

Cesar Munir de Almeida

Mergulho em Apnéia.

UNICAMP

2000

Mergulho Em Apnéia.



Autor : Cesar Munir de Almeida

Orientador : Prof. Carlos Eduardo Vageler

Co-orientador : Prof. Dr. Miguel Arruda

Trabalho apresentado para conclusão da disciplina MH 620 Seminario

Monografia II – Treinamento em esportes. Faculdade de Educação Física Unicamp.

CAMPINAS

2000

Sumario

páginas

Introdução.....	01
Capítulo 1 : Descrição de Equipamentos.....	03
Capítulo 2 : Mergulho em apnéia e suas utilizações esportivas e recreacionais.....	10
Capitulo 3 : Influência da Pressão no Mergulho em Apnéia.....	16
Capítulo 4 : Fisiologia Respiratória e mergulho em Apnéia.....	19
Conclusão.....	23
Revisão de Literatura.....	24
Bibliografia.....	25

Introdução

O mergulho subaquático, que pode ser praticado tanto no mar como em água doce, pode ser basicamente dividido em dois tipos: O primeiro, mergulho autônomo é praticado com um cilindro de ar comprimido que permite a permanência no fundo bastante prolongada, este tempo é determinado por leis físicas que explicam o comportamento dos gases sob pressão, entretanto, este trabalho não tem o objetivo de estudar este tipo de mergulho, por não se tratar de uma atividade que envolva a apnéia.

O segundo tipo é o mergulho livre, que é aquele realizado sem reserva externa de ar, e portanto o tempo de imersão está diretamente ligada a capacidade do indivíduo permanecer sem respirar. A partir de onde surgiu o nome mergulho em apnéia, que significa a interrupção voluntária ou não da respiração.

Este trabalho, busca descrever os equipamentos e utilizações do mergulho livre e estudar as alterações fisiológicas que ocorrem durante atividades em apnéia.

Este tipo de mergulho tem sido amplamente utilizado, como mergulho de recreação, entretanto com o aumento do número de praticantes de apnéia no Brasil e no mundo, começaram a surgir as competições de apnéia, que hoje já se tornaram populares, principalmente na Europa.

O interesse em se estudar estas atividades estão nos consideráveis resultados que os atletas desta área estão alcançando, como o campeão mundial de mergulho em apnéia de profundidade, Francisco Ferreras , o Pipin que em 26 de novembro de 1997 atingiu a marca de 133,2 m de profundidade num mergulho que durou 3,5 min, na categoria “no limits”. Ou ainda a marca do francês Andy Le Sauce que em 4 de abril de 1996 , permaneceu em apnéia estática durante 7min e 35 segundos. Informações estas que podem

ser obtidas no site oficial da AIDA, Associação Internacional para o Desenvolvimento da Apneia cujo endereço eletrônico é (www.multimania.com/aidafrance/aida/).

Existem ainda outras atividades que se utilizam do mergulho em apnéia, como a pesca subaquática, modalidade esta bastante tradicional, e amplamente difundida, que pode ser praticada profissionalmente ou de forma recreacional, ou ainda em competições organizadas pelas federações e confederações.

Este trabalho portanto pretende estudar algumas das alterações fisiológicas causadas pelo aumento da pressão que ocorre a grandes profundidades, assim como as alterações cardiorespiratorias durante a pratica de apnéia , ou ainda causa dos acidentes (apagamento) durante a pratica da apnéia. Buscando-se enfatizar a pratica da atividade fisica em apnéia, onde o sistema cardiorespiratorio funciona de forma atípica, pois não há respiração durante o exercício.

Desta forma este trabalho procurar dar inicio a uma área pouco estudada e que esta pleno crescimento.

Capítulo I

1 Descrição de Equipamentos

O mergulho é uma forma extremamente rica, de se interagir com a natureza, pois além de estar utilizando todos sentidos, o mergulhador está submerso no meio, isto é tomado de água por todos os lados. No mergulho em apnéia esta interação se dá de forma mais intensa, pois o equipamento de mergulho autônomo é pesado e volumoso, tornando os movimentos limitados, além do fato de que o mergulhador autônomo, respira normalmente, e portanto solta muitas bolhas que fazem barulho e acabam espantando boa parte da fauna subaquática.

Assim o mergulho livre, apesar de ser limitado pelo tempo de apnéia, proporciona maior aproximação e interação com a vida submersa. A partir destas informações pode-se dizer que não existe nenhum equipamento obrigatório para a prática do mergulho livre, isto é para se praticar mergulho basta cair na água, bem como se fazia na antiguidade. O que pretendemos evidenciar aqui é a importância do indivíduo, do mergulhador bem preparado e consciente de seus limites e potencialidades. Pois não existem equipamentos que possam salvar um mergulhador inconsequente de um acidente.

