



SalvamentoAgency
EMERGENZA



**SOMMINISTRAZIONE
OSSIGENO**

SOMMINISTRAZIONE OSSIGENO

Manuale di somministrazione ossigeno per bagnini di salvataggio e per soccorritori non sanitari professionali



Prima Edizione

Salvamento Agency S.r.l. – Genova

Questo manuale è di proprietà di _____



SOMMINISTRAZIONE OSSIGENO

Manuale di somministrazione ossigeno per bagnini di salvataggio e per soccorritori non sanitari professionali

Prima Edizione 2017
a cura della Commissione Didattica Nazionale

Fotografie: Depositphotos, Fotolia, Pixabay
Archivio Società Nazionale di Salvamento.

Disegni: Oliviero Ruberti

Progettazione e Revisione Editoriale: Marcello Ferrari

© 2017 – SALVAMENTO AGENCY Srl

Tutti i diritti riservati. È vietata la riproduzione totale o parziale di questa pubblicazione su qualsiasi supporto senza esplicita autorizzazione scritta della SALVAMENTO AGENCY Srl.

L'utilizzo in questa pubblicazione di denominazioni generiche e marchi commerciali, anche se non esplicitamente identificati, non significa che questi non siano registrati e protetti dalla legge.

Stampa: Eurografica Snc, Genova
Marzo 2017

Edito da:
SALVAMENTO AGENCY Srl unipersonale
Via Luccoli, 23 – 16123 Genova – Italy
info@salvamentoagency.it
www.salvamentoagency.it

Il contenuto scientifico è validato dalla
Direzione Generale Sanitaria (dr. Alfredo Rossi) della

Società Nazionale di Salvamento
Fondata in Luglio 1871
Eretta in Ente Morale con R. Decreto 19 aprile 1876
Via Luccoli, 24/4 - 16123 Genova - Italy
Tel. +39 010 2474261 - Fax +39 010 2474223
sede.nazionale@salvamento.it
www.salvamento.it

• Prefazione	pag. 4
• Presentazione Salvamento Agency	pag. 5
• Introduzione	pag. 6
• Note	pag. 7
- Obiettivi generali del corso	pag. 7
- Avvertenze	pag. 7
1 - Il soccorso	pag. 8
- La gestione dell'emergenza	pag. 8
- BLS	pag. 8
- L'intervento diretto	pag. 11
- Le protezioni individuali	pag. 16
- Conclusioni	pag. 17
2 - La respirazione di ossigeno	pag. 18
- Apparatari respiratorio e circolatorio	pag. 18
- Saturazione dell'emoglobina	pag. 22
- Utilità della respirazione di ossigeno	pag. 25
- Aspetti legali della somministrazione di ossigeno	pag. 26
3 - La gestione dell'ossigeno	pag. 30
- Produzione di ossigeno	pag. 30
- Combustione	pag. 34
- Aspetti legali del commercio di ossigeno	pag. 36
4 - La somministrazione di ossigeno	pag. 38
- Modalità di esecuzione dell'ossigenoterapia	pag. 38
- Procedure generali di utilizzo delle bombole	pag. 39
- Presidi per ossigeno e accessori	pag. 40
- Sistemi a domanda	pag. 44
- Cannula nasale	pag. 46
- Maschera a bassa concentrazione	pag. 46
- Maschera ad alta concentrazione	pag. 48
- Pocket mask	pag. 50
- Pallone autoespandibile	pag. 51
- Sistema CPAP di Boussignac	pag. 53
- Ossigenoterapia iperbarica	pag. 54



del
Prof. Dott. Giuseppe Marino,
Presidente della
Società Nazionale di Salvamento.



La diffusione della conoscenza delle “manovre” sanitarie di primo soccorso e, soprattutto, delle tecniche di rianimazione cardio polmonare riveste da sempre un ruolo centrale nell’ambito delle attività di formazione condotte dalla Società Nazionale di Salvamento dapprima (sin dal 1929) in occasione dei corsi per bagnini di salvataggio e, successivamente, a favore di tutta la Comunità interessata, sanitaria o laica che fosse.

Mi preme perciò, anche in questa occasione, ricordare che la nostra Associazione - fondata nel lontano 1871 grazie all’iniziativa di un gruppo di medici genovesi, tra i quali l’indimenticato Dr. Edoardo Maragliano, illustre clinico ideatore e realizzatore della prima vaccinazione antitubercolare, Senatore del Regno e Rettore Magnifico dell’Università di Genova – è oggi anche Società Medico-Scientifica riconosciuta dal Ministero della Sanità.

Il manuale che oggi presentiamo, realizzato dalla Commissione Didattica della “Salvamento Agency” con profondo impegno, tanta passione e indiscussa professionalità, è il frutto di decenni profusi nella formazione e nella diffusione della cultura della sicurezza, ma soprattutto dell’esperienza diretta dei corsi svolti non solo a beneficio dei bagnini di salvataggio della S.N.S., ma anche di altri operatori del soccorso per acqua o a terra, nonché dei laici e dei sanitari, ovunque impegnati nel quotidiano a praticare i primi interventi a tutela della vita.

È perciò con sobria e serena consapevolezza, ma al tempo stesso con ferma determinazione che anche noi, forti delle oltre 230 sezioni e centri di formazione distribuiti in tutte le Regioni italiane, degli oltre 1.000 istruttori SNS e di tutto il Corpo Docenti, intendiamo fornire, con questo manuale di Somministrazione Ossigeno, un contributo qualificato e sostanziale per abbinare sinergicamente la somministrazione di ossigeno alle tecniche di primo soccorso.

ANCHE TU PUOI SALVARE VITE UMANE!

Genova, Marzo 2017

Pf. Dott. Giuseppe Marino

Presentazione Salvamento Agency

Come nella catena del DNA, dove le due eliche destrorse sono legate tra di loro, anche nella Salvamento i fattori di unione come Soccorso, Emergenza, Salvaguardia della vita umana, unite alla Prevenzione e alla Formazione in tutti questi ambiti, ne costituiscono la solida struttura.

Le persone che la compongono oggi, come i Medici che la fondarono nel 1871, erano, sono e saranno sempre al centro dell'importanza di questo ultra centenario sodalizio.

La Società Nazionale di Salvamento, Società Medico Scientifica, nella crescente necessità socio-culturale di operare mantenendo elevati standard qualitativi, mediante la realizzazione di "buone pratiche" consolidate, ha oggi attuato un proprio sistema di gestione conforme ai requisiti espressi dalla normativa internazionale UNI EN ISO 9001:2008.

Salvamento Agency nasce per sviluppare un mercato in ambito di progettazione, formazione ed erogazione di servizi educativi che spaziano dal primo soccorso alla sicurezza in generale, all'ambiente e ad altri settori strategici, e si rivolge sia al mondo laico (soccorritore occasionale) sia al mondo professionale e sanitario.

Salvamento Agency è una spin-off della Società Nazionale di Salvamento - Società Medico Scientifica affiliata FISM (Federazione Italiana delle Società Medico Scientifiche) riconosciuta dal Ministero della Salute.

Collabora attivamente con ISTISAN (Istituto Superiore della Sanità) e contribuisce alla ricerca e alla prevenzione sull'annegamento, la fisiopatologia e il primo soccorso. È socio ordinario e organo deliberante nella Commissione tecnica CTU 63 - sicurezza del cittadino - presso l'UNI, l'Ente Italiano di Normazione.





Introduzione

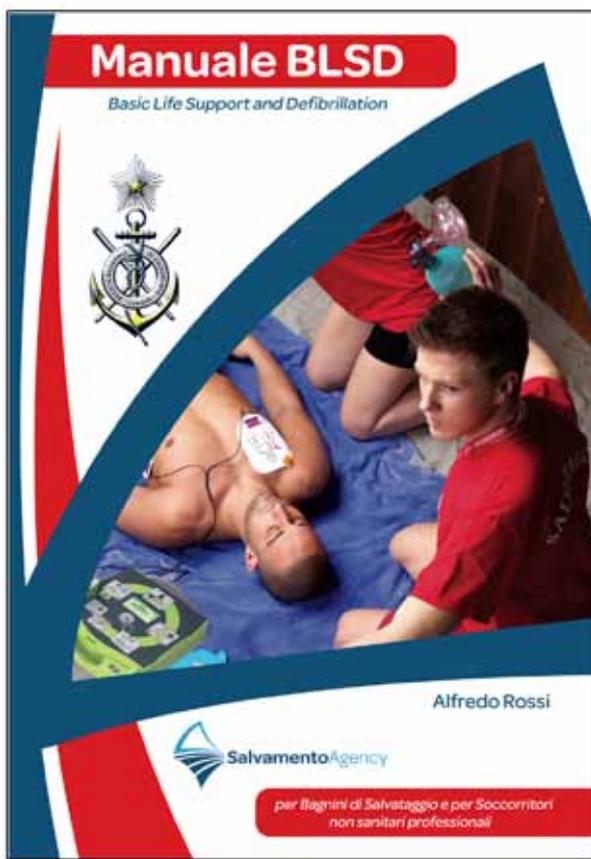
Sebbene molti lettori possano pensare che lo scopo principale del manuale di un corso sia quello di ausilio didattico allo studio, in questo caso la situazione è leggermente differente. Anche se questo manuale resta di valido aiuto a chi segue il corso di Somministrazione Ossigeno della nostra organizzazione, il suo principale scopo è quello di sensibilizzare qualunque lettore sull'importanza che la cultura del primo soccorso sia la più diffusa possibile, anche nelle sue applicazioni particolari come la somministrazione di ossigeno.

Dopo un semplice corso, chiunque è in grado di applicare le tecniche che in molti casi costituiscono la differenza fra la vita e la morte.

Le procedure indicate seguono le recenti linee guida ILCOR 2015, nella sequenza essenziale (vedi *Manuale BLSD per Bagnini di Salvataggio, Salvamento Agency, 2016*) per i soccorritori non sanitari (cosiddetti "laici") che intervengano, in attesa dell'arrivo del personale del Sistema di Emergenza Sanitaria Territoriale, su un infortunato privo di respiro o di battito cardiaco.

Se sfogliando casualmente questo manuale ti verrà voglia di iscriverti a un corso di soccorso Salvamento Agency in modo da poter fare la differenza in caso di incidente... avremo raggiunto il nostro scopo principale.

Buon corso!



Obiettivi generali del corso

Al termine di questo corso sarete in grado di:

- 1) enunciare le normative vigenti per la vendita, la conservazione e la somministrazione di ossigeno;
- 2) elencare le diverse tipologie di sistemi per la somministrazione di ossigeno;
- 3) identificare vantaggi e svantaggi di ogni tipologia di sistemi per la somministrazione di ossigeno;
- 4) dimostrare la capacità di sapere utilizzare praticamente le più importanti tipologie di sistemi per la somministrazione di ossigeno.

Avvertenze

Nota importante: la semplice lettura del manuale, non accompagnata dalle esercitazioni pratiche sotto la guida di un istruttore, non permette di apprendere le esecuzioni corrette delle tecniche; non provate mai a imparare queste tecniche applicandole su un'altra persona, infatti l'istruttore vi farà esercitare solo su un apposito manichino per addestramento alla rianimazione cardiopolmonare.

Riferimenti: questo manuale rispetta le linee guida ILCOR 2015 ed è approvato dalla Società Nazionale di Salvamento, società medico-scientifica aderente alla F.I.S.M. Federazione delle Società Medico-scientifiche Italiane.





