

## Factores Condicionantes da Tolerância ao Calor Conditioning Factors of Heat Tolerance

Guedes, J. C.<sup>a</sup>; Baptista, J. dos Santos<sup>b</sup>; Diogo, M. Tato<sup>c</sup>  
CIGAR/FEUP, R. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto PORTUGAL,  
<sup>a</sup>jccg@fe.up.pt; <sup>b</sup>jsbap@fe.up.pt; <sup>c</sup>tatodiogo@fe.up.pt

### RESUMO

A permanência em ambientes quentes, é frequente em vários tipos de actividades económicas e tem implicações na saúde das pessoas expostas. Ao contrário dos ambientes extremos frios, os quais criam situações que podem ser resolvidas com medidas de protecção individual, os ambientes extremos quentes, de uma forma geral, apenas podem ser evitados com medidas de protecção colectiva. Quando a essa permanência acresce a necessidade de exercer actividade física, os riscos de saúde são seriamente agravados. O presente artigo pretende mapear a evolução científica que consegue responder às questões da tolerância a ambientes quentes numa perspectiva integrada por forma a identificar áreas inexploradas. Pretende também reunir informação sobre a determinação de tendências, valores limite, e validação dos mesmos. A pesquisa bibliográfica foi realizada através da combinação de um conjunto de palavras chave definido. Os resultados foram agrupados e seleccionados apenas os artigos que se apresentassem relevantes e de elevado rigor científico. Os factores individuais apresentam influência significativa na tolerância ao calor. Da pesquisa resulta que: a idade avançada, reduzida capacidade aeróbica, elevada quantidade de tecido adiposo, sexo feminino com massa corporal reduzida, alimentação deficiente e uso recorrente de fármacos, existência de doenças crónicas e enfermidades no geral contribuem para a redução da capacidade de tolerância ao calor.

**Palavras-chave:** ambientes quentes, tolerância ao calor; saúde humana, termorregulação

### ABSTRACT

To dwell in hot thermal environments is common in several types of economic activities and carries consequences to the exposed persons' health. Opposed to extreme cold thermal environments, which create situations that can be solved resorting to personal protective measures, extreme hot environments, in a general manner, can only be avoided through collective protection measures. When besides dwelling, there is need of physical activity, health risks are seriously jeopardized. This paper intends to chart the scientific evolution that is able to respond to the questions related to tolerance in hot environments, in an integrated way to allow unstudied areas to be identified. It also intends to gather information regarding tendencies, exposure limit values determination and validation. Bibliography research was carried out using a set of keywords previously defined. The results were grouped and only relevant papers and of high scientific rigor were selected. Individual factors have significant influence in heat tolerance. From research it can determined that: advanced age, reduced aerobic capacity, high quantity of adipose tissue, low body mass women, malnutrition and substance abuse, chronic illness and diseases in general contribute to reduce heat tolerance capacity.

