

心拍変動 HF 成分振幅のスパイク様バースト：熱中症の前兆現象

湯田 恵美[†] 吉田 豊[†] 飯野 壘^{††} 早野 順一郎[†]

名古屋市立大学大学院医学研究科

1. はじめに

近年、人口の高齢化に伴って中高年層のスポーツ人口が増加している。特にゴルフは中高年層に人気があるが、夏季高温環境下のゴルフは熱中症のリスクも高く、その予防や予知のための対策が必要である。われわれは、先行研究で、ゴルフプレー中の熱中症の発症過程の心拍変動を、偶発的に記録したホルター心電図 (ECG) から分析した⁽¹⁾。そこで、本研究では熱中症を発症した同一被験者のデータを対象に、熱中症の発症を予知するための指標となる兆候を心拍変動から抽出した。さらにそのような兆候が熱中症の前兆として特異的か否かを調べるために、同一被験者で、夏季にホルター心電図記録を行いつつウォーキング負荷を行い、その日のホルター心電図を熱中症発症日のものと比較した。

2. 実験方法

2.1 対象

健康女性 1 名 (37 歳) で、研究の目的、方法、測定内容等について説明し、協力への承諾を得た。本研究のプロトコルは、名古屋市立大学大学院医学研究科および名古屋市立大学病院倫理委員会で承認されている (No. 60160073)。

2.2 データの収集

心電図および身体活動度の記録には、心拍変動および加速度の測定は3軸加速度センサー付きホルター心電計 (Cardy 303 pico+, スズケン株式会社, 名古屋市) を用いた。心電計は、W28 × D42 × H9 mm, 重量 13g, ボタン型リチウム電池により、心電図と3軸加速度の24時間連続記録が可能

であった。搭載されている3軸加速度センサーは、X, Y, Z軸の正方向はそれぞれ右方向, 上方向, 前方向であった。心電図および3軸加速度のサンプリング周波数はそれぞれ, 125 Hzおよび31.25Hzであった。

2.3 プロトコル

2.3.1 ゴルフプレー

ゴルフプレーは 24 時間ホルター心電図記録下で 2016 年 7 月に行われた。ゴルフ場 (岐阜県可児市) の天候は晴れ, 平均気温 27.6°C, 最高気温 33.1°C, 湿度 45%, 風向き西, 最大瞬間風速 7m/s であった。午前 8 時 45 分にプレー開始し, 午後 3 時に終了した。午後 2 時 40 分に, 偶発的に熱中症を発症し, プレーを中断した。

2.3.2 トレッドミルによるウォーキング試験

2017年7月4日, ホルター心電図記録下で, 室温を25°Cの検査室において, トレッドミルを用い時速4kmで30分間のウォーキングを行った。開始時間は午前10時とした。

2.4 データ解析

ホルター心電図解析器(Cardy Analyzer 05, スズケン株式会社, 名古屋)によって, ホルター心電計よりから全てのR波と不整脈ラベルを出力した。得られたR-R間隔時系列データより, 連続する洞調律R波より成るR-R間隔だけを使ってステップ関数による補間をした後, 2Hzで再サンプリングを行なった。Complex demodulation (CDM)法⁽²⁾によって, 高周波数 (HF : 0.15-0.45 Hz) と低周波数 (LF, 0.04-0.15 Hz)成分の振幅を連続測定し, 1分ごとに平均した。また, R-R間隔時系列より, 1分ごとの心拍数(HR)を算出した。

3. 結果

Fig. 1, Fig. 2 はそれぞれ, 熱中症を発症したゴルフプレーとウォーキングの HF 振幅と HR である。Fig 1 では, 熱中症による失神の発症時点を 0 分, Fig 2 では, ウォーキングの終了時点を 0 分とし, その 120 分前から 30 分後までの HR と

Spiky HF burst of heart rate variability

— A prodromal sign of heatstroke —

Emi Yuda[†], Yutaka Yoshida[†], Rui Iino^{††} and Junichiro Hayano[†][†]Nagoya City University Graduate School of Medical Sciences^{††}Belling Co., Ltd.

