

## RESPIRAZIONE

Ad ogni atto respiratorio, a riposo, entrano ed escono dal nostro apparato respiratorio circa 500 ml di aria (questo volume può aumentare fino ad oltre 2500 ml a seguito di una inspirazione forzata).

Le modificazioni volumetriche del torace, essenziali nella meccanica respiratoria, sono dovute ai movimenti delle coste provocati dalla contrazione muscolare.

Gli scambi gassosi avvengono a livello alveolare, infatti O<sub>2</sub> lascia l'aria in questo distretto per penetrare nel torrente circolatorio mentre CO<sub>2</sub> effettua il passaggio inverso.

Le grandezze respiratorie utili per meglio comprendere i meccanismi che regolano la respirazione sono:

- 1) FREQUENZA è il numero di atti respiratori per minuto (13-16/min) e, generalmente, è inversamente proporzionale alla taglia dell'animale;
- 2) RITMO è la successione degli atti respiratori;
- 3) VOLUME O ARIA CORRENTE, quantità di aria che entra ed esce dall'apparato respiratorio (350-500 ml);
- 4) VOLUME O ARIA RISERVA INSPIRATORIA (ARIA COMPLEMENTARE), quantità massima di aria che dopo una inspirazione normale può essere ancora introdotta nei polmoni con una inspirazione forzata (2000 -3000 ml);
- 5) VOLUME O ARIA RISERVA ESPIRATORIA (ARIA SUPPLEMENTARE), quantità massima di aria che si può ancora espellere dopo una espirazione normale con una espirazione forzata ( 1000-1500 ml);
- 6) CAPACITÀ VITALE è la somma del volume corrente, di quelle di riserva inspiratorio ed espiratorio (3500-5000 ml);
- 7) VOLUME RESIDUO, aria che resta nell'apparato respiratorio dopo una espirazione forzata (1000 ml);
- 8) CAPACITÀ TOTALE é la somma della capacità vitale e del volume residuo (6000 ml);
- 9) CAPACITÀ INSPIRATORIA è il volume massimo d'aria che il soggetto può inspirare partendo dalla posizione espiratoria di riposo e corrisponde alla somma tra aria corrente ed aria di riserva inspiratoria;
- 10) CAPACITÀ FUNZIONALE RESIDUA è la somma del volume di riserva espiratorio ed il volume residuo;
- 11) VENTILAZIONE POLMONARE è il prodotto della frequenza respiratoria per il volume corrente;
- 12) VENTILAZIONE ALVEOLARE è il prodotto del volume d'aria che partecipa agli scambi gassosi per la frequenza degli atti respiratori (5 lt/min);
- 13) SPAZIO MORTO RESPIRATORIO: dei 500 ml di aria di un atto inspiratorio solo i 2/3 arrivano agli alveoli perché il resto passa nelle vie aeree superiori che costituiscono appunto lo spazio morto respiratorio.

Si ha una spazio morto anatomico che corrisponde a quelle cavità dell'apparato respiratorio che non contengono alveoli ed un spazio morto fisiologico che rappresenta il reale volume di gas che non si mette in equilibrio con il sangue. In condizioni fisiologiche le due varianti devono corrispondere

Le proprietà elastiche del polmone e della gabbia toracica sono state oggetto di numerosi studi volti, soprattutto, per tentare di quantificare il lavoro compiuto dai muscoli respiratori

In particolare è apparso interessante valutare le relazioni tra il volume del polmone e/o della gabbia toracica e la pressione dell'aria nel loro interno.

Infatti basta insufflare nel polmone volumi noti d'aria e misurarne i corrispondenti valori di pressione al suo interno che si può, facilmente, costruire un diagramma ponendo sulle ordinate la pressione e sulle ascisse il volume. Se il polmone fosse perfettamente elastico la relazione dovrebbe essere lineare, ma, poiché contiene anche fibre collagene, si ottiene una sinusoidale.

In via sperimentale si fa deglutire al paziente un sondino per misurare la pressione endoesofagea (che è praticamente simile a quella pleurica e ne segue le variazioni), quindi si fanno inspirare volumi noti di aria ed ogni volta lo si invita ad arrestare la propria muscolatura nella posizione raggiunta annotando i corrispondenti valori pressori endoesofagei. Poiché il torace è stato mantenuto rigido, l'entità della depressione intrapleurica dipende solo dal ritorno elastico del polmone potendo, così, costruire il diagramma Pressione-Volume riferito al solo polmone.

Questo diagramma permette di analizzare, nello studio dei fenomeni elastici dell'apparato respiratorio, la COMPLIANCE o distensibilità che viene definita come la modificazione di volume di una struttura provocata da una variazione unitaria di pressione, ne consegue che una struttura elastica ha elevata compliance.

Per POTERE OSSIFORICO del sangue arterioso si intende la capacità che 100 ml di sangue refluo dai polmoni hanno di trasportare 19 volumi di  $O_2$  mentre il sangue che ritorna al cuore, dopo aver circolato negli organi, contiene circa 14 volumi di  $O_2\%$ .

L' $O_2$  è trasportato dal sangue con due modalità:

1) FISICAMENTE SCIOLTO NEL SANGUE in quantità esigua e trascurabile (0,3%) poiché dipende, in accordo con la legge di Henry, alla solubilità del gas ed alla sua pressione parziale nell'aria alveolare. Infatti aumentando questa aumenta proporzionalmente la quantità di  $O_2$  sciolta nel plasma.

