

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR**

**MANUAL**

**ENFERMIDADE DESCOMPRESSIVA - ED ou MAL  
DESCOMPRESSIVO - MD (Doença Descompressiva - DD  
e Lesões Causadas pela Síndrome da Hiperextensão  
Pulmonar - SHP) e 1º SOCORROS ESPECÍFICOS**



**DIRETORIA DE OPERAÇÕES – DOp**

**CARLOS ALBERTO MENDES DE SOUZA – Subten BM**  
Elaborador

Vitória/ES – 2012  
Rev. Out. 2017

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	02
2. DOENÇA DESCOMPRESSIVA (DD) .....	02
2.1. Classificação da Doença Descompressiva .....	05
2.1.2 Outros Tipos de Sintoma .....	08
2.1.3. Prevenção da DD .....	09
3. SÍNDROME DA HIPEREXTESÃO PULMONAR (SHP).....	12
3.1. Embolia Arterial Gasosa (EAG) .....	14
3.1.2. Enfisema Mediastinal .....	16
3.1.3. Enfisema Subcutâneo .....	16
3.1.4. Pneumotórax .....	16
3.2. Prevenção da SHP .....	16
4. COMPARAÇÃO DE SINTOMAS .....	17
5. PRIMEIROS SOCORROS DA DD e SHP .....	18
5.1 A importância do oxigênio .....	19
5.2 Sequência de procedimentos .....	20
5.3 Exame neurológico de campo .....	23
6. RECOMPRESSÃO NA ÁGUA .....	24
7. CONCLUSÃO .....	26
8. REFERÊNCIAS, BIBLIOGRAFIA e AGRADECIMENTO .....	29

## ANEXOS

TABELA DOPPLER DE LIMITES NÃO DESCOMPRESSIVOS BASEADOS NA	
TABELA DE MERGULHO <i>U.S.NAVY</i> .....	31
TABELA DE PROFUNDIDADE CORRIGIDA PARA ALTITUDE .....	33

## 1. INTRODUÇÃO

Este manual se dedica exclusivamente ao tema Enfermidade Descompressiva (ED) ou Mal Descompressivo (MD), nomenclaturas que abrangem a Doença Descompressiva (DD) e a Síndrome da Hiperextensão Pulmonar (SHP), moléstias causadas pelo efeito da pressão no organismo do mergulhador e que devido à sua gravidade, exigem um pronto e eficaz atendimento por parte das equipes de mergulho e de atendimento pré-hospitalar da Corporação.

Pela natureza insalubre e perigosa das atividades de mergulho autônomo na área de segurança pública, torna-se imprescindível a manutenção de equipes treinadas na primeira resposta a um acidente de mergulho do tipo ED/MD, bem como a manutenção de um serviço médico especializado que se responsabilize pela manutenção dos exames de saúde necessários à atividade, tratamento definitivo e ao cumprimento das normas vigentes.

Ainda que ocorrências desse tipo sejam muito baixas, uma vez que venham a ocorrer, a demora no atendimento ou a falta de padronização nos procedimentos de resgate, transporte e tratamento, em virtude da sua complexidade e gravidade, provavelmente trarão consequências severas e até mesmo o óbito do militar acidentado.

A nomenclatura **Enfermidade Descompressiva** ou **Mal Descompressivo** é utilizada para identificar tanto as lesões causadas pela Doença Descompressiva - DD, como as lesões causadas pela Síndrome da Hiperextensão Pulmonar - SHP (embolia, enfisema mediastinal, enfisema subcutâneo e pneumotórax) e surgiu uma vez que seus sintomas se justapõem e os mesmos primeiros socorros são administrados para ambos os casos.

## 2. DOENÇA DESCOMPRESSIVA (DD)

Os primeiros relatos da Doença Descompressiva (DD) em humanos surgiram em meados do século XIX, em trabalhadores de minas pressurizadas e apenas em 1878, o fisiologista francês Paul Bert compreendia e preconizava métodos para evitar a DD: Tempo de exposição curto e subida lenta e uniforme.

Neste íterim alguns apelidos surgiam. Primeiro como Mal dos Caixões, pela sua ocorrência em trabalhadores de caixas pressurizadas, usadas para permitir que trabalhassem a seco em leitos de rios na construção de túneis e pontes. Depois, como BENDS<sup>1</sup> (do Inglês “dobrar”), pois trabalhadores de caixões pressurizados de uma determinada ponte comparavam a postura que os afetados apresentavam com a maneira com que as mulheres da moda daquela época caminhavam.

A primeira descrição de ED com mergulhadores foi registrada na Inglaterra, em 1834, durante mergulho de recuperação de um artefato militar: “...em consequência ele se lesionou severamente enquanto mergulhava, não por nenhum acidente e sim pelo seu extraordinário afinco que o induziu a se superar e permanecer muito tempo debaixo d’água, o que lhe causou certo tipo de paralisia em metade do corpo...”<sup>2</sup>

No caso dos mergulhadores, a luz só surgiu em 1908, quando o fisiologista escocês, Dr. John Scott Haldane, a serviço da Marinha Real britânica, com fins militares, criava as primeiras tabelas de mergulho e a Teoria Básica da Descompressão, permitindo que mergulhadores da marinha inglesa fizessem imersões de até 60 metros de profundidade, sem consequências descompressivas.

A DD é causada pelo excesso de nitrogênio (N<sub>2</sub>), ou outro gás inerte usado na mistura respiratória, geralmente o gás Hélio (He), dissolvido nos tecidos do corpo humano em decorrência da permanência do indivíduo em condições hiperbáricas. A quantidade de N<sub>2</sub> ou de outro gás inerte que se dissolve nos tecidos aumenta proporcionalmente ao aumento da pressão ambiente.

Segundo a lei de Henry (1801), a solubilidade de um gás em um líquido a temperatura constante é diretamente proporcional à pressão parcial que o gás exerce sobre o líquido, ou seja, quanto maior a pressão exercida pelo gás, maior

---

<sup>1</sup> “The Grecian Bend” Woodward CM. A history of the St. Louis River Bridge. Jones e Co., 1881, p 392.

<sup>2</sup> Diving operations on the Royal George – 1834 Major General Sir Charles William Pasley FRS KCB (1780-1860)

será sua dissolução no líquido, sendo o sangue o transportador dessa sobrecarga gasosa, que vai saturando gradativamente os tecidos.

A doença descompressiva tem como gatilho as bolhas de gás inerte ( $N_2$  no caso de mergulhos cuja mistura respiratória seja ar comprimido), que se expandem no sangue e/ou nos tecidos do corpo, causando efeitos intravasculares (isquemia, trombose, espasmo vascular, estase venosa e hemorragia) e extravasculares (lesão tissular, síndrome compartimental, isquemia e hemorragia). O efeito dessas bolhas pode ser mecânico (compressão tecidual, obstrução do fluxo sanguíneo, entre outros) ou bioquímico (agregação de plaquetas e linfócitos, aumento da viscosidade sanguínea, entre outros). Podemos dizer que não há doença descompressiva se não houver formação de bolhas. Mas não podemos dizer que toda formação de bolhas gera DD, pois via de regra, após todo mergulho se encontram bolhas no sangue venoso do mergulhador (percebidas por um tipo de ultra sonografia – Medidor de Fluxo Ultrassônico Doppler), sem que ocorra qualquer moléstia.

Quando mergulhamos, à medida que descemos, vamos dissolvendo gás inerte no sangue e nos tecidos em razão direta da profundidade, em consequência da pressão. Quando começamos a subir, se a pressão diminui abruptamente em decorrência de uma subida rápida, o gás dissolvido nos tecidos sai para o sangue, favorecendo a formação de bolhas.

Quanto mais descemos, respiramos mais gás sob pressão. A dez metros de profundidade, respiramos o dobro de pressão de ar, e em consequência, de  $N_2$ . O gás inerte é absorvido pela respiração, daí para os alvéolos, para o sangue e para os tecidos.

A maneira com que o  $N_2$  é distribuído pelo corpo envolve três fatores: difusão, perfusão e afinidade.

Difusão: é a tendência de um gás passar de uma área de maior concentração para uma área de menor concentração, em razão da diferença (gradiente) de pressão, até que haja equilíbrio. Quanto mais fundo, mais gás é absorvido. Se um mergulhador ficar muito tempo em uma dada profundidade, seu corpo irá se

saturar de  $N_2$ . Ou seja, seu corpo já recebeu todo o  $N_2$  possível, para aquela profundidade.

