



Abbiamo cura delle persone disabili.

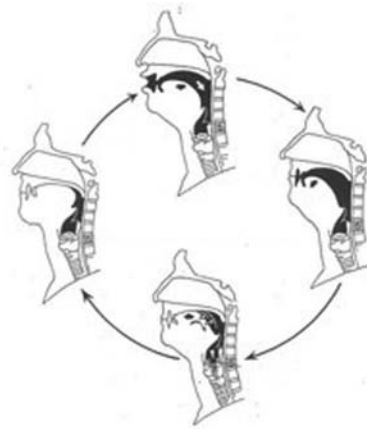
CONVEGNO

La “Respirazione Glossofaringea”(GPB): una tecnica per l’immersione in apnea o una manovra salva-vita?

*Glossopharyngeal Breathing (GPB):
a technique for apnea diving
or a life-save manoeuvre?*

12-13 ottobre 2007

Boscolo Hotel Porro Pirelli - Induno Olona (VA)



ATTI PROCEEDINGS

in collaborazione con:



UILDM Unione Italiana Lotta alla Distrofia Muscolare - Sezione di Varese



Lions Club Laveno Mombello Santa Caterina del Sasso
Lions Club International - Distretto 108 Ib1 Italia - II° Circoscrizione

**La “Respirazione Glossofaringea”(GPB):
una tecnica per l’immersione in apnea
o una manovra salva-vita?**

**Glossopharyngeal Breathing (GPB):
a technique for apnea diving
or a life-save manoeuvre?**

**ATTI DEL CONVEGNO
del 12-13 ottobre 2007
PROCEEDINGS**



**Boscolo Hotel Porro Pirelli
Induno Olona (VA)**

A cura di / *Edited by:*
C. Bianchi, M. Grandi, A. Vianello

in collaborazione con

UILDM Unione Italiana Lotta alla Distrofia Muscolare
Sezione di Varese








Lions Club Laveno Mombello Santa Caterina del Sasso
Lions Clubs International - Distretto 108 Ib1 Italia - II° Circoscrizione



- ***Coordinamento:***
Sergio Balestreri,
Lions Club Laveno Mombello Santa Caterina del Sasso
- ***Impaginazione e Progetto:***
Grafiche Nicolini,
Gavirate (VA)
- ***Realizzazione e stampa:***
Grafiche Nicolini,
Gavirate (VA)

© Fondazione Istituto Sacra Famiglia,
Cesano Boscone (MI)

Il Convegno è realizzato con il Patrocinio di
The Convention is organized with the support of

- Provincia di Varese • 
- ASL - Azienda Sanitaria Locale della Provincia di Varese • 
- Comunità Montana della Valcuvia • 
- Consorzio Comuni Bacino Imbrifero Montano del Ticino • 
- Associazione Riabilitatori dell'Insufficienza Respiratoria • 

Si ringraziano per il sostegno
Thanks to the following for their cooperation

- NICOLINI EDITORE • 
- Sapio Life • 
- Vivisol • 
- Mascioni • 
- Caporali • 
- Girotondo • 
- CONFESERCENTI • 
- Media Reha • 
- Medicair • 

Grazia Maria Dente
Vice Presidente della Fondazione

La Fondazione Sacra Famiglia nasce a Cesano Boscone, alle porte di Milano, nel 1896, per opera di Don Domenico Pogliani, con lo scopo di sovvenire gli “incurabili della campagna milanese”.

L’Opera, nei 110 anni successivi, ha ampliato il proprio raggio di azione ad altre aree della Lombardia, del Piemonte e della Liguria e sviluppato nuove attività: attualmente gestisce complessivamente circa 1600 posti residenziali, 300 posti in diurnato e 7 comunità alloggio, oltre a Servizi ambulatoriali e domiciliari, di carattere sanitario ed assistenziale.

Pur essendo necessariamente cambiate le modalità di risposta al bisogno, la missione originaria è rimasta immutata. Oggi come allora, infatti, la “Sacra Famiglia” si fa carico - nei territori in cui è presente - delle gravi fragilità: persone di varie età, con significative menomazioni psico-fisiche; anziani gravemente non autosufficienti e spesso allo stadio terminale della vita; persone in stato di coma; soggetti a doppia diagnosi, ecc.

In questo quadro, si collocano tematiche come quelle sviluppate in questo convegno sulla respirazione glossofaringea, promosso dalla nostra Fondazione, con la collaborazione della UILDM di Varese e del Lions Club Laveno Mombello S. Caterina del Sasso, che intendo ringraziare vivamente, insieme alle aziende ed enti che hanno sostenuto l’iniziativa.

I servizi riabilitativi dell’Istituto si occupano da diversi anni delle disfagie e dei connessi problemi di alimentazione e di respirazione; la problematica respiratoria, in situazioni particolarmente critiche è stata già oggetto di approfondimenti specifici (ricordo, fra gli altri, il convegno svoltosi a Cesano Boscone nel 2003 sul tema “L’insufficienza respiratoria nelle patologie neuromuscolari” a cui già partecipò il Prof. Bach) con l’introduzione di protocolli per l’addestramento alla respirazione, rivelatisi particolarmente validi per la qualità della vita dei pazienti interessati.

Per queste ragioni, la Fondazione Sacra Famiglia ha ritenuto di promuovere questo nuovo convegno, nella convinzione che quanto emerso nelle due giornate di studio e di confronto sarà di sicuro interesse per gli specialisti della materia, ma soprattutto di grande utilità per i malati che presentano gravi problemi di insufficienza ventilatoria.

Siamo certi che anche nelle patologie più gravi e che allo stato attuale sono ritenute irreversibili ed in qualche modo inguaribili, rimanga comunque uno spazio per la cura e, soprattutto, la condivisione e l’ascolto: non solo perché constatiamo – come giustamente osserva M. Balint – che “il medico (ma si potrebbe dire l’operatore sanitario in genere) è il farmaco di gran lunga più usato in medicina”, ma soprattutto perché siamo convinti della centralità, in qualsiasi ambito di cura o di assistenza, del rapporto fra paziente e professionista o gruppo curante.

Questa convinzione ci riporta ancora alla missione originaria della “Sacra Famiglia” che il Fondatore riassumeva semplicemente, ma credo molto efficacemente, nel motto “super omnia caritas”, sopra tutte le cose, l’amore.



UILDM – UNIONE ITALIANA LOTTA ALLA DISTROFIA MUSCOLARE

Rosalia Chendi

Presidente UILDM Sezione di Varese

Nel 1961 la UILDM è nata con due obiettivi fondamentali: dare aiuto e assistenza ai malati di Distrofia Muscolare e raccogliere fondi per promuovere la ricerca nel campo di questa malattia progressiva e poco conosciuta.

Da allora qualcosa è cambiato: le conoscenze si sono ampliate e l'aspettativa di vita è aumentata.

Negli ultimi anni lo sviluppo delle metodiche di indagine genetica e molecolare ha consentito di definire gli aspetti fisiopatologici alla base di molte forme di malattia neuromuscolare, anche se è ancora lontana la possibilità di agire con una terapia sul difetto causale della malattia stessa.

La sopravvivenza e la qualità della vita sono migliorate nel tempo per un più adeguato monitoraggio clinico e una supervisione attenta delle manifestazioni legate ai quadri patologici connessi o secondari al deficit muscolare. Sopravvivenza e qualità della vita sono influenzate da una presa in carico globale della disabilità con un approccio multidisciplinare.

Una delle funzioni compromesse legate al deficit muscolare è la funzione respiratoria.

Con il Convegno si è voluto affrontare una particolare tecnica respiratoria che qualche paziente mette in atto in autonomia e che può essere appresa da altri.

E' la tecnica utilizzata dagli sportivi nelle immersioni in apnea.

Con il Consulente UILDM dr. Carlo Bianchi e un addestratore di apneisti, abbiamo seguito alcuni soggetti distrofici che sono riusciti ad imparare questa tecnica respiratoria traendo vantaggio nel mantenimento della loro capacità ventilatoria.

E' uno strumento terapeutico a disposizione dei pazienti distrofici e di altre patologie con simile deficit respiratorio (esempio tetraparesi midollare).

Molto è ancora da fare per dare risposte definitive a una patologia tanto invalidante come la distrofia muscolare. Ci piace ricordare che una risposta come la Respirazione Glossofaringea sia condivisa da un mondo spesso lontano dalla malattia, il mondo dello sportivo.

E ci piace pensare che davvero una tecnica per l'immersione in apnea possa diventare una manovra salva-vita per il disabile grave.



LIONS CLUB LAVENO MOMBELLO SANTA CATERINA DEL SASSO

Cesare Coppo

Presidente 2006/2007

Andrea Schiavo-Lena

Presidente 2007/2008

Il "Lions Clubs International" (Lions è l'acronimo di Liberty, Intelligence, Our Nation's, Safety) è l'Associazione di servizio più diffusa nel mondo.

Il suo motto è "We Serve".

Il principale scopo dell'Associazione è:

"Creare e promuovere tra tutti i popoli uno spirito di comprensione per i bisogni umanitari fornendo volontari servizi coinvolgenti la comunità e la collaborazione internazionale".

Il Lions Club Laveno Mombello Santa Caterina del Sasso è, pertanto, sempre attento e partecipa alle attività finalizzate a portare giovamento a chi soffre e ha ritenuto doveroso dare il proprio contributo alla organizzazione del Convegno "La respirazione Glossofarigea: una tecnica per l'immersione in apnea o una manovra salvavita?".

Abbiamo, inoltre, ritenuto utile impegnarci per la realizzazione degli Atti del Convegno, che sono distribuiti a tutti i Partecipanti e che rappresentano l'espressione tangibile della volontà, del sacrificio e della costanza di tutti coloro che hanno voluto contribuire alla realizzazione del programma scientifico.

Un ulteriore doveroso ringraziamento agli Enti Patrocinanti e alle Aziende che hanno sostenuto l'impegno della Fondazione Sacra Famiglia, della Unione Italiana per la Lotta alla Distrofia Muscolare - UILDM, Sezione di Varese e del Lions Clubs International rappresentato dal nostro Club.

INTRODUZIONE

La paralisi dei muscoli respiratori è responsabile dell'insufficienza ventilatoria che, instaurandosi in maniera acuta o progressiva, mette a rischio la sopravvivenza dei pazienti che ne siano colpiti.

Grazie alle attuali risorse tecnologiche, è possibile contrastare il deficit ventilatorio attraverso il ricorso ai ventilatori meccanici applicati per via invasiva (tramite tracheotomia) o non invasiva (tramite maschera facciale/oro-nasale).

Accanto ai supporti meccanici, esiste una tecnica di respirazione spontanea ancora poco conosciuta che consente di insufflare i polmoni grazie a movimenti di bocca-lingua-faringe-laringe; tale tecnica viene chiamata "respirazione glossofaringea" (GPB, glossopharyngeal breathing). Essa può definirsi "epigenetica": infatti, sfrutta il patrimonio motorio bucco-linguale e faringo-laringeo appartenente alla specie umana, così come agli anfibii, sopperendo al deficit dei muscoli respiratori.

Proprio per questa somiglianza con la respirazione attuata dalle rane, la GPB è anche detta "respirazione a rana" ("Frog breathing").

Le relazioni di questo convegno hanno lo scopo di presentare questa tecnica respiratoria, risorsa supplementare di supporto alla ventilazione, in grado di garantire l'autonomia respiratoria nei pazienti affetti da paralisi muscolare di diversa origine, con particolare riferimento alle malattie neuromuscolari e agli esiti di lesioni vertebro-midollari cervicali.

Si propongono, inoltre, di divulgare la conoscenza della respirazione glossofaringea quale tecnica che, potenziando la tosse e la ventilazione spontanea, può garantire autonomia e svezamento dal supporto ventilatorio meccanico.

A tal fine, vengono presentate le misure di efficacia di esecuzione della GPB, mediante interpretazione dei tracciati spirometrici.

Poiché è risaputo che sono poche le figure professionali (medici, terapisti respiratori, logopedisti) capaci di insegnare la GPB, si vuole valorizzare un'esperienza preliminare sui metodi di insegnamento della GPB, ai fini del suo apprendimento sia su pazienti che su tali figure professionali. Particolare risalto viene dato anche alle misure di efficacia, comprese le ripercussioni sul potenziamento della tosse.

Non si deve tuttavia dimenticare che la GPB rappresenta anche uno strumento essenziale, utilizzato dall'uomo nella sfida agli abissi marini: essa infatti, autoappresa istintivamente e già praticata nella storia dell'uomo per la pesca subacquea, consente di prolungare la durata dell'immersione subacquea. Scopo del convegno è pertanto anche quello di estendere la conoscenza di tale tecnica ventilatoria agli apneisti, in modo da incrementare durata e profondità delle immersioni, pur nella conoscenza di limiti e rischi.

L'augurio è, dunque, che la conoscenza e la divulgazione di questa peculiare tecnica respiratoria susciti l'interesse di molte figure professionali preposte alla presa in carico dei pazienti con insufficienza ventilatoria, assicurando ad essi maggiore indipendenza ed autonomia funzionale, così come possa stimolare l'attenzione degli appassionati degli sport subacquei.

Ventilatory failure is caused by paralysis of the respiratory muscles and its occurrence, whether onset is acute or progressive, is life-threatening to patients.

Thanks to the technological resources currently available, the ventilatory deficit can be countered by use of mechanical ventilation applied either invasively (tracheostomy) or non invasively (by means of a face or nasobuccal mask).

Alongside this mechanical support, there exists a spontaneous breathing technique, relatively little known, through which it is possible to inflate the lungs by means of a combination of movements of the mouth, tongue, pharynx and larynx: the technique is known as "glossopharyngeal breathing" (GPB). It can be defined as "epigenetic" in the sense that it draws on the same mouth-tongue and pharynx-larynx motor capacity inherent in amphibians, but which is also part of the human patrimony, to compensate for the deficit of the respiratory muscles. In virtue of its resemblance to the mode of breathing of frogs, GPB is also known as "Frog breathing".

The lectures in this congress present this breathing technique as a supplementary form of ventilatory support that can assure respiratory autonomy in patients affected by muscular paralysis of various origin, in particular in those with neuromuscular diseases and consequences of spinal cord injury.

The congress proposes, moreover, to promote GPB as a technique that can, through the reinforcement of cough and spontaneous breathing, facilitate patient autonomy and weaning from the mechanical ventilator. As evidence in support of this, spirometry-based outcome measures of GPB performance are presented.

It is a well known fact that there are few health professionals (e.g. doctors, respiratory therapists, speech therapists) who are capable of teaching the technique of GPB. For this reason, we highlight a pilot study evaluating the teaching methods of GPB, both in regard to patient education and that of health professionals. Particular emphasis is given also to outcome assessment, including the effect of GPB on cough enhancement.

At the same time it should not be forgotten that GPB is also a fundamental tool used by humans in their underwater exploits. In fact, it is an instinctively self-learned technique that has been practised by humans in underwater fishing down through history, in order to prolong the length of stay underwater.

This congress, thus, also wishes to extend information about this ventilatory technique to apnea divers, so as to increase the length and depth of their immersions, with due respect for the limits and risks involved.

We therefore hope that providing information and knowledge on this highly particular respiratory technique may be of interest to the many health professionals involved in caring for patients with ventilatory failure as a means to giving them greater independence and functional autonomy, and also that it may be of interest and help to diving enthusiasts

BREVE STORIA DELLA RESPIRAZIONE GLOSSOFARINGEA

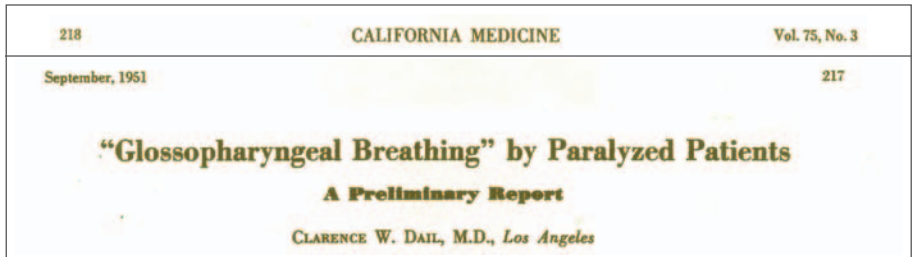


Figura 1

Si deve all'autore DAIL, così come risulta dalla sua pubblicazione scientifica del 1951 (**Figura 1**), la prima osservazione di 10 pazienti con paralisi in esiti di poliomielite, ricoverati presso l'Ospedale di Rancho Los Amigos in California, che respiravano in una maniera peculiare, nei momenti in cui erano indipendenti dal respiratore.

Utilizzavano movimenti della bocca e della gola, come se deglutissero ("Gulp" è definito come il bolo di aria spinto nella trachea dall'azione a pistone della lingua).

L'intuizione che, invece, fossero movimenti respiratori, venne confermata dall'osservazione fatta sul primo paziente, in cui la Capacità Vitale migliorava dal valore di 150 ml, al valore di 600 ml.

A seguito di studi radiologici fluoroscopici, l'autore descrisse una precisa sequenza di movimenti di labbra, bocca, lingua faringe, palato molle e laringe, chiamando così questa modalità respiratoria "respirazione glossofaringea" (glossopharyngeal breathing) o "respirazione a rana" (frog breathing), per la somiglianza con i movimenti respiratori della rana e di altri anfibi (**Figura 2**).

Nella casistica di 100 pazienti poliomielitici seguiti dallo stesso autore (Dail 1955), c'è la descrizione di un paziente che praticava la GPB da diversi anni, avendola appresa da bambino, prima che fosse paralizzato. L'utilizzava, con vantaggio, proprio prima di tuffarsi, per prolungare le immersioni in acqua.

Figura 2
 Clinical Aspects of Glossopharyngeal Breathing
 Report of use by one hundred postpoliomyelitic patients
 CW Dail, M.D., JE Affeldt, M.D.
 And
 CR Collier, M.D., Hondo, Calif.
 J.A.M.A. 1955,158:445-49

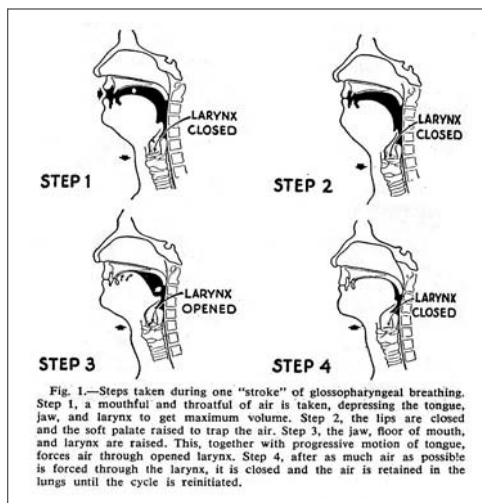


Fig. 1.—Steps taken during one “stroke” of glossopharyngeal breathing. Step 1, a mouthful and throatful of air is taken, depressing the tongue, jaw, and larynx to get maximum volume. Step 2, the lips are closed and the soft palate raised to trap the air. Step 3, the jaw, floor of mouth, and larynx are raised. This, together with progressive motion of tongue, forces air through opened larynx. Step 4, after as much air as possible is forced through the larynx, it is closed and the air is retained in the lungs until the cycle is reinitiated.

