İTFAİYECİLİKTE TERMAL RİSK

Nuray DEMİRALP[1], Ayşe ÜTÜK[2]

[1]Kastamonu Üniversitesi Bozkurt Meslek Yüksekokulu Sivil Savunma ve İtfaiyecilik Programı, Kastamonu / Türkiye

[2]Ankara Üniversitesi Beypazarı Meslek Yüksekokulu Sivil Savunma ve İtfaiyecilik Programı, Ankara / Türkiye

Öz: Yangınla mücadele esnasında itfaiyeciler; ağır iş yükü, yüksek sıcaklık çevre koşullarından kaynaklanan artan metabolik ısı üretimi nedeniyle ısı stresi yaşayabilmektedirler. İtfaiyecilerin kişisel koruyucu giysisi yangın ve diğer tehlikeli durumlara karşı koruma sağlar ve itfaiyecilerin güvenliği için gereklidir. Ancak, ısı kaybını kısıtlayan nispeten düşük geçirgenlik ve yüksek yalıtım sağlayan ağır, kalın ve çok katmanlıdır. Yorucu fiziksel aktivite, koruyucu giysi ve ortam sıcaklıklarının etkileri, yüksek düzeyde kardiyovasküler ve termoregülatör zorlanmaya neden olabilir. Bu tür fizyolojik değişiklikler sıklıkla çalışma kapasitesindeki azalmalar ile ilişkilendirilir. Metabolik ısı yükünden ve yangın yerinden kaynaklanan sıcaklık etkisi ile sonuçlanan ısı stresini azaltmak itfaiyecilerin sağlığı için son derece önemlidir. Vücut soğutmanın; sıcak ortamlarda çalışma sırasında insanlarda fizyolojik gerilimi azalttığı ve dolayısıyla performansı iyileştirdiği bildirilmiştir. Yangına müdahale sırasında itfaiyeci soğutmasını optimize etmek için önemli çalışmalar yapılmıştır. **Bu çalışmada, İtfaiyecilerde soğutma teknikleri ve uygulamalarının incelenmiştir. Literatürden, çeşitli çevresel koşullar altında efor sırasında ve eforun hemen ardından çoklu soğutma stratejilerinin etkinliği karşılaştırıldı.** Literatürde soğutma teknikleri olarak, el/önkol soğuk ve buzlu su dolu kaba daldırma, sıcak, nemli koşullar altında serinlemek için en iyi yöntem olarak sunulmakta olup; ancak bu tekniğin bir takım sınırlamaları da mevcuttur. Şimdiye kadar çalışmalarda yangına müdahale sırasında soğutma, öncelikle soğutma yelekleri ve sıvı veya hava soğutmalı giysilerle sınırlıdır. Genel olarak, sıvı perfüzyonlu giysiler, hava soğutmalı giysilerden daha üstün görünmektedir, ancak her ikisi de itfaiyeciye ek ağırlık oluşturduğu belirtilmektedir. Ülkemizde de itfaiyecilerin mesleki görev talepleri yurt dışındaki itfaiyecilerle benzer şekildedir. Ancak ülkemizde itfaiyecilerle ilgili bilimsel literatür oldukça kısıtlıdır. İtfaiyecilerin iş sağlığı ve güvenliği için yangına müdahale sırasında en uygun soğutma stratejilerini belirlemek için çalışmaların yapılması önerilmektedir.

