

令和 5 年 5 月 14 日現在

機関番号：32689

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K19996

研究課題名（和文）気象と傷害データに基づいた熱中症予防のための運動指針の再検討

研究課題名（英文）Activity modification guidelines for exertional heat illness prevention based on environmental and injury surveillance data

研究代表者

細川 由梨（Hosokawa, Yuri）

早稲田大学・スポーツ科学学術院・准教授

研究者番号：30822829

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,000,000円

研究成果の概要（和文）：本調査4年度分のデータから算出された運動部活動中の熱中症発生率は1.98/1,000 AE（95%CI, 1.63～2.38）であった。WBGTが28℃以上の条件において熱中症が1件以上発生するオッズは2.2倍（95%CI, 1.39～3.65;  $p<0.001$ ）であった。WBGT31℃以上と未満の条件下で比較すると、オッズは4.5倍（95%CI, 2.40～8.58;  $p<0.001$ ）に増加した。運動中の熱中症予防行動によって熱中症発生のオッズは統計学的に有意に低下せず、活動中のWBGT最高値が1℃上昇することに熱中症が発生するオッズが32.2%上昇することが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本スポーツ協会では労作性熱中症の予防対策の一つとしてWBGTに基づいた運動指針を公表しているが、その指針と高校運動部活動における熱中症発生率の関連性は検証されていなかった。本研究結果により、WBGTが高値を示す場合においては熱中症予防対策を現場で講じていたとしても普遍的な熱中症罹患のリスクが存在することが明らかとなった。また、運動開始時のWBGTではなく活動中に観測された最高値が有意に熱中症オッズを上昇させたことから、活動中に継続的にWBGTを観察する重要性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：The incidence rate of exertional heat illness during school organized sport during the four-year study period was 1.98/1,000 AE (95%CI, 1.63～2.38). The odds of one or more exertional heat illnesses during an activity session were 2.2 times greater in conditions where the WBGT was greater or equal to 28℃ (95%CI, 1.39～3.65;  $p<0.001$ ). The odds increased to 4.5 when the WBGT was greater or equal to 31℃ (95%CI, 2.40～8.58;  $p<0.001$ ). Activity modifications aimed at reducing heat stress did not result in a statistical reduction in the exertional heat illness odds; however, the data showed that a 1℃ increase in maximum WBGT reported during the activity session increased the odds of exertional heat illness by 32.3%.

研究分野：環境運動生理学

キーワード：労作性熱中症 運動部活動 スポーツセーフティ WBGT 湿球黒球温度

### 1. 研究開始当初の背景

温暖化による猛暑日数の増加に伴い以前よりも厳しい環境での運動部活動が強られる中、従来通りの熱中症予防対策がどの程度学校現場に浸透し、効果を示しているのか明らかにすることは今後の指針を策定する上で大変重要であると考えます。

また、日本スポーツ協会では労作性熱中症の予防対策の一つとして WBGT に基づいた運動指針を公表しているが、その指針と高校運動部活動における熱中症発生率の関連性は検証されていない。現場のデータを用いて既存の運動指針を再検証することは、エビデンスに基づいた労作性熱中症予防の促進と実践に繋がり、現存する指針の外的妥当性を検証することにつながる。さらに、本研究では室内競技も調査対象に含めることで活動場所(室内と屋外)が熱中症の発生頻度に与える影響についても検討する。これは今まで労作性熱中症の研究では重点的に検証されることのなかった室内競技向けの熱中症予防対策を提案する上でも重要であると考えます。

### 2. 研究の目的

日本体育協会(現日本スポーツ協会)は1994年からスポーツ活動中の労作性熱中症予防として具体的な熱中症予防策を提唱してきたが、運動部活動中の労作性熱中症数は減少しておらず、実際にどのような予防策が運動部の現場で講じられているかについては明らかになっていない。そこで本研究では、夏季の高等学校運動部活動における労作性熱中症の発生頻度と運動部活動で実践されている労作性熱中症予防対策を明らかにすることを目的に調査を行う。さらに、活動場所(室内と屋外)と運動開始時の環境条件が労作性熱中症の発生頻度に与える影響を検証するために湿球黒球温度(WBGT)を測定し、労作性熱中症予防策の実践が労作性熱中症頻度に与える影響と、環境条件によって労作性熱中症予防策の実践数が変動するかについても検証する。

