

登山行動中の血行動態の解明 —マルチセンサー自由行動下 24 時間血圧計を用いた計測—

小森孝洋¹, 金澤英紀², 星出聡¹, 苅尾七臣¹

1.自治医科大学循環器内科, 2.自治医科大学放射線科

1. はじめに

循環器疾患を有する患者にとって、登山が運動療法として適しているかは明らかではない。循環器疾患患者には運動療法として有酸素運動が薦められている。登山は有酸素運動主体の運動であり、運動療法のひとつになりうると考えられる。しかし、高所は低酸素環境であり、登山行動中や短期間の高所滞在中に血行動態がどのように変化するかは明らかでなく、安全性も不明である。

登山行動中の血行動態は、測定が困難であることから明らかになっていない。中高齢の登山愛好者が増加するとともに、登山中の死亡事故も増加している。登山中の病気による死因としては、心血管疾患による突然死がかなりの割合を占めていることが考えられている。登山行動中は高所による高度変化、気温変化、低酸素などの環境要因や交感神経活動の亢進、登山の労作などから、血圧上昇が生じる。この血圧の変化が心血管疾患発症による突然死のリスク因子となっている可能性がある。

我々は気圧計・温度計・アクチグラフを内蔵するマルチセンサー自由行動下 24 時間血圧計を開発した。本装置を活用することにより、登山行動中の活動度と生体データが同時に得られる。また、気圧・気温などの登山中の環境因子のデータも同時に得られる。これらの関係を検討することにより、血圧に影響を与える因子を検討することが可能である。

本研究の目的は、健康人の登山行動中および短期間の高所滞在中の血圧、低酸素に関連した生理的反応を明らかにすることである。それをふまえ、循環器疾患患者が安全に登山を行うための血圧管理・全身管理の指針を作成することを目標とする。

2. 方法

(1)対象:心血管疾患のない健康人 4 名

(2)方法:富士山五合目(標高 2305m)から吉田ルートを経て山頂登頂(標高 3776m)し、富士山頂の富士山測候所に宿泊する。翌日は五合目まで下山する。この行程の間、24 時間血圧測定を行い、登山行動中の血行動態を記録する。さらに酸素飽和度の測定を、行動中随時と就寝中に行う。

登山日とは別の日程で日常生活時の 24 時間血圧測定を行う。

評価項目:登山行動中の 24 時間血圧モニタリング(気圧計, 気温計, アクチグラフを内蔵するマルチセンサー自由行動型血圧計[IMS-ABPM]を用いる。), レイクルーズ高山病ス

コア, SpO₂ モニター(登山行動中適宜, 夜間就寝中は連続的に測定), 登山行動内容の記録, 気象条件(気温, 気圧, 風向風力)の記録, 日常生活時(非登山行動中)の 24 時間血圧測定

判定項目:個人間での登山時・日常生活時の 24 時間血圧変化の差異. 登山行動中の血圧と登山内容の関連性. 睡眠中の血圧値と酸素飽和度の変化。

3. 結果

8 月 18 日に富士山五合目泊, 翌 19 日から 20 日にかけてマルチセンサー自由行動下 24 時間血圧計を装着して登山を行った。対象者は男性 3 名(被検者 A, B, C), 女性 1 名(被検者 D)。全員が富士山頂に登頂した。下山後平地で日常生活時の血圧測定も実施した。表 1 に被験者の背景を示す。

	年齢	性別
被検者 A	40	男
被検者 B	35	男
被検者 C	22	男
被検者 D	36	女

各被検者別の血圧値・血圧変動について以下に示す。

被検者 A は山頂での就寝中に血圧低下が認められない Non-dipper 型を呈していた。夜間の最低 SpO₂ は 38.3%であった。日常生活時の 24 時間血圧は、夜間が低下する Dipper 型を呈していた。

被検者 B は山頂での就寝中に覚醒がみられ、血圧低下が認められなかった。一方、日常生活時は夜間に過降圧を生じる Extreme-dipper 型の血圧変動を呈していた。

被検者 C は山頂での就寝中、日常生活時ともに夜間血圧が低下する Dipper 型を呈していた。

被検者 D はレイクルーズスコアが 6 点と高く、山頂での就寝中の血圧は日中よりも上昇する Riser 型を呈していた。夜間の SpO₂ は 27.3%であった。日常生活時の血圧変動は Dipper 型を呈していた。