Perfusão: é a quantidade de sangue que cada tecido recebe, ou seja, alguns tecidos recebem mais sangue enquanto outros recebem menos. Uma vez difundido dos alvéolos para o sangue, o  $N_2$  é difundido do sangue para os tecidos. Cada tecido vai receber sua carga de nitrogênio também em função da perfusão, ou seja, a quantidade de sangue que ele recebe.

Afinidade: para complicar um pouco, ainda existe um terceiro fator, quanto de afinidade um determinado tecido tem por  $N_2$ . Isto é basicamente dado pela quantidade de gordura no tecido.

O corpo humano tem capacidade de lidar e eliminar o gás inerte, tanto na fase dissolvida como o gás na forma de bolhas, desde que o volume e a quantidade dessas bolhas seja limitado. As bolhas que chegam ao pulmão pela circulação venosa podem ser filtradas e eliminadas junto com o gás na forma dissolvida. Essa eliminação será proporcional à capacidade do filtro pulmonar de cada indivíduo. A DD irá ocorrer quando a velocidade de descompressão exceder a possibilidade do organismo eliminar o excesso de gás inerte através dos processos de perfusão e difusão citados anteriormente.

## **2.1 CLASSIFICAÇÃO DA DOENÇA DESCOMPRESSIVA - DD**

É importante ressaltar que a classificação da DD serve como uma forma didática de entendimento dessa moléstia e como forma de direcionar o tratamento do acidentado no ambiente hospitalar. Porém, o mecanismo de evolução do quadro clínico é dinâmico, podendo haver progressão dos sintomas ou mesmo a presença dos dois tipos.

Como as bolhas de  $N_2$  podem se formar em diversas áreas do corpo, os sinais e sintomas também podem variar. Podem ser classificados em categorias de similaridade fisiológica como:

## Quanto aos sintomas

- **DD Tipo 1**

Quando as dores são o único sintoma, podendo incluir ou não manifestações cutâneas e linfáticas como: inchaços, coceiras, irritações e pele marmórea.

As dores geralmente se localizam nos membros superiores (cotovelos) e inferiores (joelhos), mas os ombros, os punhos e as coxas também podem ser afetados. Os tendões, a princípio, são os locais onde as bolhas se localizam, pois são tecidos aquosos (irrigados) e, conseqüentemente, propensos a formação de bolhas. Geralmente a DD do tipo I responde bem ao tratamento hiperbárico, com menos probabilidade de deixar sequelas.

Distribuição percentual de apresentação de sintomas:

<b>LOCALIZAÇÃO</b>	<b>%</b>
Membros Superiores	53,0
Membros Inferiores	27,1
Região lombar	6,4
Região cefálica e cervical	4,7
Região torácica	4,3
Região abdominal	3,4

Tabela 1: Distribuição percentual de apresentação dos sintomas - Fonte: Artigo: As doenças descompressivas no mergulho autônomo, escrito pelo Dr. Paulo Roberto Silveira.

- **DD Tipo 2**

Quando os sintomas estão associados ao sistema nervoso central, variando desde alteração de sensibilidade (parestesia) até a perda parcial dos movimentos (paresia), podendo chegar à paralisia, passando por outras alterações neurológicas como: perda da fala (afasia), dores de cabeça, alterações visuais, de coordenação e no sistema excretor, náuseas e vertigens. A ocorrência da DD tipo II é muito mais séria que a do tipo I, pois tem um potencial de deixar sequelas muito mais graves. Geralmente requerendo mais de uma sessão de tratamento hiperbárico.

## **Quanto à gravidade**

Além da classificação da DD em tipo I (dores articulares) e do tipo II (sintomas neurológicos), a *Divers Alert Network* (DAN), introduziu em 2002, a classificação de gravidade dos sintomas. Esse sistema de classificação, baseado na percepção dos médicos na avaliação pré-tratamento de vítimas de DD e da síndrome da hiperextensão pulmonar, foi chamado de Índice de Gravidade Percebida (IGP). O sistema foi dividido em seis níveis de gravidade:

- **Nível I - Sintomas neurológicos graves-** Disfunção na bexiga e/ou intestino, dificuldade em andar e/ou movimentos descoordenados, nível de consciência alterado, alterações auditivas, tonturas, dificuldade em falar, perda de memória, alteração de humor, dificuldade de orientação, reflexos alterados, fraqueza parcial em um dos lados do corpo, fraqueza muscular, paraplegia e alterações visuais.
- **Nível II - Sintomas cardiopulmonares-** Batimentos cardíacos irregulares, palpitações, tosse, tosse com sangue, respiração curta, alterações respiratórias e mudanças na voz.
- **Nível III - Sintomas neurológicos brandos-** Alterações de sensibilidade (parestesia), sensação de torpor, dormência e contrações involuntárias.
- **Nível IV - Dores-** Dores, câibras, desconforto, dor nas articulações, espasmos musculares e rigidez.
- **Nível V - Sintomas linfáticos e cutâneos-** Alterações linfáticas, inchaços, irregularidades cutâneas, queimação da pele, coceiras e alterações cutâneas diversas.
- **Nível VI - Sintomas não específicos-** Vertigem, tontura, fadiga, dor de cabeça, calafrios, náuseas, sudorese, sensação de cabeça pesada ou leve, indisposição e insônia.



Na maioria dos casos a DD ocorre na superfície dentro de trinta minutos a duas horas depois do mergulho. Entretanto ela pode ocorrer até mesmo debaixo d'água durante a subida, antes do término do mergulho, ou pode demorar de 48 a 72h para os sintomas se manifestarem.

Um estudo de 923 casos de mergulhadores com doença descompressiva, Rivera encontrou as seguintes distribuições percentuais:

<b>TEMPO DECORRIDO</b>	<b>Nº DE CASOS</b>	<b>%</b>
Durante a descompressão	85	9,1
Durante a 1ª hora	426	45,6
Entre 1 e 2 horas	113	12,1
Entre 3 e 6 horas	182	19,5
Entre 7 e 12 horas	72	6,6
Entre 25 e 36 horas	3	0,3
Desconhecido	42	4,5
<b>Total</b>	<b>923</b>	<b>100</b>

**Tabela 2: Distribuição percentual de manifestação dos sintomas X tempo decorrido após o mergulho - Fonte: Artigo: As doenças descompressivas no mergulho autônomo, escrito pelo Dr. Paulo Roberto Silveira.**

### **2.1.2 OUTROS TIPOS DE SINTOMAS**

Podem ocorrer outros sintomas relacionados a tipos e perfis específicos de mergulho autônomo como o Técnico, com o uso de misturas trimix (hélio, oxigênio e nitrogênio), utilizadas para mergulhos mais profundos que cinquenta metros.

Como o Mergulho de Saturação, realizado por mergulhadores comerciais e em atividades econômicas que requerem imersões diárias, onde esses mergulhadores realizam mergulhos repetitivos em condições adversas como água fria (abaixo de 10°C), esforço físico extenuante e perfis do tipo “ioiô” ou “dente de serra”, tais como os executados por trabalhadores de fazendas de salmão no Chile.

Esses sintomas podem se apresentar como:

- **Sintomas vestibulares-** Incluem sintomas que envolvem disfunções no sistema vestibular, localizado na orelha interna, causando náuseas, vômitos, tonturas, alteração no nervo ótico (nistagmo) e na audição. Também é

classificado como DD do tipo II, pois normalmente aparecem junto a outros tipos de sintomas neurológicos. Contudo, casos de doença descompressiva em que os sintomas vestibulares são os únicos presentes têm sido relacionados ao mergulho técnico, em profundidades superiores a 100m, com sérios riscos para o mergulhador, visto que na maioria das vezes, ele fica incapacitado de cumprir a descompressão pelo aparecimento de tonturas giratórias e vômitos, podendo levar ao afogamento.

- **Sintomas pulmonares-** Sensação de garganta dolorida, tosse, dor torácica, dispneia, hipertensão pulmonar, inconsciência e insuficiência respiratória podem ocorrer pela reação vascular causada pelas bolhas formadas nas mucosas das membranas do sistema traqueobrônquico. Essa reação é conhecida com “choke” (sufocação), sendo raro o seu aparecimento, principalmente em imersões com exposições curtas aos gases de fundo.
- **Lesões no tecido ósseo-** As osteonecroses, popularmente conhecidas como enfraquecimento dos ossos, podem ocorrer principalmente nos ossos longos do corpo. Este tipo de manifestação de DD era raro e só costumava se manifestar em mergulhadores com histórico de repetidos procedimentos descompressivos durante anos e mergulhos de saturação. Porém, começa a se tornar cada vez mais comum em certas regiões do Chile que apresentam mergulhadores atuando em atividades econômicas ligadas as fazendas de salmão. Esse tipo de lesão normalmente é detectado por meios de exames radiográficos ou ressonância magnética.