労作性熱中症予防対策の実践に関しては、当日の運動中止や練習場所の変更など、練習形態の大きな変更を伴う予防策の実施頻度は低いものの、休憩の増加やこまめな水分摂取など活動内容の変更に関連する対策は実施頻度が高くなると仮説した。また、熱中症の発生頻度は室内・屋外に関わらず認められ、そのリスクは室内・屋外に関わらず、WBGTの上昇に伴って高まると仮説した。一方で、同様のWBGT条件下において、より多くの熱中症予防対策を講じていた運動部の方が何も実施していない(あるいは限られた数の予防対策を講じていた)運動部よりも熱中症の発生頻度が低くなると仮説した。

### 3. 研究の方法

調査期間は2019年度～2022年度の6月1日～9月30日とし、後述するデータ項目(1)～(8)について運動部の顧問または養護教諭に記録を依頼した。研究の依頼には縁故法を用いたが、新型コロナウイルス感染症の影響によって高等学校を対象とした調査へのリクルーティングが難航したことから、2022年度については運動部活動などを対象にコンディショニング管理システムサービスを提供している株式会社ユーフォリアも経由して本研究の案内を送付した。

収集したデータは、(1)活動日、(2)活動人数、(3)活動場所(屋内・屋外)、(4)運動開始時のWBGT、(5)運動開始時の気温、(6)運動開始時の湿度、(7)熱中症予防対策内容(選択式:運動中止、練習開始時間の変更、練習実施場所の変更、休憩時間の増加、水分補給回数の増加、運動強度の調整、運動時間の短縮、防具・装具の取り外し、運動着の調整)、(8)労作性熱中症者数の8項目であった。(8)の熱中症者数の記録には日付・競技名・場所・時間・性別・学年・熱中症(運動誘発性筋痙攣・熱疲労・労作性熱射病・脱水・その他)の種類についても記録を依頼した。なお、実施可能な対象者においては、(4)の運動開始時のWBGTのみだけでなく、活動中に計測されたWBGTの最高値の記録も依頼した。

WBGTはJIS B7922準拠品または先行研究よりISO基準との妥当性が検証された測定器を用いて活動場所で実測値を測定した。該当する測定器を導入していない学校に対しては研究責任者が保有している機材を調査期間中貸し出しすることで、調査参加者に負担がかからないよう配慮した。

### 4. 研究成果

本調査期間中(2019～2022年度)に収集した解析対象データは合計2,152件、延べ運動部活動参加者人数は58,106名となった。記録された熱中症発生件数は延べ115件であった(室内,12件;屋外,103件)。なお、意識障害を伴った重症症例は1件のみ(屋内;女子バスケットボール)であった。対象となった運動競技の一覧と学校が所在する都道府県は表1にまとめた通りである。

表1. 対象となった運動競技の一覧と学校所在都道府県

競技一覧	アメリカンフットボール・バドミントン・野球・バスケットボール・ボクシング・(男子部)
	ダンス・剣道・ラグロス・ラグビー・少林寺拳法・サッカー・卓球・テニス・陸上競技・バレーボール・レスリング

競技一覧	バドミントン・バスケットボール・ボクシング・ダンス・剣道・ラクロス・ラグビー（女子部）
学校所在	東京都（5校）・兵庫県（3校）・大阪府（3校）・新潟県（3校）・広島県（1校）・都道府県
	福島県（1校）・栃木県（1校）

(1) 夏季の高等学校運動部活動における労作性熱中症の発生頻度

4年度分のデータから算出された運動部活動中の熱中症発生率は1.98/1,000 AE (95%CI, 1.63-2.38)で、屋外活動の方が室内活動よりも統計学的に有意に熱中症発生率が高かった(屋外, 2.27/1,000 AE, 95%CI=1.86-2.76; 室内, 0.94/1,000 AE, 95%CI=0.48-1.64)。

(2) 労作性熱中症の発生オッズと環境温度の関係

運動開始時のWBGTと室内および屋外運動部活動における熱中症発生件数には屋外競技でのみ正の弱い相関が認められた(室内,  $r=0.06$  [95%CI: -0.01, 0.13],  $p=0.06$ ; 屋外,  $r=0.14$  [95%CI: 0.08, 0.19],  $p<0.001$ )。WBGTの最高値との相関についても屋外競技でのみ正の弱い相関が認められた(室内,  $r=0.06$  [95%CI: -0.01, -0.13],  $p=0.06$ ; 屋外,  $r=0.16$  [95%CI: 0.09, 0.23],  $p<0.001$ )。