**Keywords:** hot environments, heat tolerance, human health, thermoregulation

### 1. INTRODUÇÃO

O clima tem uma importante influência no bem-estar e saúde humana. Entre os principais grupos de risco que sofrem particularmente com o calor encontram-se as crianças, os idosos, principalmente os portadores de doenças crónicas, as grávidas, pessoas que vivem em situação de pobreza ou de baixo estatuto socioeconómico, e os trabalhadores que executam tarefas ao ar-livre (construção, agricultura, pescas, indústrias como siderurgia, vidreira, mineira, têxtil, ) (Balbus and Malina 2009). Diversos estudos relatam as consequências do aumento de temperaturas (Havenith 2005; Bouchama, Dehbi et al. 2007; O'Neill, Carter et al. 2009). Alguns exemplos são elucidativos da gravidade deste problema, em Portugal, apenas no verão de 1981, há a morte registada de 1900 pessoas (ANPC 2010). Em 1987, no mês de Julho, duplicou o número normal de mortes na Grécia (Matzarakis and Mayer 1991). Mais a Norte, em Toronto, nos verões das últimas 5 décadas o número médio de mortes anuais durante o período quente foi de 120 (Pengelly, Campbell et al. 2007). No sul da Europa, apenas no verão de 2003, faleceram prematuramente mais de 70,000 pessoas devido ao calor (Robine, Cheung et al. 2008; 2009). Além disso, também o risco de morte é tanto maior quanto mais prolongada for a condição climática (Pengelly, Campbell et al. 2007). Perante estes dados não se pode duvidar de que a exposição ao calor produz stress ao organismo, que em alguns casos chega a conduzir à morte. Mas antes do aumento da mortalidade ocorre um aumento da morbidade, cujos valores não foram contabilizados nos estudos anteriormente citados. Dados compilados por autores que se têm dedicado ao problema referem aumentos significativos no número de internamentos. Conseguir apontar exactamente os factores que condicionam a termorregulação e perceber como estes se relacionam é um importante passo a dar na determinação da capacidade individual de tolerar o calor. Os métodos de determinação de conforto e stress dedicam-se a avaliar a sensação térmica, independentemente dos restantes factores, e os indicadores fisiológicos de stress, são apenas indicadores individuais, não reflectindo as condicionantes globais.

### 2. METODOLOGIA DE PESQUISA

A pesquisa foi realizada tendo por base a definição do problema conforme descrito na introdução. A Figura 1 pretende mostrar a organização dos conceitos, já agrupados, que traduzem o problema e apresenta a maior parte das palavras-chave cuja combinação gerou os resultados de pesquisa que estão na base dos resultados apresentados.

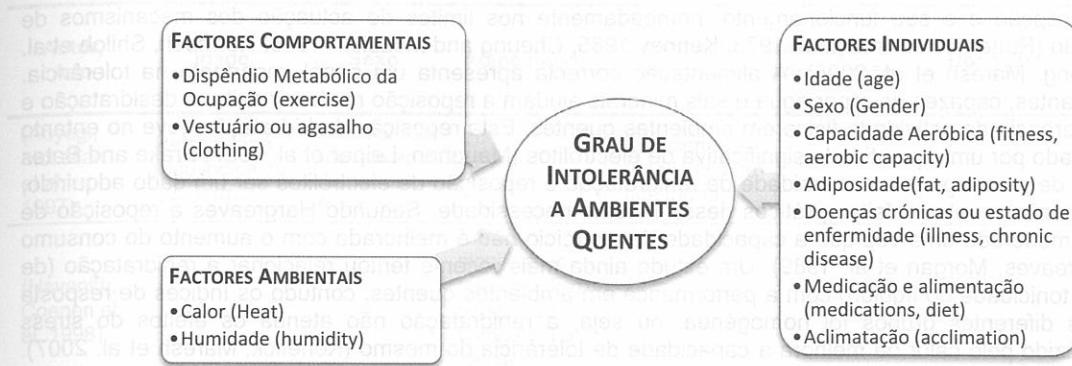


Figura 1- Organização das palavras-chave da pesquisa.

No sentido de restringir os resultados ao âmbito específico um dos termos “*health effects*”, “*human health*” ou “*human heat tolerance*” estiveram sempre presentes em cada pesquisa.

O conjunto de termos foi pesquisado em todos os campos de pesquisa disponíveis (*title*, *abstract*, *key-words*, etc.), apenas se restringia a um campo quando o número de resultados de cada busca era demasiado grande para análise. De todos os resultados apenas foram considerados aqueles que se apresentaram válidos pelo rigor científico evidenciado e cujos dados/observações se mostravam devidamente sustentados ou validados.