***Anahtar Kelimeler*:** İtfaiyeci, İş Sağlığı Ve Güvenliği, Termal Risk, Soğutma, Isı Stresi

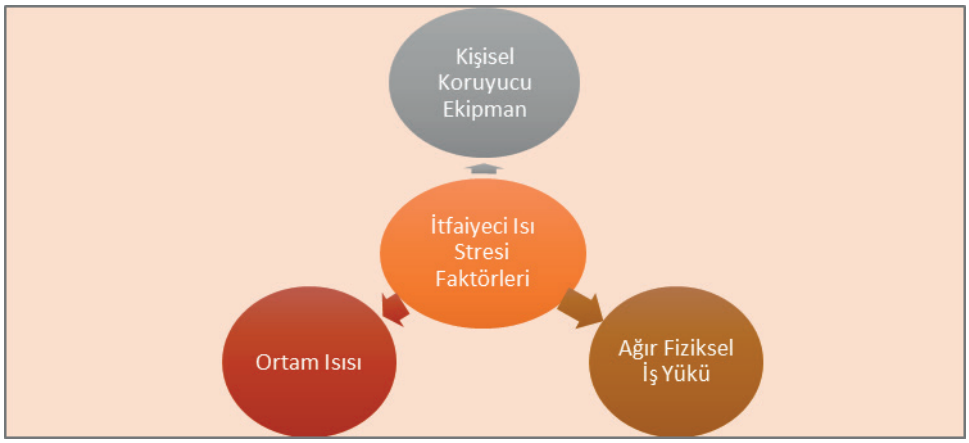
GİRİŞ

İtfaiyecilerin; yangınla mücadele, afet ve acil durumlarda teknik arama- kurtarma, ilk yardım da dâhil olmak üzere çok sayıda mesleki görev talepleri bulunmaktadır. İtfaiye operasyonları doğası gereği risklidir ve oldukça fazla yaralanmaya neden olmaktadır. İtfaiyeciler, tüm meslekler arasında en yüksek yaralanma oranlarına sahiptir (Frost vd., 2015). İtfaiyecilik, uzun süreli, yüksek fiziksel iş gücü ile karakterize edilen bir meslektir (Bos vd., 2004). Bazı durumlarda itfaiyeciler, yüksek sıcaklık koşulları altında öngörülemeyen süreler boyunca yorucu işler de yapabilmektedir (Smith vd., 2011). Yangınla mücadele ile ilgili görevler, itfaiyeciler üzerinde yüksek fiziksel talepler getirir. Ekipman taşımak, koruyucu giysilerle çalışmak ve büyük miktarda enerji harcaması gerektirir (Bilzon vd., 2001). Yangınla mücadele gibi mesleki bir ortamda, çalışma sırasında karşılaşılabilecek tehlikelerden (örn. yangınlar ve tehlikeli kimyasal maddeler) kişiyi korumak için koruyucu giysiler gereklidir (Ilmarinen vd., 2004). İtfaiyeciler tarafından giyilen koruyucu giysi çok katmanlı ve tipik olarak ağırdır. Bu giysi katmanları su buharı geçirgenliği azaltıp, buharlaşma ile ısı alışverişinin oranını da sınırlayarak fizyolojik gerilimi ar-

tırır (Gao vd., 2010). Yorucu iş yükü, koruyucu giysi ve itfaiyecilerin sıklıkla çalışması gereken yüksek ortam sıcaklıklarının kümülatif etkileri, yüksek düzeyde kardiyovasküler ve termoregülatör zorlanmaya neden olabilir. Bu tür fizyolojik değişiklikler sıklıkla çalışma kapasitesindeki azalma ve ısı çarpması ile ilişkilendirilir (Smith vd., 2011).

