

【基盤研究(S)】

理工系(工学)



研究課題名 Cell Exercise における力学とバイオの統合

大阪大学・大学院工学研究科・教授

かねこ まこと
金子 真

研究課題番号: 15H05761 研究者番号: 70224607

研究分野: 知能機械学・機械システム

キーワード: メカトロニクス、細胞組織力学、Cell Exercise

【研究の背景・目的】

これまでに申請者らは細胞より直径の小さい狭窄部を有するマイクロ流路内で細胞を往復運動させ、細胞が変形能を完全に失うまでの往復回数で細胞の変形能限界を評価する“細胞ストレス試験”という概念を提案してきた。

一方、ストレスレベルを下げていくと細胞にとって“ストレス”モードではなく“鍛錬(Exercise)”モードになり、特に筋肉系細胞では弾性特性の優れた組織構築ができるのでは、という発想に至った。予備実験で周期的圧力印加による“Cell Exercise”を行うと、大気圧環境下より格段に大きな細胞組織が短時間で構築できること、さらに細胞組織内の筋線維生成に関与する遺伝子数が大気圧下で培養するよりも格段に増加することを発見した。この結果を踏まえた、本研究では、“Cell Exercise”中に培養器内の細胞同士がどのような力学的性質を見せながら細胞組織へと成長していくのか、可視化により内在する力学メカニズムを視覚的に捉えるとともに、成長過程の細胞組織の力学特性、遺伝子発現を実測しつつ、“Cell Exercise”の最適条件を力学・バイオの両面から総合的に明らかにすることを目的とする。

【研究の方法】

細胞組織の力学メカニズムの可視化機能、圧力印加パターン可変機能を搭載した多機能インキュベータを研究開発し、周期的圧力印加中に細胞が組織化していく過程を記録し、圧力を時間的に変化させた場合と大気圧下での成長過程の違いを明らかにする。特に細胞が培養器底面に付着後、仮足が生えて細胞間の力学的干渉がはじまり、綱引き運動に起因した細胞群内の空洞の大きさ、また細胞組織化した状態で培養器から離脱する際の細胞(細胞群)の動きと“Cell Exercise”時の圧力パラメータとの関係をビジョンにより視覚的に観察する。さらに“Cell Exercise”時の細胞組織の力学特性及び遺伝子発現量を、硬さ計測装置及びPCRを用いて計測し、最も弾力性の高い細胞組織構築に向け最適圧力パラメータを明らかにする。

【期待される成果と意義】

当該申請者らが提案する“Cell Exercise”は、これまでの細胞組織構築法にも適用でき、しかも

細胞組織構築の時間短縮、力学特性の向上といった付加的効果が期待できる可能性を秘めている。力学的パラメータの調整だけで細胞構築を目指しているため、ヒトの身体に優しい再生医療に繋がる点を強調しておきたい。

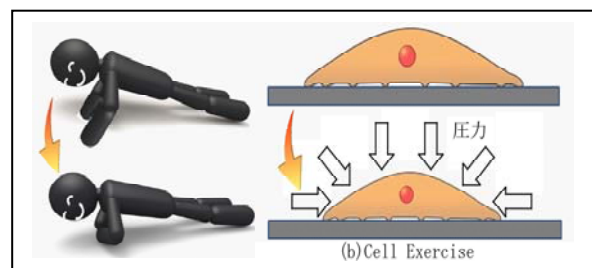


図1 Cell Exercise の概念図

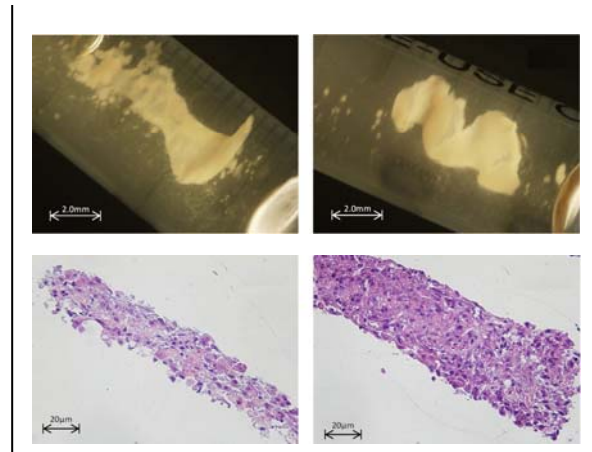


図2 大気圧下(左)とCell Exercise下(右)

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- S. Sakuma, K. Kuroda, C. Tsai, W. Fukui, F. Arai and M. Kaneko, Red Blood Cell Fatigue Evaluation Based on the Close-encountering Point between Extensibility and Recoverability, Lab on a Chip, vol.14, nn.6, 1135-1141, 2014.

【研究期間と研究経費】

平成27年度—平成30年度 114,100千円

【ホームページ等】

<http://www-hh.mech.eng.osaka-u.ac.jp/~mk/Index-j.html.jp>