

**International DAN Divers Day, La Reunion 29 settembre 2013**

**“Risk assessment and mitigation in recreational diving”**

**Alessandro Marroni “The concept of duty care: technical, medical and legal implications. Lessons from real cases”**

Il database del DAN (attivo dal 1982 con milioni di dati) evidenzia che in media i subacquei effettuano 20 immersioni/anno per attività ricreativa e 100 per lavoro. Vi è un progressivo aumento delle denunce.

Gli incidenti più frequenti sono per:

- **subacqueo:** perdita della maschera o blocco dell'erogatore in immersione; ferite alla testa per trauma da bombola; ferite da arpione o coltello; lesioni provocate all'infortunato dal soccorritore (anche all'attrezzatura); caduta bombola sul piede di un'altra persona; inappropriato conservazione dell'attrezzatura; mancata o errata assistenza in situazioni di pericolo.
- **Dive master o guida:** dare informazioni sbagliate; incidenti a studenti durante il corso.
- **Istruttori:** fornire formazione a gente non qualificata (brevetti precedenti o esperienza non coerente con il livello di formazione offerto).
- **Centri immersione:** vendita di corsi a subacquei non qualificati; noleggio attrezzatura a persone non qualificate.
- **Club amatoriali, agenzie didattiche:** uguale al Centro immersione; mancanza di un contratto chiaro con l'utente
- **Dive Tour Operator:** secondo la normativa europea è responsabile del cliente quando offre due servizi tra trasporto, albergo, servizi subacquei per la durata superiore alle 24 ore

In caso di incidente, l'istruttore viene indagato per la valutazione di eventuale imperizia, negligenza, imprudenza.

I medici che rilasciano l'idoneità all'attività subacquea devono essere qualificati. Il medico deve valutare i problemi cardiaci (26% degli incidenti in mare sono cardiaci). Il ritorno all'immersione dopo malattia o incidente richiede una valutazione medica e un ri addestramento.

DAN ha varato il programma HIRA per la prevenzione secondaria (come agire in caso di emergenza) e la prevenzione primaria (insegnare a riconoscere i rischi per evitarli e ad agire in caso di emergenza). Il programma si basa sulla tecnologia Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) che prevede la creazione di un database degli incidenti e situazioni che avrebbero potuto diventare un incidente; l'analisi dei dati acquisiti; la formazione sui Critical Control Points (CCP). Alcuni esempi di cosa si intende per CCP: in

caso di una persona che soffra di mal di schiena è necessario spiegarle come sollevare correttamente i carichi pesanti oppure l'educazione sulla corretta gestione delle bombole.

Nel 2012 ci sono stati, per esplosione delle bombole, due morti e un invalido permanente (è esplosa una bombola che era nel bagagliaio di un'auto lasciata al sole – con temperatura che raggiunse oltre 60°C; sono morte due persone). In Svizzera la polizia prevede, sulla rubinetteria delle bombole, una valvola di riduzione (restricted valve) che in caso di trauma accidentale alla rubinetteria (p.es. cade e si spacca la filettatura) non si abbia il “volo” della bombola (mostrati video di esperimenti).

Il valore della vita umana è stimata tra 500.000 e 1 milione di euro, a secondo della giurisdizione. Le giurie tendono a dare risarcimento alle vittime, indipendentemente dalla ragione.

### ***Francois Burman “Risk assessment and mitigation principles & tools”***

Il primo passo nell'analisi del rischio è l'identificazione del rischio (fisico, chimico, biologico, ergonomico, psico-sociale, meccanico).

