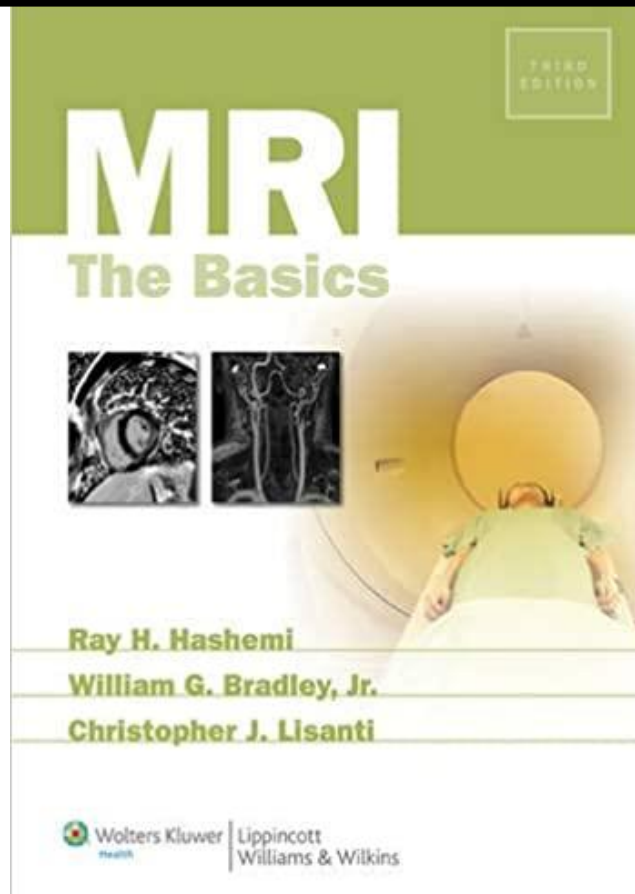


Third Edition

پاسخنامه تشریحی MRI: The Basic



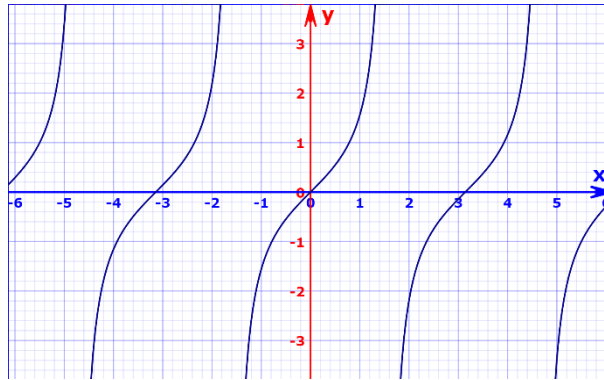
ایمان آذین خواه

کارشناس ارشد فیزیک پزشکی

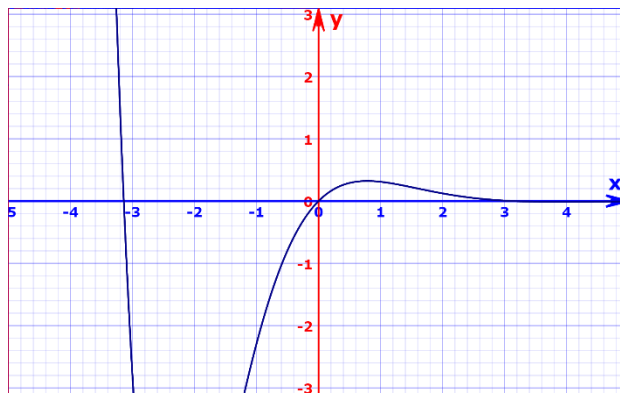
سوالات فصل ۱: ریاضی مقدماتی

۱-۱ توابع زیر را در مقادیر x رسم کنید (از $-\infty$ تا ∞).

الف $\tan x$

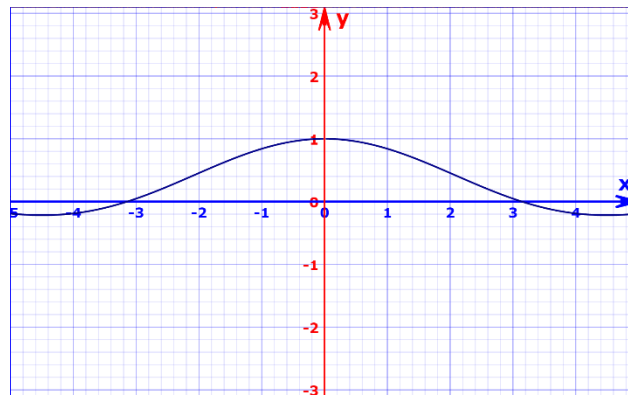


ب $e^{-x} \sin x$



ج $\sin x/x = \text{sinc}(x)$

در واقع همان تابع سینک می باشد. پس رسم نمودار هم به روش تابع سینک است



۱-۲ روابط زیر را اثبات کنید.

$$\cos(x+y) = \cos x \cos y - \sin x \sin y \quad (\text{الف})$$

همانطور که می دانیم $e^{i(x+y)} = e^{ix} \cdot e^{iy}$ بنابراین :

$$\begin{aligned} \cos(x+y) &= \text{Re}(e^{i(x+y)}) = \text{Re}(e^{ix} \cdot e^{iy}) = \text{Re}[(\cos x + i \sin x)(\cos y + i \sin y)] \\ &= \text{Re}[\cos x \cos y - \sin x \sin y + i(\cos x \sin y + \sin x \cos y)] = \cos x \cos y - \sin x \sin y \end{aligned}$$

بخش موهومی را در نظر نمی گیریم

$$\sin(x+y) = \cos x \sin y + \sin x \cos y \quad (\text{ب})$$

$$\begin{aligned} \sin(x+y) &= \text{Im}(e^{i(x+y)}) = \text{Im}(e^{ix} \cdot e^{iy}) = \text{Im}[(\cos x + i \sin x)(\cos y + i \sin y)] \\ &= \text{Im}[\cos y \sin x + \cos x \sin y - i(\cos y \cos x + \sin y \sin x)] = \cos y \sin x + \cos x \sin y \end{aligned}$$

بخش موهومی را در نظر نمی گیریم

۱-۳ برای توابع معین می توان روابط زیر را نشان داد.