### **2.1.3. PREVENÇÃO DA DD**

Para diminuir o risco de desenvolver DD use com precisão a tabela ou computador de mergulho, eles procuram prever a diminuição de pressão de maneira gradual e aceitável, sem que se formem bolhas nocivas ao organismo, porém, além disso, siga outras práticas de segurança:

- Nunca mergulhe até os limites não descompressivos (LND) das tabelas, sempre deixe uma margem de segurança antes de alcançar qualquer limite da tabela ou computador;

- Respeite a velocidade de 09 metros por minuto na subida;
- Realize uma parada de segurança em todos os mergulhos mais profundos do que 09m;
- Tenha em mente que devido às diferenças fisiológicas e suscetibilidade entre as pessoas, nenhuma tabela ou computador poderá garantir que uma DD nunca ocorrerá.

Mesmo mergulhando dentro dos limites das tabelas de mergulho, atualmente há 10 fatores que se acredita favorecerem o surgimento da DD em mergulhadores. Quanto mais os fatores abaixo aplicarem-se a você, mais conservador deverá ser o planejamento de mergulho.

**1) Idade-** O sistema circulatório se torna menos eficiente, dificultando a eliminação do  $N_2$  e há a tendência de ganho de peso com o envelhecimento;

**2) Gordura/Obesidade-** Experiências com animais e prática de trabalhos sob o ar comprimido têm demonstrado que a doença descompressiva ocorre mais entre os indivíduos obesos, devido à maior solubilidade do  $N_2$  nos tecidos gordurosos e ainda por serem pobremente vascularizados, dificultam a liberação do gás inerte na volta à superfície;

**3) Fadiga e Esforço físico árduo-** Apesar de alguns autores afirmarem que o exercício físico moderado até 24 horas antes do mergulho tenha efeito protetor e durante a descompressão melhore a circulação sanguínea ajudando a eliminar o excesso de  $N_2$ , admite-se atualmente que exercício físico árduo realizado durante e após o mergulho predisponha ao aparecimento da doença descompressiva, não só pelo aumento do nível de gás carbônico ( $CO_2$ ), como pela elevação da circulação sanguínea devendo ser evitado por no mínimo duas horas após a imersão.

**4) Lesões e Doenças-** Podem afetar a circulação no local lesionado como também a habilidade em eliminar  $N_2$ , provavelmente por um mecanismo de cavitação sanguínea dos tecidos lesados;

**5) Desidratação-** Estudos recentes concluíram que a ingestão reduzida de líquidos e o débito urinário baixo são elementos importantes na gênese desse acidente, além de reduzir a quantidade de fluídos disponíveis para ajudar na eliminação de  $N_2$ ;

**6) Álcool-** Antes do mergulho contribui na desidratação e depois altera a circulação, aumentando a fração de gordura no sangue. Além disso, tem potencial de quebrar a tensão dos líquidos, facilitando o crescimento de bolhas;

**7) Água fria-** Prejudica a circulação nas extremidades, afetando a eliminação de  $N_2$ ;

**8) Banhos quentes ou saunas-** Imediatamente após o mergulho causa vaso dilatação nos capilares da pele, alterando a circulação e conseqüentemente modificando a maneira com que o gás inerte é eliminado;

**9) Aumento do  $CO_2$ -** Interfere na capacidade do sangue em transportar  $N_2$  e tem efeito vasodilatador. No caso do mergulho é causado por ventilações inadequadas (respiração errada), ou por cansaço físico;

**10) Exposição à altitude-** Voar ou dirigir para altitudes depois de mergulhar, ou mergulhar em altitude requer cuidados especiais, já que as tabelas consideram a superfície estando ao nível do mar.

A exposição à altitude diminui a pressão circundante, permitindo a formação de bolhas que não ocorreriam no nível do mar. Deve-se esperar um intervalo mínimo de 12 horas na superfície antes de subir a altitudes mais elevadas ou voar. Se forem realizados mergulhos múltiplos diários o intervalo mínimo de superfície deve ser de 18 horas. Para mergulhos que requeiram procedimento descompressivo de emergência o intervalo mínimo de superfície é de 24 horas.

Embora em mergulhos não descompressivos haja uma pequena possibilidade de que um mergulhador desenvolva DD, é importante lembrar que:

## **UM DOS MOTIVOS QUE PODE LEVAR O MERGULHADOR A DESENVOLVER DD É UM ERRO DO PRÓPRIO MERGULHADOR E O DESRESPEITO ÀS REGRAS DE SEGURANÇA.**

Esses erros incluem não usar ou usar de forma errada as tabelas, velocidade de subida inadequada e monitoramento impreciso do tempo de fundo e profundidade.

### **3. SÍNDROME DA HIPEREXTENSÃO PULMONAR (SHP)**

Na década de 30 do século passado, foram relatadas mortes de militares durante programa de treinamento de evasão de submarinos da Marinha dinamarquesa. A análise dos casos revelou embolia arterial gasosa decorrente de barotrauma pulmonar como causa dos óbitos, suscitando um melhor entendimento da sua fisiopatologia. Os casos foram relatados separadamente da bem conhecida Doença Descompressiva - DD.

Essa lesão é resultante de suspender a respiração durante a subida para a superfície ou profundidades menores, ou então quando uma condição fisiológica, tal como mergulhar em estado gripal, faz com que o gás comprimido fique retido nos pulmões durante uma condição de diminuição de pressão ambiente.

Segundo a Lei de Boyle (1662), o volume ocupado por um gás em um recipiente flexível é inversamente proporcional à sua pressão. Logo, se um mergulhador realiza uma inspiração de 05 litros de ar comprimido a 10 metros de profundidade, ao subir para a superfície sem exalar o gás inspirado aos 10 metros, chega com o dobro de volume em seus pulmões. Isso acarreta uma sobrepressão pulmonar com ruptura alveolar e enfisema intersticial, uma vez que há acúmulo de ar no tecido conjuntivo dos pulmões, mediastino ou subcutâneo.

Profundidade	Pressão	Volume	Densidade
0	1 atm	1	x1
10 metros	2 atm	1/2	x2
20 metros	3 atm	1/3	x3
30 metros	4 atm	1/4	x4
40 metros	5 atm	1/5	x5

**Tabela 3: Relação entre profundidade, pressão, volume e densidade dos gases. Fonte: Química e Física do mergulho / Parte II – Miguel Helfrich.**

A causa mais comum de lesões relacionadas à expansão excessiva dos pulmões é o esgotamento do suprimento da mistura respiratória, causado na maioria das vezes pelo mau gerenciamento de gás, que faz com que o mergulhador ao invés de reagir de acordo com o seu treinamento, entre em pânico e faça uma subida rápida retendo gás comprimido em seus pulmões.

Porém, uma operação de reflutuação mal conduzida com a subida descontrolada do mergulhador, bem como o desrespeito a uma das regras básicas do mergulho autônomo (respirar lenta, profunda e continuamente e nunca fazer apneia quando respirar gás comprimido), também pode ser a causa desse tipo de acidente.

Mergulhos em locais de refluxo ou mergulhos rasos com ondulações (comuns em praias de mar aberto) devem ser realizados com cuidado devido às variações bruscas e involuntárias de profundidade, pois a expansão excessiva dos pulmões pode ocorrer até em profundidades pequenas.

É importante ressaltar que o maior risco de ocorrência desse tipo de lesão é perto da superfície, nos primeiros dez metros da coluna d'água.

Isso porque é aí onde ocorrem as maiores variações de volume, ou seja, a taxa de expansão do volume da mistura gasosa se torna maior com a diminuição da pressão ambiente.

Um aumento de pressão intrapulmonar de 80 mm de mercúrio força o gás utilizado na mistura respiratória nos capilares pulmonares. Considerando que 01 pé de água salgada (30,48 cm) é o equivalente a 23 mm de mercúrio de pressão, a subida para a superfície sem exalar de uma profundidade menor de 4 pés de água salgada (1,22 m) com os pulmões cheios de ar pressurizado pode produzir dano pulmonar em decorrência da SHP.

Uma subida de uma profundidade de 100 pés (30,4m) para 96 pés (29,2 m) produz menos expansão de volume da mistura gasosa dentro do pulmão do que de 1,22 m para a superfície. As maiores taxas de mudança de volume de uma mistura gasosa ocorrem mais perto da superfície, o que impõe maior perigo e requer maior cuidado.