- Rischio fisico: fuoco/esplosione, rumore, calore, freddo, esposizione agli UV o al sole, pressione, elettricità, carico di pesi.
- Rischio chimico: contaminazione dell'ambiente con gas nocivi, gas asfissianti, gas irritanti le vie respiratorie, gas scatenanti asma, immersione in acque contaminate, esposizione a sostanze tossiche.
- Rischio biologico:
  - macro – animali marini, roditori, larve.
  - Micro - virus, batteri, funghi
- Rischio ergonomico: illuminazione, ventilazione, incidenti agli arti correlati con il lavoro, sforzo fisico con ripetuto sollevamento di carichi pesanti, esaurimento fisico
- Rischio psico-sociale: stress, abuso di sostanze (droghe, alcool), lavoro notturno, lavoro in turni, noia, violenza/abuso.
- Rischio meccanico – movimentazione macchine, assenza di binari/protezioni, caduta oggetti, oggetti pesanti, rischio di scivolare o rischi connessi con il trasferimento da un luogo all'altro.

Metodi per individuare i rischi:

- per area: dividere il luogo di lavoro in aree specifiche,
- per compito (task): per esempio la manutenzione delle attrezzature subacquee,
- per processo: accompagnare subacquei in immersione o fare didattica,
- per gruppo di lavoro

Si ottiene una lunga lista di possibili rischi, molti dei quali possono essere poco significativi, molti altri rischi rimangono comunque sconosciuti

La seconda fase è l'individuazione di chi sia a rischio e della gravità del rischio stesso (livello della tossicità, patogenicità)

**Definizione di rischio:** probabilità che l'esposizione a un pericolo possa generare una conseguenza negativa. Il rischio si può quantizzare su una scala da 1-5:

- probabilità che il rischio accada: 1 poco probabile, 2 insolito, 3 possibile, 4 aspettato, 5 certamente accadrà
- esposizione al rischio: 1 raro, 2 insolito, 3 occasionale, 4 frequente, 5 continuo
- conseguenze dell'esposizione al rischio: 1 notevoli, 2 significative, 3 gravi (inglese: serious) con effetti distruttivi, 4 molto gravi (inglese: severe), 5 catastrofiche (fatali)

Tutti i rischi rilevanti che siano stati individuati si inseriscono nella tabella probabilità/conseguenze

<b>conseguenze</b>	70: Poco probabile, fatale			100: Certamente accadrà, fatale
			50: Rischio occasionale, gravi conseguenze	
	5: Poco probabile, conseguenze notevoli			50: Rischio continuo, conseguenze notevoli
<b>probabilità</b>				

Può essere assegnato un punteggio al rischio:

<b>punteggio</b>	<b>categoria</b>	<b>livello di rischio</b>
<b>100</b>	1	Elevato, molto pericoloso
<b>50-100</b>	2	Molto alto (evitare esposizione)
<b>20-50</b>	3	alto
<b>5-20</b>	4	medio
<b>0-5</b>	5	basso

La terza fase prevede le misure correttive rispetto al rischio (Risk mitigation). E' possibile agire attraverso: eliminazione del rischio; sostituzione di un rischio maggiore con uno minore; controllo ingegneristico (barriera, **belt guard**); controllo amministrativo (sorveglianza umana / human interface); formazione; elaborazione di istruzioni; supervisione; dispositivi di protezione individuali (DPI).

Il controllo ingegneristico serve per ridurre il rischio alla fonte. Il controllo amministrativo agisce sull'interfaccia uomo/macchina; i DPI sono necessari per le persone che necessariamente devono esporsi al rischio che rimane dopo le fasi precedenti di eliminazione o riduzione del rischio.

La quarta fase è il monitoraggio, la misurazione del rischio. Si tratta di verificare che le azioni correttive previste siano realmente effettuate; registrare gli eventuali incidenti;

analizzare i dati principali per individuare eventuali denominatori comuni degli incidenti (per esempio, nell'attività subacquea: pressione residua nelle bombole, profilo delle immersioni, **launches**). E' importante avere numeri, informazioni che siano utili, non misurare per il semplice gusto di misurare!

### **Jack Meintjies "Applied ergonomy"**

Caso clinico: paziente con dolore alle spalle, collo e regione scapolare. Trattato dal medico di medicina generale (MMG) con antidolorifici. Persistendo il problema e stato inviato dall'ortopedico che non trovò nulla di particolare, quindi inviato dal psichiatra. In realtà il problema era una cattiva postura (ergonomia) durante il lavoro: rispondeva al telefono tenendo la cornetta tra la testa e la spalla, piegando il collo. Altro esempio è la postura, spesso sbagliata, alla postazione dove si lavora al computer,.