$$\frac{f'(0)}{g'(0)} = \lim_{x \rightarrow 0} \left[\frac{f(x)}{g(x)} \right] = \lim_{x \rightarrow 0} \left[\frac{f'(x)}{g'(x)} \right]$$

در اینجا f و g توابع x و f' و g' مشتق آنهاست. با استفاده از رابطه فوق نشان دهید که :

$$\text{sinc}(0) = \frac{\sin(0)}{0} = \lim_{x \rightarrow 0} (\sin x)/x$$

$$\text{sinc}(0) = \frac{\sin(0)}{0} = \lim_{x \rightarrow 0} \lim_{x \rightarrow 0} \frac{d}{dx} \left(\frac{\sin x}{x} \right) = \frac{\cos(x)}{1} \rightarrow (x=0) \rightarrow \frac{\cos(0)}{1} = \frac{1}{1} = 1$$

۱-۴ الف) مقدار یک تابع نمایی $e^{-t/T}$ در یک ثابت زمانی (T) چقدر است ؟

$$e^{-1} = 0.37$$

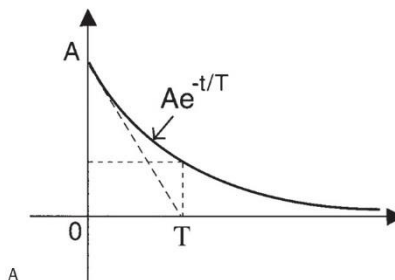
ب) مقدار آن در دو ثابت زمانی ($2T$) چقدر است ؟

$$e^{-2} = 0.14$$

ج) نسبت مقدار بدست آمده در بخش ب به مقدار بدست آمده در بخش الف چقدر است ؟

$$\frac{e^{-2}}{e^{-1}} = e^{-1} = 0.37$$

۱-۵ با در نظر گرفتن تابع نمایی کاهشی $f(t) = Ae^{-t/T}$ همانطور که در شکل زیر نشان داده شده است .



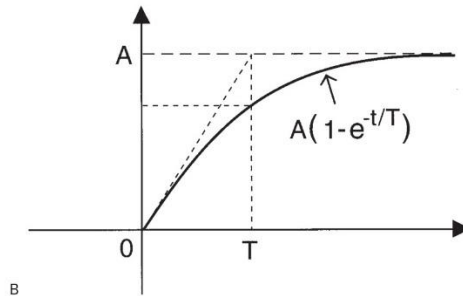
الف) ثابت کنید اگر خط مماس در نقطه A رسم شود، محور t در $t=T$ قطع می کند (T ثابت کاهش است).

با مشتق گرفتن و بعد با در نظر گرفتن $t=0$:

$$\frac{d}{dt} \left(A e^{-\frac{t}{T}} \right) = A \left(-\frac{1}{T} \right) e^{-\frac{t}{T}} = -\frac{A}{T}$$

شیب خط مماس در نقطه $t=0$ که محور t را در T قطع خواهد کرد.

ب) نشان دهید همیت اصل برای $A(1-e^{-t/T})$ همانطور که در شکل زیر نشان داده شده است صحیح است.



با مشتق گرفتن و با در نظر گرفتن $t=0$:

$$\frac{d}{dt} A \left(1 - e^{-\frac{t}{T}} \right) = 0 - A \left(-\frac{1}{T} \right) e^{-\frac{t}{T}} = \frac{A}{T}$$

که باز هم شیب خط مماس در نقطه $t=0$ محور t را در T قطع خواهد کرد. (جهت شیب مثبت)

۱-۶ معادله $e^x = 8$ را برای مقدار x حل کنید.

$$\ln(e^x) = \ln 8 \rightarrow x \ln(e) = \ln 2^3 \rightarrow x \ln(e) = 3 \ln 2 \rightarrow x = \frac{3 \ln 2}{\ln(e)} = 3 \times 0.693 = 2.079$$

۱-۷ مقادیر زیر را تعیین کنید.

الف) $\sin(0^\circ) = 0$

ب) $\sin(30^\circ) = 0.5$

ج) $\sin(90^\circ) = 1$

د) $\sin(180^\circ) = 0$

ه) $\cos(0^\circ) = 1$

و) $\cos(60^\circ) = 0.5$

ز) $\cos(90^\circ) = 0$

ح) $\cos(180^\circ) = -1$

سوالات فصل ۲: اصول پایه ای MRI

۱-۲ فرکانس لارمور را برای یک پروتون در میدان های زیر محاسبه کنید :

الف) 0.35T

$$\omega = \gamma \cdot B_0 = 42.6 \times 0.35 = 14.91 \text{ MHz}$$

ب) 0.5T

$$\omega = 42.6 \times 0.5 = 21.3 \text{ MHz}$$

ج) 1T

$$\omega = 42.6 \times 1 = 42.6 \text{ MHz}$$

د) 1.5T

$$\omega = 42.6 \times 1.5 = 63.9 \text{ MHz}$$

ه) 2T

$$\omega = 42.6 \times 2 = 85.5 \text{ MHz}$$

و) 3T

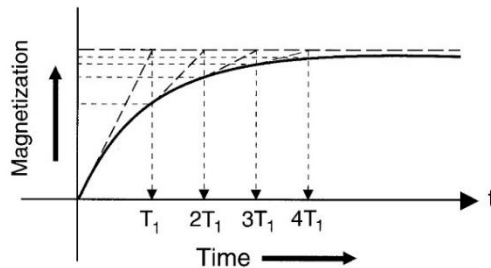
$$\omega = 42.6 \times 3 = 127.8 \text{ MHz}$$

۲-۲ سرعت مغناطیس شدن پروتون هایی که در یک محیط مغناطیسی قرار می گیرند همان سرعت بهبود مغناطش طولی است (درست) با گذشت زمان، بیشتر اسپین ها (پروتون ها) با میدان مغناطیسی خارجی هم امتداد می شوند و منحنی مغناطش شروع به رشد می کند تا به حد نهایی برسد (شکل ۱۷-۲ کتاب)

۲-۳ دانسیته پروتونی عبارت است از کل پروتون های بافت (نادرست) عدد دانسیته پروتونی به صورت مطلق، در بافت اهمیت ندارد بلکه تعداد پروتون های متحرک باید مدنظر باشند که قادر به تغییر جهت و هم خط شدن با میدان مغناطیسی خارجی می باشند.