Utilizou-se o programa *End Note* para proceder à pesquisa sistemática recorrendo a dois motores de busca principais: *PubMed* (NML) e *Web of Science*. Os resultados foram organizados consoante a combinação da procura e respectivo tópico de afinação. A selecção e triagem de artigos científicos foi feita mediante a informação apresentada no resumo, salvo os casos em que o artigo fornecia informação mais detalhada relativamente ao objectivo do problema exposto.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características individuais desempenham um papel importante na tolerância ao calor, no entanto quando a produção de calor é moderada e a perda de calor não é limitada, os parâmetros individuais não são tão influentes (Havenith, Coenen et al. 1998). A tabela 1 resume algumas das principais linhas de investigação que têm vindo a ser desenvolvidas desde 1980.

O tecido gordo tem uma capacidade reduzida de reter calor pelo que indivíduos com maior volume de gordura corporal são menos resistentes (Cheung, McLellan et al. 2000). No entanto Havenith (1998) dois anos antes refere que o elevado fluxo sanguíneo do tecido compensava a capacidade calorífica do mesmo, razão pela qual a experiência por ele realizada não apresentava diferenças significativas entre os grupos (Havenith, Coenen et al. 1998; Havenith 2005).

A idade também de si gera alguma controvérsia. Os primeiros artigos e experiências datam de 1972 e relacionam-se com o trabalho. Alguns estudos baseados em relações estatísticas mostram que a idade está fortemente relacionada com a tolerância ao calor (Havenith, Coenen et al. 1998; Havenith 2005), no entanto outros estudos defendem que estas diferenças podem ser explicadas devido a outros parâmetros que não o envelhecimento: como a pré-existência de doenças crónicas, ou tendência para aumentar a quantidade de gordura com a idade, perda de capacidade física (Pandolf 1991; Pandolf 1997). Contrastando com estas observações o estudo de Inoue em 1999 demonstrou que a aclimatação não ocorre da mesma forma com o avanço da idade no que diz respeito à taxa de sudação (Inoue, Havenith et al. 1999). Em 2001 Kenny atende ao facto de que idosos em boa condição física e saudáveis, conseguem mesmo acima dos 65 anos de idade apresentar a mesma temperatura interna corporal e a mesma resposta ao calor que um jovem de 30 anos de idade, apesar de a circulação cutânea ser 30 a 50% inferior. Esta adaptação do organismo com a idade mostra que, na presença de calor, o principal problema que a idade traz não é relativo à homeostase térmica mas a homeostase cardiovascular (relativa à redistribuição sanguínea). A idade avançada apresenta-se, ainda assim, com principal indicador da morbidade e da mortalidade relacionada com o calor (Havenith 2005).

É de unânime opinião que o sexo feminino apresenta menor resistência ao calor (McLellan 1998; Cheung, McLellan et al. 2000). Uma das razões apresentadas relaciona-se com a composição e tamanho do corpo. As mulheres são geralmente mais pequenas, ou seja, apresentam menos massa, e a composição corporal tem, regra geral, maior teor de gordura (McLellan 1998). Por outro lado, o ciclo menstrual feminino influencia a reacção do corpo na fase folicular, diminuindo a tolerância ao calor (Cheung, McLellan et al. 2000).

Capacidade aeróbica é descrita como um factor de vantagem na tolerância ao calor. Indivíduos que possuem treino apresentam já cerca de 50% das adaptações necessárias na resposta ao calor (diminuição da frequência cardíaca, vantagem de circulação cardiovascular, aumento da taxa de sudação e diminuição do teor salino) (Pandolf 1979). A aclimatação apresenta, também, um papel importante na tolerância ao calor, no entanto uma aclimatação de curto prazo tem impacto menor na tolerância ao calor do que o desenvolvimento de capacidade aeróbica de longo curso (Cheung and McLellan 1998). A importância da forma física é mais uma vez valorizada por Havenith que à semelhança da idade aponta este parâmetro como um indicador primordial na determinação da tolerância (Havenith 2005).