富士登山中と日常生活時の血圧レベルを比較すると、富士登山中において血圧レベルは高値を示し、特に夜間の血圧レベルが高値を示した。

表 2. 富士登山中の血圧値, 酸素飽和度

	24 時間血圧 (mmHg)	24 時間脈拍 (bpm)	昼間血圧 (mmHg)	昼間脈拍 (bpm)	夜間血圧 (mmHg)	夜間脈拍 (bpm)	血圧変動	最低 SpO2 (%)	3%ODI
被検者 A	116/75	81	118/79	87	112/66	70	Non-dipper	38.3	54.23
被検者 B	110/68	85	113/72	88	104/62	80	Non-dipper	48.9	53.72
被検者 C	124/71	99	130/77	105	113/61	86	Dipper	55.5	52.96
被検者 D	122/82	113	121/82	115	124/83	110	Riser	27.3	39.71

表 3. 日常生活での血圧値

	24 時間血圧 (mmHg)	24 時間脈拍 (bpm)	昼間血圧 (mmHg)	昼間脈拍 (bpm)	夜間血圧 (mmHg)	夜間脈拍 (bpm)	血圧変動
被検者 A	108/71	54	111/74	58	98/61	41	Dipper
被検者 B	118/85	65	124/91	67	96/59	57	Extreme-dipper
被検者 C	117/70	70	122/74	75	105/56	65	Dipper
被検者 D	112/76	76	116/79	83	104/68	77	Dipper

表 4. レイクルイーズスコア

	スコア
被検者 A	4
被検者 B	2
被検者 C	4
被検者 D	6

4. 考察

富士登山中および日常生活での血圧レベルおよび血圧変動を評価した。今回の被験者のうち、4 名中 3 名において夜間の血圧低下が認められなかった。血圧レベルは富士登山中において日常生活時よりも高値を示した。

高所曝露は、交感神経活性の亢進を介して心血管系に影響を及ぼすことが知られている^{1,2,3)}。寒冷、身体的ストレス、低酸素が交感神経活性を亢進させる誘因である。高所では、交感神経の活性化により、心拍上昇が生じることが報告されているが、血圧については上昇するとして報告もあれば、変化しないとして報告もあり、一貫していない^{4,5)}。本研究は登山行動中の血圧も含むため、過去の報告と計測条件が異なるが、日常生活中よりも血圧が上昇していた。さらに夜間血圧も上昇しており、血圧日内変動としては、夜間の血圧レベルが低下しない Non-dipper/Riser 型血圧変動異常が認められた。高所滞在中においては、夜間の SpO2 低下が認められており、レイクルイーズスコアが登山開始前よりも上昇していたことから、低酸素や身体的なストレスが血圧に影響を与えていることが考えられる。気温や活動量も同時測定したが、今回滞在中の富士山測候所では気温は保たれており、滞在中の活動量は少なかった。そのため、寒冷や活動量よりも低酸素やストレスが登山行動中の血圧レベルおよび血圧変動

に影響を与えたと考えられた。この機序に交感神経活性亢進が関係していることの検討のために更なる研究が必要と考える。

5. おわりに

富士登山中の血圧レベルおよび血圧変動を 24 時間血圧計を用いて評価し、日常生活での血圧と比較した。登山行動および短期間の高所滞在中は、血圧変動パターンの異常が生じる可能性が示唆された。登山行動中および高所滞在は異常な血圧日内変動を引き起こす可能性が高く、心血管疾患患者が行う場合は注意を要すると考えられた。

参考文献

- 1) Bartsch P and Gibbs JS. (2007). Effect of altitude on the heart and the lungs. *Circulation*, **116**, 2191-202.
- 2) Duplain H, Vollenweider L, Delabays A, Nicod P, Bartsch P and Scherrer U. (1999). Augmented sympathetic activation during short-term hypoxia and high-altitude exposure in subjects susceptible to high-altitude pulmonary edema. *Circulation*, **99**, 1713-8.
- 3) Wolfel EE, Selland MA, Mazzeo RS and Reeves JT. (1994). Systemic hypertension at 4,300 m is related to sympathoadrenal activity. *J Appl Physiol*, **76**, 1643-50.
- 4) Mieske K, Flaherty G and O'Brien T. (2010). Journeys to high altitude--risks and recommendations for travelers with preexisting medical conditions. *J Travel Med*, **17**, 48-62.
- 5) Higgins JP, Tuttle T and Higgins JA. (2010). Altitude and the heart: is going high safe for your cardiac patient? *Am Heart J*, **159**, 25-32.