Questo aneddoto ci aiuta a capire come la GPB appartiene alle potenzialità respiratorie dell'uomo. Infatti, filogeneticamente, nei mammiferi, la GPB aveva preceduto l'evolversi della respirazione toracica (Brainerd 1999). Un altro autore, nel descrivere le caratteristiche della tecnica GPB in pazienti con esiti di poliomielite, riferisce in modo generico come questa tecnica respiratoria veniva utilizzata da chi praticava l'immersione subacquea, proprio per prolungare la durata di immersione (Kelleher et al. 1957).

Si spiega, quindi, come questa tecnica sia stata introdotta nella storia della pratica sportiva dell'apnea subacquea, proprio per prolungare l'immersione.

Curiosamente, però, la GPB, meglio definita in ambito medico sportivo con il termine “lung packing”, per quanto conosciuta in passato dai fisiologi respiratori, non aveva un riscontro nella letteratura scientifica fino agli anni sessanta. Grazie ad un primo lavoro (Schaefer et al. 1968), per la prima volta viene descritta l'abilità di un certo Croft nel raggiungere la profondità di 73,152 metri (240 feet) nell'immersione in apnea. Le imprese di questo istruttore dei “Navy divers of the New London submarine escape tower” sono state interpretate, grazie a due altri autori (Hamilton et al. 1993; Vann 1994), come più probabile conseguenza dell'utilizzo della GPB.

BRIEF HISTORY OF GLOSSOPHARYNGEAL BREATHING

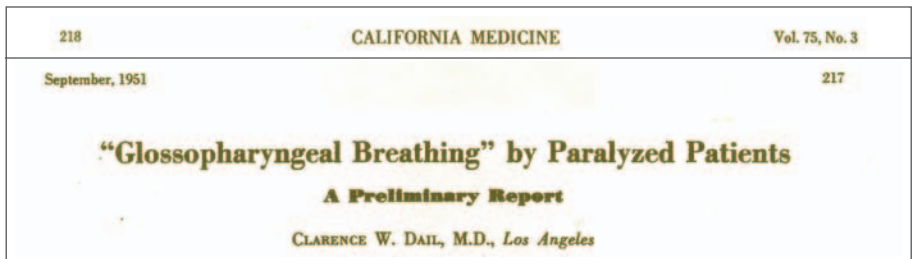


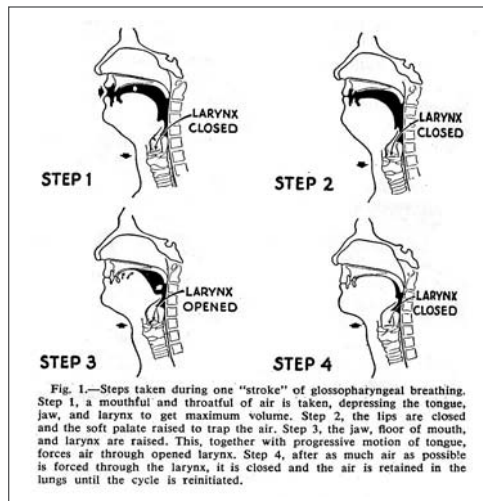
Figure 1

The first published report on glossopharyngeal breathing was by Dail in 1951 (**Figure 1**) who observed, in 10 patients with postpoliomyelitic paralysis admitted to the Hospital of Rancho Los Amigos in California, a strange mode of breathing in moments when they were independent of the respirator. They used what seemed to be swallowing-like movements of the mouth and throat (“Gulp” is defined as the bolus of air projected into the trachea by the pistoning action of the tongue). The intuition that these were, in fact, breathing movements, was confirmed by the observation, in the first patient, of an improvement in vital capacity from 150 ml to 600 ml.

With the aid of X-ray fluoroscopy, the author described a precise sequence of movements of the lips, mouth, tongue, pharynx, soft palate and larynx, and termed this breathing mode “glossopharyngeal breathing” or “frog breathing” on account of its similarity to the breathing movements of frogs or other amphibians (**Figure 2**).

In a study cohort of 100 postpoliomyelitic patients followed by the same author (Dail 1955), there is a description of one patient who had practised GPB for a number of years, having learnt it in childhood before he became paralyzed. He had used it in fact when diving in order to be able to stay longer under water.

Figure 2
Clinical Aspects of Glossopharyngeal Breathing
 Report of use by one hundred postpoliomyelitic patients
 CW Dail, M.D., JE Affeldt, M.D.
 And
 CR Collier, M.D., Hondo, Calif.
 J.A.M.A. 1955,158:445-49



This anecdote shows that GPB is part and parcel of the potential breathing capacity of humans. In fact, in the evolutionary history of mammals, GPB preceded the development of chest breathing (in aspiration breathers, such as mammals, GPB ceased shortly after the evolution of aspiration breathing) (Brainerd 1999).

Another author, anedoctically reports how the method has been used by divers to allow for longer periods of submersion (Kelleher et al. 1957).

And it explains, moreover, how the technique historically came to be introduced into the sport of apnea diving, precisely in order to prolong underwater immersion.

Curiously, however, although GPB - better defined in sports medicine as “lung packing” - was known in the past by respiratory physiologists, it did not receive due recognition as such in the scientific literature until the ‘60s. Thanks to a study by Schaefer et al. (1968), the ability of a man by the name of Croft to reach a depth of 73.152 m (240 feet) in apnea diving was described for the first time. The efforts of this instructor of the “Navy divers of the New London submarine escape tower” were interpreted, thanks to two other authors (Hamilton et al. 1993; Vann 1994), as most probably the consequence of use of GPB.

RELATORI E MODERATORI
SPEAKERS AND CHAIRPERSONS

Dept. of Physical Medicine and Rehabilitation • **J. R. BACH**
University Hospital, Newark - NJ (USA)

Fisiatra • **C. BIANCHI**
Consulente UILDM - Unione Italiana Lotta alla Distrofia Muscolare
Sezione di Varese (Italy)

Dept. of Pulmonary Medicine • **M. GONCALVES**
University Hospital Sao João, Porto (Portugal)

U.O. di Riabilitazione Respiratoria • **M. GRANDI**
Centro riabilitativo Villa Beretta, Costamasnaga - LC (Italy)

Swedish Defence Research Agency, • **P. LINDHOLM**
Centre for Environmental Physiology, Karolinska Institutet,
Stockholm (Sweden)

Recordman in apnea diving - Parma (Italy) • **U. PELIZZARI**

Servizio di Scienza dell'alimentazione • **N. SPONSIELLO**
Università di Camerino - MC (Italy)

President of AIDA International, the International Freediving • **B. STRÖMBERG**
Federation (Sweden)

U.O. Fisiopatologia Respiratoria • **A. VIANELLO**
A.O. di Padova, Padova (Italy)

- Insufficienza ventilatoria, necessità di ventilazione meccanica e ruolo della respirazione glossofaringea nelle affezioni neuromuscolari.** • p. 24
Ventilatory failure and need for mechanical ventilation in neuromuscular disorders. A possible role for glossopharyngeal breathing. • p. 27

A. Vianello
U. O. Fisiopatologia Respiratoria
A. O.-Università di Padova, Padova (Italy)

- La respirazione glossofaringea come opportunità per svezzare i pazienti in ventilazione meccanica dalla cannula tracheotomica o dall'intubazione.** • p. 30
Glossopharyngeal breathing as a strategy for decanulation of ventilator dependent patients. • p. 31

J. R. Bach
Dept. of Physical Medicine and Rehabilitation
University Hospital, Newark - NJ (USA)

- La valutazione spirometrica della respirazione glosso-faringea: il pattern della curva flusso-volume.** • p. 33
Spirometric evaluation of GPB: pattern of the flow-volume loop. • p. 35

M. Grandi
U.O. di Riabilitazione Respiratoria
Centro riabilitativo Villa Beretta, Costamasnaga - LC (Italy)

- L'insufflazione polmonare mediante la respirazione glossofaringea e l'"Air Stacking" nella Distrofia Muscolare di Duchenne.** • p. 38
Lung inflation by glossopharyngeal breathing and "Air Stacking" in Duchenne Muscular Dystrophy. • p. 40

J. R. Bach
Dept. of Physical Medicine and Rehabilitation
University Hospital, Newark-NJ (USA)

INDICE
INDEX

- p. 42 • **Il ruolo della respirazione glossofaringea nel trattamento dell'insufficienza respiratoria acuta e cronica secondaria a trauma vertebro-midollare alto.**
- p. 44 • ***Glossopharyngeal breathing in the management of acute and chronic ventilatory failure due to high spinal cord injury.***

M. R. Goncalves

Lung Function and Rehabilitation Unit - Pulmonary Medicine Department
Intensive Care Unit - Emergency Department
University Hospital Sao João, Porto (Portugal)

- p. 46 • **La pratica sportiva dell'immersione in apnea. L'importanza dell'apnea prolungata nell'esperienza di un recordman.**
- p. 47 • ***Relevance of the prolonged breath-holding in the experience of a diving recordman.***

U. Pellizzari

Presidente dell'Apnea Academy-Parma (Italy)

- p. 49 • **La respirazione glossofaringea nella pratica dell'apnea sportiva.**
- p. 51 • ***Impact of glossopharyngeal breathing on apnea diving.***

B. Strömberg

President of AIDA International,
the International Freediving Federation (Sweden)

- p. 53 • **Fisiologia della respirazione glossofaringea nel soggetto normale.**
- p. 55 • ***Physiology of glossopharyngeal breathing in the normal subject.***

P. Lindholm

Swedish Defence Research Agency, Centre for Environmental Physiology,
Karolinska Institutet, Stockholm (Sweden)

- Complicanze della respirazione glossofaringea • p. 57**
nella pratica della apnea subacquea.
Complications of glossopharyngeal breathing • p. 59
in apnea divers.

N. Sponsiello
Director of Apnea Academy Research
Servizio di Scienza dell'alimentazione - Università di Camerino - MC (Italy)

- Efficacia della respirazione glossofaringea quale • p. 61**
alternativa all'insufflazione con pallone di Ambu nel
trattamento dell'ingombro secretivo bronchiale.
Glossopharyngeal breathing as an alternative • p. 63
to Ambu Bag insufflation in the management of bronchial
mucous encumbrance.

C. Bianchi
Fisiatra, Consulente UILDM - Unione Italiana Lotta alla Distrofia Muscolare
Sezione di Varese (Italy)

- L'insegnamento della respirazione glossofaringea • p. 65**
al paziente e al care-giver: metodi e risultati.
Teaching glossopharyngeal breathing to patients and caregivers: • p. 67
methods and results.

C. Bianchi
Fisiatra, Consulente UILDM - Unione Italiana Lotta alla Distrofia Muscolare
Sezione di Varese (Italy)

B. Strömberg
President of AIDA International,
the International Freediving Federation (Sweden)

Insufficienza ventilatoria, necessità di ventilazione meccanica e ruolo della respirazione glossofaringea nelle affezioni neuromuscolari.

Ventilatory failure and need for mechanical ventilation in neuromuscular disorders: a possible role for glossopharyngeal breathing.

A. Vianello

U. O. Fisiopatologia Respiratoria

A. O. - Università di Padova, Padova (Italy)

e.mail: avianello@qubisoft.it

Patogenesi dell'insufficienza respiratoria progressiva di origine neuro/muscolare

Alla base dell' Insufficienza Respiratoria Cronica (IRC) progressiva, tipica di numerosi Disordini Neuro-Muscolari (DNM), vi è un'ipoventilazione globale, la cui origine è multifattoriale.

a. debolezza dei muscoli inspiratori: intesa come riduzione della capacità di generare normali livelli di pressione e flusso aereo durante l'inspirazione, rappresenta il fattore principale che conduce all'ipoventilazione alveolare, aumentando il rapporto tra depressione pleurica generata durante il respiro tranquillo e durante sforzo inspiratorio massimo. La debolezza dei muscoli respiratori inizialmente altera i volumi polmonari, provocando un deficit ventilatorio di tipo restrittivo; successivamente conduce all'IR conclamata, con ritenzione di CO₂. La severità dell'ipercapnia risulta strettamente legata al grado di debolezza muscolare respiratoria.

b. rigidità della gabbia toracica e del polmone: le proprietà elastiche del polmone sono alterate e la ridotta espansibilità (compliance) che ne consegue contribuisce al decremento volumetrico polmonare; la perdita di unità polmonari funzionanti, dovuta a microatelectasie, è ritenuta il principale meccanismo alla base della ridotta compliance polmonare. Anche la compliance toracica risulta diminuita nelle distrofie muscolari e nelle tetraplegie, prevalentemente a causa delle gravi deformità cifoscoliotiche e delle modificazioni di tono dei muscoli posturali. La cifoscoliosi si associa infatti a rigidità della gabbia toracica e ad un incremento del lavoro respiratorio; essa determina inoltre un disallineamento dei

muscoli respiratori, che ne diminuisce la capacità di contrarsi efficacemente.

c. fatica muscolare respiratoria: non vi sono dati definitivi sul ruolo della fatica muscolare respiratoria nello sviluppo dell'IRC progressiva; in anni recenti, tuttavia, ha assunto consistenza l'opinione che nella maggior parte dei DNM la fatica muscolare respiratoria rappresenti la via comune che conduce all'insufficienza ventilatoria: infatti, la compliance toraco-polmonare ridotta tende ad aumentare il carico meccanico su muscoli respiratori la cui efficienza contrattile è compromessa e ciò favorisce l'insorgenza di fatica. La fatica, come noto, è definita come l'incapacità dei muscoli di continuare a generare una data tensione in risposta ad uno stimolo costante; nel caso del diaframma, la soglia di comparsa della fatica viene raggiunta quando il cosiddetto "Indice Tensione-Tempo diaframmatico" (TTdi), supera il valore di 0,15 (v.n.: 0.03-0.04). Per altro, tale valore-soglia è stato ricavato da soggetti normali e da pazienti con malattia ostruttiva polmonare cronica, mentre risulta inferiore nei pazienti quadriplegici, nei quali esso si aggira intorno a 0.10-0.12.

La combinazione di debolezza muscolare respiratoria, ridotta compliance del polmone e della gabbia toracica e fatica dei muscoli inspiratori conduce all'ipoventilazione: in risposta a tali condizioni, infatti, si instaura un profilo ventilatorio rapido e superficiale ("rapid shallow breathing"), con incremento della Frequenza Respiratoria (RR) e riduzione del Volume Corrente (VT), a cui consegue un aumento della ventilazione dello spazio morto (per aumento di VD/VT), una caduta della ventilazione alveolare e la ritenzione di CO_2 .

d. anormalità nel controllo della ventilazione: nella maggior parte dei DNM il controllo (drive) ventilatorio è integro, come documentato da valori di pressione di occlusione ($P_{0.1}$) normali, nonostante la debolezza muscolare respiratoria; ciò nonostante, un'ipoventilazione eccessiva rispetto al grado di debolezza muscolare è stata riscontrata in numerose affezioni (ad es., Distrofia Miotonica, Miopatia Congenita e Glicogenosi tipo II), cosicché è stato ipotizzato che un'alterata sensibilità dei centri respiratori giochi talora un ruolo importante nell'insorgenza dell'IRC.

e. disturbi respiratori sonno-relati: i cambiamenti del profilo ventilatorio durante il sonno inducono variazioni modeste nell'andamento degli scambi gassosi nel soggetto sano; tali modificazioni sono invece più accentuate nei pazienti con debolezza muscolare respiratoria, specie quando il diaframma sia significativamente coinvolto. Nei portatori di DNM le alterazioni della ventilazione durante il sonno influenzano l'andamento della ventilazione in fase di veglia: in particolare, l'ipoventilazione notturna predispone all'ipercapnia stabile, anche diurna; d'altra parte, la correzione dell'ipoventilazione legata al sonno determina un miglioramento degli scambi gassosi in veglia. Disordini Respiratori Sonno-Relati (DRSR) si incontrano frequentemente in DNM quali la SLA, la Distrofia Muscolare di Duchenne (DMD) e la Distrofia Miotonica di Steinert. L'insorgenza di tali disturbi è favorita da una serie di fattori: debolezza del diaframma, distorsione della gabbia toracica, eccessiva collassabilità delle vie aeree superiori, obesità, deformità cranio-facciali ed anormalità del controllo ventilatorio. Vi è una forte evidenza circa l'importanza di diagnosticare e trattare i DRSR nei

DNM, allo scopo di migliorare la qualità e l'aspettativa di vita (Lyll RA et al. 2001).

Nei DNM che presentino una severa disfunzione diaframmatica, la soppressione dell'attività dei muscoli intercostali ed accessori durante il sonno REM conduce ad ipoventilazione.

La coesistenza di una Sindrome delle Apnee Ostruttive nel Sonno (OSAS) è frequente nei DNM, soprattutto quando siano presenti russamento, un elevato Body Mass Index (BMI) o anomalie anatomiche quali retrognazia o macroglossia. Tale alterazione è stata documentata in particolare nei pazienti affetti da DMD, SLA e Distrofia Miotonica e risulta legata alla debolezza dei muscoli faringo-laringei, con perdita della normale funzione stabilizzatrice e tendenza al collasso inspiratorio delle vie aeree superiori. Accanto alle alterazioni ventilatorie, altri fattori possono determinare un impoverimento della qualità del sonno nei portatori di DNM, con comparsa di ipersonnia diurna; tra essi, il dolore ed il disagio legati alla difficoltà nei cambiamenti posturali, la tendenza all'ingombro secretivo bronchiale, l'ansia e la depressione.

Indicazioni alla ventilazione meccanica a lungo termine (LTMV)

Allo scopo di ritardare e contrastare l'IRC secondaria ad ipoventilazione progressiva, i pazienti affetti da DNM vengono comunemente sottoposti a LTMV. I progressi della tecnologia consentono che tale trattamento venga erogato per lo più con modalità non-invasiva: un ventilatore meccanico assiste la ventilazione del paziente rilasciando volumi aerei attraverso una maschera nasale o oro-nasale, oppure un boccaglio,

senza che si debba ricorrere alla tracheostomia. Tale trattamento viene applicato a lungo termine a domicilio, generalmente nelle ore notturne.

L'indicazione alla LTMV nel paziente stabile è definita dalle seguenti condizioni (ACCP Consensus Conference, 1998):

- ipercapnia diurna ($\text{PaCO}_2 > 50$ mm Hg);
- ipercapnia notturna ($\text{PaCO}_2 > 45$ mm Hg) associata a sintomi attribuibili ad ipoventilazione (astenia, dispnea, cefalea mattutina);
- Capacità Vitale (VC) $< 50\%$ predetto, nel caso di malattie rapidamente progressive.

Non sempre l'approccio non-invasivo è praticabile; le seguenti condizioni sostanzialmente lo controindicano:

- severi disturbi di deglutizione, tali da condurre ad inalazione cronica e polmoniti da aspirazione;
- insufficiente eliminazione delle secrezioni bronchiali, nonostante il ricorso ad assistenza manuale o meccanica alla tosse;
- necessità di MV pressochè continua (> 20 ore/die).