دانسیته پروتون های متحرک = $N(H)$

۲-۴ با قرار گرفتن در یک میدان مغناطیسی، پروتون ها بلافاصله در جهت میدان قرار می گیرند (نادرست) همانطور که گفته شد، اغلب بعد از حدود ۴ یا ۵ زمان T_1 منحنی نمای رشد به یک ناحیه مسطح می رسد.



۲-۵ T_1 یک بافت در میدان مغناطیسی قویتر بزرگتر است (درست)

اگر B_0 کاهش یابد قطعاً T_1 بافت نیز کاهش می یابد

$$B_0 \downarrow = T_1 \downarrow$$

T_1 بافت های بیولوژیکی در 0.5T کوتاه تر از میزان آن در 1.5T است.

۲-۶ امواج الکترومغناطیسی با سرعت صوت حرکت می کنند (نادرست)

تمام امواج الکترومغناطیسی با سرعت نور حرکت می کنند.

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

۷-۲ هدف اصلی استفاده از گرادیان های X و Y و Z انتخاب مقطع و کدگذاری فضایی است (درست)

گرادیان ها باعث ایجاد آشفتگی عمدی در میدان مغناطیسی یکنواخت می شوند که اجازه می دهد محل سیگنال دریافت شده مشخص شود.

۸-۲ سرعت چرخش پروتون ها حول میدان مغناطیسی اصلی سریع تر از سرعت چرخش آنها حول محور خودشان است (نادرست)

چرخش پروتون ها به دور محور خود خیلی سریع تر از چرخش آن به دور محور میدان مغناطیسی (حرکت تقدیمی) است.

۹-۲ با قرار گرفتن در یک میدان مغناطیسی همه پروتون های بدن در جهت میدان قرار می گیرند (نادرست)

در زمان $t=0$ اسپین های پروتون ها بطور تصادفی توزیع شده اند و مغناطش خالص در زمان $t=0$, صفر می باشد. بلافاصله بعد از قرار گرفتن در

میدان مغناطیسی نیمی از پروتون ها در جهت میدان مغناطیسی قرار می گیرند و نیمی در خلاف جهت میدان. البته تعداد بیشتری اسپین در جهت

میدان مغناطیسی قرار می گیرند و مغناطش خالص ایجاد می کنند که این افزایش مغناطش نیز به صورت نمائی است.

۱۰-۲ دلیل استفاده از پروتون های هیدروژن در MRI فراوانی آنهاست (درست)

هسته هیدروژن ^1H پروتون فرد دارد و همچنین به وفور در آب H_2O و چربی CH_3 وجود دارد.

۱۱-۲ در MRI نمای تصویر با استفاده درست از گرادیان های X و Y و Z تعیین می شود (درست)

انتخاب کوئل گرادیان در امتداد محور X و Y و Z دلخواه می باشد. برای نمونه فرض کنید محور Z در امتداد محور مگنت در جهت سر به پا، محور Y

در جهت خلفی-قدامی و محور X راست به چپ باشد در این حالت برای بدست آوردن یک تصویر اگزیال، گرادیان انتخاب مقطع در طول محور Z بکار

می رود.

	Slice- Select Gradient	Phase- Encoding Gradient	Frequency- Encoding Gradient
Axial	z	y	x
Sagittal	x	y	z
Coronal	y	x	z

سوالات فصل ۳: پالس فرکانس رادیویی

۳-۱ زاویه چرخش بوسیله مدت زمان پالس RF و قدرت آن تعیین می شود (درست)

درجه چرخش طبق فرمول ذیل ارتباط دارد :

$$\theta = \omega_1 \tau = \gamma B_1 \tau$$

در نتیجه زاویه چرخش به مدت زمان پالس و قدرت پالس RF وابسته است .

۳-۲ کار پالس RF در MRI مغناطیس کردن پروتون ها است (نادرست)

چون مغناطش طولی یک تابع نوسانی نیست لذا نمی تواند بوسیله دریافت کننده جمع آوری شود، به علاوه نوسان در راستای محور Z قابل آشکار شدن نیست. بنابراین لازم است این مغناطش چرخانده شود تا به صفحه X-Y منتقل گردد (جایی که بتواند حول محور Z نوسان داشته باشد) تا یک سیگنال قابل دریافت تولید کند و این هدف پالس RF است.

۳-۳ پالس RF موجب می شود پروتون ها هم فاز شوند (درست)

قبل از اعمال پالس RF چرخش پروتون ها حول محور Z است ولی پروتون ها هم فاز نیستند بنابراین جز عرضی ندارند. بعد از پالس RF، میدان مغناطیسی جدید B_1 القا می شود و پروتون ها هم جهت و هم فاز می شوند و مغناطش عرضی نیز بزرگتر می شود.

۳-۴ پالس RF دارای یک جزء مغناطیسی است (درست)

همانند تمام امواج الکترومغناطیسی پالس RF دارای دو جزء الکتریکی و مغناطیسی است.

۳-۵ پالس RF ، پالس رادیوفرکانسی به شکل یک موج الکترومغناطیسی است که فرکانس آن در محدوده فرکانس رادیویی است (درست)

۳-۶ قدرت یک پالس 180° ده برابر قدرت یک پالس 90° است (نادرست)

یک پالس 180° دو برابر یک پالس 90° قدرت یا مدت زمان دارد . طبق معادله ذیل :

$$\theta = \omega_1 \tau = \gamma B_1 \tau$$

۳-۷ زاویه چرخش جزئی بین 0° تا 90° است (درست)

در چرخش جزئی (Partial Flip) که کمتر از 90° است، جزئی از مغناطش طولی که در صفحه X-Y قرار می گیرد کوچکتر از بردار مغناطش اصلی M_0 است . طبق معادله ذیل :

$$M_{xy} = M_0 \cdot \sin\theta$$

سوالات فصل ۴: T1 و T2 و T*2

۴-۱ الف) T*2 وابسته به غیر یکنواختی میدان مغناطیسی خارجی است (درست)

طبق فرمول ذیل :

$$\frac{1}{T_2^*} = \frac{1}{T_2} + \gamma \Delta B$$

در نتیجه T*2 وابسته به غیر یکنواختی میدان مغناطیسی خارجی است .

ب) T2 وابسته به غیر یکنواختی میدان مغناطیسی خارجی است (نادرست)

T2 عمدتا وابسته به برهمکنش های اسپین-اسپین می باشد ولی T*2 علاوه بر برهمکنش های اسپین-اسپین به غیر یکنواختی میدان مغناطیسی خارجی وابسته است.

