

Tekst: Denise F. Blake, MD
og Neal W. Pollock, ph.d.

At give ilt som førstehjælp til dykkere, hvor der er mistanke om dekompressions-sygge eller bare for en sikkerheds skyld, når en dykker føler sig mindre godt tilpas, er forhåbentlig elementær viden for alle certificerede dykkere. Der skal, så vidt muligt, gives ilt i den højest mulige koncentration. Til det formål er der udviklet en række bærbare ilttilførselssystemer, ofte benævnt oxy-bokse og nogle kalder dem for genoplivningsudstyr, til brug ved dykkerulykker. Disse systemer udgøres primært af to typer: en justerbar konstant flowregulator eller en patientudløst behovsventil.

Systemer med konstant flow har flowmålere med indstillinger fra 0,5 til 25 liter pr. minut (l/min). De er normalt et åbent kredsløb, hvor den udåndede gas frigives til omgivelserne, men de kan

også bruges med lukkede kredsløb, d.v.s. rebreathere. Enheder med lukket kredsløb gør det muligt at genindånde gas efter at have passeret gennem en "scrubber", der fjerner kuldioxid

fra gasblandingen. Disse enheder gør det muligt at spare på ilten, da den ubrugte gas effektivt genbruges. Den krævede oxygenstrømnings-hastighed kan derfor være meget lav, ofte

mellem 0,8 og 1,5 l/min. Prisen for øgede effektivitet er øget kompleksitet.

Den anbefalede indledende oxygenflowhastighed for systemer med en non-rebreather

maske har længe været 15 l/min. I betragtning af disse typiske begrænsninger er der en naturlig interesse i at reducere flowhastigheden for derved at strække varigheden af ilttilførs-

len. Det er blevet foreslået at sænke iltflowet til 10 l/min som et kompromis, men effekten af dette lavere flow på ilttilførslen til vævet skal nøje overvejes.

Tidligere forskning har vist,

Evaluering og sammenligning af førstehjælp

Iltleveringssystemer



at non-rebreather-masken indstillet til 15 l/min kan give en bedre iltning af vævet end demand-ventilen med en oronasal maske.¹ En efterfølgende undersøgelse viste desuden, at demand-ventilen fungerede bedst med en intraoral maske og næseklemme, hvilket understøtter tanken om, at dårlig masketilpasning førte til, at demand-ventilen fungerede dårligere end angivet i den tidligere forskning.²

Denne artikel opsummerer den ilttilførsel, der opnås med tre forskellige kommercielt tilgængelige systemer. Yderligere detaljer er tilgængelige i den offentliggjorte rapport.³

Metoder

Fem forskellige ilttilførselskonfigurationer blev testet: en demandventil med en intraoral maske (NuMask®) og næseklemme; et medicinsk iltgenindåndingssystem til førstehjælp (MORS) (Wenoll-System, EMS GmbH,

Möhrendorf, Tyskland) med en oronasal maske eller med en intraoral maske og næseklemme; og en non-rebreather-maske med iltflow indstillet til 10 eller 15 l/min (Figur 1).

Ved brug af demandventilen blev deltagerne bedt om at trække vejret dybt nok til at udløse ventilen. MORS-kredsløbet blev primet med ilt ved 40 l/min, og iltflowet blev derefter indstillet til 1,5 l/min (i overensstemmelse med producentens anvisninger). Non-rebreather-masken blev placeret og justeret for at opnå den bedst mulige forsegling. Deltagerne blev bedt om at trække vejret normalt.

Ilttilførslen blev målt på to måder: som den del af iltten, der nåede den bageste del af halsen (nasopharynx), og som iltniveauet i vævet målt gennem huden med transkutan ("gennem huden" – red.) oximetri. Til sidst nævnte blev der tapet sensorer på huden på seks standardsteder (arm og ben),

huden blev opvarmet for at sikre god blodgennemstrømning, og de maksimale ilt niveauer i vævet blev registreret non-invasivt i slutningen af 10 minutters iltindåndingsperioder.