Em qualquer situação, seja o gás aprisionado por suspender a respiração, seja em decorrência de uma condição fisiológica qualquer, a mistura respiratória em expansão podem causar quatro tipos de lesões distintas: EMBOLIA, ENFISEMA MEDIASTINAL, ENFISEMA SUBCUTÂNEO e PNEUMOTÓRAX. Estas condições podem ocorrer independentemente, ou mais de uma ao mesmo tempo.

### **3.1 EMBOLIA ARTERIAL GASOSA (EAG)**

A mais comum e a mais séria dessas lesões é a embolia, também conhecida como embolia traumática pelo ar (ETA) e mais recentemente como embolia arterial gasosa (EAG). Ocorre quando a mistura gasosa em expansão respirada pelo mergulhador, devido à variação de pressão, escapa dos alvéolos e penetra nos capilares pulmonares.

A mistura respiratória forma bolhas que viajam pelo sistema circulatório passando pelo coração, atingindo o suprimento sanguíneo e alojando-se nos tecidos do corpo, onde impedem a circulação do sangue.

Dessa forma, os sintomas da EAG variam dependendo de onde as bolhas se alojam. Os sintomas mais sérios e também os mais comuns são o resultado dessas bolhas atingindo o cérebro através das artérias carótidas, impedindo a circulação e privando os tecidos cerebrais de oxigênio (O<sub>2</sub>).

Esses sintomas aparecem rapidamente, geralmente em até cinco minutos e são similares a um Acidente Vascular Encefálico - AVE. O mergulhador pode ter visão obscurecida, tonteira, perda súbita de consciência e perda de coordenação. Os sinais incluem saliva espumante e sangrenta, falta de ar, tosse, alteração de personalidade, parada respiratória (PR) ou parada cardio respiratória (PCR).

As distribuições percentuais nesse tipo de acidente são:

<b>MANIFESTAÇÕES</b>	<b>Nº DE CASOS</b>	<b>%</b>
Perda de consciência	25	81
Dor torácica	09	29
Vômitos	09	29
Incapacidade evidente	07	23
Hemoptise	07	23
Alterações sensitivas	06	19
Parada cardíaca	05	16
Cefaléia	05	16
Alterações visuais	04	16
Tonturas	03	10
Náuseas	03	10
Dor abdominal	01	03
Dor articular difusa	03	03

**Tabela 4: Distribuição percentual dos tipos de manifestação – Fonte: Neuman, Tom S (2003). "10.5: Arterial Gas Embolism and Pulmonary Barotrauma".**



### **3.1.2. ENFISEMA MEDIASTINAL**

Ocorre quando a mistura gasosa em expansão respirada pelo mergulhador, após rompimento do tecido pulmonar, fica alojada na cavidade entre os pulmões (mediastino), comprimindo o coração e os vasos sanguíneos principais, interrompendo assim a circulação do sangue. Os sinais e sintomas incluem dor sob o osso esterno, dispneia, choque e cianose. Embora menos grave que a EAG, o enfisema mediastinal requer atenção devido ao comprometimento de órgãos vitais.

### **3.1.3. ENFISEMA SUBCUTÂNEO**

Ocorre quando a mistura gasosa em expansão respirada pelo mergulhador, após rompimento do tecido pulmonar, se move a partir do mediastino ao longo do caminho geralmente de menor resistência nos tecidos moles da base do pescoço. Nesta região, o ar se acumula logo abaixo da pele ao redor do pescoço e da clavícula. Os sinais e sintomas incluem mudança na voz, edema no pescoço, dificuldade em engolir e uma sensação “crocante” quando a pele é movida. Geralmente está associado a um enfisema mediastinal.

### **3.1.4. PNEUMOTÓRAX**

A parte interna da caixa torácica e os pulmões são recobertos por uma fina membrana chamada pleura, que é dividida em duas camadas. Quando respiramos, as pleuras deslizam uma sobre a outra. A “cavidade pleural” é o espaço virtual que delimita a fronteira entre as duas. Normalmente as duas camadas se encostam e esse espaço não existe. Quando a mistura gasosa em expansão respirada pelo mergulhador, após rompimento do tecido pulmonar, penetra e preenche parcialmente essa cavidade, tem-se um pneumotórax. A presença do ar na pleura provoca um descolamento e leva a um colapso de um ou dos dois pulmões, o que dificulta a respiração. Quando o pneumotórax é grande, ele pode fazer com que o coração se desloque. Os sinais e sintomas são: dor intensa no peito que piora ao inspirar, o que leva a um imenso desconforto, dispneia e pulso irregular.

## **3.2. PREVENÇÃO DA SÍNDROME DA HIPEREXTENSÃO PULMONAR**

Para reduzir os riscos de desenvolver uma SHP, alguns cuidados devem ser tomados pelos mergulhadores, tais como:

- Manter-se treinado nos procedimentos de emergência em situações de falta de gás, incluindo a subida livre controlada e boiada de emergência;
- Durante as subidas manter controle de fluabilidade, dedicando especial atenção na liberação de ar do colete equilibrador;
- Realizar um minucioso gerenciamento de gás e nunca fazer apneia durante mergulhos com qualquer tipo de gás comprimido;
- Realizar com cautela mergulhos em locais de refluxo devido às variações bruscas e involuntárias de profundidade; e
- Informe antecipadamente a quem de direito, a impossibilidade de atuar em atividades subaquáticas em caso de condições fisiológicas desfavoráveis devido a patologias das vias aéreas.

#### **4. COMPARAÇÃO DE SINTOMAS – SHP x DD**

Em relação à situação de mergulho associada à SHP, devemos saber se houve pânico ou manobras que levaram o mergulhador a prender a respiração na subida em qualquer profundidade. Havendo dano no sistema nervoso central, ele é geralmente cerebral e com as manifestações pertinentes a essa localização. Além das manifestações neurológicas, há aquelas próprias do comprometimento pulmonar também já mencionadas. Já na DD, realizando-se um levantamento do que ocorreu durante o mergulho, geralmente é constatado que o mergulhador excedeu o tempo de fundo máximo permitido para determinada profundidade de acordo com o indicado nas tabelas de mergulho e/ou subiu à superfície rápido demais.

Em relação às manifestações neurológicas, no caso da doença descompressiva, elas são geralmente decorrentes do comprometimento do sistema nervoso central na medula e se evidencia perda total ou parcial de sensibilidade ou motricidade das extremidades. Em 50% dos casos, as manifestações ocorrem na primeira hora após o mergulho e, em 90%, nas primeiras 6 horas.

**Manifestação dos sintomas:**

SHP – Geralmente os sintomas se manifestam nos primeiros cinco minutos após a chegada do mergulhador a superfície.

DD – Tendem a demorar.

**Sintomas mais comuns:**

SHP – Perda de consciência súbita.

DD – Dor nas articulações, fadiga e parestesia.

**Localização dos sintomas:**

SHP – Geralmente em um lado do corpo.

DD – Geralmente em ambos os lados dos membros superiores ou inferiores.

**Mudança nos sintomas:**

SHP – Muitos melhoram com o resultado dos primeiros socorros.

DD – Os sintomas podem piorar com o passar do tempo, podendo começar com uma parestesia e evoluir para paralisia.

**5. PRIMEIROS SOCORROS DA DD e SHP**

O tratamento definitivo da enfermidade descompressiva possivelmente irá consistir na recompressão em câmara hiperbárica, visando reduzir o diâmetro das bolhas responsáveis pelo quadro clínico e provocar a reabsorção de seu conteúdo gasoso pelos tecidos circunjacentes, porém o primeiro atendimento a uma vítima desse tipo de acidente de mergulho pode fazer a diferença entre o sucesso no restabelecimento, uma lesão permanente ou mesmo a morte do mergulhador.

Quanto mais rápido e adequado for o atendimento e o tratamento, mais rápida será a regressão do quadro, mais completa será a recuperação e menor será a probabilidade de complicações.

É de extrema relevância o conhecimento da informação de que a existência de uma câmara hiperbárica próxima ao acidente nem sempre será sinônimo de tratamento possível e adequado para uma ED, pois as Tabelas de Tratamento utilizadas na recompressão de um mergulhador acidentado requerem câmaras

com capacidade e especificações próprias bem como um médico hiperbárico treinado nessas situações.

Tanto no Brasil quanto em outros países, a maior parte dos Centros de medicina hiperbárica estão voltados para a oxigenoterapia hiperbárica e tem pouca ou nenhuma experiência com tratamento de mergulhadores. Os pacientes de oxigenoterapia hiperbárica em geral são pacientes crônicos e por essa razão, a grande maioria dos Centros de medicina hiperbárica não possui equipes de plantão fora do horário normal de atendimento, daí a importância de haver um Hospital de referência onde a câmara hiperbárica e o Corpo clínico estejam prontos para atender um acidente de mergulho.