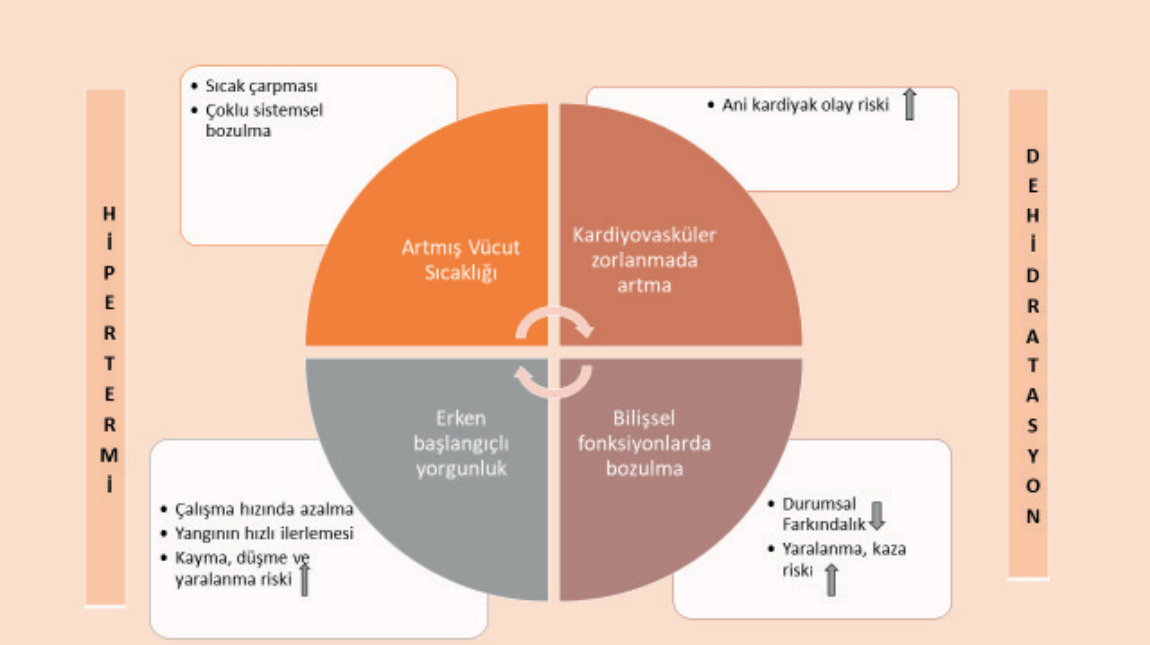
İtfaiyeciler tarafından gerçekleştirilen görevlerin koruyucu giysilerin kullanılmasını gerektirir. Kişisel koruyucu ekipman (KKD), yangınla mücadelede çevresel ısı ve ağır iş yükü, efor sırasında normal termoregülasyonu engelleyerek telafi edilemez bir ısı stresi oluşturur (Smith vd., 2011)

Şekil 1. İtfaiyecilerde ısı stresine neden olan faktörler (Smith vd., 2011)



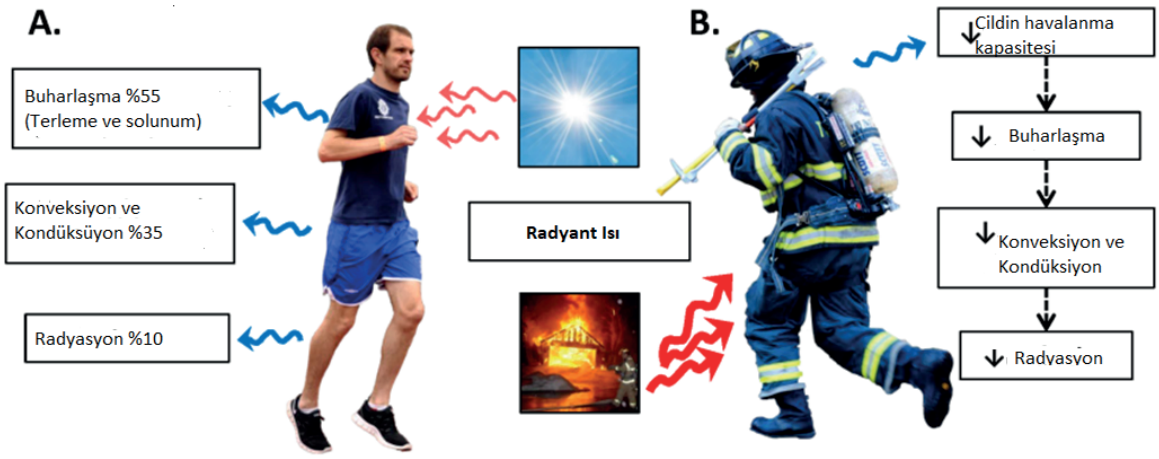
Yangınla mücadele, yalnızca yüksek termal maruziyeti değil, aynı zamanda potansiyel olarak tehlikeli kimyasal/biyolojik maddelere maruz kalmayı da gerektiren fiziksel olarak en zorlu mesleklerden biridir Kişisel koruyucu takımın giyilmesi maksimum fiziksel performansı azaltır, metabolik ısı üretimini artırır ve esas olarak giysi katmanları tarafından vücut ısısı dağılımını azaltarak buhar geçirgenliğini engeller. Yangınla mücadelenin fizyolojik ve termoregülatör zorlukları, sıcak ve nemli ortamlarda çalışırken genellikle şiddetlenir ve termal dengeyi korumak için gereken buharlaşma ısı kaybının ortamın buharlaşma potansiyelini aştığı durumlarda telafi edilemez ısı stresi potansiyeli yaratır (Walker vd., 2017). Termal dengeyi koruyamayan itfaiyeciler, vücut sıcaklıklarını yükselterek ve kardiyovasküler ve ısı düzenleyici sistemleri arasında kalp debisi için bir rekabet yaratarak ısıyı depolamaya devam eder. Bir itfaiyeci bu ortamda kalırsa, vücut ısısı tehlikeli seviyelere yükselmeye devam ederek olası ısı çarpması oryantasyon bozukluğuna, senkop, miyokard enfarktüsüne ve hatta ölüme yol açabilmektedir (Smith vd., 2016).

