

Grupp-feedback på MR-frågor

Generellt är det många som inte förklarar utan bara anger hur det är, exempelvis ”fett blir ljust i en T1-viktad”. Varför blir fett ljust i en T1-viktad bild? Jo, med en kort TR som används vid T1-viktning kommer vävnader med kort T1 (fett) ha hunnit relaxera tillbaka till Mz mer än vävnader med lång T1 när det är dags för nästa 90-graderspuls. Eftersom storleken på signalen i Mxy (det som skapar bilden) är beroende av storleken på Mz innan flippning kommer vävnader med kort T1 då ge stark signal (Mxy). Liknande typ av förklaring behövs för T2-relaxation i relation till TE.

Det är även viktigt att ange riktningar på nettomagnetiseringsvektorer när ni svarar på frågor och inte bara skriva ”Relaxera till ursprungsläget”, eller ”relaxera tillbaka” - Vilket är ursprungsläget, eller vad är tillbaka?

Nedan följer specifik feedback för några av frågorna.

1. Många nämner bara en anledning till varför väte lämpar sig för avbildning med MR. Båda anledningarna är: bra magnetiska egenskaper + att det finns rikligt med väteprotoner i kroppen.

3. En nackdel med högre B0 är att det tar längre tid eftersom T1 förlängs, dvs. det behövs längre TR vilket ger upphov till lägre temporal upplösning.

Det räcker inte att svara ”starkare Bo ger sämre temporal upplösning”, utan att förklara varför det blir så. Samma sak med ” starkare Bo ger bättre bilder”, på vilket sätt?

5. En viktig sak som många glömmer är att 90-graderspulsen gör så att spinnen precesserar i fas, vilket gör att man får en nettomagnetisering i xy-planet (Mxy).

Det är även vanligt att ni skriver att RF-pulsen förflyttar protonerna från z-axeln till xy-planet. Det är nettomagnetiseringsvektorn som flippas till xy-planet, inte själva protonerna.

Många anger inte heller vilka avväganden som måste tas i beaktande när RF-pulsen väljs. Dess frekvens avgör vilken skiva av kroppen som avbildas och dess bandbredd i förhållande till Gz hur tjock skivan blir.

6. Många beskriver det som ”ett eko av energi som uppkommer när protonerna faller tillbaka”. Den typen av svar blir väldigt ospecifika. Så vad är det egentligen vi mäter med MR, vad ger upphov till bilden? Det roterande magnetfältet i xy-planet, dvs. Mxy, ger upphov till en ström i en spole. Att det kallas för eko är för att vi med 180-graderspulsen refokuserar så att spinnen kommer i fas igen, vilket maximerar Mxy. Det är inte så att det kommer ett eko (Mxy) tillbaka bara vid en viss tidpunkt, utan vi väljer själva när vi vill läsa av signalen genom att välja ett värde på TE. Värdet på TE bestämmer tillsammans med vald TR vilken typ av kontrast som fås i bilden.

Flera av er skriver att man uppmäter värden på olika vävnaders T1 och T2. Med konventionell MR-avbildning gör man inte det. Man mäter Mxy som är ett resultat av hur vävnaderna relaxerar (både T1 och T2). Dock nämnde Andreas på föreläsningen att man kan göra mapping av relaxationstider, men det mer en teknik på forskningsstadiet och ingår inte i den här kursen.

8. Som jag skrev i inledningen har många missat att förklara exempelvis varför fett blir ljust i en T1-viktad bild.

Det finns även missuppfattningar om att TR och TE är vävnadsspecifika och ger upphov till kontrast i bilderna. TR och TE är tidskonstanter som man väljer själv vid avbildning för att få en viss typ av kontrast i bilden. T1 och T2 däremot är vävnadsspecifika.

9. Det räcker inte att svara ”ordnad vävnad som till exempel vätska har lång T2 och ger därför starkare signal i en T2 -viktad bild än ordnade vävnader med kort T2”. Varför har de vävnaderna lång T2 och varför ger lång T2 hög signal i en T2-viktad bild?

