Il diving reflex ed il blood shift

Maria Elisa Della Marta

Da sempre l'uomo ha tentato di esplorare le profondità marine sperimentando l'aumento della pressione in quell'ambiente cosi diverso dal suo ma a cui stranamente riusciva ad adattarsi

La forma più antica di immersione è rappresentata dall'apnea, pratica usata sin dai tempi antichi per pescare, recuperare oggetti preziosi, conchiglie, perle,coralli e spugne.

Figura 1

Immergendosi l'uomo si trova in un ambiente completamente diverso da quello a cui è abituato a vivere, ma nonostante ciò riesce ad adattarsi mostrando una grande affinità per l'ambiente acquatico. L'aumentare della pressione ambientale fa si che il volume d'aria contenuto nei polmoni diminuisca con la profondità.
Nei tempi addietro infatti si è a lungo discusso sui limiti massimi di profondità raggiungibili dal genere umano, sostenendo l'eventualità che i polmoni andassero incontro a fenomeni di implosione se sottoposti ad elevate pressioni. Eminenti fisiologi hanno sostenuto per anni l'impossibilità a spingersi oltre i -50 metri in base al concetto derivato dalla legge di Boyle.
Agostoni e Cabarrou infatti ipotizzarono che la massima profondità raggiungibile in apnea era data dal rapporto tra la capacità polmonare totale del soggetto e il suo volume residuo,pena l'implosione del torace ad opera della pressione idrostatica.

www.mareblunet.it

Essi sostenevano infatti che se prendiamo ad esempio un individuo normale con capacità vitale di 5 litri ed un volume residuo di un litro (volume d'aria minimo che non potrà mai essere espulso perché la gabbia toracica non può essere compressa più di tanto né il diaframma alzarsi ulteriormente),il suo volume totale di aria sarà di 6 litri.

PxV= cost 1x6=6

Per la legge di Boyle a T costante il volume di una data quantità di gas è inversamente proporzionale alla sua pressione per cui:

- a -10 metri la pressione assoluta sarà di 2 Atm ed il volume totale risulterà dimezzato

PxV = cost 2x3=6

- a –20 metri la pressione assoluta sarà di 3 Atm ed il volume totale ridotto ulteriormente

PxV= cost 3x2=6

e cosi via sino ad arrivare a –50 metri dove la Pressione assoluta è di 6 Atm

PxV= cost 6x1=6

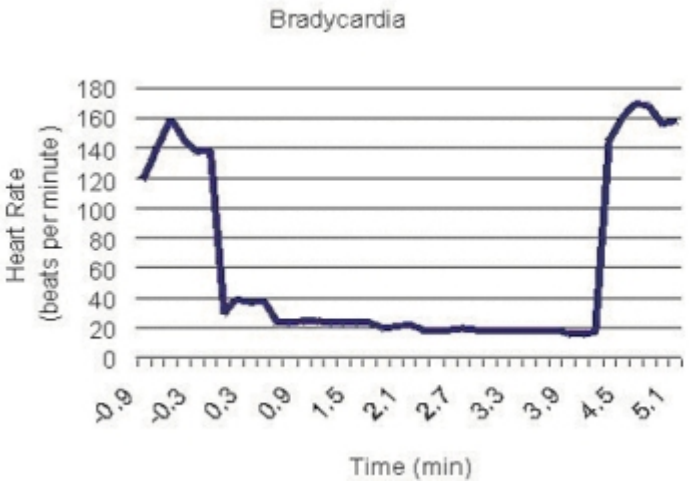
per cui proseguire nella discesa diventerebbe impossibile.

Ignorando gli ammonimenti dei fisiologi alcuni apneisti si avventurarono oltre i limiti previsti senza alcuna conseguenza, mettendo cosi in discussione tutte le teorie dell'epoca.
Si cominciò perciò a parlare di affinità dell'uomo con i mammiferi marini e si cercò di capire quali meccanismi fisiopatologici potessero essere alla base di simili comportamenti del corpo umano.
Riflettendo sul problema si iniziò a pensare che dovesse esserci qualcosa d'altro oltre al diving reflex , complesso meccanismo descritto per la prima volta da Paul Bert che permettesse di superare il limite dei –50 metri.
Craig nel 1968 dimostrò l'esistenza di un meccanismo compensatorio per cui all'aumentare della P esterna l'organismo reagisce difendendo gli organi vitali in particolare cuore e polmone dagli insulti pressori e dall'ipossia.
Quasi contemporaneamente Schaefer grazie alla pletismografia ad impedenza elettrica dimostrò l''aumento del volume ematico intratoracico.

www.mareblunet.it

Il diving reflex o riflesso da immersione è un insieme di adattamenti cardiorespiratori a cui va incontro l'organismo dei mammiferi (foche, balene, delfini, cani, bradipi) e dell'uomo, quando viene immerso il volto in acqua, allo scopo di ridurre il consumo di ossigeno.
Descritto per la prima volta da Paul Bert nel 1870 e si esplica con:

- Bradicardia (riduzione della frequenza del battito cardiaco), riflesso vagale finalizzato a conservare un corretto apporto di O2 a cuore e cervello a spese di organi più resistenti all'ischemia



Bradycardia observed in a diving seal. **Data adapted from R.S. Elsner (1998)**

Figura 2

- Vasocostrizione periferica e concentrazione del sangue in alcuni organi, principalmente cuore e cervello, attivazione del metabolismo anaerobico ed accumulo di acido lattico
- Aumento medio della pressione arteriosa

La rapidità e intensità del riflesso è inversamente proporzionale alla temperatura dell'acqua: più questa è fredda, più le reazioni descritte sono forti.
Qualora l'immersione venga pratica in profondità si instaura un altro meccanismo di adattamento che previene lo schiacciamento della gabbia toracica a d opera della pressione

www.mareblunet.it

Il blood shift o scivolamento ematico suggerito dapprima da Craig nel 1968 e poi dimostrato da Schaeffer può essere considerato a sua volta uno dei meccanismi di adattamenti dei mammiferi alla sommersione in virtù del quale si instaura una importante vasocostrizione periferica che porta all'aumento del volume toracico di circa 850 ml. assicurando la continua perfusione degli organi meno resistenti all'ipossia quali cuore polmone e cervello a scapito di quelli più resistenti.
L'aumentata pressione esterna porta ad un conseguente aumento anche di quella interna che deve mantenersi in equilibrio, con conseguente aumento dello sforzo cardiaco per spingere il sangue nel grande circolo ed aumento del volume ematico nel piccolo circolo e del calibro vasale di vene arterie e capillari polmonari.

Il confronto tra studi radiografici eseguiti in massima inspirazione forzata in ortostatismo in aria
(fig. 3)

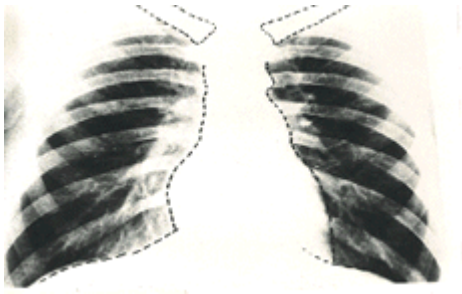


Figura 3

e quelli eseguiti durante un'immersione a –10 metri (fig.4) ci mostrano una ridistribuzione della vascolarizzazione dei campi polmonari ed un aumento dell'ombra cardiaca di circa il 3% con un aumento di oltre il 20% del diametro trasversale del cuore sinistro che compie un importante sforzo per vincere le resistenze periferiche.

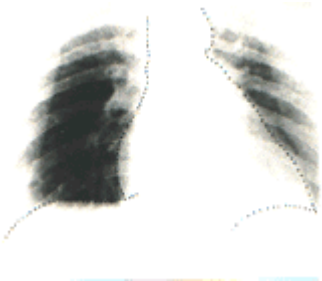


Figura 4

www.mareblunet.it

Anche le cupole diaframmatiche se confrontiamo i due radiogrammi appaiono innalzate sia a destra che a sinistra.
Scendendo ulteriormente , - 15 metri (fig.5) si osserva un ulteriore accentuazione del disegno vascolare agli apici , le cupole diaframmatiche subiscono ancora un innalzamento ed il diametro dell'ombra cardiaca aumenta ulteriormente .

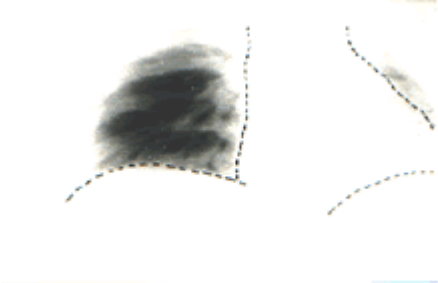


Figura 5

A –20 metri , si osserva un rallentamento delle variazioni sia della silhouette dell'ombra cardiaca che delle cupole diaframmatiche per raggiungimento del massimo grado di introflessione toracica.

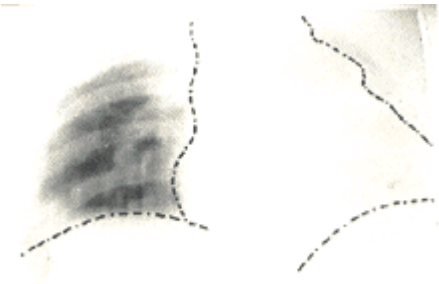


Figura 6

Grazie a questi studi si è potuto finalmente sfatare il concetto dell'implosione toracica in caso di immersioni oltre i –50 metri.