Sebbene vi sia accordo sul fatto che l'uso della LTMV nelle ore notturne induce un rapido incremento della ventilazione spontanea diurna, non vi è consenso sul meccanismo mediante il quale viene ottenuto tale effetto; tre ipotesi sono state avanzate:

- a) "distensione toraco-polmonare": l'applicazione della pressione positiva contribuisce a ridurre la rigidità del sistema toraco-polmonare ed il lavoro respiratorio;
- b) "ristoro muscolare": la ventilazione notturna mette a riposo i muscoli respiratori cronicamente affaticati, migliorandone la performance diurna e gli scambi gassosi;
- c) "riregolazione dei centri nervosi": la

riduzione del livello di CO₂ durante il sonno ripristina la sensibilità dei centri respiratori ed abbassa la soglia di risposta a variazioni della capnia.

Il ricorso alla LTMV induce una serie di effetti favorevoli:

- a) MIP (massima pressione inspiratoria) e VC si stabilizzano o migliorano transitoriamente; gli scambi gassosi in fase di veglia tendono rapidamente a normalizzarsi;
- b) diminuisce il rischio di complicanze respiratorie e la necessità di ospedalizzazione; viene ritardato il ricorso alla tracheotomia;
- c) si riducono i sintomi indotti dalla ritenzione di CO₂, migliora la percezione del proprio stato di salute ed il grado di integrazione sociale;
- d) aumenta l'aspettativa di vita, con sopravvivenza di oltre 5 anni dall'inizio di LTMV (Vianello A et al. 1994).

Ruolo della respirazione glosso-faringea

La Respirazione Glosso-Faringea (GPB) è riconosciuta come metodo sostitutivo di respirazione, in grado di generare un'adeguata ventilazione alveolare (Make et al. 1998); per tale ragione è stata classificata tra le metodiche di respirazione a pressione positiva intermittente (Collier CR et al. 1956). L'utilizzo della GPB incrementa l'autonomia ventilatoria dei malati neuro-muscolari sottoposti a LTMV; tale tecnica aumenta quindi il tempo libero dal ventilatore. Essa inoltre consente di effettuare respiri profondi con miglioramento dell'efficacia della tosse, rende più valida la fonazione, mantiene l'espansibilità polmonare e previene la formazione di microatelectasie.

◦ ◦ ◦ ◦ ◦

Pathogenesis of progressive respiratory failure of neuromuscular origin

At the basis of the progressive chronic respiratory failure (CRF) that is typical of numerous neuromuscular diseases (NMD) is a global hypoventilation of multifactorial origin.

a. inspiratory muscle weakness: *the reduced capacity to generate normal levels of air pressure and flow during inspiration is the main factor that leads to alveolar hypoventilation, increasing the ratio between pleural depression generated during normal breathing and during maximum inspiratory effort. Respiratory muscle weakness initially alters lung volumes, causing a ventilatory defect of the restrictive type; it subsequently leads to overt respiratory failure, with CO₂ retention. The severity of hypercapnia closely correlates to the degree of respiratory muscle weakness.*

b. rib cage and lung stiffness: *the elastic properties of the lung are altered and the reduced compliance contributes to the reduced lung volume. Loss of functioning pulmonary units, due to microatelectasis, is considered the principal mechanism underlying the reduced lung compliance. Also chest compliance is diminished in muscular dystrophy and tetraplegia, mainly due to the severe kyphoscoliotic deformities and postural muscle tone changes. In fact, kyphoscoliosis is associated with rib cage rigidity and an increased work of breathing; moreover, it determines a misalignment of the respiratory muscles that diminishes their capacity to contract effectively.*

c. respiratory muscle fatigue: *there are no definitive data on the role of respiratory muscle fatigue in the development of progressive CRF. Nevertheless, in recent years there is a growing consensus that respiratory muscle fatigue is the common*

cause leading to ventilatory failure in the majority of NMD. In fact, reduced chest-lung compliance tends to increase the mechanical load on respiratory muscles whose contractile efficiency is compromised and this favours the onset of fatigue. Fatigue is defined as the incapacity of the muscles to continue to generate a given tension in response to a constant stimulus; in the case of the diaphragm, the fatigue threshold is reached when the so-called "Tension-Time diaphragmatic index" (TTdi) exceeds a value of 0.15 (normal value: 0.03-0.04). This cut-off point was obtained from normal subjects and patients with chronic obstructive pulmonary disease, but it is even lower in quadriplegic patients, i.e. in the range of 0.10-0.12.

The combination of respiratory muscle weakness, reduced lung and rib cage compliance and inspiratory muscle fatigue leads to hypoventilation. In response to these conditions, rapid shallow breathing sets in, with increased respiratory rate (RR) and reduced tidal volume (VT), which in turn leads to increased dead space ventilation (due to the increased VD/VT), a fall in alveolar ventilation and finally CO₂ retention.

d. abnormal ventilatory control: in the majority of NMD the ventilatory drive is intact, as demonstrated by normal values of occlusion pressure (P_{0.1}) in spite of respiratory muscle weakness. However, an excessive hypoventilation with respect to the degree of muscle weakness has been observed in numerous diseases (e.g. myotonic dystrophy, congenital myopathy and glycogenosis type II), such that it has been hypothesized that an impaired sensitivity of the respiratory centres may in some cases play an important role in the onset of CRF.

e. sleep-related respiratory disturbances: changes in the ventilatory profile during sleep induce modest variations in the

pattern of gas exchanges in healthy subjects; these modifications are more pronounced in patients with respiratory muscle weakness, particularly when the diaphragm is significantly involved. In patients affected with NMD, impaired ventilation during sleep influences the trend of ventilation during wake: in particular, nocturnal hypoventilation predisposes to stable hypercapnia also in the daytime. Conversely, the correction of sleep-related hypoventilation leads to an improvement in daytime gas exchanges. Sleep-related respiratory disturbances (SRRD) are frequently encountered in NMD such as ALS, Duchenne muscular dystrophy (DMD), and Steiner's myotonic dystrophy. The onset of these disturbances is favoured by a series of factors: diaphragm weakness, rib cage distortion, enhanced upper airways collapsibility, obesity, craniofacial deformity and abnormal ventilatory drive. There is strong evidence indicating the importance of diagnosing and treating SRRD in NMD, with the aim of improving the patient's quality and expectancy of life (Lyall RA et al. 2001).

In NMD with severe diaphragmatic dysfunction, the suppression of intercostal and accessory muscle activity during REM sleep leads to hypoventilation.

The coexistence of obstructive sleep apnea syndrome (OSAS) is frequent in NMD, particularly in the presence of snoring or when there is a high body mass index (BMI) or when anatomical abnormalities such as retrognathia or macroglossia are present. This alteration has been documented in particular in patients affected by DMD, ALS and myotonic dystrophy and is linked to pharyngolaryngeal muscle weakness, with loss of the normal stabilizing function and a tendency to inspiratory collapse of the upper airways. Alongside ventilatory impairment, other factors can worsen the quality of sleep in NMD patients, leading

to daytime hypersomnia: they include pain and distress linked to the difficulty in postural changes, the tendency to abundant bronchial secretions, anxiety and depression.

Indications for long term mechanical ventilation (LTMV)

In order to delay the onset of CRF secondary to progressive hypoventilation, patients affected with NMD are commonly prescribed LTMV. Thanks to technological advances LTMV is provided in most cases by a non-invasive interface: the mechanical ventilator assists the ventilation of the patient releasing air volumes through a nasal or naso-buccal mask, or a mouthpiece, without the need for tracheotomy. This ventilatory treatment is applied on a long term basis in the home setting, generally during the night-time hours.

Indications for LTMV in stable patients are defined by the following conditions (ACCP Consensus Conference, 1998):

- daytime hypercapnia ($\text{PaCO}_2 > 50$ mm Hg);
- nocturnal hypercapnia ($\text{PaCO}_2 > 45$ mm Hg) associated with symptoms attributable to hypoventilation (asthenia, dyspnoea, morning headache);
- vital capacity (VC) $< 50\%$ predicted, in the case of rapidly progressive diseases.

The following conditions contraindicate the non-invasive approach:

- severe disturbances of deglutition, such as could lead to chronic inhalation or aspiration-induced pneumonia;
- inadequate clearance of bronchial secretions, despite recourse to manual or mechanical cough assistance;
- need for MV almost continuous (> 20 hrs/day).

Although there is agreement that the use of LTMV at night leads to a rapid increase of spontaneous breathing during daytime, there is no consensus on the mechanism

by which this can be obtained. Three hypotheses have been proposed: a) the application of positive pressure helps reduce stiffness of the respiratory system and the work of breathing; b) nocturnal ventilation restores the chronically fatigued respiratory muscles, improving their performance during daytime; c) reduction of the level of CO_2 during sleep restores the sensitivity of the respiratory centres and lowers the threshold of response to variations in CO_2 concentration.

The provision of LTMV may determine a series of favourable effects:

- a) MIP (maximal inspiratory pressure) and VC stabilize or show a transitory improvement; daytime gas exchanges tend to rapidly normalize;
- b) the risk of respiratory complications and the need for hospitalization are reduced; the application of tracheotomy is postponed;
- c) symptoms induced by CO_2 retention are reduced, with an improvement in self-perceived health and well-being and in the level of social integration;
- d) life-expectancy may increase, with survival rate of over 5 years from the start of LTMV (Vianello A et al 1994).

Role of glossopharyngeal breathing (GPB)

Glossopharyngeal breathing (GPB) is an alternative technique of breathing which maintains an adequate ventilation when inspiratory muscles are weak (Make et al. 1998); it has been included among the intermittent positive pressure ventilation mode (Collier CR et al. 1956).

The use of GPB increases the autonomy of neuromuscular patients on LTMV, since it increases the time free from the ventilator. In addition, it makes it possible to inhale deep breaths, improving cough efficacy and phonation and maintaining lung compliance.

La respirazione glossofaringea come opportunità per svezzare i pazienti in ventilazione meccanica dalla cannula tracheotomica o dall'intubazione.

Glossopharyngeal breathing as a strategy for decanulation of ventilator dependent patients"

J. R. Bach

Dept. of Physical Medicine and Rehabilitation
University Hospital, Newark - NJ (USA)
e.mail: bachjr@umdnj.edu

La respirazione glossofaringea (GPB) può assistere sia la funzione dei muscoli inspiratori che, anche se indirettamente, quella dei muscoli espiratori (Bach et al., 1987).

Tre sono gli obiettivi del trattamento dei pazienti con insufficienza ventilatoria da deficit di forza muscolare:

1) favorire la mobilizzazione polmonare e della gabbia toracica per il mantenimento della "compliance" polmonare,
2) favorire l'ottimizzazione dei flussi della tosse,

3) favorire il mantenimento di una normale ventilazione alveolare nella giornata. La GPB può risultare fondamentale per tutti e tre gli obiettivi.

La GPB può garantire ad un soggetto con muscoli inspiratori deboli, con conseguente nulla Capacità Vitale (CV) o con difficoltà a respirare, una normale ventilazione alveolare ed una massima sicurezza quando non viene usato il ventilatore, così come nel caso di una improvvisa interruzione del funzionamento del ventilatore, sia di notte che di giorno.

Nel corso di un programma di addestramento, l'efficacia della GPB può essere monitorata misurando, con esame spirometrico, i millilitri di aria per ogni singolo "gulp", il numero di gulps per ogni singolo atto respiratorio e il numero di atti respiratori per minuto. Ai fini dell'addestramento, sono disponibili sia manuali che video (Webber et al., 1999).

Benchè la debolezza dei muscoli orofaringei può limitare l'utilità della GPB, è stato possibile gestire i pazienti affetti da Distrofia Muscolare di Duchenne (DMD), dipendenti dal ventilatore, incapaci di respirare autonomamente se non grazie alla GPB.

Circa il 60% dei pazienti ventilatore-dipendenti, incapaci di respirare autonomamente, ma con conservata funzione muscolare bulbare, possono

utilizzare la GPB come opportunità per garantirsi una respirazione autonoma per pochi minuti, così come per tutta una giornata.

La GPB può risultare poco utile in presenza di una tracheostomia, con cannula in sede. Non può essere utilizzata quando la cannula non è tappata, così come durante la ventilazione via tracheostomia (IPPV). Anche quando la cannula è tappata, ad ogni "gulp" l'aria tende a sfiatare dalla cannula, attorno allo stoma, in particolare quando i volumi di aria e le pressioni aumentano durante il processo di "air stacking" in corso di GPB.

La sicurezza e la versatilità offerte dalla GPB costituiscono un motivo ragionevole per eliminare la tracheostomia a favore di aiuti non invasivi. I pazienti ventilatore-dipendenti che utilizzano la GPB possono svegliarsi dal sonno utilizzando la GPB prima di scoprire che il loro ventilatore può aver cessato di funzionare. Una tale sicurezza è resa impossibile nel corso di una ventilazione via tracheostomia.

In conclusione, la GPB può essere usata come tecnica che favorisce l'"air stacking" fino ad ottenere la capacità di massima insufflazione, consentendo, in tal modo, di mantenere la compliance polmonare senza ricorrere all'utilizzo di apparecchiature meccaniche. Consente, inoltre, di raggiungere volumi polmonari massimali per ottenere massimi flussi di tosse e, inoltre, mantiene la ventilazione alveolare nel corso delle ore diurne, senza dover ricorrere all'utilizzo di un ventilatore per tutti quei pazienti con CV non misurabile.

La GPB costituisce, quindi, un importante motivo per decannulare i pazienti con tracheostomia, a favore di un trattamento non invasivo.

o o o o o

Both inspiratory and, indirectly, expiratory muscle function can be assisted by glossopharyngeal breathing (GPB). The 3 goals of noninvasive management of patients with ventilatory muscle failure are:

- 1) lung and chest wall mobilization to maintain pulmonary compliance,*
- 2) optimization of cough flows,*
- 3) maintenance of normal alveolar ventilation around the clock. GPB can be very important for all 3 goals.*

GPB can maintain an individual with weak inspiratory muscles and no vital capacity (VC) or autonomous breathing ability with normal alveolar ventilation and perfect safety when not using a ventilator or in the event of sudden ventilator failure day or night.

During the training period the efficiency of GPB can be monitored by spirometrically measuring the milliliters of air per gulp, gulps per breath, and breaths per minute. A training manual and numerous videos are available (Webber et al., 1999).

Although severe oropharyngeal muscle weakness can limit the usefulness of GPB, we have managed 11 DMD ventilator users who had no breathing tolerance other than by GPB. Approximately 60% of ventilator users with no autonomous ability to breathe and good bulbar muscle function can use GPB for autonomous breathing from minutes to up to all day. GPB is rarely useful in the presence of an indwelling tracheostomy tube. It can not be used when the tube is uncapped as it is during tracheostomy IPPV, and even when capped, the gulped air tends to leak around the outer walls of the tube and out the stoma as airway volumes and pressures increase during the GPB air stacking process. The safety and versatility afforded by GPB are key reasons to eliminate tracheostomy in favor of noninvasive aids. Ventilator-dependent patients who can GPB can awaken from sleep using GPB before they discover that their ventilators have ceased

to function. Such safety is impossible with tracheostomy ventilation.

In conclusion, GPB can be used as a technique for air stacking to maximum insufflation capacities, thereby independently maintaining pulmonary compliance without the use of mechanical devices. It provides maximum lung volumes to

maximize cough flows and it can maintain alveolar ventilation throughout daytime hours in the absence of a functioning ventilator for patients with no measurable vital capacity. It is an important reason to decanulate patients with tracheostomy tubes for noninvasive management.

La valutazione spirometrica della respirazione glosso-faringea: il pattern della curva flusso-volume.

Spirometric evaluation of GPB: pattern of the flow-volume loop.

Grandi M.

U.O. di Riabilitazione Respiratoria
Centro riabilitativo Villa Beretta,
Costamasnaga - LC (Italy)
e.mail: mau.grandi@tiscali.it

La curva flusso-volume viene comunemente utilizzata nei laboratori di fisiopatologia respiratoria, quale test di funzionalità respiratoria di semplice esecuzione, in grado di fornire numerose informazioni. Il soggetto da esaminare, una volta connesso allo spirometro, deve eseguire una manovra di inspirazione forzata, inspirando la massima quantità d'aria, giungendo alla propria "capacità polmonare totale" (TLC). Segue una espirazione la più rapida e completa possibile, raggiungendo il massimo grado di "svuotamento" polmonare, al termine del quale i polmoni contengono il cosiddetto "volume residuo" (RV). Il test viene concluso con una inspirazione la più rapida e completa possibile, passando così da volume residuo alla capacità polmonare totale.

Il grafico che si ottiene visualizza sull'asse delle ascisse il volume (espresso in litri), mentre il flusso (espresso in litri/sec) è registrato in ordinata (**Figura 1**).

La curva è composta da due parti: quella superiore, di forma triangolare, è relativa alla espirazione, mentre l'inferiore, a semicerchio, concerne l'inspirazione. Ogni punto della curva descrive il massimo flusso raggiungibile in corrispondenza di un dato volume polmonare. Il test fornisce inoltre il massimo volume mobilizzabile dal soggetto, definito

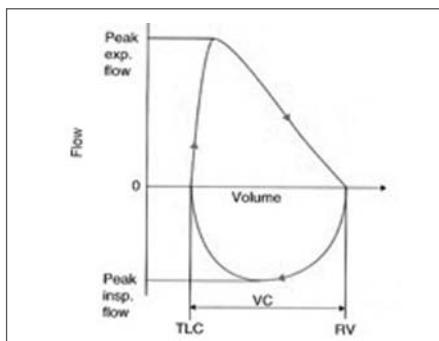


Figura 1

capacità vitale (VC).

I dati ottenuti dalla curva flusso/volume, nonché la sua morfologia, consentono di rilevare deficit disventilatori restrittivi (caratterizzati da flussi e volumi minori della norma, in presenza di una curva che ricalca la forma di quella normale, ma che risulta di dimensioni minori) ed ostruttivi (caratterizzati da ridotti flussi espiratori, capacità vitale normale o ridotta, con morfologia della porzione espiratoria della curva tipicamente concava verso l'alto).

L'interesse della curva flusso/volume nei portatori di malattie neuromuscolari risiede nella possibilità di conoscere la capacità vitale ed il picco di flusso espiratorio. La capacità vitale è un indice di estrema importanza in queste patologie, in quanto il rilievo di valori inferiori a 1-1.5 L è indicativo di elevato rischio di complicanze respiratorie (tra cui anche l'esistenza di desaturazioni emoglobiniche notturne); il picco di flusso espiratorio (PEF) può fornire indicazioni in merito alla efficacia della tosse spontanea, specie se ottenuto durante un colpo di tosse, in tal caso definito "cough peak flow" (CPF).

La **figura 2a** è stata ottenuta da un soggetto portatore di distrofia muscolare tipo Duchenne, effettuando le manovre massimali standard, cioè utilizzando i muscoli respiratori.

La morfologia della curva ricalca quella normale, la capacità vitale è ridotta consensualmente ai flussi espiratori: si tratta di un tipico deficit restrittivo di grado severo.

La curva della **figura 2b** è stata ottenuta dallo stesso soggetto, ma in corso di utilizzo della respirazione glossofaringea (GPB). La differenza tra le due curve è notevole, sia in termini di capacità vitale, passata da 0.7 a circa 3 L, sia in termini di picco di flusso espiratorio.

