

SÍNDROMES TÉRMICAS COMO FATOR DE RISCO PARA OS MILITARES DA MARINHA DO BRASIL

Recebido em 10/09/2015

Aceito para publicação em 23/09/2015

CC (Md) Hemerson dos Santos Luz¹

1ºTen (Md) Patrícia Zucolotto²

1ºTen (Md) Juliano Nunes Quineper³

RESUMO

A Marinha do Brasil (MB) se faz presente e atua em diversos locais no Brasil e exterior, seja realizando missões reais, ou exercícios militares, os quais ocorrem frequentemente exigindo elevados graus de higidez física e psicológica, principalmente quando se considera a exposição do pessoal empregado a grandes amplitudes de temperatura, durante a execução das atividades. Mesmo sendo um animal homeotérmico e capaz de manter a temperatura corporal dentro de um intervalo pré-determinado, apesar das variações térmicas do meio ambiente, o homem poderá desenvolver quadros de estresse térmico quando exposto a situações ambientais extremas de frio ou calor. Nas atividades operativas da MB, as doenças térmicas consideradas de importância são a hipertermia, a hipotermia e a imersão em água fria. As consequências destas alterações podem resultar desde um simples desconforto físico até sérias lesões com sequelas, muitas vezes com desfecho letal. O presente artigo revisou a literatura com abrangência em manuais, artigos, livros e sites da rede mundial de computadores sobre o tema, abordando as manifestações clínicas e o tratamento das doenças térmicas, além do potencial risco de comprometimento físico dos militares expostos, podendo inviabilizar atividades rotineiras ou operativas da MB e objetivando servir como uma fonte de consulta, principalmente para os profissionais de saúde empregados nos meios operativos.

Palavras-chave: Hipertermia; Hipotermia.

INTRODUÇÃO

A Marinha do Brasil (MB) está presente em todo território nacional, apresentando uma crescente presença no cenário internacional, como visto atualmente em operações no Líbano, Haiti, Namíbia e Antártica, dentre outros, corroborando com a projeção da força no contexto internacional. A MB também atua em diferentes ambientes operativos, como o Marinho, o Ribeirinho, o Glacial e o Terrestre.¹⁻²

Considerando a diversidade de localidades geográficas, áreas de operações e a variedade de meios empregados, muitas vezes ocorre a exposição dos seus tripulantes a condições climáticas adversas, com temperaturas extremas ou variações térmicas importantes, durante a execução das atividades operativas.

A temperatura corporal será influenciada por dois fatores distintos, os ambientais (umidade, calor radiante e velocidade do vento) e os individuais (idade, peso, condicionamento físico, vestimentas e comorbidades).³

O estresse térmico pode ser considerado como o estado psicofisiológico a que está submetida uma pessoa, quando exposta a situações ambientais extremas de frio ou calor.⁴

As principais doenças térmicas abordadas, quanto às manifestações e condutas terapêuticas, são a hipertermia, a hipotermia e o impacto da imersão em água fria.

A despeito das peculiaridades de cada tipo de operação e da influencia do ambiente sobre os militares, o reconhecimento adequado dos efeitos da temperatura sobre o organismo, bem como das condutas terapêuticas para cada situação, visa contribuir para a manutenção da higidez física e mental das tripulações empregadas.

Neste sentido, este trabalho tem o propósito de promover a discussão sobre este tema, baseada em procedimentos científicos e identificar a influência da temperatura no desempenho dos tripulantes dos diversos meios da Esquadra e do Corpo de Fuzileiros Navais, nas atividades militares específicas, bem como contribuir para a elaboração de normas e protocolos para uso dos profissionais de saúde em ações de Medicina Operativa.

¹ Médico. Diploma Internacional de Medicina de Montanha. Encarregado da Divisão Técnica do Centro de Medicina Operativa da Marinha.

² Médica. Auxiliar da Divisão de Operações do Centro de Medicina Operativa da Marinha.

³ Médico. Certificado em Wilderness Advanced Life Support. Encarregado da Enfermaria da Estação Antártica Comandante Ferraz.

MÉTOD

O presente artigo tem como base metodológica a revisão bibliográfica não sistemática de manuais, artigos, livros e sítios da rede mundial de computadores, com o objetivo de identificar as principais doenças térmicas com potencial de afetar aos militares da MB nas atividades profissionais e assim comprometer a capacidade de combate, ocasionando baixas ou acidentes em operações, manobras e exercícios, bem como sintetizar as principais condutas terapêuticas adequadas para cada situação e servir como fonte de consulta aos profissionais de saúde nos meios operativos.

RESULTADOS

O homem é um animal homeotérmico, isto é possui a capacidade de manter a temperatura corporal dentro de um intervalo pré-determinado, apesar das variações térmicas do meio ambiente. Essa temperatura é da ordem de 37°C, com limites muito estreitos — entre 36,1 e 37,2°C —, sendo 32°C o limite inferior e 42°C o limite máximo para a manutenção das funções vitais, como visto na (Figura 1).⁵

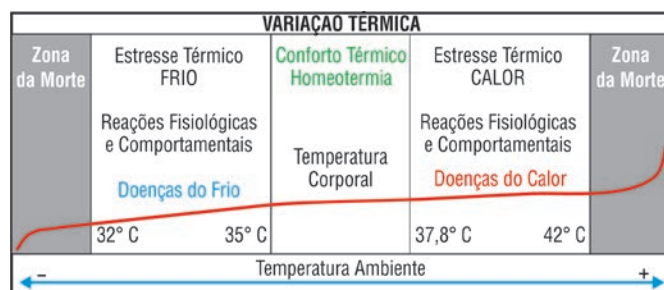


Figura 1: Resposta da Temperatura Corporal com a variação da Temperatura Ambiente.

O controle da temperatura do corpo (36° a 37,5°C) é realizado por um sistema de feedback neural, e quase todos esses mecanismos operam através de centros regulatórios de temperatura localizados no hipotálamo.⁶

O metabolismo e as atividades desempenhadas pelo ser humano geram calor, o organismo possui mecanismos de dissipação de calor como mecanismo de regulação. A (Figura 2) apresenta os mecanismos de troca de calor. Quando ocorre a sobrecarga dos mecanismos de troca, existe um grande trabalho do ponto de vista fisiológico para manter a temperatura interna controlada, diz-se, então, que ele está em situação de desconforto ou estresse térmico.⁷⁻⁸

O estresse térmico corresponde ao estado no qual o sistema fisiológico e o sistema psicológico são afetados pela temperatura do ambiente, quando a mesma encontra-se em níveis extremos. Efeitos tais como irritabilidade, agressividade, distração, desconforto devido à transpiração, tremores e alterações da frequência cardíaca, causam efeitos negativos na saúde do trabalhador, podendo cursar com a morte.⁹

Para a marinha norte-americana o estresse por calor é qualquer combinação de temperatura do ar, radiação térmica, umidade, fluxo de ar, carga de trabalho e as condições de saúde, as quais interferem na regulação da temperatura corporal.¹⁰