Efter hvert forsøg blev deltagerne bedt om at vurdere maskekonfigurationen med hensyn til komfort, let vejtrækning og lethed ved at holde apparatet på plads.

Resultater

Der blev indsamlet data fra 12 raske frivillige dykkere (ni kvinder, tre mænd) under tørre laboratorieforhold.

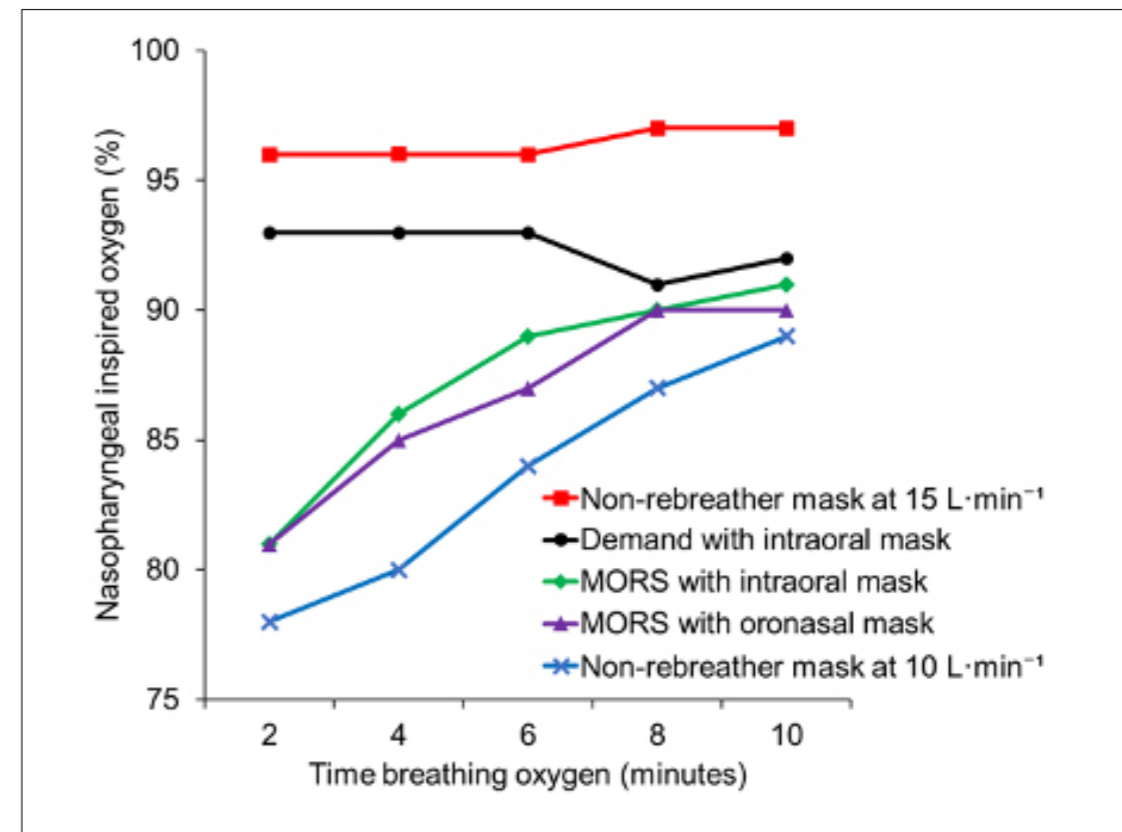
De højeste niveauer af nasopharyngeal ilt blev opnået med non-rebreather masken ved et iltflow på 15 l/min. Demand-ventilen leverede lidt mindre, og non-rebreather-masken ved 10 l/min leverede de laveste niveauer. Det tog længere tid for den leverede fraktion at nå topniveauet med MORS og non-rebreather-masken med en flowhastighed på 10 l/min (Figur 2).