As substâncias químicas a que estamos sujeitos no nosso organismo interferem com a fisiologia da resposta ao calor. Por substâncias químicas pode entender-se substâncias prescritas medicamentosas e substâncias às que encontramos no nosso dia a dia e fazem parte da alimentação diária, como álcool e cafeína (Kenney 1985; Kellawan, Stuart-Hill et al. 2009). Genericamente podem considerar-se todas as substâncias que interferem com o sistema nervoso central (caso dos contraceptivos hormonais e medicamentos psicotrópicos ou analgésicos)

alteram a percepção e o seu funcionamento, nomeadamente nos limites de actuação dos mecanismos de termorregulação (Rettenmaier and Maak 1973; Kenney 1985; Cheung and McLellan 1998; Hermesh, Shiloh et al. 2000; Armstrong, Maresh et al. 2005). A alimentação correcta apresenta um papel importante na tolerância. Tónicos hidratantes, capazes de repor água e sais minerais ajudam a reposição melhorar evitar a desidratação e melhorar a tolerância de actividade física em ambientes quentes. Esta reposição da hidratação deve no entanto ser acompanhado por uma quantidade significativa de electrólitos (Maughan, Leiper et al. 1997; Brake and Bates 2003). Apesar de para alguns a necessidade de rehidratação e reposição de electrólitos ser um dado adquirido, alguns estudos não revelam efeitos práticos dessa mesma necessidade. Segundo Hargreaves a reposição de sais pode ser moderada uma vez que a capacidade de exercício não é melhorada com o aumento do consumo de sais (Hargreaves, Morgan et al. 1989). Um estudo ainda mais recente tentou relacionar a rehidratação (de acordo com a tonicidade do líquido) com a performance em ambientes quentes, contudo os índices de resposta fisiológica dos diferentes grupos foi homogénea, ou seja, a rehidratação não atenua os efeitos do stress fisiológico induzido pelo calor ou melhora a capacidade de tolerância do mesmo (Kenefick, Maresh et al. 2007). Muito importante é também uma alimentação rica em carbohidratos e proteínas melhora a capacidade aeróbica e ajuda à eficiência dos mecanismos de termorregulação (Okazaki, Goto et al. 2009).

Sabe-se que todas as doenças que estejam relacionadas com os mecanismos de termorregulação interferem directamente com a capacidade de tolerância, contudo não foram encontrados estudos dedicados a aprofundar estes factos e a sua dimensão, apenas que mencionavam o facto de o factor enfermidade estar relacionado com intolerância (Pandolf 1997). No entanto esta pesquisa fez sobressair dois tipos de casos curiosos. Um relacionado com doenças do foro neurológico que através do tratamento (medicação) e até mesmo pela fisiopatologia têm implicações directas na tolerância ao calor (Hermesh, Shiloh et al. 2000). O outro caso relaciona-se com a intolerância ao calor gerada por indivíduos que sofreram previamente de patologias directamente relacionadas com o calor (como miliaria rubra e golpe de calor). Estes indivíduos mesmo após uma aparente regularização, mantêm-se em estado debilitado por um período longo de tempo, que no caso do golpe de calor chega a atingir os 5 meses de recuperação da plena capacidade de termorregulação (Pandolf, Griffin et al. 1980; Keren, Epstein et al. 1981; Porter 2003; McDermott, Casa et al. 2007; O'Connor, Williams et al. 2007)

#### 4. CONCLUSÕES

É importante em ambiente laboral prever o índice de stress térmico induzido pelo ambiente (avaliado geralmente pelos índices de conforto ou stress ambiente), contudo apenas este cuidado pode ser insuficiente. A tolerância ao calor depende de inúmeros factores nomeadamente a predisposição individual (pontual ou prolongada no tempo) como os apresentados no presente artigo. A exposição ao calor apresenta uma morbilidade e mortalidade real e entre os principais grupos de risco encontram-se trabalhadores. Evitar os ambientes de exposição é por vezes inviável, no entanto controlando quem está sujeito à exposição através sensibilização e formação, e vigiando os indicadores individuais avaliando a aptidão para o trabalho ajuda a evitar cenários mais perturbadores.