Il soccorso

In questo capitolo:

- La gestione dell'emergenza
- BLSD
- L'intervento diretto
- Le protezioni individuali
- Conclusioni



La gestione dell'emergenza

Premesso che non è compito di questo manuale e corso insegnare le procedure di gestione delle emergenze, trattate specificamente in altri corsi di Salvamento Agency, prima di entrare nella tematica



del primo soccorso con ossigeno è opportuno rivedere sinteticamente le tecniche di soccorso di base, che precedono e quindi agiscono in sinergia con la somministrazione di ossigeno.

Per ulteriori approfondimenti rimandiamo al manuale BLSD per Bagnini di Salvataggio e per Soccorritori non sanitari

professionali (Salvamento Agency, 2016).

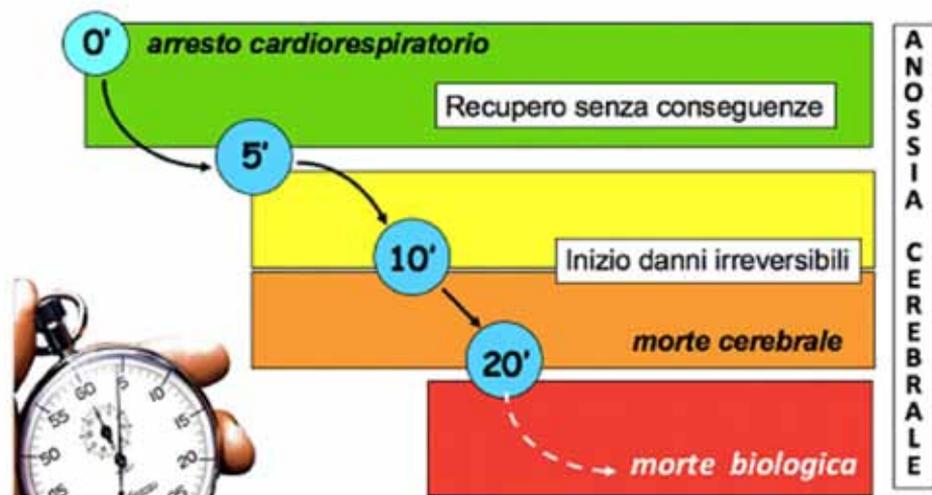
BLSD

Con il termine “BLSD” (acronimo di “**Basic Life Support with Defibrillation**”) si intendono quelle procedure che consentono

a un soccorritore di sostenere la vita di un infortunato, in attesa dell'arrivo dei soccorsi avanzati. Sono tecniche semplici e poco invasive, ma estremamente importanti.

L'unica possibilità di sopravvivenza che spesso ha una persona in arresto cardiaco è legata al fatto che il soccorritore metta in atto subito le **manovre indispensabili a mantenere le funzioni vitali di base**, fino a quando l'arrivo dei soccorsi avanzati possa garantire all'infortunato le migliori cure. In caso di ACR (Arresto Cardio-Respiratorio) la conseguente anossia circolatoria provoca a livello cerebrale danni che, con il passare dei minuti, divengono irreversibili, come espresso in figura.

arresto cardiorespiratorio: conseguenze



Il recupero tardivo delle funzioni cardiocircolatorie, se pur possibile, permetterà solamente una vita biologica, senza "risveglio", condannando il paziente ad uno stato puramente vegetativo.

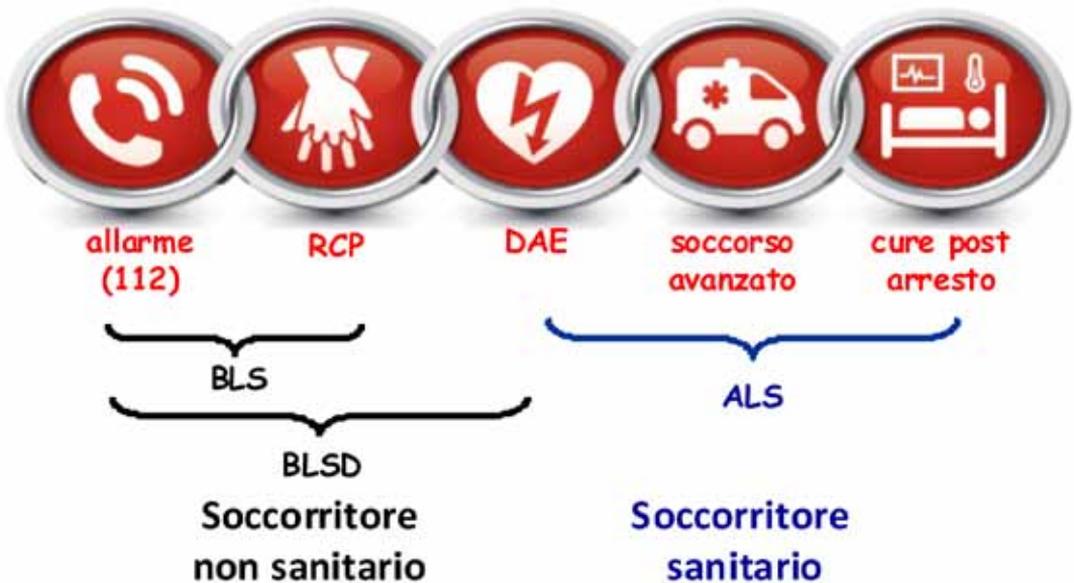
Le possibilità di sopravvivenza e di recupero efficace sono strettamente legate all'**esecuzione immediata di due trattamenti specifici: RCP** (Rianimazione Cardio-Polmonare) e **DAE** (Defibrillazione semiAutomatica Esterna).



Capitolo 1

La sequenza temporale del soccorso, che parte dall'intervento del primo soccorritore e termina con le cure in Ospedale, viene simboleggiata nella cosiddetta "catena della sopravvivenza" che esprime le manovre fondamentali e le relative competenze esecutive (vedi figura).

LA CATENA DELLA SOPRAVVIVENZA

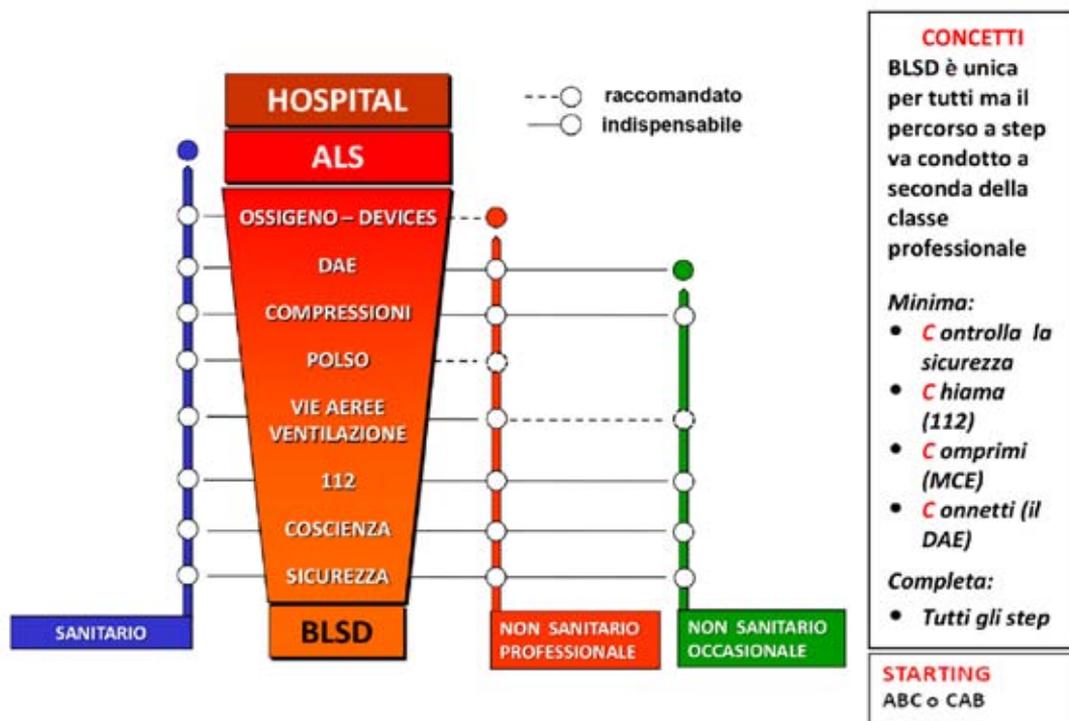


È evidente che l'efficacia finale della catena (= recupero completo) dipende dall'efficienza di ogni singolo anello (= perfetta esecuzione e corretta sequenza).

Un anello debole, specie se iniziale, può compromettere il successo dell'intero sistema.

Più in dettaglio, occorre considerare che i primi 3 anelli oggi sono patrimonio anche dei soccorritori non sanitari, mentre gli ultimi 2 devono essere eseguiti solo da personale sanitario.

Le competenze personali del soccorso, in aderenza a ILCOR 2015, variano a seconda del tipo di soccorritore (vedi figura), sia



esso sanitario che non sanitario: da un BLS più essenziale a un BLS più strutturato. Ciò che importa per tutti è l'esecuzione di almeno 4 step: controllo sicurezze, chiamata al 112, compressioni toraciche (= massaggio cardiaco esterno) e defibrillazione.

L'intervento diretto

Quando agite come soccorritori dovete operare in sicurezza, senza mai porre a rischio la vostra vita e la vostra incolumità. Prima di prestare il soccorso dovete quindi verificare che l'ambiente sia privo di pericoli per voi stessi e per l'infortunato. Questa operazione si chiama **"valutazione ambientale"** e deve essere eseguita da una posizione sicura.

Valutata la situazione ambientale e stabilita la sicurezza dell'intervento, potete avvicinarvi all'infortunato per la **"valutazione primaria"**, cioè l'operazione con cui si cerca di capire la gravità

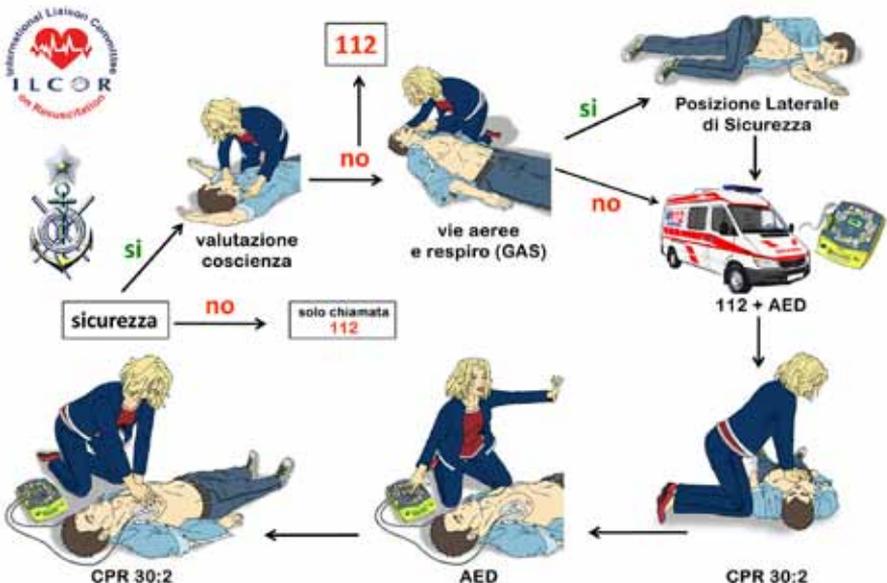


Capitolo 1



della situazione. Per farlo avvicinatevi all'infortunato e scuotetegli delicatamente le spalle, chiedendogli nel frattempo ad alta voce: «Come va? Si sente bene? Posso aiutarla, sono addestrato al primo soccorso». Se la persona non risponde agli stimoli tattili-vocali potete presumere che non sia cosciente. A questo punto dovete agire come di seguito indicato.