運動開始時のWBGTが28°C以上と28°C未満の条件下を比較した場合、WBGTが28°C以上の条件において熱中症が1件以上発生するオッズは2.2倍(95%CI, 1.39-3.65;  $p<0.001$ )であった。これをWBGT31°C以上と未満の条件下で比較すると、オッズは4.5倍(95%CI, 2.40-8.58;  $p<0.001$ )に増加した。

(3) 労作性熱中症予防策の実施状況について

予防策の実施数と運動開始時のWBGTには弱い相関が認められた( $r=0.23$ ,  $p<0.001$ )。

熱中症予防のために現場で能動的に実施されてきた予防策の数の中央値は0(最小値, 0; 最大値, 5)で、競技ごとではなく、チームによってその実施率が大きく異なる傾向が明らかとなった。このことから、指導者の意向が予防策の実施傾向に影響を与えている可能性が考えられる。

労作性熱中症予防策の実践内容については、仮説通り当日の運動中止や練習場所の変更など、練習形態の大きな変更を伴う予防策の実施頻度は低いものの、休憩の増加、水分補給回数の増加、運動時間の短縮など活動内容の変更に関連する予防策の実施頻度は比較的高かった(表2)。なお、「運動は原則中止」にあたるWBGT31°C以上の条件下において実際に運動を中止した事例は今回の調査対象者においては認められなかった。「運動中止」を実際に実践した練習日は調査期間中に全部で5件認められたが、いずれも室内競技で「厳重警戒(WBGT28~31°C)」時において実施されていた。

表2. 熱中症予防策内容の実施の割合

予防策	屋外競技	室内競技
	(n=1328)	(n=824)
	[%]	[%]
運動中止	0.0	0.6
運動開始時間の変更	0.9	1.5
運動実施場所の変更	2.7	1.5
休憩時間の増加	13.3	38.6
水分補給回数の増加	15.0	28.6
運動強度の調整	5.6	36.9
運動時間の短縮	4.3	14.2
防具/装具の取り外し	0.6	7.5
運動着の調整	3.5	1.0

(4) 労作性熱中症予防策の実践が労作性熱中症頻度に与える影響について

熱中症が1件以上発生するオッズに運動開始時のWBGT、運動中に記録されたWBGT最高値、予防策の有無(運動中止・運動開始時間の変更・運動実施場所の変更・休憩時間の増加・水分補給回数の増加・運動強度の調整・運動時間の短縮・防具/装具の取り外し・運動着の調整)が与える影響について検討したところ、運動中に記録されたWBGT最高値のみが統計学的有意な関連を示し、WBGT最高値が1°C上昇するごとに熱中症が発生するオッズが32.2%上昇することが明らかとなった( $\chi^2[11]=63.10$ ,  $p<0.001$ ; Nagelkerke  $R^2=14.6\%$ )。よって、当初の仮説には反し、熱中症予防策の実施数よりも、環境条件の方が強く熱中症の発生に影響を与えていたということがわかる。また、運動開始時のWBGTよりも運動実施時間中のWBGT最高値においてこの関係性が顕著になったことから、運動前の環境把握にとどまらず、活動中も定期的にWBGTを観察することが熱中症リスクの的確な把握に繋がることが考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 細川由梨	4. 巻 6
2. 論文標題 高等学校の運動部活動における労作性熱中症の実態 パイロット調査の結果	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本アスレティックトレーニング学会誌	6. 最初と最後の頁 S12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.24692/jsatj.6.Supplement_S12	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 小出 敦也, 細川 由梨	4. 巻 6
2. 論文標題 日本の高等学校における熱中症対策：アスレティックトレーナーによる介入事例	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本アスレティックトレーニング学会誌	6. 最初と最後の頁 67-73
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.24692/jsatj.6.1_67	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 細川由梨
2. 発表標題 高等学校の運動部活動における労作性熱中症の実態 パイロット調査の結果
3. 学会等名 日本アスレティックトレーニング学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 細川由梨, 広瀬統一
2. 発表標題 日本の高等学校における運動部活動中の熱中症発生率およびオッズ比と湿球黒球温度の関係
3. 学会等名 日本臨床スポーツ医学会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------