Entretanto evidentemente existem uma série de equipamentos, que tornam a prática deste esporte mais confortável e segura, estão selecionados aqui alguns dos equipamentos que julgamos necessários para um bom mergulho livre, existem muitos outros equipamentos, mas estes estão mais relacionados com práticas específicas que serão mencionadas mais adiante. Segue uma relação dos equipamentos, sua descrição e utilização.

1.1 Máscara

A máscara de mergulho é formada por uma lente de vidro ou acrílico, e uma parte de borracha ou silicone que fica em contato com o rosto, proporcionando a vedação. Fisicamente falando, considerando-se a lei da refração entre um meio gasoso e um meio líquido, a idéia da máscara é manter uma certa quantidade de ar entre os olhos e a água, proporcionando uma visibilidade normal, que não seria possível com os olhos diretamente em contato com a água.

As primeiras máscaras que se tem notícias foram criadas por mergulhadores polinesios, segundo Santarelli 95 e nada mais eram que um par de tubos de bambu, que eram fixados aos olhos, e os mergulhadores entravam na água de forma a não permitir a entrada de água pelo orifício inferior, conseguindo-se o mesmo efeito, chegando até a aperfeiçoar esta idéia de maneira brilhante como relata Santarelli 95 “ quando os grandes navegadores alcançaram as ilhas da Polinésia, já encontraram índios Tuamotu e muitas outras tribos mergulhando com pequenos óculos de vedação perfeita tendo no lugar do vidro um pedaço de escama de tartaruga, polida e lustrada, técnica que haviam desenvolvido a partir da idéia do cano de bambu” (pag 15).

Outra característica importante da máscara é que além dos olhos cubra também o nariz, para que o mergulhador possa minimizar os efeitos da pressão, soltando ar pelo nariz. Porém é importante que o nariz esteja coberto, mas possa ser apertado lateralmente, fechando-se as narinas para execução da manobra de “Valsalva”, manobra esta que deve ser realizada na parte externa da máscara, como explicaremos mais a frente quando estudarmos os efeitos da pressão durante o mergulho.

1.2 Respirador

O respirador ou “snorkel”, palavra de origem alemã, vem de “schnorkel” que significa : tubo que fornecia ar da superfície para o submarino . É uma peça bastante simples, formado por um tubo de 30 a 40 centímetros de comprimento, por no máximo 25 milímetros de diâmetro, encaixado a uma peça curva de silicone ou borracha que tem na outra extremidade um bocal.

Utiliza-se o respirador adaptado a máscara, de forma que quando estamos na superfície sua parte superior permanece para fora da água. E ao contrario do que se acredita, o respirador não aumenta em nada o tempo de fundo do mergulhador, mas é um equipamento muito importante, pois possibilita que o mergulhador possa permanecer olhando para o fundo, sem precisar levantar a cabeça para respirar. Apesar de se tratar de um equipamento muito simples o respirador, juntamente com a máscara é um conjunto fundamental para a segurança do mergulhador, pois enquanto este permanecer com os equipamentos no rosto, ele pode ficar flutuando, sem necessidade de nenhum esforço para respirar, tornando possível a permanência por horas nesta posição sem entrar em fadiga, o que pode ser importante numa situação de contusão ou outra emergência.

1.3 Nadadeiras

Importante equipamento para a propulsão do mergulhador, tanto na superfície como no fundo, a utilização da nadadeira, proporciona economia de energia e consequentemente menor gasto de oxigênio. A maioria das provas de apnéia dinâmica são realizadas com a utilização deste equipamento. As nadadeiras normalmente são formadas por duas partes, a parte que se calça, a pala, que corresponde pelo impulso, o tamanho da pala pode variar de acordo com a utilização da nadadeira, tradicionalmente as nadadeiras

utilizadas para apnéia, são as de pala longa e pouco flexível, que proporcionam um melhor aproveitamento energético.

Dependendo das condições de corrente que o mergulhador se encontra, este equipamento é fundamental, principalmente quando se pratica perto de costões ou recifes de coral.

1.4 Faca

A princípio este é um equipamento que muitos praticantes dispensam, entretanto trata-se de um dos mais importantes equipamentos de segurança do mergulho, e ainda mais do mergulho em apnéia, onde o tempo de fundo é menor, pois em nossa costa é comum pedaços de cabos, linhas de pesca com anzóis e partes de redes presas ao fundo. É relativamente comum mergulhadores se emaranharem neste tipo de material, e são freqüentes os relatos de mergulhadores que se livraram de um acidente sério por terem uma faca apropriada a disposição. A faca deve ser de material inoxidável, empunhadura de borracha, bainhas de plástico resistente e cintas elásticas para prende-las na perna, abaixo do joelho, ficando a critério do mergulhador utiliza-la do lado interno ou externo da perna.

1.5 Roupas

A função da roupa de mergulho é proteger o praticante da baixa temperatura da água, e do contato com seres urticantes, normalmente as roupas são fabricadas em borracha ou neoprene, ou ainda uma mistura dos dois materiais.

