

原 著

富士登山による眼圧の変化

中尾善隆*¹ 橋本勇希*² 田淵昭雄*² 小野寺昇*³

要 約

富士山(海拔3,776 m)は日本一高い山として、登山客が足を運ぶことが多い。しかし、眼圧は気圧により変化することから、登山中の眼圧の変化には注意が必要である。しかし、これまで富士登山と眼圧との関係を報告した例は我々が調べた範囲内ではなかった。今回、我々は富士登山による眼圧の変化を調べるため、実際に登山を行い平地と山頂での眼圧を計測した。対象は正常眼圧で眼科的疾患を伴わない正常成人23名(男性11名、女性12名)、平均年齢26歳であった。眼圧測定は接触型眼圧測定機器 TONO-PEN[®] XL を用い、測定者は視能訓練士1名とした。今回、アセタゾラミド服用による眼圧の変化がないことを確認し、高山病予防のため全被検者にアセタゾラミド250 mgを服用させた。登山前の平均眼圧は右眼13.0±2.4 mmHg、左眼11.8±2.9 mmHg、山頂での平均眼圧は右眼13.1±2.5 mmHg、左眼11.8±2.5 mmHgであり、これらに有意な差はなかった。この結果は、富士登山による急激な眼圧の変化はないことを示唆した。

緒 言

富士山(海拔3,776 m)は日本一高い山として知られていて、登山客が足を運ぶことが多い。登山ルートとしては、5合目から出発する富士宮口、須走口、御殿場口、河口湖口があり、登山の所要時間は約6時間以上である。長時間の登山となるため疲労による体調不良もみられるが、海拔2,500 m以上の高地に到達することにより、低圧低酸素環境に対する呼吸循環系をはじめとする様々な順化が起こり、換気量や脈拍数などが増大する急性高山病(以下 AMS: acute mountain sickness)が出現すると報告されている¹⁾。さらに、眼圧も高度により変化することが知られていて、これは長期間の高地滞在において重要な問題となる²⁾。しかし、富士登山中に眼圧を測定し、その変化を確認した報告は我々が調べた範囲ではなかった。そこで今回、富士登山により平地と富士山頂で眼圧を測定し、眼圧の変化を検討した。

対象および方法

対象は緑内障を含む眼科的疾患を有さない成人23名(男性11名、女性12名)、平均年齢26歳(20-63歳)であった。また、全員が今回初めての富士登山であ

り、普段の生活においても登山嗜好者は1名だけであった。AMS 予防のため全被検者にアセタゾラミド(ダイアモックス[®])250 mg(1錠)を登山開始の午後3時、8合目出発の午前0時の計2回服用させ、医師1名、看護師1名も同行した。眼圧の測定は接触型眼圧測定機器 TONO-PEN[®] XL(Reichert)(以下 TONO-PEN[®] XL)を用い、被検者は座位の状態にして視能訓練士1名が測定した(図1)。測定眼は両眼で、数回の測定により誤差率10%以下となる値を採用した。事前実験としてアセタゾラミド250 mg服用による眼圧の変動を調査するため、被検者23名中、4名において服用前、服用後2時間、4時間と眼圧を測定した。全被検者23名において平地(海拔10 m)と山頂の山小屋(海拔3,700 m)で眼圧を測定し、その測定時間は、平地(海拔10 m)が午前8時、山頂の山小屋(海拔3,700 m)が翌朝の山頂到着後1時間以内である午前6時から7時の間とした。

登山ルートは、5合目(海拔2,300 m)の河口湖までバスで行き、河口湖口を午後3時に出発、午後9時に8合目(海拔3,105 m)にて約3時間の休憩(夕食に1時間、仮眠に2時間程度)した後、午前0時に登山開始、午前6時頃に山頂到着予定とした。

