



Fisiologia dell'immersione

I SISTEMI CIRCOLATORIO E RESPIRATORIO

Per formare una comprensione di base sulle funzioni del corpo umano in immersione, bisogna fare dei cenni sul Sistema Circolatorio e Respiratorio, in quanto sono i due apparati del corpo umano più direttamente influenzati dall'ambiente sommerso. L'aver familiarità con predetti apparati fornisce un bagaglio di maggior conoscenza per la comprensione della Narcosi d'Azoto, Sovradistensione Polmonare e Malattia da Decompressione. Il corpo umano si muove autonomamente, si auto costruisce, si ripara e si riproduce. Sebbene ogni apparato abbia scopi specifici, ciascuno si appoggia agli altri affinché il corpo funzioni normalmente.

Gli apparati circolatorio e respiratorio, che operano insieme nel fornire gas e nutrimento al corpo e nell'eliminarne gli scarti, reagiscono alle condizioni ambientali subacquee molto più marcatamente di qualsiasi altro sistema corporeo. Poiché l'intero corpo si basa su questi due apparati per uno scambio di gas virtualmente ininterrotto, una loro reazione all'ambiente subacqueo può influire su qualsiasi cellula dell'organismo. Gli apparati sono così strettamente correlati che poche delle loro reazioni all'immersione sono indipendenti dagli altri.

IL SISTEMA CIRCOLATORIO

Il sistema circolatorio trasporta carburante, materiali ed ossigeno dai sistemi respiratorio e digestivo ai tessuti del corpo e trasporta fuori dai tessuti i materiali di scarto e l'anidride carbonica per eliminarli. Sebbene tutte queste funzioni siano essenziali, il movimento dei gas dal ed al sistema respiratorio costituisce la funzione più immediata e rilevante per la subacquea. Tutte le cellule nel corpo umano sono impegnate in un metabolismo ossidativo, processo in cui ogni cellula utilizza l'ossigeno per fare uso del carburante e partecipa alle operazioni richieste per mantenere in vita l'organismo. Alcuni tessuti possono " sospendere " temporaneamente le operazioni in assenza di ossigeno per periodi di alcune ore ed ancora a sopravvivere, altri morirebbero rapidamente senza di esso. Il cervello ed il sistema nervoso richiedono un rifornimento elevato di ossigeno e senza di esso iniziano a degenerare dopo pochi minuti. La richiesta di ossigeno da parte del cervello e dei tessuti nervosi consuma circa un quinto di tutto l'ossigeno che viene trasportato dal sistema circolatorio. Il cuore umano.

Il cuore destro riceve sangue povero di ossigeno dal corpo e lo pompa al sistema respiratorio. Il cuore sinistro riceve sangue ricco di ossigeno dal sistema respiratorio e lo pompa al resto del corpo.

Il sangue

Per poter venire incontro alle esigenze del sistema circolatorio di fornire ossigeno e materiali, di rimuovere i rifiuti ed i gas di scarto e di mobilitare il sistema immunitario dell'organismo, il sangue umano si è evoluto in un tessuto liquido a molte sfaccettature. Il sangue si è sviluppato in numerosi componenti distinti per soddisfare le sue differenti funzioni. Il plasma è la parte realmente liquida del sangue, che trasporta i nutrienti, le sostanze chimiche e gli altri componenti. Trasporta anche i gas disciolti, compresa una parte dell' anidride carbonica di scarto prodotta dalle cellule l'azoto, che varia con la pressione che si esercita sul subacqueo.