Através dos resultados obtidos consegue perceber-se que a preocupação com a higiene dos ambientes quentes tem vindo a ser alvo de estudo desde à várias décadas e tem vindo a estar ligada com a capacidade de desenvolver trabalho ou a necessidade de desenvolver esforço físico em ambientes quentes.

Apesar da precedência destes estudos percebe-se uma lacuna na determinação de valores concretos e mensuráveis sobre os parâmetros (independentes e em conjunto) que ajudam a prever a intolerância a uma exposição e relacionar a tolerância individual com a exposição máxima admitida para cada indivíduo.

Esta conjugação de análises viria a permitir a nível laboral uma nova abordagem na protecção, ainda mais importante na prevenção de risco de exposição a ambientes quentes, através de um novo planeamento de trabalhos, distribuição de tarefas ou até alteração do método de execução das mesmas.

Tabela 1 – Factores Individuais que condicionam a tolerância ao calor.

Autor, Ano	Idade	Sexo	Adiposidade	Capacidade e Aeróbica	Mediação e Alimentação	Doenças	Aclimatação
(Pandolf, Griffin et al. 1980)						Diminuição da tolerância devido a doença prévia (miliaria rubra)	
(Keren, Epstein et al. 1981)						Doenças relacionadas com o calor provocam intolerância temporária (alguns meses)	
(Kenney 1985)	Idade avançada diminui tolerância		Elevada adiposidade diminui tolerância	Reduzida capacidade diminui tolerância	Uso de drogas (prescritas e narcóticos) e consumo de álcool		
(Pandolf 1991)	Sem diferenças significativas (Indivíduos saudáveis e aclimatados)	Sexo feminino menor tolerância	Relacionado (não indica de que forma)	Relacionado (não indica de que forma)		Indivíduos aclimatados apresentam tolerância superior	

Autor, Ano	Idade	Sexo	Adiposidade	Capacidade e Aeróbica	Mediação e Alimentação	Doenças	Aclimatação
(Aoyagi, McLellan et al. 1997)	Relacionado (não indica de que forma)	Relacionado (devido ao ciclo menstrual feminino)		Relacionado (não indica de que forma)			Aclimatação prévia melhora tolerância
(Havenith, Coenen et al. 1998)			Não é significativo (elevado fluxo sanguíneo compensa a resistência do tecido)				
(McLellan 1998)		Sexo feminino menor tolerância (calor específico da adiposidade e maior quantidade de gordura)					
(Inoue, Havenith et al. 1999)	Tolerância diminui com idade (diminuição da taxa de sudação)			Elevada (relacionada capacidade aeróbica com taxa de sudação)			Aclimatação (relacionada com aumento da taxa de sudação)
(Cheung, McLellan et al. 2000)	Relacionado (não indica de que forma)	Relacionado (a adiposidade diminui a tolerância a calor)	Relacionado (treino aeróbico de longo curso ajuda a tolerância)	Uso de contraceptivos ajuda tolerância na fase folicular do ciclo menstrual			Aclimatação não apresenta diferenças significativas na tolerância durante exercício
(Hermesh, Shiloh et al. 2000)				Medicação anti-psicótica diminui resposta ao calor	Esquizofrenia diminui a tolerância		
(Selkirk and McLellan 2001)		Diminui a tolerância ao calor com influência na capacidade de exercício	Elevada (Exaustão atingida a Tc superior em 0,9°C)				Relacionado (não indica de que forma)
(Kenney 2001)	Idade avançada diminui tolerância (diminuição da vasodilatação e menor circulação cutânea)						
(Havenith 2005)	Importante previsor da tolerância	Relacionado (não indica de que forma)	Relacionado (não indica de que forma)	Importante previsor da tolerância			
(Armstrong, Maresh et al. 2005)				Uso de contraceptivos ajuda tolerância e aclimatação			
(Marshall, Ferguson et al. 2006)					Confere tolerância (produção de HSP 72 atinge auge ao final de 6 dias)		
(Taylor 2006)					Aclimatar como forma de prevenir doença devido ao calor		
(Armstrong, Johnson et al. 2010)		Tolerância depende da adiposidade, quanto mais leve o vestuário					
(Magalhães Fde, Amorim et al. 2010)					Adaptação intracelular induz termotolerância (produção intracelular de HSP 72)		