2) LEGATO ALLA Hb ERITROCITARIA in quantità molto grande poiché quasi tutto il potere ossiforico del sangue è dovuto alla Hb alla quale l' $O_2$  si fissa labilmente, infatti l'Hb è un cromoprotide che gode della proprietà di legare labilmente l' $O_2$  ossigenandosi a livello polmonare e cedere l' $O_2$  ai tessuti dove la pressione parziale dell' $O_2$  è bassa.

La  $CO_2$  si forma nei mitocondri cellulari rappresentando il termine ultimo del metabolismo aerobico e viene eliminata dai polmoni come prodotto di rifiuto; per giungere agli alveoli deve compiere un percorso abbastanza complesso lungo il quale è trasportata dal sangue.

La  $CO_2$  diffonde dalle cellule solo per il gradiente di pressione e, pur essendo un catabolita, ha un ruolo importantissimo nella regolazione della ventilazione polmonare poiché è in grado di influenzare i recettori specifici periferici e centrali. La  $CO_2$ , contrariamente all' $O_2$ , è trasportata per la maggior quantità dal plasma, infatti, a  $37^\circ C$  ed alla pressione parziale di  $CO_2$  di 40 mmHg, 100 ml sangue contengono circa 50 volumi di  $CO_2$

## **LE TECNICHE DI RESPIRAZIONE**

Una corretta respirazione è fondamentale in qualsiasi attività sportiva, ma riveste un'importanza primaria nella pratica dell'apnea. È importante capire come respirare prima di un'immersione in apnea, sia essa in piscina o in mare. È praticamente impossibile parlare di respirazione senza fare riferimento al rilassamento e viceversa; molto spesso alle tecniche di ventilazione sono abbinate tecniche di autosuggestione, tecniche mentali di rilassamento, training autogeno.

Altra cosa importante, che un apneista ad alto livello dovrebbe conoscere, sono alcune tecniche di respirazione pranayama, anche se richiedono lunghi tempi di apprendimento ed esercizio per poter ottenere benefici.

La regola fondamentale è:

### **NON SI IPERVENTILA MAI PRIMA DI UN'APNEA**

L'iperventilazione non è altro che una tecnica forzata e veloce di espirazione ed inspirazione che porta, a livello fisiologico, ad una riduzione della pressione parziale di CO<sub>2</sub>.

Gli effetti dell'iperventilazione prima dell'apnea sono la comparsa di formicolii alla nuca, o alle dita, o alle labbra ed anche giramenti di testa; quindi evitare assolutamente di immergersi con questi sintomi.

L'iperventilazione provoca un momentaneo senso di benessere e un'assenza del bisogno di respirare. questa però è una situazione assolutamente anomala, artificiale e pericolosa, poiché non appena a livello fisiologico le condizioni normali tendono a ristabilirsi, può sopraggiungere più facilmente la sincope.

Durante un'apnea dopo iperventilazione l'arrivo della prima contrazione diaframmatica viene ritardato, ma l'intervallo che intercorre tra una contrazione e l'altra si riduce notevolmente, e l'intensità della contrazione è più elevata. inoltre l'iperventilazione provoca un aumento della frequenza cardiaca, un innalzamento della pressione sanguigna e un irrigidimento di parecchie fasce muscolari. Queste tre situazioni sono condizioni assolutamente sfavorevoli all'apnea. inoltre vanno contro al principio del cosiddetto diving reflex (riflesso d'immersione) che ogni uomo possiede. Esso è probabilmente dovuto alla natura acquatica dell'uomo, al fatto che ognuno di noi ha vissuto per nove mesi nel grembo materno immerso nel liquido amniotico, ed è innescato da alcuni centri sensitivi che sono situati sul nostro volto. Esso si manifesta con un rilassamento generale a livello muscolare e una diminuzione della frequenza cardiaca e della pressione sanguigna, situazioni quindi contrarie a quelle causate dall'iperventilazione.

C'è solo un caso in cui la tecnica iperventilatoria può risultare utile, ma richiede una perfetta preparazione tecnica, psicologica e teorica, e in ogni caso non è da effettuare immediatamente prima dell'immersione.

Di questo argomento tratteremo più approfonditamente nel capitolo riguardante la fisiologia.

La respirazione nella fase immediatamente precedente l'apnea deve essere molto leggera, lunga, omogenea e senza variazioni brusche tra inspirazione ed espirazione, così come ci insegnano le tecniche pranayama.

Il rapporto tra inspirazione ed espirazione deve sempre essere di 1:2. L'inspirazione deve avvenire attraverso il naso, mentre l'aria defluisce dalla bocca.

Logicamente questo si potrà attuare in un allenamento in piscina mentre in mare dovremo necessariamente lavorare attraverso l'aeratore. questo tipo di respirazione deriva direttamente dal pranayama, la posizione deve essere assolutamente di rilassamento e di decontrazione massima. non è possibile dare dei tempi precisi sulla durata della fase di respirazione in preparazione all'apnea.

Tutto varia dipendentemente da diversi fattori: la stanchezza, la durata dell'allenamento, il tipo di lavoro (breve recuperi o lunghi riposi), lo stress accumulato durante la giornata.

Quindi il ritmo della ventilazione è subordinato al tipo di lavoro che si sta svolgendo, per cui se nei nostri allenamenti ci saranno tempi di recupero molto brevi sarà impossibile in quell'intervallo mantenere dei ritmi di respirazione molto lenti; essi aumenteranno inevitabilmente per dare modo all'organismo di smaltire e recuperare più facilmente nel breve tempo a disposizione.

In conclusione se il tempo tra due apnee permette un totale recupero, la tecnica di respirazione deve essere effettuata come sopra indicato; se l'intervallo è invece ridotto, il ritmo e l'intensità delle ventilazioni potranno essere più elevati, ma comunque controllati al massimo.