Şekil 2. İtfaiyecilerde ısı stresinin iki önemli etkisi: Hipertermi ve Dehidratasyon (Smith, 2016)



İtfaiyeciler genellikle 30 °C ila 100 °C arasında değişen yüksek sıcaklık koşullarına maruz kalarak çalışırlar (Krasny vd., 1998; Rossi vd., 2003). Aşırı sıcak koşullar altında, vücuttan ısı transferini sınırlayan itfaiyeci koruyucu giysisi giyilmesiyle birlikte metabolik ısı üretimi nedeniyle itfaiyeciler arasında dengelenmemiş ısı yüklemesi meydana gelebilir. Ulusal Yangından Korunma Derneği (NFPA) Standardı 1584 tarafından sağlanan yönergeler, itfaiyecilerin vücut sıcaklığının (T c) 36 °C ile 38 °C arasında tutulmasını önermektedir (NFPA, 2008). Isı stresinin kalp atış hızı ve diğer kardiyovasküler değişkenler gibi fizyolojik işlevler üzerindeki etkisi ciddi bir güvenlik sorunu oluşturur. Gerçekten de, 1977'den beri aktif görevli itfaiyeci ölümlerinin %45 ila %60'ı kardiyovasküler olaylarla ilişkilidir (Kales vd., 2007).

Şekil 3. Egzersiz ve yangına müdahalede ısı alış verişi (Smith, 2016)



A. Egzersiz sırasında ısı alımı ve ısı kaybı.
B.Yangınla mücadelede KKD ile birlikte ısı alımı ve ısı kaybı

Mavi :Isı kaybı
Kırımızı: Isı alımı

Fizyolojik açıdan bakıldığında, insan vücudunun doğal termoregülatör mekanizmaları, kişisel koruyucu giysiler giyildiğinde etkisizdir (Barr vd., 2011). Kişisel koruyucu ekipmanların vücudu tamamen sarması, vücudun normal ısı transfer mekanizmalarını, özellikle ter buharlaşmasını engeller. Bu nedenle, ısı stresini azaltmak için ek bir soğutma yöntemine ihtiyaç duyulabilir (Barr vd., 2011). Vücut soğutmanın; sıcak ortamlarda çalışma sırasında insanlarda fizyolojik gerilimi azalttığı ve dolayısıyla performansı iyileştirdiği bildirilmiştir. Yangına müdahale sırasında itfaiyeci soğutmasını optimize etmek için önemli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmada, İtfaiyecilerde soğutma teknikleri ve uygulamalarının incelenmiştir. Literatürden, çeşitli çevresel koşullar altında efor sırasında ve eforun hemen ardından çoklu soğutma stratejilerinin etkinlikleri incelenmiştir.