### **5.1 A IMPORTÂNCIA DO OXIGÊNIO**

Dados contidos no Banco de Dados da DAN (1998 – 2003), com 2.231 casos de acidentes de mergulho, apontam que 50% dos mergulhadores acidentados que não receberam O<sub>2</sub> normobárico durante os primeiros socorros requereram mais de um tratamento recompressivo<sup>3</sup>, mergulhadores com quadros graves de DD apresentaram melhor resposta ao tratamento recompressivo quando receberam O<sub>2</sub> normobárico nos primeiros socorros antes do tratamento de recompressão<sup>4</sup>, apresentando nível de melhora dos sintomas em 51% dos acidentados<sup>5</sup>.

O objetivo da terapia com alta concentração de O<sub>2</sub> é facilitar a entrada desse gás no sangue, para chegando aos tecidos, suprir a demanda metabólica e acelerar a saída do gás inerte. Em última análise, o O<sub>2</sub> reduz o tamanho das bolhas, aumenta a oxigenação do fluxo sanguíneo tecidual e diminui a obstrução microvascular provocada pelas bolhas de gás inerte. Além disso, o oxigênio reduz a inflamação tecidual e reduz a sensação de falta de ar.

Tanto a DD como as lesões geradas pela expansão excessiva dos pulmões causam bolhas dentro do corpo. Sendo assim, podem ter sinais e sintomas

---

<sup>3</sup> Longphre et al. First aid normobaric oxygen for treatment of recreational diving injuries. Undersea Hyperb Med 2007: 34(1)

<sup>4</sup> Dick, A; Bennett, P; Miller, J. "Oxygen and Diving Accidents". Undersea Journal (Third Quarter 1983); 23.

<sup>5</sup> Longphre et al. First aid normobaric oxygen for treatment of recreational diving injuries. Undersea Hyperb Med 2007: 34(1)

similares e coincidentes, onde ambos exigirão os mesmos 1º SOS e possível tratamento em câmara hiperbárica.

## 5.2 SEQUÊNCIA DE PROCEDIMENTOS

Em caso de ocorrência ou suspeita de um acidente do tipo ED no âmbito da Corporação o Plano de Emergência deverá ser acionado para que o militar acidentado possa receber o suporte necessário, desde os primeiros socorros específicos, o transporte de emergência, até o atendimento médico especializado no Hospital de referência do CBMES para acidentes hiperbáricos.

Os seguintes procedimentos de primeiros socorros deverão ser iniciados paralelamente ao acionamento do Plano de Emergência para acidentes de mergulho do tipo ED do CBMES:

Em casos de sinais/sintomas não tão graves (DD tipo I) como dores articulares, fadiga, coceira, e erupção da pele:

- 1.1) Administre O<sub>2</sub> a 100% através de máscara com reservatório sem recirculação com fluxo de 15 l/min. **NÃO** suspenda a administração de O<sub>2</sub> mesmo que o paciente apresente melhora no quadro clínico;
- 1.2) Previna a hipotermia. Retire a roupa de exposição do mergulhador, enxugue-o e cubra-o com manta aluminizada. Utilize uma prancha rígida ou isole o paciente do contato com o solo a fim de evitar perda de calor para o meio;
- 1.3) Proteja o paciente contra o calor excessivo, frio e vapores nocivos (fumaça proveniente de motores à combustão);
- 1.4) Coloque o paciente na posição de decúbito em que se sinta mais confortável. **NÃO** permita que o paciente se levante ou sente-se, pois os sinais/sintomas pioram significativamente;
- 1.5) **NÃO** utilize a posição de “Trendelenburg” (cabeça mais baixa que as pernas) durante o transporte e/ou primeiro atendimento;

- 1.6) Administre líquidos não alcoólicos por via oral (preferencialmente água);
- 1.7) Monitore e avalie constantemente quanto ao aparecimento de sinais/sintomas neurológicos;
- 1.8) Mesmo se o paciente apresentar melhora, não desconsidere sintomas que podem ter desaparecido com o uso do O<sub>2</sub>, pois pode haver o retorno dos mesmos após algumas horas;
- 1.9) Não desmonte o equipamento do paciente. Anote todos os dados possíveis do perfil de mergulho (tempo de fundo, profundidade máxima alcançada, pressão do cilindro, mistura respiratória, etc...) e envie as informações junto com o transporte para a orientação do médico hiperbárico;
- 1.10) Providencie o transporte de emergência do paciente ao hospital de referência para acidentes do tipo ED. Caso o acidentado esteja a mais de uma hora e/ou cinquenta quilômetros de distância do Hospital de referência, deverá ser dada prioridade para o transporte aéreo.

**2) No caso da presença de sintomas neurológicos (DD tipo II), como dificuldades para ver e falar, dispneia, diminuição ou perda de consciência, alteração de coordenação, náusea, vertigens, dormência nos membros, paralisia, convulsões ou tosse severa ou com sangue, associados com dores articulares, ALÉM dos procedimentos de primeiros socorros listados acima:**

- 2.1) Realize a análise primária do paciente na sequência ABC (A = Abrir vias aéreas; B = Buscar a ventilação; C = Circulação – Compressões se necessário);
- 2.2) Aplique RCP se necessário. Em caso de PCR, proceder RCP utilizando dispositivo bolsa-válvula-máscara (Ambu), dotado de reservatório e conectado a fonte de oxigênio com fluxo de 15l/min;
- 2.3) Em caso de inconsciência coloque o paciente na posição de decúbito lateral direito, mas permaneça atento quanto à necessidade de lateralização do paciente;
- 2.4) Mantenha a permeabilidade das VAS, com fornecimento de O<sub>2</sub> a 100%;

- 2.5) Realize um exame neurológico de campo em no máximo cinco minutos, anote as informações e monitore a evolução do paciente;
- 2.6) No caso de convulsões não contenha o paciente, apenas ampare sua cabeça e evite com que se machuque;
- 2.1) Se o transporte de emergência for por via aérea (helicóptero), oriente o piloto para a **OBRIGATORIEDADE** de voar na menor altitude possível, com máxima de 300 m. Em caso de aviões, a cabine deve estar pressurizada a 1 ATA (pressão do nível do mar) e leve um cilindro portátil de oxigênio carregado com a pressão de trabalho para bordo.

Na falta da válvula de demanda com fluxo livre (forma ideal), a escolha deverá ser sempre pela máscara com reservatório sem reinalação, pelo fato de ser o meio apropriado para prover um fluxo de 15 litros por minuto e proporcionar uma concentração de 100% de oxigênio ao paciente. A máscara com reservatório reinalável é indicada para fluxos menores, de 6 a 10 litros por minuto, além de prover apenas de 35 a 60% de oxigênio. A máscara simples é indicada para fluxos de 8 a 10 litros por minuto e provê de 40 a 60% de oxigênio e a cânula nasal é indicada para fluxos de 1 a 6 litros por minuto provendo apenas de 25 a 45% de oxigênio.<sup>6</sup>

A tradicional posição de deitar a vítima sobre o lado direito do corpo não tem mostrado benefício algum para mergulhadores sofrendo de DD. Ela pode surtir efeito benéfico em casos de SHP, mas deve ser interrompidas se ventilações de socorro ou a RCP se tornarem necessárias. Contudo, em casos comprovados de lesões causadas por SHP, a posição deve ser usada com cuidado, devendo ser interrompida se o paciente experimentar desconforto ou agravamento dos sinais/sintomas. Se houver dúvida se o paciente está sofrendo de DD ou lesão por SHP não utilize esta posição.

Pacientes conscientes devem ser orientados a não se sentarem ou ficarem de pé durante os primeiros socorros ou o transporte até serem orientados do contrário por um médico e durante todo o tempo de transporte até o hospital de referência, é importante que o paciente seja mantido respirando oxigênio com concentração inspirada tão próxima quanto possível a 100%.

---

<sup>6</sup> Fonte: Seção de Ensino e Treinamento do Grupamento de Socorro e Emergência (GSE) do CBMRJ.

### 5.3 EXAME NEUROLÓGICO DE CAMPO

Como citado anteriormente, sinais e sintomas do MD podem ser ambíguos. Se não tiver certeza de que os sintomas de um mergulhador acidentado sugerem uma DD ou uma hiperexpansão pulmonar, você pode usar um exame neurológico de campo para procurar os possíveis efeitos visíveis sobre o sistema nervoso. Se encontrar alguma irregularidade, assuma a existência de um MD com danos neurológicos, registre as informações para serem repassadas ao cuidados médicos.