La porzione inspiratoria della seconda curva risulta tipicamente seghettata, originata dall'inspirazione consecutiva di piccoli boli d'aria ("gulps"). Il medesimo fenomeno è visibile sullo spirogramma volume/tempo della **figura 3**, la cui porzione inspiratoria assume un aspetto "a scalini", ognuno dei quali esprime l'ingresso di una piccola quantità d'aria che, sommandosi alle precedenti, porta la capacità vitale a valori considerevoli (Collier 1956) (Lawes 1957).

La comparazione delle curve flusso/volume di pazienti portatori di miopatia, eseguite utilizzando la normale respirazione e quella glosso-faringea, è utile alla dimostrazione dell'incremento della capacità vitale e dei flussi espiratori ottenibili con tale tecnica (Mazza 1984).

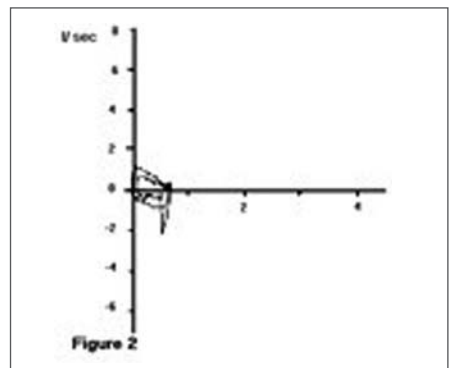


Figura 2a

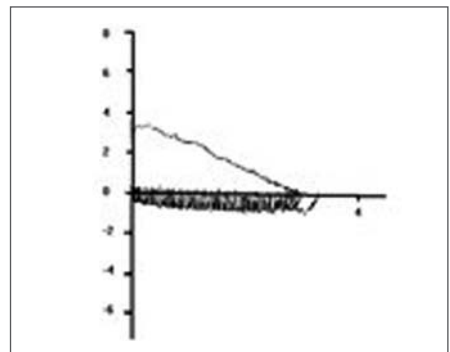


Figura 2b

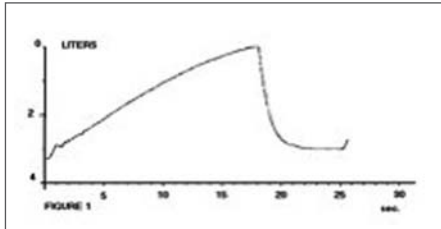


Figura 3

I dati ottenuti utilizzando la normale muscolatura respiratoria costituiscono un indice prognostico in merito al rischio di complicanze respiratorie, quelli rilevati in corso di respirazione glosso-faringea danno indicazioni in merito alla possibilità di sviluppare una tosse efficace grazie a tale tecnica.

In corso di apprendimento/perfezionamento di tale modalità respiratoria sono importanti periodiche rivalutazioni della funzionalità respiratoria, in modo da verificare oggettivamente il raggiungimento di maggiori capacità vitale e flussi espiratori; per il paziente ciò costituisce anche un incentivo al progressivo perfezionamento di una tecnica che consente di migliorare l'efficacia della tosse, di incrementare il volume della voce e, a soggetti altrimenti totalmente dipendenti dal ventilatore, di raggiungere un'autonomia respiratoria diurna prolungabile anche per molte ore.

o o o o o

The flow-volume curve is an easy to perform and highly informative lung function test routinely used in lung function labs.

The subject being examined, once connected to the spirometer, has to perform a forced inspiratory manoeuvre, breathing in as much air as possible so as to reach total lung capacity (TLC). Following this the subject should exhale as rapidly and completely as possible, emptying the lungs to the maximum extent, at the end of which what is left in the lungs is the so-called residual volume (RV). The test concludes with another inspiration, as fast and complete as possible, passing thus from RV to TLC.

The flow-volume curve that is obtained shows volume (expressed in litres) on the abscissa, and flow (expressed in litres/sec) on the ordinate (**Figure 1**). The curve consists of two parts: the upper part, triangular in form, relates to the expiration, while the lower part, semicircular in form, concerns the inspiration. Each point of the curve describes the maximum flow attained in correspondence to a given lung volume. The test also shows the maximum volume that can be mobilized by the subject, defined as vital capacity (VC).

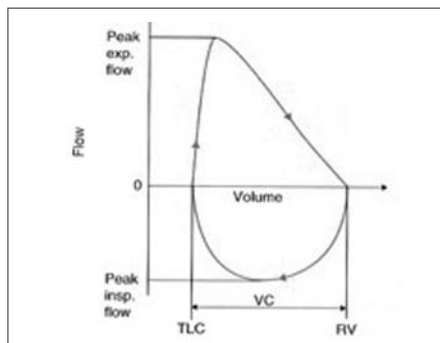


Figure 1

From the data and shape of the flow-volume curve, it is possible to classify the ventilatory defect as: restrictive (characterized by below normal flows and volumes, but a similar-to-normal shape of the curve, though smaller in size) or obstructive (characterized by reduced expiratory flows, normal or reduced vital capacity, with the shape of the expiratory part of the curve typically concave towards the top).

The interest of the flow-volume curve in patients affected by neuromuscular diseases is the information it gives on the vital capacity and peak expiratory flow. The vital capacity is an index of extreme importance in these diseases, in that values below 1-1.5 L indicate a high risk of respiratory complications (amongst which also the existence of nocturnal hemoglobin desaturations). Peak expiratory flow (PEF) can provide indications on the efficacy of spontaneous cough, especially if obtained in the act of coughing, in which case it is defined as "cough peak flow" (CPF).

Figure 2a shows a curve obtained from a subject affected by Duchenne Muscular Dystrophy performing standard maximal manoeuvres, i.e. utilizing the respiratory muscles. The shape resembles that of a normal curve: vital capacity is reduced and so also are the expiratory flows. This is a typical restrictive deficit, of severe degree.

The curve of **figure 2b** was obtained from the same subject, but in the course of glossopharyngeal breathing (GPB). The difference between the two curves is marked, both in terms of vital capacity, which increased from 0.7 to approximately 3 L, and of peak expiratory flow. The inspiratory part of the second curve appears typically jagged, due to the consecutive inspiration of small gulps. The same phenomenon is visible on the

volume-time spirogram shown in **figure 3**. The inspiratory part of the curve has the appearance of a staircase, each step representing the breathing in of a small quantity of air which, added to the previous ones, raises the vital capacity considerably (Collier 1956, Lawes 1957). Comparing the flow-volume curves of patients with myopathic disorders utilizing normal respiration vs. glossopharyngeal breathing is interesting to demonstrate the increase in vital capacity and expiratory flows obtainable with the GPB technique (Mazza 1984). The data obtained utilizing the normal respiratory muscles constitute a prognostic index of the risk of respiratory complications; those observed in the course of GPB give indications about the possibilities of improving cough efficacy thanks to this technique.

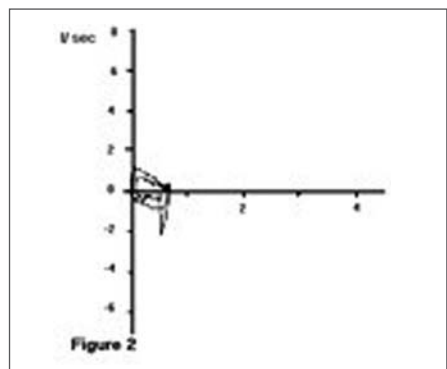


Figure 2a

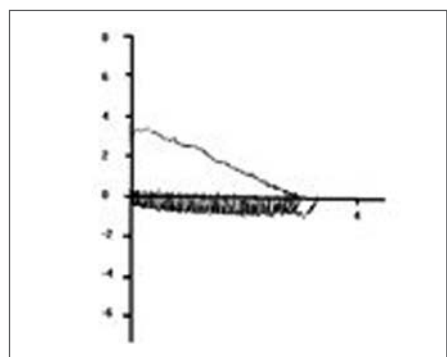


Figure 2b

During the learning process of the technique of GPB, periodic lung function assessments are important to objectively verify the level of increase of vital capacity and expiratory flows. For the patient, they also constitute an incentive for the progressive refinement of the technique, that leads to an improved cough efficacy, increased vocal volume and, in subjects otherwise totally dependent on the ventilator, a daytime respiratory autonomy that can be prolonged for hours.

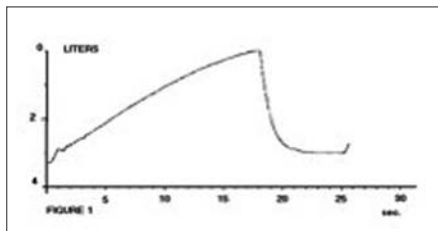
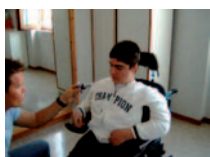


Figure 3



L'insufflazione polmonare mediante la respirazione glossofaringea e l'"Air Stacking" nella Distrofia Muscolare di Duchenne.

Lung inflation by glossopharyngeal breathing and "Air Stacking" in Duchenne Muscular Dystrophy.

J. R. Bach

Dept. of Physical Medicine and Rehabilitation
University Hospital, Newark - NJ (USA)
e.mail: bachjr@umdnj.edu

I progressi fatti durante gli ultimi 20 anni nel supporto ventilatorio meccanico non invasivo e nella tosse assistita meccanicamente, hanno migliorato enormemente la sopravvivenza senza il ricorso alla tracheotomia.

L'"air stacking" e la respirazione glossofaringea (GPB) sono da considerarsi sempre più importanti per un aumento autonomo dei flussi di tosse, così come dell'intensità della voce. La padronanza nell'uso della GPB può eliminare la paura di una potenziale disfunzione del ventilatore meccanico o della sua disconnessione. Per questo, con studio prospettico è stato valutato se l'abilità ad effettuare l'"air stacking" e la GPB potessero migliorare con l'addestramento ed ottenere un miglioramento nell'abilità di indipendenza dal ventilatore (VFBA: ventilator-free breathing ability).

Per questo, 78 pazienti affetti da Distrofia Muscolare di Duchenne (DMD), seguiti dal 1996, sono stati valutati dopo la fase di "plateau" della capacità vitale (CV), per comparare l'uso della GPB e dell'"air stacking" ai fini di un aumento dei volumi polmonari, dei flussi di picco alla tosse (CPF) e valutare l'efficacia della GPB per aumentare la VFBA (Bach et al. 2007).

I pazienti sono stati sottoposti ad un training e monitoraggio dell'efficacia dell'"air stacking" (capacità di accogliere volumi d'aria nei polmoni, consecutivamente introdotti con pallone Ambu e trattenuti con chiusura glottica) fino a raggiungere la massima capacità di insufflazione (MIC).

La GPB, presentata a tutti i 78 pazienti, è stata formalmente insegnata a 32 pazienti, allorchè la loro CV scendeva sotto i 400 ml. L'efficacia di entrambe le tecniche è dimostrata da valori di MIC o di capacità respiratoria di un massimo respiro con GPB (GPmaxSBC) superiori

alla CV.

I miglioramenti della VFBA sono stati determinati richiedendo una minor dipendenza respiratoria dal ventilatore al minuto. I CPF sono stati misurati con misuratore di picco di flusso.

Per settantaquattro (94,9%) pazienti l'"air stacking" risultava efficace. L'efficacia per la GPB era solo in 21 (27%) pazienti. Di questi, 15 con sufficiente GPB avevano ritardato la dipendenza dall'utilizzo diurno del ventilatore e, più tardi, necessitavano di 1.9 minor respiro assistito dal ventilatore per minuto.

Per 47 pazienti con più dati, al deterioramento della CV da 1080+870 a 1001+785 ml, la MIC aumentava da 1592+887 a 1838+774ml. Per 21 pazienti, la GPmaxSBC risultava significativamente superiore alla CV (824+584 vs. 244+151 ml, rispettivamente, $P < 0.001$).

L'abilità di aumentare il volume polmonare con l'"air stacking" (MIC) è risultata migliore che con la GPB (GPmaxSBC).

Grazie all'"air stacking", il PCF assistito risultava superiore al PCF spontaneo: 164+76 e 289+91 Litri/min, rispettivamente ($P < 0.001$).

Poiché il 90% degli episodi di insufficienza respiratoria e dei decessi di pazienti DMD trattati convenzionalmente sono la conseguenza di una incapacità a tossire in modo efficace durante infezioni intercorrenti dell'apparato respiratorio alto e poiché i flussi di tosse correlano con i volumi pre-tosse, è importante per i pazienti poter aumentare autonomamente i volumi polmonari per quando hanno la necessità di tossire.

La GPB e l'"air stacking" con pallone Ambu, garantiscono questo. Inoltre, considerando che sia la GPmaxSBC che la MIC possono migliorare e stabilizzarsi per un lungo periodo di tempo, nonostante il declino della CV, entrambe

dovrebbero essere monitorate regolarmente e l'addestramento dovrebbe essere incoraggiato.

Nei pazienti con DMD, sia la GPmaxSBC che i volumi dei "gulp" risultano minori rispetto a quelli riferiti a pazienti con esiti di poliomielite e traumi vertebromidollari, per i quali la capacità di un gulp è di oltre 100 ml, la GPmaxSBC è oltre 3000 ml e la VFBA è di diverse ore, nonostante una scarsa o nulla CV. Ciò dipende dalla loro non compromissione dei muscoli ad innervazione bulbare. Al contrario, c'è un progressivo peggioramento di forza di tali muscoli nei pazienti DMD.

La GPB è stata inclusa tra le tecniche che si adattano meno bene nel produrre la "clearance" bronchiale, poiché non è facilmente appresa da tutti i pazienti. Comunque, sembra che siano rari anche i tentativi per cercare di insegnarla. Le varie figure professionali dovrebbero almeno individuare quei pazienti che già praticano la GPB e dovrebbero aiutarli a migliorare la loro tecnica con un feedback spirometrico.

Con l'addestramento e l'allenamento, diversi pazienti DMD possono migliorare la loro CV da tre fino a dieci volte, aumenti paragonabili a quelli dei pazienti con lesione vertebromidollare e con esiti di poliomielite.

In conclusione, sia l'"air stacking" che la GPB possono migliorare con la pratica, anche quando la CV va incontro ad un deterioramento progressivo. La GPB fornisce un vantaggio vitale a chi la pratica con efficacia e, quindi, non dovrebbe essere ignorata più a lungo per i pazienti con DMD.

o o o o o

Advances made during the last two decades in noninvasive mechanical ventilatory support and mechanically assisted coughing have greatly improved survival without resort to tracheotomy.

Air stacking and glossopharyngeal breathing (GPB) have become increasingly important for the autonomous augmentation of cough flows and voice volume. GPB mastery also can eliminate fear of ventilator dysfunction or disconnection. Thus it has been prospectively determined whether the ability to air stack and GPB could improve with practice and result in improved ventilator-free breathing ability (VFBA).

Seventy-eight consecutive Duchenne muscular dystrophy (DMD) males who had visited a clinic since 1996 were studied after vital capacity (VC) plateau to compare the use of GPB and air stacking to increase lung volumes and cough peak flows (CPF) and GPB to increase VFBA (Bach et al 2007).

They underwent training in and monitoring of the efficacy of air stacking (retaining consecutively delivered volumes of air delivered via manual resuscitator and held by glottic closure) to maximum insufflation capacity (MIC).

GPB also was demonstrated to all 78 patients, and 32 were formally trained and prescribed GPB as their VCs decreased below 400 ml. To be successful, the MIC or GPB maximum single breath capacity (GPmaxSBC) had to exceed VC.

Improvements in VFBA were determined by requiring fewer ventilator-assisted breaths per minute. CPFs were measured by peak flow meter.

Seventy-four (94.9%) of the patients could air stack ($MIC > VC$), and, thus far, 21 (27%) are able to GPB. Fifteen could GPB sufficiently to delay onset of daytime ventilator use and, later, to require 1.9

fewer ventilator assisted breath per minute.

For the 47 patients with multiple data points, as VC deteriorated from 1080 ± 870 to 1001 ± 785 ml, MIC increased from 1592 ± 887 to 1838 ± 774 ml. For 21 patients, GPmaxSBC significantly exceeded VC (824 ± 584 vs. 244 ± 151 ml, respectively, $P < 0.001$).

The ability to increase lung volume by air stacking (MIC) was better retained than was the ability to increase lung volume by GPB (GPmaxSBC).

Air stacking also permitted assisted CPF to exceed unassisted CPF: 164 ± 76 and 289 ± 91 liters/min, respectively ($P < 0.001$).

Because 90% of episodes of respiratory failure and death for conventionally managed DMD patients occur as a result of ineffective coughing during intercurrent upper-respiratory tract infections, and because cough flows correlate with (pre-) cough volumes, it is important for patients to be able to autonomously increase lung volumes when they need to cough.

GPB, like air stacking via a volume ventilator, permits this. Because both GPmaxSBC and MIC can improve and plateau over a wide range of time despite declining VC, both should be monitored regularly, and practice should be encouraged.

The GPmaxSBC and gulp volumes in DMD patients tend to be lower than those reported for postpolio and spinal cord-injured patients, who often have gulp capacities over 100 ml, GPmaxSBC over 3000 ml, and many hours of VFBA despite having little or no VC. This is because bulbar-innervated muscles tend to be spared for the latter but become increasingly dysfunctional in DMD.

GPB has been included among the techniques that are not well adapted to producing bronchial clearance, because it cannot be mastered by all patients.

However, it seems that it is rarely even attempted. The clinician should at least identify those patients who already perform it and should help them improve their technique by spirometric feedback. With training and practice, many DMD patients can exceed their VCs three- to tenfold, increases comparable with those

of spinal cord-injured and postpolio patients.

Both air stacking and GPB can improve with practice, even when VC is deteriorating. GPB provides a vital advantage for those who master it, and should no longer be ignored for patients with DMD.



**Il ruolo della
respirazione
glossofaringea
nel trattamento
dell'insufficienza
respiratoria acuta
e cronica secondaria
a trauma
vertebro-midollare alto.**

*Glossopharyngeal
breathing in the
management of acute
and chronic ventilatory
failure due to high spinal
cord injury.*

M. R. Goncalves

Lung Function and Rehabilitation Unit
Pulmonary Medicine Department
Intensive Care Unit
Emergency Department
University Hospital Sao João, Porto
(Portugal)
e.mail: goncalves@portugalmail.com

Fino al ventesimo secolo, la prognosi dei pazienti con mielolesione (SCI, Spinal Cord Injury) era incerta e, nonostante la creazione di diversi centri di riabilitazione in tutto il mondo, il tasso di mortalità era del 35%.

In seguito, l'aumento del livello di assistenza al momento dell'evento acuto e i progressi tecnologici hanno favorito una riduzione del tasso sia di mortalità che di morbidity.

Le complicanze respiratorie sono tra le principali cause di morbidity e mortalità nei pazienti SCI con livello lesionale alto e tetraplegia (TPL-SCI). L'ingombro cronico di secrezioni bronchiali e la marcata riduzione dell'efficacia della tosse, di frequente riscontro nei pazienti con TPL-SCI, aumentano la probabilità di complicanze respiratorie quali polmoniti, atelettasia e di altre cause responsabili di insufficienza respiratoria acuta (Bach 1991-JAParapl.). Le complicanze respiratorie, nei pazienti TPL-SCI, sono dovute, nella maggior parte dei casi, all'insufficienza muscolare ventilatoria. Le cause di tale insufficienza possono essere divise in due principali categorie: quelle conseguenti ad una riduzione del controllo ("drive") respiratorio o ad una alterazione della sensibilità e funzionamento del centro respiratorio (che interessa, ad esempio, il controllo del sistema nervoso centrale); quelle che conseguono ad una riduzione della risposta respiratoria, attraverso la compromissione della meccanica respiratoria (Bach 1993).

