

地域の情報

熱中症リスクの高い子どもの特徴とその対応について

池川茂樹*・上野光博*・野口孝則*・
留目宏美*・増井晃**・大庭重治*

1. はじめに

近年のアメニティの充実は、ヒトが本来持っている環境適応能力を劣化させ、それが都市温暖化などの環境要因と相まって、熱中症が多発し深刻な社会問題となっている。我が国の消防庁の報道資料によると、冷夏と言われた2019年度においても、全国の夏季（5-9月）における熱中症による救急搬送者数は71,317名と、2016年度の50,412名、2017年度の52,984名の1.3~1.4倍の水準にまで達していた。

熱中症が多発する傾向は、学校教育現場においても同様である。本来、加齢に伴って熱中症のリスクは高まることが知られているが、学齢期の子ども、特に中高生の年代については、年齢から予測される熱中症リスクよりも実際の熱中症リスクが高くなることが明らかとなっている（Nakai, Itoh, and Morimoto, 1999）。

このような状況の中、学校教職員は、熱中症を未然に防ぐための対策を講じる必要に迫られている。そこで我々は、熱中症リスクの高い子どもの特徴や熱中症リスクが高まる学校環境の要因について先行研究より考察し、2018~2019年度上越教育大学研究プロジェクト「健康管理に特別な配慮を必要とする子どもの学級担任を支援するための『地域連携コモンズ』形成の試み」（研究代表者：大庭重治）の一環として実施されている地域の学校教職員を対象とした自主セミナーにて、以下の内容で講義を行った。熱中症リスクの高い子どもの特徴を把握することは、大勢の子どもの中からリスクの高い子どものスクリーニングを可能にし、具体的かつ効果的な熱中症予防につながると期待される。

2. ヒトの体温調節能について

暑熱環境下におかれた場合、ヒトは他の動物には見られないユニークな方法で体温を調節することが知られている。最も有名な体温調節反応が発汗である。ヒトは全身に汗をかくことで、その気化熱により活動筋で産生した熱を体外に放散する。また、発汗に加え、全身の皮膚に張り巡らされた皮膚血管を拡張させることで、身体の深部の血液を皮膚表面に移動・集中させ、体表面から熱を放散することができる（Rowell, 1986）。このような優れた体温調節能を持っているため、ヒトは他の動物に比べて高い暑熱耐性があると言われている。

しかし、これらの体温調節能が活動筋における熱産生や太

陽からの放射熱を下回った時、過度の体温上昇を招き、熱中症（特にこの場合を熱射病と呼ぶ）を惹き起こすことになる。従って、熱中症の予防には、高いレベルの体温調節能を維持する必要がある。

一方、我々は、循環血漿量の増加が体温調節能亢進に重要であることを明らかにしている。すなわち、暑熱環境下における有酸素性トレーニングによって体温調節能が上昇した被験者について、増加した循環血漿量を利尿剤により急性的にトレーニング前のレベルに戻し、体温調節能を利尿剤投与前と比較した結果、トレーニングによって亢進した体温調節能が消失した（Ikegawa, Kamiyo, Okazaki, Masuki, Okada, and Nose, 2011）。この結果から、体温調節能の亢進・劣化は循環血漿量の増減のみで説明がつくことが明らかとなった。

これらの結果から考察すると、熱中症リスクは循環血漿量の増減に大きく左右されることが考えられる。

3. 熱中症リスクの高い子どもの特徴

上記でも記した通り、熱中症リスクは循環血漿量の増減に大きく左右される。そこで、循環血漿量の増減は、どのようなバイタルサインにより判断すれば良いのかについて考察を加えた。

