

Space Medicine

薬剤投与で、骨の問題を解決 ビスフォスフォネート剤を用いた骨量減少・尿路結石予防対策に関する研究

Bisphosphonates

背景

骨は、1Gの重力のもとで生きる地上の私たちの体を支えてくれています。また、重力が働いていることで、運動時に骨に負荷が加わり、骨量が維持できています。

しかし、重力のない宇宙では、体を支える必要もあまりないため、高齢者の骨粗鬆症患者の約10倍の早さで、骨のカルシウム成分は、骨から血中、そして尿の中に溶け出してしまいます。宇宙飛行の前後で骨密度を測ると、大腿骨では毎月約1.5%の骨成分が失われるといわれ、さらに尿に溶け出したカルシウムは、細かな石となって尿路結石を引き起こす可能性があります。また骨量が減ると骨の強度が低下し骨折をおこしやすくなります。このため、宇宙飛行士達は宇宙ステーションで1日に2時間運動していますが、それでも防ぎきれません。

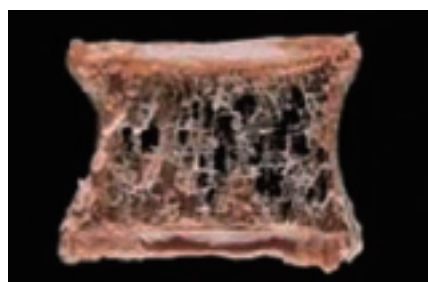
日本人宇宙飛行士が、宇宙ステーションで長期滞在する時代を迎え、日本でも宇宙での骨量減少の問題や尿路結石の対策について考えていたところ、松本俊夫先生から骨粗鬆症の治療薬として用いられているビスフォスフォネート(Bisphosphonates)が宇宙でも効果を発揮するのではないかという提案があったのです。

目的

実際にこのビスフォスフォネートを地上の実験で使ってみました。2000年から2001年にかけて、ヨーロッパ宇宙機関、フランス国立宇宙センターおよびJAXAが実施した「ベッドレスト」実験です。これは約90日の間、ベッドで被験者が寝たまゝの状態であることによって、宇宙の状態を模擬するもので、人間の体に起こる様々な影響を調べ、対策の有効性も確認するという内容でした。

この実験に日本も参加し、実験開始の2週間前に被験者にビスフォスフォネートを注射してみたところ、実験終了後も骨量は変わらず、また尿へのカルシウムの排出も増加しませんでした。そこで、今度は実際に宇宙での効果を検証してみようというのです。

一方、NASAでも同様の薬剤を錠剤として宇宙ステーション内で定期的に服用する方法が提案されていました。そこで、日米共同でビスフォスフォネート剤を飛行前に注射あるいは飛行中に経口投与し、骨量減少や尿路結石の予防効果を確認する研究が開始されることになりました。



骨粗鬆症で骨密度が低下した背骨



正常な背骨

骨粗しょう症で骨密度が低下した背骨(上)と正常な背骨(下)。宇宙でも骨成分が失われると言われている。
(浜松医科大学名誉教授 井上哲郎先生ご提供)



国際共同で実施された長期間ベッドレスト実験の様子

実験内容

宇宙飛行予定の宇宙飛行士の中で、ビスフォスネートを飛行前に注射する飛行士と、飛行中に錠剤を飲む飛行士を被験者として共同で実験し、飛行前、飛行中、飛行後の医学データをとります。それぞれの効果を検証します。

宇宙飛行士が、この薬を投与することについて説明を受け、同意をすれば、実験がスタートすることになっています。



国際宇宙ステーションでトレーニング中の宇宙飛行士
長期滞在では骨量が減少するため長期滞在の宇宙飛行士は運動が日課になっているが、それでも防ぎきれない。(提供:NASA)

ココがポイント!

宇宙飛行士の人体に及ぼす、筋萎縮や放射線の問題については、そのメカニズムや影響の解明を進めている段階です。同様に、骨量の減少についてもメカニズムの解明はまだ完全ではありませんが、地上の骨粗鬆症の治療に実際に用いられている薬を使って、宇宙での骨量の減少を防ぐという臨床的な段階に進んでいます。

このビスフォスフォネートを投与することで、宇宙で骨量減少を防ぐことや、骨から尿へと溶け出したカルシウムが原因で起こる尿路結石を予防することが期待できます。

宇宙飛行士の健康管理上、画期的な予防策となるこの薬の効果について、NASAも大いに関心を示しています。

プロフィール



松本 俊夫

徳島大学大学院
ヘルスバイオサイエンス研究部
教授

専門：内分泌代謝内科学