As roupas de mergulho podem ser divididas em 3 tipos: A roupa úmida, que é a mais utilizada em nosso clima o mergulhador coloca a roupa dentro da água ou molha a roupa antes de coloca-la, para que se forme uma camada de água entre a pele e o neoprene,

a temperatura corpórea aquece esta água, e a roupa não permite que haja troca desta água, formando assim um conjunto (água e roupa) que isola o mergulhador da água fria. É importante salientar que a utilização da roupa é necessária mesmo no período do ano em que a água esta mais quente, pois é muito comum que a partir dos três metros de profundidade a temperatura da água cai muito.

Outro tipo de roupa é a roupa seca, que é fabricada em neoprene ou borracha de maior espessura, e evita o contato direto da água com a superfície corporal. E o terceiro tipo de roupas é a roupa de circulação interna, utilizadas para temperaturas abaixo de zero graus centígrados, ela é totalmente vedada e promove a circulação de água aquecida, para evitar o congelamento.

De uma forma geral a roupa, também pode ser considerada um equipamento de segurança, primeira por propiciar a permanência na água por varias horas, diminuindo-se o risco de hipotermia e segundo por ser de flutuação positiva, pois no interior do neoprene existem micro bolhas de ar, fazendo com que o indivíduo permaneça na superfície sem esforço.

1.6 Lastro e Cinto de Lastro

O lastro são peças de chumbo que o mergulhador leva a cintura para compensar a flutuação positiva da roupa e do próprio corpo, o cinto de lastro é onde se colocam as peças de chumbo, deve ser de um material flexível e resistente e uma fivela de soltura rápida, para que no caso de emergência o cinto possa ser solto, restabelecendo a flutuação positiva do mergulhador, existe uma convenção mundial de que o cinto de lastro deve ser aberto sempre da esquerda para a direita.

A escolha da quantidade de lastro é uma questão muito importante para a segurança do mergulhador, pois neste caso não podemos nos esquecer da influência da pressão tanto nas micro bolhas da roupa como na nossa caixa torácica e vias aéreas cheias de ar. Isto é a medida que descemos no mergulho livre, o volume de ar que carregamos vai diminuindo, tornando nossa flutuação cada vez mais negativa. O ideal é utilizar o lastro de acordo com a profundidade em que se pretende permanecer a maioria do tempo, é necessário ter consciência que uma vez encontrada a quantidade certa de lastro, o mergulhador vai precisar fazer algum esforço para vencer a flutuação ligeiramente positiva que se encontra na superfície, até a chegada no ponto de equilíbrio, principalmente estar atento para o fato de que a partir desta profundidade sua flutuação será negativa, se acontecer alguma forma de apagamento ou o mergulhador precisar retornar a superfície ele precisará de um esforço muscular. É importante ainda levarmos em consideração na escolha do lastro, a temperatura da água, salinidade, densidade e altitude, quando o mergulho não é feito a nível do mar.

Existem ainda muitos outros equipamentos para mergulho como: Luvas, lanterna, bússola, bóias de sinalização, máquinas fotográficas, câmeras de vídeo, arpões, carretilhas e outros mais, entretanto tratam-se de equipamentos específicos para uma ou outra modalidade do mergulho em apnéia, que serão descritas a seguir.

Porém apesar de toda esta gama de equipamentos, não podemos nos afastar do que foi dito no início do capítulo, o mais importante para a prática de qualquer atividade física é o ser humano íntegro e consciente de suas possibilidades. Até por estes aspectos o mergulho livre se torna uma opção extremamente acessível, bastando boas condições climáticas e de visibilidade da água, para que possamos aproveitar vários pontos de

mergulho livre que nosso litoral proporciona de praias de mar calmo e abrigado, de onde podemos praticar esta modalidade extremamente prazerosa e em equilíbrio com o meio ambiente.

Capítulo II

2 Mergulho em apnéia e suas utilizações esportivas e recreacionais

Como acontece em todos os esportes, o mergulho em apnéia é utilizado de forma recreacional, o mergulho livre, e esportiva, com competições oficiais, federações e confederação, como é o caso da pesca submarina, e campeonatos de apnéia. Entretanto diferentemente da maioria dos esportes este lado competitivo do mergulho em apnéia, é muito pouco conhecido, enquanto que o número pessoas que praticam o mergulho livre é bastante considerável, levando-se em conta os mergulhadores de final de semana, e os pescadores e coletores que sobrevivem do mergulho em apnéia no litoral.

A questão é que muitas pessoas que praticam a apnéia, não percebem ou nunca tiveram informação da dimensão esportiva desta atividade, e consecutivamente da falta de pesquisas e estudos na área. Prova disto é que o primeiro campeonato Brasileiro de apnéia ocorrido em novembro de 1999, contou com apenas 50 participantes, e tratava-se de um campeonato aberto a qualquer mergulhador interessado.