HFA の変化を表示した。

Fig 1では、ゴルフプレー中の失神の-120minから-60minは、HRの増加とHF振幅の減少が見られたが、失神の51分前に、スパイク様のHF振幅のバーストが出現し、その後、38分前、29分前、23分前、20分前、8分前、6分前、そして1分前にも出現している。HF振幅のスパイク様バーストの持続時間は30秒から1分で、直前のHF振幅に比べて3倍以上の振幅の増加を示す特徴があった。

Fig 2のウォーキング中もHRが増加し、HF振幅が検証しているが、上記のような特徴を示すスパイク様HFバーストは見られなかった。

4. 考察

熱中症に伴う失神の経過を偶然に捉えたホルター心電図の心拍変動解析から、失神の前兆現象として、発作の約1時間前からスパイク様のHF振幅のバーストが繰り返し起きていたことが分かった。また、この現象は非失神時には見られないことを同一被験者で示すことができた。

熱中症の失神の病態として、Bezold-Jarisch reflexを介する急激な迷走神経刺激による徐脈と血圧低下の関与が知られている。この現象は、熱中症に伴う脱水や末梢血管の過拡張に起因する心臓への静脈管流の減少によって心室の過収縮が起こり、心室の機械受容体刺激を介するBezold-Jarisch reflexによって迷走神経が強く刺激されることによって起こる。

Bezold-Jarisch reflexによる失神時に、急激な心臓迷走神経刺激に伴うHF振幅の増加が起こることは以前から知られていたが⁽³⁾、実際の失神が起こる経過の中でこの現象を捉えた報告は限られている⁽¹⁾。本研究では、失神発作の8時間前から心電図が連続記録されていたために、発作の1時間前から、この現象が一過性かつ繰り返し起きていたことを明らかにすることができた。

5. 結論

熱中症の失神発作の1例で、発作の1時間前から、心拍変動のHF振幅スパイク様バーストが繰り返し起きていたことが分かった。この現象は、心拍情報からの熱中症の失神発作を予測するための指標となるかも知れない。

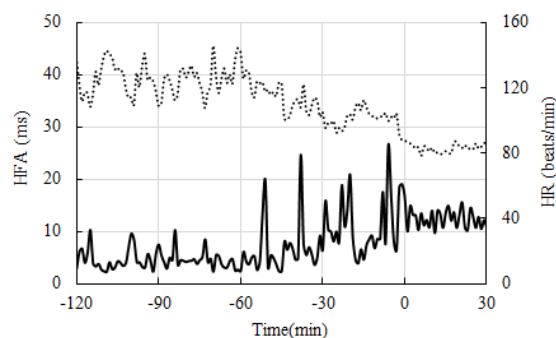


Fig. 1 Amplitude of high-frequency component (HFA, solid line) and heart rate (HR, dotted line) around the onset (time, 0 min) of heat stress during golf playing. From 60 min before the onset, spiky bursts are observed in HFA.

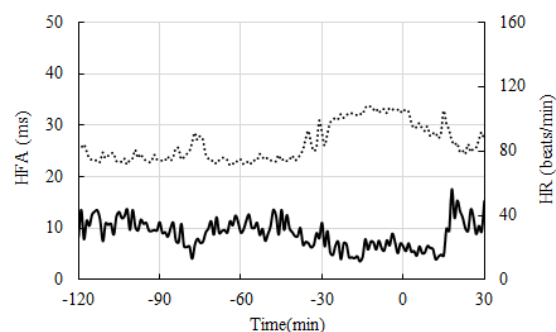


Fig. 2 HFA and HR on a control day (before and during treadmill exercise, time 30 to 0 min). HFA shows no spiky burst

文献

- [1] 吉田豊, 湯田恵美, 早野順一郎, 「携帯型心電図記録下でゴルフプレー中に起きた熱中症発症に至る自律神経動態の分析」, 自律神経, Vol.54, No.1, pp.48-51, 2017年3月
- [2] Hayano J, Taylor JA, Mukai S, et al, "Assessment of frequency shifts in R-R interval variability and respiration with complex demodulation.", Journal of Applied Physiology, Vol.77, No.6, pp.2879-2888 (1995)
- [3] Lipsitz LA, Hayano J, Sakata S, Okada A, Morin RJ. "Complex demodulation of cardiorespiratory dynamics preceding vasovagal syncope", Circulation, Vol. 98, No. 10, pp977-983 (1998)