Um exame neurológico de campo deve ser realizado em até cinco minutos.

Os testes devem ser repetidos em intervalos mínimos de 30 minutos e máximos de 60 minutos enquanto o tratamento definitivo não é disponibilizado, a fim de determinar se há alguma mudança no quadro clínico do paciente.

Para realizar um exame neurológico de campo proceda da seguinte forma:

- a) Confirme a orientação do paciente, realizando perguntas como nome, idade, OBM na qual pertence e sua localização;
- b) Faça com que o paciente siga o seu dedo indicador para os lados, para cima e para baixo, com ambos os olhos. Eles devem acompanhar juntos. Verifique se as pupilas estão do mesmo tamanho;
- c) Faça o paciente usar ambas as mãos para apertar a sua e verifique se há diferença na intensidade de força entre elas;
- d) Peça ao paciente para fechar os dois olhos, alongar os braços e, em seguida, dobrar os cotovelos para tocar o nariz com as pontas dos dedos;
- e) Estale os dedos de cada lado da cabeça do paciente a uma distância aproximada de 60 cm. Pergunte se não existe qualquer diferença significativa na sonoridade. Uma diferença significativa pode sugerir dano ao nervo, embora isoladamente também possa significar um barotrauma na orelha média ou água no conduto auditivo;



f) Com o paciente em decúbito dorsal, peça que ele deslize o calcanhar pela tíbia da outra perna, mantendo os olhos fechados. Ele deve ser capaz de mover o pé sem problemas e sem movimentos irregulares e em ambas as pernas;

g) O paciente deverá ser capaz de ficar em pé sobre uma das pernas. Esteja preparado para amparar e proteger o paciente.

A condição do paciente pode não permitir a realização de um ou mais testes. Registre qual ou quais testes não foram feitos e o motivo, se qualquer um dos testes não estiver normal, deve-se suspeitar de lesão neurológica.

Obviamente, um exame de campo, executado por um socorrista, não se destina a substituir diagnóstico de um profissional médico.

## **6. RECOMPRESSÃO NA ÁGUA**

Um questionamento que surge é: Se o tratamento em câmara hiperbárica comprime o mergulhador acidentado para fazer com que as bolhas diminuam, por que não imergir o paciente na água novamente para ganhar tempo no tratamento?

Esse procedimento existe, porém o tema é controverso, fazendo-se necessárias algumas considerações. Pelo menos cinco tipos de Tabela de recompressão na água (IWR – In Water Recompression) foram relatadas pela literatura científica, (Royal Australian Navy, Clipperton, Havaiana, Pyle e U.S. Navy). Cada um desses cinco métodos possui pontos em comum, geralmente consistindo em imergir o mergulhador acidentado por períodos variáveis de até quatro horas, utilizando concentração de 100% de oxigênio, respirado com quebras de ar (Air Breaks) à profundidades de nove metros, seguido de um período respirando oxigênio na superfície.

Embora atualmente existam algumas certificadoras de mergulho autônomo que defendam a IWR como uma forma de tratamento da ED em locais remotos, onde o transporte para uma câmara hiperbárica possa demorar mais do que doze

horas, os fatores logísticos envolvidos, bem como sua eficácia discutível, tornam esse procedimento não recomendável.

Há consequências graves no caso de improvisações, erros ou suspensão do tratamento. Se um rigoroso controle dos equipamentos e procedimentos necessários não for seguido, o resultado pode ser trágico.

Como ponto de partida, a IWR requer máscara full-face ou capacete de mergulho com equipamento de comunicação para o mergulhador, roupa seca, acompanhamento obrigatório do mergulhador acidentado por uma equipe treinada na superfície e turnos de revezamento para acompanhamento na água, ampla oferta de oxigênio, um meio de troca entre o oxigênio e o ar, câmera de vídeo e iluminação submersa dedicada para observação direta do paciente.

A IWR pode aparecer como uma solução atraente e rápida, porém as suas desvantagens são definitivamente mais importantes do que qualquer benefício potencial. Ela não deve ser considerada a menos que seja extremamente bem planejada e haja completa disponibilidade dos equipamentos necessários, além de assistência de superfície e na água por mergulhadores de segurança.

Outro aspecto negativo da IWR é a impossibilidade de re-hidratação que pode contribuir para uma maior desidratação do mergulhador acidentado, visto que as diretrizes internacionais atuais para primeiros socorros da ED enfatizam a administração de líquidos não alcoólicos, aliados ao oxigênio na concentração de 100% e evacuação imediata para instalações de tratamento (hospital com UTI ou câmara hiperbárica) <sup>7</sup>.

Tratamentos definitivos para acidentes de mergulho classificados como ED são realizados em câmaras hiperbáricas (recompressão), utilizando Tabelas de Tratamento próprias para tais casos. O emprego dessas Tabelas é definido por um médico hiperbárico especializado na área de mergulho e varia conforme o perfil da imersão executada, tipo e gravidade dos sinais/sintomas apresentados pelo mergulhador acidentado. A recompressão em câmara hiperbárica exige:

---

<sup>7</sup> © *Alert Diver* — Winter 2011

- a) Grandes pressões. Dependendo de qual Tabela for utilizada, a recompressão pode ser feita até 50m de profundidade, o que vai muito além dos limites de segurança de uma exposição na água;
- b) Terapia com O<sub>2</sub> hiperbárico e administração de drogas, ambos impossíveis dentro d'água;
- c) Dependendo da Tabela de Tratamento utilizada o procedimento pode durar até 06 horas;
- d) Acompanhamento e comunicação da equipe médica com o paciente dentro da câmara.

**NAS OPERAÇÕES DE MERGULHO DO CBMES A IWR É UM PROCEDIMENTO PROIBIDO. TENTAR RECOMPRIMIR UM MERGULHADOR ACIDENTADO NA ÁGUA, SEM TREINAMENTO E LOGÍSTICA NECESSÁRIA, FARÁ COM QUE SEU QUADRO PIORE E IRÁ ATRASAR O SEU TRANSPORTE PARA O TRATAMENTO DEFINITIVO EM UMA CÂMARA HIPERBÁRICA.**

## **7. CONCLUSÃO**

Embora por norma as imersões no âmbito da Corporação, para as Equipes de Mergulho ordinárias, estejam restritas a mergulhos não descompressivos e de até 33 (trinta e três) metros de profundidade (NORMERG 01), ainda assim, pode haver a ocorrência de uma **ENFERMIDADE DESCOMPRESSIVA** durante as atividades desenvolvidas pelos mergulhadores da Corporação.

Em se tratando especificamente da DD, fisiologistas podem apontar fatores predisponentes, mas atualmente não há como quantificar as diferenças e suscetibilidades individuais de modo que elas possam ser incorporadas aos modelos de descompressão. Segundos estudos recentes, “O “Bends” não é um acidente e sim um evento estatisticamente previsível”. “É algo que simplesmente

ocorrerá a cada certo número de mergulhos independentemente de quão bom seja o mergulhador ou de quantas precauções se tomem.”<sup>8</sup>

Portanto, quanto mais fatores predisponentes estiverem presentes, maior a importância de se mergulhar conservadoramente. Não planeje os mergulhos utilizando os máximos limites não descompressivos (LND) das tabelas ou computadores de mergulho, respeite a velocidade de subida e faça uma parada de segurança a 05 (cinco) metros por três minutos ao final de todos os mergulhos.

Para prevenir uma ED, no que diz respeito à SHP, não faça apneia enquanto respirar ar comprimido, respire lenta, profunda e continuamente, realize um efetivo gerenciamento de gás e seja precavido ao atuar em ocorrências em locais de refluxo e/ou baixas profundidades com presença de ondulação, pois a SHP pode ocorrer mesmo em baixas profundidades, principalmente próximo à superfície, havendo registros de casos desse tipo de acidente com variações de menos de 03 (três) metros de profundidade.