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (2009) "Climate Change - Fact Sheet." European Commission.
- ANPC (2010). Em Portugal Continental. Portal da Autoridade Nacional de Proteção Civil.
- Aoyagi, Y., T. M. McLellan, et al. (1997). "Interactions of physical training and heat acclimation. The thermophysiology of exercising in a hot climate." *Sports Med* 23(3): 173-210.
- Armstrong, L. E., E. C. Johnson, et al. (2010). "The American Football Uniform: Uncompensable Heat Stress and Hyperthermic Exhaustion." *Journal of Athletic Training* 45(2): 117-127.
- Armstrong, L. E., C. M. Maresh, et al. (2005). "Heat acclimation and physical training adaptations of young women using different contraceptive hormones." *Am J Physiol Endocrinol Metab* 288(5): E868-875.
- Balbus, J. M. and C. Malina (2009). "Identifying vulnerable subpopulations for climate change health effects in the United States." *J Occup Environ Med* 51(1): 33-37.
- Bouchama, A., M. Dehbi, et al. (2007). "Prognostic factors in heat wave related deaths: a meta-analysis." *Arch Intern Med* 167(20): 2170-2176.
- Brake, D. J. and G. P. Bates (2003). "Fluid losses and hydration status of industrial workers under thermal stress working extended shifts." *Occup Environ Med* 60(2): 90-96.
- Cheung, S. S. and T. M. McLellan (1998). "Heat acclimation, aerobic fitness, and hydration effects on tolerance during uncompensable heat stress." *J Appl Physiol* 84(5): 1731-1739.
- Cheung, S. S., T. M. McLellan, et al. (2000). "The thermophysiology of uncompensable heat stress. Physiological manipulations and individual characteristics." *Sports Med* 29(5): 329-359.
- Hargreaves, M., T. O. Morgan, et al. (1989). "Exercise tolerance in the heat on low and normal salt intakes." *Clin Sci (Lond)* 76(5): 553-557.
- Havenith, G. (2005). "Temperature regulation, heat balance and climatic stress." *Extreme Weather Events and Public Health Responses*: 69-80
- Havenith, G., J. M. L. Coenen, et al. (1998). "Relevance of individual characteristics for human heat stress response is dependent on exercise intensity and climate type." *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 77(3): 231-241.
- Hermesh, H., R. Shiloh, et al. (2000). "Heat intolerance in patients with chronic schizophrenia maintained with antipsychotic drugs." *Am J Psychiatry* 157(8): 1327-1329.
- Inoue, Y., G. Havenith, et al. (1999). "Exercise- and methylcholine-induced sweating responses in older and younger men: effect of heat acclimation and aerobic fitness." *Int J Biometeorol* 42(4): 210-216.
- Kellawan, J. M., L. A. Stuart-Hill, et al. (2009). "The effects of caffeine during exercise in fire protective ensemble." *Ergonomics* 52(11): 1445-1454.
- Keneffick, R. W., C. M. Maresh, et al. (2007). "Rehydration with fluid of varying tonicities: effects on fluid regulatory hormones and exercise performance in the heat." *J Appl Physiol* 102(5): 1899-1905.
- Kenney, W. L. (1985). "Physiological correlates of heat intolerance." *Sports Med* 2(4): 279-286.
- Kenney, W. L. (2001). "Decreased cutaneous vasoconstriction in hyperthermic older adults: mechanisms and consequences." *Physical Fitness and Health Promotion in Active Aging* 17: 105-114.
- Keren, G., Y. Epstein, et al. (1981). "Temporary heat intolerance in a heatstroke patient." *Aviat Space Environ Med* 52(2): 116-117.