Desta forma neste capítulo vamos descrever as modalidades esportivas que se utilizam de apnéia, direta ou indiretamente, assim como comentar técnicas do mergulho recreativo.

2.1 Campeonatos de Apnéia

Os campeonatos de apnéia estão se tornando cada vez mais tradicionais, os campeonatos mundiais vem acontecendo anualmente desde 1990 com o surgimento da A I D A (Associação Internacional para Desenvolvimento da Apnéia), Esta associação

com sede na França, promove os campeonatos e cataloga os recordes nas modalidades descritas. Todas estas informações podem ser encontradas no endereço eletrônico www.multimania.com/aidafrance/aida/, que é o site oficial da AIDA. Nas modalidades que envolvem profundidade teremos sempre dois recordes o primeiro em mar aberto o segundo em lago, onde as condições de visibilidade, temperatura e pressão variam muito com relação ao mar, além da marca feminina que segue na frente da masculina.

2.1.1 A categoria lastro constante : O atleta utiliza um lastro (peças de chumbo), que o ajudam a afundar, a quantidade de lastro deve ser o suficiente apenas para equilibrar a flutuabilidade da roupa, o lastro é preso a cintura e o mergulhador deve descer e subir com a mesma quantidade de lastro e com suas próprias forças, utilizando-se apenas da nadadeira para executar o percurso. Os recordes mundiais atualmente São:

Mar : Tanya Streter (USA) -67m e Brett Le Master (USA) -81m.

Lago : Tanya Streter (USA) -57m e Benjamim Franz (Alemanha) -66m

2.1.2 Lastro variável: nesta categoria, o mergulhador desce segurando uma certa quantidade de lastro que chegando a profundidade desejada, deve ser solta, e o retorno a superfície deve ser feito sem auxílio a não ser da flutuabilidade positiva e nadadeira.

Mar : Deborah Andollo (Cuba) -95m e Umberto Pelizzari (Itália) -115m

Lago : Heino Hanke (Alemanha) -101m

2.1.3 Categoria "No limits" : Nesta categoria o apneísta desce com auxílio de lastro que corre por um cabo, não há limites de peso, e o retorno é feito auxiliado por um balão inflável. Neste tipo de mergulho, o apneísta desce e sobe muito rápido, a

profundidades superiores a 100 metros, o que causa uma grande diferença de pressão num espaço de tempo muito curto, exigindo muito preparo do praticante.

Mar : Deborah Andollo (Cuba) -101m e Loic Lefèrme (França) - 152

Lago : Heino Hanke (Alemanha) -112m

2.1.4 Imersão Livre: É considerada, por alguns apneistas, a modalidade mais natural de decida, pois o mergulhador não utiliza nadadeiras, somente a roupa de neoprene e o lastro para equilibrar a flutuabilidade. O praticante desce por um cabo guia que está fixo ao fundo, e pode se utilizar deste cabo tanto na descida como na subida, puxando com os braços.

Mar : Deborah Andollo (Cuba) -60m e Pierre Frolla (Mônaco) -73m

Lago : Tanya Streter (USA) -55m e Patryck Musimu (Bélgica) -65m

2.1.5 Apnéia dinâmica com nadadeiras : Nesta modalidade o mergulhador deve percorrer a maior distância possível na horizontal, não importando a profundidade, desde que o mergulhador esteja totalmente submerso, esta distância deve ser medida em linha reta, neste caso não há diferença de desempenho no mar ou em lagos, portanto os recordes são únicos. Esta prova é realizada com a utilização de nadadeiras.

Nathalie Desreac (França) 95 m e Andy Le Sauce (França) 164 m

2.1.6 Apnéia dinâmica sem nadadeiras : Idêntica a modalidade anterior, sem a utilização de nadadeiras, fica por conta do atleta a utilização de roupa de neoprene, ou não.

Frederic Cocuet (França) 125 m

2.1.7 Apnéia Estática : Nesta modalidade o mergulhador deve permanecer, com as vias áreas submersas, pela maior tempo possível. Normalmente os atletas permanecem parados, e utilizam apenas a roupa de neoprene, sem lastro. Normalmente esta prova é realizada em piscinas.

Karoline Meyer Dal Toé (Brasil) 6 m. 02 seg.

Andy Le Sauce (França) 7 m. e 35 seg.

2.2 Pesca Submarina

A pesca submarina, não é uma modalidade esportiva, que tem seu foco voltado para a apnéia, como nas competições anteriores, entretanto o treinamento de apnéia é imprescindível para qualquer atleta deste tipo de mergulho.