I soggetti con TPL-SCI presentano, inoltre, una compromissione delle capacità ventilatorie, così come misurabili mediante test della funzionalità respiratoria. Questa compromissione li mette in condizioni di aumentato rischio per complicanze polmonari. A questo proposito, pazienti di 30 anni con TPL-

SCI, in ventilazione meccanica e che sopravvivono uno o due anni dopo il trauma, hanno una sopravvivenza media di altri 15.9 e 26.3 anni (Bach et al. 1990).

L'utilizzo di una ventilazione a pressione positiva intermittente (IPPV) non invasiva e di supporti espiratori, piuttosto che di una intubazione o di una tracheotomia, può ridurre la morbilità e mortalità di questi pazienti, grazie alle conservate valide funzioni bulbari (Bach et al. 1990). La sicurezza e la versatilità della respirazione glossofaringea (GPB) costituiscono un motivo chiave per eliminare la tracheostomia a favore di supporti non invasivi (Bach et al. 1994-Res Care) (Bach et al. - AJPM&R 2004). La GPB era una tecnica normalmente utilizzata, fin dal 1950, in pazienti con esiti di poliomielite, consentendo loro di aumentare le capacità respiratorie. Questa stessa tecnica può essere utilizzata, anche nei pazienti con TPL-SCI, per migliorare la loro capacità vitale forzata (FVC) (Bach et al. 1987) (Dail 1951). A questo proposito, è stato dimostrato come, nei pazienti TPL-SCI, l'autonomia respiratoria dal ventilatore può aumentare fino a più di tre ore grazie alla GPB, così come la capacità respiratoria di un massimo respiro con GPB (GPmaxSBC), può aumentare con l'addestramento (Bach 1991- AJPM&R). Sia la funzione muscolare inspiratoria che, indirettamente, espiratoria, possono essere assistite dalla GPB. La GPB può garantire ad un soggetto con TPL-SCI, con muscoli inspiratori deboli e assenza di FVC o intolleranza respiratoria, una normale ventilazione alveolare, così come una massima sicurezza quando non viene utilizzato il ventilatore o in caso di suo non funzionamento durante la notte o di giorno. Questa tecnica richiede l'utilizzo della glottide, oltre allo

sforzo inspiratorio di spingere/ingoiare ("gulping") boli di aria nei polmoni. La glottide si chiude dopo ogni "gulp". Ogni atto respiratorio consiste di 6-9 gulp, ognuno dei quali può essere di 40 fino a 200 ml (Bianchi 2004).

Più precisamente, la GPB, detta anche respirazione a rana ("frog breathing"), utilizza i muscoli della lingua e faringei per forzare l'aria in trachea e polmoni, mediante un processo ciclico. Questo processo può considerarsi un meccanismo di pompaggio dell'aria nei polmoni. A volte, questo pompaggio è definito come un colpo ("stroke"). E' importante di non ricondurre tale evento ad un atto deglutitivo, altrimenti c'è il rischio di far entrare l'aria nello stomaco. Naturalmente, i muscoli di lingua, palato molle, faringe e laringe devono essere validi. A questo proposito, i soggetti con TPL-SCI sono dei candidati perfetti proprio per via della loro funzione bulbare intatta. Nonostante ciò, molti di loro necessitano di notevoli istruzioni ed incoraggiamento per imparare questa tecnica, così come di ore di allenamento per eseguirla correttamente (Bach et al. 1987).

Diverse attività della vita quotidiana possono interferire con la capacità individuale di effettuare la GPB. Molte di queste attività, infatti, coinvolgono l'utilizzo dei muscoli della bocca e della gola, causando così una interferenza. Con molto allenamento e acquistando confidenza, i soggetti con TPL-SCI possono imparare ad espletare adeguatamente le varie richieste quotidiane e, allo stesso tempo, eseguire la GPB in modo efficace. E' quindi importante, per chi deve utilizzare tale tecnica e per i care givers, essere a conoscenza di ciò, al fine di evitare condizioni di crisi o di stress (Bach et al. 2007).

Ai pazienti si insegna a prendere un

respiro dal naso o dalla bocca, quindi a trattenere il respiro e ad aggiungere ad esso volumi di aria con i gupl. Essi possono iniziare con una respirazione col collo ("neck breathing"), utilizzando i muscoli respiratori accessori. Così facendo, la maggior parte dei pazienti TPL-SCI può portare 150 cc di aria nei polmoni, trattenendola. Successivamente, aprono la bocca e spingono in giù lingua e gola mediante il "gulp". Questo movimento viene ripetuto fino a quando non viene raggiunto il massimo singolo respiro (Mazza et al. 1984).

La GPB può essere effettuata anche attraverso il naso. Il vantaggio, in questo caso, consiste nel fatto che, così facendo, è possibile ottenere una normale umidificazione, eliminando la secchezza della bocca e risulta esteticamente più accettabile ai fini relazionali (Bach 2002).

Lo stimolatore elettrofrenico è stato utilizzato su più di 900 pazienti, la maggior parte dei quali con TPL-SCI. Può migliorare i risultati allorchè è di tale efficacia da consentire la rimozione di una cannula tracheostomica, con la possibilità poi di utilizzare la GPB e la ventilazione non invasiva come tecniche di riserva ventilatoria.

o o o o o

*R*espiratory complications are the main cause of morbidity and mortality in patients with high SCI.

The chronic encumbrance of bronchial secretions and significant reduction in cough efficacy often found in patients with high SCI, increases the probability of respiratory complications such as pneumonia, atelectasis, and other causes of acute respiratory failure (Bach 1991-JParapl). Respiratory complications in SCI patients are due, in most cases, to the ventilatory muscle failure. The causes of such failure can be divided into two main categories: the ones resulting from the decrease of the respiratory drive or from a change in the sensitivity and functioning of the respiratory centre (e.g. affecting the central nervous system control); and those that result from the diminishing of the respiratory response, through the compromise of the mechanics of respiration (Bach 1993).

Quadriplegic SCI individuals have compromised ventilatory capacities as measured by pulmonary function tests. This compromise may put them at increased risk for pulmonary complications. The mean survival for ventilator users with SCI at age 30 who survived one and two post-injury years was another 15.9 and 23.6 years, respectively (Bach et al. 1990).

The use of noninvasive IPPV and expiratory aids rather than intubation and tracheotomy can especially decrease morbidity and mortality for these patients because of their usually excellent bulbar muscle function (Bach et al. 1990). The safety and versatility afforded by GPB are key reasons to eliminate tracheostomy in favor of noninvasive aids (Bach et al. 1994-Res Care) ADDIN EN.CITE (Bach et al.-AJPM&R 2004).

Glossopharyngeal breathing (GPB) was a technique commonly used in the 1950s with poliomyelitis patients to enhance their breathing capabilities. This same technique

can be used with high SCI individuals to improve their forced vital capacity (FVC) (Bach et al. 1987) (Dail 1951).

It has been shown that in SCI patients, ventilatory free breathing increases on more than 3 hours with GPB and the GPB maximum single breath capacity can be increased with training (Bach 1991-AJPM&R).

Both inspiratory and, indirectly, expiratory muscle function can be assisted by GPB. GPB can provide a SCI individual with weak inspiratory muscles and no FVC or breathing tolerance with normal alveolar ventilation and perfect safety when not using a ventilator or in the event of sudden ventilator failure day or night. This technique involves the use of the glottis to add to an inspiratory effort by projecting (gulping) boluses of air into the lungs. The glottis closes with each "gulp". One breath usually consists of 6 to 9 gulps of 40 to 200 ml each (Bianchi 2004).

GFB or "frog" breathing uses the muscles of the tongue (the glossa) and the throat (pharyngeal muscles) to force air into the trachea and lungs through a repetitious process. This process involves using the tongue and throat muscles as a pumping mechanism to force air into the lungs. This pumping action is sometimes referred to as a stroke. It is important to remember not to swallow, or air will enter the stomach. The muscles of the tongue, soft palate, pharynx and larynx must be functional. SCI individuals are perfect candidates because of their intact bulbar function, but most of them need considerable instruction and encouragement to learn this technique, as well as hours of practice to master it (Bach et al. 1987).

Many daily activities can interfere with an individual's ability to perform GFB. The reason is because these daily activities involve the mouth and throat muscles thus causing interference. With a great

deal of practice and confidence the SCI individual can learn to master these daily requirements and still be able to effectively perform GFB. It is important for users and care givers to be aware of this in order to avoid creating unnecessary stress or crisis situations (Bach et al. 2007).

Patients are taught to take a breath through the nose or mouth, then hold their breath and add to it with gulps of air. They can start by taking a neck breath with their accessory muscles. Most of SCI patients get about 150 cc of air in the lungs and then hold it. Next, they open their mouth and draw the tongue and throat muscles down to allow air to enter the throat through the "gulp". This movement is repeated until the patient gets his maximal single breath (Mazza et al. 1984).

GFB can also be performed through the nose. The advantages of performing GFB through the nose are that it provides natural humidification, it eliminates the dryness of the mouth, and aesthetically it is less obvious to the people around (Bach 2002).

Electrophrenic pacing has been used for over 900 patients, mostly those with SCI. It can improve outcomes when it is sufficiently successful to permit tracheostomy tube removal for use of GFB and noninvasive ventilation as back-up.

**La pratica sportiva
dell'immersione in
apnea.
L'importanza
dell'apnea prolungata
nell'esperienza di un
recordman.**

*Relevance of the
prolonged breath-holding
in the experience of a
diving recordman.*

U. Pelizzari

Presidente dell'Apnea Academy-Parma (Italy)
e.mail: umberto@umbertopelizzari.com

Nell'ambito apneistico, la respirazione glossofaringea (GPB) viene chiamata anche "carpa", per la somiglianza di chi la pratica al pesce boccheggiante ed è utilizzata già da diversi anni da alcuni apneisti di fama mondiale.

Parliamo quindi di soggetti che non hanno difficoltà respiratorie e che non faticano a riempire i polmoni per motivi muscolari, ma di persone sane che dopo aver riempito al massimo le vie respiratorie, praticano la carpa per riempirsi ulteriormente, forzando quanto più possibile l'inspirazione.

Il vantaggio della carpa è quello di far entrare nei polmoni più aria, quindi più ossigeno, consentendo una durata superiore dell'apnea o la disponibilità di più aria per le compensazioni a quote sempre più profonde. Nonostante tale vantaggio, tuttavia, la carpa ha più limiti: il primo è di tipo meccanico. Inspirando forzatamente, infatti, il diaframma anziché muoversi il più in basso possibile, è limitato nella contrazione, per cui la quantità di aria inspirata risulta artificialmente ridotta. Inoltre, forzando l'inspirazione al massimo è possibile incorrere in una vera e propria sovradistensione polmonare, conseguenza di cui non è nemmeno detto che ci si accorga, fino ad arrivare alla lacerazione della pleura: ci sono stati più casi, infatti, di "pneumotorace da carpa" di apneisti, poi risolti con intervento chirurgico. Oltre a tale limite meccanico, la carpa va anche contro uno dei fondamentali principi dell'apnea moderna che è il rilassamento. Le tecniche di preparazione all'apnea prevedono che anche la ventilazione, profondissima e volta a riempire l'apneista al 100%, debba essere eseguita cercando di rimanere rilassati: ci sono appositi esercizi che mirano a potenziare i muscoli respiratori nonché

ad allenarne l'elasticità (insieme a quella della cassa toracica), così da permettere di "fare il pieno" senza manovre forzate o innaturali. E' ben difficile affermare, sia per l'esecuzione della manovra in sé e sia per il forzato riempimento ottenuto, che un apneista che effettui la carpa possa rimanere rilassato. E' vero quindi che apneisti molto forti raggiungano, con la carpa, ragguardevoli profondità, ma è vero anche che nessuno di questi ha mai provato ad allenare in modo sistematico e completo le tecniche di respirazione. Ciò è comprensibile poiché per imparare a respirare correttamente e sfruttare al massimo le capacità dei nostri muscoli respiratori possono servire anche anni, mentre, apprendere la manovra della carpa è compito che può concludersi anche in qualche giorno. Occorrerebbe dunque una contro-prova, che al momento non abbiamo, qualora uno di questi atleti sostituisca alla carpa il paziente studio delle tecniche di respirazione, per vedere se raggiunga gli stessi risultati. Al di là delle esperienze e degli studi fatti finora dall'uomo, vale la pena di osservare anche ciò che accade in natura: a ben vedere, non c'è nessun mammifero marino che usa la carpa!

o o o o o

In the world of apnea diving, glossopharyngeal breathing (GPB) is also known as "carp breathing" due to the resemblance of those using the technique to the gasping fish, and it is a practice noted for years now among certain apneists of world renown.

We are speaking, then, not of subjects with respiratory problems or who have difficulty filling their lungs for muscular reasons, but of healthy persons who, after having filled up their lungs with air, practise carp breathing in order to take in still more air, forcing to the limit the inspiration.

The advantage of carp breathing is that it fills the lungs with more air, hence more oxygen, than is normally possible, so that one can hold one's breath (i.e. apnea) for longer or have more air available for depth adaptation at still greater depths. Despite this advantage, however, carp breathing has several limitations. The first is of a mechanical nature: with forced inspiration, in fact, the diaphragm, instead of moving fully down, has a limited contraction, hence the quantity of air inspired results artificially reduced. In addition, by forcing inspiration to the maximum, one can provoke a real overdistension of the lung, the consequences of which may not become apparent until rupture of the pleura manifests. There have been several cases, in fact, of "pneumothorax caused by carp breathing" of apneists, later resolved with a surgical intervention. Besides this mechanical limitation, carp breathing also contravenes one of the basic principles of modern apnea, i.e. relaxation. The techniques of apnea preparation, based on deep breathing aimed at filling the lungs 100%, are intended to be carried in a state of relaxation: there are specific exercises designed to reinforce the respiratory muscles and train lung (and chest) elasticity so that the subject can "fill up" the lungs without forced or

unnatural manoeuvres. It is difficult to say, both as regards the performance of the manoeuvre itself and the result (i.e. the lungs filled up by force), that an apneist who practises carp breathing can remain relaxed. While it is true that very strong apneists have been able to reach, with carp breathing, very notable depths, it is also true that none has every tried to train systematically and fully in the breathing techniques. This is understandable, since it takes years to learn to breathe correctly and use the full potential of our respiratory

muscles, whereas learning the manoeuvre of carp breathing is a task that can be accomplished in just a few days. A counter proof is needed, which at the moment we do not have, but this would depend on one of these athletes being willing to substitute for carp breathing the patient study of breathing techniques, to see if he so attained equivalent results. Beyond the human experiences and research conducted by men, it is worthwhile simply observing nature: no mammal, in fact, exists that uses carp breathing!



La respirazione glossofaringea nella pratica dell'apnea sportiva.

Impact of glossopharyngeal breathing on apnea diving.

B. Strömberg

President of AIDA International,
the International Freediving Federation
(Sweden)
e.mail: bill@freedive.nu

Questa relazione si propone di dare alcune informazioni su come e perchè alcuni apneisti subacquei utilizzano la respirazione glossofaringea (GPB), detta anche "packing polmonare", nella pratica sportiva.

Il motivo principale del suo utilizzo, riguarda la possibilità di aumentare il volume polmonare oltre la capacità polmonare totale (TLC), aumentando così l'accumulo di ossigeno.

Di fatto, la capacità di immersione è determinata, solo in parte, dalla quantità di aria che si può portare andando in profondità. Infatti, ci sono altri fattori che giocano un importante ruolo nell'immersione e tra questi, la condizione fisica in generale e l'adattamento alla profondità, entrambi ottenibili attraverso un serio allenamento. Anche la determinazione mentale gioca un ruolo importante e non dovrebbe essere sottostimata. Tutti questi elementi, con l'aggiunta della capacità di rilassamento per raggiungere una armonia globale, sono indispensabili per essere un buon apneista.

La GPB non è una novità nella pratica dell'apnea sportiva. Di sicuro, sappiamo che è stata utilizzata fin dalla metà degli anni sessanta, quando il record di profondità per l'uomo era di circa 60 metri. L'americano Robert Croft è stato il primo recordman di immersione che utilizzava la GPB. La sua TLC con la GPB era di 7.8 Litri (1,5 Litri in più rispetto alla sua capacità polmonare senza GPB). Robert Croft fece tre record di profondità alla fine degli anni sessanta, effettuando il record di immersione di 73 metri nell'agosto 1968. Dopo che Croft ebbe raggiunto il suo ultimo record, non si ha documentazione di altri record di immersione ottenuti con questa tecnica, fino agli anni novanta.

Nel 1998, c'è la documentazione di test effettuati in Svezia, nell'ambito della medicina ipobarica, su apneisti amatoriali che utilizzavano la GPB.

L'utilizzo di questa tecnica ricompare negli anni 1999/2000, sempre con riferimento alle competizioni per il record mondiale di apnea subacquea. Gli ultimi apneisti che non fecero ricorso alla GPB per i loro record di immersione, furono il francese Audrey Mestre e Francisco Pipin Ferreras, considerato la leggenda cubana. Essi fecero immersioni oltre i 165 metri negli anni 2002-2003. Da allora, la GPB è stata utilizzata in ogni record di immersione.

Gli ultimi record sono stati ottenuti dall'austriaco Herbert Nitsch e dal tedesco Tom Sietas, capaci di effettuare una buona GPB. Questi super atleti hanno sviluppato la tecnica di "packing polmonare" a livelli massimali, iniziando la GPB 30 secondi prima di immergersi, proprio per essere sicuri di raggiungere la massima quantità di aria nei polmoni.

Nello sport dell'apnea subacquea, ci sono diverse modalità di utilizzo della GPB. Alcuni atleti fanno il massimo "packing polmonare" in 10 secondi, mentre altri in 30 secondi. Ci sono poi diversi atleti che fanno il "packing polmonare" fino al 50-60% dei livelli massimali, al fine di rendere più confortevole l'apnea. Questo metodo è utilizzato principalmente nella pratica dell'apnea "statica", che consiste nel trattenere il respiro in superficie, senza effettuare alcun movimento.

Perché, allora, gli apneisti hanno interesse ad aumentare la loro TLC?

Per prima cosa, con più aria si può trattenere più a lungo il respiro. E' nozione basilare, anche se molto individuale, che un atleta con grandi polmoni ed elevato consumo di ossigeno può perdere contro un altro atleta con piccoli polmoni ma basso consumo

di ossigeno. La combinazione migliore sarebbe quella di avere grandi polmoni con basso consumo di ossigeno.

In secondo luogo, è risaputo che in tutte le discipline di immersione in profondità, la profondità di immersione è dipendente dalla abilità dell'atleta nell'effettuare i compensi a livello di orecchie e di naso durante l'immersione. Per questo, gli atleti utilizzano l'aria. Ma il volume d'aria diminuisce ad ogni metro di profondità, fino a raggiungere un punto in cui non c'è più l'effetto eguagliante. Quindi, con più aria si può garantire questa eguaglianza pressoria a maggiori profondità. Anche questa è una nozione basilare, ma soggetta a abilità individuali, così che vediamo atleti con piccoli polmoni e che non utilizzano la GPB, ma capaci di fare immersioni molto profonde.