Sebbene il plasma costituisca circa la metà del peso del sangue e trasporti alcuni gas, trasporta poco ossigeno disciolto alla pressione della superficie. I globuli rossi del sangue (eritrociti) trasportano la maggior parte dell'ossigeno richiesto dai tessuti del corpo per mezzo dell'emoglobina nei globuli rossi, il sangue circola circa 15 - 20 volte più rapidamente per rifornire anche soltanto un corpo a riposo, mediante l'ossigeno trasportato in forma disciolta nel plasma. I globuli rossi costituiscono circa il 45% del sangue. L'emoglobina trasporta e rilascia l'ossigeno con efficienza perché variazioni nella pressione parziale dell'ossigeno influenzano la sua capacità di restargli legata. Il sangue circola nei polmoni dove incontra le pressioni parziali più elevate di ossigeno. Pressioni parziali elevate aumentano la capacità dell'ossigeno di legarsi con l'emoglobina e conseguentemente l'ossigeno si diffonde nei globuli rossi allorché si lega con l'emoglobina. Quando il sangue raggiunge i tessuti dove il metabolismo ha ridotto la pressione parziale dell'ossigeno, questo viene rilasciato dall'emoglobina per venire usato dai tessuti, perché la sua capacità di mantenere un legame diminuisce a pressioni parziali più basse. Quando la maggior parte di ossigeno è stata rilasciata, l'emoglobina può legarsi reversibilmente con l'anidride carbonica che deve essere trasportata ai polmoni per l'eliminazione. Anche un enzima partecipa alla reazione chimica reversibile nel sangue rosso che trasporta l'anidride carbonica nel plasma sotto forma di bicarbonato. Una volta che il sangue ritorna alle pressioni parziali più elevate di ossigeno nei polmoni, l'emoglobina si lega nuovamente con l'ossigeno e rilascia l'anidride carbonica. La reazione dell'anidride carbonica nel plasma avviene in senso contrario, rompendo il bicarbonato e rilasciando anidride carbonica, che quindi si diffonde nel sistema respiratorio per venire eliminata. Trasportando l'anidride carbonica come bicarbonato, il sistema circolatorio può trasportarne maggior quantità che non in soluzione diretta dell'anidride carbonica nel plasma. Circa il 5% dell'anidride carbonica viene trasportato nel plasma per semplice soluzione, circa il 20% è combinato con l'emoglobina e circa il 75% viene trasportato in forma di bicarbonato.

La struttura cardiovascolare

Le arterie, le vene, i capillari e il cuore costituiscono il sistema cardiovascolare. Un ripasso del percorso che viene seguito dal sangue attraverso il sistema cardiovascolare chiarisce la relazione tra le arterie, le vene e i capillari. Il cuore fondamentalmente è una pompa a quattro camere, diviso a metà in senso longitudinale e si trova nella gabbia toracica, fra i polmoni, in uno spazio chiamato mediastino. Il cuore, come i polmoni, è circondato da un sacco di tessuto connettivo spesso, il pericardio, che gli consente di battere indipendentemente senza attrito. Le camere superiori su due lati, chiamate atri (atrium= singolo) ricevono il sangue che arriva nel cuore e lo pompano nei ventricoli, le camere inferiori. I ventricoli pompano il sangue fuori dal cuore. Il sangue ricco di ossigeno che viene dal sistema respiratorio, entra dal lato sinistro del cuore (cuore sinistro), che pompa il sangue nell'aorta, la più grande arteria del corpo. Poiché il lato sinistro del cuore deve rifornire di sangue tutto il corpo, questo è più forte del lato destro. Le arterie carotidee si ramificano quasi subito dall'aorta e forniscono il sangue al cervello. Tracciando il sistema arterioso in uscita dal cuore, le arterie continuano a ramificarsi in arterie sempre più piccole finché non raggiungono i capillari, i veri punti cioè in cui avviene il trasferimento di gas e materiale con i tessuti.



I capillari conducono attraverso i tessuti il loro rifornimento, quindi si raggruppano nelle vene, che si raggruppano a loro volta riportando il sangue povero di ossigeno al lato destro del cuore. Il lato destro del cuore pompa sangue nelle arterie polmonari, che conducono ai capillari polmonari all'interno dei polmoni. Nei capillari polmonari l'emoglobina presente nei globuli rossi assorbe l'ossigeno e elimina l'anidride carbonica. Il sangue ricco di ossigeno che lascia i capillari polmonari fluisce nella vena polmonare e ritorna all'atrio sinistro per iniziare un nuovo ciclo.