ج) T2 وابسته به T*2 است (نادرست)

د) T*2 وابسته به T2 است (درست)

آهنگ آسایش $1/T_2^*$ وابسته به آهنگ آسایش (باقت $1/T_2$) به علاوه غیر یکنواختی میدان مغناطیسی خارجی است. اما T2 وابسته به T*2 نیست.

۴-۲ باز یافت مغناطش طولی متناسب است با :

الف) e^{-t/T_1}

ب) $1 - e^{-t/T_1}$

ج) $1 - e^{-t/T_2}$

د) e^{-t/T_2}

ه) هیچکدام

طبق فرمول ذیل :

$$M_z(t) = M_0 (1 - e^{-\frac{t}{T_1}})$$

۴-۳ فروپاشی مغناطش عرضی متناسب است با :

الف) e^{-t/T_1}

ب) $1 - e^{-t/T_1}$

ج) $1 - e^{-t/T_2}$

د) e^{-t/T_2}

ه) هیچکدام

طبق فرمول ذیل :

$$M_{xy}(t) = M_0 e^{-t/T_2}$$

۴-۴ سرعت کاهش FID با T2 متناسب است (نادرست)

کاهش یک FID متناسب با T*2 است . طبق فرمول آهنگ فروپاشی FID :

$$M_{xy}(t) = M_0 e^{\frac{-t}{T^*2}} (\cos \omega t)$$

بنابراین بخش نوسانی FID و نمایی (کاهش) FID طبق فرمول وابسته T*2 است.

۴-۵ کدامیک از روابط زیر صحیح است ؟

الف) $T_2 > T^*_2 > T_1$

ب) $T^*_2 > T_2 > T_1$

ج) $T_1 > T_2 > T^*_2$

د) $T_1 > T^*_2 > T_2$

فروپاشی T2 پنج تا ده بار سریع تر از بازیافت T1 اتفاق می افتد پس $T_1 > T_2$ است.

فروپاشی T*2 وابسته به دو عامل برهمکنش های اسپین-اسپین و غیر یکنواختی میدان مغناطیسی خارجی است ولی فروپاشی T2 عمدتاً وابسته به برهمکنش های اسپین-اسپین می باشد و طبق نمودار ذیل، $T_2 > T^*_2$ خواهد بود.

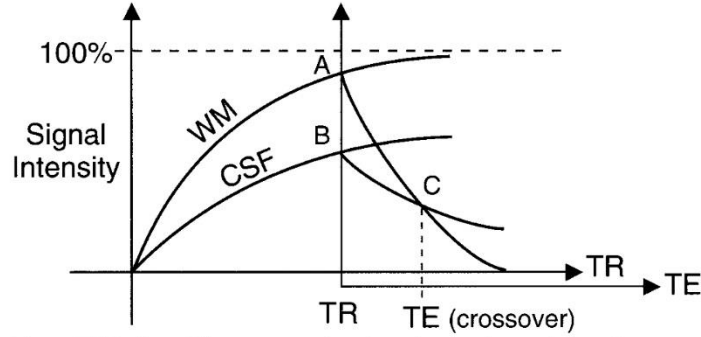
۴-۶ T1 و T2 را با موارد زیر مطابقت دهید.

الف) بازیافت مغناطش طولی (T1)

ب) بازیافت مغناطش عرضی (T2)

سوالات فصل ۵: TR و TE و کنتراست بافت

۵-۱ در شکل زیر برای راحتی، منحنی های T_1 و T_2 با هم رسم شده اند. مقادیر زیر را برای T_1 و T_2 فرض کنید: برای WM: $T_1=500$ و $T_2=100$ و برای CSF: $T_1=2000$ و $T_2=200ms$ همچنین فرض کنید دانسیته اسپین WM و CSF برابر $N=100$ است.



الف) برای یک $TR=2000ms$ نسبت شدت سیگنال WM و CSF (یعنی نقاط A و B) را پیدا کنید.

$$\frac{SI_{(WM)}}{SI_{(CSF)}} = \frac{N(H)(1 - e^{-\frac{TR}{T_1(WM)}})}{N(H)(1 - e^{-\frac{TR}{T_1(CSF)}})} = \frac{(1 - e^{-\frac{2000}{500}})}{(1 - e^{-\frac{2000}{2000}})} = \frac{1 - e^{-4}}{1 - e^{-1}} = \frac{1 - 0.02}{1 - 0.37} = \frac{0.98}{0.63} = 1.56$$

ب) مقدار TE در جاییکه وزن T_2 WM و CSF یکسان است (نقطه C) را حساب کنید؟

$$\begin{aligned} SI_{(WM)} = SI_{(CSF)} &\rightarrow N(H) \left(1 - e^{-\frac{TR}{T_1(WM)}}\right) \left(e^{-\frac{TE}{T_2(WM)}}\right) = N(H) \left(1 - e^{-\frac{TR}{T_1(CSF)}}\right) \left(e^{-\frac{TE}{T_2(CSF)}}\right) \rightarrow \\ \left(1 - e^{-\frac{2000}{500}}\right) \left(e^{-\frac{TE}{100}}\right) &= \left(1 - e^{-\frac{2000}{2000}}\right) \left(e^{-\frac{TE}{200}}\right) \rightarrow (1 - e^{-4}) \left(e^{-\frac{TE}{100}}\right) = (1 - e^{-1}) \left(e^{-\frac{TE}{200}}\right) \rightarrow \\ \ln(1 - e^{-4}) + \ln\left(e^{-\frac{TE}{100}}\right) &= \ln(1 - e^{-1}) + \ln\left(e^{-\frac{TE}{200}}\right) \rightarrow \ln(0.98) + \frac{-TE}{100} = \ln(0.63) + \frac{-TE}{200} \rightarrow \\ -0.02 + \frac{-TE}{100} &= -0.47 + \frac{-TE}{200} \rightarrow \times 200 \quad (-4 - 2TE) = (-94 - TE) \rightarrow TE = 90ms \end{aligned}$$