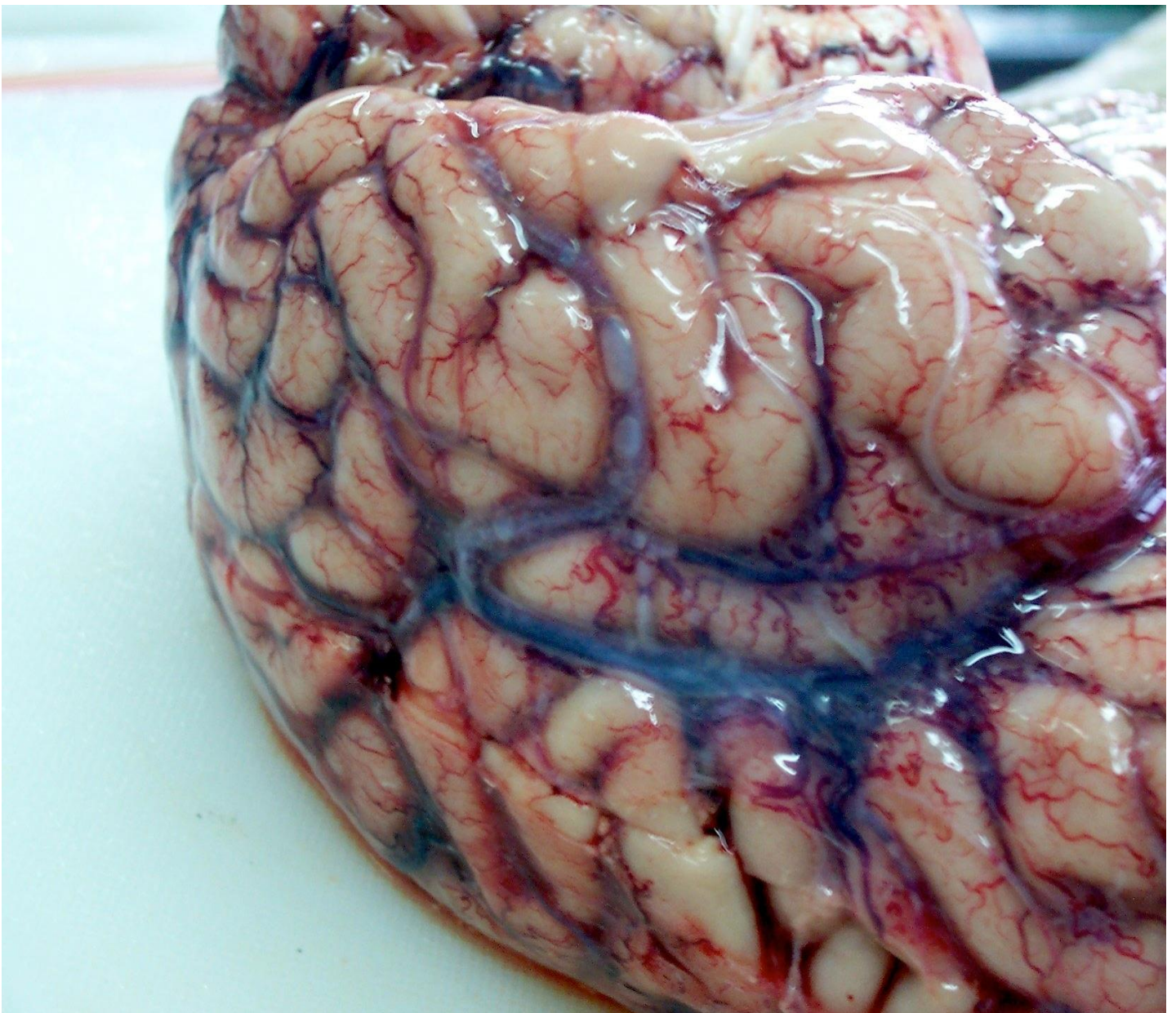
PELA GRANDE DIVERSIDADE NA APRESENTAÇÃO DOS SINAIS E SINTOMAS DA ENFERMIDADE DESCOMPRESSIVA, NUNCA CONSIDERE SINTOMAS POUCO IMPORTANTES.

**PRESUMA QUE QUALQUER COISA FORA DO NORMAL APRESENTADO POR UM MERGULHADOR AUTÔNOMO APÓS UMA IMERSÃO PODE SER UM SINTOMA CAUSADO POR BOLHAS.**

MANTENHA-SE TREINADO NOS PROCEDIMENTOS DE RESPOSTA A UMA EMERGÊNCIA DURANTE O MERGULHO E ESTEJA PREPARADO PARA UMA POSSÍVEL INTERVENÇÃO NO ATENDIMENTO A UM ACIDENTE DE MERGULHO.

---

<sup>8</sup> R.W. “Bill” Hamilton, Ph.D



**Imagem cedida pelo Dr. Antonio Felmer Aichele: Especialista em Baromedicina. Chefe da Unidade de Baromedicina do Hospital do Trabalhador. Médico de Referência DAN América. Membro da UHMS - Undersea & Hyperbaric Medical Society.**

A imagem acima se refere a bolhas de ar, provenientes da mistura respiratória utilizada pelo mergulhador, claramente visíveis nos vasos cerebrais, causadas pela embolia arterial gasosa. Foram verificadas durante a necropsia de um mergulhador de nacionalidade chilena que durante um mergulho a 32 metros de profundidade e 25 minutos de tempo de fundo respirando ar comprimido, teve problemas no seu equipamento, realizando uma subida descontrolada, ficando inconsciente na chegada à superfície. Embora tenha sido encaminhado a um hospital, foi a óbito durante o transporte.

## 8. REFERÊNCIAS

Manual desenvolvido pelo 1º Sgt BM Carlos Alberto Mendes de Souza a partir do Trabalho de conclusão de curso apresentado pelos alunos do Curso de Aperfeiçoamento de Sargentos – CAS/2010: 1º Sgt BM Carlos Alberto Mendes de Souza, 1º Sgt BM Eliamar de Alvarenga e 1º Sgt BM Alfredo Luis Sacht, ao Centro de Ensino e Instruções do Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo, sob orientação dos instrutores Ten Cel BM Lauedis Tomazelli e Maj BM Leonardo de Alcântara Meriguetti.

### BIBLIOGRAFIA:

- Manual de *MERGULHO TEC DEEP DIVER PADI/DSAT, 2000*;
- Manual de *MERGULHO TEKTRIMIX PDIC, 2005*;
- Norma de Mergulho nº 01/NORMERG nº 01/2007 – CBMES
- Manual do *MERGULHADOR STRESS AND RESCUE SSI, 2011*;
- Artigo: As doenças descompressivas no mergulho autônomo, escrito pelo Dr. Paulo Roberto Silveira - Neurocirurgião, Especialista em Neurologia e Psiquiatria e Medicina do Trabalho, 2009; Autor da Monografia de Conclusão do Curso de Especialização em Medicina do Trabalho na Universidade Gama Filho com o Título: Aspectos Neurológicos das Baropatias Julho 1981. Publicado no JBM (Jornal Brasileiro de Medicina) em 1994.
- Artigo: Doença descompressiva, escrito por Gabriel Ganme - Médico membro da *Undersea & Hyperbaric Medical Society*,
- Artigo: O mergulho e os riscos de barotrauma pulmonar, escrito por Augusto Marques Ramos – Mestre em medicina, formado pela UFRGS, Médico hiperbarista formado pela UFSP e pelo CIAMA – Centro de Instrução e Almirante Átila Monteiro Aché, membro associado da *DAN – Divers Alert Network*, Sociedade Brasileira de Medicina Hiperbárica e *South Pacific Underwater Medicine Society - SPUMS*
- NR – 15 (Anexo VI).
- 9º Curso de Medicina Hiperbárica e Subaquática *DAN* – 2012.

**AGRADECIMENTOS:** Ao Cap BM Siwamy Reis dos Anjos, Cap BM Lorena Sarmiento Rezende e ao Cb BM Jacques Prates de Oliveira, pelo incentivo dado

na confecção deste Trabalho, pela disponibilidade e a valiosa contribuição na revisão e configuração do texto.

Ao Dr. Gustavo Alberto Mauvencin, que foi Chefe da Divisão de Medicina Subaquática da Base Naval de Mar Del Plata, Chefe do Centro Experimental de Medicina Subaquática da Escola de Mergulho da Armada Argentina e atual Diretor médico do Centro de Medicina Hiperbárica de Mar Del Plata.

O Dr. Gustavo foi palestrante no Curso de Medicina Hiperbárica e Subaquática *DAN BRASIL*, realizado no auditório do Hospital Santa Cruz em SP, no período de 24 a 26 de agosto de 2012, foi revisor deste trabalho e gentilmente intermediou junto ao Dr. A. Felmer, a autorização do uso da imagem da necrópsia de um mergulhador de nacionalidade chilena que veio a óbito em decorrência de uma enfermidade descompressiva, imagem esta que ilustrou de maneira emblemática sua apresentação.

### **NOTA**

Solicita-se aos usuários deste manual a apresentação de sugestões que tenham por objetivo aperfeiçoá-lo.

As observações apresentadas, mencionando a página, o parágrafo e a linha do texto a que se referem, devem conter comentários apropriados para seu entendimento ou sua justificação.

