大学新入生の熱中症発生頻度：体育系学部新入生と 一般学部新入生の比較

山下 直之¹⁾ 十河 直太^{1),2)} 塩見 哲大²⁾ 伊藤 僚^{1),3)} 松本 孝朗¹⁾

Naoyuki Yamashita¹, Naota Sogo^{1,2}, Tetsuhiro Shiomi², Ryo Ito^{1,3} and Takaaki Matsumoto¹: Survey of exertional heat illness in university students: Comparison between freshmen in sports science-related and non-sports science-related departments. Japan J. Phys. Educ. Hlth. Sport Sci. 60: 13-26, June, 2015

Abstract : Purpose : Guidelines for prevention of exertional heat illness issued by academic societies and the Japan Sports Association have been well structured. Although these guidelines have been widely disseminated, the numbers of adolescents suffering heat illness during sports activities is still a concern. Many freshman enrolled in Sports Science-related Departments (SSD) are presumably high-level athletes who engage in high-intensity and/or long-duration exercise during daily practice, and could thus be categorized as a group at high risk of exertional heat illness (EHI). Conversely, the majority of freshman enrolled in non-Sports Science-related Departments (non-SSD) are presumably low-level athletes who might be engaged in comparatively less high-intensity and/or short-duration exercise during daily practice, and could thus be categorized as a group at low risk of EHI. Although sports activities are known to increase the risk of EHI, no evidence is available to suggest whether high-level sports activities increase the risk of EHI. The purpose of the present study was to clarify the prevalence of EHI in SSD and non-SSD freshman.

Methods : Four hundred eighty students from SSD and 447 students from non-SSD participated in a self-assessed survey designed to clarify the prevalence of EHI experienced by individuals during the period from elementary school to high school age. Chi-squared and post-hoc residual analysis, and odds ratio (OR), were used to compare differences between the groups.

Results : Completed survey questionnaires were received from 480 SSD students and 447 non-SSD students. The prevalence of heat illness was 31.9% in the SSD group and 16.8% in the non-SSD group [adjusted OR 2.342, 95% confidence interval (CI) 1.712, 3.204]. The number of times individuals had experienced heat illness in the past differed between the SSD and non-SSD groups, but the response ratio was similar. More than 85% of students in both groups who had suffered heat illness in the past had done so during club activities at junior high school and high school. The ratio of students who reported ever suffering from heat illness during sports club activities at junior high school and/or high school (n = 860) was 25.6%, whereas 13.4% of students reported that they had never participated in junior high school and/or high school sports club activities during the same period (n = 67).

Conclusion : The present study revealed that high-level athletes (SSD freshman) had experienced EHI twice as often as non-SSD students. In addition, students who had participated in sports club activities at

1) 中京大学大学院体育学研究科運動生理学研究室

〒470-0393 愛知県豊田市貝津町床立101

2) 中京大学体育研究所

〒470-0393 愛知県豊田市貝津町床立101

3) 日本福祉大学全学教育センター

〒470-3295 愛知県知多郡美浜町奥田

連絡先 山下直之

1. *Laboratory for Exercise Physiology and Biomechanics, Graduate School of Health and Sport Sciences, Chukyo University*

101 Tokodachi, Kaizu-Cho, Toyota, Aichi 470-0393

2. *Research Institute of Health and Sports Sciences, Chukyo University*

101 Tokodachi, Kaizu-Cho, Toyota, Aichi 470-0393

3. *University Educational Center, Nihon Fukushi University*

Okuda, Mihama-Cho, Chita, Aichi 470-3295

Corresponding author naoyukiymst@gmail.com

junior high school and/or high school had suffered EHI twice as often as students who had not participated in sports club activities. Coaches and athletes should take more care to prevent EHI during sports and/or physical activities, and when it occurs, steps should be taken to prevent progression to exertional heat stroke.

Key words : heat disorders, prevalence ratio, sports activities

キーワード : 暑熱障害, 既往率, スポーツ活動

Introduction

近年, 新聞記事やテレビの報道等で熱中症に関する話題が多く取り上げられるようになった. 夏季の暑熱環境は悪化しており (環境省, 2001), それに伴う熱中症発生の増加が社会問題となっている. 特に熱中症による死亡の多くは高齢者の日常生活において発生しており, 高齢者の熱中症予防の啓発活動が行われるようになった. 一方, スポーツ現場での熱中症予防については, 1994年 (川原ほか) に日本体育協会が「スポーツ活動時の熱中症予防ガイドブック」を作製して以来 (2013年改訂: 川原ほか, 2013), 熱中症予防や熱中症発生時の対処方法へのスポーツ関係者の理解度は高まっている. その結果, スポーツ活動中の熱中症死亡者は減少しているが, 夏期の暑熱環境の悪化に伴い, スポーツ現場の熱中症発生は増加している (星・稲葉, 2002; Hoshi and Inaba, 2005).

熱中症の発生状況に関するデータは, 熱中症救急搬送者数 [2011年度夏季の熱中症救急搬送者数, 39,489人; 2012年度, 43,864人 (総務庁消防庁, online)], 死亡統計 [熱中症による死亡者数: 2010年度, 1731人 (厚生労働省, online1); 2011年度, 942人 (厚生労働省, online2); 2012年度, 720人 (厚生労働省, online3)], 学校管理下の熱中症による死亡事例 [1960年—2011年; 161人 (川原ほか, 2013); 平成24年度高等学校・高等専門学校での熱中症による死亡事故件数5件 (日本スポーツ振興センター, online2)], 「学校管理下の災害」の熱中症による災害共済給付金請求件数 [小学校, 458件 (全請求件数中0.1%); 中学校, 2,172件 (0.5%); 高等学校,

2,020件 (0.8%)] (日本スポーツ振興センター, online1)], あるいは新聞記事 (中井ほか, 1996) やニュース等のマスメディアによる報道から得られる. しかしながら, これら既存のデータからは熱中症の総発生件数は確認できても, スポーツ活動中の熱中症の発生件数はわからない. 全国大会出場以上を目指すような高い競技レベルの集団では, 部活動中の運動強度が高く, 運動時間も長いことが予想される. 一方, 競技レベルがあまり高くない集団では, 部活動中の運動強度はあまり高くなく, また運動時間も比較的短い事が予想される. スポーツ活動などの身体活動は熱産生を増加させ体温上昇をまねく事から, 競技レベルの高い集団は, 競技レベルが高くない集団と比較して熱中症発生のリスクがより上昇する事が考えられるが, そのエビデンスは乏しい.