- Dichiarate agli astanti ad alta voce che l'infortunato è incosciente: ciò vi dà la possibilità di intervenire anche in assenza del consenso dell'infortunato (consenso implicito).
- Attivate la chiamata al Servizio di Emergenza. Se nessuno dei presenti interviene per aiutarvi dovete effettuare voi la chiamata. La catena della sopravvivenza inizia, infatti, con la fase dell'allerta del Servizio di Emergenza Sanitaria Territoriale. Ciò vale per ogni tipo di soccorso in cui ci sia emergenza/urgenza, non solo per l'arresto cardiaco. Oltre che primo anello

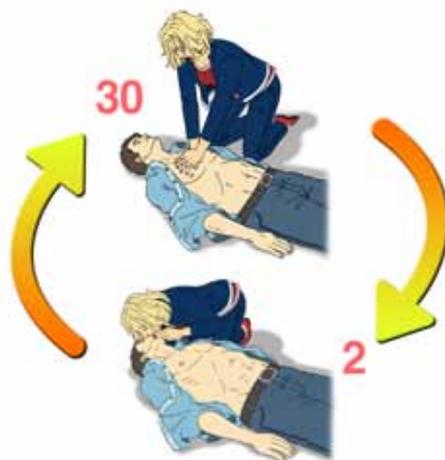


della catena, questo è anche il dovere più importante per un soccorritore non professionale, che ha un addestramento di base e mezzi limitati. In Italia il Servizio di Urgenza ed Emergenza Medica risponde al numero telefonico 118, tuttavia è in atto un “accorpamento” di tutti i numeri di emergenza sotto il 112.

- Poi dovete accertare se l'infortunato respira normalmente guardando come si muove il torace e ascoltando l'eventuale rumore prodotto dalla presenza del flusso di aria. Se l'infortunato non respira o boccheggia solamente consideratelo in arresto respiratorio e quindi presumibilmente anche in arresto cardiaco (ACR). Comunicatelo al 112 e richiedete un defibrillatore. I soccorritori non sanitari di tipo professionale, addestrati e allenati, possono eseguire valutazione più accurata del respiro (manovra GAS) e rilevazione del polso carotideo, con tutti i noti limiti applicativi (*cf. Manuale BLS-D SNS 2015, già citato*).
- Quindi iniziate 5 serie di RCP secondo la sequenza 30:2 (30 compressioni toraciche e 2 ventilazioni esterne, per 5 volte).

Note di tecnica:

- 1) È necessario che l'infortunato sia disteso su un piano rigido in posizione supina.
- 2) Le compressioni toraciche devono avere profondità di almeno 5 cm nell'adulto e ritmo compreso tra 100 e 120 al minuto.
- 3) Le ventilazioni (sia bocca-bocca che mediante pocket mask) devono essere precedute nell'adulto dalla manovra di iperestensione della testa, che va mantenuta. Ogni insufflazione deve durare circa 1 secondo. Le ventilazioni possono essere omesse (specie in caso di soccorritori occasionali) se non sono disponibili sistemi di protezione individuale: in questo caso si procederà con le sole compressioni, senza interruzioni.





Capitolo 1

- 4) Casi particolari di BLSD riguardano i bambini, i lattanti, le gravide. Per questi contesti si rimanda al Manuale BLSD già citato.
- 5) Il ciclo 30:2 non dovrebbe essere interrotto se non quando si verifica uno dei seguenti eventi: ripresa della respirazione spontanea normale da parte dell'infortunato, arrivo dei soccorsi avanzati, pericolo imminente per la vostra persona, esaurimento delle vostre forze, sostituzione da parte di un altro soccorritore o arrivo del DAE (o AED).



Nella grande maggioranza dei casi (oltre l'85%) le prime fasi di un arresto cardiaco sono caratterizzate da fibrillazione ventricolare o da tachicardia ventricolare. Intervenire rapidamente con la **defibrillazione** permette quindi di aumentare molto le probabilità di sopravvivenza dell'infortunato.

Secondo recenti dati osservazionali, infatti, la RCP + DAE effettuate entro 4 minuti dall'arresto cardiaco eleva la percentuale di sopravvivenza a oltre il 30% dei casi. Appena arriva il defibrillatore, bisogna

interrompere la rianimazione cardiopolmonare e posizionare l'AED, seguendo passo-passo le sue istruzioni, come si apprende nei corsi BLSD.

È bene precisare che per un non sanitario è consentito utilizzare il defibrillatore semiautomatico esterno solo se preventivamente autorizzato secondo il regolamento emanato dalla propria Regione di appartenenza (*cf*r D.L. 18 marzo 2011 n. 273, G.U. 129 del 06/06/2011).

Se l'infortunato respira o ha ripreso a respirare e non ha ancora ripreso conoscenza, conviene fargli assumere – in assenza di lesioni spinali - una posizione che sia tale da evitare la caduta della lingua all'indietro, per via del rilassamento muscolare, e da ridurre le possibilità che egli possa inalare vomito o secrezioni.

Il soccorso

Quella più utilizzata è la “**posizione laterale di sicurezza**”.



Talvolta la respirazione dell'infortunato può essere fortemente ridotta o addirittura bloccata dalla presenza di un **corpo estraneo nelle vie respiratorie**. Se la persona è cosciente e può parlare

(ostruzione parziale) basta incoraggiarla a tossire, se invece non riesce a parlare (ostruzione totale) potete provare a ottenere un colpo di tosse artificiale con la manovra di Heimlich. Se l'infortunato con l'ostruzione delle





Capitolo 1

vie aeree perde coscienza iniziate ad applicare le tecniche di rianimazione cardiopolmonare, tuttavia dopo le prime 30 compressioni e prima delle 2 ventilazioni controllate se il corpo estraneo sia ben visibile nella bocca ed eventualmente rimuovetelo.

Le protezioni individuali

In alcuni casi l'idea del contatto diretto fra la vostra bocca e quella dell'infortunato potrebbe indurvi a non effettuare la ventilazione artificiale, a discapito delle probabilità di sopravvivenza dell'infortunato. Premesso che le probabilità di contrarre gravi malattie contagiose durante la respirazione bocca a bocca è ritenuta piuttosto bassa, esistono molti metodi per proteggersi efficacemente. Si va dal più semplice foglio-barriera alla "pocket mask" o "maschera tascabile",

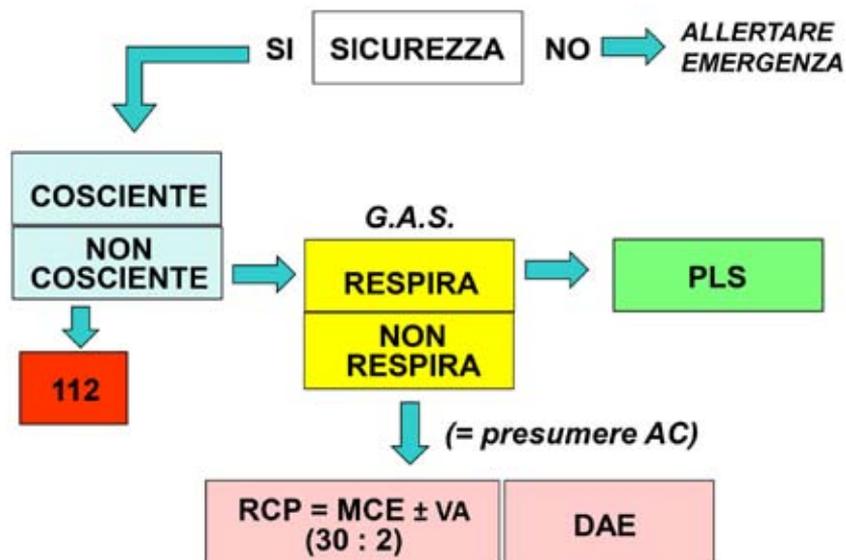


che se dispone di un attacco per l'ossigeno diventa utilissima anche nel soccorso con ossigeno.

Altre precauzioni che è sempre conveniente adottare, soprattutto in caso di sanguinamento dell'infortunato, sono quelle di indossare guanti monouso prima di agire, coprire le proprie ferite o abrasioni della pelle con abbigliamento o bendaggi protettivi e indossare, se possibile, degli occhiali protettivi.

Conclusioni

Lo schema sottostante illustra la sequenza BLSD ILCOR-SNS per soccorritori non sanitari occasionali. Per i soccorritori professionali si rimanda al già citato Manuale BLSD 2016.



Da ultimo vogliamo ricordare l'utilità del pulsiossimetro: un semplice ed economico apparecchio da applicare ad un dito della vittima che può indicare simultaneamente la saturazione dell'emoglobina e la presenza di polso periferico, fornendo così al soccorritore la misura dell'ossigenazione cerebrale e la certezza di una attività cardiaca (vedi anche capitolo 2).





La respirazione di ossigeno

In questo capitolo:

- **Apparati respiratorio e circolatorio**
- **Saturazione dell'emoglobina**
- **Utilità della respirazione di ossigeno**
- **Aspetti legali della somministrazione di ossigeno**



Apparati respiratorio e circolatorio

Per potere contrarre le fibre muscolari, per trasmettere segnali nel sistema nervoso e così via le cellule del corpo umano hanno bisogno di energia. Essa viene prodotta dal **metabolismo** cellulare, anche se più esattamente con questo termine si intende l'insieme delle trasformazioni chimiche dedicate al sostegno vitale all'interno delle cellule degli organismi viventi.

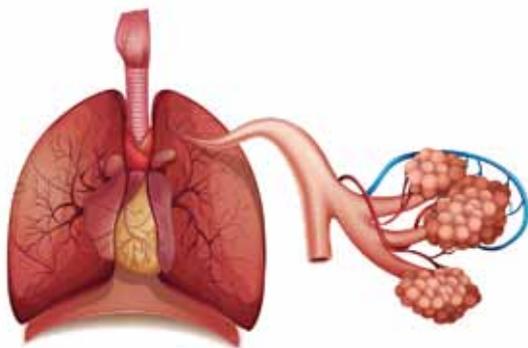
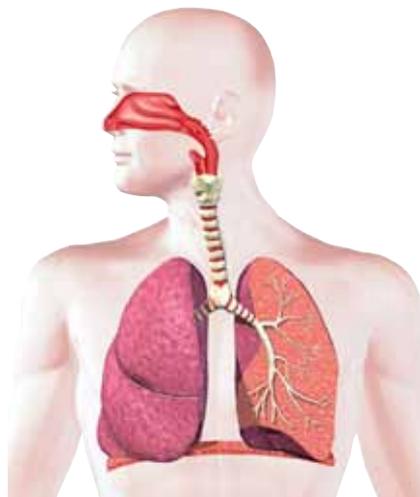
Il metabolismo è alimentato da quello che mangiamo, che viene "bruciato" con l'apporto di ossigeno, producendo come scarto l'anidride carbonica. L'ossigeno non è immagazzinato dal nostro corpo e deve essere rifornito continuamente e in modo regolare. Quindi occorre un sistema che recuperi l'ossigeno dall'aria esterna

e lo trasporti a tutte le cellule del corpo umano; analogamente il sistema deve prelevare l'anidride carbonica di scarto da tutte le cellule e portarla fino all'esterno del corpo. A tutto ciò provvedono gli apparati respiratorio e circolatorio.