Più recentemente sono state sviluppate tecniche grazie alle quali i volumi polmonari sono meno importanti: l'apneista espira, prima di immergersi, lasciando solo il 50% del volume polmonare totale. E' questa la modalità con la quale le balene effettuano le loro immersioni. L'ulteriore ricerca in questo campo con le relative applicazioni consentirà, probabilmente, all'essere umano di migliorare la profondità delle immersioni.

Ci sono altri sport in cui la GPB può risultare di un certo interesse?

E' risaputo che utilizzando la GPB in modo corretto quotidianamente, è possibile aumentare la TLC. Polmoni più grandi possono garantire agli atleti, in qualsiasi sport, una migliore capacità ventilatoria. Ciò può conferire loro un più rapido tempo di recupero. Oltre agli apneisti, anche i nuotatori sono atleti che possono beneficiare della GPB. Grazie ad uno specifico allenamento quotidiano con la tecnica GPB, essi possono avere più aria nei polmoni e quindi galleggiare

miglior in acqua, riducendo le resistenze. La piccola differenza di un tempo di 1/100 di secondo, può fare la differenza tra una medaglia d'oro olimpica rispetto ad una d'argento.

Sulla base di queste considerazioni, è possibile capire come la GPB potrebbe essere una pratica di enorme utilità nell'allenamento atletico.

o o o o o

This presentation will give you some information on how and why some freedivers use glossopharyngeal breathing in their sport.

The main reason for using this technique, GPB or lung packing as freedivers say is because it increases the lung volume above Total Lung Capacity (TLC) and increasing oxygen stores.

The fact is that your freediving capacity is only partly determined by the amount of air you can bring with you down under the surface. Other things that play a big role in freediving such as your overall physical condition and adaptation to depth both of which you can achieve through serious training. Mental strength is also a very important and should not be under any circumstances underestimated. These elements together with the capacity to relax and find total harmony are the keys to being a good freediver.

Glossopharyngeal breathing is far from something new in the sport of freediving. We know for sure that it has been used since the middle of the 60s, when the depth record for man was just little deeper than 60m. The world record freediver, Robert Croft from USA is the first freediver that we know for sure used this technique and his TLC incl GPB was up to 7.8 litres; which is 1.5 litres more than he had without GPB. Robert Croft did 3 depth records in

the end of the 60s, and the deepest dive he did was 73m in August 1968. After Mr Croft set his last record, we do not have any documentation of any record setting freedivers using this technique in their dive preparation until the late 90s. In 1998 documented tests were done in Sweden on amateur freedivers who used GPB. These tests were done together with hypobaric doctors. In terms of world record freedivers this technique reappeared in 1999/2000 in competitions. The last freedivers not using GPB in their record dive for depth were the French freediver Audrey Mestre and the Cuban legend Francisco Pipin Ferreras, they did No Limit dives to below 165m in 2002-2003, since then GPB has been used in every record dive. The latest records are done by Herbert Nitsch from Austria and Tom Sietas from Germany; they are both extremely good "packers". These super athletes have developed the packing technique to the most extreme, and they both start the GPB up to 30 seconds before the dive, just to make sure they have as much air they can bring when they finally leave the surface.

In the sport of freediving we see many different, personally developed, ways of using GPB. Some athletes are packing to the maximum in just 10 seconds; some do the same in 30 seconds. Then we have a big group of athletes that only pack up to 50-60% of max GPB, this is just to make sure they stay comfortable during the breath hold. This is mainly used in the discipline called Static Apnea, where you, without moving, hold your breath as long as you can on the surface.

So more exactly why are freedivers interested to increase their TLC?

First of all, with more air you will hold your breath longer – very basic, but very individual – an athlete with big lungs and high consumption of oxygen can easily lose against an athlete with small lungs

and low consumption of oxygen. The best combination is of course big lungs and low consumption of oxygen.

Secondly, we know that in all depth disciplines the achieved depth is normally directly related to the athletes' ability to equalize their ears and sinuses during the dive. The athletes are using the air to do this and because the air volume decreases with every achieved meter in depth there is a point when there is no more air to equalize with. With more air you can equalize to a greater depth. Even this is very basic, but very individual as each athlete has different abilities when it comes to their equalizing techniques, and we see many athletes with small lungs and without GPB go very deep.

It is important to take note that we have now developed techniques where the lung volume is less important: the freediver simply breathes out before he dives and leaves the surface with less than 50% of full lung volume. This technique is similar to how all the whales do their dives and with more research, development and specific training this way of freediving will probably take the human being deeper than ever.

Are there any other sports where glossopharyngeal breathing is of interest? We know that if you practice glossopharyngeal breathing in the right way and do this everyday, your normal TLC without GPB increases as well. Bigger lungs will give every athlete in any sport a better capacity to ventilate and this is an important factor because it will give the athlete a faster recovery time. After freedivers, swimmers are the athletes who benefit the most from GPB. With smart GPB training on daily basis they will get more air in their lungs and float higher in the water resulting in less drag. The smallest difference in time of 1/100 of a second could mean the monumental

difference between an Olympic gold and silver medal. With this in mind, everyone in sports understands that Glossopharyngeal Breathing could be the next big thing in all athletic training.



Fisiologia della respirazione glossofaringea nel soggetto normale.

Physiology of glossopharyngeal breathing in the normal subject.

N. Lindholm

Centre for Environmental Physiology,
Dept Physiology and Pharmacology
Karolinska Institutet, Stockholm (Sweden)
e.mail: peter.lindholm@ki.se

La respirazione glossofaringea (GPB) è detta anche respirazione a rana ("frog breathing"), "lung packing"; "buccal pumping" e respirazione a "carpa".

È stata studiata per la prima volta in pazienti che erano capaci di ventilare i polmoni senza l'uso dei muscoli respiratori. Dal 1951 è stato il primo a descrivere tale tecnica, osservando il suo utilizzo da parte di pazienti con esiti di poliomielite, con debolezza dei muscoli respiratori e conseguente capacità vitale (CV) molto bassa.

Questi pazienti utilizzavano i muscoli della bocca e faringe per deglutire l'aria nei polmoni, aumentando in tal modo la profondità del respiro e, quindi, anche la CV.

Allo stesso modo, gli apneisti subacquei utilizzano tale tecnica, caratterizzata da: l'insufflazione glossofaringea (GI), per aumentare il volume di aria nei polmoni oltre la normale capacità polmonare totale (TLC) e la essufflazione glossofaringea (GE), per ridurre il quantitativo d'aria al di sotto del volume residuo normale (VR) (Lindholm Nyren 2005). La GI può incrementare il volume d'aria di oltre il 50% della CV di un soggetto (Loring et al 2007). In pazienti con ridotta funzione dei muscoli respiratori, è stato dimostrato (Collier et al. 1956) come l'aumento dell'aria nei polmoni determina una caduta della pressione arteriosa, un effetto che può spiegare quanto si può spesso osservare negli apneisti subacquei che utilizzano in eccesso la GI e che, quindi, può causare una sincope. Un contributo è dato da uno studio radiografico che dimostra come in un apneista si è creato uno pneumomediastino (Jacobson et al 2006).

Quando si effettua una GI, si verifica un aumento della circonferenza

toracica. Alcuni apneisti che sono capaci di insufflare grandi volumi di aria, espandono in modo significativo il torace, dando loro l'aspetto di un torace a botte. E' probabile che essi abbiano aumentato la loro mobilità articolare, così come abbiano effettuato uno stiramento ("stretch") dei loro muscoli respiratori, così che possono aumentare il volume toracico fino a quanto è anatomicamente possibile. Inoltre, la pressione del volume d'aria insufflata con la GI riduce la quantità di sangue nel torace. Così facendo, si crea più spazio per l'aria. L'aumentata pressione comprimerà i gas nei polmoni: sono state descritte (Loring et al 2007) pressioni di 10 kPa (75 mmHg) che corrisponderebbero a circa il 10 per cento in più di aria dovuto alla compressione. Questo studio ha pure documentato pressioni transpolmonari fino a 8 kPa (60 mmHg). In uno studio sull'effetto della GI praticata per sei settimane da 16 femmine sane (non apneiste), si dimostra come è stato possibile imparare la tecnica e che la CV (senza la GI), in tale arco di

tempo, è significativamente aumentata del 3% (Nygren-Bonnier et al 2007). La GI veniva praticata con cautela, raggiungendo volumi corrispondenti al 10-25% della CV. E' stato notato un altro effetto riguardante l'aumento della CV quando veniva misurata dopo ogni sessione di GI, a dimostrazione di un effetto di "riscaldamento". In effetti, è di comune riscontro il fatto che gli apneisti praticino sia lo "stretching" che le manovre di GI/GE in preparazione all'immersione, incrementando così la flessibilità del torace e del diaframma. La GE viene utilizzata dagli apneisti allorchè raggiungono la massima profondità di immersione. Serve per riempire di aria la bocca e consentire di equilibrare le pressioni a livello dell'orecchio medio mediante la manovra di Frenzel (così facendo, l'apneista può non ricorrere all'utilizzo della manovra di Valsalva quando si trova in profondità). La GE è pure utilizzata per simulare l'effetto di spremitura ("squeezing") degli apneisti di profondità che effettuano la GE dopo una completa esalazione,

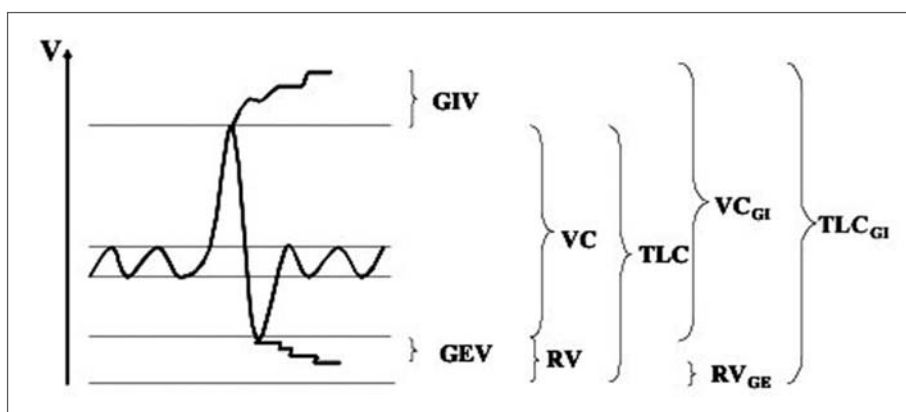


Figura 1: schema dei volumi polmonari e della respirazione glossofaringea, con le diverse modalità di insufflazione glossofaringea (GI) ed essufflazione glossofaringea (GE). La GI aggiunge aria al polmone, mentre la GE sottrae aria al polmone. Volume (V), capacità polmonare totale (TLC), capacità vitale (VC), volume residuo (RV), volume con insufflazione glossofaringea (GIV), volume con essufflazione glossofaringea (GEV). Questa figura è stata pubblicata in: Lindholm P, Pollock NW, Lundgren CEG, eds. Breath-hold diving. Proceedings of the Undersea and Hyperbaric Medical Society/Divers Alert Network 2006 June 20-21 Workshop. Durham, NC: Divers Alert Network; 2006.

consentendo loro di ottenere l'effetto di un volume estremamente basso di gas nel torace, ma secco/asciutto.

Studi relativi alla GE, mediante l'utilizzo della risonanza magnetica, hanno dimostrato che il volume della trachea si riduce. In un soggetto, la porzione extratoracica della trachea si era marcatamente deformata e quasi collassata (Lindholm and Nyren 2005).

o o o o o

Glossopharyngeal breathing (GPB) has been called numerous things including frog breathing, lung packing, buccal pumping, and carpa.

It was first studied in patients who were able to ventilate the lungs without the use of the respiratory muscles.

Such breathing was initially described by Dail in 1951, who observed its use by post-poliomyelitic patients with weakened respiratory muscles and very low vital capacities (VC). These patients utilized used the muscles of the mouth and pharynx to swallow air into the lungs, thereby inhaling a larger breath and increasing their VC. Breath-hold divers similarly use this technique: glossopharyngeal insufflation (GI) to increase the volume of air in the lungs above normal total lung capacity (TLC) or glossopharyngeal exsufflation (GE) to reduce the amount of air below normal residual volume (RV) (Lindholm Nyren 2005). GI may increase the volume of air up to 50% of a subject's vital capacity (Loring et al 2007). Collier et al. (1956) showed, in patients with reduced respiratory muscle function, the increase in pulmonary gas will cause a drop in arterial blood pressure, an effect that can explain an observation that is often noted among breath-hold divers who use too much GI, that it may cause

syncope. There is also a radiographic study showing a pneumomediastinum in one diver (Jacobson et al 2006).

When GI is performed there is an increased circumference of the thorax. Certain divers who are able to insufflate large volumes expand the chest significantly, giving them a barrel chest appearance. It is possible that they have increased their articular mobility and stretched their respiratory muscles so they can increase the chest volume to whatever is anatomically possible. The air pressure of the gas insufflated with GI will reduce the amount of blood in the chest which will give more space for air. The high pressure will also compress the gas in the lungs: pressures of about 10 kPa (75 mm Hg) have been reported (Loring et al 2007), which would be equal to about 10 percent extra air due to compression. This study also reported transpulmonary pressures as high as 8 kPa (60 mm Hg).

In a six week study of GI in 16 healthy women (not divers) it was reported that they learned the technique, and that vital capacity (without GI) had increased significantly by 3% after six weeks (Nygren-Bonnier et al 2007). GI was performed cautiously with volumes corresponding to 10-25% of VC. Another effect that was noted was that after each session of GI, the VC was increased when measured, indicating a 'warm-up' effect. In fact it is very common that breath-hold divers perform stretching and GI/GE maneuvers to prepare for a dive, possibly increasing the flexibility of the chest and diaphragm.

GE is used at depth to fill the mouth with air to enable equalization of the middle ear by a Frenzel maneuver (this enables the diver to abstain from using a Valsalva maneuver at depth). GE is also used to simulate the 'squeezing' effect of deep breath-hold diving by performing GE after

a full exhalation and thus enabling the diver to partially practice the effect of an extremely low gas volume in the thorax, but dry. Studies of GE with magnetic resonance imaging have shown that the

volume of the trachea is reduced. In one subject the extrathoracic portion of the trachea was severely distorted and almost collapsed (Lindholm and Nyren 2005).

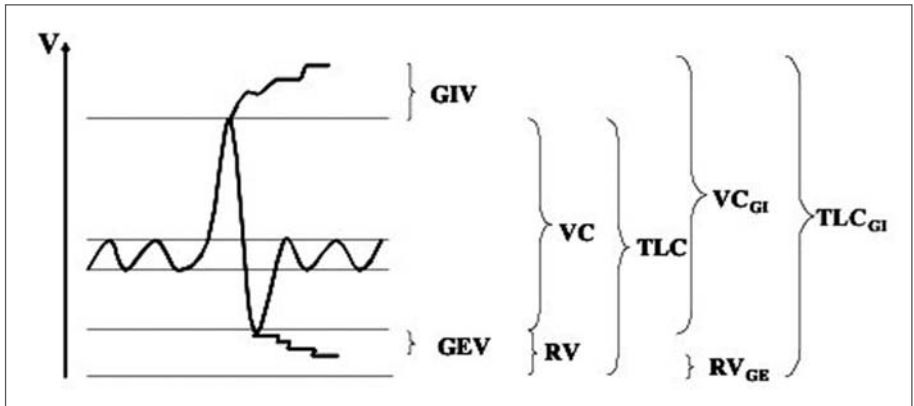


Figure 1: Schematic of lung volumes and glossopharyngeal breathing with the different manoeuvres glossopharyngeal insufflation (GI) and glossopharyngeal exsufflation (GE). GI add air to the lung, while GE withdraw air from the lung. Volume (V), total lung capacity (TLC), vital capacity (VC), residual volume (RV), glossopharyngeal insufflation volume (GIV), glossopharyngeal exsufflation volume (GEV). This figure has previously been published in: Lindholm P, Pollock NW, Lundgren CEG, eds. Breath-hold diving. Proceedings of the Undersea and Hyperbaric Medical Society/Divers Alert Network 2006 June 20-21 Workshop. Durham, NC: Divers Alert Network; 2006.

Complicanze della respirazione glossofaringea nella pratica della apnea subacquea.

Physiology of glossopharyngeal breathing in the normal subject.

N. Sponsiello

Director of Apnea Academy Research,
Servizio di Scienza dell'alimentazione
Università di Camerino - MC (Italy)
e.mail: nicola.sponsiello@libero.it

Premesse

L'utilizzo della respirazione glossofaringea per l'apnea è relativamente recente: circa 9 anni fa' questa metodica ha cominciato a diffondersi nell'ambiente agonistico grazie ad un semplicistico ragionamento, ovvero più aria nei polmoni: apnea più lunga.

Non era stabilita una procedura, non c'era esperienza di quali vantaggi portasse, non c'erano dati che ne documentassero l'efficacia. Furono tempi di empirismo e di improvvisazione, di "voci" riferite e di malpratica.

La nostra esperienza

In Italia ci sono pochissimi medici che si occupano di apneisti, capita quindi che ogni questione relativa ad argomenti sanitari che coinvolgano apneisti afferisca ad un ristretto numero di clinici.

La nostra scuola ci ha creato una notevole popolarità, di conseguenza il comitato scientifico che ne fa parte è diventato un riferimento per la gran parte dei praticanti e degli agonisti.

In questi anni ci sono giunte dettagliate notizie di 4 casi di pneumotorace (PNX) in corso di respirazione glossofaringea, abbiamo saputo di altri casi (almeno 3) dei quali però non possediamo sufficienti particolari. Tutti questi soggetti si sono resi conto che ai curanti cui si sono rivolti il quadro era ben conosciuto e ben inquadrato ma il contesto da cui era originato era del tutto anomalo ed ignoto, hanno quindi chiesto parere anche a noi.

L'anamnesi è pressoché identica per 3 casi: età 28-35 anni, nessuna familiarità di patologie respiratorie, nessun evento patologico significativo remoto, nulla di segnalato nelle settimane precedenti il

fatto. Tutti apneisti di ottimo livello, uno solo non agonista.

Un solo soggetto dichiarava di aver contratto e superato una polmonite di verosimile origine virale, l'anno precedente.

Del tutto simili anche le circostanze del fatto: da poco tempo (1-3 settimane) stavano provando e mettendo a punto questa respirazione. Tutti gli episodi sono accaduti in piscina durante un allenamento, tutti riferiscono di aver percepito nettamente il problema durante l'azione di respirazione glossofaringea. Solo 1 di questi stava protraendo per la prima volta la respirazione oltre il limite raggiunto le volte precedenti.

Il quadro acuto in 1 caso ha dato gravi sintomi di dispnea.

In tutti e 4 i casi la terapia è stata pressoché identica (ad 1 soggetto è stata praticata pleuroabrasione), con completa guarigione e ristabilimento dei dati spirometrici.