スポーツ活動中の熱中症発生の事例研究は国内外問わず数多く存在する (Cooper et al., 2006; Gilchrist et al., 2010; 花輪, 1995; 東島, 2007; Seth and Juliana, 2011). また, スポーツ活動中の熱中症予防に関する指針も多く存在する (Armstrong et al., 2007; Binkley et al., 2002; 川原ほか, 2013; 中井ほか, 2007). 2014年1月28日現在, Google Scholar® や医中誌にて「熱中症 スポーツ」と検索するとそれぞれ426件, 403件, PubMedでは, exertional heat illness, 112件; exertional heat exhaustion, 95件; exertional heat stroke, 190件がヒットするが, スポーツ活動時の熱中症の発生頻度を検討した論文は1件のみであり (加納ほか, 2011), 学会報告は3件のみ (新矢ほか, 2012; 山口ほか, 2011a, 2011b) と少ない.

全国大会出場以上を目指すような競技レベルの高い集団は, 運動強度は高く, また運動時間も長

い事が考えられるため、競技レベルがあまり高い集団と比較して熱中症発生のリスクがより高いと考えられる。競技レベルの高い集団でのスポーツ活動中の熱中症発生のリスクを認識することは、スポーツ活動を行う者、スポーツを指導する立場にある者にとっても重要な事である。また、スポーツ活動時の熱中症予防教育のためにも必要なデータになることが期待される。本研究のデザインは症例対照研究 (case-control study) であるが、過去のスポーツ活動時の運動強度や練習時間、練習時の環境温を把握する事は困難である。そこで、競技レベルの高い集団であると考えられる体育系学部新入生と、そうではない集団であると考えられる体育系学部以外の学部 (一般学部) の新入生とでは、熱中症の経験率が異なると仮説を立てた。本研究の目的は、スポーツ活動を積極的に行い、かつその競技レベルも比較的高いと考えられる体育系学部新入生とそうではないと考えられる一般学部新入生とで熱中症の経験 (既往)、熱中症の病型、発生回数がどの程度異なるのかを明らかにする事であった。また、スポーツ活動そのものがどの程度熱中症の発生率を上げるのかを検討するために、中学校、高等学校のどちらか一方でも運動部に所属していた学生と運動部に所属しなかった学生とで、どの程度熱中症の発生率が異なるかを明らかにする事を第2の目的とした。

Methods

対象者

2011年度に中京大学に入学したスポーツ科学部新入生 (体育系学部) および一般学部新入生 (一般学部) を調査対象とした。体育系学部では、ほぼ全員が履修する解剖・生理学の第1回講義終了時に講義出席者全員にアンケート用紙を配布し、その場で記入してもらい回収した。一般学部では、その多くが1年時に受講する体育実技授業の第1回目の講義終了時に講義出席者全員にアンケート用紙を配布し、その場で記入してもらい回収した。本調査は講義の担当教員の許可を得

て、同意を得た学生にのみ記入してもらいその場で回収した。調査用紙に記入した事で本調査へ同意したと見なす事を伝え、個別に調査参加承諾書への署名は実施していない。調査結果の公表に際して、回答者の匿名性を保障した。本研究は中京大学大学院体育学研究科倫理委員会の承諾を得て実施した。

調査内容

熱中症に関するアンケート

本調査で用いた質問内容を以下に示す。

I) 熱中症の経験の有無

II) 熱中症発生回数 (1回, 2回, 3回, それ以上)

III-1) 熱中症の病型 (熱疲労, 熱けいれん, 熱射病)

本研究で用いた熱中症の3病型およびそれぞれの定義を以下に記す。

熱疲労: 運動中にたくさん汗をかき、脱力感、倦怠感、めまい、頭痛、はき気、嘔吐が起こった。

熱けいれん: 運動中にたくさん汗をかき、水分補給したが腕、足、腹などに痛みを伴った筋けいれんを起こした。

熱射病: 熱疲労の症状に加えて、いくらかの意識障害 (ボーっとする, フラフラする, 真っ直ぐ歩けない, 応答が鈍い, 意識をなくす) を起こし、運動の継続が困難になった。

III-2) 熱中症発生時の学校区分 (小学校, 中学校, 高等学校)

III-3) 熱中症発生時の活動 (クラブ活動, 保健体育の授業, その他 (自由記入))

III-4) 熱中症発生時の場所 (グラウンド, 体育館, 自由記入)

III-5) 病院受診の有無

III-6) 救急車利用の有無

III-7) 入院の有無

質問IIIは経験1—経験3まで記入欄を設け、質問IIで回答した経験回数の全てを記入させた。熱中症の経験回数にて「それ以上」と回答した学生には重症度順に3例を記入させた。

質問III-1に記した熱中症の病型の分類は、日

本体育協会が採用している病態生理に基づく分類である（川原ほか，1994，2013）．本研究では，熱疲労，熱けいれん，熱射病の3病型を採用し，知識の乏しい者にもわかる様に日本体育協会の「スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック」に記載されている熱中症の病型の説明文の一部を改変して調査用紙に記した．熱失神は脳への血液循環量が一過性に低下する事によっておこるため，熱疲労や熱射病への発展はほとんどなく，またその症状は一過性であり，ほとんどの場合は治療の必要性が乏しいため本研究では熱失神を除外した．現在，日本には熱中症の分類が2つ存在する．1つは日本体育協会が採用している病態生理に基づく分類であり（川原ほか，1994，2013），もう一方は日本救急医学会が採用しているⅠ度－Ⅲ度の重症度分類である（三宅ほか，2008，2010）．重症度分類では，Ⅰ度：軽度（熱失神，熱けいれん），Ⅱ度：中等症（熱疲労），Ⅲ度：重度（熱射病）に分類される．後者は熱射病の3主徴（40℃を越す高体温，意識障害，発汗停止）に固執するあまり，3主徴を満たさない熱射病の誤診（underdiagnosis）する事を防ぐ事を目的に救急現場の臨床医向けに提唱した重症度分類を日本救急医学会が採用し，改訂を加えながら全国調査等に用いている．Ⅰ度の症状として，めまい，大量の発汗，欠伸，筋肉痛，筋肉の硬直（こむらがえり）（意識障害を認めない），Ⅱ度の症状として，頭痛，嘔吐，倦怠感，虚脱感，集中力や判断力の低下（JCS 1以下）を記載しているが，病態の異なる4病型を重症度から3つに分類したため，熱中症の発症メカニズムが理解できない．また正常な生理的反応である「大量の発汗」を症状の1つとして記載しているなどの問題点もある．したがって，本研究では一般人向けのスポーツ活動中の熱中症予防の啓発には発症メカニズム（病態生理）の理解が重要であると考えたため，日本体育協会が採用している病態生理に基づく分類（川原ほか，1994，2013）を用いた．