Mevcut Soğutma Stratejileri

Pasif Soğutma

Pasif soğutmanın, uygulama kolaylığı, maliyet ve kaynak tahsisi nedeniyle en yaygın yangın yeri soğutma stratejisi türü olduğuna inanılmaktadır. Çalışma alanından çıkışla oluşturulan radyant ve evaporatif soğutmanın ve çekirdek vücut sıcaklığını düşürmek için termal koruyucu giysinin tamamen veya kısmen çıkarılmasının birleşimidir. Pasif soğutma, çeşitli çevre koşullarında yapılabilir; ancak daha sıcak, nemli iklimler etkili pasif soğutma için ideal değildir. Optimal pasif soğutmayı, termal koruyucu giysilerin çıkarılması, kolların açığa çıkarılması ve normal fizyolojik soğutma mekanizmalarının lehine olan daha soğuk (yani 24°C'den daha düşük) bir ortama geçilmesi olarak da tanımlanabilir (Selkirk vd., 2004).

Aktif Soğutma

Aktif soğutma, çekirdek vücut sıcaklığındaki artışı önlemek veya hafifletmek için efor sırasında veya sonrasında gerçekleştirilebilir. Aktif soğutma tipik olarak iletken, konvektif veya buharlaştırıcı olarak sınıflandırılır. İletken soğutma, ısı, termal denge oluşturmak için sıcak olan bir nesneden (vücut) fiziksel temas halindeki daha soğuk olan bir nesneye veya ortama (su gibi) geçişi sırasında meydana gelir. Suya daldırma, elle soğutma, intravenöz (IV) salin infüzyonu ve soğutucu yelek kullanımı, tümü iletken soğutma yöntemleridir. Konvektif soğutma, bir nesne ile çevresi arasında, üzerinden akan su veya hava yoluyla (yani, sıvı ve hava soğutmalı giysiler, havalandırma) enerji transferinin sonucudur. Buharlaşmalı soğutma nesneyi veya kişiyi soğutan bir sıvının (ter) havaya buharlaştırılmasıyla elde edilir (Xu & Gonzalez, 2011)

Şekil 4. Aktif soğutma yöntemleri



Birçok çalışma, çeşitli sıcak ortamlarda çalışırken farklı aktif soğutma yöntemlerinin fizyolojik tepkiler üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Bu yöntemler, aktif soğutmanın ısı stresini ve yeniden toparlanma süresini azaltmaya ve sıcak ortamlarda çalışma üretkenliğini artırmaya yardımcı olabileceğini düşündüren buz yelekleri, hava soğutmalı yelekler ve sıvı sirkülasyonu olan giysilerin kullanımını içerir (Selkirk vd., 2004; Bar vd., 2011). Kim ve ark. (2011)'nın yaptıkları çalışmada itfaiyeci koruyucu giysisinin içine giyilebilen soğuk suyu (18 °C) sirküle eden giyilebilir bir sıvı soğutma giysisinden oluşan bir soğutma yönteminin, termal gerilimi azaltmak, iş/görev performans süresini uzatmak için etkili bir yöntem olduğunu belirlemiştir (Kim vd., 2011). Buz torbalı soğutma yeleği kullanmanın kalp atış hızını, cilt sıcaklığını ve ter oranını azaltabileceği bilinmektedir (Kenny vd., 2011). Soğutma stratejilerinin itfaiyecilerin fizyolojik tepkileri üzerindeki etkisi, yüksek ortam sıcaklıkları altında orta yoğunlukta çalışma dinlenme periyotları sırasında hem el hem de ön kolun daldırma işleminin itfaiyecilerdeki fizyolojik gerilimi azaltmada etkili olduğu gösterilmiştir (Giesbrecht vd., 2007). Kişisel soğutma sistemleri; yaygın olarak ısı gerilimini azaltmak ve itfaiyeciler için ısıyı vücuttan uzaklaştırarak termal konforu artırmak için kullanılır ve bu sistemler sıvı soğutma giysileri, havalandırma giysileri ve soğutma giysilerini buz paketleri, faz değiştiren malzeme paketleri veya donmuş jel şeritleri ile donatılmıştır. Wang ve Song. (2017) dört soğutma stratejisinin soğutma etkilerini manken aracılığıyla farklı çevre koşullarında araştırdıkları çalışmada, sıvı soğutma giysilerinin sıcak ve nemli ortamlardaki aktif popülasyonlar için uygun olduğunu ve deney sırasında bir süre boyunca cilt sıcaklığı ve hipotalamik sıcaklığın azaltılabileceğini göstermiştir (Wang & Song, 2017).

