

# Budoucnost magnetogenetiky

Sofia Zamanová

Gymnázium Jana Nerudy, Praha

[zamsophia5@gmail.com](mailto:zamsophia5@gmail.com)

## Abstrakt:

Těžiště tohoto miniprojektu spočívalo v popularizaci magnetogenetiky, která je stále relativně neprozkoumaným oborem vědy. Předmět studie je zaměřen na chování buněk za přítomnosti vysoce gradientního magnetického pole, a jak toto pole je schopno ovlivnit diferenciaci kmenových buněk.

## 1 Úvod

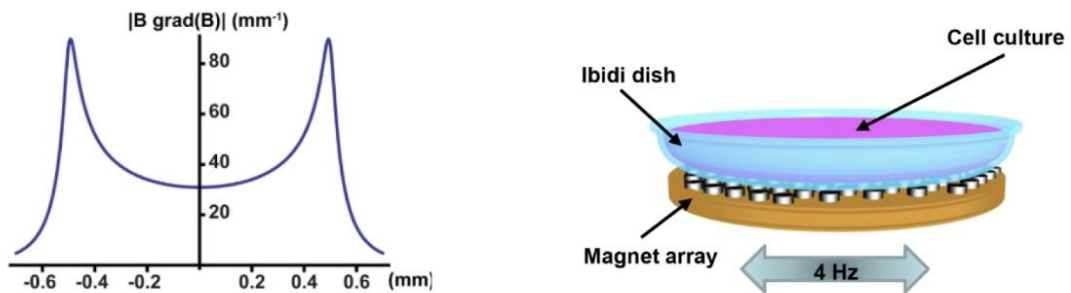
Magnetogenetika jako taková je metoda buněčné modulace, která využívá kombinaci technik magnetismu a genetiky k řízení aktivit jednotlivých buněk v živé tkáni - dokonce i v rámci volně se pohybujících živočichů. Tato technika je srovnatelná s optogenetikou, což je manipulace s chováním buněk pomocí světla. V magnetogenetice se místo světla používá magnetická stimulace, což je vlastnost, která umožňuje méně invazivní, méně toxickou a bezdrátovou modulaci buněčné aktivity.

Biologické efekty vysoce gradientních magnetických polí se dobře projevují na kmenových buňkách, které jsou mechanicky nejměkčími buňkami [2]. Jedná se o nezralé buňky, jež jsou schopné se transformovat na buňky jiných typů, a díky kterým může existovat obnova a rekonstrukce poškozených tkání a orgánů. Při diferenciaci kmenových buněk probíhá přechod z jednoho stavu do druhého velmi pozvolně bez výrazných změn mechanických vlastností. Proto mohou malé vnější mechanické síly ovlivňovat diferenciaci buněk, které se ještě nacházejí v mechanicky měkkém stavu, během jejich přechodu mezi dvěma stavy. Tento proces trvá obvykle několik dnů. V té době buňky využívají mechanické stimuly pro regulaci diferenciaci kmenových buněk a exprese genů.

## 2 Metodika

V této studii vycházíme z dat, získaných při experimentu z roku 2014 [1]. Ke zkoumání v původním experimentu byly použity mezenchymální kmenové buňky myši, které se při určitých podmínkách mohou diferencovat na buňky jak tukové - adipocyty, tak i kostní tkáň - osteoblasty. Pro studium efektů magnetických a mechanických vibrací, buňky byly rozděleny na tři vzorky, které se následně umístily do Petriho misek. První - kontrolní skupina se nepodrobovala žádnému působení. Druhá skupina byla vystavena jednoduchým

mechanickým kmitům s frekvencí 4 Hz. A třetí skupina buněk se nalézala pod vlivem magnetických vibrací stejné frekvence (obr. 1). Oscilující magnetická pole generovala magnetické gradientní síly působící na jednu kmenovou buňku o velikosti zhruba 0,6 pN, zatímco v průběhu mechanické vibrace byla setrvačná síla působící na buňku přibližně rovna 0,2 pN. Vzorky byly zkoumány po dobu 7 dní.