La respirazione di ossigeno

L'**apparato respiratorio** prende l'aria all'esterno del corpo e la porta all'interno, rilasciando poi quella povera di ossigeno e ricca di anidride carbonica all'esterno. Dal punto di vista della struttura l'apparato respiratorio è costituito dalle vie aeree superiori (naso/bocca, faringe, laringe), dalle vie aeree inferiori (trachea, bronchi e bronchioli) e dai polmoni. Le **vie aeree** sono formate da organi cavi in cui la miscela gassosa è



trasportata da o verso i polmoni. I due **polmoni**, che possono funzionare indipendentemente uno dall'altro, hanno un aspetto spugnoso e sono formati da un elevatissimo numero di **alveoli**, minuscole sacche dove i gas possono passare, per diffusione, nei capillari

sanguigni che li circondano e viceversa.

I polmoni non sono muscoli, quindi hanno bisogno dell'aiuto dei muscoli respiratori per potersi espandere e comprimere, dando così luogo alla respirazione. L'**atto respiratorio** si divide in due fasi: inspirazione ed espirazione. Durante l'inspirazione la contrazione dei muscoli respiratori intercostali e del diaframma (che separa la cavità toracica da quella addominale) produce una espansione del volume polmonare, forzando così l'aria a entrare grazie alla minor pressione interna rispetto all'ambiente. Viceversa quando i muscoli respiratori si rilassano si ha una riduzione del volume polmonare, con conseguente espulsione dell'aria per differenza



Capitolo 2

opposta della pressione (maggiore nelle vie respiratorie). La frequenza degli atti respiratori in un adulto a riposo è di circa 10-15 atti al minuto. In ogni atto respiratorio si ha il passaggio di circa mezzo litro d'aria ("volume corrente"), di cui 150 centimetri cubici circa restano inutilizzati (ai fini degli scambi gassosi) nello "spazio morto" delle vie aeree superiori e inferiori.

La percentuale di ossigeno nell'aria inspirata è 21%, mentre in quella espirata è circa 16%, la differenza essendo scambiata a livello polmonare; la percentuale di anidride carbonica nell'aria inspirata è praticamente nulla, mentre in quella espirata è circa 4-5%.



Una volta entrato nel sangue l'ossigeno è trasportato alle cellule di tutto il corpo mediante l'**apparato cardiocircolatorio**, che può essere considerato un sistema a circuito chiuso deputato al trasporto di ossigeno, sostanze nutritive, anticorpi, messaggi ormonali e prodotti di rifiuto. Questo apparato è formato da diversi elementi: il cuore, una pompa che contraendosi ritmicamente spinge il sangue nei vasi (in particolare nelle arterie); il sangue, il fluido pompato dal cuore nei vasi; le arterie, i vasi che partono dal cuore e devono sopportare la massima pressione sanguigna con flusso di sangue che va dal cuore verso la periferia; i capillari, i piccoli vasi dove avvengono gli scambi gassosi e non solo; le vene, i vasi che ritornano al cuore con flusso di sangue che va dalla periferia al cuore; il sistema linfatico. Nell'uomo vi sono due circuiti sanguigni: la **grande circolazione** o circolazione

La respirazione di ossigeno

sistemica, che porta il sangue più ossigenato dal cuore al corpo e - quando diventa meno ossigenato - dal corpo al cuore, e la **piccola circolazione** o circolazione polmonare, che porta il sangue meno ossigenato dal cuore ai polmoni e - quando diventa più ossigenato - dai polmoni al cuore. I due circuiti sono collegati in serie in modo che tutto il sangue possa fluire attraverso il circolo polmonare. Non è quindi vero che le arterie portano sempre sangue più ossigenato e le vene meno ossigenato: nella piccola circolazione accade il contrario!



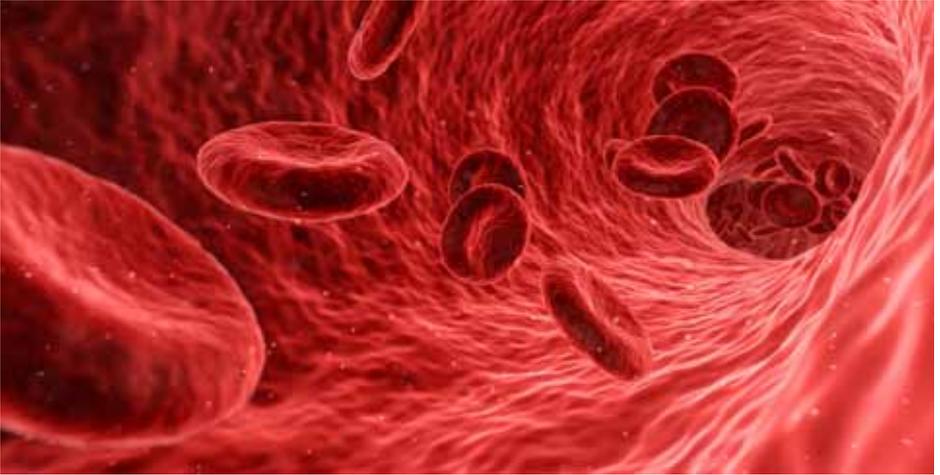
La **frequenza cardiaca** media nell'adulto è circa 70-80 battiti (a riposo), ma in soggetti sportivi essa può essere molto più bassa (bradicardia). Il cuore pompando il sangue genera una **pressione arteriosa**, che è la pressione (forza agente sull'unità di superficie) del sangue arterioso sistemico (quindi della grande circolazione) misurata a livello del cuore, infatti la pressione arteriosa diminuisce progressivamente dal ventricolo sinistro fino ai capillari. Si distingue in pressione sistolica (o "massima"), durante la contrazione (o sistole) ventricolare e pressione diastolica (o "minima"), durante il rilassamento (o diastole) ventricolare. Il valore di riferimento ottimale per la pressione arteriosa nell'adulto è 100-120 per la sistolica e 70-80 per la diastolica, utilizzando come misura i millimetri di mercurio (mm Hg).





Saturazione dell'emoglobina

Il **trasporto dei gas nel sangue** avviene con modalità diverse per l'ossigeno e l'anidride carbonica. L'**ossigeno** si lega all'**emoglobina**, una proteina presente nei globuli rossi.



Sebbene esista una piccola percentuale di gas non legata all'emoglobina (pari a circa 0,3 ml su 100 ml di sangue, cioè 0,3%), il resto dell'ossigeno è legato e trasportato dall'emoglobina. L'**anidride carbonica** invece si scioglie nel sangue, formando acido carbonico, che a livello polmonare è eliminato con l'espiazione sotto forma nuovamente di anidride carbonica. Tra i due gas quello ha maggiore importanza sul controllo della respirazione è indubbiamente l'anidride carbonica, in quanto sono le sue variazioni che principalmente stimolano le risposte dei centri respiratori.

Quando si ha un mancato arrivo di ossigeno in quantità sufficiente alle cellule si ha una "ipossia". Essa può interessare tutto il corpo (**ipossia generalizzata**) o solo parte di esso (**ipossia distrettuale**). La situazione ipossica può dipendere quindi da numerosi fattori. Per esempio può accadere che sia presente poco ossigeno nel gas inspirato dall'ambiente (per esempio in luoghi chiusi come cisterne, pozzi, ecc. o durante un incendio) o per via della rarefazione dell'aria (come avviene alle grandi altitudini). Oppure

La respirazione di ossigeno



può esserci una ostruzione delle vie aeree che impedisce il passaggio dell'aria nei polmoni. Inoltre può essere collassato un polmone o entrambi, tanto che non rispondono più all'azione dei muscoli respiratori. Oppure si può avere un problema alla superficie di scambio gassoso negli alveoli (come ad esempio nel caso della polmonite o nell'annegamento).

Infine si può avere l'arresto respiratorio. Conseguenza di questo malfunzionamento dell'apparato respiratorio è che il livello di ossigeno nel sangue diventa troppo basso ("**ipossiemia**").

Se invece fino allo scambio gassoso fra polmoni e sangue tutto funziona correttamente, l'ipossia può essere dovuta a un problema circolatorio per cui una riduzione della funzione di pompa del cuore (infarto, arresto cardiaco) o la presenza di emorragia determina una



diminuzione del sangue circolante (con shock ipovolemico) e con esso della quantità di ossigeno trasportato. Si può avere anche una ipossia ematica, originata da una insufficienza di emoglobina, per cui la quantità di emoglobina contenuta nei globuli rossi è limitata, come è caratteristico nell'anemia. Una ipossia tissutale può essere dovuta invece ad aterosclerosi, ictus, trombosi, embolia (tipica delle attività subacquee con autorespiratore). Infine l'ipossia può essere cellulare, originata da alterazioni dello scambio a livello cellulare, dovute per esempio ad alcolismo, overdose da eroina, intossicazioni da cianuro; anche se è fornito un adeguato apporto di ossigeno ai tessuti, ne è impedito il suo trasporto all'interno delle cellule.



Capitolo 2

Un indice importante di respirazione e circolazione efficiente in molti casi è la **saturazione dell'emoglobina**, che può essere misurata con il pulsiossimetro (quella pinzetta che si applica



al dito presente in tutti i centri di pronto soccorso). In pratica lo strumento, oltre alle pulsazioni cardiache, misura la percentuale di saturazione dell'emoglobina nel sangue. Si noti che lo strumento non permette di stabilire con quale gas sia legata l'emoglobina, ma solo la percentuale di emoglobina legata; poiché normalmente l'emoglobina lega l'ossigeno (però potrebbe anche legare il monossido di carbonio, diventando carbossiemoglobina), possiamo ritenere la misura una valida stima della quantità di ossigeno presente nel sangue. I valori normali di saturazione dell'emoglobina sono fra il 95 e il 99%. Valori fra 90% e 95% indicano una lieve ipossiemia, per la quale è consigliata l'assistenza con ossigeno, inferiori al 90% sono segno di problemi respiratori o circolatori che richiedono l'allertamento del Servizio di Emergenza Sanitaria Territoriale. Valori sotto l'80% sono da ritenersi gravissimi. In assenza del pulsiossimetro può essere interpretata come segno di ipossiemia una colorazione cianotica di labbra e orecchie.

La respirazione di ossigeno

Utilità della respirazione di ossigeno

È quindi ovvio che in tutti i casi di ipossia la somministrazione di ossigeno, purché esso riesca a raggiungere il sangue e questo circoli nel corpo, sia di grande aiuto. Anche nel caso di ostruzione parziale dei vasi sanguigni, infatti, una quantità limitata di sangue ben ossigenato può ridurre la carenza di ossigeno a valle dell'ostruzione.

Non bisogna poi dimenticare il ruolo importantissimo che l'ossigeno può avere anche nelle tecniche della rianimazione cardiopolmonare.

