

Respiratoriske komplikasjoner ved ryggmargsskader

 Engelsk oversettelse på www.tidsskriftet.no

Sammendrag

Bakgrunn. Respiratoriske komplikasjoner ved ryggmargsskader er den viktigste årsak til morbiditet og mortalitet både i akuttfasen og i et langtidsperspektiv.

Materiale og metode. Grunnlaget for artikkelen er et litteratursøk i PubMed. Utvalget av artikler er basert på forfatterens kliniske erfaring med behandling og oppfølging av respiratoriske komplikasjoner ved ryggmargsskade.

Resultater. Omfanget av respiratoriske komplikasjoner avhenger av nivå på ryggmargsskaden og grad av motorisk utfall. I akuttfasen etter ryggmargsskade rammes opptil 80 % av pasientene av respiratoriske komplikasjoner. Langtidsoppfølging viser at respiratoriske komplikasjoner er den hyppigste dødsårsaken blant ryggmargsskadede. De vanligste komplikasjonene er atelektase, pneumoni og respirasjonssvikt. Forebygging av respiratoriske komplikasjoner må starte umiddelbart, uavhengig av nivå på ryggmargsskaden. Avklaring av behov for mekanisk ventilasjon både i akuttfasen og ved langtidsoppfølging samt gode metoder for sekretmobilisering, er vesentlig. Pasienter med ryggmargsskade har overhyppighet av søvnrelaterte respirasjonsforstyrrelser, spesielt obstruktiv søvnapné syndrom, noe som kan påvirke livskvalitet og rehabilitering.

Fortolkning. Pasienter med ryggmargsskade krever en multidisiplinær tilnærming. En forutsetning for optimal behandling er at alle fagdisipliner rundt pasienten har kjennskap til respirasjonsproblemer både i akuttfasen og i et langtidsperspektiv, slik at pasientene blir henviset til nødvendig lunge-medisinsk utredning og oppfølging.

Elin Tollefsen

elin.tollefsen@ntnu.no

Nasjonalt register for langtids mekanisk ventilasjon
Lungeavdelingen
Haukeland universitetssykehus
og
Lungeavdelingen, St. Olavs hospital

Ove Fondenes

Nasjonalt kompetansesenter for
hjemmerespiratorbehandling
Lungeavdelingen, Haukeland universitetssykehus

Ryggmargsskadeenhetene ved Sunnaas sykehus, Haukeland universitetssykehus og St. Olavs hospital har behandlings-, rehabiliterings- og oppfølgingsansvar for pasienter med ryggmargsskader i Norge. I langtidsforløpet møter pasientgruppen allmennpraktikere og leger ved lokale sykehus. Behandling og oppfølging krever et multidisiplinært samarbeid. Respiratoriske komplikasjoner ved ryggmargsskader er den viktigste årsaken til morbiditet og mortalitet både i akuttfasen og i et langtidsperspektiv (1, 2). Kjennskap til respiratoriske komplikasjoner er derfor viktig for alle fagdisipliner rundt pasienten.

Respiratoriske komplikasjoner ved ryggmargsskader er av stor betydning for sykehusoppholdets lengde og for behandling-kostnader. Kirurgi relatert til høye ryggmargsskader, trakeotomi, mekanisk ventilasjon og behandling av pneumoni utgjør 60 % av sykehuskostnadene ved behandling av ryggmargsskader (3).

Artikkelen omtaler respiratoriske komplikasjoner i akuttfasen, respiratorbehandling og avvenning, sekretmobilisering, langtids mekanisk ventilasjon (LTMV), elektrofrenisk ventilasjon, søvnrelaterte respirasjonsforstyrrelser og oppfølging av pasienter med ryggmargsskader. Begreper knyttet til mekanisk ventilasjon er forklart i tabell 1.

Materiale og metode

Grunnlaget for oversiktsartikkelen er et litteratursøk i PubMed. Utvalget av artikler er basert på forfatterens kliniske erfaring med behandling og oppfølging av respiratoriske komplikasjoner ved ryggmargsskade.