Tutte le tecniche di respirazione devono essere di tipo diaframmatico.

Il diaframma è un muscolo posto tra lo stomaco e i polmoni e può ricoprire un ruolo fondamentale nella ventilazione perché permette con una corretta tecnica di poter utilizzare anche la parte inferiore delle cavità polmonari che sono le zone più ampie ma anche difficili da utilizzare attraverso una normale respirazione toracica.

Quando pensiamo di avere completamente svuotato i polmoni al termine di una espirazione, se spingiamo il diaframma verso l'alto ci accorgiamo che abbiamo ancora aria da espirare.

Questo muscolo attraverso il suo movimento, ci permette di muovere in entrata ed in uscita un maggiore quantitativo di aria.

In inspirazione, il diaframma si muove per primo, estendendosi verso lo stomaco; l'aria attraverso il naso, occuperà la parte più bassa dei polmoni, poi, via via, quella intermedia e quella alta (zona clavicolare). l'espirazione avviene invece in senso opposto, partendo dall'alto per arrivare al diaframma, che si muoverà in modo graduale verso la base del polmone.

Tutti questi movimenti devono avvenire in modo omogeneo ed uniforme, senza provocare un intervento o un irrigidimento di altre fasce muscolari.

Nel caso di apnea statica in piscina, l'ultima inspirazione prima dell'immersione non deve mai riempire i polmoni per più del 70% circa in modo da non provocare un riflesso di scoppio causato da uno stiramento molto intenso degli alveoli polmonari, che porta a delle contrazioni iniziali che non ci permettono di trovare un giusto relax.

Nell'immersione profonda invece sarà bene incamerare la maggior quantità di aria possibile, immagazzinandola anche nelle guance, in modo di avere una piccola riserva che può risultare utile nella manovra di compensazione.

**IMPORTANTE:** Prendere l'abitudine di recuperare l'aria preimmessa nella maschera durante la fase di risalita, e non espirare mai completamente dopo l'emersione; cercare sempre di farlo in due tempi, espirazione 50%, inspirazione 50%, espirazione 50%, inspirazione 50% e così via. Poi recuperare completamente prima della nuova immersione.

## IL RILASSAMENTO

Prima di parlare di rilassamento riflettiamo sul concetto opposto, quello dello stress, parola abusata e dai molti significati.

Quando siamo pressati da qualche problema, abbiamo degli impegni gravosi o ci sentiamo inadatti ad affrontare una certa situazione ci sentiamo *stressati*.

Nel nostro modo di vivere attuale, tutti noi abbiamo a che fare con la condizione di stress, che all'inizio non è altro che una condizione emozionale, che ha dei riflessi sia nell'immediato che nel lungo periodo.

La condizione di stress inizialmente non è negativa, favorisce la concentrazione e l'attenzione (pensiamo ad una corsa veloce in automobile) ma a lungo andare può provocare dei danni.

## VARIAZIONI FISILOGICHE INDOTTE DA UNA CONDIZIONE DI STRESS

Pressione arteriosa Ritmo cardiaco Temperatura	Tono muscolare	Secrezioni endocrine
Vasocostrizione	Tensioni e contrazioni muscolari	Vomito
Aritmie	Crampi	Diarrea
Ipossia	Indurimenti	Indigestione
Difficoltà respiratorie	Anestesia muscolare	Sudorazione eccessiva
Brividi	Vista appannata	
Orripilazione	Occhi lacrimosi	
	Affanno	

Abbiamo visto le variazioni fisiologiche, che possono essere tutt'altro che rilevanti, ma che portano a:

## CONSEGUENZE DELLO STRESS

Diminuzione della concentrazione	Diminuzione dell'attenzione
Perdita di agilità	Insomnia
Difficoltà di recupero	Accumulo di lattato ematico
Aumento di peso	Spossatezza

Nell'immersione in apnea dobbiamo quindi rigettare tutte le possibilità di essere stressati, almeno quelle che dipendono da noi stessi e cercheremo di raggiungere attraverso le tecniche di respirazione e rilassamento quella tranquillità che ci è necessaria per il tuffo.

Prima di un'immersione in apnea ci troviamo nella situazione ideale per sfruttare le conoscenze che abbiamo ricevuto.

Siamo in grado di galleggiare, possiamo iniziare la preparazione, fisica e mentale, nel momento in cui mettiamo il viso in acqua.

Abbiamo visto come un ritmo respiratorio calmo e prolungato ci può indurre ad un rilassamento profondo.

La muta ben aderente ma non stretta ci fa galleggiare e possiamo finalmente abbandonarci a delle respirazioni che ci preparano per il tuffo.

In questo momento siamo ben concentrati su noi stessi, respiriamo con calma e con respiri diaframmatici ampi e prolungati, senza sforzo.

Pur rimanendo abbandonati sull'acqua, sentiamo che i nostri muscoli sono decontratti, sembriamo in uno stato di sonno, ma siamo svegli, anche se distaccati, cerchiamo di vederci da fuori.

Poi l'ultima inspirazione, senza affanno e senza contrazioni, sputo del boccaglio e capovolta, muovendo solo i muscoli necessari e sentendo quali sono i muscoli che azioniamo.

In discesa manteniamo il controllo sul nostro corpo, spingiamo con le pinne alla velocità adatta alla discesa, all'assetto, all'allenamento.

Ogni apneista ha la sua velocità di discesa (stiamo parlando di assetto costante), che è la massima velocità economica, quella cioè che permette di raggiungere il fondo nel minor tempo possibile. e con il minor spreco di energie.