L'ergonomia studia l'interazione tra l'essere umano e gli altri elementi di un sistema. E' la disciplina che migliora il benessere delle persone attraverso lo studio di come migliorare l'interfaccia tra uomo e macchina.

*Errori da valutare e correggere:* movimenti rapidi e ripetitivi, sforzo forte, eccessiva concentrazione della forza su alcuni punti, cattiva postura.

*Sintomi:* sensazione di bruciore, affaticamento, sudorazione, malessere e altro.

*Fasi della sindrome:*

1. Dolore, dolenzia agli arti durante il lavoro. Il disagio migliora la notte.
2. Il disagio persiste la notte e disturba il sonno. Compaiono segni come la sudorazione. E' frequente la valutazione fisiatrica.
3. Dolore persistente, dolenzia, debolezza agli arti, insonnia.

*Regola 1 della ergonomia:* è la tecnologia che deve adattarsi alla persona e non viceversa.

*Strumenti di lavoro:* l'osservazione è spesso meglio di checklist e liste con punteggi vari.

*Ergonomia dell'attrezzatura base per l'attività subacquea* (per ulteriori informazioni consultare nel web: scubalab)

- maschera: si deve conformare al viso, possibilità di inserire lenti ottiche, la compensazione deve essere (meglio con apposito alloggiamento per il naso), deve essere facile da indossare in caso di rimozione durante l'immersione.
- pinne: devono essere facili da indossare; devono permettere il nuoto in immersione con la pinneggiata a rana (**kicking style**).
- erogatore: deve consentire un respiro facile durante il nuoto, deve erogare facilmente anche con la testa in posizione eretta (verso la superficie).
- computer: facile da impostare, deve permettere di riconoscere i dati non critici (come la temperatura) e poterli tenere in secondo piano (nascosti).
- GAV: deve essere facile da indossare e da manovrare, deve avere delle tasche di facile accesso e degli alloggiamenti per il carico dei pesi.

*Movimentazione carichi pesanti.* E' importante, durante i corsi di formazione, insegnare il corretto modo di sollevare i pesi. C'è sempre un modo per farlo bene. Per trasportare le bombole generalmente si portano "grippando" la rubinetteria tra l'indice e il medio, con il polso in tensione (H grip type). Questo genera epidcondilite, infiammazione del tendine estensore mano con riduzione capacità di afferrare gli oggetti ("griappare") e dolore al gomito. Per caricare / scaricare le bombole dalla barca evitare la torsione del busto che causa dolore lombare. Il modo corretto di trasportare le bombole è in orizzontale tramite apposita imbragatura con maniglia, applicata per il trasporto.



*Nuoto in immersione:* l'asse del corpo deve essere inclinato al massimo di 24°. Il collo deve essere dritto come da fisiologica anatomia. La colonna vertebrale deve essere mobile, rispettando la naturale lordosi. Evitare che la colonna sia forzata in flessione, estensione, rotazione o loro combinazione.

*Scooter:* evitare di tenere le braccia estese in avanti con estensione delle spalle (scooter avanti alla testa del subacqueo). Questa posizione limita la visione anteriore, comporta rigidità delle mani (mani contratte nell'afferrare la maniglia), trazione degli arti superiori e delle spalle e determina la compressione delle radici nervose al rachide cervicale. Il modo corretto di utilizzare lo scooter è di poggiare gli avambracci, conserti, sul mezzo o agganciarlo con una cinghia tra l'ombelico e l'inguine (vedi foto).



*GAV*: deve essere confortevole, evitare che sia troppo pesante o della taglia sbagliata. Meglio indossare e svestire l'attrezzatura in acqua (ricordarsi di insufflare il GAV prima di lanciarlo in acqua!)

*Erogatore*: la frusta non deve essere troppo corta per evitare la sofferenza alla articolazione temporomandibolare (ATM). L'erogatore e la frusta devono essere ad angolo retto (90°) con la bocca.