Mortalitet og morbiditet

Omfanget av respiratoriske komplikasjoner avhenger av nivå på ryggmargsskaden og grad av motorisk utfall etter American Spinal Injury Association (ASIA)-klassifikasjonen (4). Påvirkning av lungefunksjonen skyldes paralyse av inspiratoriske og ekspiratoriske

muskelgrupper med sekundær respirasjonssvikt, svekket hostekraft samt sekretstagnasjon. Lungefunksjon, målt ved forsert vital-kapasitet (FVK), reduseres ut fra nivå på skaden (fig 1): for pasienter med høy tetraplegi og komplett motorisk skade er FVK gjennomsnittlig 44 % av forventet, mens FVK øker med 16 % ved inkomplett skade (5). Total lungekapasitet og statisk lungevolum reduseres tilsvarende nivå av cervikal ryggmargsskade (6). Ved ryggmargsskade er fall i lungefunksjon over tid raskere enn forventet for alder, uavhengig av skadenivå (7).

I akuttfasen rammes 36–83 % av pasienter med ryggmargsskade av respiratoriske komplikasjoner (2, 8–10), ved cervikal skade er 80 % av alle dødsfall sekundære til lungekomplikasjoner (2). I en prospektiv studie av 261 pasienter med akutte ryggmargsskader var de hyppigste respiratoriske komplikasjoner atelektase (36 %), pneumoni (31 %) og respirasjonssvikt (23 %), og totalt 67 % av pasientene hadde respiratoriske komplikasjoner i akuttforløpet (11). I en 50 års oppfølgingsstudie fra Vestlandet (12) fremheves respirasjonssvikt og ineffektiv slimmobilisering som vesentlige komplikasjoner, og respiratoriske dødsårsaker var dobbelt så hyppig som forventet ut fra alder for hele pasientgruppen. Langtidsoppfølging av pasienter behandlet ved Sunnaas sykehus viser at respiratoriske komplikasjoner er den vanligste dødsårsaken i pasientgruppen (13). Overlevelse første 1–2 år etter ryggmargsskade er bedret i løpet av de siste 30 årene (14), mens det fortsatt er liten forskjell på overlevelse tre år etter skadetidspunkt (15).

Akuttbehandling og overvåking

Nøye overvåking av respirasjonen er viktig ved akutt ryggmargsskade i alle nivåer. Ved akutt tetraplegi trenger 75–80 % av pasien-

Hovedbudskap

- Respiratoriske komplikasjoner er viktigste årsak til morbiditet og mortalitet hos ryggmargsskadede, både akutt og i et langtidsperspektiv
- Behandling og oppfølging av ryggmargsskadede krever multidisiplinært samarbeid
- Lungemedisinsk kompetanse bør utgjøre en vesentlig del av tilnærmingen til pasientgruppen

Tabell 1 Begreper og forklaringer

Begrep	Forklaring
Mekanisk ventilasjon (MV)	Pasienten er avhengig av BiPAP eller respirator
Bilevel positive airway pressure (BiPAP)	Respiratorform som brukes ikke-invasivt. BiPAP er ikke beregnet som livsoppretholdende behandling, men til pasienter som trenger mekanisk ventilasjon kortere perioder av døgnet (ofte nattlig). BiPAP-apparater har vanligvis ikke internbatteri, og alarmfunksjonene er noe begrenset sammenliknet med respirator
Respirator	Trykk- og/eller volumkontrollert respirator har innebygd internbatteri og utvidede alarmfunksjoner. Respirator tilsluttes pasienten via maske/munnstykke eller trakeotomi. Behandlingen kan være livsoppretholdende
Ikke-invasiv ventilasjon (NIV)	Mekanisk ventilasjon med BiPAP eller respirator tilsluttet pasienten via maske/munnstykke
Invasiv mekanisk ventilasjon (invasiv MV)	Mekanisk ventilasjon med respirator tilsluttet pasienten via trakeotomi
Langtids mekanisk ventilasjon (LTMV)	Pasienten er varig avhengig av mekanisk ventilasjon tilsluttet maske/munnstykke eller trakeotomi hele eller deler av døgnet (ofte nattlig)

tene invasiv mekanisk ventilasjon (invasiv MV). Tilsvarende tall ved skader i nivåer kaudalt for C4 er 60 % (16, 17). I alt 65 % av pasienter med skade i nivåene fra T1 til T12 kan ha alvorlige respiratoriske komplikasjoner (8). Ødem eller blødning i ryggmargen kan medføre tap av opptil ett ASIA-nivå i løpet av de første dagene. Dersom C4-tetraplegi forbigående forverres til C3 vil det ha betydelige konsekvenser for respirasjonen. Ved C5-C6-skade er det beskrevet 30–50 % reduksjon av vitalkapasiteten i løpet av den første uken etter en skade. Det anbefales derfor å måle vitalkapasitet og arterielle blodgasser ved første vurdering og med regelmessige intervaller inntil pasienten er stabil (8).