De ilt niveauer, der i sidste ende blev opnået i vævet, var statistisk set ens for non-rebreather-masken ved 15 l/min, demand-ventilen med intraoral maske og næseklemme og MORS med enten oronasal maske eller intraoral maske. Non-rebreather-masken med 10 l/min var den dårligste performer (Figur 3, næste side).

Subjektivt blev non-rebreather-masken vurderet som den mest behagelige, nemmeste at trække vejret igennem og generelt nemmest at bruge.

Diskussion

Der findes meget bærbart udstyr, som er designet til effektivt at give ilt som førstehjælp til tilskadekomne dykkere. Evaluering af iltmætning i vævet er sandsynligvis den mest meningsfulde måde at vurdere effektiviteten på.



Figur 2: Nasofaryngeale (i svælg – red.) ilt niveauer målt hvert andet minut i løbet af en 10-minutters vejtrækningsperiode for hvert iltningssystem. MORS – medicinsk oxygen-genåndingssystem.

Vores resultater viser, at de tre undersøgte systemer kan give ens vævsoxygenisering, men at iltflowhastighed og konfiguration kan spille en vigtig rolle.

Når der blev givet ilt med en open-circuit non-rebreather maske, blev iltningen væsentligt påvirket af iltflowhastigheden. I betragtning af det kritiske mål om at give dykkerne den højest mulige iltkoncentration (tæt på 100 %), bør der anvendes et flow på 15 l/min, når det er praktisk muligt. Overvågning af reservoirposen for konstant oppumpning, som det foreslås på kurser i administration af ilt, er imidlertid ikke nogen garant for høj tilførsel af ilt. Den højere iltflowhastighed giver derimod sandsynligvis nok ilt til at levere en højere iltmætning.

En intraoral maske er kendt for at være effektiv, når der gives ilt med en demandventil.² Brugen af en intraoral

maske kan være en bedre løsning for dykkere med meget ansigtsbehåring eller andre forhold, der kan forringe en oronasal maskes forsegling. Hvis man ikke har en intraoral maske til rådighed, kan man også bruge et regulatormundstykke. Der følger et standard regulatormundstykke med et MORS system.

MORS kan være et godt valg, når iltforsyningen er begrænset, eller hvis adgangen til yderligere medicinsk udstyr og/eller pleje sandsynligvis vil blive forsinket. En iltflaske i størrelse Jumbo D (640 liter) kan holde i op til 6 timer (1,5 l/min x 60 min, derefter 0,8 l/min) ved brug af MORS.

Flere andre faktorer bør overvejes, når man vælger iltforsyningsudstyr, herunder omkostninger, tilgængelighed, lokale regler og krav til uddannelse og vedligeholdelse. Figur 4 giver en oversigt



Figur 1: Demand-ventil med intraoral maske (øverst til venstre), ikke-rebreather-maske (øverst til højre), intraoral maske og næseklemme (nederst til venstre) og oronasal maske (nederst i midten), der bruges sammen med det medicinske oxygen-rebreather-system (nederst til højre).

over faktorer til sammenligning.

MORS' regulator er multifunktionel med en behovsventil og indstillinger for konstant flow fra 0,5 til 15 l/min, så den kan bruges med enten rebreather-circuit eller en non-rebreather-maske. MORS-kredsløbet sælges som en engangsanordning, der skal udskiftes efter hver brug eller efter fire års opbevaring på grund af scrubbermaterialelets forventede levetid. Udskiftningsomkostningerne er betydeligt højere end for engangsdelen i de andre systemer (MORS-kredsløb €175 (\$192USD), intraoral maske med næseklemme €10 (US\$11), non-rebreather maske €4,5 (US\$5)).

Adskillige organisationer udbyder kurser i iltbehandling i nødsituationer til brug af demand-ventilen og non-rebreather-masken. På nuværende tidspunkt udbydes der kun kurser i MORS i Europa, men systemet leveres med en omfattende betjeningsvejledning.