İtfaiyecilerde termal zorlanmayı ve dolayısıyla ısı stresi riskini azaltmanın birincil yöntemlerinden biri soğutma stratejilerinin uygulanmasıdır (Brearley ve Walker, 2015 ; Schlicht vd., 2018). Walker ve ark. (2015) Avusturya' daki itfaiyecilerde yaptıkları bir çalışmada; vücut çekirdek sıcaklığını azaltmada soğuk suya daldırmanın, pasif dinlenme kontrol koşulundan daha hızlı olduğunu bulmuştur (Walker vd., 2015). Bununla birlikte, özellikle tekrarlanan uzun süreli yangınla mücadele gerektiren uzak yangın yeri operasyonlarında, tüm vücudu daldırma stratejilerinin uygulanması lojistik olarak zordur Bu lojistik zorlukların üstesinden gelmek için, tüm vücudu doğal hava akımı ile serinletme (yelpazeleme) elle kısmi vücut soğutma ve ön kol daldırma ucuz ve uygulanması basittir (Barwood vd., 2009). Yapılan bir diğer çalışmada ise; çekirdek sıcaklığı 7,5 g/kg -1 °C buz bulamacının(4 °C) içilmesinin, sıcak spor içeceğinden (37 °C) daha iyi düşürdüğü gösterilmiştir (Onitsuka vd., 2015). Daha pratik olarak, yakın tarihli bir çalışma, soğutma yeleği, önkol daldırma veya her ikisinin uygulanmasının, soğutma müdahaleleri arasında fark olmaksızın, gerçek simüle edilmiş bir yangın eğitiminin ardından bir kontrole kıyasla karar verme sürecini iyileştirdiğini göstermiştir (Hemmatjo ve diğerleri, 2018). Bu soğutma yöntemlerinin karma yöntem veya birlikte kullanılması, itfaiyecilerde ısı stresi düşürmede etkili olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte, itfaiyeciler için mevcut kaynaklara dayalı olarak soğutma tekniklerinin uygun formu ve kombinasyonu için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

Ülkemizde de itfaiyecilerin mesleki ve görev talepleri yurt dışındaki itfaiyecilerde benzerdir. Bu sebeple aynı tehlike ve risklere maruz kalmaktadır. Ülkemizdeki itfaiyecilerin iş sağlığı ve güvenliği açısından, termal riskin olumsuz etkilerini araştırmak ve buna yönelik bilimsel çalışmaların yapılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Barr, D., Gregson, W., Sutton, L., & Reilly, T. (2009). A practical cooling strategy for reducing the physiological strain associated with firefighting activity in the heat. *Ergonomics*, *52*(4), 413-420.

Barr, D., Reilly, T., & Gregson, W. (2011). The impact of different cooling modalities on the physiological responses in firefighters during strenuous work performed in high environmental temperatures. European journal of applied physiology, 111, 959-967.

Barwood, M. J., Davey, S., House, J. R., & Tipton, M. J. (2009). Post-exercise cooling techniques in hot, humid conditions. European Journal of Applied Physiology, 107, 385-396.

Bilzon, J. L., Scarpello, E. G., Smith, C. V., Ravenhill, N. A., & Rayson, M. P. (2001). Characterization of the metabolic demands of simulated shipboard Royal Navy fire-fighting tasks. Ergonomics, 44(8), 766-780.

Brearley, M., & Walker, A. (2015). Water immersion for post incident cooling of firefighters; a review of practical fire ground cooling modalities. Extreme physiology & medicine, 4(1), 1-13.

Frost, D. M., Beach, T. A. C., Crosby, I., & McGill, S. M. (2015). Firefighter injuries are not just a fireground problem. Work, 52(4), 835-842.