Pasienter med tetraplegi må vurderes for

behov av mekanisk ventilasjon i akutfasen. Ved skadenivå høyere enn C6 kreves intensivovervåking initialt. Trakeotomi anbefales tidlig i forløpet hos pasienter som med stor sannsynlighet vil være avhengig av langtids mekanisk ventilasjon eller langsom avvenning (8). Ikke-invasiv ventilasjon (NIV) kan anvendes i akutfasen (18, 19), men slik praksis krever spesialkompetanse som ikke finnes ved alle sykehus (17).

Sekretmobilisering

Forebygging av respiratoriske komplikasjoner må starte umiddelbart og uavhengig av nivå på ryggmargsskaden. Sekretstagnasjon som skyldes svakhet i ekspirasjonsmuskulatur behandles med lungefysioterapi (20),

leiedrenasje, sug, manuell hostestøtte og mekanisk insufflasjon-eksufflasjon (21). Mekanisk insufflasjon-eksufflasjon er en respirasjonsteknisk metode (hostemaskin) hvor luft blåses inn i lungene for så å suges ut, raskt og med stor kraft. Den høye ekspirasjonsflyten fører til at sekret tvinges opp i øvre luftveier. Hostemaskinen kan administreres via maske og trakeotomi (21, 22).

Ved manuell hostestøtte presser en medhjelper mot nedre del av ribbeinsbuen på begge sider eller trykker med håndflaten mot epigastriet samtidig som pasienten forsøker å hoste. Dette bidrar til raskere luftstrøm og mer effektiv hoste. En annen teknikk er «froskepusting» (glossofaryngeal pusting), hvor pasienten ved hjelp av gulpende svelgbevegelser presser små luftvolum (40–200 ml) ned i lungene og etter 6–9 sykluser puster ut, eventuelt hoster (23). Ved luftstabling (airstacking) benyttes enten respirator eller bag med munnstykke eller maske for å «stable» flere innpust, gjerne 3–6 stykker, før pasienten hoster. Andre faktorer som kan redusere infeksjonsrisikoen i akutfasen er elevert sengeleie (45°), lukket sugesystem, ukentlig skifte av slangekrets og godt munnstell (24).