追加調査

熱中症の発生率および競技レベルに関するアンケート

スポーツ活動中の熱中症の発生率（incidence ratio）を推定するために追加調査を実施した．追加調査は体育系学部新入生のみを対象に，後期の解剖・生理学の第1回講義終了時に講義出席者全員にアンケート用紙を配布し，その場で記入してもらい回収した．質問内容は，中学校，高等学校でのクラブ活動の1週間当たりの練習日数を調査した．また各々の競技レベルを推定するために中学校，高等学校での競技レベル（地区大会，県大会，地方大会，全国大会）を調査した．

データ解析

熱中症経験者数は質問Ⅰ「熱中症の経験の有無」より求めた．質問Ⅲは1人で複数回熱中症を経験した者がおり，最大3回までの事例について回答させた．そのため，延べの発生件数を求めた．「熱中症の病型」は「熱中症の経験」で有りと回答した場合，その病型を記載する様に指示したが，記憶に残っていない場合やわからない場合には「わからない」を選択させ，検討項目からは除外した．

熱中症の発生頻度の推定：「熱中症の発生率および競技レベルに関するアンケート」では，いわゆる引退や夏期休暇（盆休み），年末年始など練習を実施しないと考えられる日数を考慮し，中学校，高等学校での練習期間をそれぞれ2.5年と仮定した．「1週間の練習日数」×52週×2.5年によって，各々の中学校および高等学校のクラブ活動中の練習日数を推定し，延べの発生件数を総練習日数で除し，365日に乗ずることにより，熱中症，熱疲労，熱けいれん，熱射病の発生頻度（件/1000人・年）を推定した．小学校での発生頻度の推定は行わなかった．

統計処理

データは平均±標準偏差で示した．本研究は症例対照研究（case-control study）であるため，熱中症の発生回数，熱中症の病型，熱中症発生時の

活動、熱中症発生時の場所（グラウンド、体育館、その他）、病院受診の有無、救急車利用の有無、入院の有無についての体育系学部と一般学部との比較のためにクロス集計および χ^2 検定を実施し、必要に応じて残差分析を行った。「熱中症経験の有無」を従属変数として、「学部（department）」、「性別（sex）」、「運動部所属の有無（club activities）」、「スポーツ活動年数（years of engaged in club activities）」を独立変数として単変量ロジスティック回帰分析（univariate logistic analysis）を行い粗オッズ比とその95%信頼区間（95% CI）を算出した。「運動部所属の有無（club activities）」は、中学校または高等学校のどちらか一方でも運動部に所属していた場合を「運動部（yes）」、中学校、高等学校で一切運動部に所属していない場合を「非運動部（No）」とした。「スポーツ活動年数（years of engaged in club activities）」は運動部に一切所属していない場合を「0年（0 year）」、「3年未満（<3 years）」、「6年未満（<6 years）」に分類した。熱中症発生時の活動場所はロジスティック回帰分析から除外した。その理由は一般的には屋内種目であるが、学校によっては屋外で練習を行っている種目（例：ハンドボール）での発生場所の記述がないものもあり熱中症の発生場所を特定できなかったためである。本研究では中京大学の体育系学部新入生および一般学部新入生を対象に行った調査であり、日本全国の体育系学部新入生および一般学部新入生の母集団から均等に抽出できたとは考えにくい。が、「熱中症経験の有無」を従属変数、「学部（department）」、「性別（sex）」、「運動部所属の有無（club activities）」、「スポーツ活動年数（years of engaged in club activities）」を独立変数として多重ロジスティック回帰分析（multivariate logistic analysis）（変数減少法：尤度比）を行い、調整済みオッズ比とその95% CIを算出した。統計処理はPASW Statistic Ver. 18（SPSS Inc., Chicago, IL, USA）を用いた。有意水準は $p < 0.05$ をもって有意とした。

Results

体育系学部では480名から有効回答を得た。一般学部では450名から回答を得たが、日本国籍を有さない学生3名を除外し、447名を有効回答とした。Table 1に対象者の特徴を示した。東海地方出身者の比率は、体育系学部では約60%、一般学部では約90%であった。部活動の参加率では、体育系学部では中学校、高等学校でそれぞれ約97%、一般学部では中学校では約81%、高等学校では約57%であった。熱中症の経験率では、体育系学部は、東海地方出身者は34.5%、その他の地方の出身者の経験率は28.0%であり有意差はなかった（ $p = 0.549$ ）。一般学部は、東海地方出身者は16.8%、その他の地方の出身者の経験率は16.7%であり有意差はなかった（ $p = 0.981$ ）。

体育系学部では480名中153名（31.9%）が、一般学部では447名中75名（16.8%）が熱中症を経験していた。体育系学部は一般学部と比較して熱中症を経験した人数が有意に多かった（ $p < 0.001$ ）。中学校・高等学校のいずれかでも運動部に所属していた学生（運動部）と中学校・高等学校で一切運動部に所属していなかった学生（非運動部）にわけて、スポーツ活動への積極的な参加の有無が熱中症経験者数にどの程度影響を及ぼすかを検討した。その結果、熱中症経験者数は、運動部860人中220人（25.6%）、非運動部67人中9人（13.4%）であり、運動部は非運動部に比較して有意に多かった（ $p < 0.01$ ）。

Table 2に熱中症経験に対する各変量の単変量ロジスティック回帰分析および多変量ロジスティック回帰分析の結果を記載した。体育系学部の一般学部に対する熱中症経験の粗オッズ比は2.420であり、その95% CIは1.660, 3.527であった。「運動部所属の有無」では、運動部の非運動部に対する熱中症経験の粗オッズ比は2.053であり、その95% CIは1.033, 4.080であった。「スポーツ活動年数」では、「0年（0 year）」に対する「4—6 years」の粗オッズ比は1.531であり、その95% CIは1.055, 2.221であった。「性別」には有

Table 1 Characteristics and regions of SSD and non-SSD subjects.

	SSD students		Non-SSD students	
	male (%)	female (%)	male (%)	female (%)
History of EHI (%)	99 (30.5)	54 (34.8)	34 (14.7)	41 (19.1)
No History of EHI (%)	226 (69.5)	101 (65.2)	198 (85.3)	174 (80.9)
Total	325 (100)	155 (100)	232 (100)	215 (100)
Sports club activities				
Junior high school	316 (97.2)	152 (98.1)	211 (90.6)	151 (69.9)
High school	318 (97.8)	152 (98.1)	160 (68.7)	97 (44.9)
Origin	EHI/Total (%)		EHI/Total (%)	
Hokkaido, Tohoku	1/12 (8.3)		1/6 (16.7)	
Kanto	10/31 (32.3)		2/4 (50.0)	
Hokushinetsu	5/35 (14.3)		4/23 (17.4)	
Tokai	99/287 (34.5)		66/393 (16.8)	
kinki	22/64 (34.4)		1/5 (20.0)	
Chugoku	6/17 (35.3)		0/3 (0)	
Shikoku	4/13 (30.8)		0/4 (0)	
Kyushu	6/21 (28.6)		1/9 (11.1)	
Others	54/193 (28.0)		9/54 (16.7)	
Total	153/480 (31.9)		75/447 (16.8)	