Infatti la semplice ventilazione bocca a bocca porta ad avere percentuali di ossigeno nell'aria espirata dal soccorritore e insufflata nell'infortunato vicine al 16%, inferiori persino a quelle dell'aria usuale, con le quali si riesce a mantenere una

saturazione dell'emoglobina non inferiore al 90%. Tale valore è appena sufficiente a garantire la sopravvivenza dei neuroni per un limitato periodo di tempo. Va aggiunto tuttavia che la semplice ventilazione meccanica esterna (anche bocca-bocca), grazie alla maggiore diffusibilità dell'anidride carbonica (circa 40 volte superiore a quella dell'ossigeno) riesce almeno in parte a eliminare questo gas di scarto.



Con la somministrazione di ossigeno durante la rianimazione cardiopolmonare (tramite una pocket mask con attacco ossigeno) la percentuale di saturazione dell'emoglobina arriva ai massimi livelli.

La lista dei casi in cui la somministrazione di ossigeno è un utile compendio al primo soccorso è



molto lunga. Potremmo citare, a solo titolo di esempio: l'attacco cardiaco, l'ictus, l'edema polmonare acuto, le ferite al torace con lesione dei polmoni, le ferite di organi interni, le emorragie, il politraumatizzato, lo shock, la sincope, lo shock anafilattico, l'asma, l'intossicazione da gas o fumi, la folgorazione, l'embolia gassosa arteriosa, la patologia decompressiva (tipiche delle attività subacquee) e, naturalmente, la sindrome da sommersione-annegamento. È quindi di vitale importanza che tutti i soccorritori professionali sappiano somministrare ossigeno.

Aspetti legali della somministrazione di ossigeno

Vista l'importanza che l'ossigeno ha in così tante situazioni di emergenza, si potrebbe pensare che esso sia facilmente disponibile e di libero utilizzo. In effetti è così in molte nazioni; invece nel nostro Paese ciò non è del tutto vero.



Probabilmente le restrizioni applicate all'ossigeno derivano da alcune considerazioni di carattere medico e da altre di carattere economico.

La respirazione di ossigeno infatti può comportare anche rischi di tipo medico. Per fortuna tali rischi si manifestano solo per lunghe esposizioni e a pressioni parziali di ossigeno superiori a 1 atmosfera. Un soccorritore può somministrare ossigeno a pressione ambiente (al massimo pari a 1 atmosfera) e con un contenuto massimo del 100% di ossigeno. Quindi anche nei casi limite si arriva a somministrare ossigeno con pressione parziale pari a 1 atmosfera (**“ossigeno normobarico”**). Operando come soccorritori e utilizzando ossigeno normobarico probabilmente non vi troverete mai di fronte a situazioni problematiche causate dagli effetti collaterali dell'ossigeno. Il tempo necessario per l'instaurarsi di queste condizioni patologiche sarebbe troppo lungo per causare un qualsiasi tipo di problema durante le normali procedure di primo soccorso.

Approfondimento



È comunque utile sapere quali conseguenze la respirazione di ossigeno potrebbe indurre in un certo tipo di pazienti.

La tossicità acuta dell'ossigeno sul Sistema Nervoso Centrale, non molto comune, si può raggiungere solo respirando, anche per esposizioni relativamente brevi, miscele gassose con pressione parziale di ossigeno superiore a l'atmosfera e quindi non interessa l'ossigeno normobarico. Come altra conseguenza si può avere una distruzione dei tessuti polmonari, ma anche questa è dovuta ad alte concentrazioni di ossigeno somministrato per lunghi periodi.

Oppure si può produrre il collasso degli alveoli; se l'erogazione di ossigeno è troppo elevata e persiste per un periodo di tempo molto lungo (vicina al 100% per più di 24 ore) gli alveoli possono collassare e non essere più in grado di riacquistare le loro dimensioni normali, determinando una condizione patologica nota come "atelectasia".

La respirazione di ossigeno normobarico a concentrazione superiore al 30% potrebbe dare luogo a un arresto respiratorio in soggetti in respiro spontaneo con Bronco Pneumopatia Cronica Ostruttiva ("BPCO", quali enfisema o bronchite cronica). Ciò è conseguenza di un'incauta correzione dell'ipossiemia (cioè di una scarsa quantità di ossigeno nel sangue), che può portare a una inibizione del centro respiratorio. Il centro respiratorio, infatti, agisce per un doppio stimolo: la bassa concentrazione di ossigeno nel sangue (ipossiemia) e l'alta concentrazione di anidride carbonica (ipercapnia). Nel broncopatico cronico, invece, il centro respiratorio diventa pressoché insensibile allo stimolo dell'ipercapnia e sente solo lo stimolo ipossiémico. Quindi un alto valore di ossigeno nel sangue potrebbe portare all'arresto respiratorio.



Capitolo 2



In conseguenza di queste considerazioni l'ossigeno è stato ritenuto per molto tempo un farmaco e come tale somministrabile solo da personale medico. Le successive considerazioni economiche del Servizio Sanitario Nazionale hanno fatto sì che l'ossigeno sia acquistabile solo sulla base di una prescrizione medica.

Tuttavia il considerare l'ossigeno come farmaco va in contrasto con quanto detto prima sull'utilità della sua respirazione in emergenza e persino con leggi e regolamenti nazionali e internazionali; per esempio le barche per immersioni subacquee devono avere a bordo obbligatoriamente un kit per la somministrazione di ossigeno normobarico!

Il tutto ha portato il Ministero della Salute a richiedere un parere al Consiglio Superiore di Sanità in merito alla somministrazione di ossigeno in emergenza. In data 12 Dicembre 2011 il Consiglio «ha rilevato che la somministrazione di ossigeno medicale è regolata dalla legge sulla prescrizione dei farmaci che richiedono ricetta medica, per quanto riguarda la vendita, ma l'ossigeno non

è un farmaco la cui somministrazione è limitata al medico o al personale sanitario».

In seguito a questo parere, con circolare del 20/03/2012, il Ministero della Salute ha decretato che «Si ritiene, pertanto, che sia consentito a personale non medico, in



La respirazione di ossigeno

assenza di un parere medico, somministrare ossigeno esclusivamente in situazioni di emergenza senza incorrere nell'esercizio abusivo della professione medica, se tale pratica è affidata a figure stabilmente presenti nei luoghi dove esistano rischi che richiedano, se emergenti, la somministrazione di ossigeno (bagnini, istruttori subacquei, capitani delle barche che accompagnano i sub per immersioni ...) e sia previsto un addestramento in Primo Soccorso che fornisca conoscenze pratiche e tecniche tali da garantire la sicurezza necessaria per agire in modo rapido ed efficace in caso di emergenza».

La stessa circolare chiarisce

anche l'importanza del pulsioossimetro (detto "saturimetro arterioso") nella gestione delle emergenze: «Ritenendo, inoltre, che



il monitoraggio della saturimetria sia fondamentale per capire la gravità dell'ipossiemia e per verificare l'esito delle manovre di rianimazione mentre vengono eseguite, si considera necessario inserire il "Saturimetro Arterioso" tra gli strumenti di base per la gestione delle emergenze».





La gestione dell'ossigeno

In questo capitolo:

- Produzione di ossigeno
- Combustione
- Aspetti legali del commercio di ossigeno



Produzione di ossigeno

La produzione di ossigeno su base industriale fu una idea realizzabile solo dalla fine del 1800, quando si riuscì a **liquefare l'aria**. Con l'aria liquefatta si può effettuare il suo "frazionamento", cioè la divisione nelle sue frazioni principali: ossigeno e azoto.

La separazione si può ottenere poiché alla temperatura di circa -196 °C l'ossigeno è liquido mentre l'azoto è gassoso.

In pratica il tutto si ottiene tramite le **colonne di frazionamento**, dei grossi serbatoi verticali in pressione. Aria compressa a circa 200 atmosfere è inviata in una prima colonna (a pressione di circa 5 atmosfere). L'espansione dell'aria produce un intenso raffreddamento, mediante il quale si raccoglie una miscela liquida



composta dal 60% di azoto e 40% di ossigeno sul fondo della colonna e azoto quasi puro in testa (punto più alto). La miscela è poi mandata in una successiva colonna a pressione atmosferica, in cui si recupera azoto purissimo in testa e ossigeno liquido al 95% al fondo. Il rimanente 5% è composto principalmente da argon.

La gestione dell'ossigeno

L'ossigeno può essere poi ulteriormente purificato, fino a raggiungere valori molto prossimi al 100%. L'ossigeno è poi distribuito al commercio o in fase liquida in **contenitori criogenici** (a bassissima temperatura) o in fase gassosa in **bombole ad alta pressione** di diversa capacità (da 3 a 50 litri) . Il loro contenuto in ossigeno a 200 atmosfere (la pressione più diffusa) varia quindi da 600 a 10.000 litri di gas a pressione atmosferica.

Generalmente si distinguono **tre diversi tipi di ossigeno**. L'**ossigeno industriale** ha requisiti di purezza inferiori (è sufficiente anche una concentrazione al 90%) ed è utilizzato per molti scopi, fra i quali anche le saldature ossiacetileniche. L'**ossigeno medicale** o ossigeno FU (Farmacopea Ufficiale) ha buoni requisiti di purezza (non meno del 99,5% per la Farmacopea Europea ed. 7.0, vol 2, pag 2648). L'**ossigeno aeronautico** ha requisiti ulteriormente stringenti (99,997 secondo la norma MIL-O-27210). C'è da notare che spesso chi produce ossigeno non differenzia i gas in produzione, tenendosi sempre ai massimi livelli di purezza. Poi quando il gas viene distribuito sono gli stessi contenitori che fanno la differenza. Una bombola di ossigeno per uso industriale non soddisfa certo gli stessi requisiti di pulizia, ispezioni periodiche, scadenza del contenuto che si applicano a una bombola di ossigeno medicale. L'ossigeno gassoso per uso industriale,



Purezza dell'ossigeno

Per indicare il grado di purezza di un gas, soprattutto in campo industriale, si usa la "notazione a punto" o "scala del nove", che utilizza due cifre separate da un punto: la prima cifra indica il numero di nove presenti, mentre la seconda - dopo il punto - indica il primo decimale diverso dopo i 9. Per esempio:

2.5 = 9,95%
4.7: 99,997%
6.0: 99,99990%.





Capitolo 3

quindi, può contenere una minima percentuale di impurità o altri gas e non è pertanto adatto alla respirazione.

L'**ossigeno liquido** è utilizzato grazie a contenitori criogenici con capacità geometrica fra i 20 e i 45 litri, in grado di sviluppare – a seconda della capacità – da 16.000 a 36.000 litri di gasa pressione atmosferica (rapporto in volume di circa 800:1). All'interno del contenitore l'ossigeno liquido si trova a circa 180 gradi sotto zero,



ma gassifica grazie a una serpentina fino a raggiungere la temperatura ambiente; un riduttore di pressione con selettore di flusso consente di regolare la quantità di litri al minuto erogati. Vi sono anche **contenitori criogenici portatili** (peso di 2-3 kg) di volume compreso tra 0,5 e 1,2 litri di capacità geometrica in grado di sviluppare da 400 a 1.000 litri di ossigeno gassoso. Questi contenitori, con una operazione semplice, possono essere riempiti da un contenitore più grande, consentendo al paziente una mobilità e una autonomia di alcune ore. Un

contenitore criogenico per ossigeno, oltre a rispondere a specifici requisiti di costruzione deve subire un collaudo di verifica ogni dieci anni.