As observações devem ser enviadas diretamente para o e-mail: [carlos.mendes@bombeiros.es.gov.br](mailto:carlos.mendes@bombeiros.es.gov.br)

**TABELA DOPPLER DE LIMITES NÃO-DESCOMPRESSIVOS BASEADOS NA TABELA DE MERGULHO U.S. NAVY**



**TABELA 1** Tabela de limites Não-Descompressivos e Grupos Repetitivos para mergulhos Não-Descompressivos com AR

**COMO USAR TABELA 1:** Defina a profundidade estimada para o mergulho. Siga a linha de números à direita da profundidade até encontrar o tempo de fundo planejado. Desça a coluna do tempo de fundo a fim de encontrar o Grupo Repetitivo (GR).

Profundidade pés / metros	Limite Doppler Não-Descompressivo (em minutos)	60	120	210	300	225	350	240	325	245	205	160	
10	3.0												
15	4.5												
20	6.0												
25	7.5	245	20	35	55	75	100	125	160	195	245		
30	9.0	205	15	30	45	60	75	95	120	145	170	205	
35	10.5	160	5	15	25	40	50	60	80	100	120	140	160
40	12.0	130	5	15	25	30	40	50	70	80	100	110	130
50	15.0	70		10	15	25	30	40	50	60	70		
60	18.0	50		10	15	20	25	30	40	50			
70	21.0	40		5	10	15	20	30	35	40			
80	24.0	30		5	10	15	20	25	30				
90	27.0	25		5	10	12	15	20	25				
100	30.0	20		5	7	10	15	20					
110	33.0	15			5	10	13	15					
120	36.0	10			5	10							
130	39.0	5			5								

GRUPO REPETITIVO: **A B C D E F G H I J K**

**COMO USAR A TABELA 2:**

Identifique o Grupo Repetitivo da Tabela 1. Siga a seta para baixo até encontrar a letra correspondente na Tabela 2. Os Intervalos de Superfície possíveis encontram-se à esquerda dessas letras. Siga a linha do Grupo Repetitivo para a esquerda até localizar o Intervalo de Superfície planejado. Desça a coluna de Intervalos de Superfície para encontrar o novo Grupo Repetitivo. Mergulhos cujo Intervalo de Superfície ultrapassar 12 horas, não são considerados Mergulhos Repetitivos.

**TABELA 2** Tabela de Intervalos de Superfície

Novo Grupo Repetitivo	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
0:10 12:00*											
3:21 12:00*											
4:50 12:00*											
5:49 12:00*											
6:35 12:00*											
7:06 12:00*											
7:36 12:00*											
8:00 12:00*											
8:22 12:00*											
8:51 12:00*											
8:59 12:00*											

▼ NITROGÊNIO RESIDUAL E LIMITES NÃO-DESCOMPRESSIVOS AJUSTADOS (NO VERSO) ▼

© 1995 Concept Systems, Inc. • Revisado em 9/02 • Reorden #22067



# TABELA DOPPLER DE LIMITES NÃO-DESCOMPRESSIVOS BASEADOS NA TABELA DE MERGULHO U.S. NAVY

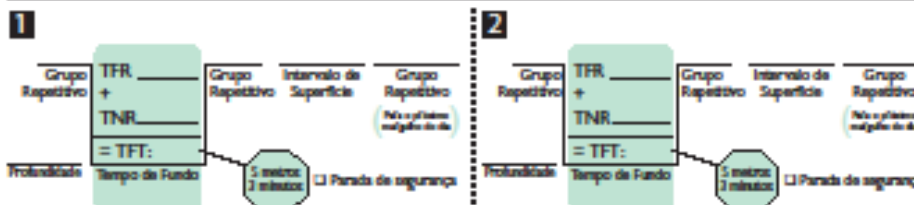


**TABELA 3** Tabela de Tempos de Nitrogênio Residual e Limites Não-Descompressivos Ajustados (em minutos)  
— CONTINUAÇÃO DA TABELA DOB —

NOVO GRUPO REPETITIVO	A B C D E F G H I J K										
	PROFUNDIDADE DO MERGULHO										
pés	= LINDA - LIMITE NÃO-DESCOMPRESSIVO AJUSTADO										
metros	= S / L = SEM LIMITE										
10	3	39	88	159	279						
		S/L	S/L	S/L	S/L						
20	6	18	39	62	88	120	159	208	279	399	
		S/L	S/L	S/L	S/L	S/L	S/L	S/L	S/L	S/L	
30	9	12	25	39	54	70	88	109	132	159	190
		193	180	166	151	135	117	96	73	46	15
40	12	7	17	25	37	49	61	73	87	101	116
		123	113	105	93	81	69	57	43	29	14
50	15	6	13	21	29	38	47	56	66		
		64	57	49	41	32	23	14	4		
60	18	5	11	17	24	30	36	44			
		45	39	33	26	20	14	6			
70	21	4	9	15	20	26	31	37			
		36	31	25	20	14	9	3			
80	24	4	8	13	18	23	28				
		26	22	17	12	7	2				
90	27	3	7	11	16	20	24				
		22	18	14	9	5	1				
100	30	3	7	10	14	18					
		17	13	10	6	2					
110	33	3	6	10	13						
		12	9	5	2						
120	36	3	6	9							
		7	4	1							
130	39	3									
		2									

### COMO USAR A TABELA 3:

Inicie com o Novo Grupo Repetitivo encontrado na Tabela 2. Localize a profundidade do mergulho repetitivo em metros ou pés na primeira coluna desta Tabela. Cruze a profundidade do Mergulho Repetitivo. O número de baixo representa o seu limite não-descompressivo ajustado para o próximo mergulho.



**ATENÇÃO:** As Tabelas U.S. Navy foram projetadas para o uso dos mergulhadores da Marinha. Quando utilizadas por mergulhadores recreativos, as tabelas devem ser usadas cautelosamente. Mesmo que sejam utilizadas de forma adequada e seguindo as medidas de segurança, existe a chance de ocorrer O MAL DESCOMPRESSIVO.

**PARADA DE SEGURANÇA:** É recomendado que seja realizada uma parada descompressiva de segurança de 3 a 5 minutos, a 5 metros (15 pés), em todas as mergulhos acima de 9 metros (30 pés).

**DESCOMPRESSÃO OMITIDA:** Caso o Limite Não-Descompressivo (LND) seja ultrapassado em menos de 5 minutos em qualquer mergulho, é recomendado subir para 5 metros (15 pés) e fazer uma parada descompressiva de, no mínima, 10 minutos ou o máximo de tempo que o suprimento de gás permitir. Se o LND for ultrapassado em mais de 5 minutos, ou menos de 10 minutos em qualquer mergulho, faça uma parada a 5 metros (15 pés) de pelo menos 20 minutos ou mais se o suprimento de gás permitir. Evite participar de qualquer atividade de mergulho pelas próximas 24 horas.

© 1995 Concept Systems, Inc. • Revisado em 9/02 • Reorden #7206/P

## Tabela de Profundidades Corrigidas para Altitude

**TECH DIVING**

Consultoria & Treinamento

Altitude (m)	Profundidade Real (m)											Fator de Correção	Parada	Parada	Vel. Subida
	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42		3 m	6 m	(18 m/min)
0	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	1.000	3.0	6.0	18
300	12	16	19	22	25	28	31	34	37	40	44	1.038	2.9	5.8	17
600	13	16	19	23	26	29	32	36	39	42	45	1.078	2.8	5.6	17
900	13	17	20	24	27	30	34	37	40	44	47	1.119	2.7	5.4	16
1200	14	17	21	24	28	31	35	38	42	45	49	1.162	2.6	5.2	15
1500	14	18	22	25	29	33	36	40	43	47	51	1.206	2.5	5.0	15
1800	15	19	23	26	30	34	38	41	45	49	53	1.252	2.4	4.8	14
2100	16	20	23	27	31	35	39	43	47	51	55	1.300	2.3	4.6	14
2400	16	20	24	28	32	36	40	45	49	53	57	1.350	2.2	4.4	13
2700	17	21	25	29	34	38	42	46	50	55	59	1.401	2.1	4.3	13
3000	17	22	26	31	35	39	44	48	52	57	61	1.455	2.1	4.1	12
3300	18	23	27	32	36	41	45	50	54	59	63	1.511	2.0	4.0	12
3600	19	24	28	33	38	42	47	52	56	61	66	1.568	1.9	3.8	11
3900	20	24	29	34	39	44	49	54	59	64	68	1.628	1.8	3.7	11

O uso adequado desta tabela é de responsabilidade do usuário

© Copyright 1997 Pedro Paulo A. C. Cunha