### **Costantino Balestra “Divers’ behaviour & risk”**

Il fattore più importante per prevenire l'incidente da decompressione è il controllo della tensione superficiale delle bolle, attraverso la corretta idratazione.

La Central Flicker Fusion Frequency (CFFF) è utilizzata per verificare gli effetti della narcosi da profondità: misura l'efficienza delle funzioni cerebrali. Durante gli esperimenti con la CFFF, per valutare la narcosi in immersione, è stata applicata anche la Tiredness Analogic Scale per misurare la stanchezza percepita dal subacqueo e separare i suoi effetti da quelli della narcosi. Durante una serie di immersioni ripetute a 34 metri per 20 minuti si è visto che i subacquei, nel periodo successivo all'immersione, subiscono una riduzione temporanea della memoria a breve termine, senza altri danni delle funzioni cerebrali che possano alterare, a lungo termine, la vita) come, invece, accade nei pugili. La riduzione dell'efficienza cerebrale non si avverte significativamente in immersione ma solo dopo. L'immersione respirando aria arricchita in ossigeno (“nitrox”) è molto meglio: riduce il problema a livelli non significativi.

Il DAN in collaborazione con la Mares ha ideato un software per computer Mares Icon HD che pone al subacqueo, durante l'immersione, test di CFFF e domande logiche alle quali il subacqueo può rispondere agendo sui tasti di destra o sinistra del computer con lo scopo di testare lo stato delle proprie funzioni cerebrali in immersione e dopo.

### **Michael Lang “Diving equipment & risk”**

Ogni attrezzatura presenta degli aspetti critici che è necessario considerare.

*Erogatore*: deve consentire la respirazione di miscele arricchite in ossigeno. Le immersioni nel ghiaccio o in acque fredde possono essere critiche: il primo stadio può erogare in continuo. L'esperienza di 45.000 immersioni sotto il ghiaccio ha permesso di progettare un dispositivo costituito da una camera d'aria connessa al primo stadio che permette di bilanciare la temperatura, evitando il congelamento. Il secondo stadio, se non adatto, crea una compressione adiabatica con congelamento del meccanismo. In generale, è necessario curare la manutenzione dell'erogatore.

*Compressore*: la qualità aria deve essere certificata; è necessario curare la manutenzione.

*Bombole*: necessaria, prima dell'uso, l'ispezione visiva delle loro condizioni. Obbligatorio il periodico test idrostatico.

*Computer*: conoscere il modello decompressivo; come sia stato validato; la sua affidabilità. Il punto critico del computer è la batteria: per immersioni lavorative è necessario avere un computer di riserva. Per informazioni in merito la letteratura (web) è ricca. Vedi "Proceedings of validation diving computer", Gdansk 2011

*Muta stagna*: necessaria la formazione sul suo corretto utilizzo; le valvole devono essere di buona qualità. Da considerare l'eventuale utilizzo dei guanti stagni, del riscaldatore elettrico, la quantità di pesi utilizzata.

*GAV*: considerare l'eventuale integrazione della zavorra; il dispositivo di insufflazione deve essere funzionale e efficiente.

*ARR (rebreather)*: l'Autore ha confidenza con il RF3. Essenziale la formazione, l'utilizzo di checklist, la manutenzione. Attualmente ci sono ancora problemi di interfaccia tra l'uomo e la macchina. Vi è un aumento progressivo delle fatalità. Mentre con l'autorespiratore a circuito aperto il problema principale è l'eventuale esaurimento della miscela, con l'ARR i problemi derivano da guasto o cattivo uso della tecnologia.