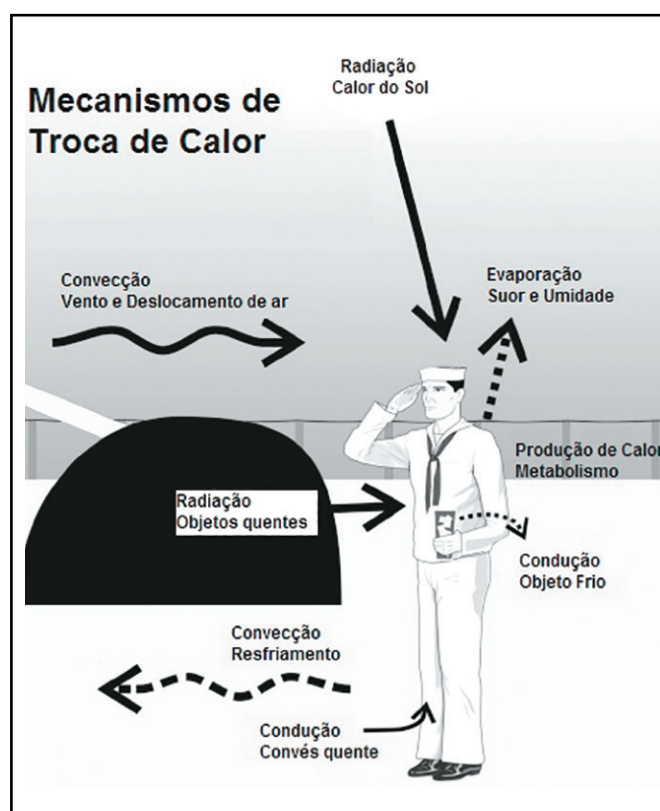


Figura 2: Mecanismos de troca de calor.²⁸

Em estudo realizado entre militares pertencentes ao exército norte americano, hospitalizados devido às doenças do calor, abrangendo o período entre 1980 e 2002, foi encontrado um total de 5.246 hospitalizações, com um total de 37 óbitos.¹¹

Velez *et al* conduziram estudo entre uma população militar na França, que trabalhava em submarinos e submetia-se a ambientes quentes e concluíram que a exposição a temperaturas elevadas é um fator de risco para a infertilidade.¹²

Hipertermia ou intermação caracteriza-se por um aumento drástico na temperatura corporal central acima de 40°C, sendo a manifestação mais grave das síndromes. Ocorre por falência dos mecanismos de dissipação do calor, para contrapor-se à febre, onde há falência da regulação hipotalâmica. Acarreta dano aos tecidos corporais e o comprometimento de múltiplos órgãos e coagulação intravascular disseminada por uma resposta inflamatória sistêmica.¹³⁻¹⁵ A Tabela 1 apresenta as principais manifestações das doenças relacionadas ao calor.

O colapso pelo calor pode se desenvolver em horas, em atletas ou qualquer outra pessoa que realiza atividades envolvendo esforço físico intenso.¹⁶

O propósito do tratamento é o resfriamento do corpo, mantendo como alvo a temperatura de 38,9°C. As vestes devem ser retiradas para o resfriamento da pele e uso de ventiladores para proporcionar uma circulação do ar. A prevenção do reaquecimento utilizando-se uma terapia agressiva com imersão em água gelada por 2 minutos. A aplicação de compressas geladas ou gelo reutilizável em áreas de grande circulação do corpo é uma alternativa para a imersão.¹⁷

O paciente deve ser removido para um local fresco, colocado numa posição reclinada e realizada a reposição hídrica de forma oral ou endovenosa, dependendo das condições clínicas.¹⁸ A Tabela 2

apresenta as principais condutas nos casos de hipertermia.

Tabela 1: Aumento de temperatura corporal e sintomas.

Temperatura Central	Sinais E Sintomas
38,3 °C	O corpo dissipa o calor tão rapidamente quanto possível pela transpiração, mas devido a vasodilatação periférica a pele fica avermelhada e quente ao toque Taquicardia e hipotensão marcam o início de exaustão pelo calor
38,8 °C	Vertigens, Náuseas, Dispnéia, Cefaléia, Síncope, Pele seca Falha dos sistemas de arrefecimento
> 39,4 °C	Astenia, Vômitos, Cefaléia Trata-se de uma emergência médica
> 40 °C	Confusão, Desidratação Convulsões podem ocorrer
> 40,5 °C	Delírio Falência dos órgãos
> 41 °C	Convulsões
> 41,5 °C	Coma
> 42,2 °C	Morte

Fonte: <http://www.public.navy.mil/navsafecen/Documents/safety-gouge/SafetyGouge9.pdf>

Tabela 2: Abordagem terapêutica nos casos de doenças do calor.

Tipo de resfriamento	Descrição
Técnicas de resfriamento externo	Cobrir com toalhas molhadas e ventilar
Métodos de resfriamento evaporativo (mais seguro)	Despir o indivíduo e molhar com água morna e em seguida ventilar com grandes ventiladores.
Métodos de imersão (complicado devido a vasoconstrição)	Sacos de gelo entre as axilas, virilhas e pescoço; Cobrir o corpo todo com gelo; Cobrir com cobertor gelado.
Técnicas de resfriamento interno (pode causar intoxicação pela água)	Lavagem peritoneal gelada; Lavagem gástrica gelada; Bypass cardiopulmonar

Fonte: Sabirats, 2006.

Em relação ao frio, quando há exposição a baixas temperaturas ocorre perda de calor mais rápida do que a capacidade do organismo produzir, e com o tempo prolongado nesta situação, o corpo utilizará a energia armazenada e invariavelmente ocorrerá a hipotermia.¹⁹

A hipotermia é a diminuição da temperatura central do corpo até níveis nas quais as funções musculares e cerebrais não funcionam mais de forma adequada.²⁰

A redução da temperatura corporal desencadeia, por ação do hipotálamo, mecanismos de produção de calor como a termogênese

muscular e a liberação de catecolaminas.²¹

A hipotermia pode ser classificada clinicamente com base em sinais e sintomas, com a utilização do sistema suíço de estadiamento, visto na (Tabela 3), com a grande vantagem de ser aplicado mesmo sem a aferição da temperatura central do corpo, como geralmente é o caso fora do ambiente hospitalar. Uma limitação deste sistema é que os indivíduos podem variar na resposta fisiológica à hipotermia, para tanto, a presença do calafrio deve ser considerada como o primeiro estágio da mesma.^{6,22}

Tabela 3: Classificação Suíça da Hipotermia.

Hipotermia	Temperatura °C	Condição da Vítima
Grau I	35 a 32	Consciente, com Calafrios.
Grau II	32 a 28	Rebaixamento do nível de consciência, sem calafrios.
Grau III	28 a 24	Inconsciente
Grau IV	24 a 15	Morte aparente
Grau V	< 15	Sinais de congelamento (caixa torácica) morte.

Fonte: Soteris – Curso Internacional de Medicina de Montanha, 2015.