No meio do mergulho a pesca submarina, é um assunto polêmico, pois envolve a captura de espécies marinhas, aqueles que são contrários alegam que muitos pescadores mau preparados, capturam peixes que não são considerados esportivos, pois ficam parados e não se escondem do mergulhador, ou ainda arpoam peixes ornamentais, que não devem ser utilizados como alimento. Entretanto uma coisa é certa, a pesca submarina é o meio mais seletivo de se pescar, pois o mergulhador (pescador) consciente, tem a oportunidade de escolher sua presa enquanto ela ainda totalmente livre, sendo que o pescador bem preparado, faz uma avaliação da espécie, tamanho e até mesmo o limite de quanto peixe ela ira levar. Se levarmos em conta por exemplo a pesca de arrasto, que é a forma mais comum de se capturar o peixe do mar, e que este tipo de pesca captura e destrói todo tipo de forma de vida que ficam na rede, incluindo-se ai recifes, tartarugas e golfinhos. E o pior é que apenas aproximadamente 20% é aproveitado, o restante é jogado ao mar sem vida.

Se pensarmos que o peixe que chega a nossa mesa é fruto desta e de outras formas de pesca predatória, com certeza a pesca submarina se apresenta como uma opção ecologicamente viável. Todavia devemos tomar o cuidado de em nome de tudo isto inocentar a pesca submarina, pois alguns pescadores sub matam espécies como arais e peixes ornamentais que praticamente vêm “brincar” com o mergulhador, sendo que não tem aproveitamento nenhum de sua carne.

Outra questão polêmica, envolvendo a pesca, é a questão das competições de pesca, que podem ser consideradas, as competições mais tradicionais e organizadas que envolvem mergulho. Existem os campeonatos estaduais, nacional e mundial. O Brasil tem tradicionalmente boas participações no campeonato mundial, principalmente no individual. Nas equipes, países como a França, Espanha, Itália, Portugal e Noruega são muito fortes, pois na Europa este esporte é muito difundido e organizado. O problema é que muitas pessoas acreditam, e não estão desprovidas de razão, que uma competição esportiva onde vença aquele que matar mais é ao menos ecologicamente incorreta. Se levarmos em conta a época, e o regulamento das competições mais organizadas, que restringem espécies e tamanhos, assim como penalizam ao atleta que captura um peixe fora do padrão, os danos ao meio se tornam irrisórios se comparados aos estragos que uma frota de barcos de arrasto provocam.

Particularmente acredito que a pesca submarina, seja um esporte extraordinário, que envolve muito preparo físico e psicológico, e que proporciona uma interação com o meio ambiente marinho, maior que o mergulho em apnéia, ou qualquer outra forma de mergulho. Pois além de estarmos em apnéia, temos que nos misturar ao meio, pensar e agir como um peixe a espreita de sua presa. Porém acredito também que o objetivo da pesca

submarina deve ser o de levar o alimento a mesa, direta ou indiretamente, no caso de pescadores sub profissionais, e não ganhar uma medalha ou troféu.

2.3 Mergulho Livre Recreacional

Como já foi dito o mergulho livre é a forma de mergulho mais praticada, até porque é a mais democrática, entretanto para entendermos melhor como esta atividade se desenvolve, é necessário conhecermos um pouco do mergulho autônomo de turismo, principalmente no que diz respeito a sua exploração comercial.

O mergulho autônomo requer uma serie de equipamentos pouco acessíveis financeiramente, que podem ser adquiridos, ou alugados nas operadoras de mergulho, que normalmente alem do aluguel de equipamentos oferecem saídas de barco, para os melhores pontos de mergulho.

O mergulho livre, não promove a mesma movimentação comercial, pois os equipamentos são muito mais baratos, e os pontos de mergulho são normalmente perto da costa. Assim é possível constatar certa falta de interesse por parte das operadoras, e da mídia especializada que circula no Brasil, com relação ao mergulho livre recreacional. Desinteresse este que fica claro com a ausência de cursos de mergulho em apnéia, enquanto que cursos de mergulho autônomo são relativamente comuns.

Capítulo III

Influencia da Pressão no Mergulho em Apnéia.

A condição de pressão é outra característica muito importante para qualquer tipo de mergulho, principalmente no que diz respeito ao mergulho autônomo, devido a diferença da pressão parcial dos gases que fazem parte do ar atmosférico, quando respirados a grandes profundidades, dando origens as embolias gasosas como explica FOX, BOWERS e FOSS 91 . Entretanto este não será o objeto de nosso estudo já que trata-se do mergulho autônomo.