*1 医療法人社団ひかり会 木村眼科内科病院 *2 川崎医療福祉大学 医療技術学部 感覚矯正学科

*3 川崎医療福祉大学 医療技術学部 健康体育学科

(連絡先)中尾善隆 〒737-0046 呉市中道2-3-28 木村眼科内科病院



図1 TONO-PEN[®] XLによる眼圧測定風景
被検者を座位の状態にし、視能訓練士1名が眼圧を測定した。

なお、今回は当大学健康体育学科大学院生により、登山による血中酸素濃度の変化についても調査しているが、その成績については割愛する。

結 果

1. アセタゾラミド 250 mg 服用による眼圧への影響

アセタゾラミド 250 mg 服用が正常成人の眼圧に影響を与えるか確認するため、事前実験として、今回の被検者23名中4名を対象とし、アセタゾラミド 250 mg 服用前、服用後2時間、4時間の眼圧を確認した(図2)。その結果、右眼平均眼圧は服用前が 13.0 ± 1.2 mmHg、服用後2時間が 12.5 ± 3.2 mmHg、

4時間が 11.5 ± 2.3 mmHg、左眼平均眼圧は服用前が 11.8 ± 2.2 mmHg、服用後2時間が 12.0 ± 2.1 mmHg、4時間が 12.3 ± 3.7 mmHg となり服用前後で有意な変動はなかった。

2. 富士登山中の AMS 発症頻度

登山中の8合目以降に頭痛、吐き気、めまいなどの症状を訴えた被検者は23名中9名(39%)であった。また、そのうち2名(1名が8合目、1名が9合目に向かう途中)が激しい嘔吐、脱力を訴え、登山続行不可能という医師の判断により下山した。

3. 平地(海拔10 m)と富士山頂の山小屋

(海拔3,700 m)での眼圧(表1)

平地での測定は午前8時に全被検者23名に行った。その結果、平均眼圧が右眼 13.0 ± 2.4 mmHg、左眼 11.8 ± 2.9 mmHg であった。

富士山頂の山小屋(海拔3,700 m)での測定は、山頂到着時から1時間以内である午前6時から7時の間に行った。登山の途中にAMSを発症した被検者の中で、体調不良で測定が困難であった3名と、途中下山した2名を除く18名に測定した結果、平均眼圧が右眼 13.1 ± 2.5 mmHg、左眼 11.8 ± 2.5 mmHg であり、左右眼ともに平地と富士山頂での眼圧に有意な差はなかった($p > 0.5$)(t -test)(図3)。

考 按

富士登山時の眼圧への影響を調査する目的で、TONO-PEN[®] XLを用いて登山前後の眼圧を比較検討した。今回は高山病予防に有用とされるアセタゾラミド 250 mg 服用下での調査であった。対象の正常成人23名全員が今回初めての富士登山であり、

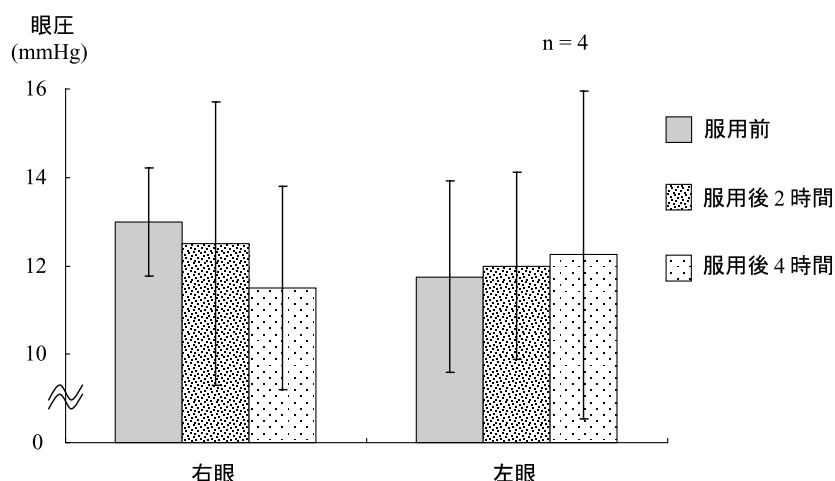


図2 アセタゾラミド 250 mg 服用前、服用後の平均眼圧の変化

本研究対象者23名のうち4名を被検者とし、アセタゾラミド 250 mg 服用前、服用後2時間、4時間の眼圧を測定した。平均眼圧は右眼が服用前 13.0 ± 1.2 mmHg、服用後 12.5 ± 3.2 mmHg、 11.5 ± 2.3 mmHg となり、左眼が服用前 11.8 ± 2.2 mmHg、服用後 12.0 ± 2.1 mmHg、 12.3 ± 3.7 mmHg となった。この結果から服用前後で有意な変動はなかった。