O manejo dos pacientes com algum grau de hipotermia baseia-se no Suporte Básico de Vida, caso se faça necessário e em evitar a perda adicional de calor, retirando-se as vestimentas molhadas ou úmidas e protegendo a vítima do solo e do vento, para em seguida iniciar o reaquecimento. Os movimentos bruscos deverão ser evitados no manejo do paciente já que isso poderia precipitar arritmias cardíacas.²³

Deve-se remover a vítima para um local quente ou abrigo, retirar as roupas molhadas e aquecer primeiramente o centro do corpo, pelo peito, pescoço e virilha, sem esquecer a cabeça, pode-se utilizar um cobertor elétrico se disponível, ou mesmo o contato direto com outras pessoas, mantendo-se em camadas os cobertores, vestimentas, toalhas e lençóis. Bebidas quentes podem ajudar a aumentar a temperatura do corpo, mas bebidas alcoólicas não devem ser utilizadas, tampouco oferecidas para uma pessoa inconsciente.²⁰

Uma vítima hipotérmica, aparentemente sem pulso e respiração, não significa uma vítima em óbito, a ausência de pulso deve ser verificada cuidadosamente por mais de 60 segundos³¹ e não significa que as compressões torácicas tenham que ser realizadas, pois o quadro pode ser causado pela própria hipotermia e resulta em geral da maior rigidez dos tecidos associada a uma frequência cardíaca extremamente baixa. Nestas condições a massagem cardíaca poderá causar também a fibrilação ventricular.^{13,24}

O frio afeta a capacidade de trabalho dos músculos, considerando-se que a eficiência é a relação entre o trabalho mecânico e o consumo de energia, em termos de biomecânica, no frio, seres humanos têm uma eficiência de 10-25 %, o que significa que entre 75-90 % de toda a energia, a partir de moléculas de trifosfato de adenosina (ATP), é desperdiçado para a produção de calor.²⁵

Em estresses associados ao frio, o corpo humano tende a buscar a conservação de energia. Há vasoconstrição periférica na tentativa de reduzir a convecção térmica na pele, o que reduz a perda de calor, ocorre também a piloereção e o aparecimento dos tremores para gerar calor por trabalho muscular. A frequência cardíaca e a respiratória são também reduzidas.²⁶

As vítimas de hipotermia devem ser mobilizadas com suavidade, pois os movimentos bruscos poderão precipitar a queda da temperatura central e deflagrar fibrilação ventricular pelo contato do coração com sangue em baixa temperatura. Não utilizar Ringer Lactato, pois o fígado hipotérmico não metaboliza o lactato, logo, utilizar soro fisiológico aquecido entre 38 a 45° C para uso endovenoso.²⁰

Quanto à imersão em água fria, sendo esta considerada um bom condutor de calor, causará a perda de calor do corpo por condução, sem desconsiderar a perda por convecção.²⁷

A Figura 3 demonstra as posições conhecidas como HELP (Heat Escape Lessening Position) e Huddle, para uma ou mais de uma pessoa respectivamente, ambas para a permanência na água fria, capazes de estender o tempo de sobrevivência até por horas, ao diminuir a perda de calor para a água, porém ambas são dependentes de dispositivos salvavidas. O tempo de sobrevivência será influenciado por diversos fatores além da temperatura da água, como a idade, sexo, a composição corporal, o preparo físico e estado nutricional, dentre outros.¹⁸

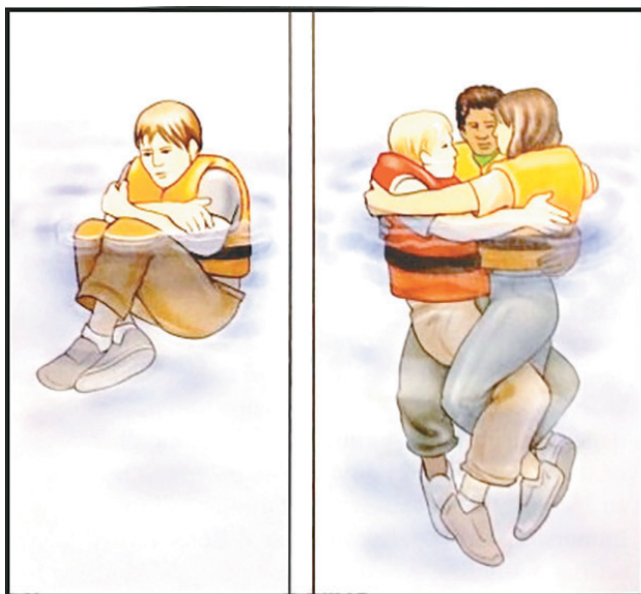


Figura 3: Posições para sobrevivência em água gelada.¹⁸

Na imersão, a hipotermia começa a se manifestar quando a temperatura da água encontra-se inferior a 25°C e o tempo aproximado de sobrevivência em água fria encontra-se na (Tabela 4), considerando-se o uso de dispositivo de flutuação. A doença do frio por imersão pode ocorrer independentemente da temperatura ambiente, tanto em climas quentes ou frios, especialmente em vítimas de trauma.^{20,22} O estresse térmico pelo frio é mais acentuado nos casos de imersão, mesmo quando a exposição for à mesma temperatura em terra.¹⁷

Tabela 4: Tempo aproximado de sobrevivência em água fria.

Temperatura da água	Tempo de sobrevivência
0 °C	10 minutos
5 °C	30 minutos
10 °C	1,5 horas
15 °C	6 horas

Fonte: Sabirats, 2006.

Nos casos em que o resgate não possa ocorrer nos primeiros 10 a 20 minutos, poderá acarretar e perda da capacidade de força e tátil nas mãos, diminuindo ainda mais as possibilidades da vítima executar ações de autorresgate.²⁷

Quando houver a necessidade de ocorrer a imersão em água fria, a mesma deverá ser executada de forma lenta e progressiva, procurando-se manter a cabeça fora da água e mantendo-se a respiração controlada e evitando o pânico, pois os movimentos excessivos dentro da água aumentam a perda de calor.²³

DISCUSSÃO

O estudo das diferentes síndromes térmicas deve ocupar um lugar de destaque no contexto da Medicina Operativa na MB, dado o impacto das mesmas na capacidade de combate das forças. O calor e o frio podem afetar o preparo e o desempenho dos militares, causando importante impacto nas operações militares.¹⁷

Os militares estão mais propensos a desordens de calor, pois as situações de combate ou treinamento e a farda com seus acessórios podem aumentar o estresse por calor e alterar os comportamentos compensatórios, tais como procurar sombra, descansar ou beber mais água. A exposição ao calor aumenta a fadiga e diminui o conforto, a produtividade, a eficiência e a capacidade de prontidão do combatente, incluindo a capacidade de operação de veículos, pois estas condições podem afetar significativamente a agilidade mental, mesmo antes de alterar a capacidade de executar tarefas manuais.²⁸⁻²⁹

Porém o corpo humano é mais suscetível a estresses térmicos por frio, porque as respostas fisiológicas para baixas temperaturas são menos eficientes do que as mesmas contra a exposição ao calor.³⁰

A vítima de hipotermia pode ser abordada e tratada de forma mais eficiente, caso o socorrista ou profissional de saúde tenha noção do grau em que se encontra a vítima, para tanto a escala suíça, apresentada anteriormente na (Tabela 3), facilita a correta classificação do paciente mesmo que não se tenha acesso a termômetros no momento do socorro.