Solo con molte discese, e con molte pinneggiate l'apneista capirà qual è la velocità che gli conviene; la sensibilità che ognuno deve avere dipende sia dall'allenamento sia dalla concentrazione che bisogna avere in ogni momento dell'apnea.

Concentrazione sul respiro e decontrazione del corpo in preparazione, sull'ultimo respiro e nella capovolta, sul pinneggiamento e la compensazione scendendo, sulla decontrazione totale se ci fermiamo in fondo magari facendo l'aspetto, sul pinneggiamento e la verticalità in risalita.

L'importanza di evitare l'iperventilazione non sarà mai troppo ribadita; il controllo che possiamo avere con un buon rilassamento di preparazione ci garantirà non solo che neppure un grammo di ossigeno vada sprecato ma anche una maggiore conoscenza di noi stessi e una maggiore sicurezza in immersione.

Prima di un tuffo ci troviamo nella situazione ideale per sfruttare le conoscenze che abbiamo ricevuto.

Ci troviamo in acqua, galleggiamo senza sprofondare con la muta addosso, il viso immerso e respiriamo dal boccaglio.

La muta e tutto il resto che indossiamo, ci fascia ma non ci stringe.

E' il momento più adatto, poiché possiamo prepararci al meglio per l'apnea successiva.

Abbiamo già visto che la respirazione addominale, in fase di preparazione all'apnea, è la più favorevole, sia dal punto di vista economico, maggior quantità di aria e minor sforzo, sia dal punto di vista mentale, inducendo più favorevolmente il rilassamento.

Molte discipline orientali che si occupano di concentrazione si occupano della dinamica del respiro, e la respirazione addominale è il tipo di respirazione più

adatto, quello che permette non solo una maggiore concentrazione, ma anche un migliore contatto con il proprio corpo.

Il primo passo per poter acquisire una maggiore sensibilità di sé è di rendersi consapevoli del proprio respiro.

Sia in palestra che in acqua, cerchiamo di chiudere gli occhi e di “sentire” il nostro corpo che respira.

Può essere, soprattutto all’inizio, una cosa bizzarra, ci si può sentire ridicoli, ma se prolunghiamo le respirazioni, sempre fatte con molta calma, ci accorgeremo di essere molto più consapevoli e più sensibili.

Cominceremo all’inizio ad avvertire di più la scomodità della posizione, la contrazione muscolare di distretti che potrebbero rimanere tranquillamente inattivi.

Aumenteremo, man mano, il “sentire” in maniera nuova il nostro corpo, e continuando questa nostra scoperta, potremo vedere con nuovi occhi i movimenti che facevamo prima.

Camminare, salire le scale, sedersi, correre, ma anche nuotare, sono movimenti complessi che comportano un notevole coordinamento di tante masse muscolari.

Quando noi cominciamo qualcosa di nuovo, ad esempio ad andare in bicicletta, all’inizio facciamo moltissimo sforzo sia muscolare che di equilibrio anche per percorrere poche centinaia di metri. Quando il movimento viene perfezionato, invece, impariamo a fare grandi distanze con uno sforzo tutto sommato trascurabile.

Lo stesso discorso lo possiamo fare sott’acqua, con la differenza, e non è poco, che dobbiamo fare tutto nello spazio di un fiato.

È essenziale risparmiare su tutti i muscoli che non servono, ma per farlo dobbiamo “sentirli”, cioè rendendoci conto della loro esistenza e del loro stato, che sia in tensione o a riposo.

## **BENEFICI DEL RILASSAMENTO**

<b>FISIOLOGICI</b>	<b>PSICOLOGICI</b>	<b>COMUNICATIVI</b>
Riduzione del tono metabolico	Maggiore stabilità emotionale	Minori inibizioni a parlare di sé, dei pensieri e delle sensazioni
Riduzione della concentrazione dell'acido lattico nel sangue	Stabilizzazione e potenziamento della memoria	Facilità a comunicare apertamente con gli altri
Diminuzione significativa del ritmo respiratorio	Capacità di concentrazione e stabilità all'attenzione	Maggiore disponibilità al contatto fisico
Aumentato grado di resistività cutanea	Diminuzione dell'ansia e delle tendenze nevrotiche e depressive	Più comprensione per le esperienze altrui
Riduzione del ritmo cardiaco con aumento della riserva cardiaca	Maggiore sensibilità nella percezione del vissuto delle altre persone	Maggior creatività ed energia negli scambi sociali
Stabilizzazione e normalizzazione del sonno	Rafforzamento dell'io e maggior conoscenza, fiducia e dominio di sé	
Normalizzazione della pressione arteriosa	Maggiore capacità introspettiva	
Equilibrio interemisferico dell'attività del cervello	Ricchezza intellettuale	
Potenziamento dell'equilibrio fisiologico		

da Lorenzo Manfredini - Training Mentale.

Bisogna anche considerare che l'uomo immerso in apnea, per quanto posseda una buona acquaticità, è pur sempre in un ambiente "ostile" ed invariabilmente questa "alterazione di stato" può venire percepita, anche solo a livello inconscio, ed evocare sensazioni piacevoli ma anche creare situazioni spiacevoli (rottura di un timpano, infortuni, problemi dell'attrezzatura) davanti alle quali bisogna, inevitabilmente, esercitare il proprio autocontrollo reprimendo la paura e l'ansia che sovente creano comportamenti inadeguati.

Approfondite osservazioni sull'uomo immerso hanno evidenziato due livelli di paura:

- 1° livello: in cui si ha coscienza obbiettiva del pericolo (rischi indipendenti dal comportamento del subacqueo)
- 2° livello: in cui si hanno "fantasie" del subacqueo sul pericolo reale a partenza dalla propria vita emotiva interiore.