表1 平地(海拔10 m)と富士山頂の山小屋(海拔3,700 m)での眼圧測定結果

被検者	年齢(歳)	性別	海拔10 m		海拔3,700 m	
			右眼(mmHg)	左眼(mmHg)	右眼(mmHg)	左眼(mmHg)
1	23	M	13	10	15	15
2	63	M	15	15	15	14
3	23	M	16	12	15	13
4	27	M	18	14	13	12
5	30	M	16	11	13	11
6	23	M	10	16	13	10
7	21	M	14	14	13	10
8	30	M	15	10	13	測定不可
9	36	M	11	7	10	8
10	27	M	15	15	16	18
11	24	M	11	8	12	13
12	23	M	9	9	5	8
13	21	F	10	9	15	11
14	22	F	12	10	14	12
15	20	F	12	12	14	12
16	30	F	15	13	12	13
17	21	F	12	11	11	9
18	24	F	14	12	測定不可	
19	25	F	12	12	測定不可	
20	22	F	12	12	測定不可	
21	21	F	10	9	測定不可	
22	23	F	17	20	17	14
23	22	F	11	10	13	9

M: 男性, F: 女性

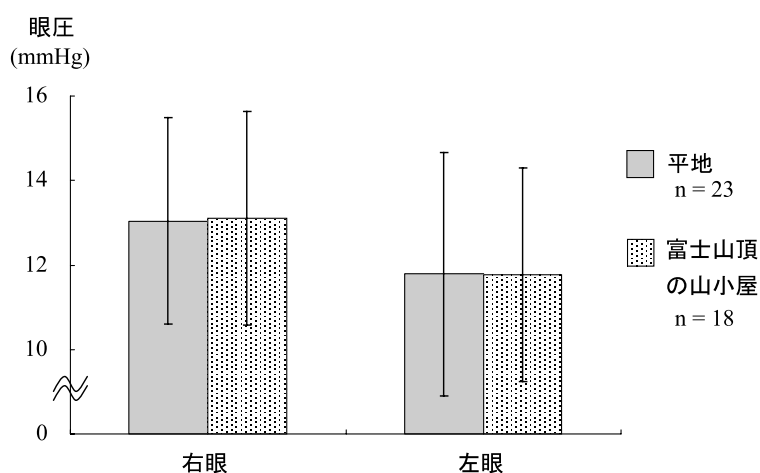


図3 平地(海拔10 m)と富士山頂の山小屋(海拔3,700 m)での平均眼圧の変化
 平地での測定は全被検者23名に行い、平均眼圧は右眼 13.0 ± 2.4 mmHg、左眼 11.8 ± 2.9 mmHgであった。富士山頂の山小屋での測定は被検者18名に行い、平均眼圧は右眼 13.1 ± 2.5 mmHg、左眼 11.8 ± 2.5 mmHgであった。これらに有意な差はみられなかった(t-test)。

登山前後の眼圧の変化はなく、高山病に罹患したのは23名中9名(39%)という結果であった。

アセタゾラミドは炭酸脱水酵素抑制作用により肺胞中の HCO_3^- の尿中排泄を増加させるとともに、他方代謝性アシドーシスを起こし、 H^+ を増加させる。増加した H^+ により呼吸中枢が刺激され、換気量増大、低酸素・炭酸ガス換気応答を改善させることから、AMSの予防薬として使用されている³⁾。ま

た、本薬は緑内障など高眼圧の治療薬としても古くから用いられているが、矢野^{4,5)}は、アセタゾラミド250 mg単回投与により高眼圧患者に眼圧低下作用が起こり、その薬効は個人差があるものの投与後約1時間後にはみられるところを報告している。しかし、今回、我々が正常成人を対象として測定した結果では、眼圧に大きな変動はみられなかった。アセタゾラミド250 mg服用は、正常成人を対象とした