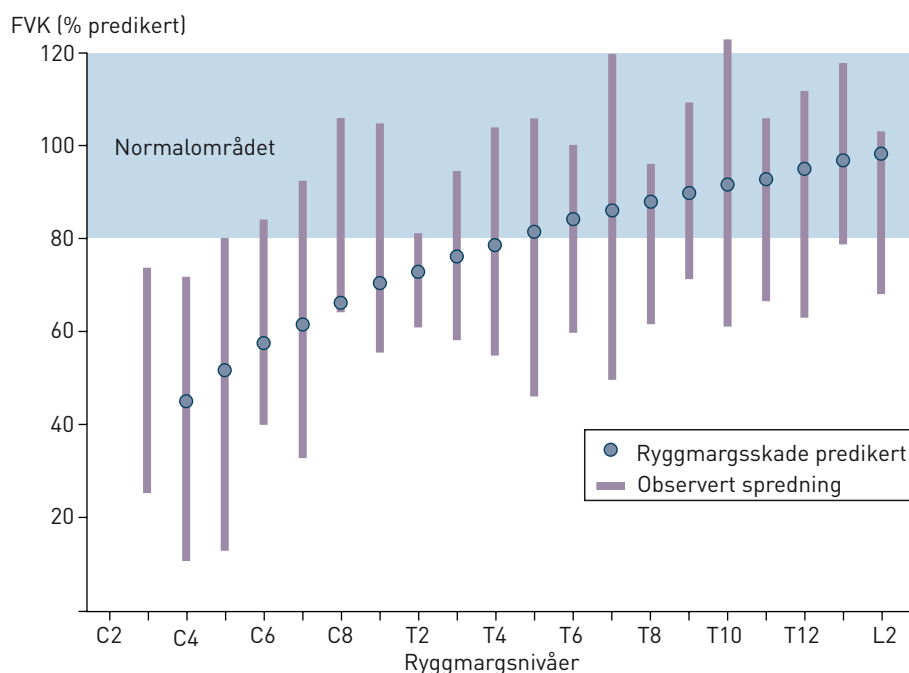
Respiratorbehandling i akutfasen

Ved ryggmargsskader anbefales respiratorinnstillinger som gir større tidalvolum enn for andre pasienter (25). I akutfasen bidrar dette til å forebygge atelektase og pneumoni, fordi pasienten har begrensete muligheter for stillingsendring og fordi små tidalvolum vil øke risikoen for atelektase. Anbefalt tidalvolum er omkring 15 ml/kg av ideell kroppsvekt (25). Ved manifest atelektase kan tidalvolumet forbigående økes ytterligere, vanligvis i små trinn på opptil 100 ml per dag, helt opp til 20 ml/kg. Forutsetningen er at det ikke foreligger akutt lunge-skade eller akutt respiratorisk distresssyndrom (ARDS). Topp luftveistrykk må holdes under 40 cm H₂O for å redusere risiko for barotraume. Høyt tidalvolum bidrar også til å opprettholde brystveggenes statiske føyelighet, undertrykker følelsen av dyspné og forbedrer talefunksjonen (26).

Ryggmargsskader gir sjelden sidelik affeksjon av respirasjonsmuskler, og vi anbefaler kontrollert fremfor assistert mekanisk ventilasjon. Assistert mekanisk ventilasjon kan medføre mindre ekspansjon av deklive lungeavsnitt og øke atelektasetendensen i den dårligst fungerende hemithorax (25). For å unngå spontan triggering anbefaler vi at pasienten holdes lett hyperventilert; pH 7,45–7,50 og pCO₂ 4,0–4,5 kPa og oksygeneringen må være adekvat med pO₂ > 9 kPa.

Respiratoravvenning

Respiratorisk muskulatur atrofiere raskt ved inaktivitet, og styrken må gradvis gjenoppbygges under respiratoravvenning. Vitalkapasitet under 15 ml/kg av ideell kroppsvekt, redusert hostekraft, tidligere lungesyk-



Figur 1 Forsert vitalkapasitet ved ryggmargsskade i ulike nivåer. Tilpasset og basert på tabell 2 i Linn og medarbeidere (5). C3 ingen data

dom, røyking og alder > 45 år er ugunstige faktorer med tanke på avvenning (27). Hovedstrategi for respiratoravvenning ved ryggmargsskade er gradvis økt lengde på to respiratorfrie intervaller per dag. Pasienten må monitoreres med hyppige arterielle blodgasser eller kombinasjon av pulsoksymetri og endetidal kapnometri. Denne avvenningsmetoden har vist seg klart bedre enn bruk av synkronisert vekselvis obligatorisk og spontan ventilasjon (SIMV), som er en type respiratormodus (25).

Avvenning med respiratorfrie intervaller forutsetter at pasienten har spontan respirasjonsaktivitet, er respiratorisk og sirkulatorisk stabil, er uten pågående infeksjon eller sedasjon, har adekvat ernæring og kan samarbeide om treningen. Pasienten bør ikke være avhengig av oksygenbehandling med FiO_2 høyere enn 25 % (8, 25). Overgang til ikke-invasiv ventilasjon vil avhenge av adekvat svelgfunksjon, liten aspirasjonstendens og effektive metoder for sekretmobilisering. Denne metoden gir kostnadsmessige besparelser og har en rekke fordeler fremfor invasiv mekanisk ventilasjon (18).

Respirasjonsmuskeltrening ved ryggmargsskade har ikke vist forbedring av ekspiratorisk muskelstyrke, vitalkapasitet eller residualvolum, heller ikke bedret livskvalitet eller reduksjon i antall respiratoriske komplikasjoner (28).

Langtids mekanisk ventilasjon

Tradisjonelt i Norge har intensivleger ivare tatt invasiv mekanisk ventilasjon. Flere steder i dag følger lungeleger pasienter med både invasiv og ikke-invasiv mekanisk ventilasjon. Langtids mekanisk ventilasjon i forløpet etter ryggmargsskade er indisert ved restriktiv ventilasjonsinnskrenkning (vitalkapasitet 60–50 %) og hypoventilasjon ($pCO_2 > 6$ kPa). Utvikling av hypoventilasjon kan oppstå flere år etter ryggmargsskaden (tab 2), med residerende nedre luftveisinfeksjoner, atelektaser, svekket hostekraft, dårlig søvnkvalitet og dyspné. Pasienten trenger da langtids mekanisk ventilasjon hele eller deler av døgnet. Ikke-invasiv mekanisk ventilasjon har en rekke fordeler fremfor invasiv mekanisk ventilasjon: bedre livskvalitet, bedre talefunksjon, færre infeksjoner samt kostnadsmessige besparelser (29). BiPAP gir ikke mulighet for luftstabling og krever at pasienten har alternative metoder for sekretmobilisering. Dagens respiratorer kan programmeres i både trykk- og volumkontrollert modus. Dette er praktisk ved ikke-invasiv mekanisk ventilasjon dersom pasienten veksler mellom masketilslutning om natten og munnstykke om dagen eller hvis pasienten er tilsluttet trakeotomi med kanyle uten mansjett (cuff) om dagen og kanyle med mansjett om natten.