SSD, Sports Science related Department; non-SSD, non-Sports Science related Department; EHI, exertional heat illness. Tohoku region includes Aomori, Iwate, Akita, Yamagata, Miyagi, and Fukushima prefectures. Kanto region includes Tokyo, Chiba, Kanagawa, Tochigi, Ibaraki, Gunma, Saitama, and Yamanashi prefectures. Hokushinetsu region includes Niigata, Nagano, Toyama, Ishikawa, and Fukui prefectures. Tokai region includes Shizuoka, Aichi, Gifu, and Mie prefectures. Kinki region includes Osaka, Kyoto, Hyogo, Shiga, Nara, and Wakayama prefectures. Chugoku region includes Hiroshima, Okayama, Tottori, Shimane, and Yamaguchi prefectures. Shikoku region includes Kagawa, Tokushima, Ehime, and Kochi prefectures. Kyushu region includes Fukuoka, Saga, Oita, Kumamoto, Nagasaki, Miyazaki, Kagoshima, and Okinawa prefectures. Others are all regions except for Tokai.

意差はなかった。多変量ロジスティック回帰分析の結果、一般学部に対する体育系学部の熱中症経験の調整済みオッズ比は2.342であり、その95% CIは1.712, 3.204であった。「性別」,「運動部所属の有無」および「スポーツ活動年数」には有意差はなかった。

Fig. 1 に体育系学部と一般学部の熱中症の経験回数 (質問Ⅱ) を示した。体育系学部では0回327名 (68.1%), 1回85名 (17.7%), 2回35名 (7.3%), 3回5名 (1.0%), 4回以上28名 (5.8%)であった。一般学部では、0回372名 (83.2%), 1回45名 (10.0%), 2回11名 (2.5%), 3回4名 (0.9%), 4回以上15名 (3.3%)であった。

Fig. 2 に熱中症の病型 (質問Ⅲ-1) を示した。

Fig. 1 Response ratio of number of times experienced heat disorders from primary to high school ages in SSD and non-SSD freshman. Numbers described above the bars are the total number of respondents.

Table 2 Characteristics of subjects by previous history of EHI exposure.

Risk factors	Crude OR (95%CI) [†]	Adjusted OR (95%CI) ^{††}
Department		
Non-SSD (0)	1.0(reference)	1.0(reference)
SSD (1)	2.420*** (1.660, 3.527)	2.342*** (1.712, 3.204)
Sex		
Female (0)	1.0(reference)	1.0(reference)
Male (1)	0.904 (0.666, 1.221)	0.775 (0.567, 1.061)
Club activities		
No (0)	1.0(reference)	1.0(reference)
Yes (1)	2.053* (1.033, 4.080)	1.466 (0.712, 3.017)
Years of engaged in club activities		
0 year (0)	1.0(reference)	1.0(reference)
≤3 years (0)	1.491 (0.704, 3.157)	—
4–6 years (1)	1.531* (1.055, 2.221)	0.830 (0.509, 1.351)

[†] Univariate logistic regression analysis models were prepared to estimate the crude odds ratio and 95% confidential interval (95%CI) of exertional heat illness (EHI) associated with potential predictors, including department, sex, club activities, and years of engaged in club activities. ^{††} Multivariate logistic regression analysis model were used to estimate adjusted odds ratio and 95%CI of EHI associated variables including with department, sex, club activities, and years of engaged in club activities. * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$.

Fig. 2 Response ratio of the symptoms of heat illness experienced during primary to high school ages in SSD and non-SSD freshman. Nonresponders in SSD ($n = 63$) and non-SSD ($n = 27$) were removed. Numbers described in the figures are the total number of respondents. EHE, exertional heat exhaustion; HC, heat cramps; EHS, Exertional heatstroke.

Fig. 3 Response ratio of the experiences of heat illness during primary to high school age in SSD and non-SSD freshman. Nonresponders in SSD ($n = 29$) and non-SSD ($n = 12$) were removed. Numbers described above the bars are the total number of respondents.

体育系学部では、無記載、無効回答63件を除外し、有効回答191件中、熱疲労129件（67.5%）が有意に多く（ $p < 0.001$ ）、熱けいれん39件（20.4%）、熱射病23件（12.0%）であった。一般学部では、無記載、無効回答27件を除外し、有効回答97件中、熱疲労63件（64.9%）が有意に

多く（ $p < 0.001$ ）、熱けいれん15件（15.5%）、熱射病19件（19.6%）であった。

Fig. 3 に熱中症発生時の学校区分（質問Ⅲ-2）を示した。体育系学部では無記載、無効回答29件を除外し、有効回答225件中、小学校23件（10.2%）、中学校89件（39.6%）（ $p < 0.001$ ）、高等学校113件（50.2件）（ $p < 0.001$ ）であった。一般学部では、無記載、無効回答12件を除外

し、有効回答112件中、小学校18件（16.1%）、中学校54件（48.2%）（ $p < 0.001$ ）、高等学校40件（35.7%）（ $p < 0.01$ ）であった。体育系学部、一般学部ともに熱中症発生時の学校区分はクラブ活動のある中学校、高等学校での発生が有意に高かった。

Fig. 4 に熱中症発生時の活動（質問Ⅲ-3）を示した。体育系学部では無記載、無効回答15件を除外し、有効回答239件中、体育の授業6件

（2.5%）、クラブ活動222件（92.9%）（ $p < 0.001$ ）、その他11件（4.6%）であった。一般学部では、無記載、無効回答10件を除外し、有効回答114件中、体育の授業7件（6.1%）、クラブ活動97件（85.1%）（ $p < 0.001$ ）、その他10件（8.8%）であった。このことから熱中症の発生は運動量が多いと考えられるクラブ活動中にほとんどが発生している事が明らかとなった。

Table 3 に体育系学部と一般学部の熱中症発生時の学校区分と発生時の活動（体育の授業、クラブ活動、その他）のクロス集計表を記した。体育系学部においては、小学校の発生では「体育の授業」（ $p < 0.001$ ）と「その他」（ $p < 0.05$ ）が、高等学校では「クラブ活動」（ $p < 0.01$ ）が有意に多かった。小学校の「その他」では、休み時間、帰宅中などの回答があった。一般学部においては、小学校では「体育の授業」（ $p < 0.01$ ）と「その他」（ $p < 0.05$ ）および中学校の「クラブ活動」（ $p < 0.01$ ）が有意に多かった。

Table 4 に病院受診の件数、救急車利用件数、入院件数およびその時の熱中症の病型分類を記した。体育系学部では病院受診18件、救急車の利用3件、入院が1件あり、一般学部では、病院受診5件、救急車の利用0件、入院1件であっ

Fig. 4 Response ratio of the activities [physical education (PE), club activities and others] when SSD and non-SSD freshman experienced heat illness. Nonresponders in SSD ($n=15$) and non-SSD ($n=10$) were removed. Numbers described in the figure are the total number of respondents.

