forskningsråd, Stensberggt. 26, 0131 Oslo

Statoil Norge AS Fond for Yrkesmedisinsk forskning, Sørkedalsv. 8, 0369 Oslo

NHOs arbeidsmiljøfond, Pb 5250 Majorstua, 0303 Oslo



## 8. REFERANSER

1. American Thoracic Society. Standardization of spirometry-1987 update. *Am Rev Resp Dis* 1987;136:1285-98.
2. American Thoracic Society. Single breath carbon monoxide diffusing capacity (transfer factor). *Am Rev Resp Dis* 1987;136:1299-1307.
3. Arborelius M Jr, Balldin UI, Lilja B, Lundgren CEG. Hemodynamic changes in man during immersion with head above water. *Aerosp Med* 1972;43:592-8.
4. Altman DG. Practical statistics for medical research. Chapman & Hall, London , UK, 1995.
5. Bennett P, Elliott D (eds). The physiology and medicine of diving. 4 th. edition. WB Saunders company Ltd., London 1993.
6. Brady JI Jr., Summit JK, Berghage TE. An audiometric survey of navy divers. *Undersea Biomed Res* 1976;3:41-47.
7. Caldwell PRB, Lee WL Jr., Schildkraut HS, Archibald ER. Changes in lung volume, diffusing capacity, and blood gases in men breathing oxygen. *J Appl Physiol* 1966; 21:1477-1483.
8. Catron PW, Bertocini J, Layton RP, Bradley ME, Flynn ET Jr. Respiratory mechanics in men following a deep air dive. *J Appl Physiol* 1986;61:734-40.
9. Clark JM, Lambertsen CJ. Rate of development of pulmonary O<sub>2</sub> toxicity in man during O<sub>2</sub> breathing at 2.0 Ata. *J Appl Physiol* 1971; 30:739-752.
10. Clark JM, Jackson RM, Lambertsen CJ, Gelfand R, Hiller WDB, Unger M. Pulmonary function in man after oxygen breathing at 3.0 ATA for 3.5 h. *J Appl Physiol* 1991; 71:878-885.
11. Cotes JE, Davey IS, Reed JW, Rooks M. Respiratory effects of a single saturation dive to 300 m. *Br J Ind Med* 1987;44:76-82.
12. Crosbie WA, Clarke MB. Physical characteristics and ventilatory function of 404 commercial divers working in the North Sea. *Br J Ind Med* 1977;34:19-25.
13. Crosbie WA, Reed JW, Clarke MC. Functional characteristics of the large lungs found in commercial divers. *J Appl Physiol* 1979;46:639-45.
14. Curley MD, Knafelc ME. Evaluation of noise within the MK 12 SSDS helmet and its effect on divers' hearing. *Undersea Biomed Res* 1987;14:187-204.
15. Davey IS, Cote JE, Reed JW. Relationship of ventilatory capacity to hyperbaric exposure in divers. *J Appl Physiol* 1984;56:1655-58.
16. Duijic Z, Eterovic D, Denoble P, Krstacic G, Tocilj J, Gosovic S. Effect of a single air dive on pulmonary diffusing capacity in professional divers. *J Appl Physiol* 1993;74:55-61.
17. Eckenhoff RG, Olstad CS, Carrod G. Human dose-response relationship for decompression and endogenous bubble formation. *J Appl Physiol* 1990;69:914-18.
18. Edmonds C. Hearing loss with frequent diving (deaf divers). *Undersea Biomed. Res.* 1985;12:315-9.
19. Edmonds C, Lowry C, Pennefather J (eds). Diving and subaquatic medicine practice. 3 de edition. Butterworth-Heinemann Ltd 1992.
20. Freedman S, Weinstein SA. Effects of external elastic and threshold loading on breathing in man. *J Appl Physiol* 1965;20:469-72.
21. Gulsvik A. Obstructive lung disease in an urban population. Oslo: Reprografisk industri A/S, 1979;88-120.

22. Gulsvik A, Bakke Å, Hummerfelt S, Omenaas E, Tostenson T, Weiss ST, Speizer E. Single breath transfer factor for carbon monoxide in an asymptomatic population of never smokers. *Thorax* 1992; 47:167-173.
23. Hanel B, Clifford PS, Secher NH. Restricted postexercise pulmonary diffusion capacity does not impair maximal transport for O<sub>2</sub>. *J Appl Physiol* 1994;77:2408-12.
24. Hope A, Lund T, Elliott DH, Halsey MJ, Wiig H (eds). Longterm Health effects of diving. Norwegian underwater technology centre A/S 1994.
25. Hollien H. Hearing conservation underwater. In: Sataloff, Sayaloff J (eds.) Occupational hearing loss, Second edition N.Y;USA, 567-81, 1993.
26. Hørselkontroll av støyeksponerte arbeidstakere. Directorate of Labour Inspection, Oslo, No. 416, 1981.
27. Keatinge WR, McIlroy MB, Goldfien A. Cardiovascular responses to ice-cold showers. *J Appl Physiol* 1964; 19:1145-1150.
28. Kindwall EP (ed). Hyperbaric medicine practice. Best Publishing Company, 1994 USA.
29. Maio DA, Farhi LE. Effect of gas density on mechanics of breathing. *J Appl Physiol* 1967; 23:687-693.
30. McIlroy MB, Eldridge FL, Thomas JP, Christie RV. The effect of added elastic and non-elastic resistances on the pattern of breathing in normal subjects. *Clin Sci* 1956;15:335-44.
31. Molvær OI, Gjestland T. Hearing damage risk in divers operating noisy tools under water. *Scand J Work Environ Health* 1981;7:263-270.
32. Molvær OI, Vårdal L, Gundersen T, Halmrast T. Hearing acuity in a Norwegian standard population. *Scand Audiol* 1983; 12:229-36.
33. Molvær OI, Lehmann EH. Hearing acuity in professional divers. *Undersea Biomed Res* 1985;12:333-349.
34. Molvær OI, Albrektsen G. Hearing deterioration in professional divers: an epidemiologic study. *Undersea Biomed Res* 1990;17:231-246.
35. O'Cain CF, Dowling NB, Slutsky AS et al. Airway effects of respiratory heat loss in normal subjects. *J Appl Physiol* 1980; 49:875-880.
36. Royster JD, Royster LH. Using audiometric data base analysis. *J Occup Med* 1986;28:1055-68.
37. Skogstad M, Thorsen E, Haldorsen T, Melbostad E, Tynes T, Westrum B. Divers' pulmonary function after open-sea bounce dives to 10 and 50 meters. *Undersea Hyperbar Med* 1996;23:71-75.
38. Skogstad M, Haldorsen T, Kjuus H. Pulmonary and auditory function among experienced construction divers. A crosssectional study. *Aviat Space Environ Med* 1999, in press.
39. Suzuki S, Ikeda T, Hashimoto A. Decrease in the single-breath diffusing capacity after saturation dives. *Undersea Biomed Res* 1991;18:103-109.
40. Taylor GD, Williams E. Acoustic trauma in the sports hunter. *Laryngoscope* 1966,76:863-879.
41. Thorsen E, Segadal K, Myrseth E, Påsche A, Gulsvik A. Pulmonary mechanical function and diffusion capacity after deep saturation dives.