

Difúzní fantóm

Difúzní fantóm je pomůcka, která slouží k demonstraci difuze, která probíhá v mozku. Pomocí difúzních měření MRI je možné získat v daném fantómu hodnoty odpovídající mozku člověka.

Úvod

Ve výzkumu zobrazování magnetickou rezonancí jsou zdraví dobrovolníci vhodní a často využívaní, jelikož mozek všeobecně poskytuje **realistické zobrazení klinického objektu**. Hodnoty **střední difuzivity (mean diffusivity) MD** a **frakční anizotropie FA** jsou získávány pomocí difúzního zobrazování **DTI**. Hodnoty MD a FA jsou vysvětleny dále v textu.

Kromě množství výhod jako dostupnost, realistické zobrazení má využití živých dobrovolníků svá omezení, **limitující faktory**. Nejčastěji se jedná o **pohyb dobrovolníků** při delších měřeních, ale také **pohyb z důvodu dýchání a úderů srdce**. Všechny tyto nechtěné efekty nás nutí hledat spolehlivější objekty k měření.

Možností v této oblasti je zkonstruování a následné využití difúzního MRI testovacího objektu, fantómu. Je důležité, abychom pomocí difúzního fantómu dokázali naměřit parametry pro izotropní difuzi (MD) a anizotropní difuzi (FA). V současné době existuje více typů fantómů využívaných v **DTI**, kdy každý má své výhody a nevýhody.

Dělené difúzních fantómů

Fantómy dělíme podle použitého materiálu a konstrukce na:

- 1. Fantóm na měření střední (mean) difuzivity MD;
- 2. Fantóm na měření frakční anizotropie FA;

- Rostlinné (plant) fantómy;
- Kapilární (capillar) fantómy;
- Vlákňité (fiber) fantómy.



Difúzní fantóm

Fantóm na měření střední (mean) difuzivity MD

Hodnota MD v lidském těle udává, na kolik je volná difuze vody bráněna fyziologickými bariérami jako například buněčnou stěnou. Pro dosažení podobných hodnot ve fantómu je potřeba použít pro jeho sestavení vhodnou izotropní kapalinu.

Kapalina	MD [$\cdot 10^{-9} \text{m}^2 \text{s}^{-1}$]	Výhody	Nevýhody
Voda (22°C)	2,1	netoxická, lehko dostupná	MD vyšší než v mozku
Ledová voda (1°C)	1,1	netoxická, lehko dostupná, hodnoty MD podobné jako v lézích roztroušené sklerózy	MD vyšší než v mozku
Viskózní vodný roztok			
Sacharóza	1,1	netoxická, lehko dostupná, hodnoty MD podobné jako v lézích roztroušené sklerózy	MD vyšší než v mozku, jedna spektrální čára navíc od sacharózy
Cyklické uhľovodíky			
Cyklohexan	1,39	hodnoty MD podobné jako v lézích roztroušené sklerózy	vysoce hořlavý, vysoká hodnota MD
Cykloheptan	0,93	hodnoty MD podobné jako v mozku	vysoce hořlavý
N-alkany			
Dekan	1,31	hodnoty MD podobné jako v lézích roztroušené sklerózy	hořlavý

Fantóm na měření frakční anizotropie FA

Frakční anizotropie FA je skalární veličina s hodnotami mezi 0 a 1. Zobrazuje stupeň anizotropie v difúzním procesu. Hodnoty blízké nule říkají, že difuze je v dané oblasti izotropní, neohraničená. Hodnoty blízké jedné znamenají ohraničenou difuzi, podél všech směrů. Vedle FA je možné změřit u těchto fantómů také MD. V tabulce jsou uvedeny hodnoty FA a MD pro všechny tři druhy fantómů.

Materiál	MD [$\cdot 10^{-9} \text{m}^2 \text{s}^{-1}$]	FA
Chřest (asparagus)	1,3±0,01	0,2±0,01
Skleněné kapiláry	1,4±0,2	0,5±0,1
Konopí	1,7±0,6	0,2±0,1
Polyamid	1,4±0,1	0,3±0,1
Bíla hmota mozku	0,69-0,93	0,4-0,8

Z fantómů uvedených v tabulce se jeví býti nejlepším fantóm zkonstruovaný z Dyneema vláken, protože naměřené hodnoty **MD** a **FA** nejlépe odpovídají prostředí in vivo, tedy prostředí v bílé hmotě mozkové.

Shrnutí

Difuzní zobrazení stále nachází nové aplikace. Vlivem citlivosti difuze MRI je schopné zaznamenat velmi malé změny na molekulární úrovni. K tomu jsou difúzní fantómy schopné poskytnout hodnoty MD a FA blízké hodnotám in vivo. Výhodou fantómů je, že jsou všeobecně stabilnější a jejich struktura je lehčeji pochopitelná než struktura u rostlin nebo člověka.

Odkazy

- Difuze
- Nukleární magnetická rezonance

Použitá literatura

- JONES, Derek K. *Diffusion MRI : theory, methods, and applications*. 1. vydání. Oxford ; New York : Oxford University Press, 2011. ISBN 9780195369779.
- NAHALKA, Dávid. *MR zobrazování tenzoru difúze (DTI)* [online]. Brno, 2004, dostupné také z <https://is.muni.cz/th/rjgvp/BP_Nahalka_DTI.pdf?so=nx>. Bakalářská práce