La pressione sanguigna

Ad ogni battito del cuore, il sangue si gonfia nelle arterie, creando le pulsazioni e la pressione del sangue. La velocità di pulsazione misura la frequenza del battito cardiaco che, nella media degli adulti a riposo, è di 60 - 80 battiti al minuto. Sebbene il cuore non smetta mai di battere, se non in condizioni critiche come un attacco di cuore, esso si riposa tra un battito e l'altro. La pressione del sangue è la forza del cuore e viene registrata dai medici come pressione diastolica e sistolica. Il sangue fluisce nel sistema arterioso in onde di pressione che coincidono con la contrazione del cuore. La pressione sistolica è l'onda, o pressione massima, corrispondente all'istante in cui il cuore si contrae, la pressione diastolica è il momento di tregua dopo l'onda, o pressione minima, che si verifica quando il cuore si rilassa. La pressione del sangue e le pulsazioni aumentano durante l'attività, lo stress o la paura, ma dovrebbero diminuire ai valori normali in breve tempo dopo che l'attività è terminata o lo stress e la paura sono scemati. L'aumento dei battiti cardiaci e della pressione sanguigna causato dall'attività è parzialmente una risposta alla richiesta dei tessuti di una maggior quantità di ossigeno e corrisponde ad un aumento della velocità di respirazione.

Durante lo stress o la paura, le ghiandole surrenali immettono adrenalina nel sistema circolatorio secondo la risposta di sopravvivenza del corpo. L'adrenalina stimola il cuore, dilata i vasi sanguigni ed aumenta la velocità di respirazione.

IL SISTEMA RESPIRATORIO

Il sistema respiratorio funziona in congiunzione col sistema circolatorio fornendo all'emoglobina un ambiente appropriato per lo scambio dei gas.

Struttura base del sistema respiratorio.

Il sistema respiratorio è composto da costole, muscoli intercostali, diaframma, polmoni, bocca, naso e una serie di condotti (bronchi) che collegano la bocca e il naso con i polmoni. I polmoni, situati nella cavità toracica, hanno una forma vagamente conica e sono composti di tessuto elastico; ciascuno è circondato da due membrane molto sottili chiamate pleure. Lo spazio tra le pleure è chiamato cavità pleurica. Quest'area contiene un leggero strato fluido che agisce come lubrificante per consentire un efficace movimento dei polmoni durante la respirazione. L'aria viene inspirata nella bocca e nel naso e passa nella faringe che è una specie di zona comune per il passaggio dell'aria e del cibo. La faringe si divide, a sua volta, in due tubi: la trachea e l'esofago. L'esofago è localizzato dietro la trachea e serve per ingerire i cibi e i fluidi che poi trasporta nello stomaco: L'aria passa attraverso la laringe, organo della voce, nella trachea. Il cibo, normalmente, non può entrare nella laringe perché l'accesso è protetto dall'epiglottide, una membrana tissutale flessibile posta sul retro della lingua, che si ripiega sulla laringe durante la deglutizione. La trachea è composta da una



serie di anelli cartilaginei di forma semicircolare che impediscono il suo collasso. Essa attraversa la cavità toracica e si divide in due tubi: il bronco destro e il bronco sinistro. All'interno dei polmoni, i bronchi si dividono progressivamente in ramificazioni sempre più piccole come rami di albero; i rami più piccoli dell'albero respiratorio sono sostenuti da cartilagine. Gli alveoli si trovano alla fine delle più piccole ramificazioni dell'albero respiratorio; hanno delle pareti estremamente sottili e sono circondati, come un cestino da basket, dai capillari polmonari. Gli alveoli sono stati paragonati a grappoli d'uva. (Alveolo deriva dal latino alveus che significa cavità). In entrambe i polmoni vi sono milioni di alveoli con una superficie complessiva di più di cento metri quadrati. Le superfici interne degli alveoli sono ricoperte da una sostanza di tipo detergente conosciuta con il nome di surfactante. Questo surfactante ha la funzione di ridurre la tensione superficiale degli alveoli diminuendo, quindi, la loro tendenza a collassarsi. E' questo comunque il punto in cui il gas si scambia col sangue. Il gas si muove tra gli alveoli ed i capillari attraverso membrane microscopicamente sottili, permeabili ai gas che costituiscono le pareti alveolari e capillari. In questo modo l'ossigeno e l'anidride carbonica si scambiano liberamente tra il sangue e gli alveoli, senza che il sangue venga in diretto contatto con l'aria. Il meccanismo reale del movimento del gas è la semplice diffusione, la naturale tendenza di un gas a muoversi da una zona ad alta concentrazione verso una zona a bassa concentrazione. Senza la diffusione, questo processo fondamentale per la vita non potrebbe avvenire.