Med den stigende popularitet af closed-circuit rebreathers til dykning, kan der være en øget interesse for MORS-systemer til førstehjælpsbrug.

Redningsfolk kan blive nødt til at håndtere potentielt komplekse situationer, herunder situationer med bevidstløse patienter, der ikke trækker vejret. En non-rebreather-maske kan ikke bruges til en patient, der ikke trækker vejret, men iltslangen kan fjernes fra en non-rebreather-maske og fastgøres til indgangsporten på en pocket face-maske for at forbedre iltningen under mund-til-maske-genoplivning. På samme måde bør standard dykkerregulatorer ikke bruges til at ventilere en patient manuelt på grund af det høje tryk i udluftningsventilen, som kan forårsage vævsskade eller fremme opstød af materiale fra mavesækken, men nogle medicinske iltafgivelsessystemer er designet til at kunne bruges sikkert. Nogle lukkede kredsløbssystemer kan

også have justerbare trykbegrænsningsventiler, der gør det muligt at ventilere en patient, der ikke trækker vejret.

Passende træning er vigtig for at sikre viden om styrkerne og begrænsningerne ved ethvert aflivningssystem, og løbende øvelse er nødvendig for at sikre fysisk færdighedsparathed under akutte hændelser.

Konklusion

Tre apparater (under fem forhold) blev testet for deres evne til at levere ilt til simulerede patienter. Iltniveauerne var højest med et konstant flow-system parret med non-rebreather-masken og en flowhastighed på 15 l/min, og lavest med non-rebreather-masken ved 10 l/min. MORS med enten en oronasal maske eller et mundstykke kan være et alternativ til længerevarende ilttilførsel med begrænset gasforsyning. 

Dr. Denise F. Blake er akutlæge og dykkerlæge i Townsville, Queensland, Australien. Denne forskning er en del af hendes nuværende ph.d.-program ved James Cook University.

Dr. Neal W. Pollock er forsker i hyperbar medicin og professor ved Université Laval, Québec, Canada.

Forfatterne anerkender forskningsstøtte fra Emergency Medicine Foundation (EMF), Queensland, og støtte i form af naturalier fra Divers Alert Network Asia-Pacific. Tak til Chris Chivers for det grafiske design (Figur 4).

REFERENCER:

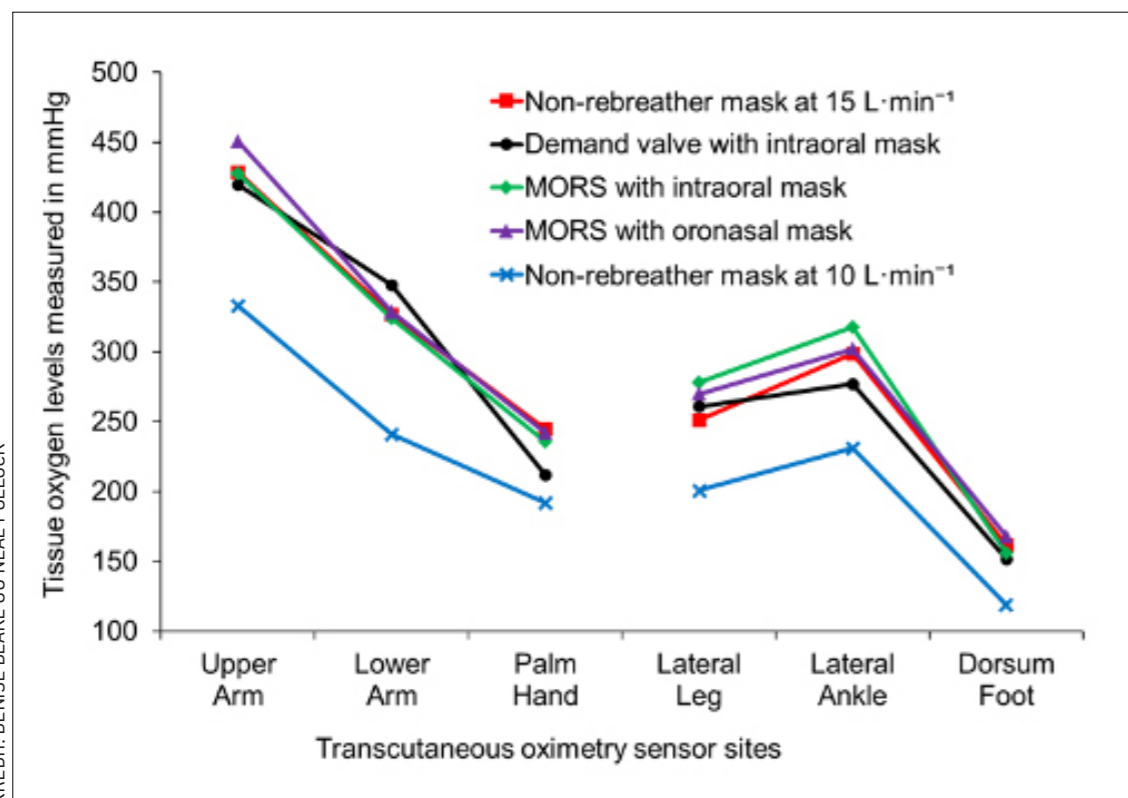
¹ BLAKE DF, NAIDOO P, BROWN LH, YOUNG D, LIPPMANN J. A COMPARISON OF THE TISSUE OXYGENATION ACHIEVED USING DIFFERENT OXYGEN DELIVERY DEVICES AND FLOW RATES. *DIVING HYPERB MED.* 2015;45(2):79-83.

OXYGEN DELIVERY DEVICES			
	NON REBREATHER	DEMAND VALVE	OXYGEN REBREATHER
OXYGEN DELIVERY	★ ★ ★	★ ★ ★	★ ★
OXYGEN CONSERVATION	★	★ ★	★ ★ ★ ★
START UP COST	★ ★ ★	★ ★ ★	★ ★ ★ ★
REPLACEMENT COST	★ ★ ★	★ ★ ★	★
EASE OF TRAINING	★ ★ ★	★ ★ ★	★ ★
SUITABILITY FOR MARINE ENVIRONMENT	★ ★ ★	★ ★ ★	★ ★ ★
PORTABILITY	★ ★ ★	★ ★ ★	★ ★ ★
AVAILABILITY	★ ★ ★	★ ★ ★	★ ★
COMFORT/BREATHING/EASE OF USE	★ ★ ★	★ ★	★ ★
NO. OF DIVERS ABLE TO TREAT AT SAME TIME	★ ★	★ ★	★ ★ ★ ★
UNCONSCIOUS PATIENTS	★		★ ★ ★
REQUIRED SERVICING EFFORT	★ ★ ★	★ ★	★

Figur 4: Matrix til overvejelse af valg af iltssystem til førstehjælp.

² BLAKE DF, CROWE M, LINDSAY D, BROUFF A, MITCHELL SJ, POLLOCK NW. COMPARISON OF TISSUE OXYGENATION ACHIEVED BREATHING OXYGEN FROM A DEMAND VALVE WITH FOUR DIFFERENT MASK CONFIGURATIONS. *DIVING HYPERB MED.* 2018;48(4):209-17.

³ BLAKE DF, CROWE M, LINDSAY D, BROUFF A, MITCHELL SJ, LEGGAT PA, POLLOCK NW. COMPARISON OF TISSUE OXYGENATION ACHIEVED BREATHING OXYGEN USING DIFFERENT DELIVERY DEVICES AND FLOW RATES. *DIVING HYPERB MED.* 2020;50(1): 34-42.



Figur 3: Vævsoxygenresultater under indånding af ilt ved hjælp af de forskellige iltssystemer og flowhastigheder. MORS – medicinsk system til genindånding af ilt.