ج) حال شدت سیگنال WM و CSF و نسبت آن دو را با TE اکوی اولیه برابر با ۲۵ و TE اکوی ثانویه برابر با ۱۰۰ را حساب کنید؟

$$\begin{aligned} SI_{(CSF)} &= N(H) \left(1 - e^{-\frac{TR}{T_1(CSF)}}\right) \left(e^{-\frac{TE}{T_2(CSF)}}\right) = 100 \left(1 - e^{-\frac{2000}{2000}}\right) \left(e^{-\frac{25}{200}}\right) = 100 \times 0.63 \times 0.882 \\ &= 55.566 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SI_{(WM)} &= N(H) \left(1 - e^{-\frac{TR}{T_1(WM)}}\right) \left(e^{-\frac{TE}{T_2(WM)}}\right) = 100 \left(1 - e^{-\frac{2000}{500}}\right) \left(e^{-\frac{25}{100}}\right) = 100 \times 0.98 \times 0.778 \\ &= 76.322 \end{aligned}$$

$$\frac{SI_{(CSF)}}{SI_{(WM)}} = \frac{55.566}{76.322} = 0.72$$

$$SI_{(CSF)} = N(H) \left(1 - e^{\frac{-TR}{T_1(CSF)}}\right) \left(e^{\frac{-TE}{T_2(CSF)}}\right) = 100 \left(1 - e^{\frac{-2000}{2000}}\right) \left(e^{\frac{-100}{200}}\right) = 100 \times 0.63 \times 0.606$$

$$= 38.211$$

$$SI_{(WM)} = N(H) \left(1 - e^{\frac{-TR}{T_1(WM)}}\right) \left(e^{\frac{-TE}{T_2(WM)}}\right) = 100 \left(1 - e^{\frac{-2000}{500}}\right) \left(e^{\frac{-100}{100}}\right) = 100 \times 0.98 \times 0.367$$

$$= 36.052$$

$$\frac{SI_{(CSF)}}{SI_{(WM)}} = \frac{38.211}{36.052} = 1.05$$

(د) موارد الف تا ج را برای TR=3000 تکرار کنید.

پاسخ بخش الف :

$$\frac{SI_{(WM)}}{SI_{(CSF)}} = \frac{N(H) \left(1 - e^{\frac{-TR}{T_1(WM)}}\right)}{N(H) \left(1 - e^{\frac{-TR}{T_1(CSF)}}\right)} = \frac{\left(1 - e^{\frac{-3000}{500}}\right)}{\left(1 - e^{\frac{-3000}{2000}}\right)} = \frac{1 - e^{-6}}{1 - e^{-1.5}} = \frac{1 - 0.002}{1 - 0.223} = \frac{0.998}{0.777} = 1.28$$

پاسخ بخش ب :

$$SI_{(WM)} = SI_{(CSF)} \rightarrow N(H) \left(1 - e^{\frac{-TR}{T_1(WM)}}\right) \left(e^{\frac{-TE}{T_2(WM)}}\right) = N(H) \left(1 - e^{\frac{-TR}{T_1(CSF)}}\right) \left(e^{\frac{-TE}{T_2(CSF)}}\right) \rightarrow$$

$$\left(1 - e^{\frac{-3000}{500}}\right) \left(e^{\frac{-TE}{100}}\right) = \left(1 - e^{\frac{-3000}{2000}}\right) \left(e^{\frac{-TE}{200}}\right) \rightarrow (1 - e^{-6}) \left(e^{\frac{-TE}{100}}\right) = (1 - e^{-1.5}) \left(e^{\frac{-TE}{200}}\right) \rightarrow$$

$$\ln(1 - e^{-6}) + \ln\left(e^{\frac{-TE}{100}}\right) = \ln(1 - e^{-1.5}) + \ln\left(e^{\frac{-TE}{200}}\right) \rightarrow \ln(0.998) + \frac{-TE}{100} = \ln(0.777) + \frac{-TE}{200}$$

$$\rightarrow$$

$$-0.002 + \frac{-TE}{100} = -0.252 + \frac{-TE}{200} \rightarrow \times 200 \quad (-0.4 - 2TE) = (-50.4 - TE) \rightarrow TE = 50ms$$

پاسخ بخش ج :

$$SI_{(CSF)} = N(H) \left(1 - e^{\frac{-TR}{T_1(CSF)}}\right) \left(e^{\frac{-TE}{T_2(CSF)}}\right) = 100 \left(1 - e^{\frac{-3000}{2000}}\right) \left(e^{\frac{-25}{200}}\right) = 100 \times 0.777 \times 0.882$$

$$= 68.531$$

$$SI_{(WM)} = N(H) \left(1 - e^{\frac{-TR}{T_1(WM)}}\right) \left(e^{\frac{-TE}{T_2(WM)}}\right) = 100 \left(1 - e^{\frac{-3000}{500}}\right) \left(e^{\frac{-25}{100}}\right) = 100 \times 0.998 \times 0.778$$

$$= 77.644$$

$$\frac{SI_{(CSF)}}{SI_{(WM)}} = \frac{68.531}{77.644} = 0.88$$

$$SI_{(CSF)} = N(H) \left(1 - e^{\frac{-TR}{T_1(CSF)}} \right) \left(e^{\frac{-TE}{T_2(CSF)}} \right) = 100 \left(1 - e^{\frac{-3000}{2000}} \right) \left(e^{\frac{-100}{200}} \right) = 100 \times 0.777 \times 0.606$$

$$= 47.086$$

$$SI_{(WM)} = N(H) \left(1 - e^{\frac{-TR}{T_1(WM)}} \right) \left(e^{\frac{-TE}{T_2(WM)}} \right) = 100 \left(1 - e^{\frac{-3000}{500}} \right) \left(e^{\frac{-100}{100}} \right) = 100 \times 0.998 \times 0.367$$

$$= 36.626$$

$$\frac{SI_{(CSF)}}{SI_{(WM)}} = \frac{47.086}{36.626} = 1.28$$

ه) شدت سیگنال را برای $TR=3000$ و $TE=200$ محاسبه کنید. توجه کنید که با وجود کاهش نسبت سیگنال برای WM و CSF، نسبت CSF/WM افزایش می یابد و وزن T_2 افزایش می یابد (یعنی تصویر CSF روشن تر می شود)

$$SI_{(CSF)} = N(H) \left(1 - e^{\frac{-TR}{T_1(CSF)}} \right) \left(e^{\frac{-TE}{T_2(CSF)}} \right) = 100 \left(1 - e^{\frac{-3000}{2000}} \right) \left(e^{\frac{-200}{200}} \right) = 100 \times 0.777 \times 0.367$$

$$= 28.58$$

$$SI_{(WM)} = N(H) \left(1 - e^{\frac{-TR}{T_1(WM)}} \right) \left(e^{\frac{-TE}{T_2(WM)}} \right) = 100 \left(1 - e^{\frac{-3000}{500}} \right) \left(e^{\frac{-200}{100}} \right) = 100 \times 0.998 \times 0.135$$

$$= 13.5$$

$$\frac{SI_{(CSF)}}{SI_{(WM)}} = \frac{28.58}{13.5} = 2.11$$

۵-۲ فرض کنید در یک تسلا مقادیر T_1 و T_2 به صورت زیر است:

بافت	T_1 (ms)	T_2 (ms)
H ₂ O	۲۵۰۰	۲۵۰
Fat	۲۰۰	۲۰۰
CSF	۲۰۰۰	۳۰۰
Gray Matter	۵۰۰	۱۰۰

الف) نسبت شدت سیگنال های زیر را حساب کنید.

