

| | |
|---------|---|
| 氏名 | 安藤 真由子 |
| 学位の種類 | 博士（体育学） |
| 学位記番号 | 第23号 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第2項該当 |
| 学位授与年月日 | 平成30年3月23日 |
| 学位論文題目 | 海外での高所登山・トレッキングを安全に行うための身体のアセスメントとコンディショニングに関する研究 |
| 論文審査委員 | 主査 山本 正嘉 副査 金久 博昭 副査 前田 明 |

論文概要

【背景・目的】

日本には登山愛好家が多く、その数は880万人にもものぼると言われている。近年では、国内登山だけにとどまらず、海外登山やトレッキングへ出発する一般登山者も増加している。国内登山では富士山（高度3,776 m）が最高峰であるが、海外登山の場合は高度4,000 m以上の「高所」で行われることが多い。このような高所環境では、重篤な高山病の危険性があり、実際に高所登山やトレッキング中に高山病が原因で、目的地を完遂できないケースも報告されている。

このような現状をもたらしている理由の1つとして、一般登山者を対象に、これまではこのようなリスクを事前に評価する方法や、その評価結果に基づいたコンディショニング方法が十分に検討されてこなかったことがある。

そこで本研究では、高所を目指す登山者が、より安全な登山を行えるようにするために、海外の高所登山・トレッキングへ出発する日本人一般登山者の現状（研究1-1）と、高所登山・トレッキング中の身体負担度を明らかにすること（研究1-2）。そして、研究1の結果に応じて、海外高所登山・トレッキングへ出発する前に身体の適性や適応能力のアセスメント（評価法）を検討すること（研究2-1）、その評価結果に基づいたコンディショニング法（生理的な順応、行動適応）について検討する（研究2-2）ことを目的とした。

【研究1-1】日本人の高所登山者・トレッカーの実態

海外の高所登山・トレッキングに出発する前に、適性検査や低酸素トレーニングを行うために、著者らが運用する施設を訪れた880名の高所登山者・トレッカーの特性に関して、測定や調査を行った。その結果、対象者の78%は40歳以上の中高年であり、60歳代が最も多かった。この中には高所環境で悪化する既往歴を有する者も多く、中には完治していない人もいた。呼吸機能のうち一秒率に関しては、正常値と判断される70%よりも低い者が、男女ともに6%いた。

また、日頃の登山形態、登山頻度をみると、目的とする登山に見合ったトレーニングが行われていないケースも多かった。そして、目的地の標高と、年齢、登山歴、日頃の登山頻度との間には相関性がほとんどみられず、年齢の大小、登山歴の長短、日頃の登山頻度の多少に関係なく、標高の高い山を目指す人が少なくないことが明らかとなった。

【研究 1-2】高所登山・トレッキング時に身体にかかる低酸素の負担度

日本人にとって人気の高い3つのトレッキングコース（キリマンジャロ、ヒマラヤ、富士山）について、様々な高度において、体内の低酸素状態の指標とされる動脈血酸素飽和度（SpO₂）を測定し、高度とSpO₂との関係、および1日あたりの高度上昇量とSpO₂の変化量との関係の2点に着目して検討した。その結果、3つのコースのいずれにおいても、高度上昇とともにSpO₂は低下するという点では共通していた。ただし、その低下度合いはコースによって異なっており、1日の高度上昇量が大きいほどSpO₂はより大きく低下することが明らかとなった。したがって、高所において低酸素のストレスに対してより安全なトレッキングを行うためには、物理的な高度の高低のみではなく、1日あたりの高度上昇量に注意を払う必要があることが示唆された。

【研究 2-1】低酸素環境に対する生理応答および行動適応の能力を評価するための常圧低酸素室を用いた「4000mテスト」の開発

高所登山の様々な状況（安静、運動、睡眠など）を、高度4,000相当の常圧低酸素室を用いてシミュレーションするという「4000mテスト」を考案し、一般登山者166名を対象に実施することで、その意義について検討した。

4000mテスト時のSpO₂は、男女ともに、実際の高所環境で測定された先行研究と同様に、安静時>低強度運動時≒中強度運動時>仮眠時となった。そして、それぞれの値は、自然の4,000m付近の高所で測定された値とほぼ同等であった。また、通常呼吸から口すぼめ呼吸に呼吸を変化させた際には、男女ともに全ての状況においてSpO₂は有意に上昇し、脈拍数は有意に低下した。さらに、高所で高山病を発症しやすい人は、本テスト時のSpO₂が平均値よりも低値を示した。

以上のことから、4000mテストは実際の高所環境をシミュレーションでき、各個人の高所に対する適性や行動適応の能力を、事前に判別できる可能性もあることが示唆された。

【研究 2-2】4000mテストによる身体アセスメントの結果に基づいたコンディショニングの事例

本研究では、研究2-1で作成した4000mテストの結果と、対象者の目的地を考慮したコンディショニング方法を考案し、高所登山・トレッキングへ出発する前に行わせることで、4000mテストの有用性を検討した。

まず、4000mテスト中のSpO₂の値が平均値よりも低く、ヒマラヤなどの長期トレッキングへ出発する対象者に対しては、長時間の低酸素曝露によるコンディショニングを行った。その結果、SpO₂の改善が見られ、ある程度の生理的な順応を獲得することができた。

次に、4000mテスト中に口すぼめ呼吸でSpO₂を上昇させる行動適応ができず、短期登山であるキリマンジャロなどへ出発する対象者に対しては、口すぼめ呼吸を習得させるための短時間のコンディショニングを行った。その結果、口すぼめ呼吸の習得の有無によって、AMSを発症することなく目的地に到達できたり、「目的地の変更を検討する」という判断材料になりうる可能性が示唆された。

以上のことより、個々の高山病リスクを4000mテストによって評価し、それに見合ったコンディショニング方法を行うことで、高所登山・トレッキング出発前に高山病対策を行うことができると考えられる。

【結論】

高所に出かける登山者の多くは、これまではぶっつけ本番のような形で登山に出かけ、様々なトラブルを起こして失敗をすることも多かった。本研究の結果を活用することで、事前に自己の特性・能力を様々な角度から評価することができ、各個人の課題を明確にできる。そしてその結果をもとに、生理的な順応を身につけたり、行動適応の学習をするなど、各人にあわせた事前準備をすることができ、より安全な高所での登山に寄与することができる。

論文審査の要旨

日本では登山が盛んで、海外の高所で登山やトレッキングを行う人も多い。

その場合、日本国内には存在しない4000m以上の高度で運動や生活をするようになるが、低酸素環境の影響を受けて重篤な高山病を発症するリスクがあり、実際に事故も起こっている。一方でその対策については、現在でも経験的なものが中心であり、科学的なエビデンスに基づいた効果的な方策については示されていない。このことを受けて本論文では、まず海外の高所を目指す一般的な登山者の身体特性や現地での生理応答を明らかにした。次にその結果をふまえて、出発前に国内で簡易に実施できる、高所に対する適性や適応能力を評価するためのテストを考案した。さらに、その評価結果に基づいて個々の登山者の弱点を改善するためのトレーニング介入を行い、複数の事例から本手法に一定の有用性があることを明らかにした。