Discussione

Non sappiamo quanti apneisti pratichino questo tipo di preparazione all'apnea. Non siamo in grado quindi di stabilire quale peso statistico abbiano i 7 casi noti. Sebbene in tutti ci sia stata guarigione, quindi non ci sono apparenti conseguenze definitive dal fatto, va detto che prima dell'inizio di questa pratica non avevamo mai avuto notizia di casi di pneumotorace in apneisti, a nessun livello. Si aggiunga che in tutti il PNX è insorto durante la respirazione forzata; ci sembra ovvio che la manovra di respirazione glossofaringea sia stata la causa di questi eventi, considerato però che ci sono atleti che da anni la praticano (anche per 30 atti) e che non hanno avuto conseguenze, dev'esserci

una sorta di condizione individuale predisponente al pneumotorace. Si può supporre un "locus minor resistentie" pleurico, che si laceri quando sottoposto a pressioni così elevate ed anomale.

Riteniamo che sia da porre la questione sul piano della quantità di aria insufflata, probabilmente ci sono livelli di tolleranza oltre i quali può nascere la patologia.

Non vediamo quali accertamenti si possano fare, in salute, per capire se vi siano condizioni favorevoli al PNX, quindi non siamo in grado di fare uno screening di chi possa o non possa fare questo tipo di respirazione; allo stesso modo non sappiamo predire quanti atti, ovvero quanta aria in più, un soggetto possa tollerare.

Conclusioni

E' impossibile fare la respirazione glossofaringea col boccaglio in bocca che l'apneista ricreativo, non votato all'agonismo, usa sempre. I presunti rischi di PNX fortunatamente riguardano solo gli apneisti agonisti che notoriamente usano il boccaglio.

La mia opinione è che questa pratica respiratoria sia da sconsigliare ai fini di migliorare l'apnea. La possibilità che se protratta troppo a lungo sia origine di patologia, è consistente, mentre il vantaggio di farla per pochi atti è francamente modesto.

Ritengo che non sia da scartare l'ipotesi di vietarla nelle gare, al fine di sfavorirne la pratica anche in allenamento. Il lavoro di informazione che viene fatto ai nostri corsi di apnea, di ogni livello, per scoraggiare la respirazione glossofaringea, confido che possa portare alla riduzione dei "curiosi" autodidatti, quindi di eventi patologici.

o o o o o

Introduction

The practice of Glossopharyngeal Breathing in apnea is relatively recent: about 9 years ago the procedure at issue began to spread in the professional sport environment thanks to a very clear and simple reasoning that is: the more air you get into your lungs, the longer you can hold your breath.

There was no established procedure on the subject, there were no recorded experiences of advantages, or any data supporting its effectiveness.

It was a matter of trial and error, improvising, reported opinions, and malpractice.

Our experience

In Italy there are very few physicians who are experts in the field of "breath hold" and apneists, so all matters concerning apneists health issues relate to a limited number of clinicians.

"Apnea Academy" made us very well-known in the field, and, as a result, its Scientific Committee has become a point of reference for the majority of professional and non-professional apneists.

Over the last few years we have been told in detail about four cases of Pneumothorax (PNX) which occurred during Glossopharyngeal Breathing (GPB). We have known about other cases (at least three), but we do not have enough details about them .

All the subjects realised that the doctors they consulted were themselves aware of the pattern, that was well-known and outlined, but the context it originated from, was utterly unknown and anomalous ; thus they asked what we thought about it .

The anamnesis is almost identical for three cases: age 28-35, they have not previously experienced any respiratory pathologies,

or any relevant pathological event in the past, and nothing was displayed in the weeks before the episode took place. It was a matter of apneists of an excellent level; only one out of them was competitor athlete.

One subject only stated that one year before he had contracted and recovered from a pulmonitis assumed to be of a viral origin.

In addition, the circumstances of the fact were completely identical: it was not so long (1-3 weeks) since they had been practicing and adjusting the respiration at issue.

All events took place in the swimming pool during an ordinary training session.

All subjects stated that they had clearly perceived what the problem was like during the Glossopharyngeal Breathing action.

Only one had tried for the first time to go too far with the respiration beyond the limit he achieved the previous times.

The acute pattern lead to serious symptoms of dyspnea in one case.

In all four cases the treatment was almost identical (one subject underwent a pleural abrasion) with full recovery and restitutio, of all spirometric data.

Discussion

We do not know how many apneists practice this kind of training for breath hold.

We are not able to ascertain what impact the seven cases we know have statistically.

Even though there has been full recovery in all of them; apparently there are not any permanent consequences originating from the event, and it has been said that before this procedure was practiced for the first time, we were not aware of any cases of Pneumothorax in apneists at any level.

Moreover, in all of them the PNX occurred during the forced respiration: it is clear

and evident that the Glossopharyngeal Breathing (GPB) manoeuvre lead to these events, however there are athletes who have been practicing it for years (even thirty times) with no previous consequences. Hence, there must be a sort of individual condition that predisposes subjects to PNX. We can work out the existence of a pleural "locus minoris resistentiae", that can break down in the case of extremely hard and anomalous pressures.

We think that the issue should be put in terms of the quantity of air insufflated and there are likely to be levels of tolerance beyond of which the pathology can arise. We are not able to say what check ups should be advised into health conditions to better understand whether there are conditions that can increase the risk of PNX. In other words, we cannot manage to screen people able or not to practice this kind of respiration. Equally, we cannot predict how many times or how much more air a subject can tolerate.

Conclusions

It is not possible to carry out Glossopharyngeal Breathing with a snorkel in the mouth; the non competitor apneist, who does not devote himself to any professional sporting activities, always uses it, and the potential risks of PNX, affect, luckily, only competitor apneists that are said not to use it.

I am convinced that this practice is not advisable in order to improve the breath hold. There is a consistent chance of pathology where it lasts for long time, while the advantages for just few times are frankly minimal.

I think that the hypothesis of forbidding it in competitions should be taken into consideration with the aim of discouraging the practice during training. I hope that all our information awareness in apnea courses at all levels can stop inexpert "self-taught" people from practicing Glossopharyngeal Breathing (GPB) and, consequently, the occurrence of similar events.

Efficacia della respirazione glossofaringea quale alternativa all'insufflazione con pallone di Ambu nel trattamento dell'ingombro secretivo bronchiale.

Glossopharyngeal breathing as an alternative to Ambu Bag insufflation in the management of bronchial mucous encumbrance.

C. Bianchi

Fisiatra,

Consulente UILDM - Unione Italiana Lotta alla Distrofia Muscolare - Sezione di Varese, Italy

e.mail: abttbi@tin.it

I pazienti con insufficienza respiratoria restrittiva hanno una risorsa naturale per ventilare, grazie alla tecnica di respirazione glossofaringea (GPB).

Dail (1951) descrisse per primo, in un paziente con esiti di poliomielite, questa tecnica che consiste in una azione a pompa di labbra, bocca, lingua faringe, palato molle e laringe (Dail et al. 1955), capace di produrre un "gulp" di aria. Si definisce "Gulp" un bolo d'aria spinto in trachea dall'azione a pistone della lingua.

Al contrario di numerosi studi riguardanti l'utilizzo della GPB in pazienti con esiti di poliomielite o con tetraplegia da lesione spinale alta (TPL-SCI, da Spinal Cord Injury), ci sono pochi studi relativi a pazienti con distrofia muscolare (MD), in particolare alla Distrofia Muscolare di Duchenne (DMD).

La ridotta forza della tosse secondaria alla marcata debolezza muscolare rende questi pazienti ad elevato rischio di morbilità polmonare (Bach et al. 1997). Perciò, la GPB deve essere promossa, al fine di rinforzare i tradizionali metodi di assistenza alla tosse.

E' stato, quindi, intrapreso, uno studio prospettico, per valutare l'efficacia della GPB rispetto all'uso del pallone Ambu nel produrre una tosse assistita, in 14 pazienti MD (9 DMD, 3 DMD intermedia, 1 DM di Becker e 1 MD da glicogenosi) e 3 pazienti con TPL-SCI. Tutti i pazienti MD erano in ventilazione notturna non invasiva e dipendenti part-time o indipendenti in veglia. Tutti i pazienti TPL-SCI erano tracheostomizzati e due di essi ventilatori dipendenti full-time.

Dieci pazienti avevano appreso spontaneamente la GPB, mentre gli altri 7 sono stati sottoposti ad un programma di apprendimento (6 MD e 1 TPL-SCI). Tutti i pazienti dei due gruppi sono stati sottoposti ad uno

specifico programma di addestramento per migliorare il volume e frequenza di ogni gulp (Zumwalt et al. 1956).

Sono stati misurati i seguenti parametri: Capacità Vitale (CV); massima capacità di insufflazione (MIC) effettuata con pallone Ambu; capacità respiratoria di un massimo respiro con GPB (GPmaxSBC), intesa come inspirazione assistita da una massima sequenza di gulp. Con misuratore di picco di flusso sono stati misurati: il flusso di picco alla tosse (CPF), assistito o non, ottenuto, rispettivamente, da una preliminare massima insufflazione (MI) con Ambu (CPF con MIC) o con GPB (CPF con GPmaxSBC); la tosse assistita con Ambu (ACPF+MIC) o con GPB (ACPF+GPB), associando una spinta toracica o addominale precedute dalla MI.

Per tutti i pazienti, tranne che per 6, l'addestramento è stato limitato. Nonostante ciò, l'aumento della CV con GPB è stato in media, per i pazienti con DM, da 1.4 a 8.5 volte rispetto alla sola azione dei muscoli inspiratori, e da 1.6 a 11 volte per i pazienti con TPL-SCI. Con pallone Ambu, l'aumento è stato in media da 1.5 a 10 volte per i pazienti con DM e da 1.5 a 10.5 per i pazienti con TPL-SCI.

Mazza et al. (1954) riportava valori di aumento dalla CV di 5.9, 2 e 3.2 volte in tre donne con esiti di poliomielite che praticavano la GPB. In uno studio di 36 pazienti con esiti di poliomielite gli aumenti ottenuti erano da 2 fino a 6 volte il valore di CV, grazie alla GPB (Bach et al. 1987).

Per tutti i pazienti c'è stato un significativo aumento della GPmaxSBC dall'inizio alla fine dell'addestramento, con valori paragonabili a quelli ottenuti con la MIC.

Allo stesso modo, per tutti i pazienti, da bassi valori di CPF con tosse spontanea,

una preliminare MI ha determinato un aumento di CPF sia con la MIC che con la GPmaxSBC.

Inoltre, confrontando l' ACPF+MIC con l'ACPF+GPB, c'è stato pure un aumento dell'efficacia della tosse, tanto con tecnica con pallone Ambu che con la GPB. Questo aumento è risultato significativo se confrontato con il valore di CPF della tosse spontanea, mentre non c'è stata differenza significativa di efficacia tra le due tecniche.

Per alcuni pazienti, all'esordio spontaneo della GPB era documentabile una ipossiemia ed una ipercapnia da lieve a moderata. Sulla base di questi dati è ipotizzabile che la GPB sia una risposta spontanea all'ipoventilazione, così come osservato negli studi sperimentali sugli anfibi, nei quali l'attività detta "buccal pumping" aumenta durante l'ipossia e l'ipercapnia (Sheafor et al. 2000).

Il presente studio è un contributo nell'evidenziare quanto è efficace la GPB nel potenziare la tosse (Bach et al. 2007). Al contrario del pallone Ambu, non necessita di assistenza ogni volta che serve attuare la tosse.

Infine, per tutti e tre i pazienti con TPL-SCI, si è potuto dimostrare come la GPB è efficace nonostante la presenza di una cannula tracheostomica, così come risultava da un preliminare caso clinico (Bianchi et al. 2004).

o o o o o

Patients with paralytic respiratory failure have a natural resource for ventilating thanks to the glossopharyngeal breathing (GPB) technique.

Dail (1951) first described this technique, consisting of a pump-like action of the lips, mouth, tongue, pharynx, soft palate, and larynx (Dail et al. 1955 high level), so producing a gulp of air, in a postpoliomyelitic patient. 'Gulp' is defined as the bolus of air projected into the trachea by the pistoning action of the tongue.

In contrast to the numerous studies dealing with GPB in postpoliomyelitic and in tetraplegic spinal cord injury (TPL-SCI), there are few reports related to patients with muscular dystrophy (MD), in particular Duchenne's Muscular Dystrophy (DMD).

The reduced force of coughing secondary to severe muscle weakness puts these patients at high risk for pulmonary morbidity (Bach et al. 1997). Thus, GPB has to be enhanced to reinforce the traditional methods of assisted cough.

A prospective study was undertaken to evaluate the efficacy of GPB compared to the Ambu bag method in producing assisted cough in 14 MD (9 DMD, 3 intermediate DMD, 1 Becker MD and 1 glycogenosis MD) and 3 TPL-SCI patients. All the MD patients were night-time non-invasive ventilatory dependent and daily free time or part time dependent. The TPL-SCI patients were tracheostomized, and all but one ventilatory dependent full time.

Ten patients learned to perform GPB spontaneously, whereas 7 beginner patients underwent a learning program (6 MD and 1 TPL-SCI patients). All the patients of both groups underwent specific training to improve the stroke volume and frequency of each gulp (Zumwalt et

al. 1956).

The following parameters were measured: Vital Capacity (VC); maximum insufflation capacity (MIC), the air stacking managed with an Ambu bag; glossopharyngeal maximum single breath capacity (GPmaxSBC), the assisted inspiration with unlimited gulps. By means a peak flow meter the following were measured: the cough peak flow (CPF), unassisted or assisted, obtained respectively without or with antecedent maximum insufflations (MIs) by means of the Ambu bag (CPF with MIC) or GPB (CPF with GPmaxSBC); the assisted cough peak flow with the Ambu bag (ACPF+MIC) or GPB (ACPF+GPB), timing an abdominal or thoracic thrust preceded by the MIs.

All but 6 patients had a limited training. Nevertheless, the possibility to increase the VCs through GPB, is of an average of 1.4 to 8.5 times their inspiratory muscle generated values for MD patients, and of 1.6 to 11 times for TPL-SCI patients. With Ambu bag, the increase is of an average of 1.5 to 10 times for MD patients, and of 1.5 to 10.5 for TPL-SCI patients

Mazza et al. (1954) reported three post-polio females who increased, during GPB, their spontaneous VC 5.9 times, 2 times and 3.2 times respectively. For the 36 post-polio patients who performed GPB, Bach et al. demonstrated that they can inflate lungs to an average of 2 to 6 times their VC by GPB alone (Bach et al. 1987).

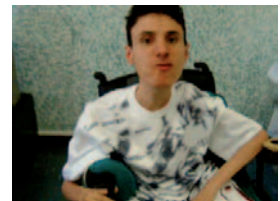
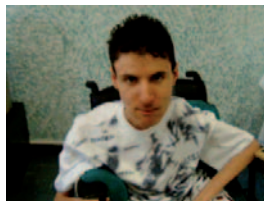
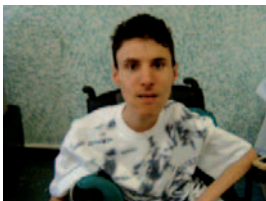
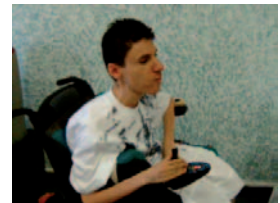
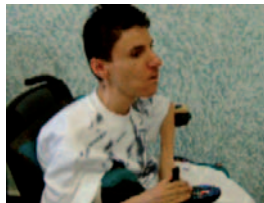
For all patients significant was the increase of GPmaxSBC from the beginning to the end of training, with no difference compared to the value of MIC.

In the same way, for all the patients, from the low CPF value of the spontaneous cough, antecedent MIs determined a mean increase of CPF both with MIC and GPmaxSBC.

Moreover, comparing ACPF+MIC with

ACPF+GPB, we found again an increase in coughing efficacy also with GPB. This increase was significant when compared with CPF level of spontaneous cough, but no significant differences were found between the two different techniques. The retrospective data of some patients, at the moment of onset of GPB, documented hypoxemia and slight to moderate hypercapnia. On the basis of these data, we can suppose that GPB is a spontaneous response to hypoventilation as observed in experimental studies in lunged amphibians for whom buccal

pumping activity increases during hypoxia and hypercapnia (Sheafor et al. 2000). The present study contributes evidence on how effective the natural technique of GPB is in strengthening coughing (Bach et al. 2007). In contrast to the Ambu bag, it does not require an assistant every time a cough is produced. For all the three TPL-SCI patients, as demonstrated by a preliminary case report (Bianchi et al. 2004), it was evident how GPB is effective in spite of the presence of tracheostomy tube.



L'insegnamento della respirazione glossofaringea al paziente e al care-giver: metodi e risultati.

Teaching glossopharyngeal breathing to patients and caregivers: methods and results.

C. Bianchi

Fisiatra,
Consulente UILDM - Unione Italiana Lotta
alla Distrofia Muscolare - Sezione di Varese,
Italy
e.mail: abttbi@tin.it

B. Strömberg

President of AIDA International,
the International Freediving Federation
(Sweden)
e.mail: bill@freedive.nu

Per quanto è stato raccomandato di incoraggiare la respirazione glossofaringea (GPB) in pazienti appropriati (Make et al. 1998), a tutt'oggi sono molto rari i centri con figure professionali di medici e di terapisti in grado di garantire, con comprovata esperienza, l'insegnamento di questa tecnica respiratoria. In Italia, in particolare, non esistono centri specializzati.

Sulla base di queste considerazioni, si vuole portare a conoscenza l'esperienza effettuata presso un servizio ambulatoriale per la gestione di pazienti affetti da patologia neuromuscolare, con l'intento di soddisfare due condizioni: insegnare la GPB ai pazienti e formare futuri addestratori della tecnica, sia medici che terapisti respiratori e logopedisti.

Rifacendoci proprio alla conoscenza che la GPB è insegnata ed appresa nell'ambito della pratica dell'apnea subacquea, è stata chiesta la consulenza di un addestratore di apneisti di livello avanzato, affinché impostasse il lavoro per l'insegnamento della tecnica su pazienti, seguendo un semplice protocollo di esercizi, così riassumibile: presa di coscienza del normale pattern respiratorio, esercizi di apnea piena (competenza nella chiusura glottica), esercizi basali di bocca e lingua per preparare la GPB, sequenze ripetute dell'azione di pompa di labbra, bocca, lingua faringe, palato molle e laringe. L'addestramento, effettuato in sedute personalizzate per ogni singolo paziente, aveva una frequenza di 1 seduta/settimana, in modo non continuativo, per motivi organizzativi. Il paziente aveva, comunque, il compito di continuare ad addestrarsi autonomamente al proprio domicilio.

Con lo stesso scopo, è stato organizzato un corso intensivo, di primo livello, di insegnamento della GPB e della durata di cinque giorni, indirizzato alle figure

professionali sopra citate, provenienti da diversi centri riabilitativi e pneumologici. Per quanto riguarda i pazienti (n°10), nessuno dei quali praticava spontaneamente la GPB, l'insegnamento è stato effettuato su 7 soggetti affetti da Distrofia Muscolare di Duchenne (DMD), 1 con Distrofia Muscolare di Becker (BMD) e 2 con tetraplegia da lesione midollare cervicale post traumatica (TPL-SCI, da Spinal Cord Injury).