H₂O/Fat -۱

CSF/GM -۲

برای توالی پالس T_1WI/SE با مقادیر زیر حساب کنید:

$TR=500ms$ و $TE=25ms$

$$\frac{SI_{(H_2O)}}{SI_{(fat)}} = \frac{N(H) \left(1 - e^{-\frac{TR}{T_1(H_2O)}}\right) \left(e^{-\frac{TE}{T_2(H_2O)}}\right)}{N(H) \left(1 - e^{-\frac{TR}{T_1(fat)}}\right) \left(e^{-\frac{TE}{T_2(fat)}}\right)} = \frac{\left(1 - e^{-\frac{500}{2500}}\right) \left(e^{-\frac{25}{2500}}\right)}{\left(1 - e^{-\frac{500}{200}}\right) \left(e^{-\frac{25}{200}}\right)} = \frac{(1 - e^{-0.2})(e^{-0.1})}{(1 - e^{-2.5})(e^{-0.125})}$$

$$= 0.2$$

$$\frac{SI_{(CSF)}}{SI_{(GM)}} = \frac{N(H) \left(1 - e^{-\frac{TR}{T_1(CSF)}}\right) \left(e^{-\frac{TE}{T_2(CSF)}}\right)}{N(H) \left(1 - e^{-\frac{TR}{T_1(GM)}}\right) \left(e^{-\frac{TE}{T_2(GM)}}\right)} = \frac{\left(1 - e^{-\frac{500}{2000}}\right) \left(e^{-\frac{25}{300}}\right)}{\left(1 - e^{-\frac{500}{500}}\right) \left(e^{-\frac{25}{100}}\right)} = \frac{(1 - e^{-0.25})(e^{-0.08})}{(1 - e^{-1})(e^{-0.25})}$$

$$= 0.41$$

برای توالی پالس T2WI/SE با مقادیر زیر حساب کنید :

TE=100ms و TR=2500ms

$$\frac{SI_{(H_2O)}}{SI_{(fat)}} = \frac{N(H) \left(1 - e^{-\frac{TR}{T_1(H_2O)}}\right) \left(e^{-\frac{TE}{T_2(H_2O)}}\right)}{N(H) \left(1 - e^{-\frac{TR}{T_1(fat)}}\right) \left(e^{-\frac{TE}{T_2(fat)}}\right)} = \frac{\left(1 - e^{-\frac{2500}{2500}}\right) \left(e^{-\frac{100}{2500}}\right)}{\left(1 - e^{-\frac{2500}{200}}\right) \left(e^{-\frac{100}{200}}\right)} = \frac{(1 - e^{-1})(e^{-0.04})}{(1 - e^{-12.5})(e^{-0.5})} = 1$$

$$\frac{SI_{(CSF)}}{SI_{(GM)}} = \frac{N(H) \left(1 - e^{-\frac{TR}{T_1(CSF)}}\right) \left(e^{-\frac{TE}{T_2(CSF)}}\right)}{N(H) \left(1 - e^{-\frac{TR}{T_1(GM)}}\right) \left(e^{-\frac{TE}{T_2(GM)}}\right)} = \frac{\left(1 - e^{-\frac{2500}{2000}}\right) \left(e^{-\frac{100}{300}}\right)}{\left(1 - e^{-\frac{2500}{500}}\right) \left(e^{-\frac{100}{100}}\right)} = \frac{(1 - e^{-1.25})(e^{-0.33})}{(1 - e^{-5})(e^{-1})}$$

$$= 1.4$$

۳-۵ یک TR طولانی تر باعث کدام مورد می شود :

(الف) افزایش وزن T₁

(ب) کاهش وزن T₁

(ج) افزایش وزن T₂

(د) کاهش وزن T₂

TR پارامتر مربوط به وزن T₁ است و طبق فرمول اگر TR خیلی طولانی باشد می توانیم بخش T₁ را از معادله حذف کنیم.

$$SI = N(H) \left(1 - e^{-\frac{TR}{T_1}}\right) \left(e^{-\frac{TE}{T_2}}\right)$$

۴-۵ یک TE طولانی تر باعث کدام مورد می شود :

الف) افزایش وزن T_1

ب) کاهش وزن T_1

ج) افزایش وزن T_2

د) کاهش وزن T_2

TE پارامتر مربوط به وزن T_2 است و افزایش TE کنتراست T_2 بافت ها را افزایش می دهد.

۵-۵ سیگنال با توجه به شرایط ذیل محاسبه کنید:

الف) $TR = \infty$

$$SI = N(H) \left(1 - e^{-\frac{TR}{T_1}}\right) \left(e^{-\frac{TE}{T_2}}\right) = SI = N(H) \left(1 - e^{-\frac{\infty}{T_1}}\right) \left(e^{-\frac{TE}{T_2}}\right) = N(H) \left(e^{-\frac{TE}{T_2}}\right)$$

بخش T_1 معادله را می توانیم حذف کنیم و تصویر ایده آل T_2 را بدست خواهیم آورد.

ب) $TE = 0$

$$SI = N(H) \left(1 - e^{-\frac{TR}{T_1}}\right) \left(e^{-\frac{TE}{T_2}}\right) = N(H) \left(1 - e^{-\frac{TR}{T_1}}\right) \left(e^{-\frac{0}{T_2}}\right) = N(H) \left(1 - e^{-\frac{TR}{T_1}}\right)$$

بخش T_2 معادله حذف خواهد شد و تصویر ایده آل T_1 را خواهیم داشت.