***Rischi durante l'immersione***: esaurimento gas, gas insufficiente, problemi di assetto, gas inappropriato, guasto all'attrezzatura, intrappolamento. Le possibili conseguenze sono:

- Esaurimento aria >> risalita in emergenza, sovradistensione polmonare con eventuale embolia gassosa arteriosa (EGA)
- Intrappolamento >> esaurimento aria >> asfissia >> annegamento
- Asfissia >> EGA, problemi cardiaci, trauma
- Annegamento >> EGA, problemi cardiaci

*Immersione in acque contaminate*: acquisire informazione sul tipo di contaminante, minimizzare il contatto del corpo con l'acqua contaminata, prevedere un assistente in superficie attrezzato con DPI per evitare il contatto, prevedere una procedura per la decontaminazione ed eventuale quarantena.

***John Lippmann "Leave them alone! Preventing Marine Life injuries"***

### **Punture di animali marini**

#### ***Meduse (jellyfish)***

**Box jellyfish** vive in acque basse (mangrovie), ha tentacoli lunghi fino a cinque metri con decine di migliaia di vescicole velenose per centimetro quadro. Ogni vescicola a contatto con la pelle emette un arpione che vibrando penetra nella pelle fino ad arrivare ai capillari dove immette il veleno nel circolo arterioso con arresto cardiaco in quattro minuti (sono mortali in pochi minuti). Circa 70 morti in Australia. Si trovano in tutto il Pacifico e l'Oceano Indiano. Le reti sono abbastanza efficaci nel tenere lontane le meduse, E' necessario proteggere in corpo per evitare il contatto. Terapia: BLSD, aceto (subito e prolungato nel tempo).

***Irukandji*** sono in tutto il Pacifico da ottobre a maggio, il corpo (bell) è minuscolo: da pochi millimetri a 2 cm, difficile da vedere. I tentacoli hanno delle vescicole che, a contatto con la pelle, lanciano un arpione che, per queste meduse, si infiltra nel sistema linfatico. Il danno è leggermente ritardato rispetto al contatto. La sintomatologia è tipica (sindrome di Irukandji). Il dolore deve essere trattato con la morfina. C'è nausea e vomito. La pressione arteriosa si innalza pericolosamente (230/90 mmHg) con rischio di danno miocardico (c'è aumento della troponina) ed emorragia cerebrale. L'infusione di magnesio è inutile. L'unico beneficio è l'impacco di aceto (4-6% acido acetico) applicato nei primi 60 secondi perché disattiva le tossine. E' importante monitorare che il massivo rilascio di tossine non sia lesivo. Prevenzione: protezione con la muta; i repellenti non sono efficaci.

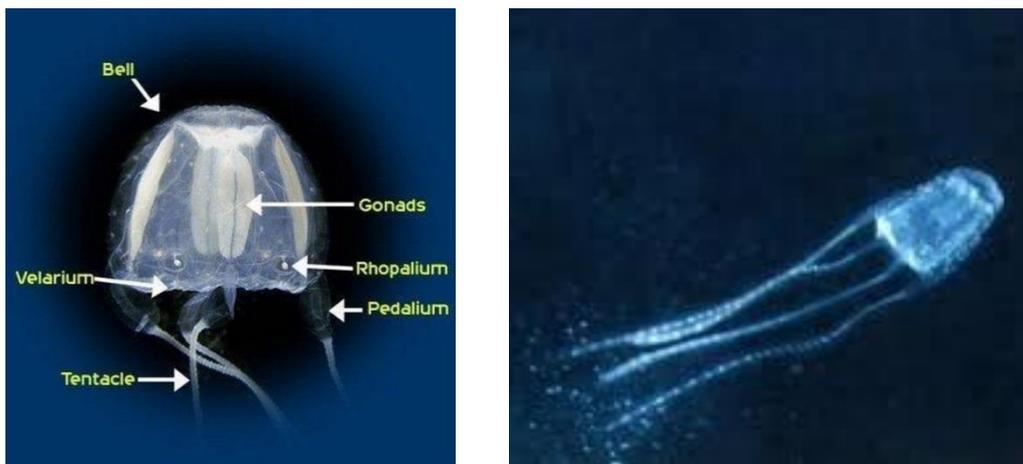


Figure 1-2: medusa *Irukandji*

***Chironex fleckeri*** ha 15 tentacoli per angolo (60 tentacoli in totale). Il corpo (bell) è grande 30 centimetri con tentacoli lunghi fino a 5 metri.