Muitas vezes o ambiente interno dos meios de superfície também pode apresentar variações determinantes para o estresse térmico, como por exemplo, na Praça de Máquinas, com suas temperaturas elevadas ou no Centro de Operações de Combate (COC), o qual necessita de temperaturas baixas para evitar a pane de seus sistemas e equipamentos eletrônicos. Nestes ambientes, os tripulantes encontram-se propensos a desenvolver quadros de estresse térmico.

Assim, por meio desta revisão na literatura, é possível verificar que as doenças térmicas podem facilmente estar presentes no dia-a-dia dos militares da MB, nos diversos meios e cenários em atuação, ressaltando-se a importância da existência de protocolos de atendimento e materiais apropriados, para uma resposta médica adequada nestas situações, diminuindo assim as consequências por vezes desastrosas destes quadros.

CONCLUSÃO

As doenças térmicas são uma realidade nas atividades operativas da MB e esta premissa sugere que os socorristas, isto é militares que não pertencem à área de saúde, e os profissionais da área, de-

vem estar atentos aos diversos fatores ambientais, climáticos, equipamentos, uniformes e preparo físico dos tripulantes dos diversos meios operativos, empregados em operações e exercícios, mantendo considerável grau de exposição aos riscos relacionados às síndromes do calor ou do frio.

Para a Medicina Operativa, as doenças relacionadas às temperaturas possuem grande importância, tanto pelo risco de interferirem na capacidade de combate das forças e meios empregados como pelos danos que podem causar aos militares acometidos.

O reconhecimento correto das mesmas e as condutas terapêuticas adequadas dependem de protocolos e materiais específicos e podem mudar drasticamente o prognóstico ao serem abordados por socorristas e profissionais de saúde devidamente capacitados. Portanto, cabe à Medicina Operativa estudar o assunto e regular a atuação dos socorristas e profissionais de saúde embarcados, com a aplicação de protocolos e padronização de equipamentos para o tratamento destas doenças.

Não há, até o momento, uma estatística da incidência dessas Síndromes Térmicas, no âmbito da MB, por isso, maiores estudos deverão ser desenvolvidos, a fim de elevar a consciência situacional a respeito desses problemas e assim, apoiadas em comprovadas estratégias de prevenção e tratamento, após o rápido reconhecimento das mesmas, a Medicina Operativa regule a atuação dos profissionais de saúde e socorristas, nos diversos meios e forças empregadas em operações e exercícios e contribua também na proteção dos militares durante a defesa da Amazônia Azul.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Estado-Maior da Armada. Doutrina Básica da Marinha. EMA-305. Rev 2. Brasília: Marinha do Brasil; 2014. p. 1-5.
2. Brasil. Diretoria Geral de Pessoal da Marinha. Apoio de Saúde nas Operações Navais – DGPM 405 Rev 3. Rio de Janeiro: Diretoria Geral de Pessoal da Marinha; 2014.
3. Grupo Previne - Segurança e Medicina do Trabalho. Temperaturas extremas [Internet]. São Paulo: Grupo Previne; [2015?]. Disponível em: <http://www.grupoprevine.com.br/l-37.asp>
4. Lamberts R. Conforto e stress térmico [Internet]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2011 [acesso em 23 mar. 2015]. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br>
5. Frota AB, Schiffer SR. Manual de conforto térmico – 5ª ed. São Paulo: Studio Nobel; 2001. p. 19
6. Guyton AC, Hall JE. Tratado de fisiologia médica. 11ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2006.
7. Porto CC, Porto AL. Semiologia médica. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2009. p. 135-41.
8. Menezes FS, Xavier AAP, Kovaleski JL. Avaliação do estresse térmico em trabalhadores a partir da taxa metabólica: uma revisão de literatura. – In: [Anais do] 4. Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção; 3-5 dez. 2014; Ponta Grossa, PR. [Ponta Grossa: APREPRO; 2014].
9. Alonso J, Callejón-Ferre A, Carreño-Ortega A, Sánchez-Hermosilla J. apud Soares AL. Análise do efeito do estresse térmico por calor na produtividade de operadores em uma fundição [Internet]. Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2014 [acesso 28 maio 2015]. Disponível em http://repositorio.uffpr.edu.br/jspui/bitstream/1/935/1/PG_PPGE_M_Soares,%20Andr%C3%A9_Luiz_2014.pdf.
10. US Navy. OPNAVINST 5100 - Navy Safety and Occupational Health (SOH) Program Manual for Forces Afloat. 19th ed. Washington: Department of the Navy; 2007.
11. Carter III R, Chevront SN, Williams JO, Kolka MA, Stephenson LA, Sawka MN, et al. Epidemiology of hospitalizations and deaths from heat illness in soldiers [Internet]. Natick: United States Army Research Institute of Environmental Medicine; 2005 [acesso em 9 jan. 2015]. Disponível em: <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA443873>
12. Velez de la Calle JF, Rachou E, Le Martelot MT, Ducot B, Multigner L, Thonneau PF. Male infertility risk factors in a French military population. Hum Reprod. 2001;16(3):481-6.
13. Brown DJA, Brugger H, Boyd J, Paal P. Accidental hypothermia. N Engl J Med. 2012;367(20):1930-8.
14. Tarini VAF, Vilas L, Zanuto R, Silva HCA, Oliveira ASB. Calor, exercício físico e hipertermia: epidemiologia, etiopatogenia, complicações, fatores de risco, intervenções e prevenção. Neuro. 2006 jul/set;14(3):144-52.
15. Bouchama A, Knochel JP. Heat stroke. N Engl J Med. 2002 Jun;346(25):1978-88.
16. US Navy. Naval Safety and Environmental Training Center. Heat stress [Internet]. Norfolk, VA: Naval Safety and Environmental Training Center; 2012 [acesso em 27 maio 2015]. Disponível em: <http://www.public.navy.mil/navsafecen/Documents/safetygouge/SafetyGouge9.pdf>
17. US Navy. Prevention and treatment of heat and cold stress injuries. Technical Manual NEHC-TM-OEM 6260.6A. Norfolk, VA: Navy Environmental Health Center; 2007.
18. PHTLS - Prehospital Trauma Life Support Manual, 6th ed. [St. Louis, MO: Mosby;] 2007. 420-36.
19. U.S. Department of Health and Human Services. Centers for Disease Control and Prevention. Extreme Cold: a prevention guide to promote your personal health and safety [Internet]. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention; [acesso em 2015 maio 29]. Disponível em: <http://emergency.cdc.gov/disasters/winter/pdf/extreme-cold-guide.pdf>.
20. Subirats E. Socorrismo y medicina de urgencias em montaña. Madrid: Desnivel; 2006.
21. Magalhães S, Albuquerque RR, Pinto JC, Moreira AL. Termorregulação: texto de apoio [Internet]. Porto: Faculdade de Medicina da Universidade do Porto; 2011 [acesso em 10 fev. 2015]. Disponível em: <http://www.uff.br/WebQuest/downloads/Termorreg.pdf>.
22. Zafren K, Giesbrecht GG, Danzl DF, Brugger H, Sagalyn EB, Walpoth B, et al. Wilderness Medical Society practice guidelines for the out-of-hospital evaluation and treatment of accidental hypothermia. Wilderness Environ Med. 2014 Dec; 25(4):425-45.
23. Soteras I, Subirats E, Carola C. Atención inmediata a las víctimas de un alud, manual do Curso de Medicina de Montanha – [Espanha: Editor desconhecido]; 2015.
24. Wilderness Medical Society. Wilderness Medical Society practice guidelines for wilderness emergency care. 5a ed. [Guilford, Conn.: Falcon Guide]; 2006.

