

# Sledovanie metabolizmu hepatobiliárneho systému pomocou *in vivo* $^{31}\text{P}$ magnetickej rezonančnej spektroskopie

**RNDr. Marek Chmelík, PhD.**

Katedra medicínsko-technických odborov v Prešove, Fakulta zdravotníckych odborov, Prešovská univerzita v Prešove  
Rádiodiagnostické oddelenie, Nemocnica Agel Levoča a Diagnostické centrum Jessenius, Nitra

Zobrazovanie pomocou magnetickej rezonancie (MRI) poskytuje nenahraditeľné neinvazívne informácie o ľudskom organizme, najmä kvôli jeho lepšiemu kontrastnému rozlíšeniu v porovnaní s počítačovou tomografiou a schopnosti poskytnúť morfológické aj fyziologické informácie bez využitia ionizujúceho žiarenia. MR techniky, vrátane MR elastografie (MRE) a MR spektroskopie, sa rozvinuli do rozmanitých oblastí, od klinických diagnostických zobrazovacích metód po pokročilé techniky metabolického a funkčného zobrazovania, ktoré nachádzajú uplatnenie v medicínskom predklinickom a klinickom výskume.

*In vivo* magnetická rezonančná spektroskopia (MRS) je moderné neinvazívne vyšetrenie, ktoré poskytuje komplementárnu informáciu k MRI vyšetreniu. Umožňuje získavať informácie o biochémií a metabolizme ľudských tkanív počas rôznych fyziologických a patologických podmienok. Okrem najčastejšie sledovaného signálu atómov  $^1\text{H}$  v molekulách vody, tukov a iných metabolitov je možné získavať informácie aj z molekúl obsahujúcich atómy fosforu  $^{31}\text{P}$ . Detekcia vysoko energetických fosforových ( $^{31}\text{P}$ ) metabolitov (napr. ATP, Pi, PCr), vnútrobunkového pH a vnútrobunkovej koncentrácie voľného magnézia ( $[\text{Mg}^{2+}]$ ) sú analytickým základom tejto metódy. Zároveň aj informácia o koncentrácii fosfomonoesterov (PME; napr., fosfocholín) a fosfodiesterov (PDE; napr., glycerofosfocholín) v tkanivách bola navrhnutá ako možný diagnostický marker rakoviny a zápalových chorôb.

Nízka senzitivita tejto metódy a s tým súvisiace dlhé vyšetrovacie časy, nízke priestorové rozlíšenie a nutnosť dodatočných investícií do hardvéru predstavovali hlavné limity jej rozšírenia do klinickej praxe. Nástupom MR skenerov s vysokým a ultra-vysokým magnetickým poľom 3T a 7T a s tým spojeným nárastom detekovateľného signálu sa otvorili nové možnosti jej využitia. Aktuálnou témou sa stala implementácia, *in vivo*  $^{31}\text{P}$  MRS metód pre štúdium ľudského metabolizmu na týchto skeneroch.

V práci prezentujeme metodológiu stanovovania koncentrácií fosforových metabolitov *in vivo* v pečeniach zdravých dobrovoľníkov [1] a diabetikov typu 2 [2] pri 3T.

Implementácia metodológie na 7T si vyžadovala riešenia viacerých problémov spojených s jej používaním. Prezentujeme prvé *in vivo*  $^{31}\text{P}$  MRS dáta získané pomocou viacerých inovatívnych lokalizačných schém [3] ako aj výsledky pozorovania ďalších metabolitov viditeľných vďaka lepšiemu spektrálnemu rozlíšeniu a vyššiemu pomeru signál-šum u dobrovoľníkov a pacientov s difúznymi ochoreniami pečene (NAFLD, NASH, PSC a PBC). Posun v dostupnosti 7T MRI skenerov, technológie RF cievok a lokalizačných schém garantuje ďalšie neinvazívne štúdie metabolizmu hepatobiliárneho systému pomocou *in vivo*  $^{31}\text{P}$  MR spektroskopie a rozvoj ich využitia v klinickej praxi.

1. **Chmelík M**, Schmid AI, Gruber S, Szendroedi J, Krššák M, Trattnig S, Moser E, Roden M. Three-dimensional high-resolution magnetic resonance spectroscopic imaging for absolute quantification of  $^{31}\text{P}$  metabolites in human liver. *Magn Reson Med*. 2008;60(4):796-802. doi:10.1002/mrm.21762

2. Szendroedi J\*, **Chmelík M**\*, Schmid AI, Nowotny P, Brehm A, Krššák M, Moser E, Roden M. Abnormal hepatic energy homeostasis in type 2 diabetes. *Hepatology*. 2009;50(4):1079-1086. doi:10.1002/hep.23093

\* **stejně přispívající první autor**

3. **Chmelík M**, Považan M, Krššák M, Gruber S, Tkačov M, Trattnig S, Bogner W. In vivo  $^{31}\text{P}$  magnetic resonance spectroscopy of the human liver at 7T: An initial experience. *NMR Biomed*. 2014;27(4):478-485. doi:10.1002/nbm.3084