Vamos procurar descrever as alterações causadas pela pressão nas cavidades aéreas do nosso corpo. E de acordo com STEGEMANN 77 ,” Entende-se por pressão, o quociente Força/Plano de aplicação. A unidade é $1\text{kg/cm}^2 = 1 \text{ atmosfera (atm)} = 760\text{mmHg} = 1 \text{ Bar}$. “ a pressão normal ao nível do mar é portanto 1 atm, ainda segundo STEGEMANN 77 , os líquidos não são comprimidos, por isso não alteram seu volume de acordo com a pressão, entretanto o peso do líquido faz com que a pressão aumente em 1 atm a cada 10 metros que submergimos. Assim se considerarmos uma garrafa plástica fechada cheia com 1 litro de gás, na superfície, ao levarmos esta garrafa a 10m de profundidade sob uma pressão de 2 atm o volume interno da garrafa será de $\frac{1}{2}$ litro, se levarmos esta mesma garrafa a 20 metros de profundidade, teremos uma pressão de 3 atm e o volume interno de $\frac{1}{3}$ de litro, e assim por diante.

Desta forma o mergulhador deve tomar alguns cuidados com as cavidades do corpo que contenham ar para evitar lesões e sangramentos causados pela diminuição do volume de ar.

As cavidades aéreas por exemplo, a considerar, boca, nariz, seios da face, faringe, laringe, traquéia e pulmão, de acordo com MCARDLE, KATCH e KATCH 98 o ar contido nestas vias em um adulto varia de 4 a 6 litros. Neste caso a compensação da pressão se faz naturalmente, pois há interligação de todas estas vias aéreas com o ar proveniente do pulmão que diminui de volume, a questão é qual seria o limite para esta diminuição de volume, de acordo com STEGEMANN 77, “A profundidade máxima de um mergulho em apnéia é determinado principalmente pela capacidade pulmonar, que pode ser dividida em dois volumes funcionais a serem considerados: a capacidade vital, e o volume residual. E com relação a profundidade máxima, torna-se decisivo até que o ponto a pressão entre as vias sangüíneas e o interior dos pulmões podem se adaptar à diminuição do volume. Se tomarmos como referencia os dados de um atleta de alto nível, cuja capacidade vital importa em 6,8 l e, portanto, sua capacidade total em cerca de 8 l é possível calcular a profundidade máxima de um mergulho em 57m. Entretanto o sangue pode substituir o espaço, o que pode aumentar a profundidade sem causar lesões, mesmo porque os mergulhadores permanecem por pouco tempo nesta profundidade”. Entretanto esta informação deve ser encarada com cuidado, pois o autor não explica como chegou nesta profundidade.

E ainda falando sobre os limites da compressão pulmonar MCARDLE, KATCH e KATCH 98 comentam “Existe considerável variabilidade entre os indivíduos no que se refere à profundidade segura para o mergulho apnéico sem o perigo de compressão pulmonar. Em geral, essa profundidade crítica é determinada pela relação entre o volume pulmonar total do mergulhador e o volume pulmonar residual; essa relação costuma ser em media, de 4:1 na superfície” e complementa, “para a maioria das pessoas, essa profundidade crítica costuma ser de aproximadamente 30 m”.

Na pratica como os próprios autores sugerem, as profundidades são muito superiores, se considerarmos a categoria “no limits” o recorde é de 152 m de profundidade, este é um dos fatores mais interessantes do mergulho em apnéia e que merece ser mais pesquisado.

Outra cavidade que contém ar é o ouvido médio, que é ligado a faringe pelo óstio faringico da tuba auditiva, que Segundo DÂNGELO E FATTINI 88 é um pequeno canal que normalmente permanece fechado, formando assim no ouvido médio uma cavidade de ar isolada, responsável pela dor aguda que sentimos no ouvido a medida que começamos a afundar, se continuarmos afundando sem que aconteça a compensação, pode ocorrer o rompimento do tímpano, para solucionar este problema, foi criada a manobra de “Valsalva “, que consiste em fechar as narinas com os dedos e executar o movimento de expiração com a boca fechada, o ar ira forçar a passagem pelo óstio faringico, que se abraça, permitindo que o ouvido médio volte ao volume normal. Algumas pessoas apresentam esta ligação da faringe ao ouvido médio mais abertas, o que permite que o ar passe sem esforço.

Capítulo IV

4.1 Fisiologia Respiratória e mergulho em apnéia.

Inicialmente é importante descrever um resumo das funções do sistema cardiorespiratório, que segundo FOX, BOWERS e FOSS 91 . Onde o sistema respiratório proporciona em primeiro lugar o meio pelo qual o ar é movimentado para dentro e para fora dos pulmões. Movimento este denominado de ventilação pulmonar. Assim o oxigênio do ar é oferecido ao sangue graças a uma extensa rede de capilares que circundam os alvéolos, e o sangue venoso se torna arterial. A Segunda tarefa é o transporte do sangue arterial aos tecidos, que é realizado pelo coração e por seus sangüíneos, que se capilarizam e promovem a troca a nível de tecido d CO₂ por O₂ utilizado para obtenção de energia, para trabalho dos músculos.

Outra observação interessante pode ser feita com relação ao comportamento do sistema cardiorespiratório durante a pratica de exercícios em apnéia, e para tanto é importante salientar as observações de GUYTON 88 ” A ventilação alveolar aumenta em proporção quase direta com a quantidade de trabalho que é realizado pelo corpo, durante o exercício, podendo atingir, no mais extenuante, até 120 litros/ min. Esse valor é cerca de 20 vezes maior que o correspondente durante a respiração normal em repouso.