Høy ryggmargsskade (C1-C3) innebærer invasiv mekanisk ventilasjon (tab 2). Tradisjonelt har volumkontrollert mekanisk ventilasjon vært førstevalg hos voksne pasienter

Tabell 2 Skadenivåets betydning for akutte og kroniske respirasjonsproblemer. + = alltid, (+) = varierende grad, ÷ = aldri

Skadenivå	Affiserte respirasjonsmuskler		Mekanisk ventilasjon		Sekretstagnasjon	Kommentar
	Inspiratorisk	Ekspiratorisk	Akutt	Kronisk	Akutt/kronisk	
C1-C3	+	+	+	+	+	Oftest permanent invasiv mekanisk ventilasjon
C4-C5	(+)	+	+	(+)	+	De fleste avennes fra respirator. Ikke-invasiv ventilasjon ofte aktuelt i forløpet
C5-C6	÷	+	(+)	(+)	+	50 % trenger respirator i akutt-fase ved ASIA-A (8) Nærmere 100 % avennes. Ikke-invasiv ventilasjon kan være aktuelt i langtidsforløpet

med trakeotomi. For talefunksjonen kan det være enklere å oppnå tilstrekkelig luftlekkasje ved volum- enn trykkkontrollert mekanisk ventilasjon (30). Andre studier viser imidlertid bedret talefunksjon ved trykkkontrollert mekanisk ventilasjon fordi lekkasjekompensasjon gir økt luftstrøm forbi stemmebånd (30). I tillegg eliminerer trykkkontrollert mekanisk ventilasjon utfordringen med å kompensere for lekkasjen ved ventilasjon uten mansjett. Evnen til å tale er av stor betydning for livskvaliteten hos disse pasientene og avhenger både av kanyletilpasning og respiratorinnstillinger. Trakealkanylens diameter må tilpasses til ønsket grad av lekkasje. Lang inspirasjonstid med moderat luftstrøm og bruk av positivt endeekspiratorisk trykk (PEEP) som sikrer tilstrekkelig lekkasje av luft forbi stemmebånd under ekspirasjon gir best resultat med vedvarende stemmekraft under hele respirasjonssyklusen (30).

I en Cochrane-artikkel konkluderes det med at det ikke foreligger store forskjeller mellom passiv fukting (fuktefilter) og aktiv fukting (varmeelementer og vanddamp) ved mekanisk ventilasjon (31). Imidlertid kan det være redusert fare for pneumoni og økt fare for kanylokkusjon ved bruk av fuktefilter sammenliknet med aktiv fukting (31). Erfaringsmessig er passiv fukting ikke effektivt nok ved kanyle uten mansjett. Aktiv fukting med tilførsel av vanddamp i respiratorretsen er da nødvendig.

Norske forhold

Prevalens av ryggmargsskader i Hordaland og Sogn og Fjordane var 36,5 per 100 000 innbyggere i 2002, andelen mann-kvinne var 4,7:1 (12). Årlig vil det i Norge være 90–100 personer med traumatisk ryggmargsskade som har behov for behandling og rehabilitering, i tillegg kommer 70–100 personer med ikke-traumatiske ryggmargsskader (personlig meddelelse, registeransvarlig Erik Sigurdson, Norsk nasjonalt ryggmargsskaderegister). Ved utgangen av 2007 fikk 23 ryggmargsskadede (16 menn og sju kvinner) langtids mekanisk ventilasjon i Norge