最初に体力と熱中症リスクの関係に着目した。この関係について考察を加えるにあたり、我々は、複数の体温調節関連の先行研究（Goto, Okazaki, Kamiyo, Ikegawa, Masuki, Miyagawa, and Nose, 2010; Ikegawa et al., 2011; Miyagawa, Kamiyo, Ikegawa, Goto, and Nose, 2011）で対象とされた被験者の循環血漿量と最大酸素摂取量（持久力の指標）の関係について分析を行った。すると、両者の間に有意な正の相関関係が確認された（ $r=0.706$, $P<0.001$: 図1）。つまり、持久力が低い者ほど循環血漿量が少ない傾向にあることがわかった。この結果から、持久力の低い子どもほど熱中症リスクが高い可能性が示唆された。

次に心拍数と熱中症リスクの関係に着目した。基本的には、一回心拍出量が増加すると心拍数が低下するため（Rowell, 1986）、一回心拍出量に大きく影響している静脈還流量の増減は心拍数に影響すると言われている。実際、先行研究（Ikegawa et al., 2011）でも337mLの循環血漿量の増加に対しておよそ4拍/分の心拍数の低下が見られ、反対に337mLの急性的な循環血漿量の減少に対しておよそ15拍/分の心拍数の上昇が確認されている。従って、同じ条件下での心拍数の上昇は、熱中症リスクの上昇を表している可能性が考えられる。

上記の内容から考察すると、持久力が低い子どもは熱中症リ

* 上越教育大学大学院学校教育研究科

** 栃木県立岡本台病院

スクが高い可能性が考えられる。また、縦断的な視点から、個人ごとの心拍数の上昇は、熱中症リスクの上昇を反映している可能性が考えられる。

4. 熱中症リスクが高まる季節

熱中症は気温が高くなる夏季に、圧倒的頻度で発生するため、季節と熱中症リスクの関係についても考察を加える必要がある。

我々は、日本国内におけるヘモグロビン濃度とヘマトクリットの季節変動に関する報告 (Neriishi, Fukushima, and Sagan, 1973) から、Greenleaf, Convertino, and Mangseth (1979) により提唱された循環血漿量の変化の推定式を用いて、循環血漿量の季節変動を算出した。すると、気温が上昇し始める初夏の時期 (5~6月) の循環血漿量は、4月の頃とほとんど変わらず、7~9月に循環血漿量が増加しピークに達することがわかった (図2)。この結果から、初夏の頃は気温が高くなり始めているにも関わらず、十分に暑熱環境に馴化できていない可能性が示唆され、初夏の頃でも熱中症リスクが高まっていると考えられる。

従って、7~8月の真夏はもちろんのこと、5~6月の初夏にも熱中症リスクが高まるため、特に注意が必要であることが示唆された。

5. 熱中症リスクを高める学校特有の環境

中学校や高等学校では、多くの場合、定期テスト期間になると部活動が一時中止される。このような定期的な運動を中止することによる熱中症リスクへの影響について考察を加えた。

McGire, Levine, Williamson, Snell, Blomqvist, Saltin, and Mitchell (2001) は、健康な20歳の被験者に対して実験的に不活動状態を一時的に作り、不活動が最大酸素摂取量に及ぼす影響について調べている。その結果、3週間の不活動により最大酸素摂取量が約27%も低下したことを報告している。さらに、低下した最大酸素摂取量を元に戻すのに8週間もの期間を要したことも併せて報告されている。図1でも示した通り、最大酸