25. Rivera O. Un breve ensayo sobre el trail running en condiciones invernales (Parte I) [Internet]. 2013 dic [acesso em 28 maio 2015]. Disponível em: <http://os2o.com/blog/un-breve-ensayo-sobre-el-trail-running-en-condiciones-invernales-parte-i/>

26. Chi CF, Shih YC, Chen WL. Effect of cold immersion on grip force, EMG, and thermal discomfort. *Int J Ind Ergon.* 2012;42(1):113-21.

27. Brooks CJ. Survival in cold water: a report prepared for transport Canada [Internet]. Dartmouth: Survival Systems; 2001 [acesso em 27 maio 2015]. Disponível em: http://www.nts.gov/news/events/Documents/2010_Fishing_Vessel_Safety_FRM-Panel5e2-Hiscock.pdf.

28. US Navy. Manual of preventive medicine. Navmed P-5010-3.

Rev 2. Washington: Department of the Navy; 2009.

29. US Navy. Naval Safety Center. Acquisition safety: heat stress [Internet]. Norfolk, VA: Naval Safety Center; [20--] [acesso em 27 maio 2015]. Disponível em: http://www.public.navy.mil/navsafecen/Pages/acquisition/heat_stress.aspx#common.

30. Castellani JW, Young AJ. Health and performance challenges during sports training and competition in cold weather. *Br J Sport Med.* 2012;46(11):788-91.

Como citar este artigo: Luz HS, Zucolotto P, Quineper JN. Síndromes térmicas com fator de risco para os militares da Marinha do Brasil. *Arq Bras Med Naval.* 2015 jan/dez;76(1):84-89.

THERMAL SYNDROMES AS A RISK FACTOR FOR THE MILITARY OF THE BRAZILIAN NAVY

Received on 9/10/2015

Accepted for publication on 9/23/2015

CC (Md) Hemerson dos Santos Luz¹

1°Ten (Md) Patrícia Zucolotto²

1°Ten (Md) Juliano Nunes Quineper³

ABSTRACT

The Brazilian Navy is active in different geographic locations in Brazil and abroad, either by making real missions or rigorous physical training, which frequently occurs, requiring a high degree of physical and psychological healthiness, especially regarding the exposure of the employed crew to large amplitudes temperature during activities. Even man being a homeothermic animal and capable of maintaining body temperature within a predetermined range in an environment with temperature variations, can develop thermal stress conditions when exposed to environmental extremes in temperature. In operational activities of the BN, the important thermal diseases are hyperthermia, hypothermia and immersion in cold water. The consequences of these changes may result from a simple physical discomfort to severe injury with sequelae, resulting in lethal outcome. This paper reviews the literature covering manuals, articles, books and sites of the World Wide Web on the topic by emphasizing the clinical manifestations and treatment of Thermal Diseases. It aims to serve as a source of information, especially for health professionals employed in the operating means on the potential risk of physical impairment of exposed military and the impact on routine or operational activities of the BN.

Keywords: *Hyperthermia; Hypothermia*

INTRODUCTION

The Brazilian Navy (BN) is present throughout the country, with an increasing presence on the international scene, as currently seen in operations in Lebanon, Haiti, Namibia, and Antarctica, among others, confirming the projection of the force in the international context. The BN is also active in different operating environments such as the Navy, the Riverside, the Glacial and the Earthly.^{1,2}

Considering the diversity of geographies, areas of operation and the variety of means employed, it often occurs exposure of their crew to adverse weather conditions, with extreme temperatures or major temperature variations, during the execution of operational activities.

Body temperature will be influenced by two distinct factors: environmental (humidity, radiant heat and wind speed) and individual (age, weight, physical condition, clothing and comorbidities).³

The thermal stress can be regarded as the psychophysiological state in which a person is submitted, when exposed to environmental extremes of cold and heat.⁴

The main discussed thermal diseases, related to manifestations and treatment approaches, are hyperthermia, hypothermia and the impact of immersion in cold water.

Despite the peculiarities of each type of operation and environmental influence on the military, proper recognition of the temperature effects on the body, as well as therapeutic approaches for each situation, aims to contribute to maintenance of physical and mental healthiness of employed crews.

Thus, the paper is intended to promote discussion on this topic, based on scientific procedures, and identify the influence of temperature on the performance of the crew of the various means of the Squadron and the Marine Corps, in specific military activities, as well as contribute to the development of standards and protocols for use by health professionals in shares of Operative Medicine.

¹ Doctor. International Mountain Medicine Certificate. In charge of the Medical Center of the Technical Division of Marine Operations.

² Doctor. Assistant of the Division of Operational Medicine Center of Marine Operations, Orthopaedist and Traumatologist.

³ Doctor. Certificate in Advanced Wilderness Life Support. In charge of the Comandante Ferraz Antarctic Station Infirmary.

METHOD

This article is methodological basis non-systematic literature review of manuals, articles, books and websites of the World Wide Web, in order to identify the main Thermal Diseases with the potential to affect the military of BN in professional activities, and thus compromise combat capability, causing casualties or accidents in operations, maneuvers and exercises as well as summarize the main appropriate therapeutic procedures for each situation by serving as a source of information for health professionals on the operating means.

RESULTS

Man as a homeothermic animal has the ability to maintain body temperature within a predetermined range despite variations in the thermal environment. This temperature is around 37°C order, with very narrow limits – between 36.1 and 37.2°C –, 32°C being the lower limit and 42°C as the maximum limit for life support as seen in Figure 1.⁵

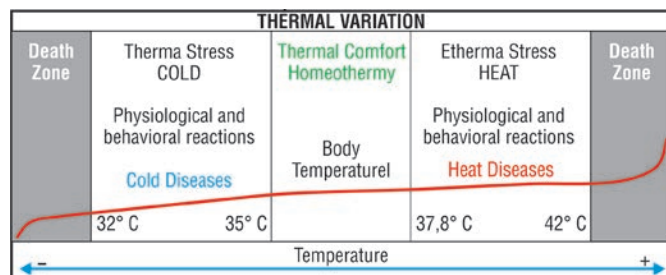


Figure 1: Body Temperature response according to the variation of environmental temperature.

