

## 2 メカノバイオロジーを応用した 新しい治療戦略

日本医科大学形成外科・抗加齢予防医学講座・社会連携講座准教授

高田弘弥

TAKADA Hiroya

### 1 はじめに

生体は音を聞き分けたり(聴覚)、物体の形状やテクスチャーを感じたり(触覚)、あるいは体内に生じる心血管拍動や呼吸に伴う血流や気流など、さまざまな物理的な力に適応的応答を示す。他方、この感知・応答機構の破綻によりさまざまな疾患を発症することが明らかになってきた。こうした背景をもとに、生体における力の役割やその仕組みを明らかにする基礎分野であるメカノバイオロジーと、感知・応答機構の破綻により崩壊した組織を再生へ導く医療研究が盛んになってきた。今やがんや筋萎縮/骨粗鬆症、あるいは高血圧症などの国民病にまでメカノバイオロジーを応用した革新的な医療が試みようとしている。本稿では、メカノバイオロジーの現状とその応用分野としてにわかに注目を集めている発毛治療の最前線を紹介したい。

### 2 メカノバイオロジーで拓く新しい生命科学

ひと昔前までは、宇宙探索や宇宙旅行と聞けばSF(サイエンス・フィクション)の世界であったが、今やスマートフォンやカーナビゲーションシステムなどの位置情報に利用されるGPS(global positioning system〔衛星〕)から、宇宙が身近な存在になってきた。また、空を見上げれば、地上から約400 km(鉄道移動距離で東京から北に仙台、西は岐阜あたりまでに相当)の上空には巨大な有人実験施設である国際宇宙ステーション(international space station; ISS)があり、宇宙飛行士たちが6人体制で6カ月の交代制で滞在し、さまざまな研究活動を行っている。ISS内は地上と同じ気圧、温度、酸素濃度に保た

れているが、重力は地上の100万分の1の微小重力環境である。それゆえに、宇宙に長期滞在すると、骨格筋の量や機能、骨のカルシウムの代謝が低下することが知られている。このため、宇宙飛行士たちは地上に帰還したときに身体が適応できるよう、トレーニング器具を用いて毎日2時間半の運動が義務づけられ(図1A)<sup>1)</sup>、無事に地球に帰還してからも、重力による転倒を防ぐためのリハビリが必要になる(図1B)<sup>2)</sup>。すなわち、荷重や重力などの物理的刺激(メカニカルストレス)は、筋肉や骨をはじめ臓器内細胞の健康維持に不可欠なものであることが明らかになってきた。こうした知見に基づき、筋萎縮・筋力低下の治療を目指した独創的なアイデアのもと、運動模倣薬(エクササイズピル)の研究がスタートしている<sup>3)</sup>。宇宙は今や地上で暮らすわれわれ人類のための新しい医療開発の場でもある。宇宙環境におけるメカノバイオロジーが、地上の生命科学の未踏領域探索をさらに加速させている。

### 3 超音波による荷重刺激が創傷治療を加速する

米国国立衛生研究所(national institutes of health; NIH)をモデルとした日本版NIH、国立研究開発法人日本医療研究開発機構(Japan agency for medical research and development; AMED)は、2015年度から革新的先端研究開発支援事業(AMED-CRESTおよびPRIME)の研究開発領域として「メカノバイオロジー機構の解明による革新的医療機器及び医療技術の創出」(曾我部正博総括)を設置した<sup>4)</sup>。このプロジェクトの一環として日本医科大学形成外科学教室教授の小川令氏を代表とする研究班は、「周期的圧刺激によって制御される血管新生の