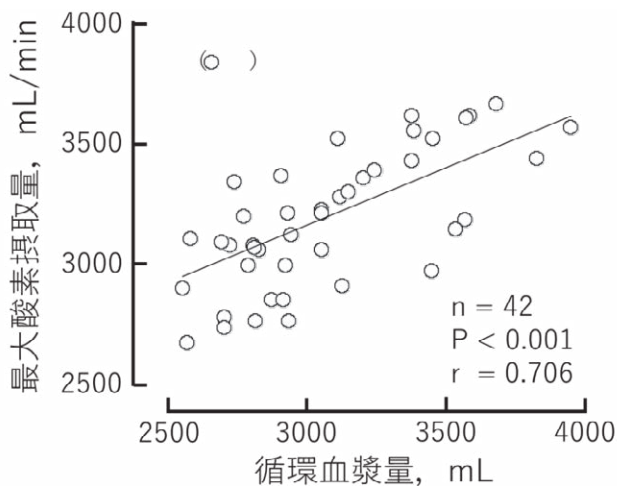


図1. 循環血漿量と最大酸素摂取量の関係。

素摂取量は循環血漿量と非常によく相関するため、不活動は熱中症リスクの上昇につながる可能性が示唆される。

これらの結果から考えると、中学校や高等学校の定期テスト期間の一時的な部活動中止は、熱中症リスクを高める可能性が考えられる。また、テスト期間が終了し部活動を再開する時、テスト期間前と同等の運動負荷をかけることは避けるべきである。

6. 熱中症リスクの高い子どもへの対応

ここまで、学校現場における子どもの熱中症リスクについて考察してきたが、今回取り上げた要因は、対象の子どもがどの程度の体力を持っているかといった「体力要因」と、対象の子どもがどのような状況 (季節・学校生活) に置かれているのかといった「環境要因」に大別できる。これらの要因をしっかりと把握し、それを改善するための具体的方策を計画・実施することが重要である。

まず、体力要因に対する方策として、生活習慣の指導が挙げられる。基本的に体力の水準は運動習慣に起因しているため、生活の中に運動習慣を取り入れるように指導する必要がある。しかし、強度の低い運動では体力が向上しないことが、複数の先行研究 (Masuki, Morikawa, and Nose, 2019; Nemoto, Gen-no, Masuki, Okazaki, and Nose, 2007; Tanabe, Masuki, Nemoto, and Nose, 2018) から明らかとなっている。一方、近年、体力の向上には運動の「質」と「量」の意識が重要であることが明らかになってきた。すなわち、息が弾む程度の強度の運動 (質) を、1週間あたり計60分以上 (量) となるような運動習慣を生活に取り入れると、体力の向上が見込めることがわかってきた (Masuki et al., 2019)。さらに、運動直後に乳製品のような糖質とタンパク質を豊富に含む食品を摂取させることで、その体力増進効果がより高まることも報告されている (Goto et al., 2010)。従って、熱中症リスクの体力要因に対する方策として、体力の低い子どもへの「質」と「量」を意識した運動指導と栄養補助を中心とした生活習慣指導が効果的だと考えられる。

次に、環境要因に対する方策として、季節に対する配慮およ

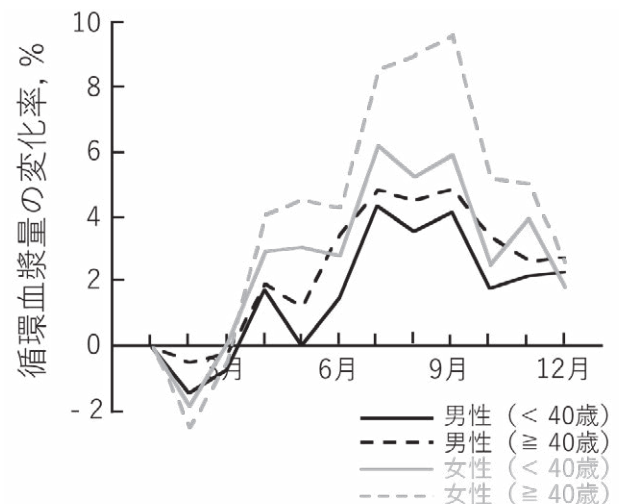


図2. 1月を基準とした月ごとの循環血漿量の変化率。(Neriishi et al., 1973. をもとに、池川が算出.)