The body temperature control (36° to 37.5°C) is performed by a neural feedback system and almost all of these mechanisms operate through regulatory temperature centers in the hypothalamus.⁶

The metabolism and the activities performed by the human being generate heat. The body has heat dissipation mechanisms as a regulatory mechanism. Figure 2 shows the mechanisms of heat exchange. When there is overloading of exchange mechanisms, there is a great work from the physiological point of view to keep the internal temperature controlled, it is said, then, that it is in discomfort or thermal stress.⁷⁻⁸

The thermal stress corresponds to the state in which the physiological and psychological systems are affected by ambient temperature, when it is in extreme levels. Effects such as irritability, aggression, distraction, discomfort due to sweating, tremors, and changes in heart rate, cause negative effects on workers' health and can cause death.⁹

For the US Navy, the heat stress is any combination of air temperature, thermal radiation, humidity, air flow, workload and health conditions which interfere with the regulation of body temperature.¹⁰

In a study conducted between military belonging to the US army, hospitalized due to heat diseases, covering the period between 1980 and 2002, a total of 5,246 hospitalizations was found, with a total of 37 deaths.¹¹

Velez et al. conducted a study among military population in France who worked on submarines and in hot environments, and concluded that exposure to high temperatures is a risk factor for infertility.¹²

Hyperthermia or heatstroke is characterized by a drastic increase

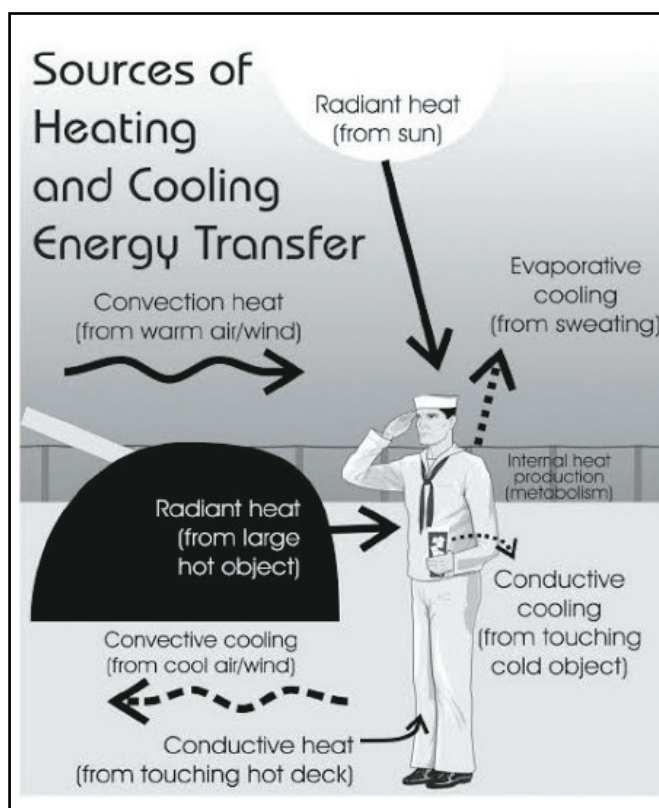


Figure 2: Heat exchange mechanisms.²⁸

in core body temperature above 40 ° C, being the most severe manifestation of syndromes. It occurs by failure of heat dissipation mechanisms, unlike fever where there is a failure of the hypothalamic regulation. It causes damage to body tissues, the commitment of multiple organs and disseminated intravascular coagulation due to a systemic inflammatory response.¹³⁻¹⁵ Table 1 shows the main manifestations of heat-related illnesses.

The exertional heat stroke can develop within hours in athletes or anyone who conducts activities involving intense physical activities.¹⁶

The purpose of treatment is cooling the body while maintaining

Table 1: Symptoms related to body temperature.

Central temperature	Signs and symptoms
38,3 ° C	The body dissipate heat as rapidly as possible to the perspiration, but due to peripheral vasodilatation the skin becomes red and warm to the touch tachycardia and hypotension mark the beginning of heat exhaustion
38,8 ° C	Dizziness, nausea, dyspnea, headache, syncope, Dry Skin Failure of cooling systems
> 39,4 ° C	Asthenia, Vomiting, Headache It is a medical emergency
> 40 ° C	Confusion, dehydration Seizures may occur
> 40,5 ° C	Delirium and parts fail
> 41 ° C	Convulsion
> 41,5 ° C	Coma
> 42,2 ° C	death

Source: <http://www.public.navy.mil/navsafecen/Documents/safety-gouge/SafetyGouge.pdf>

the target temperature of 38.9°C. The garments should be removed for cooling of the skin and the use of fans to provide air circulation. To prevent the reheating is utilized an aggressive therapy immersion in ice water for 2 minutes. The application of cold compresses or reusable ice in large areas of the body circulation is an alternative to the immersion.¹⁷

The patient should be removed to a cool place, placed in a reclining position and realized the hydric reposition by oral or intravenous form, depending on the clinical conditions.¹⁸ Table 2 shows the main conduits in cases of Hyperthermia.

Table 2: The therapeutic approach in the case of heat disease.

Cooling Type	Description
External cooling techniques Cooling Methods evaporative (safer)	Cover with wet towels and ventilate Strip the individual and wet with warm water and then ventilate with large fans
Immersion Methods (complicated due to vasoconstriction)	Bags of ice between the armpits, groin and neck; Cover the entire body with ice; Cover with cold blanket
Technical internal cooling (may cause water intoxication)	Cold peritoneal lavage; Cold gastric lavage; cardiopulmonary bypass

Source: Sabirats, 2006.

In relation to cold, when there is exposure to low temperatures, heat loss occurs faster than the body's ability to produce it. If the body stays in this situation for a long time, it will use the energy stored and inevitably will occur hypothermia.¹⁹

Hypothermia is a decrease in body core temperature to a level where muscle and brain functions no longer work properly.²⁰

The reduction of body temperature triggers, by the action of the hypothalamus, heat generation mechanisms as muscle thermogenesis and release of catecholamines.²¹

Hypothermia can be classified clinically based on signs and symptoms with the use of Swiss classification system, seen in Table 3. It has the great advantage of being applied even without measuring the core body temperature, as it is usually the case outside the hospital environment. A limitation of this system is that individuals may vary in physiological response to hypothermia, therefore, the presence of chills should be considered as the first stage of it.^{6, 22}

Table 3: Swiss Classification of hypothermia.

Hypothermia	Temperature ° C	Victim condition
Stage I	35 -32	Conscious, with chills.
Stage II	32 - 28	Decreased level of consciousness, without chills
Stage III	28 - 24	Unconscious
Stage IV	24 - 15	apparent death
Stage V	< 15	Freezing signals (rib cage) death.

Source: Soteras - International Course in Mountain Medicine, 2015.