L'**ossigeno gassoso** per uso medico è invece distribuito in bombole, che devono seguire la normativa T-PED 1999/36/CE. Per l'ossigeno medicale si usano in genere bombole di alluminio o acciaio, che devono essere "dedicate", cioè non possono essere utilizzate per



La gestione dell'ossigeno

altri gas, in quanto sono state sottoposte a una specifica pulizia. Le bombole per ossigeno e protossido di azoto (anestetico) medicali dovrebbero essere verniciate di colore verde nella parte cilindrica ed essere dotate da un dischetto metallico con la scritta “**per uso medico**” su cui è punzonata la partiva IVA del proprietario (in conformità al D.M. Trasporti 03/01/1990 e alla nota AIFA del 3/4/2015 e successive); inoltre il gas in esse contenuto deve essere identificabile mediante la **colorazione dell’ogiva superiore (bianca per l’ossigeno)** e la corretta **etichettatura ADR/CE** della bombola.



La **durata di una bombola** dipende dalla sua capacità e dalla quantità di ossigeno erogato. In genere una bombola di un kit di somministrazione ossigeno è di 5/7 litri di capacità, per una pressione di carica massima di 200 atmosfere. Tale capacità consente, alla massima pressione di carica, almeno 1 – 1,5 ore di autonomia. La **manutenzione della bombola** prevede un collaudo ogni dieci anni (DM Trasporti 16/01/2001 e DM Trasporti 19/04/2001) se la bombola non ha subito ammaccature, urti o qualsivoglia incidente o potenziale difetto che fa ritenere necessario un collaudo prima del termine indicato. A collaudo positivo sull’ogiva della bombola è punzonata la data di effettuazione.

Per ridurre l’alta pressione esistente nella bombola alla pressione ambiente, sulla bombola è montata una valvola riduttrice-regolatrice, dotata di manometro indicante la pressione residua nella bombola. Tale valvola deve essere marcata “CE” a norma del D.L. 24/03/1997 n° 46, che recepisce la Direttiva CE 93/42; inoltre l’accoppiata





Capitolo 3

bombola più valvola deve essere approvata secondo la normativa T-PED (*Directive CE 99/36 e 84/525*); infine il serraggio della valvola sulla bombola deve rispettare la norma UNI EN ISO 13341:2010. Mediante tale valvola è anche possibile regolare il flusso di ossigeno a seconda della necessità.



Un altro modo, diffuso in campo sanitario, di produrre ossigeno è separarlo dall'aria con piccoli “**concentratori di ossigeno**”, che operano sul principio di adsorbimento (assorbimento superficiale) dell'azoto da parte di setacci molecolari (zeoliti), con un meccanismo pendolare (due separatori di cui uno in funzione e uno in rigenerazione). I concentratori riescono a raggiungere purezze fra il 93 e il 95%, che calano però se si aumenta la portata di ossigeno. Il loro grosso vantaggio è che estraggono ossigeno direttamente dall'aria,

non essendoci più bisogno della produzione industriale e dell'utilizzo di contenitori (criogenici o bombole). A seconda della loro grandezza i concentratori di ossigeno possono essere stazionari (del peso di 20-30 kg) per persone allettate, trasportabili su carrellino (10-12 kg) e persino portatili (del peso di 3-4 kg).



Un sistema analogo è quello che elimina (in continua) parte dell'azoto dall'aria attraverso “membrane” filtranti, tuttavia questi sistemi riescono a raggiungere concentrazioni di ossigeno molto basse (40-50%).

Combustione

Maneggiare l'ossigeno non è semplice e richiede numerose precauzioni. Infatti l'ossigeno, come scoprì il padre della chimica Antoine Lavoisier, alimenta la **combustione**, il cui effetto più conosciuto è il **fuoco**. Per produrla occorrono tre elementi: un

La gestione dell'ossigeno

combustibile, un comburente e un innesco. **L'ossigeno è un ottimo comburente**; in presenza quindi di un qualunque combustibile (benzina, petrolio, olio, legna, carta, tessuti ecc.) e di un innesco (fonte di forte calore, sigaretta, scintilla elettrica ecc.) inizia subito una **combustione molto rapida**.



L'aumento di calore prodotto dalla combustione, alimentata continuamente dall'ossigeno, rende combustibili persino i metalli, dando luogo a **incendi di vaste proporzioni**. Con sorgenti altamente concentrate di ossigeno si possono inoltre produrre combustioni ancora più rapide, cioè **"esplosioni"**.

Se appare ovvio che è assolutamente vietato fumare o usare un defibrillatore in presenza di una sorgente di ossigeno aperta, di evidenza meno immediata possono essere altre situazioni altrettanto in grado di causare un incendio o uno scoppio. Per questo bisogna mettere in atto una serie di **precauzioni molto importanti** quando si somministra ossigeno. Bisogna assolutamente evitare la presenza, anche in tracce, di combustibili o inneschi (anche il semplice calore). Ne riassumiamo qui alcune in merito alle bombole, valide in parte anche per recipienti criogenici:

- Utilizzare sempre bombole e recipienti collaudati, controllando la data dell'ultima verifica.
- Non fumare, accendere fiamme o far scoccare scintille in presenza di contenitori di ossigeno.
- Non apporre nastro adesivo sui componenti (la colla può essere combustibile).
- Non esporre i contenitori di ossigeno a temperature superiori a 50 °C; non lasciarli al sole o chiusi nel bagagliaio dell'auto parcheggiata al sole.

**SAFETY
FIRST**



Capitolo 3

- Stivare le bombole di ossigeno in un luogo protetto per impedire che cadano accidentalmente.
- Quando l'unità non è utilizzata, mantenere la rubinetteria della bombola ben chiusa e il sistema di erogazione non in pressione.
- Utilizzare solo recipienti criogenici, bombole, sistemi di erogazione e manometri ossigeno-dedicati e a norma.
- Verificare che la bombola, le sedi della rubinetteria e le guarnizioni siano sempre in buono stato.
- Utilizzare solo guarnizioni, oli e grassi speciali (compatibili con ossigeno) per eventualmente sostituire o lubrificare le guarnizioni di tenuta o i componenti del sistema di erogazione.
- Fare ricaricare la bombola di ossigeno se la pressione al suo interno si è ridotta con l'uso.



Aspetti legali del commercio di ossigeno

Con le ultime restrizioni attuate in campo legislativo risulta veramente **difficile possedere un proprio contenitore di ossigeno** (sia criogenico che bombola per ossigeno gassoso). Infatti il Comunicato AIFA (Agenzia Italiana del Farmaco) del 3/4/2015 riporta quanto segue.

«Le confezioni di gas medicinali costituite dalle bombole e dai contenitori criogenici e dai relativi sistemi di chiusura (valvole di intercettazione o riduttrici), devono essere messe in commercio in condizioni tali da garantire la qualità del gas medicinale contenuto, nonché la sicurezza dei pazienti e degli operatori (personale addetto alla produzione e alla distribuzione, personale medico-infermieristico).

Il titolare AIC (*NdA: Autorizzazione all'Immissione in commercio di un Farmaco*) assume di fatto la responsabilità dell'immissione

in commercio del gas medicinale, confezionato in bombole o in contenitori criogenici, che devono essere di proprietà dello stesso titolare di AIC.

Pertanto, al fine di assicurare la qualità e la piena conformità del gas medicinale immesso sul mercato, **i produttori non possono più riempire bombole di proprietà di terzi** (farmacie, ospedali, autoambulanze, ecc.) su richiesta di questi ultimi, ma devono utilizzare esclusivamente bombole proprie o appartenenti al titolare AIC, in accordo alle confezioni autorizzate al rilascio dell'AIC.» Il successivo comunicato del 10/4/2015 poneva come termine ultimo di adeguamento il 31/12/2015, poi procrastinato al 31/12/2016 dal Comunicato AIFA del 4/12/2015 e ancora al 30/06/2017 dal comunicato del 22/12/2016. Questa regola non si applica, come precisato dall'AIFA, solo alle bombole in dotazione ai mezzi aerei ed elicotteri per trasporto pazienti.

A questo punto risulta evidente che per essere in regola al momento della ricarica **conviene prendere in affitto contenitori criogenici o bombole** di proprietà dei produttori di ossigeno o dei titolari di AIC, tenendo presente che sempre L'AIFA ha recentemente ridotto la **validità della carica** delle bombole commercializzate dalle aziende produttrici da 5 a 2 anni, nel senso che dopo due anni è comunque necessario rendere la bombola al proprietario (anche se mai utilizzata) per ottenere il rinnovo della sua validità.





La somministrazione di ossigeno

In questo capitolo:

- Modalità di esecuzione dell'ossigenoterapia
- Procedure generali di utilizzo delle bombole
- Presidi per ossigeno e accessori
- Sistemi a domanda
- Cannula nasale
- Maschera a bassa concentrazione
- Maschera ad alta concentrazione
- Pocket mask
- Pallone autoespandibile
- Sistema CPAP di Boussignac
- Ossigenoterapia iperbarica

Modalità di esecuzione dell'ossigenoterapia

Riferendoci alle possibili occasioni nelle quali un soccorritore non sanitario viene a trovarsi, possiamo in sintesi ricondurre la somministrazione di ossigeno normobarico a questi tre scenari:

Stato dell'infortunato	Presidi indicati
Cosciente	maschera facciale - CPAP - cannule nasali - "occhialini"
Incosciente con ventilazione spontanea	maschera facciale - "occhialini" - maschera ad alta concentrazione
Incosciente in arresto respiratorio	pocket mask - pallone autoespandibile

La somministrazione di ossigeno

Procedure generali di utilizzo delle bombole

In questo ultimo capitolo tratteremo dell'utilizzo di diversi presidi per la somministrazione di ossigeno in abbinamento alle bombole di ossigeno gassoso, la forma di contenitore di questo gas che si incontra più comunemente nella gestione delle emergenze. Non tratteremo quindi dei recipienti criogenici o dei concentratori, che in questo specifico campo difficilmente potranno raggiungere la comodità di utilizzo delle bombole.



Nel caso in cui dobbiate intervenire con la somministrazione dell'ossigeno, ovviamente dopo avere svolto la valutazione della sicurezza ambientale e la valutazione primaria dell'infortunato, dovete prima verificare la sussistenza di alcune **condizioni di sicurezza fondamentali**:

- Il luogo in cui si somministra ossigeno deve essere ampio e ben aerato, per evitare pericolosi accumuli di gas. Non ci devono essere scarichi di condotte, motori o altro nelle vicinanze.
- Non ci devono essere fiamme libere o sigarette accese nel raggio di almeno 5 metri.
- Prima di accendere un defibrillatore semiautomatico bisogna chiudere il sistema di erogazione ossigeno e spostarlo ad almeno qualche metro dall'infortunato.
- Durante l'utilizzo la bombola di ossigeno, se non fissata a un supporto verticale, deve essere tenuta orizzontale, in modo che non possa cadere e procurare





Capitolo 4

- danni al sistema di erogazione o lesioni a qualche persona.
- Se l'infortunato è incosciente ma ventila spontaneamente, dovete prima porlo in posizione laterale di sicurezza.
 - Prima di aprire la bombola dell'ossigeno, collegate il presidio di somministrazione scelto.
 - Inizialmente aprite lentamente la rubinetteria della bombola e con il regolatore di flusso alla minima erogazione, per permettere la graduale pressurizzazione del sistema di erogazione, riducendo così i rischi di incendio o esplosioni.
 - Dopo che avete messo in pressione il sistema, chiudete il regolatore di flusso, aprite completamente la rubinetteria e rilevate la pressione di carica della bombola tramite il manometro.
 - Infine regolate il flusso come necessario, verificate che non ci siano perdite e posizionate il presidio sull'infortunato.
 - Alla fine della somministrazione levate il presidio dall'infortunato, chiudete il rubinetto della bombola e depressurizzate il sistema di erogazione (se necessario).