Table 3 Cross-tabulation for frequency of heat illness during physical education (PE), club activities, and other activities in primary, junior-high, and high school ages in Sports Science-related Department (SSD) and non-Sports Science-related Department (non-SSD).

		PE	Club activities	Others	Unmarked	Row total
primary school	SSD	3 (13.0, 50.0) ***	16 (69.6, 7.2)	4 (17.4, 30.0) *	0 (0, 0)	23 (100, 9.1)
	Non-SSD	4 (22.2, 57.1) **	10 (55.6, 10.3)	4 (22.2, 40.0) *	0 (0, 0)	18 (100, 14.5)
Junior high school	SSD	3 (3.4, 50.0)	81 (91.0, 36.5)	5 (5.6, 45.6)	0 (0, 0)	89 (100, 35.0)
	Non-SSD	0 (0, 0)	52 (96.3, 53.6) **	2 (3.7, 20.0)	0 (0, 0)	54 (100, 43.5)
High school	SSD	0 (0, 0)	111 (98.2, 50.0) **	2 (1.8, 18.1)	0 (0, 0)	113 (100, 44.5)
	Non-SSD	3 (7.5, 42.9)	34 (85.0, 35.0)	3 (7.5, 30.0)	0 (0, 0)	40 (100, 32.3)
Unmarked	SSD	0 (0, 0)	14 (48.3, 6.3)	0 (0, 0)	15 (51.7, 100)	29 (100, 11.4)
	Non-SSD	0 (0, 0)	1 (8.3, 1.0)	1 (8.3, 10.0)	10 (83.3, 100)	12 (100, 9.7)
Column total	SSD	6 (2.4, 100)	222 (87.4, 100)	11 (4.3, 100)	15 (5.9, 100)	254 (100, 100)
	Non-SSD	7 (5.6, 100)	97 (78.2, 100)	10 (8.1, 100)	10 (8.1, 100)	124 (100, 100)

Data are total number of respondents [frequency (respondents ratio of row, respondents ratio of column)]. χ^2 and residual analysis were used to determine the differences within the groups. *, $p < 0.05$; **, $p < 0.01$, and ***, $p < 0.001$. SSD, Sports Science-related Department; non-SSD, non-Sports Science-related Department.

Table 4 Frequency of outpatient, used ambulance, and hospitalization after affected by heat illness.

		Outpatient	Used ambulance	Hospitalization
SSD (n=191)	EHE (n=129)	7	1	0
	HC (n=39)	2	0	0
	EHS (n=23)	3	1	1
	Unmarked (n=48)	6	1	0
non-SSD (n=97)	EHE (n=63)	3	0	0
	HC (n=15)	1	0	0
	EHS (n=19)	0	0	0
	Unmarked (n=17)	1	0	1

Data are total number of respondents.

た．熱射病は過度の体温上昇（直腸温で40℃以上）によって中枢神経系の機能が障害され，体温調節機能不全と意識障害を来しており，外部からの身体冷却が必須である（松本，2011）．さらに，横紋筋融解症や急性腎不全を来することが高頻度であり，進行すると多臓器不全やDIC（播種性血管内凝固症候群）を併発し死に至る（松本，2011）．したがって，救急救命措置が必須であり，その後の経過観察も必要となるため入院を必要としない事は通常考えにくい．したがって，真の熱射病は1件ずつであると推定される．

追加調査による発生頻度の推定（体育系学部のみ）

回答数は434件であったが，無記載等の無効回答10件を除く424件が有効回答であった．中学校での1週間の延べ練習日数は2491.5日であった．高等学校での1週間の延べ練習日数は2635日であった．中学校・高等学校の延べ練習日数は，666,575日であった．中学校・高等学校の熱中症およびそれぞれの病型の発生件数は，熱中症166件，熱疲労120件，熱けいれん31件，熱射病15件であった．熱中症の発生率は90.90件/1,000人・年，熱疲労の発生率は65.71件/1,000人・年，熱けいれんの発生率は16.97件/1,000人・年，熱射病の発生率は8.21件/1,000人・年であった．本研究の推定発生率および，熱中症の発生率を検討した先行研究を Table 5 にまとめた．

体育系学部の競技レベルは中学校では，有効回

答424名中，地区大会レベル122名（28.1％），県大会135名（31.1％），地方大会レベル79名（18.2％），全国大会レベル88名（20.2％），高等学校では，無記載1名を除外し，有効回答423名中，地区大会レベル50名（11.5％），県大会レベル150名（34.6％），地方大会レベル51名（11.8％），全国大会レベル172名（39.6％）であった．中学校では約4割が，高等学校では約5割が地方大会以上の競技レベルであった

Discussion

スポーツ活動は熱中症発生を増加させると言われているがそのエビデンスは乏しい．救急搬送者数，死亡統計，学校管理下の災害，新聞記事等の既存のデータからは熱中症の発生件数は確認できても，スポーツ活動時の熱中症の発生件数はわからない．スポーツ活動時の熱中症リスクや，競技レベルの高い集団とそうではない集団での熱中症の発生率の違いを明らかにする事は，スポーツ活動を行う者やその指導者にとって有用なデータになると考えられる．そこで本研究では，スポーツ活動を積極的に行っており，かつ比較的競技レベルが高いと考えられる体育系学部とそうではないと考えられる一般学部とで，熱中症累積発生率やその病型，発生回数がどの程度異なるかを明らかにする事を目的に行った．その結果，熱中症の発生者数（率）は，体育系学部では480名中153名（31.9％），一般学部では447名中75名（16.8％）

Table 5 Summary of the incidence ratio of heat illness, exertional heat exhaustion (EHE), heat cramps (HC) and exertional heat stroke (EHS) in the present study and the other case studies.

	Athletes/Sports activities	Seasons of data collected	Heat illness	EHE	HC	EHS
Present study	SSD students	Junior-high to High school	90.90/1000 athletes-year	65.71/1000 athletes-year	16.97/1000 athletes-year	8.21/1000 athletes-year
Cooper et al. (2006)	American Football /preseason practice	August–October 2003	4.19	0.87	3.07	0.00
Mager et al. (1980)	Reserve soldiers/ summer maneuver	—		1.3		
Richards and Richards (1984)	14-km road race	1978–1984		1.4		
Elias et al. (1991)	Youth soccer tournament	—		8.5		
Roberts (2005)	American Football	1995–2002				0.003
Roberts (2000)	Twin Cities Marathon	1982–1994			1.2/1000 entrants	<0.1/1000 finishers
Armstrong et al. (1994), Brodeur et al. (1989)	11.5-km road race	Summer (WBGT 21–27°C)				1–2/1000 entrants

Data are incidence ratio at 1000 athletes-exposures where there was no units described.

