

宇宙医学に学ぶ健康管理

Health care program learned from space medicine

大島 博

OHSHIMA, Hiroshi

宇宙航空研究開発機構 宇宙飛行士運用・管制ユニット

Astronaut and Operation Control Unit, Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)



国際宇宙ステーション(以下 ISS)内で生活する宇宙飛行士は、微小重力、閉鎖空間、宇宙放射線などの過酷な宇宙環境で約6か月間生活する。ヒトの体は進化の過程で、地球環境に適した構造と機能を獲得してきたので、宇宙飛行には骨量減少、筋萎縮、体内リズムの乱れなどの医学的リスクが存在する。宇宙医学は、ガガーリンの人類初の宇宙飛行当時、無重力や高真空などの宇宙空間での「サバイバル技術」として誕生した。今日の宇宙医学は予想される医学的リスクを軽減しパフォーマンスを向上させる「究極の予防医学」を実践している。

宇宙飛行では、骨粗鬆症の10倍の早さで骨量が減少する。6か月間の宇宙滞在では大腿骨近位部の骨量はCTで平均15%減少し、帰還後の骨量回復には約3~4年間を必要とするので、骨量減少と尿路結石のリスクが高まる。正常な骨は、骨吸収と骨形成のバランスがとれているが、骨粗鬆症や宇宙飛行では、骨吸収が亢進し骨形成は低下するため骨量は減少する。JAXAとNASAは、宇宙飛行士にビスホスホネート(骨吸収抑制剤、骨量増加・骨折リスク低下のエビデンスがある骨粗鬆症治療薬)を予防的に投与し、骨量減少と尿路結石のリスクが軽減できるかどうか検討した。その結果、適切な栄養や運動に、最適な薬剤を併用すれば、リスクは軽減できることが確認できた。

無重力の宇宙飛行初期は、ふくらはぎの筋肉は毎日1%ずつ萎縮し、約6か月間の宇宙滞在では筋量・筋力は約10~20%、最大30%低下する。飛行前は、宇宙での体力低下を想定し、不時着時にも自ら脱出できる体力を獲得するため、週3回1日約2時間の運動トレーニングを実施する。飛行中の体カトレーニングは週6回1日約2時間、自転車やトレッドミルを用いた有酸素運動と、抵抗運動機器を用いて筋トレ計画する。有酸素運動では複数のインターバルトレーニング(速走と緩走を数分毎に繰返す)を、筋トレは筋肉の超回復を促す運動(適度な刺激と休養)プログラムを処方した。帰還後は、1日2時間のリハビリテーションプログラムを実施し、45日間で飛行前の体力に回復させる。

90分毎に地球を周回するISSやスペースシャトルでは、体内リズムが乱れるとミスや事故発生のリスクが高まる。我々は長期滞後半で体内リズムが乱れるとの仮説を立て、24時間の心電波形から心臓自律神経リズムへの影響を調べた。その結果、体内リズムは飛行前と帰還後の方が24時間からずれ、むしろ飛行後半の方が24時間リズムになることが確認された。飛行前と帰還後の地上生活では、夜間や早朝に家族と連絡し、予定外の用務でジムに行けないことも多いなど、外部環境にあわせて無理な生活リズムを続けている。宇宙飛行中は、むしろ生活(食事、睡眠、運動)が規則正しくなり、さらに支援体制も充実していることなどが体内リズムの安定化に寄与した可能性がある。

宇宙医学は加齢変化の加速モデルの側面がある。超高齢社会の健康増進啓発に宇宙医学の成果を活用することが期待されている。