(32). Ved utgangen av 2010 var tallet 36 (25 menn og 11 kvinner), gjennomsnittsalderen var 52 år. I alt sju pasienter hadde invasiv mekanisk ventilasjon, de resterende hadde ikke-invasiv mekanisk ventilasjon. De fleste bodde i eget hjem eller i servicebolig. Beregnet ut fra prevalens av ryggmargsskader (12) får ca. 15 % av alle pasienter med ryggmargsskade langtids mekanisk ventilasjon i Norge. Hos ikke-ventilerte pasienter med ryggmargsskade er det en betydelig risiko for respirasjonssvikt og død ved nedre luftveisinfeksjoner (13), og dagens bruk av langtids mekanisk ventilasjon er sannsynligvis for lav. Årsakene til dette kan være flere. Allmennpraktikere, indremedisinere, nevrologer, rehabiliteringsteam og lungeleger erkjenner ofte ikke at residerende pneumonier og atelektaser er sekundært til ekstrapulmonal restriktiv ventilasjonsinnskrenkning og hypoventilasjon, og pasienten henvises derfor ikke til lungemedisinsk utredning og oppfølging. Lungemedisinsk kompetanse i fagfeltet langtids mekanisk ventilasjon varierer mellom sykehus (32).

Elektrofrenisk respirasjon

Pacemakerimplantasjon har lenge vært en alternativ behandlingsmulighet for pasienter med ryggmargsskade i nivå over C3-C5 og intakt nervus frenicus. Bedret livskvalitet som følge av respiratoruavhengighet og økt mobilitet har vært fremhevet som fordeler (33, 34). Implantasjon er imidlertid ressurskrevende og har betydelig perioperativ risiko. Etter det forfatterne kjenner til, har pacemakerimplantasjon vært forsøkt på svært få pasienter i Norge og med varierende resultat.

Laparoskopisk implantasjon av pacemaker Elektroder direkte i diafragma er et betydelig enklere kirurgisk alternativ enn pacemakerimplantasjon til n. frenicus. Erfaringen med de første 88 pasienter med opptil ti års behandling ble publisert i 2009 (35). Internasjonalt er i overkant av 300 pasienter behandlet med laparoskopisk implantasjon av pacemaker Elektroder, og metoden er under utprøving i Norge.

Søvnrelaterte respirasjonsforstyrrelser

Forekomsten av søvnrelaterte respirasjonsforstyrrelser er høyere hos ryggmargsskadede enn i normalbefolkningen. Forekomst av obstruktiv søvnapné syndrom (OSAS) i den voksne normalbefolkningen er 2–4 % (36). Flere studier av ryggmargsskadede har vist at syndromet finnes hos 25–45 % ved langtidsoppfølging (37–39). I en longitudinell studie av ryggmargsskadede i nivå over T12 ble syndromet diagnostisert hos 75 % (40). Kognitive effekter av forstyrret søvnmønster, med redusert oppmerksomhet og konsentrasjons-evne, kan påvirke behandlingsresultatet ved rehabilitering av pasienter med ryggmargsskade (41). Terskelen for supplerende søvnutredning med nattlig polygrafi bør være lav. Årsaken til økt forekomst av obstruktiv søvnapné syndrom ved ryggmargsskade er ikke avklart. Mulige forklaringer er overvekt som følge av immobilisering, ryggleie under søvn, bruk av sedativer og spasmolytika og endringer i øvre luftveismotstand som følge av redusert lungevolum (42).

Utskrivning og oppfølging

Grad av respirasjonssvikt ved ryggmargsskade avgjør behovet for respirasjonstekniske hjelpemidler. Krav til sikkerhet, pleie og omsorg er stort hvis pasienten etter endt rehabilitering er 24-timersavhengig av invasiv mekanisk ventilasjon. Ofte krever pasienter med tetraplegi med ikke-invasiv mekanisk ventilasjon også hjelp og oppfølging til montering og demontering av maske. Tilrettelegging for bruk av hjelpemidler i bolig, sykehjem eller på arbeidsplass inngår i den multidisiplinære behandlingsplanen, og god samhandling kreves mellom første- og annenlinjetjenesten. Sjekklister for dokumentasjon av kompetanseoverføring, skriftlige behandlingsrutiner og nødprosedyrer er utviklet av Nasjonalt kompetansesenter for hjemmerespiratorbehandling og kan lastes ned fra senterets hjemmeside (43).

Opplæring av pleiepersonalet innebærer ofte en kombinasjon av teoretisk undervisning og hospitering på sykehus, i noen tilfeller (større bykommuner) også ved spesielt tilrettelagte kommunale bo- og serviceenheter. Kommunen har ansvar for pleie og omsorg, men spesialisthelsetjenesten har opplærings- og oppfølgingsansvar samt økonomisk og servicemessig ansvar for respirasjonstekniske hjelpemidler og forbruksmateriell.