であり、体育系学部が有意に多く ($p < 0.001$), 粗オッズ比は2.420 (95%CI: 1.660, 3.527) であり, 調整済みオッズ比は2.342 (95%CI: 1.712, 3.204) であった. 熱中症の経験人数は両群で異なるものの, 熱中症の病型の割合は同等であった (体育系学部: 熱疲労67.5%, 熱けいれん20.4%, 熱射病12.0%; 一般学部: 熱疲労64.9%, 熱けいれん15.4%, 熱射病20.8%). 体育系学部, 一般学部のうち熱中症の既往のある者のほとんどが中学校または高等学校で熱中症を経験しており, その85%以上はクラブ活動中の発生であった. 病院受診者を中等症以上と考えると, 中等症以上の割合は, 体育系学部新生11.8%, 一般学部新生6.7%であった. 熱射病の場合, 入院を必要としない事は通常考えにくいため (松本, 2011), 体育系学部新生, 一般学部新生ともに入院件数の1件ずつが真の熱射病の発生件数と推定された. 本研究では事前に熱中症の各病型に関する説明を読ませて実施したが必ずしも理解が十分ではなかったため, 熱射病と回答した者があったと考えられる. 体育系学部の全員がスポーツ活動を行ってきたとは限らず, 逆に一般学部の中にも高いレベルでスポーツ活動を行ってきた学

生もいるため, 中学校・高等学校のいずれかでも運動部に所属していた学生と, 中学校・高等学校で一切運動部に所属していなかった学生とでグループ分けをし, 熱中症の発生率を分析した. その結果, 中学校・高等学校のいずれかでも運動部に所属していた学生の熱中症の経験者数は860人中220人 (25.6%), 中学校・高等学校で運動部に所属していなかった学生の熱中症経験者数は67人中9人 (13.6%) であり, その粗オッズ比は2.053 (95%CI: 1.033, 4.080) であったが, 調整済みオッズ比では有意差はなかった. 中学校・高等学校で運動部に所属していなかった学生の熱中症の発生は, 体育の授業3名, その他6名 (帰宅中, 移動中, 自宅, 公園で遊んでいる最中) であった. 体育系学部の体育の授業での熱中症発生は5名 (6件) であり, 非運動部の発生は1名であった. 一般学部の体育の授業での発生は5名 (7件) であり, 非運動部の発生は2名 (3件) であった. この事から, 運動部に所属していても体育の授業でも熱中症は発生し得ることが明らかになった.

日本国内における大学生を対象とした熱中症発生頻度に関連した調査は, 我々の知る限り4件

のみと少ない。加納ほか（2011）は園田学園女子大学運動部に所属する学生を対象に熱中症の経験の調査を行い、その結果151名中28名（18.5%）の学生が熱中症の経験があると回答し、28名中25名はクラブ活動中に経験していた。園田学園女子大学の運動部は比較的競技レベルが高いため、スポーツ活動時の運動強度は高いと考えられる（園田学園女子大学、online）。山口・鈴木（2011a）は岡山大学剣道部と中四国地方大学インカレ代表校の剣道部員126名とで熱中症の既往率を調査した。その結果、岡山大学剣道部員は75%が、中四国地方大学インカレ代表校の剣道部員は56.5%が熱中症の経験を有していたと報告している。山口・鈴木（2011b）は岡山大学運動部員484名を対象に熱中症の有無を調査し、36.8%は熱中症の経験を有していたと報告している。また、調査人数の記載はないものの、剣道部員では83.3%と高率に熱中症の経験を有していた。新矢ほか（2012）は体育系大学3校1712名および非体育系大学3校1122名を対象に熱中症の関連症状（めまい、たちくらみ、こむらえり、脈が速い、失神、頭痛、吐き気、体がだるい、嘔吐、ぐったり、脱力感、倦怠感、手や口のしびれ、まっすぐ歩けない、全身けいれん、意識障害）の既往について調査した。その結果、体育系大学では44.0%、非体育系大学では37.5%の学生が熱中症関連症状を経験していた。それぞれの研究での熱中症の定義や質問内容に違いはあるものの、これらの研究と本研究を総括すると運動部に所属する学生の熱中症の既往率は18.5%—44.0%、また体育系以外の一般学部の学生の熱中症の既往率は16.8%—37.5%と言えよう。

熱中症の経験についての調査を実施する場合、対象者の熱中症に関する知識の程度によって調査結果に影響を及ぼすと考えられる。本研究では、配布した質問紙に熱中症の症状（熱疲労、熱けいれん、熱射病）とそれぞれの定義を示し、それぞれに該当する場合に熱中症の経験有りとした。加納ほか（2011）の調査では、対象学生の多くが熱中症の教育を受けているが、その教育内容がどの程度学生の記憶に残っているかは不明であり、

また調査は熱中症の有無しか聞いていないため、熱中症の知識が乏しい学生は熱中症になったとの自覚がない可能性がある。山口・鈴木（2011b）の研究では、非公表ではあるが、剣道部で熱中症と思われる事例が発生したために、剣道部員には入念な熱中症予防教育を行っていた（personal communication）。そのために剣道部員の熱中症の発生率が過度に高くなったと考えられる。一方で、正確な知識を身につけていたために熱中症を認識できた結果であり、83.3%という高い既往率こそが真実とも考えられる。しかし、調査に用いた熱中症の定義がわからないため定かではない。新矢ほか（2012）は日本体育協会のスポーツ活動時の熱中症予防ガイドブックおよび日本救急医学会の基準から熱中症発生時の症状を記載し当てはまる症状があった場合に熱中症とした。しかし、めまいや立ちくらみ、頭痛、吐き気、体がだるいなどの症状は非特異的であり、上気道炎（ウィルス性感染、いわゆる風邪）との区別も困難である。本研究では、熱中症に関する知識の乏しい学生にもわかりやすい様にと、日本体育協会のスポーツ活動時の熱中症予防ガイドブックの定義から文章表現を変えたが、その結果熱射病の経験者数が増加した可能性が否定できない。したがって、熱中症発生率の調査には各病型の定義を十分に検討し、対象者が理解できるように工夫する必要性がある事が示唆された。

本研究の結果、中学校、高等学校ではクラブ活動時の熱中症発生が体育系学部と一般学部の両学部ともに85%を超えていた。また、小学校では体育授業での発生がほとんどであった（Table 1）。学校の管理下の災害—25（日本スポーツ振興センター、online1）) における熱中症発生は、小学校では体育の授業中が一番多く（23.1%）、中学校、高等学校ではクラブ活動中の発生が一番多い（中学校、64.7%；高等学校、66.5%）。このことから、それぞれの学校区分で積極的にスポーツ活動を実施する状況での熱中症発生を予防する対策をとる必要性があると考えられる。