富士登山による眼圧変動に与える影響は少ないと考えられた。また、アセタゾラミドは頻尿、口渇、しびれ、悪心、嘔吐などの副作用を伴う⁵⁾。今回は頻尿以外の副作用はみられなかったものの、投与する場合、医師による徹底した管理が必要であると考えられた。

これまで様々な高度の山や高地と眼圧の関係が報告されている。Brinchmann-Hansenら⁶⁾は接触型眼圧測定機器 Goldmann applanation を用い、ヒマラヤ山脈の海拔4,000 m, 5,200 m, 5,850 m のそれぞれの高度にて、滞在時間350時間後に眼圧を測定した結果、全ての高度で有意な眼圧の低下を確認し、Cymermanら²⁾は接触型眼圧測定機器 TONO-PEN[®] XL (Mentor O&O) と非接触型眼圧測定機器 CT-20 Tonometer (Topcon) を用いてパイクス山の海拔4,200 m 地点にて、滞在時間2時間以降に眼圧を測定した結果、全ての時間にて有意な眼圧の低下を確認した。また、Bayerら⁷⁾は TONO-PEN[®] XL (Mentor O&O) を用い、気圧を一定に保たない条件の飛行機内にて海拔3,048 m、到達時間90分での眼圧測定を行ったところ、有意な眼圧の変化は確認できなかったと報告している。これらの報告から、海拔4,200 m 以上の高度に2時間以上滞在した場合、眼圧の低下がみられることが考えられる。さらに Brinchmann-Hansenら⁶⁾は、低気圧地による眼圧低下の原因は、網膜静脈の膨張により房水流出が促進されたためであると述べている。今回の我々の測定は高度が海拔3,700 m、滞在時間1時間以内での測定であり、眼圧低下を記録した Brinchmann-Hansenら⁶⁾ や Cymermanら²⁾ の実験高度より低く、滞在時間も短かったことが、眼圧変化が惹起されなかった理由と考えられる。また、平地(海拔10 m)と富士山頂の山小屋(海拔3,700 m)の眼圧測定時間は異なることから、得られた眼圧値に日内変動が影響していることが示唆される。このことから、今後は登山前に被検者全員の眼圧の日内変動を調査した上で登山を行い、眼圧値を検討する必要があると考えられた。

眼圧測定法については、通常的眼圧測定は大型の

据置き型機器であり、顎台に顔を固定して測定するが、今回はそのような大型の装置を利用することは困難であることから、超小型で質量64 gと軽量である携帯型の TONO-PEN[®] XL を用いた⁸⁾。しかし、本器を用いて正確な眼圧を測定するには、本器に習熟する必要がある。そのため、測定者を視能訓練士1名と固定し事前に測定練習を行った。これにより信頼できる値が得られたと考えている。

一方、今回の富士登山中の AMS 発症頻度は39% (23名中9名)であり、これは、加藤ら⁹⁾による富士登山での AMS 発症頻度55.3%の報告、Hackettら^{10,11)}による、ネパールヒマラヤのペリシェ峰(海拔4,200 m)での AMS 発症頻度53%、レーニエ峰(海拔4,394 m)での AMS 発症頻度67%の報告よりも低い値であった。彼らは登山にアセタゾラミドを服用しておらず、今回の低値の AMS 発症頻度は、アセタゾラミド250 mg 服用の効果による可能性が示唆されたが、今後、アセタゾラミドの服用ありの条件と、服用なしの条件で登山を行い、比較検討する必要があると考えられた。

結 論

正常成人を対象として高山病の予防目的でアセタゾラミド250 mg を服用し富士登山を行い、平地(海拔10 m)と富士山頂の山小屋(海拔3,700 m)での眼圧を比較検討した。富士登山中の AMS 発症頻度は39%と低値を示し、また、富士山頂での眼圧の有意な変化は確認できなかった。これにより、海拔3,700 m 地点、滞在時間1時間以内での富士登山において、有意な眼圧の変化は起こらないことが示唆された。今後はアセタゾラミド250 mg 服用が与える AMS 発症頻度への影響をさらに追及し、また、眼圧の日内変動を考慮した上で登山と眼圧の変化を調査する必要があると考えられた。