びテスト休みなど不活動期間に対する配慮が重要である。前にも述べた通り、熱中症リスクが高まる初夏に入る少し前から、上記の運動・栄養指導を取り入れることで子どもの暑熱耐性を高めることが熱中症リスクの低減に有効かと思われる。また、運動部活動をしている子どもや運動部活動顧問教員に、初夏の頃やテスト休みなど不活動期間に熱中症リスクが高まることを周知・理解させることも重要である。特に中・長期の不活動期間後の部活動再開時は、体力を徐々に高めるような取り組みが必要である。同時に、子どもに起床時など同時刻・同体位での脈拍を記録させ、自身の熱中症リスクの変化について把握させることも有効かもしれない。

7. おわりに

これまで述べてきたように、熱中症のリスクは、個人の体力や置かれた環境によって異なってくる。従って、熱中症リスクの高い子どもも、ある意味、「特別な配慮を必要とする子ども」と言えるのかもしれない。そのような子どもに対して、科学的根拠に基づいた適切な指導を実践してもらいたいと願い、本自主セミナーを実施した。

自主セミナー終了後に実施したアンケートでは、「熱中症予防を始める時期や、具体的な指導法を知ることができてよかった」「循環血漿量を増やすための方法が具体的だったので、とても勉強になった」（共に地域の教員）などの記述が見られたことから、学校現場では熱中症予防の具体的かつ有効な対策が望まれていると推察された。

追記

本稿で報告した自主セミナーは、平成30年度上越教育大学研究プロジェクト「健康管理に特別な配慮を必要とする子どもの学級担任を支援するための『地域連携コモンズ』形成の試み」（研究代表者：大庭重治）の補助を受けて実施した。

引用文献

- Goto M, Okazaki K, Kamijo Y, Ikegawa S, Masuki S, Miyagawa K, & Nose H. (2010) Protein and carbohydrate supplementation during 5-day aerobic training enhanced plasma volume expansion and thermoregulatory adaptation in young men. *J Appl Physiol*, 109, 1247-1255.
- Greenleaf JE, Convertino VA, & Mangseth GR. (1979) Plasma volume during stress in man; osmolality and red cell volume. *J Apple Physiol*, 47, 1031-1038.
- Ikegawa S, Kamijo Y, Okazaki K, Masuki S, Okada Y, & Nose H. (2011) Effects of hypohydration on thermoregulation during exercise before and after 5-day aerobic training in a warm environment in young men. *J Appl Physiol*, 110, 972-980.
- Masuki S, Morikawa M, & Nose H. (2019) High-intensity walking time is a key determinant to increase physical fitness and improve health outcomes after interval walking training in middle-aged and older people. *Mayo Clin Proc*, 94, 2415-2426.
- McGire DK, Levine BD, Williamson JW, Snell PG, Blomqvist CG, Saltin B, & Mitchell JH. (2001) A 30-year follow-up of the Dallas bed rest and training study; I. Effect of age on the cardiovascular response to exercise. *Circulation*, 104, 1350-1357.
- Miyagawa K, Kamijo Y, Ikegawa S, Goto M, & Nose H. (2011) Reduced hyperthermia-induced cutaneous vasodilation and enhanced exercise-induced plasma water loss at simulated high altitude (3,200 m) in humans. *J Apple Physiol*, 110, 157-165.
- Nakai S, Itoh T, & Morimoto T. (1999) Deaths from heat-stroke in Japan: 1968-1994. *Int J Biometeorol*, 43, 124-127.
- Nemoto K, Gen-no H, Masuki S, Okazaki K, & Nose H. (2007) Effects of high-intensity interval walking training on physical fitness and blood pressure in middle-aged and older people. *Mayo Clin Proc*, 82, 803-811.
- Neriishi S, Fukushima K, & Sagan LA. (1973) Seasonal variation in hemoglobin concentration and hematocrit value. *Jap J Trop Med Hyg*, 1, 39-50.
- Rowell LB. (1986) Human Circulation Regulation during Physical Stress. Oxford University Press, New York.
- Tanabe A, Masuki S, Nemoto K, & Nose H. (2018) Seasonal influence on adherence to and effects of an interval walking training program on sedentary female college students in Japan. *Int J Biometeorol*, 62, 643-654.