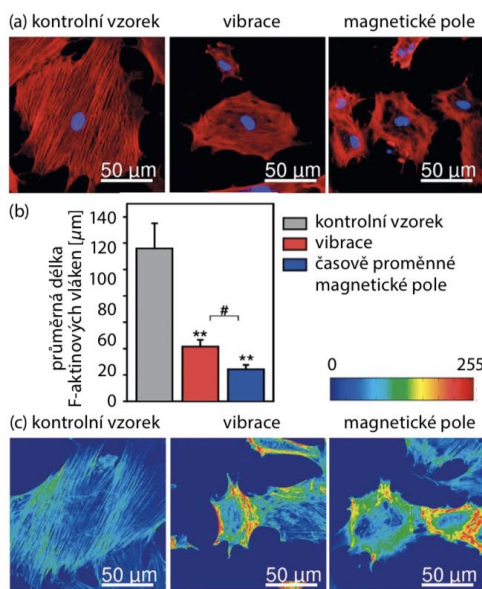
**Frekvence magnetické oscilace 4 Hz**

[1] Obr. 1

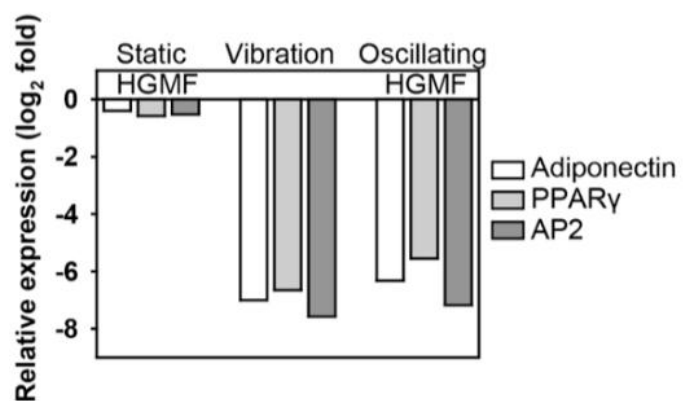
### 3 Výsledky

Přestože magnetické a setrvačné síly byly zanedbatelné, jejich dlouhodobé působení způsobilo významnou reorganizaci cytoskeletu, doprovázenou zmenšením velikosti buněk (obr. 2). Je zajímavé, že zmenšení rozměrů buněk způsobené oscilujícím magnetickým polem bylo větší než zmenšení způsobené čistě mechanickými vibracemi.

Další zajímavostí je, že dlouhodobé vystavení mechanickému a magnetickému působení zapříčinilo značné snížení exprese adipogenních genů: adiponectinu, PPAR $\gamma$  a AP2 (obr. 3). Právě tyto geny kontrolují směřování diferenciaci mezenchymálních kmenových buněk na adipocyty.



[1] Obr. 2



[1]Obr. 3

## 4 Závěr

V rámci miniprojektu jsem zjistila jaké vlivy má tzv. magnetická masáž na uvedené kmenové buňky. Z důvodu potlačení adipogenních genů mechanickou vibrací a magnetickou oscilací na mezenchymální kmenové buňky, je možné tvrdit, že prakticky docházelo z blokády diferenciaci buněk na tukovou tkáň. Ve výsledku buňky upřednostňovaly diferenciaci na osteoblasty [3]. Dalo by se tedy říci, že se jedná o prostředek pro redukci tuku.

## Poděkování

Chtěla bych vyjádřit vřelé poděkování vedoucímu tohoto miniprojektu, jímž je Vitalii Zabrodskii, za seznámení s tématem a vedení práce, následně Tatyane Polyakově za odbornou konzultaci a týmu TV@J za organizaci akce.

### Reference

- [1] V. Zablotkii, O. Lunov, B. Novotna et al. *Down-regulation of adipogenesis of mesenchymal stem cells by oscillating high- gradient magnetic fields and mechanical vibration. Appl. Phys. Lett.* 105, 103702 (2014)  
<https://doi.org/10.1063/1.4895459>
- [2] J. J. Minguell, A. Erices, P. Conget. *Mesenchymal stem cells. Experimental biology and medicine* 226 (6), 507-520 (2001)  
<https://doi.org/10.1177%2F153537020122600603>
- [3] V. Zablotkii, O. Lunov, T. Polyakova, A. Dejneka. *Biologie a magnetismus: vzájemná přitažlivost. FZÚ AV ČR. ISBN 978-80-905962-6-9 (2017)*