Presidi per ossigeno e accessori

I presidi per la somministrazione di ossigeno possono essere divisi in **tre classi**. La prima è quella dei **presidi a domanda**, cioè sistemi che erogano ossigeno solo quando l'infortunato lo richiede (semplicemente inspirando). La seconda classe è quella dei **presidi a flusso continuo**, in cui il sistema di erogazione fornisce un flusso costante di ossigeno. La terza classe è quella dei **presidi a pressione positiva**, tali cioè da spingere il flusso nei polmoni

La somministrazione di ossigeno

dell'infortunato. Nel seguito di questo capitolo esamineremo i più importanti di ogni classe.

Ogni presidio è composto in parte da **materiali riutilizzabili**, in parte da **materiali monouso**. Questi ultimi vanno gettati dopo l'uso e devono essere ripristinati.

I materiali riutilizzabili possono invece essere lavati e disinfettati (immergendoli per almeno 15 minuti o in apposite soluzioni disinfettanti o in una soluzione al 10% di clorossidante - quale Amuchina, Euclorina ecc) e riutilizzati dopo la completa asciugatura. In ogni caso vanno conservati in una **busta ermetica di protezione**.



Dopo l'uso il kit per la somministrazione di ossigeno (bombola con valvola riduttrice-regolatrice più i diversi presidi) deve essere **ripristinato e riapprontato in ogni sua parte**. Ovviamente, anche se l'ossigeno è stato consumato solo in parte, dovrete fare ricaricare la bombola alla massima pressione possibile oppure sostituirla con un'altra (se in affitto).

Fra gli accessori più importanti per la somministrazione di ossigeno c'è il già esaminato **pulsiossimetro**, che consente di verificare la saturazione dell'emoglobina. Esso deve essere installato su un dito dell'infortunato (la misura è più accurata se l'unghia non è smaltata) subito (serve anche per la valutazione primaria) e poi mantenuto in posizione in quanto permette di verificare l'efficacia della eventuale rianimazione





Capitolo 4

cardiopulmonare e della somministrazione di ossigeno. Tenete comunque presente che l'ipotermia dell'infortunato può inficiare la validità della misura e che il pulsiossimetro non distingue la saturazione dell'emoglobina con ossigeno da quella con monossido di carbonio.



Un altro accessorio utile è un **piccolo aspiratore**. Sebbene esistano diversi tipi di dispositivi portatili di aspirazione, le unità utilizzabili nel primo soccorso sono essenzialmente di due tipi: a elettricità, che funzionano con batterie ricaricabili e ad azione manuale,

meno potenti dei sistemi elettrici. Gli aspiratori dispongono di "cateteri" semirigidi di varie misure, con i quali è possibile l'aspirazione della bocca e del faringe per liberarli da eventuale sangue, saliva o vomito. L'aspirazione deve avere luogo solo in fase di ritiro del catetere, in modo tale da evitare di risucchiare i tessuti molli di bocca e faringe.

Con i pazienti incoscienti sono molto utili le **cannule orofaringee**, formate da un'estremità rotondeggiante, detta "flangia", che continua in un tubo ricurvo di piccole dimensioni, solitamente



La somministrazione di ossigeno

di plastica. Il tubo è inserito nella bocca dell'infortunato fino a raggiungere la gola, mentre la flangia si colloca sulle sue labbra. Il dispositivo mantiene la lingua nella bocca evitando che si adagi nella gola, sostituendo due delle tre manovre di pervietà delle vie aeree: l'apertura della bocca e il sollevamento del mento. Il soccorritore ha così le mani libere per altri scopi. Inoltre alcuni presidi per la somministrazione di ossigeno si possono connettere direttamente alle cannule. Come scegliere la cannula di lunghezza corretta e come inserirla sono argomenti di altri corsi Salvamento Agency.

Altro strumento utile per la somministrazione di ossigeno in pazienti incoscienti può essere la **maschera laringea**. Ne esistono di diversi tipi, ma in sostanza si tratta di un tubo munito di una cuffia gonfiabile, che è inserito in laringe. Può essere utile anche quando non sia possibile la manovra



ATTENZIONE!

Le cannule orofaringee e la maschera laringea devono essere utilizzati solo da personale sanitario o al limite da soccorritori professionali ben addestrati sotto la **responsabilità e il controllo diretto di un sanitario**. Il rischio di complicanze indotte da un uso approssimativo è infatti elevato. L'addestramento all'uso di tali presidi inoltre non è correttamente effettuabile su manichino, ma solo, e con limitazioni, sul cadavere.

di iperestensione della testa. Sono disponibili in diverse misure e la scelta è effettuata in base al peso corporeo (in genere indicato sulla maschera stessa). La cuffia della maschera deve essere sgonfiata **c o m p l e t a m e n t e** (assumendo l'aspetto di un cucchiaino senza pieghe alla sua estremità) e lubrificata



Capitolo 4

prima del suo inserimento. La punta della cuffia deve essere tenuta premuta verso l'alto contro il palato duro dell'infortunato e quindi contro la parete posteriore del faringe. Senza usare forza si fa avanzare la maschera in ipofaringe finché si avverte una resistenza definitiva. Questa manovra dovrebbe permettere di posizionare la maschera correttamente, con la punta a contatto dello sfintere esofageo superiore. A questo punto si gonfia la cuffia.

In alcune maschere laringee moderne la cuffia gonfiabile è stata sostituita con un cuscinetto di materiale morbido, simile al gel, che non necessita di gonfiaggio; l'operazione è quindi più rapida. Anche la maschera laringea può essere direttamente connessa ad alcuni presidi per la somministrazione di ossigeno. In ogni caso bisogna tenere presente che la maschera laringea non protegge i polmoni dal rischio di aspirazione, pertanto non è indicata per infortunati a rischio di questa complicanza (per esempio a stomaco pieno).



Sistemi a domanda

Il sistema a domanda **fornisce ossigeno solo nel momento in cui l'infortunato inspira**. È composto da un erogatore a domanda, da posizionare sul viso dell'infortunato, collegato, tramite un tubo pneumatico detto "frusta", a un particolare attacco (se presente) della valvola riduttrice-regolatrice. Infatti affinché l'erogatore possa funzionare correttamente l'uscita cui connettere la frusta deve fornire ossigeno ad alcune atmosfere di pressione (In genere 7-8). L'erogatore presenta un corpo principale di forma cilindrica con un pulsante centrale per il comando manuale dell'erogazione. All'uscita del piccolo condotto di erogazione c'è una "maschera" in silicone che copre bocca e naso dell'infortunato, in modo da

La somministrazione di ossigeno

farlo respirare con entrambi, cioè più facilmente. La maschera va fatta aderire accuratamente al volto dell'infortunato, per evitare perdite e fare respirare l'ossigeno a una **concentrazione vicina al 100%**; per una migliore tenuta la maschera è dotata di elastici



per il fissaggio sulla nuca e sul collo dell'infortunato. La maschera dovrebbe essere trasparente, per consentire al soccorritore di verificare il buon funzionamento del sistema tramite un particolare segnale: durante l'espiazione la maschera si appanna, mentre durante l'inspirazione si disappanna.

L'uso dei sistemi a domanda consente un minore consumo di ossigeno (quindi una **maggiore durata della bombola**), ma va bene solo per infortunati coscienti, collaboranti e che possano effettuare lo sforzo respiratorio, seppur ridotto, necessario ad azionare il sistema.

In un sistema a domanda in genere non ci sono componenti monouso; dopo il suo utilizzo si può disinfettare, facendo però attenzione perché i composti a base di cloro possono rovinare le plastiche morbide e gli elastici. Per la disinfezione sarebbe meglio utilizzare soluzioni di sali quaternari ammonici.

Esistono infine unità a domanda con sistema a ricircolo di gas ("rebreather"). In pratica il gas espirato è canalizzato in un filtro che assorbe CO₂ e poi reintegrato di nuovo dell'ossigeno. In questo modo una bombola da 2 litri, caricata a 200 bar, può durare anche più di 6 ore!



Capitolo 4

Cannula nasale



La cannula nasale (od occhialini per ossigeno) è un **presidio a flusso continuo** che si utilizza per gli **infortunati che hanno necessità di aumentare la concentrazione di ossigeno nell'aria inspirata**, ma **non di respirare ossigeno puro o quasi puro**; ciò avviene per esempio quando la loro saturazione dell'emoglobina è di poco inferiore al 95%. Consiste in un sottile tubo antischiacciamento in PVC trasparente, con un terminale circolare

provvisto di due piccoli ugelli che sporgono in direzione delle narici del paziente. Il terminale si fissa semplicemente facendolo girare dietro le orecchie dell'infortunato (da cui il nome "occhialini") e stringendolo un poco sulla gola. Regolando il flusso di ossigeno della valvola **fra 1 e 6 l/min** si possono ottenere nella miscela inspirata **concentrazioni di ossigeno tra il 24% e il 44%**. La cannula nasale è considerata **completamente monouso**.



Maschera a bassa concentrazione

La maschera a bassa concentrazione, detta anche "a facciale semplice" o "mascherina", è un **presidio a flusso continuo** più efficace della cannula nasale. È realizzata in genere in silicone trasparente e ha forma anatomica per coprire naso e bocca. Si distingue per la presenza sui lati di fori aperti, che permettono all'aria di entrare e uscire durante la respirazione. È dotata di

La somministrazione di ossigeno

un elastico da passare sulla nuca dell'infortunato per mantenerla in posizione. All'altezza delle narici sulla maschera è presente un innesto, su cui va inserito il tubetto in silicone



che la collega all'uscita a pressione atmosferica della valvola riduttrice-regolatrice. Nella maschera si mescolano l'ossigeno puro che arriva dal sistema e l'aria ambiente, proveniente dai fori laterali della maschera. In pratica questo presidio permette di raggiungere concentrazioni superiori a quelle della cannula nasale ma non permette la respirazione di ossigeno puro. Il valore della concentrazione dipende dal flusso di ossigeno e dal volume respiratorio dell'infortunato. Con un flusso di **5-6 l/min** è poco più del **40%**. Aumentando il flusso a **15 l/min** e facendo attenzione a sagomare bene la maschera sul volto per ridurre le perdite, si riesce a ottenere una concentrazione **fra il 70% e 80%, con punte anche vicine al 90%**. Poiché il flusso è elevato, con questa maschera la durata della bombola è ridotta. Il vantaggio di questo presidio è che non aumenta lo sforzo respiratorio ed è ben tollerata dagli infortunati. Si può utilizzare in tutti i casi di infortunato in respiro spontaneo. La sua trasparenza permette di verificare, tramite il suo appannamento/disappannamento, il corretto funzionamento del sistema. Sebbene possa essere disinfettata, anche la maschera a bassa concentrazione è considerata **monouso**.





