

富士山頂において歩行バランスに与える影響

井出 里香¹ 五島 史行² 吉田 泰行³

1. 東京都立大塚病院、2. 独立行政法人 国立病院機構東京医療センター 3. 栗山中央病院

1. はじめに

平成 23 年度に富士山頂での歩行バランスについて加速度センサーによる評価、検討を行なった。前回の研究では測候所内の階段(登り、下り)および平坦部において、加速度センサー(8チャンネル小型無線モーションレコーダーMVP-RF8-HC;Micro Stone 社製)を体幹(腰部)に装着して基本歩行(平坦、登り、下り)で測定した。歩行バランスに影響する要因として、歩行条件(下り)や急性高山病の重症度との関連が認められた。今回の研究では山頂の登山道において歩行条件の他、荷物の負荷、ストックの使用による歩行バランスへの影響についてさらに検証を行った。

2. 対象・方法

健常者 9 名(男性8名、女性 1 名)を対象に、以下の項目について測定を行った。

1) 歩行解析

山頂の坂道(傾斜4.7度)および平坦部において、加速度センサー(動画同期無線モーションレコーダーMVP-RF8-TS;Micro Stone 社製、図1)を体幹(腰部)および膝部に装着し、基本歩行(平坦、登り、下り)にストック使用、10 kg 荷物負荷などの条件を加えて、比較検討した。歩行時の動揺レベルは、リザージュ図(X-Y 平面加速度)で視覚化し、X 軸実効値(RMS)、Y 軸実効値(RMS)、Z 軸実効値(RMS)、合成実効値(RMS)で数値化した。歩行の様子は同時録画して記録した。

2) 急性高山病の病状スコア(AMS score)

測候所到着後の安静時、起床時に AMS score 表に記録した。

3) SpO₂(経皮的動脈血酸素飽和度)、HR(心拍数)、BP(血圧)測定

上記2)と同時に、パルスオキシメーター(PULSOX-A, Konica Minolta 社製)にて測定した。

3. 結果・考察

1) 歩行解析

加速度センサーを体幹(腰部)に装着することにより身体の動揺を測定し、膝部に装着することにより衝撃度を測定した。X 軸は左右方向、Y 軸は上下方向、Z 軸は前後方向を示す。

全体的な動揺を示す合成(RMS 値)で比較検討した。

< 山頂の坂道と平坦部 >

- ・山頂の坂道における身体の動揺の大きさは、下り>平坦部>登りの順となった。膝における衝撃度も同様の傾向を示した。歩行条件の中で、登りは身体の動揺が小さかった。登りでは重心移動がゆっくりになるために、身体の動揺が小さくなった可能性が示唆される。



図 1. 動画同期無線モーションレコーダー (MVP-RF8-TS: Micro Stone 社製)

<ストック使用の効果>

- ・山頂の坂道の下りでは、ほぼ全例でストック使用により身体の動揺は減少した。身体の動揺減少率は個人によりかなり幅があるが、これはストック使用の慣れも影響していると思われる。膝部は体幹(腰部)の約 2 倍になったが、ストック使用により衝撃度も減少した。ストック使用により衝撃が腕に分散されることにより、相対的に膝の衝撃度が減少すると考えられる。ストックを押す反力で膝関節を受動的に伸展させることにより、大腿四頭筋の負荷も軽減できるとの報告もあり、ストックの効果的な使用法と下りの歩行方法により体力温存にも寄与できると思われる。

<10kg 荷物負荷>

- ・10 kg 荷物(2kg ペットボトル x5 本)をザックに入れて荷物負荷し、空荷と比較した。身体の動揺は 10kg 荷物負荷の方が空荷より減少した。要因として荷物負荷により重心が下方に移動して体幹の安定性が得られたものと推察されるが、荷物のパッキングによっては重心が片方に寄ると逆にバランスを崩す要因ともなりうる。膝の衝撃度は 10kg 荷物負荷で増加したのは 2 名のみであった。ストック使用により身体の動揺は減少したが、空荷と比較して減少率に大差は認めなかった。

2) 急性高山病の病状スコア (AMS score)

- ・AMS score 5 点 (翌日 AMS score 2 点に軽快) 1 名、3 点 3 名 2 点 3 名、1 点 2 名 0 点 1 名で、前回より AMS score は軽度の方が多かった。

3) SpO₂ (経皮的動脈血酸素飽和度)、HR (心拍数)、BP(血圧)測定

- ・SpO₂ は、70%台 6 名、80%台が 3 名であった。
- ・AMS score 5 点の方は心拍数 100 拍以上で、BP151/111mmHg と高めであった。

4. まとめ

登山において下山時に滑落などの事故が多いことは経験的に知られていたが、今回は富士山頂の登山道で加速度センサーを用いて基本歩行の他、ストック使用の効果、10 kg 荷物負荷による影響について検証した。身体の動揺、膝の衝撃度は、全例とも下りで最も大きかった。身体の動揺、膝の衝撃度における下り/登りの比率は両者ともほぼ同程度であった。10kg 荷物負荷では身体の動揺、膝の衝撃度において歩行バランスへの影響は少ないと思われた。ストックの使用は、身体の動揺、膝の衝撃度において減少効果を認めた。実際の登山道では坂道や平坦部がいろいろなバリエーションで出てきて、さらに足場が悪いことも多い。特に下山時は下腿筋の疲労、高所では急性高山病によるふらつきなども加わるため、注意が必要である。

謝辞

本研究は、NPO 法人富士山測候所を活用する会が富士山頂の測候所の一部を気象庁から借用し、管理・運営することにより行われました。測定においては、鹿屋体育大学の山本正嘉教授、森 寿仁さん、笹子悠歩さん、上小牧 憲寛先生、大塚 邦憲先生並びに山頂研究者の方々にご協力を頂きましたことを感謝いたします。

5. 参考文献

- 山本正嘉 (2003) 登山の運動生理学百科 東京新聞出版局 東京 35-44
粕谷志郎 (2014) 登高時の歩行の解剖学・力学的分析、登山医学 34, 57-66

*連絡先：井出 里香 (Rika IDE) rika_ide@tmhp.jp