Elin Tollefsen

er dr.med. og seksjonsoverlege ved lunge tung overvåking, Lungeavdelingen, St. Olavs hospital, med fagansvar for intensiv lungemedisin og for pasienter med langtids mekanisk ventilasjon. Hun er medlem av Nasjonalt kompetansesenter for hjemmerespiratorbehandling, er register- og forskningsansvarlig for Nasjonalt register for langtids mekanisk ventilasjon og medlem av Helsedirektoratets arbeidsgruppe for

utarbeiding av nasjonale faglige retningslinjer og veileder for langtids mekanisk ventilasjon. Ingen oppgitte interessekonflikter.

Ove Fondenes

er spesialist i lungemedisin og overlege ved og leder for Nasjonalt kompetansesenter for hjemmerespiratorbehandling, Lungeavdelingen, Haukeland universitetssykehus. Ingen oppgitte interessekonflikter.

Litteratur

- DeVivo MJ, Krause JS, Lammertse DP. Recent trends in mortality and causes of death among persons with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80: 1411–9.
- Lemons VR, Wagner FC Jr. Respiratory complications after cervical spinal cord injury. *Spine (Phila Pa 1976)* 1994; 19: 2315–20.
- Winslow C, Bode RK, Felton D et al. Impact of respiratory complications on length of stay and hospital costs in acute cervical spine injury. *Chest* 2002; 121: 1548–54.
- Ditunno JF Jr, Young W, Donovan WH et al. The international standards booklet for neurological and functional classification of spinal cord injury. *Paraplegia* 1994; 32: 70–80.
- Linn WS, Spungen AM, Gong H Jr et al. Forced vital capacity in two large outpatient populations with chronic spinal cord injury. *Spinal Cord* 2001; 39: 263–8.
- Anke A, Aksnes AK, Stanghelle JK et al. Lung volumes in tetraplegic patients according to cervical spinal cord injury level. *Scand J Rehabil Med* 1993; 25: 73–7.
- Stolzmann KL, Gagnon DR, Brown R et al. Longitudinal change in FEV1 and FVC in chronic spinal cord injury. *Am J Respir Crit Care Med* 2008; 177: 781–6.
- Berlly M, Shem K. Respiratory management during the first five days after spinal cord injury. *J Spinal Cord Med* 2007; 30: 309–18.
- Berney S, Bragge P, Granger C et al. The acute respiratory management of cervical spinal cord injury in the first 6 weeks after injury: a systematic review. *Spinal Cord* 2011; 49: 17–29.
- Winslow C, Rozovsky J. Effect of spinal cord injury on the respiratory system. *Am J Phys Med Rehabil* 2003; 82: 803–14.
- Jackson AB, Groomes TE. Incidence of respiratory complications following spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 1994; 75: 270–5.
- Hagen EM, Eide GE, Rekan T et al. A 50-year follow-up of the incidence of traumatic spinal cord injuries in Western Norway. *Spinal Cord* 2010; 48: 313–8.
- Lidal IB, Snekkvik H, Aamodt G et al. Mortality after spinal cord injury in Norway. *J Rehabil Med* 2007; 39: 145–51.
- Strauss DJ, DeVivo MJ, Paculdo DR et al. Trends in life expectancy after spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2006; 87: 1079–85.
- Shavelle RM, DeVivo MJ, Strauss DJ et al. Long-term survival of persons ventilator dependent after spinal cord injury. *J Spinal Cord Med* 2006; 29: 511–9.
- Velmahos GC, Toutouzas K, Chan L et al. Intubation after cervical spinal cord injury: to be done selectively or routinely? *Am Surg* 2003; 69: 891–4.
- Wing PC. Early acute management in adults with spinal cord injury: a clinical practice guideline for health-care professionals. *J Spinal Cord Med* 2008; 31: 403–79.
- Bach JR, Hunt D, Horton JA 3rd. Traumatic tetraplegia: noninvasive respiratory management in the acute setting. *Am J Phys Med Rehabil* 2002; 81: 792–7.
- Bach JR. Prevention of respiratory complications of spinal cord injury: a challenge to «model» spinal cord injury units. *J Spinal Cord Med* 2006; 29: 3–4.
- Pryor JA. Physiotherapy for airway clearance in adults. *Eur Respir J* 1999; 14: 1418–24.