熱中症の発生頻度

先行研究では短期間のスポーツイベントのみを対象にしているため (Table 5), それぞれの事例と比較すると本研究の発生率は少ないと考えられる. Cooper et al. (2006) はアメリカ南西地方の5大学のアメリカンフットボール選手を対象に8月—10月の熱中症およびその各病型の発生頻度を報告した. アメリカンフットボールはその着衣や防具から蓄熱率が高いことが指摘されており (Armstrong et al. 2007), 熱中症の発生率が高くなることが予測される. Cooper et al. (2006)は, 気温の高い8月—10月に調査しているために熱中症, 熱疲労, 熱けいれんの発生頻度が高いと考えられる. 本研究では, 中学校, 高等学校の在学期間中の熱中症の発生頻度を推定したが, これは, 熱中症による死亡事例は少ないものの2月や10月, 11月にも発生しているため (川原ほか, 2013), 対象となる期間は通年とすべきと考えた. このため, Table 5に記載した先行研究よりも本研究の発生頻度は少なくなったと考えられる. スポーツ活動がどの程度熱中症の発生率をあげるのか, より正確なデータのためにさらなる研究が必要である.

熱疲労を自覚し運動を中止した場合, 熱産生が抑えられるため熱射病へ進展するリスクがほとんどなくなる. そのため, 熱疲労の症状は結果として熱射病を防止する安全弁にもなり得るとも考えられる. 本研究の結果, 体育系学部では熱中症191件中, 熱疲労129件 (67.5%) であり, 一般学部では97件中, 熱疲労63件 (64.9%) であった. 我々の実施したアンケートには熱中症の定義を記載していたが, 熱中症発生時に当事者がその症状が熱中症であると自覚していたかはわからない. スポーツ活動に従事している者自らが熱中症発生時に熱中症を自覚できれば, 熱中症のリスクの認識につながり熱射病への進展の予防が可能であろう. 山口・鈴木 (2011b) が報告した剣道部員の熱中症の発生率が83.3%と高率であった. personal communication ではあるが, 剣道部で熱中症と疑われる症状が出たために, 熱中症の予防教育が十分になされていた事で熱中症を内省で

きていた可能性がある. 熱中症予防教育によって, 従来では見過ごされていた熱中症の症状を内省できる事は熱中症予防においては非常に重要である.

本研究の限界

本研究は症例対照研究 (case-control study) であり, 熱中症の有無を正しく思い出し, 判断できたか否かを調査対象者の記憶に頼らざるを得ず, 「熱中症の病型」, 「発生回数」, 「活動内容」, 「熱中症発生時の活動」を正しく思い出しているか否かに関しては疑問が残るため (思い出しバイアス), データの解釈には十分な注意が必要である. 熱中症発生には環境温度, 運動強度や時間, 対象者の体調や体力レベルなど様々な要因があるが, 本研究の研究デザインではこれらの交絡因子を調整する事が困難であった. 熱中症の発生頻度を算出するために「熱中症に関するアンケート」と「運動時間および競技レベルに関するアンケート」とを, それぞれ前期と後期の第1回解剖・生理学の講義終了時に行った. 解剖・生理学はスポーツ科学部の1年生の必修科目であるため全員が受講するが, 対象者が異なる可能性があるため, 熱中症, 熱疲労, 熱けいれん, 熱射病の発生率は参考程度に留める必要がある. 本研究は中京大学新入生を対象に調査したものであり, 体育系学部では59.8%が, 一般学部では87.9%が東海地方出身者であった. Table 1に示す通り, 各地方の出身者数に偏りがあるため, 日本全国の体育系学部新入生および一般学部新入生の母集団から均等に抽出したとは言えない. しかしながら, 体育系学部, 一般学部ともに熱中症の既往率は東海地方とその他の地域では有意差はなかったため, 東海地方の環境条件 (気温や湿度など) が熱中症の発生に強く関与したとは言えない. スポーツ活動時の熱中症発生頻度に関する先行研究はほとんどない. また, 競技レベルの高い集団のスポーツ活動時の熱中症の発生頻度を検討した研究は今までになく, スポーツ活動を行うもの, スポーツ指導者への参考になり, より一層の熱中症予防の啓発に繋がる事を期待する.

Conclusion

本研究は、運動を積極的に行い競技レベルが比較的高い集団であると考えられる体育系学部新入生とそうではないと考えられる一般学部新入生を対象に熱中症経験に関する調査を行った。その結果、体育系学部新入生の熱中症の累積発生率は一般学部の約2倍であった。また、その粗オッズ比は2.420 (95%CI: 1.660, 3.527) であり、調整済みオッズ比は2.342 (95%CI: 1.712, 3.204) であった。熱中症の症状(熱疲労、熱けいれん、熱射病)、経験回数(1回、2回、3回、4回以上)、熱中症発生時の活動(体育の授業、クラブ活動、その他)は、体育系学部新入生では絶対数は多いものの、それぞれの回答割合は一般学部新入生とで有意な差はなかった。また、中学校、高等学校のどちらか一方でも運動部活動に所属していたものと運動部活動には全く所属していなかったものとで熱中症の経験割合を比較したところ、運動部活動に所属していた者の熱中症発生の粗オッズ比は2.053 (95%CI: 1.033, 4.080) であったが、調整済みオッズ比では有意差はなかった。スポーツ活動を行うものへの熱中症の予防教育および熱中症発生時の対処方法の啓発活動を行い、熱中症(熱疲労)の発生を自覚する事で症状の重症化(熱射病への発展)を防ぐことが必要である。

謝辞

本調査にご協力いただきました中京大学スポーツ科学部およびその他の学部の2011年度新入生の方々に深く御礼申し上げます。本論文の執筆にあたりご助言を頂きました中京大学大学院体育学研究科運動生理学研究室 北川薫先生、梅村義久先生、荒牧勇先生ならびに研究室員に深く御礼を申し上げます。また、アンケートの解析にあたりご指導下さいました中京大学大学院健康科学系渡辺丈真先生に深く御礼を申し上げます。