The management of patients with some degree of hypothermia is based on Basic Life Support. If necessary to prevent further loss of heat, wet or damp clothing should always be removed to protect victim

from the ground and wind, then start the reheating. The sudden movements in the management of patients may precipitate cardiac arrhythmias and should be avoided.²³

The initial procedure consists of removing the victim into a warm place or shelter, remove wet clothes and firstly heat the center of the body, the chest, neck and groin, without forgetting the head. One can use an electric blanket if available, or even direct contact with others, keeping layered blankets, clothing, towels and sheets. Hot beverages can help increase the body temperature, but alcohol should not be used, nor offered to an unconscious person.²⁰

A hypothermic victim, apparently without pulse and respiration, by no means a victim in death. The absence of pulse should be checked carefully for more than 60 seconds³¹ and does not mean that chest compressions have to be made as the condition may be caused by hypothermia itself and it normally results in increased stiffness of tissues associated with an extremely low heart rate. Under these conditions, the cardiac massage may also cause Ventricular Fibrillation.^{13, 24}

The cold affects the working capacity of the muscles. Considering that the efficiency is the ratio of mechanical work and energy consumption, in terms of biomechanics, in the cold, humans have a 10-25 % efficiency, which means that between 75-90 % of the energy, from adenosine triphosphate molecules (ATP), is wasted to heat.²⁵

In stresses associated with cold, the human body tends to look for energy conservation. There is peripheral vasoconstriction in order to reduce thermal convection in the skin which reduces heat loss. It also occurs piloerection and the onset of shivering to generate heat for muscular work. The heart rate and breathing are also reduced.²⁶

Hypothermic victims should be smoothly moved, as the sudden movements could precipitate the collapse of the core temperature and trigger Ventricular Fibrillation by contact of the heart with blood at low temperature. The Ringer Lactate should not be used due to the inability of the hypothermic liver to metabolize lactate, then, use warm saline solution between 38° to 45°C for intravenous use.²⁰

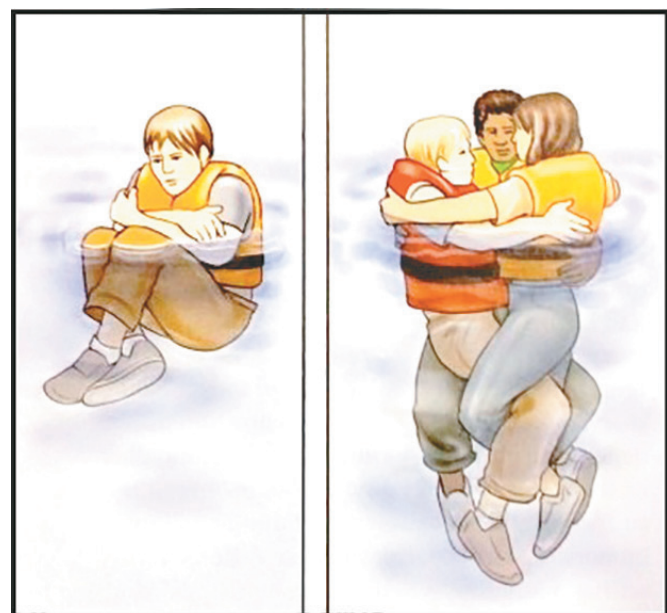


Figure 3: positions known as HELP (Heat Escape Lessening Position) and Huddle for one or more people, respectively.¹⁸

With regard to the immersion in cold water, this being considered a good conductor of heat, it will cause the body's heat loss by conduction, without ignoring the loss by convection.²⁷

Figure 3 shows the positions known as HELP (Heat Escape Lessening Position) and Huddle for one or more persons respectively. Both are for remaining in cold water, being able to extend the survival time up for hours to reduce the loss of heat to the water, but they are dependent on life-saving devices. The survival time will be influenced, besides the water temperature, by other factors such as age, sex, body composition, physical fitness and nutritional status, among others.¹⁸

In immersion, hypothermia begins to manifest when the water temperature is below 25°C. The estimated survival time in cold water is shown in Table 4, considering the use of a flotation device. The cold disease by immersion can occur regardless of the ambient temperature, either in hot or cold climates, especially in trauma victims.^{20, 22} The thermal cold stress is most pronounced in the case of immersion, even when exposure is the same as the ground temperature.¹⁷

Table 4 - Approximate time of survival in cold water.

Water Temperature	Survival Time
0 °C	10 minutes
5 °C	30 minutes
10 °C	1,5 hours
15 °C	6 hours

Source: Sabirats, 2006.

In cases where the rescue cannot occur in the first 10 to 20 minutes, it may cause loss of strength in hands and its tactile ability, further decreasing the victim's possibilities to perform self-rescue actions.²⁷

When there is a need to occur immersion in cold water, it should be done slowly and progressively, seeking to keep the head above water, controlled breathing and avoid panic, because excessive movements in the water increase the loss of heat.²³

DISCUSSION

The study of different thermal syndromes should occupy a prominent place in the context of Operational Medicine in BN, given their impact on the ability of combat forces. Heat and cold can affect the preparation and performance of the military, causing major impact on military operations.¹⁷

The military is more likely to heat disorders, because the situations of combat or training and uniform with its accessories can increase heat stress and change the compensatory behaviors, such as seeking shade, rest and drink more water.

Exposure to heat increases fatigue and decreases the comfort, productivity, efficiency and readiness capacity of the combatant, including vehicle operating capacity, as these conditions may significantly affect mental alertness, even before changing the ability to performing manual tasks.²⁸⁻²⁹

However, the human body is more susceptible to thermal stress by cold because the physiological responses to low temperatures are less efficient than their own against exposure to heat.³⁰

Hypothermic victim can be approached and treated more efficiently if the rescuer or health professional has the sense in which level the

victim is already. To this end, the Swiss scale, shown above in Table 3, facilitates the correct classification of the patient even if there is no access to thermometers at the time of rescue.

On several occasions, the internal environment of surface assets can also present determinants variations to thermal stress, such as the Engine Room, with its high temperatures, or in the Operation and Combat Center (OCC), which requires low temperatures to prevent failure of their systems and electronic equipment. In these settings, the military are likely to develop frameworks of thermal stress.

Thus, through this literature review, it is possible to verify that the thermal diseases can easily be present in the day-to-day activity of the BN military, in different ways and settings in which they operate. Emphasizing the importance of service protocols and materials to an appropriate medical response in these situations, reduce the disastrous consequences that may happen sometime.

CONCLUSION

Thermal diseases are a reality in operational activities of the BN and this premise suggests that the first responders, i.e. military who are not of health sector and health professionals, should be aware of several environmental factors, weather, equipment, uniforms and physical condition of the crew in various operating means, employed in operations and exercises, maintaining considerable degree of exposure to risks related to heat or cold syndromes.

For Operational Medicine, diseases related to temperature are of great importance, both for might interfere with the combat capability of the forces and the means employed as the damage that can cause to affected military.

The correct recognition and the appropriate therapeutic procedures depend on protocols and specific materials that can dramatically change the prognosis when being approached by first responders and properly trained health professionals. Therefore, it is up to the Operational Medicine study the issue and regulate the actions of first responders and health professionals on board by applying protocols and standardization of equipment for the treatment of these diseases.