E ainda as observações do mesmo autor sobre o fluxo de sangue durante o exercício: “ O exercício extenuante é a condição mais estressante que pode ser enfrentada pelo sistema circulatório normal . Isso é verdade porque o fluxo sangüíneo, nos músculos, pode aumentar mais de vinte vezes e, também, porque existe massa muito grande de músculos esqueléticos no corpo. O fluxo sanguíneo total pode aumentar o suficiente para fazer com que o debito cardíaco, no adulto jovem normal, fique cinco vezes maior do que o

normal.”. Entretanto, durante o mergulho em apnéia STEGEMANN 77 afirmam o seguinte “ A bradicardia do mergulho não parece ser o efeito de um único fator apenas, mas sim a soma de uma serie deles”. E justifica-se “ O comportamento dentro d’água, porém é diferente. A pressão hidrostática provoca no mínimo um amplo esvaziamento das veias superficiais e com isso o aumento do volume central do sangue. Foi possível demonstrar que a reação de Valsalva atua de modo distinto dependendo da profundidade da imersão do corpo em imobilidade dentro d’água.”.Como podemos observar existem ainda muitos aspectos fisiológicos do mergulho em apnéia que necessitam de mais estudo.

E ainda podemos evidenciar as considerações de FOX, BOWERS e FOSS 91 :

“ Em repouso, as adaptações na ventilação e no fluxo sangüíneo regulam ou mantém a pressão arterial e a concentração de PO_2 , PCO_2 , e H em níveis ótimos. Isso é igualmente válido durante o exercício, pois é essa a principal função do sistema de controle cardiorespiratorio, sob quaisquer condições. Entretanto, existe uma grande diferença, em repouso, as alterações nessas variáveis reguladas constituem os estímulos predominantes que desencadeiam essas ajustagens; durante o exercício, outros estímulos predominam. Isso é fácil de ser contado, por muitas razões.

Primeiro, sabemos por experiência que a frequência cardíaca e a ventilação, por exemplo, aumentam antes de o exercício começar, muito antes de ocorrerem alterações na pressão ou na concentração de PO_2 , PCO_2 e H . além disso sabemos hoje que, do ponto de vista fisiológico, um aumento na frequência cardíaca eleva a pressão arterial.”

E complementando estas informações temos as colocações de GUYTON 88 sobre o controle nervoso desta atividade: “O sistema nervoso é ligado ao coração por dois grupos distintos de nervos, os parassimpáticos e os nervos simpáticos . A estimulação dos nervos parassimpáticos produz 3 efeitos importantes sobre o coração: (1) frequência

diminuída dos batimentos, (2) força de contração diminuída e (3) velocidade retardada da condução do impulso cardíaco pelo coração. A estimulação dos nervos simpáticos exerce, em essência, efeitos quase que opostos sobre o coração: (1) frequência cardíaca aumentada, (2) força aumentada na contração e (3) velocidade aumentada da condução do impulso. “

Outra questão muito polêmica ligada ao mergulho em apnéia, é a utilização da hiperventilação para aumentar o tempo de fundo, todavia este recurso tem muitas contra-indicações como descreve MCARDLE, KATCH e KATCH 98 “ Um mergulhador hiperventila na superfície antes de um mergulho. Isso reduz a PCO₂ arterial e aumenta o potencial de prolongar o período de apnéia. Agora o mergulhador inspira profundamente e imerge na água. O oxigênio alveolar penetra continuamente no sangue, para ser fornecido aos músculos ativos. Por causa da hiperventilação prévia, o nível arterial de dióxido de carbono continua baixo e o mergulhador está essencialmente “livre” da necessidade de respirar. Concomitantemente, à medida que o mergulhador se aprofunda, a pressão externa da água comprime o tórax. Esta maior pressão mantém uma PO₂ relativamente alta dentro dos alvéolos. Assim sendo, apesar de a quantidade absoluta de oxigênio alveolar ser reduzida (à medida que o oxigênio penetra no sangue durante o mergulho) , é mantida uma PO₂ adequada para saturar (carregar) a hemoglobina à medida que o mergulho progride. Agora, quando o mergulhador percebe a necessidade de respirar e começa a subir, ocorre uma inversão significativa na pressão. À medida que a pressão da água sobre o tórax diminui, o volume pulmonar se expande e a pressão parcial do oxigênio alveolar sofre uma redução. Quando o mergulhador se aproxima da superfície, a PO₂ alveolar pode ser tão baixa que o oxigênio dissolvido em verdade abandona o sangue venoso e penetra nos alvéolos. Nesta situação, o mergulhador pode perder bruscamente a consciência antes de

alcançar a superfície.” . Que é o que , na prática, chamamos de apagamento de águas rasas e é muito comum em atletas treinando mergulhos profundos e pescadores submarinos, por isso a importância de nunca mergulhar sozinho, se o mergulhador que sofreu o apagamento for levado a superfície, antes que fique consciente, e instintivamente faça uma inspiração, provavelmente nada lhe acontecerá.