- Homnick DN. Mechanical insufflation-exsufflation for airway mucus clearance. *Respir Care* 2007; 52: 1296–305, discussion 1306–7.
- Boitano LJ. Equipment options for cough augmentation, ventilation, and noninvasive interfaces in neuromuscular respiratory management. *Pediatrics* 2009; 123 (suppl 4): S226–30.
- Nygren-Bonnier M, Wahman K, Lindholm P et al. Glossopharyngeal pistoning for lung insufflation in patients with cervical spinal cord injury. *Spinal Cord* 2009; 47: 418–22.
- Dodek P, Keenan S, Cook D et al. Evidence-based clinical practice guideline for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Ann Intern Med* 2004; 141: 305–13.
- Cosortium for Spinal Cord Medicine. Respiratory management following spinal cord injury: a clinical practice guideline for health-care professionals. *J Spinal Cord Med* 2005; 28: 259–93.
- Watt JW, Devine A. Does dead space ventilation always alleviate hypocapnia? Long-term ventilation with plain tracheostomy tubes. *Anaesthesia* 1995; 50: 688–91.
- Berlly MH, Wilmoth CB. Acute abdominal emergencies during the first four weeks after spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 1984; 65: 687–90.
- Van Houtte S, Vanlandewijck Y, Gosselink R. Respiratory muscle training in persons with spinal cord injury: a systematic review. *Respir Med* 2006; 100: 1886–95.
- Bach JR. Continuous noninvasive ventilation for patients with neuromuscular disease and spinal cord injury. *Semin Respir Crit Care Med* 2002; 23: 283–92.
- Hoit JD, Banzett RB, Lohmeier HL et al. Clinical ventilator adjustments that improve speech. *Chest* 2003; 124: 1512–21.
- Kelly M, Gillies D, Todd DA et al. Heated humidification versus heat and moisture exchangers for ventilated adults and children. *Cochrane Database Syst Rev* 2010; nr. 4: CD004711.
- Tollefsen E, Gulsvik A, Bakke P et al. Prevalens av hjemmerespiratorbehandling i Norge. *Tidsskr Nor Lægeforen* 2009; 129: 2094–7.
- DiMarco AF, Onders RP, Ignagni A et al. Phrenic nerve pacing via intramuscular diaphragm electrodes in tetraplegic subjects. *Chest* 2005; 127: 671–8.
- DiMarco AF. Phrenic nerve stimulation in patients with spinal cord injury. *Respir Physiol Neurobiol* 2009; 169: 200–9.
- Onders RP, Elmo M, Khansarinia S et al. Complete worldwide operative experience in laparoscopic diaphragm pacing: results and differences in spinal cord injured patients and amyotrophic lateral sclerosis patients. *Surg Endosc* 2009; 23: 1433–40.
- Young T, Palta M, Dempsey J et al. The occurrence of sleep-disordered breathing among middle-aged adults. *N Engl J Med* 1993; 328: 1230–5.
- Ayas NT, Epstein LJ, Lieberman SL et al. Predictors of loud snoring in persons with spinal cord injury. *J Spinal Cord Med* 2001; 24: 30–4.
- McEvoy RD, Mykityn I, Sajkov D et al. Sleep apnoea in patients with quadriplegia. *Thorax* 1995; 50: 613–9.
- Short DJ, Stradling JR, Williams SJ. Prevalence of sleep apnoea in patients over 40 years of age with spinal cord lesions. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1992; 55: 1032–6.
- Tran K, Hukins C, Geraghty T et al. Sleep-disordered breathing in spinal cord-injured patients: a short-term longitudinal study. *Respirology* 2010; 15: 272–6.
- Sajkov D, Marshall R, Walker P et al. Sleep apnoea related hypoxia is associated with cognitive disturbances in patients with tetraplegia. *Spinal Cord* 1998; 36: 231–9.
- Biering-Sørensen F, Jennum P, Laub M. Sleep disordered breathing following spinal cord injury. *Respir Physiol Neurobiol* 2009; 169: 165–70.
- Helse Bergen. Nasjonalt register for langtids mekanisk ventilasjon (LTMV). www.helse-bergen.no/omoss/avdelinger/heimerespiratorbehandling/Sider/Nasjonalt_register.aspx [21.7.2011].

Mottatt 30.8. 2010, første revisjon innsendt 13.4. 2011, godkjent 30.6. 2011. Medisinsk redaktør Are Breaan.