La tecnica è stata appresa da 7 degli 8 pazienti con Distrofia Muscolare e da entrambi gli altri pazienti (90%).

L'apprendimento è avvenuto dopo una durata media di n° 8 sedute (range 2-19).

L'efficacia della GPB è stata calcolata confrontando il valore basale di Capacità Vitale (CV), con quello ottenuto dalla capacità respiratoria di un massimo respiro con GPB (GPmaxSBC).

Dal confronto con il valore basale di CV, grazie alla GPmaxSBC si è passati da un aumento medio del 11% (range +5;+26%) all'inizio dell'apprendimento, fino ad un aumento medio del 27% (range +18;+48%) dopo perfezionamento della tecnica. La massima capacità di insufflazione con Ambu (MIC-Ambu) ha consentito di ottenere un aumento medio del 29% (range+20;+46%), senza particolari differenze con quanto ottenuto con la GPB.

Con la GPB si è quindi ottenuto un aumento medio della CV di 2.1 volte (range 1.4-11).

Per quanto riguarda le figure professionali, il corso ha visto la partecipazione di 5 medici, 9 terapisti respiratori e 4 logopedisti, per un totale di 18 partecipanti. La tecnica è stata appresa da 15 (83%) partecipanti (4/5 medici; 7/9 terapisti; 4/4 logopedisti).

Come nel caso dello studio effettuato sui

praticanti l'apnea subacquea (Lindholm 2005), l'efficacia dell'apprendimento della GPB è stata documentata dal confronto tra la CV basale e il suo aumento a seguito del volume d'aria ottenuto con tecnica di insufflazione da GPB (CVGPI). L'aumento medio del GPIV (volume aggiunto di insufflazione glossofaringea) è risultato essere del 23% (range +4;+37%).

I risultati ottenuti, così come dimostrato in un recente lavoro (Nygren-Bonnier et al., 2007) incoraggiano le iniziative volte ad insegnare la GPB, proprio nell'intento di garantire ai pazienti affetti da paralisi più o meno marcata dei muscoli respiratori la possibilità di:

- una indipendenza full-time/part-time, nelle ore diurne, da un ventilatore meccanico (sia che venga utilizzato in modo non invasivo che tramite tracheostomia);

- rinforzare la loro respirazione spontanea debole, riducendo così l'affaticabilità respiratoria;

- potenziare l'efficacia della tosse o di parlare con un maggiore volume della voce;

- mantenere una compliance polmonare, sia statica che dinamica.

Da qui la necessità di poter investire sulla formazione di figure professionali che, in modo capillare, possano promuovere la conoscenza della GPB, ma soprattutto, una volta appresa la stessa, possano insegnarla ai pazienti in diversi centri di diverse realtà territoriali.

Risultano, quindi, incoraggianti i risultati ottenuti da questa preliminare esperienza che si è proposta di divulgare le modalità organizzative e di contenuto tecnico, finalizzate all'insegnamento ed apprendimento della GPB.

Infine, non va comunque trascurato il ruolo importante dell'addestratore nel saper individuare i pazienti che già

spontaneamente praticano tale tecnica respiratoria, con il duplice scopo sia di renderli consapevoli di ciò di cui più spesso non si rendono conto, sia di addestrarli all'utilizzo intenzionale della tecnica, premessa indispensabile per favorire sia il perfezionamento che l'efficacia della stessa.

o o o o o

Notwithstanding the recommendation to encourage glossopharyngeal breathing (GPB) in selected patients (Make et al. 1998), it is still rare today to find rehabilitation health professionals with sufficient experience to teach this breathing technique. In Italy, in particular, no specialized centres exist.

Based on this consideration, we would like to present a study carried out in an outpatient clinic for the management of patients affected by neuromuscular disease, which had a double aim: to teach GPB to patients and to train future teachers in the technique, including doctors, respiratory therapists and speech therapists.

Knowing that GPB is taught as a technique for apnea diving, we invited a trainer of advanced apnea divers to set up a program for teaching the technique to patients, based on a simple exercise protocol: awareness of the normal breathing pattern; exercises of full apnea (glottic closure); preliminary exercises of mouth and tongue to prepare GPB; repeated pump action involving lips, mouth, tongue, pharynx, soft palate and larynx. Training sessions were individually tailored and took place at a frequency of 1 session/week, in a non continuative mode for organizational reasons. Patients were required to continue the training autonomously at home.

In addition, an intensive 5-day course, at basic level, was organized with the aim of teaching GPB to the above-mentioned health professionals coming from different rehabilitation and pulmonary disease centres.

Concerning the patients (n°10), none of whom spontaneously practised GPB, the program was carried out in 7 subjects affected by Duchenne Muscular Dystrophy (DMD), in 1 with Becker Muscular Dystrophy (BMD) and in 2 with tetraplegia as a consequence of spinal cord injury (TPL-SCI).

The technique was satisfactorily learnt by 7 of the 8 Muscular Dystrophy patients and by the other two patients (90%). The learning occurred after a mean duration of 8 sessions (range 2-19).

The efficacy of GPB was assessed by comparing the baseline value of vital capacity (VC) to that obtained from the respiratory capacity of a maximal breath with GPB (GPmaxSBC). Compared to baseline VC, GPmaxSBC was found to be higher, going from a mean increase of 11% (range +5;+26%) at the beginning of training, to reach a mean increase of 27% (range +18;+48%) after mastery of the technique. The maximum inflation capacity with an Ambu bag (MIC-Ambu) showed a mean increase of 29% (range +20;+46%), without particular differences with respect to the findings obtained with GPB.

Thus, with GPB a mean increase of VC of 2.1 times compared to baseline was found (range 1.4-11).

Concerning the course of instruction for health professionals, a total of 18 professionals participated (5 doctors, 9 respiratory therapists and 4 speech therapists). The GPB technique was mastered by 15 (83%) participants (4/5 doctors, 7/9 respiratory therapists, 4/4 speech therapists). As for the study carried

out in apnea divers (Lindholm 2005) we measured the efficacy of learning of the technique by comparing the baseline VC with its increase following the air volume achieved with the technique of GPB inflation (VCGPI). The mean increase of the GPIV (added glossopharyngeal insufflation volume) was 23% (range +4;+37%).

These findings, in line with those of a recent study (Nygren-Bonnier et al., 2007), are encouraging with regard to initiatives to instruct the GPB technique so as to give patients affected by respiratory muscle paralysis (of varying severity) the possibility of:

full-time/part-time independence, during the daytime, from mechanical ventilation (whether non invasive or invasive, i.e. tracheostomy);

reinforcement of their weak spontaneous breathing, thus reducing the respiratory fatigue;

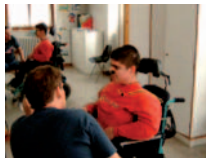
enhanced cough efficacy or speech effectiveness with a greater voice volume;

maintenance of lung compliance, both static and dynamic.

Hence there is a need to invest in the training of health professionals so that they can promote, at the grass roots level, awareness of this technique but also so that they can, once having learned the technique, teach patients in the different local centres.

Encouraging, therefore, are the findings of this pilot study aimed at divulging the organizational modes and technical content necessary for teaching and learning GPB.

Finally, one should not overlook the important role of the trainer in screening those patients who already spontaneously use this breathing technique, for two reasons: first, to make them aware of what, quite often, they are completely unconscious of, and, second, to train them in the intentional use, which is indispensable for a full mastery of the technique and, consequently, its efficacy.



CONCLUSIONI



Seguendo la cronologia dei riferimenti storici, per la prima volta, grazie a questo convegno, si mettono a confronto esperti nel settore della patologia dell'insufficienza respiratoria restrittiva con quelli della medicina sportiva subacquea, per uno scambio di esperienze e conoscenze, reciprocamente utili, ma fino ad oggi coltivate all'insaputa gli uni dagli altri, relative ad una stessa tecnica respiratoria poco conosciuta. Tecnica respiratoria che, se da un lato offre la possibilità di migliorare prestazioni sportive e non nella pratica dell'apnea subacquea, dall'altro è da considerarsi una vera e propria manovra salva-vita in pazienti affetti da insufficienza respiratoria restrittiva.

Poichè, storicamente, la GPB è stata trascurata in campo medico scientifico dalla sua prima descrizione fino ai nostri giorni, un particolare merito va, invece, a Walt Disney che, con mirabile intuito, aveva capito quanto poteva essere vantaggioso far respirare i personaggi dei suoi fumetti con i "gulp" della GPB!



Following the chronology of historical references, this congress brings together, for the first time, experts in the field of restrictive respiratory failure with experts in underwater sports medicine, to permit a reciprocal exchange of experience and knowledge – until now cultivated separately by each branch - on the same little known respiratory technique. A breathing technique that, on the one hand, can help improve performance in the sporting practice (and not only) of apnea diving and, on the other, can be considered as an authentic life-saving manoeuvre in patients affected by restrictive respiratory failure.

Given that, historically, GPB has been ignored in the medical-scientific milieu since its first description up until our own day, particular merit is due, in fact, to Walt Disney who, with admirable intuition, understood what advantage it could be for his cartoon characters if he could make them breathe with a GPB “gulp”!

- Alvarez SE, Peterson M, Lunsford BR. Respiratory treatment of the adult patient with spinal cord injury. *Phys Ther* 1981;61:1737-1745
- Andersson J, Schagatay E, Gustafsson P, Imhagen H. Cardiovascular effects of "buccal pumping" in breath-hold divers. in Gennser M (ed): XXIV Annual Scientific Meeting of the European Underwater and Baromedical Society; Stockholm, Sweden: National Defense Research Establishment; 1998, pp 103-105
- Bach JR, Alba AS, Bodofsky E, Curran FJ, Schultheiss M. Glossopharyngeal breathing and noninvasive aids in the management of post-polio respiratory insufficiency. *Birth Defects* 1987; 23:99-113
- Bach Jr, Alba AS: Non invasive options for ventilatory support of the traumatic high level quadriplegic patient. *Chest* 1990; 98:613-19
- Bach JR. New approaches in the rehabilitation of the traumatic high level quadriplegic. *Am J Phys Med Rehabil* 1991;70:13-19
- Bach JR. Alternative methods of ventilatory support for the patient with ventilatory failure due to spinal cord injury. *J Am Paraplegia Soc* 1991; 14:158-174
- Bach JR. Inappropriate weaning and late onset ventilatory failure of individuals with traumatic spinal cord injury. *Paraplegia* 1993; 31:430-438
- Bach JR. Update and perspectives on noninvasive respiratory muscle aids. Part 1: The inspiratory aids. *Chest* 1994;105:1230-40
- Bach JR, Saporito LR. Indications and criteria for decannulation and transition from invasive to noninvasive long-term ventilatory support. *Respir Care* 1994; 39:515-528; discussion 529-531
- Bah JR, Ishikawa Y, Kim H. Prevention of pulmonary morbidity for patients with Duchenne muscular dystrophy. *Chest* 1997;112:1024-28
- Bach JR. Continuous noninvasive ventilation for patients with neuromuscular disease and spinal cord injury. *Semin Respir Crit Care Med* 2002; 23:283-292

- Bach JR. Noninvasive respiratory muscle aids: intervention goals and mechanisms of action. In Bach JR (ed):*The Management of Patients with Neuromuscular Disease*. Philadelphia, Hanley & Belfus, 2004, Chap 10, pp 211-269
- Bach JR, Goncalves M. Ventilator weaning by lung expansion and decannulation. *Am J Phys Med Rehabil* 2004; 83:560-568
- Bach JR, Bianchi C, Vidigal-Lopes M, Turi S, Felisari G. Lung inflation by glossopharyngeal breathing and "air stacking" in Duchenne Muscular Dystrophy. *Am J Phys Med Rehabil* 2007;86:295-300
- Baker MP. Use of glossopharyngeal breathing in cases of scoliosis. *Physiotherapy* 1958;44:135-137
- Baydur A, Gilgoff I, Prentice W et al. Decline in respiratory function and experience with long-term assisted ventilation in advanced Duchenne's Muscular Dystrophy. *Chest* 1990;97:88-89
- Baydur A, Layne E, Aral H, et al. Long term non-invasive ventilation in the community for patients with musculoskeletal disorders: 46 year experience and review. *Thorax* 2000;55:4-11
- Bianchi C, Turi S, Felisari G, Grandi M, Gonti G. Respirazione glossofaringea in pazienti con paralisi dei muscoli respiratori. Presentazione di tre casi. *Eur Med Phys* 2003;39(Suppl 1):282-284
- Bianchi C, Grandi M, Felisari G. Efficacy of glossopharyngeal breathing for a ventilator-dependent, high-level tetraplegic patient after cervical cord tumor resection and tracheotomy. *Am J Phys Med Rehabil* 2004;83:216-219
- Brainerd EL. New perspectives on the evolution of lung ventilation mechanisms in vertebrates. *Exp Biol Online* 1999;4:11-28
- Collier CR, Dail CV, Affeldt JE: Mechanics of glossopharyngeal breathing. *J Appl Physiol* 1956;8:580-84
- Dail CW: Glossopharyngeal breathing by paralyzed patients. *California Med*. 1951,75:217-218
- Dail CW, Affeldt JE. Glossopharyngeal breathing [video]. Los Angeles: Department of Visual Education, College of Medical Evangelists, 1954
- Dail CW, Affeldt JE, Collier CR. Clinical aspects of glossopharyngeal breathing. Report of use by one hundred postpoliomyelitic patients. *J.A.M.A.* 1955; 158:445-49
- Dail C, Rodgers M, Guess V, Adkins HV. *Glossopharyngeal Breathing*, Rancho Los Amigos Department of Physical Therapy, Downey, Ca, 1979

- De Jongh HJ, Gans C. On the mechanism of respiration in the Bullfrog, *Rana catesbeiana*: a reassessment. *J Morph* 1969;127:259-290
- Fiegelson CI, Dickinson DG, Talner NS, Wilson JL. Glossopharyngeal breathing as an aid to the coughing mechanism in the patient with chronic poliomyelitis in a respirator. *New Engl J Med* 1956;254:611-13
- Fischer JR. Frog breathing: still useful, stil lifesaving. International Ventilator Users Network (IVUN) Spring 1996, Vol.10, N° 1 - Hamilton RW, Olstad CS, Peterson RS. Spurious increase in vital capacity by lung "packing". *Undersea Hyperb Med* 1993;20 (Sup.): Abs.100
- Hill NS. Noninvasive respiratory aids: rocking bed, pneumobelt, and glossopharyngeal breathing. In Tobin MJ (ed): Principles and practice of mechanical ventilation. McGraw-Hill, 2006, Chap 18, pp421-431
- Jacobson FL, Loring SH, Ferrigno M. Pneumomediastinum after lung packing. *Undersea Hyperb Med*. 2006 Sep-Oct;33(5):313-6
- Kelleher WH, Parida RK. Glossopharyngeal breathing. Its value in respiratory muscle paralysis of poliomyelitis. *B Med J* 1957;2:740-43
- Lindholm P, Gennser M. Breath-hold diving an increasing adventure sport with medical risks. *Lakartidningen* 2004;101:787-90
- Lindholm P, Nyrén S. Studies on inspiratory and expiratory glossopharyngeal breathing in breath-hold divers employing magnetic resonance imaging and spirometry. *Eur J Appl Physiol* 2005 ;94 :646-651
- Loring SH, O'donnell CR, Butler JP, Lindholm P, Jacobson F, Ferrigno M. Respiratory mechanics during glossopharyngeal breathing in competitive breath-hold divers. *J Appl Physiol* 2007 Mar;102(3):841-6
- Lyall RA, Donaldson N, Fleming T, Wood C, Newson-Davis I, Polkey MI, Leigh PN, Moxham J. A prospective study of quality of life in ALS patients treated with non-invasive ventilation. *Neurology* 2001; 57:153-6
- Make BJ, Hill NS, Goldberg AL et al. Mechanical ventilation beyond the intensive care unit. Report of a consensus conference of the American College of Chest Physicians. *Chest* 1998;113 (5 Suppl) 289S-344S
- Mazza FG, DiMarco AF, Altose MD, Strohl KP: The flow-volume loop during glossopharyngeal breathing. *Chest* 1984;85:638-40
- Metcalf VA. Vital capacity and glossopharyngeal breathing in traumatic quadriplegia. *Phys Ther* 1966;46:835-38
- Moloney E, Burke CM, Doyle S, Kinahan J. A case of frog breathing. *IMJ* 2002;95: 81-82

- Montero JC, Feldman DJ, Montero D. Effects of glossopharyngeal breathing on respiratory function after cervical cord transection. *Arch Phys Med Rehabil* 1967;48:650-53
- Nygren-Bonnier M., Lindholm P., Markström A., Skedinger M., Mattsson E., Klefbeck B. Effects of Glossopharyngeal Pistoning for Lung Insufflation on Vital Capacity in Healthy Women. *Am J Phys Med Rehabil* 2007; 86: 290-294
- Örnhagen H, Schagatay E, Andersson J, Bergsten E, Gustafsson P, Sandstrom S. Mechanisms of Buccal pumping (Lung packing) and its pulmonary effects. in Gennser M (ed): XXIV Annual Scientific Meeting of the European Underwater and Baromedical Society, Stockholm, Sweden: National Defense Research Establishment, 1998, pp 80-83
- Schaefer KE, Allison RD et al. Pulmonary and circulatory adjustments determining the limits of depths in breathhold diving. *Science* 1968 ;162 :1020-1023)
- Sheafor EA, Wood SC, Tattersall GJ. The effect of graded hypoxia on the metabolic rate and buccal activity of a lungless salamander (*Desmognathus Fuscus*). *J Exp Biol* 2000;203: 3785-93
- Simonds AK. Non invasive ventilation in progressive neuromuscular disease and quadriplegia. In Simonds AK (ed): Non-invasive respiratory support. A practical handbook. Arnold, 2001, Chap 14, pp 167-176
- Soudon P, Steens M, Toussaint M. Désobstruction trachéo-bronchique chez les patients restrictifs majeurs paralysés. *Respir Care* 1999;3-25
Tammeling GJ, Quanjer H. Contours of breathing. 1.2 Phylogeny and ontogeny of the gas exchange system. In C.H. Boehringer Sohn Inelheim am Rhein 1980
- Vann RD, Hall FG. Pressure-volume characteristics of "lung packing". *Undersea Hyperb Med* 1994; 21 (Suppl):42
- Vianello A, Bevilacqua M, Salvador V, Cardaioli C, Vincenti E. Long-term nasal intermittent positive pressure ventilation in advanced Duchenne's Muscular Dystrophy. *Chest* 1994; 105: 445-8
- Viroslav J, Roseblatt R, Tomazevic SM: Respiratory management, survival, and quality of life for high-level traumatic tetraplegics. *Respir Care Clin N Am* 1996; 2: 313-22
- Vitalis TZ, Shelton G. Breathing in *Rana Pipiens*: the mechanism of ventilation. *J Exp Biol* 1990;154:537-556
- Webber B, Higgins J. Glossopharyngeal breathing - what, when and how? (video) Aslan Studios Ltd., Holbrook, Horsham, West Sussex, England, 1999
- Zumwalt M, Adkins HV, Dail CW, Affeldt JE. Glossopharyngeal breathing. *Phys Ther Rev* 1956;36:455-60