ج) $TR = \infty$ و $TE = 0$

$$I = N(H) \left(1 - e^{-\frac{TR}{T_1}}\right) \left(e^{-\frac{TE}{T_2}}\right) = N(H) \left(1 - e^{-\frac{\infty}{T_1}}\right) \left(e^{-\frac{0}{T_2}}\right) = N(H)$$

در این حالت هر دو بخش مربوط T_1 و T_2 معادله حذف خواهد شد و فقط بخش تعداد دانسیته پروتون های متحرک باقی خواهد ماند یعنی وزن دانسیته پروتونی ایده آل

۶-۵ موارد ۱) کاهش اثر T_1 ۲) افزایش اثر T_1 ۳) کاهش اثر T_2 ۴) افزایش اثر T_2 را با موارد زیر تطبیق دهید.

الف) TR کوتاه

TR پارامتر مربوط به وزن T_1 است و TR کوتاه منجر به افزایش اثر T_1 می گردد (شماره ۲)

ب) TR بلند

TR پارامتر مربوط به وزن T_1 است و TR بلند منجر به کاهش اثر T_1 می گردد (شماره ۱)

ج) TE کوتاه

TE پارامتر مربوط به وزن T_2 است و TE کوتاه منجر به کاهش اثر T_2 می گردد (شماره ۳)

د) TE بلند

TE پارامتر مربوط به وزن T2 است و TE بلند منجر به افزایش اثر T2 می گردد (شماره ۴)

سوالات فصل ۶: بافت و برخی کاربردهای کلینیکی آن

۶-۱ درست یا نادرست :

لایه هیدروژنی آب دارای T_1 کوتاه تری نسبت به آب خالص می باشد. (درست)

بیشتر آب بدن به یک ماکرومولکول هیدروفیل از قبیل پروتئین متصل است. مولکول های آب در این حالت حرکت محدودتری دارند. بنابراین فرکانس حرکت طبیعی مولکول های آب به فرکانس لارمور نزدیکتر شده و انتقال انرژی موثر بیشتر می شود. نتیجه نهایی این امر، کوتاه شدن زمان آسایش T_1 است، بنابراین در تصاویر با وزن T_1 لایه هیدروژنی آب نسبت به آب خالص روشن ترند.

۶-۲ موارد را تطبیق دهید .

الف) هوا : T_1 بلند و T_2 کوتاهب) چربی : T_1 و T_2 کوتاهج) آب : T_1 و T_2 بلندد) متهمگلوبین بین سلولی : T_1 و T_2 کوتاهو) متهمگلوبین خارج سلولی : T_1 کوتاه و T_2 بلند

۶-۳ درست یا نادرست :

بیشترین انتقال انرژی موثر در فرکانس لارمور رخ می دهد (درست)

بیشترین انرژی انتقال انرژی موثر پروتون ها به محیط اطراف در فرکانس حرکت طبیعی رخ می دهد که همان برابر با فرکانس لارمور است .

$$\omega_0 = \gamma B_0$$

۶-۴ موارد را تطبیق دهید.

۱) TR و TE کوتاه

۲) TR و TE بلند

۳) TR کوتاه, TE بلند

۴) TR بلند, TE کوتاه

الف) وزن T_1 ب) وزن T_2

ج) وزن متوسط

الف) ۱

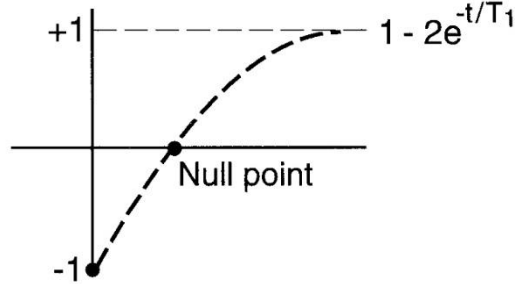
ب) ۲

ج) ۴

سوالات فصل ۷: اشباع، اشباع جزئی و بازیافت معکوس

۷-۱ الف) یک توالی پالسی بازیافت معکوس در شکل زیر نشان داده شده است. ثابت کنيد T_1 ی یک بافت معین را صفر یا حذف می کند برابر است با است با :

$$T_1 \times 0.693$$



$$SI \approx \left(1 - 2e^{-\frac{TI}{T_1}}\right) \rightarrow 0 = \left(1 - 2e^{-\frac{TI}{T_1}}\right) \rightarrow 2e^{-\frac{TI}{T_1}} = 1 \rightarrow \ln\left(2e^{-\frac{TI}{T_1}}\right) = \ln 1 \rightarrow$$

$$\ln(2) + \ln\left(e^{-\frac{TI}{T_1}}\right) = 0 \rightarrow \ln(2) = \frac{TI}{T_1} \rightarrow TI_{(null)} = 0.693 \times T_1$$

ب) فرض کنيد T_1 چربی 180msec است. با این فرض، چه مقدار T_1 چربی را حذف می کند؟

$$TI_{(null)} = 0.693 \times T_1 \rightarrow TI_{fat} = 0.693 \times 180 = 124.74 \text{ msec}$$

۷-۲ توالی پالس IR نشان داده شده در شکل زیر را در نظر بگیرید. ثابت کنيد که سیگنال اندازه گیری شده بعد از هر پالس 90° (یعنی در A' و A) از طریق زیر بدست می آید :

$$N(H)\left(1 - 2e^{-\frac{TI}{T_1}} + e^{-\frac{TR}{T_1}}\right)$$

فرض کنيد T_1 خیلی کوچکتر از TR است .

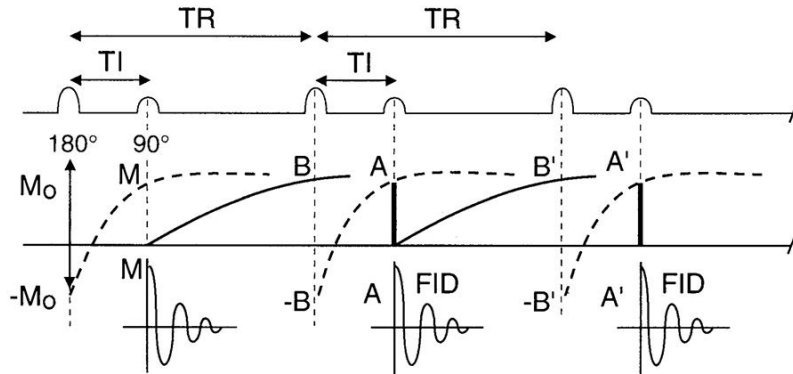


Figure 7-12.

$$SI \approx N(H) \left(1 - 2e^{-\frac{TI}{T_1}}\right) \left(1 - e^{-\frac{TR}{T_1}}\right) = N(H) \left(1 - e^{-\frac{TR}{T_1}} - 2e^{-\frac{TI}{T_1}} + 2e^{-\frac{(TI+TR)}{T_1}}\right)$$

$$= N(H) \left(1 - e^{-\frac{TR}{T_1}} - 2e^{-\frac{TI}{T_1}} + 2e^{-\frac{(TR)}{T_1}}\right) = N(H) \left(1 - 2e^{-\frac{TI}{T_1}} + e^{-\frac{TR}{T_1}}\right)$$

۷-۳ موارد زیر را انطباق دهید.