稿を終えるにあたり、本研究の内容にご理解いただき、快く協力して戴いた川崎医療福祉大学の学生、並びに川崎学園の職員の皆様に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 松沢幸範: 急性高山病. 臨床スポーツ医学, **13**(6), 633-638, 1996.
- 2) Cymerman A, Rock PB, Muza SR, Lyons TP, Fulco CS, Mazzeo RS, Butterfield G and Moore LG: Intraocular pressure and acclimatization to 4300 M altitude. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, **71**(10), 1045-1050, 2000.
- 3) 篠塚規: ダイアモックス(成分名;アセタゾラミドナトリウム)Acetazolamide 125mg Twice Daily —pharmacological action in AMS presentation—. 日本旅行医学会学会誌, **2**, 60-63, 2004.
- 4) 矢野育子: 薬剤師による医薬品適正使用症例集 高眼圧患者におけるアセタゾラミドの体内動態と薬効の速度論的解析.

- 薬事, 42(3), 503-508, 2000.
- 5) 矢野育子: 薬剤師による臨床研究の進め方 日常業務から医療薬学研究のシーズを育てる臨床研究の実例と進め方のポイント 緑内障治療薬アセタゾラミドの体内動態と薬効の速度論的解析 着眼点と進め方のポイント. 薬事, 48(8), 1289-1293, 2006.
- 6) Brinchmann-Hansen O and Myhre K: Blood pressure, intraocular pressure, and retinal vessels after high altitude mountain exposure. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 60, 970-976, 1989.
- 7) Bayer A, Yumusak E, Sahin ÖF and Uysal Y: Intraocular pressure measured at ground level and 10,000 feet. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 75(6), 543-545, 2004.
- 8) 湖崎淳: 眼圧検査 5. 手持ち眼圧計. 丸尾敏夫, 小口芳久, 西信元嗣, 澤充, 湖崎克, 眼科検査法ハンドブック, 第3版, 医学書院, 東京, 213-215, 1999.
- 9) 加藤義弘, 松岡敏男, 城弟知江, 大平幸子: 富士登山における脈拍数, 動脈血酸素飽和度, 高山病症状発症の検討 小児と大人との比較. 登山医学, 25(1), 1-4, 2005.
- 10) Hackett PH and Rennie D: The incidence, importance, and prophylaxis of acute mountain sickness. *The Lancet*, 27(2), 1149-1155, 1976.
- 11) Hackett PH, Rennie D, Grover RF and Reeves JT: Acute mountain sickness and the edemas of high Altitude: A common pathogenesis? *Respiration Physiology*, 46(3), 383-390, 1981.

(平成19年6月15日受理)

A Change of Intraocular Pressure by Doing Mt. Fuji Climbing

Yoshitaka NAKAO, Yuki HASHIMOTO, Akio TABUCHI and Sho ONODERA

(Accepted Jun. 15, 2007)

Key words : Mt. Fuji, intraocular pressure, acute mountain sickness (AMS), acetazolamide, TONO-PEN[®] XL

Abstract

Mt. Fuji it is the highest mountain in Japan, many mountain climbers visit there. Intraocular pressure changes are known to occur with barometric changes, but there have previously been no report on intraocular pressure changes related to the barometric changes experienced whilst climbing of Mt. Fuji. We climbed this mountain and measured the intraocular pressure difference at ground level and at the summit. Subject were 23 normal adults (11 males, 12 females) with an average age of 26 years. TONO-PEN[®] XL was used for the measurement. The subject were given 250 mg of acetazolamide to prevent mountain sickness. We measured the intraocular pressure of each subject at ground level, and found the average right eye intraocular pressure to be 13.0 mmHg and the average left eye intraocular pressure to be 11.8 mmHg. No significant difference was observed in the intraocular pressure readings taken at the summit : the average right eye intraocular pressure 13.1 mmHg and that of the left eye being 11.8 mmHg. It was concluded that intraocular pressure did not suddenly change as a result of the change in barometric pressure.

Correspondence to : Yoshitaka NAKAO

Hikari-kai Medical Foundation Kimura eye & int Med Hospital
Kure, 737-0046, Japan

(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.17, No.1, 2007 107-111)