Until now, there is no statistical incidence of these thermal syndromes within the BN. So, further studies should be developed in order to enhance the situational awareness of these problems, and thereby supported by proven strategies for prevention and treatment, after the rapid recognition of them, the Operational Medicine regulates the work of health professionals and first responders in various means and forces employed in operations and exercises, also contributing to the protection of the military during the defense of the Blue Amazon.

REFERENCES

1. Brasil. Estado-Maior da Armada. Doutrina Básica da Marinha. EMA-305. Rev 2. Brasília: Marinha do Brasil; 2014. p. 1-5.
2. Brasil. Diretoria Geral de Pessoal da Marinha. Apoio de Saúde nas Operações Navais – DGPM 405 Rev 3. Rio de Janeiro: Diretoria Geral de Pessoal da Marinha; 2014.
3. Grupo Previne - Segurança e Medicina do Trabalho. Temperaturas extremas [Internet]. São Paulo: Grupo Previne; [2015?] [acesso em 9 jul. 2015]. Disponível em: <http://www.grupoprevine.com.br/l-37.asp>
4. Lamberts R. Conforto e stress térmico [Internet]. Florianópolis:

Universidade Federal de Santa Catarina; 2011 [acesso em 23 mar. 2015]. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br>

5. Frota AB, Schiffer SR. Manual de conforto térmico – 5ª ed. São Paulo: Studio Nobel; 2001. p. 19

6. Guyton AC, Hall JE. Tratado de fisiologia médica. 11ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2006.

7. Porto CC, Porto AL. Semiologia médica. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2009. p. 135-41.

8. Menezes FS, Xavier AAP, Kovaleski JL. Avaliação do estresse térmico em trabalhadores a partir da taxa metabólica: uma revisão de literatura. – In: [Anais do] 4. Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção; 3-5 dez. 2014; Ponta Grossa, PR. [Ponta Grossa: APRE-PRO; 2014].

9. Alonso J, Callejón-Ferre A, Carreño-Ortega A, Sánchez-Hermosilla J. apud Soares AL. Análise do efeito do estresse térmico por calor na produtividade de operadores em uma fundição [Internet]. Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2014 [acesso 28 maio 2015]. Disponível em http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/935/1/PG_PPGEP_M_Soares,%20Andr%C3%A9_Luiz_2014.pdf

10. US Navy. OPNAVINST 5100 - Navy Safety and Occupational Health (SOH) Program Manual for Forces Afloat. 19th ed. Washington: Department of the Navy; 2007.

11. Carter III R, Cheuvront SN, Williams JO, Kolka MA, Stephenson LA, Sawka MN, et al. Epidemiology of hospitalizations and deaths from heat illness in soldiers [Internet]. Natick: United States Army Research Institute of Environmental Medicine; 2005 [acesso em 9 jan. 2015]. Disponível em: <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA443873>

12. Velez de la Calle JF, Rachou E, Le Martelot MT, Ducot B, Multigner L, Thonneau PF. Male infertility risk factors in a French military population. Hum Reprod. 2001;16(3):481-6.

13. Brown DJA, Brugger H, Boyd J, Paal P. Accidental hypothermia. N Engl J Med. 2012;367(20):1930-8.

14. Tarini VAF, Vilas L, Zanuto R, Silva HCA, Oliveira ASB. Calor, exercício físico e hipertermia: epidemiologia, etiopatogenia, complicações, fatores de risco, intervenções e prevenção. Neuro. 2006 jul/set;14(3):144-52.

15. Bouchama A, Knochel JP. Heat stroke. N Engl J Med. 2002 Jun;346(25):1978-88.

16. US Navy. Naval Safety and Environmental Training Center. Heat stress [Internet]. Norfolk, VA: Naval Safety and Environmental Training Center; 2012 [acesso em 27 maio 2015]. Disponível em: <http://www.public.navy.mil/navsafecen/Documents/safetygouge/SafetyGouge9.pdf>

17. US Navy. Prevention and treatment of heat and cold stress injuries. Technical Manual NEHC-TM-OEM 6260.6A. Norfolk, VA: Navy Environmental Health Center; 2007.

18. PHTLS - Prehospital Trauma Life Support Manual, 6th ed. [St. Louis, MO: Mosby;] 2007. 420-36.

19. U.S. Department of Health and Human Services. Centers for Disease Control and Prevention. Extreme Cold: a prevention guide to promote your personal health and safety [Internet]. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention; [acesso em 2015 maio 29]. Disponível em: <http://emergency.cdc.gov/disasters/winter/pdf/extreme-cold-guide.pdf>

20. Subirats E. Socorrismo y medicina de urgencias em montaña. Madrid: Desnivel; 2006.

21. Magalhães S, Albuquerque RR, Pinto JC, Moreira AL. Termorregulação: texto de apoio [Internet]. Porto: Faculdade de Medicina da Universidade do Porto; 2011 [acesso em 10 fev. 2015]. Disponível em: <http://www.uff.br/WebQuest/downloads/Termorreg.pdf>

22. Zafren K, Giesbrecht GG, Danzl DF, Brugger H, Sagalyn EB, Walpoth B, et al. Wilderness Medical Society practice guidelines for the out-of-hospital evaluation and treatment of accidental hypothermia. Wilderness Environ Med. 2014 Dec; 25(4):425-45.

23. Soteras I, Subirats E, Carola C. Atención inmediata a las víctimas de un alud, manual do Curso de Medicina de Montanha – [Espanha: Editor desconhecido]; 2015.

24. Wilderness Medical Society. Wilderness Medical Society practice guidelines for wilderness emergency care. 5a ed. [Guilford, Conn.: Falcon Guide]; 2006.

25. Rivera O. Un breve ensayo sobre el trail running en condiciones invernales (Parte I) [Internet]. 2013 dic [acesso em 28 maio 2015]. Disponível em: <http://os2o.com/blog/un-breve-ensayo-sobre-el-trail-running-en-condiciones-invernales-parte-i/>

26. Chi CF, Shih YC, Chen WL. Effect of cold immersion on grip force, EMG, and thermal discomfort. Int J Ind Ergon. 2012;42(1):113-21.

27. Brooks CJ. Survival in cold water: a report prepared for transport Canada [Internet]. Dartmouth: Survival Systems; 2001 [acesso em 27 maio 2015]. Disponível em: http://www.nts.gov/news/events/Documents/2010_Fishing_Vessel_Safety_FRM-Panel5e2-Hiscock.pdf.

28. US Navy. Manual of preventive medicine. Navmed P-5010-3. Rev 2. Washington: Department of the Navy; 2009.

29. US Navy. Naval Safety Center. Acquisition safety: heat stress [Internet]. Norfolk, VA: Naval Safety Center; [20--] [acesso em 27 maio 2015]. Disponível em: http://www.public.navy.mil/navsafecen/Pages/acquisition/heat_stress.aspx#common.

30. Castellani JW, Young AJ. Health and performance challenges during sports training and competition in cold weather. Br J Sport Med. 2012;46(11):788-91.

How to cite this article: Luz HS, Zucolotto P, Quineper JN. Heat syndromes as a risk factor for Brazilian military Navy. Arq Bras Med Naval. 2015 Jan/Dez;76(1):90-94.