Conclusão

Concluindo , acredito ser importante o desenvolvimento e o estudo da apnéia, enquanto prática esportiva, já que existem muitas questões que não foram totalmente explicadas, principalmente com relação a fisiologia, e os resultados estão acontecendo.

Este trabalho, tem por justificativa ajudar ao leitor leigo a conhecer um pouco do mergulho livre, e ao profissional e estudante de educação de educação física, se informar sobre o esporte e Ter um ponto de partida para outros estudos.

Revisão de Literatura

Sobre mergulho, existe uma relativa quantidade de material que trata dos efeitos da pressão como o GUYTON 88 que estuda a fisiologia do mergulho submarino e de alta pressão, onde explica os efeitos dos gases sob pressão, e como esses gases agem sobre nosso corpo.

FOX, BOWERS e FOSS, 91 ainda vão mais longe, descrevendo as narcoses, embolias e intoxicações por oxigênio que podem ocorrer no mergulho autônomo, assim como os princípios físicos que regem este fenômeno.

CARDOSO 92 , faz um trabalho na linha comportamental da temperatura corporal durante o mergulho submarino em condições de hipotermia branda, que estuda também o mergulho autônomo.

ARRAR 85, executa um trabalho sobre a fisiologia aplicada ao mergulho.

FAULKNER 68, também escreveu sobre a fisiologia de atividades praticadas no meio líquido como natação e mergulho.

THALMANN, PARKER, SURVANSKI e WEATHERSBY 97, realizam trabalhos na área de decompressão após mergulhos profundos com diferentes misturas gasosas.

GERTH e VANN 97, estudam modelos de decompressão, utilizados em mergulhadores que utilizam ar atmosférico.

BOUSSUGES, ABDELLAOUI, GARDETTE E SAINTY 97 , estudam a formação e circulação de bolhas em pescadores submarinos.

Bibliografia

- 1 - ARRAR, D. O mergulho submarino. In M.Nadeau et al. Fisiologia aplicada na atividade física. Manole, São Paulo 1985.
- 2 - BOUSSUGESD A; AABDELLAOUI S ; GARDETTE B; Sainty JM. Service de reanimation medicale et d'Hyperbarie, Hopital Salvator, Marseilles, France. Circulating bubbles and breath-hold underwater fishing diver: a two-dimensional echocardiography and continuous wave Doppler study. Undersea Hyperb med; 24(4):309-14, 1997 Winter.
- 3 - CARDOSO, Ademir Tadeu. Comportamento da temperatura corporal durante o mergulho submarino. Unicamp, Campinas 1992.
- 4 - DÂNGELO, Jose Geraldo; FATTINI, Carlo Américo : Anatomia Humana Sistêmica e Segmentar. Rio de Janeiro, Livraria Atheneu, 1988.
- 5 - FAULKNER, J.A . Physiology of swimming and diving. In : Falls, H . Exercise Physiology. Baltimore: Academic Press, 1968.
- 6 - FOX E.L., BOWERS R. W. , FOSS M. L. : Bases fisiológicas da educação física e desportos. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1991.
- 7 - GERTH WA; VANN RD. Ad: F.G. Hall Hypo-Hyperbaric Center, Departmente of Anestheology, Duke University Medical Center, Durham, NC 27710, USA. Probabilistic gas and bubble dynamics models of decompression sickness occurrence in air and nitrogen-oxygen diving. Undersea Hyperb Med; 24(4): 275-92, 1997 Winter.

- 8 - GUARDABASSI Claudio , NACCARATO Waldir : Caça Submarina Fundamentos e Técnica. São Paulo, Marazul Ltda, 1995.
- 9 - GYTON, A . C. : Fisiologia humana. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1988.
- 10 - MAZZEI, Mario : Profissão Mergulho. Cotia, Mario Mazzei, 1994.
- 11 - MCARDLE, Willian D. KATCH, Frank I. KATCH, Victor L. : Fisiologia do Exercício. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan S.A. , 1998.
- 12 - SANTARELLI, Americo : Super sub. São Paulo, Nobel, 1995
- 13 - STEGEMANN, J. : Fisiologia do esforço. Rio de Janeiro, Cultura medica, 1977.
- 14 - THALMANN ED; PARKER EC; SURVANSKI SS; WEATHERSBY PK. Naval Medical Research institute, Bethesda, Maryland 20889-5601, USA. Improved probabilistic decompression model risk predictions using linear-exponential kinetics. Undersea Hyperb Med; 24(4):255-74,1997 Winter.