文 献

Armstrong, L.E., Casa, D.J., Millard-Stafford, M.,

- Moran, D.S., Pyne, S.W., and Roberts, W.O. (2007) American College of Sports Medicine position stand. Exertional heat illness during training and competition. *Med Sci Sports Exerc.*, 39(3): 556-572.
- Armstrong, L.E., Maresh, C.M., Crago, A.E., Adams, R., and Roberts, R.O. (1994) Interpretation of aural temperatures during exercise, hyperthermia, and cooling therapy. *Med Exerc Nutr Health*, 3(1): 9-16.
- Binkley, H.M., Beckett, J., Casa, D.J., Kleiner, D.M., and Plummer, P.E. (2002) National Athletic Trainers' Association position statement: exertional heat illnesses. *J Athl Train.*, 37(3): 329.
- Brodeur, V.B., Dennett, S.R., and Griffin, L.S. (1989) Exertional hyperthermia, ice baths, and emergency care at the Falmouth Road Race. *J Emerg Nur.*, 15(4): 304-312.
- Cooper Jr, E.R., Ferrara, M.S., and Broglio, S.P. (2006) Exertional heat illness and environmental conditions during a single football season in the southeast. *J Athl Train.*, 41(3): 332.
- Elias, S.R., Roberts, W.O., and Thorson, D.C. (1991) Team sports in hot weather: guidelines for modifying youth soccer. *Physician Sports Med.*, 19(5): 67-80.
- Gilchrist, J., Haileyesus, T., Murphy, M., Collins, C., and McIlvain, N. (2010) Heat illness among high school athletes-United States, 2005-2009. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 59(32): 1009-1013.
- 花輪啓一 (1995) 北海道でのスポーツ活動時における熱中症事故発生の実態. *体力科学*, 44: 743.
- 東島利佳・清塚 更・森菜穂子・阿部考四・太田誠耕 (2007) 高等学校におけるマラソン大会による熱中症に関する研究. *弘前大学教育学部紀要*, 98: 91-96.
- 星 秋夫・稲葉 裕 (2002) 学校での運動時における外因性死亡の発生状況. *体力科学*, 51: 85-92.
- Hoshi, A. and Inaba, Y. (2005) Different risk mechanism of heat disorder during sports activities by season and region in Japan. *Bull NDU*, 34: 63-70.
- 環境省 (2001) ヒートアイランド現象の実態解析と対策のあり方についてに関する報告. *環境白書*. ぎょうせい, pp. 2-36.
- 加納亜紀・木田京子・板谷昭彦・衣笠治子・五十嵐裕子・牧川 優 (2011) 女子大学生のスポーツ活動における熱中症予防の実態. *園田学園女子大学論文集*, 45: 65-74.
- 川原 貴・森本武利・白木啓三・朝山正己・中井誠一・伊藤静夫 (1994) スポーツ活動時の熱中症予防ガイドブック. 日本体育協会. ニッポンインターナ

- ショナルエージェンシー。
- 川原 貴・井上芳光・小松 裕・田中英登・中井誠一・長谷川 博・松本孝朗・安松幹展・伊藤静夫・安住文子 (2013) スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック (改訂). 日本体育協会: ニッポンインターナショナルエージェンシー。
- 厚生労働省 (online1). 熱中症関連情報. <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/suii10/dl/s08.pdf>, (accessed 2013-10-05).
- 厚生労働省 (online2). 平成23年人口動態統計月報年計 (概数) の概況. <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/geppo/nengai11/dl/gaikyou23.pdf>, (accessed 2013-10-6).
- 厚生労働省 (online3). 平成24年人口動態統計月報年計 (概数) の概況. <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/geppo/nengai12/dl/gaikyou24.pdf>, (accessed 2013-10-6).
- Mager, M., Hubbard, R.W., and Kerstein, M.D. (1980) Survey and analysis of the medical experience for CAX 8-80. Natick, MA: US Army Research Institute of Environmental Medicine. Technical Report.
- 松本孝朗 (2011) 熱中症の予防と治療. 発汗学, 18: 34-38.
- 三宅康史・有賀 徹・井上健一郎・奥寺 敬・北原孝雄・島崎修次・鶴田良介・前川剛志・横田裕行 (2008) 熱中症の実態調査—Heatstroke STUDY 2006最終報告—. 日本救急医学会雑誌, 19(6): 309-321.
- 三宅康史・有賀 徹・井上健一郎・奥寺 敬・北原孝雄・島崎修次・鶴田良介・横田裕行 (2010) 本邦における熱中症の実態—Heatstroke STUDY 2008最終報告—. 日本救急医学会雑誌, 21(5): 230-244.
- 中井誠一・新里寛英・森本武利 (1996) 熱中症発生に関する疫学的研究. —1990年～1994年の新聞記事に基づく検討—. 日本生気象学会誌, 33: 71-77.
- 中井誠一・新矢博美・芳田哲也・寄本 明・井上芳光・森本武利 (2007) スポーツ活動および日常生活を含めた新しい熱中症予防対策の提案—年齢, 着衣及び暑熱順化を考慮した予防指針—. 体力科学, 56(4): 437-444.
- 日本スポーツ振興センター (online1). 学校の管理下の災害—25 基本統計—. http://www.jpnsport.go.jp/zenzen/zenzen_school/toukei/tabid/301/Default.aspx, (accessed 2013-10-05).
- 日本スポーツ振興センター (online2). 学校の管理下の死亡・障害事例と事故防止の留意点<平成24年度版>. http://www.jpnsport.go.jp/zenzen/zenzen_school/tabid/1549/Default.aspx, (accessed 2013-10-5).
- Richards, R. and Richards, D. (1984) Exertion-induced heat exhaustion and other medical aspects of the City-to-Surf fun runs, 1978-1984. Med J Aust., 141 (12-13): 799.
- Roberts, W.O. (2000) A 12-yr profile of medical injury and illness for the Twin Cities Marathon. Med Sci Sports Exerc., 32(9): 1549-1555.
- Roberts, W.O. (2005) Common threads in a random tapestry: another viewpoint on exertional heatstroke. Physician Sports Med., 33(10): 42.
- Sawka, M.N., Burke, L.M., Eichner, E.R., Maughan, R.J., Montain, S.J., and Stachenfeld, N.S. (2007) American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. Med Sci Sports Exerc., 39(2): 377-390.
- Seth, P., and Juliana, P. (2011) Exertional heat stroke in a marathon runner with extensive healed deep burns: a case report. Int J Emerg Med., 4(1): 1-3.
- 新矢博美・藤松典子・中井誠一 (2012) 大学生の熱中症関連症状罹患の実態. 第26回 運動と体温の研究会プログラム・予稿集, 7.
- 園田学園女子大学 (online) キャンパスライフ. クラブ & サークル活動. <http://www.sonoda-u.ac.jp/campuslife/club.html>, (accessed 2013-10-17).
- 総務庁消防庁 (online) 熱中症情報. http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/fieldList9_2_1.html, (accessed 2013-10-04).
- 山口 香・鈴木久雄 (2011a) 大学剣道部員の熱中症に関する研究. 体力科学, 60: 543.
- 山口 香・鈴木久雄 (2011b) 大学剣道部員の熱中症予防に関する研究. 体力科学, 60: 741.
- (平成25年12月11日受付)
(平成26年10月17日受理)