Quindi vi è una unione tra esterno ed interno e questo spiega come davanti a situazioni di basso rischio possa insorgere paura.

L'ansia e la paura provocano numerose modificazioni nello "status" del subacqueo che possono anche creare problemi di grave entità; tra le più importanti ricordiamo:

- variazione della temperatura cutanea con ipotermia
- variazione della frequenza respiratoria con dispnea
- variazione della frequenza cardiaca
- variazione a livello del sistema endocrino
- variazione a livello del tono muscolare con ipertono spiccato.

Sono molti i fattori che possono influenzare la capacità di autocontrollo, ma i due più importanti sono:

- **ESPERIENZA** indispensabile per saper gestire le proprie tensioni emotive
- **INTERPRETAZIONE COGNITIVA DELLA SITUAZIONE** utile per decidere il comportamento da adottare nei confronti di una determinata situazione. Come esempio chiarificatore di quanto detto pensiamo a quando un subacqueo rimane senz'aria: egli viene portato a fissare l'attenzione sugli aspetti ansiogeni della situazione amplificandone la portata ed impedendosi il controllo delle proprie reazioni, ingigantendo le condizioni di pericolo ed alterando la percezione della dimensione reale della situazione in cui si è venuto a trovare non riuscendo, quindi, a mettere in atto quelle manovre necessarie per risolvere l'emergenza.

Per controllare l'ansia si possono utilizzare due metodiche:

- **TECNICA IPERVENTILATORIA (T.I.)**
- **TRAINING AUTOGENO (T.A.)**

Poiché come già ribadito la tecnica iperventilatoria deve essere evitata, tratteremo solamente il Training Autogeno

Per Training Autogeno si intende autodistensione da concentrazione psichica che permette di modificare situazioni fisiche e psichiche.

Infatti utilizzando gli esercizi atti ad imparare la concentrazione passiva, il subacqueo è in grado di ottenere modificazioni spontanee a livello di:

- tono muscolare con rilassamento
- funzione vascolare
- attività cardio-polmonare
- equilibrio neurovegetativo
- stato di coscienza

e, quindi acquista la capacità di imparare a reagire in maniera adeguata agli stimoli esterni negativi.

Il Training Autogeno utilizza due serie di esercizi:

- **serie inferiore o somatica**: si basa sulla concentrazione mentale in particolari sensazioni somatiche,
- **serie superiore o psichica**: si basa sulla concentrazione di particolari rappresentazioni psichiche.

Il Training Autogeno applicato al subacqueo è quello della serie inferiore, in cui si hanno sei momenti od esercizi che permettono la progressiva maturazione da parte del soggetto, che lentamente prende coscienza dei "segnali" inviati dal proprio corpo, imparando a dominarli.

1° esercizio: **ESERCIZIO DELLA PESANTEZZA**, mira a realizzare uno stato di ipotonia muscolare generalizzata.

Partendo dal concetto che le relazioni individuo/ambiente sono associate ad uno stato di tensione e di contrattura muscolare, mediante allenamento il subacqueo riesce a raggiungere uno stato di distensione neuro muscolare e di passività psichica.

2° esercizio: **ESERCIZIO DEL CALORE**, strettamente legato al precedente poiché il rilassamento neuromuscolare e l'ipotonia, raggiunti mediante il primo esercizio, non riguardano solo la muscolatura volontaria ma anche quella vascolare con, conseguente, percezione di sensazione di calore.

3° esercizio: **ESERCIZIO DEL RESPIRO**, da utilizzare quando la tensione psichica e neuromuscolare si sono allentate, cioè quando lo stato di passività e calma emotiva raggiungono un buon livello e, quindi, la respirazione si fa spontanea ed autonoma: sensazione che "il respiro va da solo".

4° esercizio: **ESERCIZIO DEL CONTROLLO CARDIACO**: quando si raggiunge un alto livello di autoscienza si arriva a percepire i battiti cardiaci.

5° esercizio: **ESERCIZIO DEL PLESSO SOLARE**: a questo punto si è ad un alto livello di autoscienza, in quanto dal plesso solare o celiaco, mediante un complesso intreccio di fibre, si ha irradiazione a tutti i visceri addominali con conseguente trasmissione delle emozioni e creazioni di spasmi e contratture, per cui con l'allenamento si raggiunge distensione con sensazione di calore proprio a livello di questi organi.

6° esercizio: **ESERCIZIO DEL FRESCO DELLA FRONTE**, in cui la fronte viene percepita come staccata dalla massa calda e pesante del corpo, con una sensazione di fresco, vissuta come uno stato di calma e di benessere interiore.

## **RESPIRAZIONE PRANAYAMA**

Nel nostro viaggio nel mondo dell'apnea non possiamo evitare di parlare di alcune tecniche di respirazione che se applicate con criterio e perfetta conoscenza possono dare dei notevoli risultati nella pratica dell'apnea.

Queste tecniche derivano dal pranayama un'antica disciplina orientale che propone una grande vastità di argomenti, ma noi ci occuperemo solamente di alcuni principali che riguardano la respirazione diaframmatica e la ritenzione del respiro (KUMBHAKA).

Gli esercizi di respirazione pranayama vanno effettuati possibilmente dopo il lavaggio nasale e quindi a narici libere. La respirazione deve sempre essere diaframmatica. La posizione da tenere deve essere di rilassamento con il rachide in posizione eretta.