Gao, C., Kuklane, K., & Holmér, I. (2010). Cooling vests with phase change material packs: the effects of temperature gradient, mass and covering area. Ergonomics, 53(5), 716-723.

Giesbrecht, G. G., Jamieson, C., & Cahill, F. (2007). Cooling hyperthermic firefighters by immersing forearms and hands in 10 C and 20 C water. Aviation, space, and environmental medicine, 78(6), 561-567.

Hemmatjo, R., Zare, S., Hajaghazadeh, M., Allahyari, T., & Kazemi, R. (2019). Physiological strain and decision making affected by different cooling tactics following live-fire training. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries, 29(2), 118-125.

Ilmarinen, R., Lindholm, H., Koivistoinen, K., & Helistén, P. (2004). Physiological evaluation of chemical protective suit systems (CPSS) in hot conditions. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 10(3), 215-226.

Kales, S. N., Soteriades, E. S., Christophi, C. A., & Christiani, D. C. (2007). Emergency duties and deaths from heart disease among firefighters in the United States. New England Journal of Medicine, 356(12), 1207-1215.

Kenny, G. P., Schissler, A. R., Stapleton, J., Piamonte, M., Binder, K., Lynn, A., ... & Hardcastle, S. G. (2011). Ice cooling vest on tolerance for exercise under uncompensable heat stress. Journal of occupational and environmental hygiene, 8(8), 484-491.

Kim, J. H., Coca, A., Williams, W. J., & Roberge, R. J. (2011). Effects of liquid cooling garments on recovery and performance time in individuals performing strenuous work wearing a firefighter ensemble. Journal of occupational and environmental hygiene, 8(7), 409-416.

Krasny, J., Rockett, J. A., & Huang, D. (1988). Protecting fire fighters exposed in room fires: comparison of results of bench scale test for thermal protection and conditions during room flashover. Fire Technology, 24, 5-19.

National Fire Protection Association (NFPA). (2008). NFPA 90A: Standard for the Installation of Air-Conditioning and Ventilating Systems. NationalFireProtectionAssoc.

Onitsuka, S., Zheng, X., & Hasegawa, H. (2020). Ice slurry ingestion before and during exercise inhibit the increase in core and deep-forehead temperatures in the second half of the exercise in a hot environment. Journal of Thermal Biology, 94, 102760.

Rossi, R. (2003). Fire fighting and its influence on the body. Ergonomics, 46(10), 1017-1033.

Schlicht, E., Caruso, R., Denby, K., Matias, A., Dudar, M., & Ives, S. J. (2018). Effects of wrist cooling on recovery from exercise-induced heat stress with Firefighting personal protective equipment. Journal of Occupational and Environmental Medicine, 60(11), 1049-00.

Selkirk, G. A., McLellan, T. M., & Wong, J. (2004). Active versus passive cooling during work in warm environments while wearing firefighting protective clothing. Journal of occupational and environmental hygiene, 1(8), 521-531.

Smith, D. L., DeBlois, J. P., Kales, S. N., & Horn, G. P. (2016). Cardiovascular strain of firefighting and the risk of sudden cardiac events. Exercise and sport sciences reviews, 44(3), 90-97.

Smith, D. L., Petruzzello, S. J., Goldstein, E., Ahmad, U., Tangella, K., Freund, G. G., & Horn, G. P. (2011). Effect of live-fire training drills on firefighters' platelet number and function. Prehospital Emergency Care, 15(2), 233-239.

Walker, A., Argus, C., Driller, M., & Rattray, B. (2015). Repeat work bouts increase thermal strain for Australian firefighters working in the heat. International journal of occupational and environmental health, 21(4), 285-293.

Walker, A., Rattray, B., & Brearley, M. (2017). Perception or reality: Can thermal perceptions inform management of firefighters in the heat?. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 14(4), 306-312.

Wang, F., & Song, W. (2017). An investigation of thermophysiological responses of human while using four personal cooling strategies during heatwaves. Journal of thermal biology, 70, 37-44.

Xu, X., & Gonzalez, J. (2011). Determination of the cooling capacity for body ventilation system. European journal of applied physiology, 111, 3155-3160.