- Magalhaes Fde, C., F. T. Amorim, et al. (2010). "Heat and exercise acclimation increases intracellular levels of Hsp72 and inhibits exercise-induced increase in intracellular and plasma Hsp72 in humans." *Cell Stress Chaperones* 15(6): 885-895.
- Marshall, H. C., R. A. Ferguson, et al. (2006). "Human resting extracellular heat shock protein 72 concentration decreases during the initial adaptation to exercise in a hot, humid environment." *Cell Stress & Chaperones* 11(2): 129-134.
- Matzarakis, A. and H. Mayer (1991). "The Extreme Heat-Wave in Athens in July 1987 from the Point-of-View of Human Biometeorology." *Atmospheric Environment Part B-Urban Atmosphere* 25(2): 203-211.
- Maughan, R. J., J. B. Leiper, et al. (1997). "Factors influencing the restoration of fluid and electrolyte balance after exercise in the heat." *Br J Sports Med* 31(3): 175-182.
- McDermott, B. P., D. J. Casa, et al. (2007). "Recovery and return to activity following exertional heat stroke: considerations for the sports medicine staff." *J Sport Rehabil* 16(3): 163-181.
- McLellan, T. M. (1998). "Sex-related differences in thermoregulatory responses while wearing protective clothing." *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 78(1): 28-37.
- O'Connor, F. G., A. D. Williams, et al. (2007). "Guidelines for return to duty (play) after heat illness: a military perspective." *J Sport Rehabil* 16(3): 227-237.
- O'Neill, M. S., R. Carter, et al. (2009). "Preventing heat-related morbidity and mortality: New approaches in a changing climate." *Maturitas* 64(2): 98-103.
- Okazaki, K., M. Goto, et al. (2009). "Protein and carbohydrate supplementation increases aerobic and thermoregulatory capacities." *J Physiol* 587(Pt 23): 5585-5590.
- Pandolf, K. B. (1979). "Effects of physical training and cardiorespiratory physical fitness on exercise-heat tolerance: recent observations." *Med Sci Sports* 11(1): 60-65.
- Pandolf, K. B. (1991). "Aging and heat tolerance at rest or during work." *Experimental Aging Research* 17(3): 189-204.
- Pandolf, K. B. (1997). "Aging and human heat tolerance." *Experimental Aging Research* 23(1): 69-105.
- Pandolf, K. B., T. B. Griffin, et al. (1980). "Persistence of impaired heat tolerance from artificially induced miliaria rubra." *Am J Physiol* 239(3): R226-232.
- Pengelly, L. D., M. E. Campbell, et al. (2007). "Anatomy of heat waves and mortality in Toronto: lessons for public health protection." *Can J Public Health* 98(5): 364-368.
- Porter, A. M. (2003). "Collapse from exertional heat illness: implications and subsequent decisions." *Mil Med* 168(1): 76-81.
- Rettemaier, G. and G. Maak (1973). "[Acute analgesic effect of 2 combination preparations. Double-blind tests with heat tolerance test]." *Fortschr Med* 91(16): 717-722.
- Robine, J. M., S. L. Cheung, et al. (2008). "Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003." *C R Biol* 331(2): 171-178.
- Selkirk, G. A. and T. M. McLellan (2001). "Influence of aerobic fitness and body fatness on tolerance to uncompensable heat stress." *J Appl Physiol* 91(5): 2055-2063.
- Taylor, N. A. S. (2006). "Challenges to temperature regulation when working in hot environments." *Industrial Health* 44(3): 331-344.