Partire da espirazione massima: tenere la cintura addominale controllata contratta senza esagerare porre indice sinistro tra ombelico e pube e indice destro tra ombelico e sterno quindi iniziare ad inspirare lentamente mantenendo la parte inferiore della cintura addominale contratta, lasciate dilatarsi leggermente la parte della cintura situata sopra l'ombelico.

In tal modo la cintura addominale resiste alla pressione creata dall'abbassamento del diaframma e respinge gli organi verso il basso e in avanti contro la parete del ventre .

Alla fine di questa prima fase inspiratoria voi con il diaframma contratto (antagonista della cintura controllata ma giunto al suo livello più basso) constaterete che la fase toracica dell'inspirazione si avvia con maggior agio, spontaneità ed ampiezza, piuttosto che con la cintura rilassata e ventre gonfio.

I muscoli intercostali, che in qualche modo sono un prolungamento della cintura addominale, sollevano e allargano bene le costole: il torace si espande. L'ultima fase dell'atto respiratorio, quella subclavicolare, si avvia allora con facilità e completa il ciclo. Nella fase successiva ovvero il KUMBHAKA bloccare il respiro mantenendo la cintura controllata e affinché la pressione intratoracica non salga oltre la glottide occorre praticare lo JALANDHARA BANDHA, una manovra che per mezzo della contrazione dei muscoli della gola e della flessione del mento sul petto sigilla il passaggio carotideo e provoca lo stiramento delle vertebre cervicali. In tal modo il viso non si congestiona la pressione rimane chiusa nei polmoni cosa che migliora considerevolmente la qualità degli scambi . La fase espiratoria avviene in maniera contraria e cioè a partire dalla zona toracica fino ad arrivare alla zona addominale che sarà l'ultima, per mezzo della contrazione dei muscoli addominali, a permettere l'espulsione dell'aria residua per mezzo dell'elevazione del diaframma. Logicamente quest'ultima tecnica finale presuppone la perfetta acquisizione delle respirazioni ritmate che consistono nel far regolarizzare il proprio respiro al suo ritmo normale di riposo e di sincronizzare le varie fasi di inspirazione ritenzione ed espirazione al battito cardiaco. Il ritmo classico è di una unità puraka, quattro unità kumbhaka e due unità rechaka; quindi se l'inspirazione dura quattro pulsazioni (una unità), tratterrete il respiro a polmoni pieni durante sedici battiti ( quattro unità ) e l'espirazione si estenderà durante otto battiti (due unità).

## **INCIDENTI TIPICI DELL'APNEA E LORO PREVENZIONE**

La normale funzione cerebrale dipende da un adeguato apporto di ossigeno e glucosio al cervello. La diminuzione oltre certi limiti di questi due fattori porta rapidamente a perdita di coscienza. L'annegamento è il più frequente risultato della perdita di coscienza in acqua. La maggior parte dei decessi è dovuta non tanto alla causa che ha originato la perdita di coscienza, ma essenzialmente perché non vi è nessuno che recupera il subacqueo immediatamente. L'annegamento, che determina l'allagamento dei polmoni, può inoltre mascherare la vera causa della perdita di coscienza.

Alla luce di quanto sopra accennato si suole, nella pratica, definire la perdita di coscienza con il termine di "sincope". La sincope può essere però anche "asciutta", cioè può capitare che non avvenga l'allagamento dei polmoni per una serie di cause fortuite, che sono dovute alla posizione con la quale il sub si adagia sul fondo ed al concomitante trisma della mandibola che serra la bocca ed impedisce l'ingresso dell'acqua. In questa condizione sono stati salvati sub anche dopo molti minuti di arresto respiratorio. L'ossigenazione cardiaca e cerebrale era rimasta garantita dall'aumento della pressione parziale di quel poco di ossigeno rimasto in circolo.

Le più comuni sequenze di eventi in un incidente sincopale sono le seguenti: l'apneista esegue una lunga iperventilazione per prolungare il tempo e la profondità di immersione, diminuendo così i valori di  $CO_2$  che possono raggiungere i 15 mmHg ed aumentando la  $ppO_2$  sino a 140 mmHg. Andando in profondità, per effetto dell'aumento della pressione parziale dei gas alveolari, ad un certo punto (oltre i 20 metri) la  $CO_2$  alveolare diffonde verso il sangue (per effetto del cosiddetto "gradiente invertito") gli stimoli (contrazioni diaframmatiche o fame d'aria) sono però comunque ritardati. L' $O_2$  ematico si mantiene sempre elevato per effetto della pressione idrostatica, determinando il cosiddetto "senso di benessere". Durante la risalita, e specialmente negli ultimi metri, si ha il crollo della  $ppO_2$  e conseguente sincope ipossica.

È per questo motivo che viene comunemente sconsigliata la pratica dell'iperventilazione. Probabilmente però una buona preparazione tecnica, psicologica e teorica potrebbe far risultare questa pratica sicura e dare all'apneista una buona "riserva"; effettivamente in questo caso è molto soggettivo il riscontro di limiti temporali che il subacqueo si dà durante le sue immersioni.

Consigliamo comunque di solito svolgere una iperventilazione moderata e più vicina alla precedente emersione. Questo crea un triplo vantaggio: primo, riduce i tempi di recupero decarbossilando la  $CO_2$  accumulata; secondo, non fa accumulare acido lattico nei muscoli respiratori; terzo, non allontana troppo l'insorgenza degli stimoli.

Vi sono poi tutta una serie di tecniche legate all'uso ed al tipo di attrezzature impiegate nella pratica, che contribuiscono ad equilibrare il consumo di  $O_2$  e la produzione di  $CO_2$ , ma verranno trattate altrove.