T2 beskriver hur snabbt Mxy fasas ur på grund av att protonernas små magnetfält påverkar närliggande protoner i vävnaden. Lokala variationer i magnetfältet som orsakar av protonerna själva är större i ordnade molekyler (stora molekyler), exempelvis fett, därför har de kort T2. För att få en T2-viktad bild används lång TE, det blir då stor skillnad i kontrast mellan vävnader med olika T2. Den vävnaden som har längst T2 behåller sin Mxy under längre tid och ger därför upphov till stark signal (Mxy) och därav blir de ljusa i bilden.

10. Många av er svarar såhär:

T1 viktad: Kort TR för att maximera T1 kontrast och kort TE för att minimera T2 kontrast.

T2 viktad: Lång TR för att minimera T1 kontrast och lång TE för att maximera T2 kontrast.

Protonviktad: Lång TR för att minimera T1 kontrast och kort TE för att minimera T2 kontrast.

Detta är korrekt men det förklarar inte varför. Se resonemang för fråga 9 för att få en uppfattning om vad som bör förklaras.

OBS! TE är tiden då man väljer att lyssna på sin signal (Mxy), och inte den tid man “får tillbaka signalen”.

12. ”Varje pixel lokaliseras genom frekvenskodning i x-led där frekvensen varierar beroende på position och faskodning i y-led med fäsförskjutning.” Ja det stämmer, men förklarar inte hur det går till, dvs. att man använder gradienter i olika riktningar, när gradienterna är påslagna, hur många upprepade mätningar som måste göras osv.

13. Många skriver att ett typiskt FOV-värde är 1 mm. FOV anges ofta antingen som en volym (hela skivan) eller ett tvärsnitt (xy-planet). Att säga att FOV är 1 mm utan att ange i vilken riktning säger inte så mycket.

Att svara att "man kan använda ett tunnare skikt" för att förbättra spatiell upplösning räcker inte som förklaring utan man måste ange hur man kan få ett tunnare skikt, dvs. med smalare bandbredd på RF-pulsen eller brantare gradient i z-riktning.

14. Hur får man en bättre temporal upplösning?

- "ta flera bilder per sekund" eller "minska scantiden"

Ja det är själva definitionen av hög temporal upplösning, men hur uppnår man det?

Exempelvis genom att använda kortare TR, mindre matris eller mindre FOV med samma pixelstorlek.

Ett annat vanligt svar är "den temporal upplösningen kan förbättras genom att man har högre frekvenser". Här behöver man vara mer specifik, frekvenser på vaddå?

15. Generellt ger ni inte så omfattande svar på den här frågan. Vad gör 90°-pulsen respektive 180°-pulsen, hur påverkar de protonerna och därmed också magnetfälten?

Här bör man ange hur M_z och M_{xy} påverkas av de olika pulserna, och även förklara varför man använder en 180-graderspuls. Efter 90-graderspulsen fasas M_{xy} ur snabbt pga. av att spinnens magnetfält påverkar varandra (inre faktorer -T2) och på grund av inhomogeniteter i MR-maskinens magnetfält (yttre faktorer). Detta kallas T2-stjärna. M_{xy} fasas ur alldeles för snabbt för att det ska vara möjligt att mäta signalen och effekterna av T2-stjärna (inhomogeniteter i MR-maskinens magnetfält) är dominerande. För att få längre tid på sig att mäta och för att minimera effekten av inhomogeniteter i magnetfältet som beror på maskinen appliceras en 180-graderspuls som flippar M_{xy} 180 grader. Eftersom inhomogeniteter i magnetfältet är symmetriska försvinner effekten av dessa och kvar har vi skillnad i vävnadsspecifika T2. Man brukar säga att man med 180-graderspulsen tar bort effekten av T2-stjärna, dvs. inhomogeniteter i magnetfältet och behåller effekten av skillnad i T2-relaxation.