Figure 3-5: medusa *Chironex fleckeri*

### ***Pesce pietra (Stone fish) e pesci con spina***

**Pesce pietra** provoca una ferita con dolore intenso che evolve in necrosi entro una settimana e ulcerazione. La lesione guarisce entro 3-4 settimane dopo pulizia chirurgica, terapia a pressione negativa, innesto. La puntura può causare blocco neuromuscolare. Immediatamente subito dopo la puntura – per tutti i tipi di pesce con spine lesive - è utile l'immersione in acqua calda con temperatura progressivamente crescente fino alla massima tolleranza dell'infortunato (circa 45 - 50 gradi, se possibile). Prevenzione: evitare di toccarli.



*Figure 6-7: pesce pietra (stone fish) e pesce leone (Lion Fish)*

### ***Conchiglia cono***

Si conoscono 400 specie, tutte con veleno ma poche pericolose per uomo. Emettono un cocktail di veleni attraverso un arpione che viene sparato da una proboscide che è situata sotto il sifone di ventilazione. L'arpione può attraversare vestiti e muta. Il veleno blocca la conduzione dell'impulso nervoso ai muscoli. Il pesce paralizzato è inglobato nello stomaco che si estroflette dalla conchiglia.



*Figura 8: conchiglia cono*

Presentato un **granchio** che uccide i pesci attraverso l'emissione di bolle che creano un danno per cavitazione. Può provocare infiammazione anche nell'uomo.

## Morsi da animali marini

### Squali

Ce ne sono 350 specie in tutto il mondo. Dal 1900 al 2009 sono state registrate 1826 fatalità (sono in progressivo aumento). Non esiste nessun metodo per evitare il danno provocato da uno squalo che attacchi un uomo con una spinta di tonnellate in pochi secondi. Esistono diversi sistemi per allontanare, invece, gli squali curiosi (in particolare i dispositivi che generano un campo elettrico intorno alla persona). Le reti sono efficaci solo nel tenere lontano gli squali più grandi, mentre i piccoli entrano dai lati o la scavalcano. Attualmente pare che i luoghi più pericolosi siano quelli dove vi sia una scarpata dove il fondale sale da elevate profondità verso una piattaforma meno profonda (come se agli squali piacesse prendere la rincorsa, non visti, per attaccare in velocità dal basso verso l'alto). Prevenzione: evitare di nuotare da soli,. La migliore prevenzione è nuotare o immergersi in gruppo (non da soli); evitare di agitare l'acqua nel tuffo o altro; evitare di nuotare o immergersi al crepuscolo o in acque torbide dove sia segnalata la presenza di squali pericolosi; evitare di nuotare tra un carosello di squali eccitati per il pasto (ed evitare lo shark feeding) o vicino a colonie di foche.



*Figura 9-10: squalo*

**Serpenti.** 90 specie velenose (più di 30 specie solo in Australia). Respirano aria. I denti (**fang**) iniettano, con il morso, un veleno che blocca la trasmissione neuromuscolare e tossine coagulanti o anticoagulanti. Il danno è neurologico, cardiaco, muscolare,



*Figura 11: serpente marino velenoso*

## **Polpo dagli anelli blu (Blue Ringed Octopus)**

Piccolo polpo (2-20 cm) molto pericoloso. Il veleno è nella saliva ed è iniettato per morso o altro contatto. Sono dei batteri simbiotici che sintetizzano la tetrodotossina (TTX) che causa paralisi neuromuscolare, blocca i muscoli e provoca paralisi respiratoria. In caso di morso o puntura utile il freddo (cold pack) per controllare il dolore. Prevenzione: non toccare il polpo.



*Figura 12: polpo dagli anelli blu*

Per tutta la vita marina, in generale: non toccare; conoscere i pericoli del posto; indossare una protezione (muta, scarpette, guanti); prestare attenzione quando si entra in acqua. In genere i pesci evitano l'uomo, evitate di toccare voi loro.