## **IL PRONTO SOCCORSO E LA RIANIMAZIONE**

Esistono numerosi trattati di pronto soccorso e rianimazione; purtroppo sono tutti rivolti a personale specializzato ed a condizioni di lavoro completamente diverse da quelle che si verificano in acqua. Si dà per scontato che quando avviene un incidente grave, come quelli relativi all'immersione in apnea, non si viene a trovare sul posto il personale specializzato medico o paramedico. Purtroppo nei numerosi racconti di episodi fatali si assiste spesso a comportamenti che sono fuori dalla logica e dalla razionalità. È classico il fatto che chi si accorge dell'accaduto va a chiamare aiuto altrove. Purtroppo nell'apnea vige la legge del tutto o del nulla cioè, per essere chiari, o si riesce ad intervenire immediatamente o ci si ritroverà sicuramente di fronte alla realtà di una perdita di vita umana.

Chi pratica l'apnea deve essere sempre cosciente di questa realtà e deve saper comportarsi in modo adeguato. Non serve essere esperti rianimatori, ma basta conoscere alcune regole semplici e precise da mettere in atto senza esitazione.

Nel momento in cui si percepisce che la persona che sta effettuando l'immersione in apnea si trova in difficoltà, deve scattare immediatamente una sequenza di operazioni precise. Vediamo quali:

### **A) Ricerca del corpo della vittima**

Potrebbe accadere che il soggetto si trova a vista; in questo caso ci si immerge soltanto quando si è sicuri di poter praticare un'immersione "normale", cioè senza eseguire la capovolta dopo non aver recuperato completamente da una precedente immersione o se l'emozione ha innescato una tachicardia elevata. Bisogna liberarsi di tutta l'attrezzatura superflua (fucili, torcia, portapesci ecc.) senza preoccuparsi di perderla. Se si è sagolati e l'altro no, se è possibile bisogna attaccare la propria sagola sotto le ascelle dell'infortunato, liberarlo dei piombi e tentare il recupero in superficie. Questa operazione permette di liberarsi anche dei propri piombi, ma se il corpo dell'infortunato ci sfugge o non ce la si fa a portarlo in superficie, bisogna effettuare delle prospezioni a spirale nella quota utile a vedere bene il fondo. La ricerca deve durare non meno di dieci minuti.

### **B) Operazioni da fare in superficie**

Giunto in superficie bisogna passare una mano dietro il collo dell'infortunato e tenergli il mento sollevato, senza togliere la maschera, ma spostando soltanto il boccaglio; conviene stare dalla parte opposta del boccaglio. A quel punto, se l'infortunato non respira, bisogna praticare la respirazione bocca a bocca. Vi sono vari problemi e si sa che è molto difficile questa operazione, ma bastano poche insufflazioni azzeccate per fornire aria ai polmoni ed espanderli, anche se sono pieni di acqua. A questo punto palpare il polso carotideo e vedere se c'è battito cardiaco; eventualmente ripetere l'operazione più volte. Dopo questa fase si può iniziare il trasporto a riva o in barca. Il trasporto deve essere fatto ponendo la nuca dell'infortunato sul proprio sterno e pinneggiando sul dorso.

Durante questa operazione bisogna mettere il boccaglio in bocca al soggetto chiudendo la bocca con la mano sinistra che deve avere il mignolo sotto il mento, il boccaglio tra l'anulare ed il medio, e l'indice ed il pollice devono chiudere il naso, il capo deve essere iperteso. Con la mano destra si porta l'estremità del boccaglio alla propria bocca e si eseguono delle insufflazioni, essendo sicuri che non vi sia acqua nel boccaglio. È importante ricordarsi che schiaffi, scuotimenti e cose analoghe non hanno nessun riscontro scientifico.

### **C) Operazioni da fare quando si è fuori dall'acqua**

All'uscita del corpo dall'acqua bisogna ricordarsi che se si è a riva il capo dell'infortunato deve essere rivolto verso l'acqua ed i piedi verso terra; se si è in barca il capo verso poppa ed i piedi verso prua. Comunque il capo deve essere nella zona più declive. A questo punto possono essere praticate le manovre classiche di rianimazione che consistono nell'apertura delle vie aeree, nella respirazione artificiale e nel massaggio cardiaco. Per queste tecniche e per l'uso di presidi ed attrezzature, si rimanda ai trattati di pronto soccorso. Tutto l'argomento richiederebbe infatti un approfondimento specifico. Ci si deve comunque ricordare che tutte queste operazioni devono essere effettuate nell'arco di almeno quindici minuti, ricordandosi di controllare sempre il polso carotideo.

Un'ultima raccomandazione è quella di fare in modo che l'eventuale acqua nei polmoni fuoriesca; questa operazione può essere fatta in barca preoccupandosi di far salire il soggetto prima dai piedi e con l'addome sul bordo della barca, ma di solito questa operazione è difficile e rischiosa.

A riva si può tentare di girare il corpo su un fianco dopo aver provato a comprimere con le due mani sotto le costole ma anche questa operazione è difficile da eseguire. Vi sono inoltre vari altri metodi di respirazione artificiale, ma che sono tutti inferiori rispetto alla respirazione bocca a bocca.

### **D) Rianimazione da arresto cardiaco**

Scuotere il soggetto per assicurarsi che non risponda a stimoli.

Sentire con l'orecchio se respira e controllare contemporaneamente il diaframma.

Sentire il polso carotideo.

Iniziare insufflazioni iperestendendo il capo e controllando che le vie respiratorie siano pervie.