Maschera ad alta concentrazione

La maschera ad alta concentrazione, pur rimanendo un **presidio a flusso continuo** di maggiore efficacia rispetto ai precedenti, è di minore diffusione. Questo tipo di maschera è una evoluzione del tipo a bassa concentrazione. I fori laterali sono chiusi da valvole unidirezionali, che permettono il flusso solo verso

l'esterno. All'innesto per il tubetto dell'ossigeno è collegato un "sacco polmone" o "reservoir" di capacità inferiore a 1 litro. L'innesto è munito di valvola unidirezionale, in modo che il flusso di ossigeno passi nel sacco polmone e poi nella valvola. In questo modo l'ossigeno può riempire il sacco polmone e poi passare nella maschera, mentre il gas espirato non può rientrare nel sacco polmone. Così durante l'inspirazione l'ossigeno contenuto nel sacco polmone passa nella



maschera e raggiunge il sistema respiratorio, mentre le valvole esterne si chiudono impedendo una miscelazione con l'aria. Durante l'espirazione la maggiore parte dell'espirato uscirà dalle valvole sulla maschera, mentre il flusso di ossigeno continuerà a riempire il sacco polmone. Con la maschera ad alta concentrazione è possibile ottenere, dopo una buona sagomatura della stessa sul volto dell'infortunato, **concentrazioni di ossigeno che superano il 90% e approssimano il 100%**, con un flusso di ossigeno inferiore (**10 l/min**).

Anche in questo caso la trasparenza della maschera permette di verificare, tramite il suo appannamento/disappannamento, il corretto funzionamento del sistema. Tuttavia un altro segnale di corretto funzionamento e di flusso ben regolato è lo svuotamento per due terzi del sacco polmone a ogni inspirazione dell'infortunato. Dovete tenere costantemente sotto controllo l'infortunato,

La somministrazione di ossigeno



perché se il flusso di ossigeno si interrompe egli corre il rischio di soffocare. **Ogni 5-10 minuti** è bene rimuovere la maschera, svuotare completamente il sacco polmone e riempirlo nuovamente con l'ossigeno puro. Ricordate infine che utilizzando questo tipo di presidi è necessario che il flusso di ossigeno sia attivato prima di posizionare la maschera sull'infortunato e sia interrotto solo dopo che la maschera è stata rimossa dal volto.

Questo è sicuramente il presidio a flusso continuo più efficace per la somministrazione di ossigeno a un infortunato in respiro spontaneo ma la sua applicazione, come visto, richiede maggiore attenzione. Inoltre potrebbe generare uno stato di ansia nell'infortunato, impressionato dal reservoir.

Sebbene possa essere disinfettata, anche la maschera ad alta concentrazione deve essere considerata **monouso**.





Pocket mask

Sicuramente avete già utilizzato la “pocket mask” nei corsi Salvamento Agency. È una **maschera per ventilazione artificiale** realizzata in materiale relativamente morbido e pieghevole, tanto che può essere riposta nella tasca del soccorritore (da qui il nome “maschera tascabile” in inglese). È utilizzata con la tecnica di ventilazione bocca-maschera nella rianimazione cardiopolmonare, per eseguire le ventilazioni senza contatto diretto con la bocca dell'infortunato. Inoltre presenta una valvola unidirezionale sul boccaglio che impedisce il ritorno dell'espirato dell'infortunato verso il soccorritore.



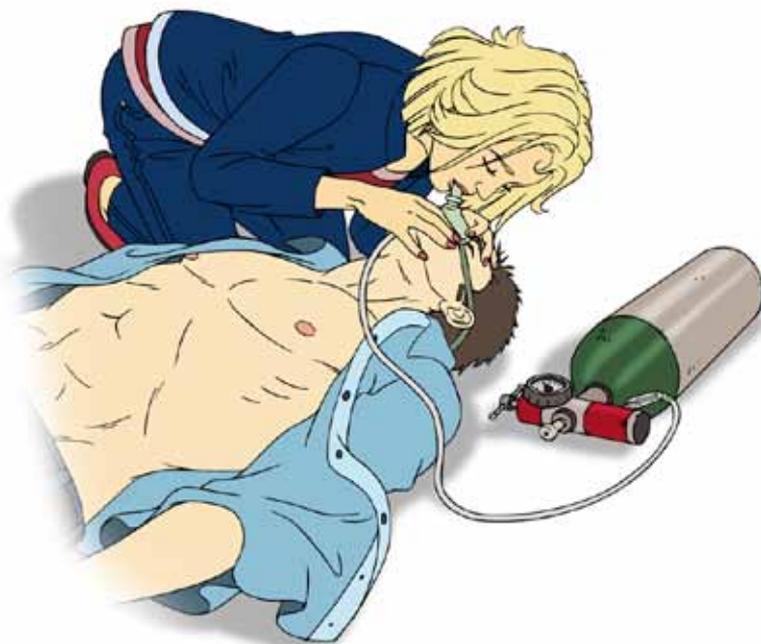
Alcune pocket mask dispongono di un **attacco per l'ossigeno**, oltre al boccaglio per la ventilazione bocca-maschera. Connettendo l'attacco ossigeno al tubetto si collega all'uscita a pressione atmosferica della valvola riduttrice-regolatrice e, regolando **il flusso a 15 l/min**, nella maschera l'ossigeno si meschia con l'aria insufflata dal

soccorritore. **Non si raggiungono concentrazioni di ossigeno molto elevate**, ma certamente **superiori al 16% dell'espirato normale** che arriverebbe all'infortunato senza la somministrazione di ossigeno.

L'uso della pocket mask è limitato al caso di **infortunato che necessita di rianimazione cardiopolmonare**.

La somministrazione di ossigeno

La **pocket mask** può essere disinfettata, come in genere la valvola unidirezionale, tuttavia può essere presente un diaframma di protezione (interno) che potrebbe essere considerato **monouso**.



Pallone autoespandibile

Entriamo nel settore dei **presidi a pressione positiva** con il pallone autoespandibile, applicabile solo a pazienti in arresto respiratorio. È lo stesso pallone (spesso detto “Ambu” dal nome commerciale) utilizzato in altri corsi di soccorso di Salvamento Agency.



È composto da un pallone di materiale plastico autoespandibile, dotato di una valvola unidirezionale, a cui si possono connettere maschere di varie dimensioni, ma anche direttamente maschere laringee e cannule orofaringee. Quando il pallone autoespandibile è compresso, l'infortunato riceve



Capitolo 4

aria attraverso la valvola unidirezionale. Quando si allenta la pressione esercitata dalla mano sul pallone, l'infortunato può eseguire un'espiazione passiva; l'aria da lui emessa non rientra nel pallone ma si disperde nell'ambiente attraverso una



valvola di scarico. Alcuni modelli sono dotati di una valvola di sicurezza prima di quella unidirezionale; la valvola di sicurezza ha la funzione di prevenire danni polmonari dovuti a una eccessiva pressione nella ventilazione. Utilizzato senza ossigeno il pallone autoespandibile permette di ventilare l'infortunato con aria (quindi con concentrazione di ossigeno del 21%). Collegando il tubetto di ossigeno proveniente dal sistema di erogazione all'apposito innesto posto all'ingresso dell'aria e regolando il **flusso a 10-12 l/min** di ossigeno, si possono ottenere **concentrazioni di questo gas fra il 50% e il 60%**.

Analogamente alle maschere ad alta concentrazione anche il pallone autoespandibile può essere dotato di **reservoir**. In questo



caso, sempre con **flusso di 10-12 l/min** di ossigeno, è possibile ottenere **concentrazioni superiori al 90%**. Utilizzare il pallone autoespandibile in modo corretto può rivelarsi difficile; l'ostacolo principale consiste nel mantenere un'adeguata

La somministrazione di ossigeno

aderenza tra il viso dell'infortunato e la maschera, per questo spesso si preferisce abbinarlo alle maschere laringee o alle cannule orofaringee.

Il pallone autoespandibile **può essere pulito, disinfettato e sterilizzato** seguendo le indicazioni del costruttore.

Sistema CPAP di Boussignac

Alcuni sistemi a **pressione positiva** possono essere applicati anche a **infortunati in respiro spontaneo**, come assistenza alla respirazione. Ovviamente il sistema deve essere concepito nella massima sicurezza per l'utilizzatore. Il sistema CPAP, acronimo inglese di "Pressione Positiva Continua delle vie Aeree" è un sistema a pressione positiva che genera un flusso continuo di gas (aria e/o ossigeno). Fra i sistemi CPAP quello di Boussignac (il medico francese che lo ha ideato) è l'unico **completamente aperto**, che non può quindi nuocere all'utilizzatore. La pressione positiva si ottiene infatti con un metodo fluidodinamico: il gas è forzato a passare in una serie di microcanali che ne accelerano la velocità molecolare; questo flusso accelerato incontra un deflettore che indirizza le molecole di gas verso la parte centrale del dispositivo; la turbolenza che si crea genera una pressione positiva. Il livello di pressione è regolabile in continuo ed è monitorabile tramite un apposito manometro. Il **sistema non necessita di energia** per funzionare in quanto utilizza la pressione del gas. È ancora pochissimo diffuso nel soccorso con ossigeno.





Ossigenoterapia iperbarica

Finora si è trattato di sistemi che erogano ossigeno all'infortunato a pressione ambiente (a domanda o a flusso continuo) o di poco superiore (a pressione positiva). Tuttavia in alcune situazioni è utile fare **respirare ossigeno ad alta pressione (iperbarico)** a un infortunato. Parliamo di pressioni superiori di alcune volte all'atmosferica, per le quali diventa necessario comprimere l'intero infortunato. Ciò avviene nelle **"camere iperbariche"**. L'infortunato



è portato alla pressione stabilita immettendo aria all'interno della camera. Grazie a una maschera per naso e bocca l'infortunato può **respirare ossigeno puro** all'interno della camera. Alla fine del trattamento l'infortunato è

decompressato fino a pressione ambiente e può uscire. Questa "ossigenoterapia iperbarica" risulta di ausilio in molte situazioni patologiche, ma anche in casi di emergenza quali intossicazioni da monossido di carbonio, lesioni da schiacciamento, ipoacusia improvvisa ecc. Per un soccorritore che frequenta l'ambiente acquatico è importante sapere che la ricompressione in camera iperbarica è il trattamento di emergenza principe per molti **incidenti decompressivi** che accadono ai subacquei. Le procedure suggerite da tutti gli enti competenti in caso di patologia decompressiva o embolia gassosa arteriosa, anche se si sospettano solamente, prevedono la somministrazione immediata di ossigeno normobarico e il trasporto in camera iperbarica. Sarà poi il medico iperbarico a stabilire se sia necessario il trattamento e con quali modalità.



Via Luccoli, 23 – 16123 Genova – Italy
info@salvamentoagency.it
www.salvamentoagency.it

Il contenuto scientifico di questo manuale è validato dalla
Direzione Generale Sanitaria (dr. Alfredo Rossi) della

Società Nazionale di Salvamento

Fondata in Luglio 1871

Eretta in Ente Morale con R. Decreto 19 aprile 1876

Via Luccoli, 24/4 - 16123 Genova - Italy

Tel. +39 010 2474261 - Fax +39 010 2474223

sede.nazionale@salvamento.it

www.salvamento.it



Salvamento Agency

EMERGENZA