Vanno fatte due insufflazioni attraverso la bocca e tappando il naso, quindi quindici compressioni sulla metà inferiore dello sterno, sovrapponendo le mani, fare abbassare la gabbia toracica di 3-4 cm., poi rilasciare col ritmo di una al secondo circa, quindi ricominciare.

Rapporto insufflazioni/compressioni = 2/15; è utilizzabile anche il rapporto 1/5. Continuare l'operazione anche per sessanta minuti.

## **LE PROBLEMATICHE OTORINOLARINGOIATRICHE**

L'orecchio medio, ed in particolare la cassa timpanica e le tube d'Eustachio ed il complesso dei seni paranasali e delle fosse nasali, rappresentano un'unità anatomico-funzionale in cui una corretta ventilazione ed una normale compensazione dipendono dalla funzione normale di queste ultime; nel subacqueo ed in particolare nell'apneista bisogna seguire in maniera assidua l'evoluzione delle patologie di questo distretto, onde evitare danni permanenti e difficilmente emendabili.

Per esempio, una banale rinite, il cosiddetto "raffreddore", creando un'ostruzione dei recessi meatali delle fosse nasali per ipertrofia dei turbinati inferiori e medi, può impedire una normale compensazione dei seni paranasali a seguito di fatti infiammatori che interessano la mucosa degli stessi e che limitano per questo motivo il drenaggio degli osti sinusali.

Questo blocco degli osti sinusali, che avviene in assenza di cambiamenti della pressione atmosferica ambientale, conduce a tutta una serie di alterazioni intrasinusali consistenti nell'assorbimento dell'aria preesistente con decremento della pressione intrasinusale; trasudazione di liquidi (versamento), edema ed infiammazione della mucosa. Quando un fenomeno di questo tipo si presenta durante l'immersione in discesa, la diminuzione della pressione si fa sempre più grande, risultano spesso rotture di vasi capillari della mucosa ed emorragie sinusali con epistassi che in genere preoccupa non poco il subacqueo, ma che è invece l'epifenomeno meno grave in questi casi. L'avvenuto ematoseno può essere dimostrato da una radiografia dei seni paranasali o più recentemente da una TAC. Durante la risalita si può verificare un meccanismo a "valvola ad unica via" con blocco degli osti sinusali per esempio da parte della mucosa infiammata, da una cisti o da polipi all'interno del seno. Per questo motivo l'equilibrio pressorio è corretto durante la discesa ma non altrettanto durante la risalita.

La sinusite cronica può predisporre a barotraumi dei seni paranasali e dell'orecchio medio durante i cambiamenti di pressione atmosferica. Le eziologie più comuni sono le allergie, l'irritazione cronica da fumi, l'uso prolungato di vasocostrittori topici, la rinite vasomotoria.

Sul versante dell'orecchio medio abbiamo la tuba di Eustachio che in condizioni normali è chiusa; la chiusura è assicurata dalla pressione elastica della cartilagine tubarica e dalla tensione superficiale del rivestimento mucoso. La periodica apertura della tuba, permette l'entrata di aria a pressione ambientale alla cassa timpanica, che permette la compensazione ed il corretto funzionamento dell'orecchio medio.

Per pressione ambientale od esterna facciamo riferimento per esempio anche ai liquidi labirintici ed al liquido cefalo-rachidiano. In fase di discesa, pertanto, avremo una compressione "interna", cioè endotimpanica, mentre in fase di risalita avremo esattamente la situazione inversa.

La mancata o inefficiente apertura può essere causa:

- a) di flogosi timpaniche (otite franca), se avviene in condizioni di normale pressione esterna;

b) di danno timpanico e/o cocleo/vestibolare di varia gravità, se avviene in corso di variazioni pressorie esterne.

L'otite barotraumatica acuta insorge quasi esclusivamente durante la discesa, cioè nella fase di compressione esterna, quando l'apertura forzata della tuba non avvenga del tutto o parzialmente; a questo punto continuando la discesa avremo una diminuzione progressiva della pressione endotimpanica, fino ad arrivare al cosiddetto "blocco tubarico" che comporta una chiusura contemporanea sia dell'ostio tubarico sul versante endotimpanico sia dell'ostio sul versante nasale.

A questo punto si genera un versamento endotimpanico, ma proseguendo l'immersione il rischio è la rottura della membrana timpanica.

La labirintopatia acuta è una patologia che può insorgere in corso sia di discesa che di risalita; nel primo caso durante la fase di compressione per una discesa troppo rapida si ha il cosiddetto colpo di pistone della platina della staffa, con rottura della finestra rotonda e possibile fistola labirintica (sempre a membrana timpanica integra).

In fase di risalita rapida, cioè in decompressione, abbiamo sempre un colpo di pistone, con rottura della finestra rotonda per aumento esplosivo della pressione endotimpanica.

La vertigine alterno-barica è una disfunzione labirintica di breve durata (solo alcuni secondi) che si esaurisce in genere nel corso della risalita; è legata ad un'insufficiente o incompleta apertura passiva della tuba di un lato rispetto all'altro. Pertanto la stimolazione vestibolare monolaterale è la risultante di un ritardo nell'equalizzazione pressoria endotimpanica di un orecchio rispetto all'altro.

Un esame che noi riteniamo sia alla base della diagnostica otorinolaringoiatrica è l'impedenzometria che con il timpanogramma può dare delle informazioni sull'orecchio medio, sulla tuba e quindi anche sui risultati delle terapie che possono migliorarne la funzionalità.

Esistono anche delle manovre di ventilazione forzata come quella di Valsalva e di Toynbee che ci permettono di discriminare tra un orecchio normale ed un orecchio con una disfunzione tubarica.

Pagina per eventuali appunti