(۱) اشباع جزئی و (۲) بازیافت اشباع

(الف) وزن دانسیته پروتونی (ب) وزن T_1

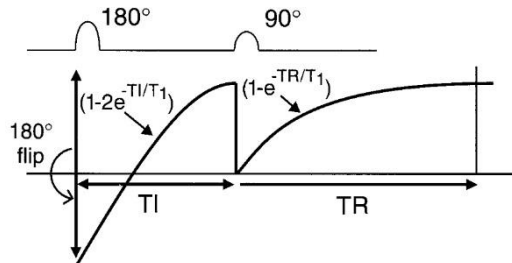
(الف) شماره ۲: در بازیافت اشباع TR بلند و TE کوتاه می باشد، در نتیجه وزن دانسیته پروتونی تولید می کند.

(ب) شماره ۱: در اشباع جزئی TR کوتاه و TE کوتاه می باشد، در نتیجه وزن T_1 تولید خواهد شد.

۷-۴ درست یا نادرست:

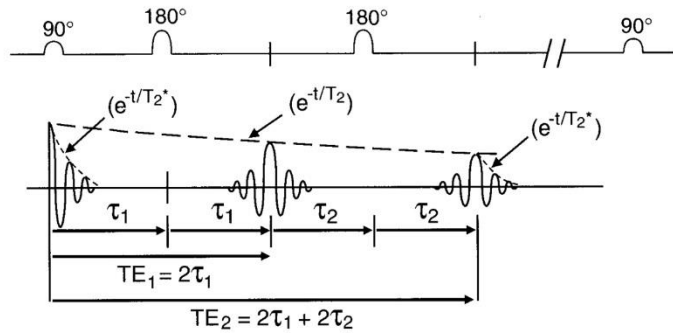
در توالی بازیافت معکوس، TI میلی ثانیه پس از اعمال یک پالس 180° ، یک پالس 90° اعمال می شود. (درست)

طبق شکل ذیل، بعد از گذشت TI میلی ثانیه از اعمال پالس 180° باید پالس 90° را در توالی بازیافت معکوس ایجاد کرد.



سوالات فصل ۸ : توالی پالس قسمت دوم : اسپین اکو

۸-۱ یک توالی اسپین اکوی دو اکویی مانند شکل ذیل را در نظر بگیرید :



الف) سیگنال دریافت شده در اولین اکو و دومین اکو چقدر است ؟

در اولین اکو :

$$N(H)(1 - e^{-\frac{TR}{T_1}})(e^{-\frac{TE_1}{T_2}})$$

در دومین اکو :

$$N(H)(1 - e^{-\frac{TR}{T_1}})(e^{-\frac{TE_2}{T_2}})$$

ب) سیگنال در نقطه A بدون پالس 180° دوباره متمرکز کننده چقدر است؟ بر روی پالس FID اول

$$N(H)(1 - e^{-\frac{TR}{T_1}})(e^{-\frac{TE_1}{T_2^*}})$$

ج) نسبت سیگنال ها را در نقطه A در حالتی که پالس دوباره متمرکز کننده نباشد به حالتی که این پالس وجود داشته باشد محاسبه کنید؟

($T_2^*=25\text{msec}$ و $T_2=50\text{msec}$ و $TE_2=50\text{msec}$ و $TE_1=25\text{msec}$)

$$\frac{SI_0}{SI_{180}} = \frac{N(H)(1 - e^{-\frac{TR}{T_1}})(e^{-\frac{TE}{T_2^*}})}{N(H)(1 - e^{-\frac{TR}{T_1}})(e^{-\frac{TE}{T_2}})} = \frac{e^{-25/25}}{e^{-25/50}} = \frac{e^{-1}}{e^{-0.5}} = \frac{0.37}{0.61} = 0.61$$

۸-۲ موارد متناظر با :

۱) وزن T1 (۲) وزن T2 (۳) وزن دانسیته پروتونی را مشخص کنید:

الف) TR کوتاه و TE کوتاه

ب) TR طولانی و TE کوتاه

ج) TR طولانی و TE طولانی

۲) ج

ب) وزن دانسیته پروتونی

۱) الف

۸-۳ درست یا نادرست :

پالس های 180° , ناهمفازی اسپین های صفحه عرضی را کاملاً حذف می کنند (نادرست)

می توانیم کاهش سیگنال بر اثر غیر یکنواختی میدان مغناطیسی خارجی را با اعمال یک پالس 180° دوباره متمرکز کننده جبران کنیم در واقع ناهمفازی ناشی از غیر یکنواختی میدان مغناطیسی خارجی جبران خواهد شد ولی ناهمفازی ناشی از برهمکنش اسپین-اسپین بافت را نمی توان حذف نمود.

سوالات فصل ۹: تبدیل فوریه

درست یا نادرست:

۹-۱ تبدیل فوریه یک تبدیل فوریه، سیگنال اصلی را می دهد (درست)

۹-۲ الف) محاسبات ریاضی همواره در حوزه فرکانس آسانتر است (نادرست)

ب) محاسبات ریاضی همواره در حوزه زمان آسانتر است (نادرست)

بعضی وقت ها کار کردن در حوزه فرکانس آسانتر است و بعدا می توان آن را به تابعی در حوزه زمان تبدیل کرد. در واقع با توجه به نیازات ما و پیچیدگی یک مسئله ریاضی کار کردن در حوزه زمان یا فرکانس برای ما آسانتر خواهد بود.

۹-۳ تبدیل فوریه تابع کسینوس دارای دو قله تیز است. هر یک در یک طرف نقطه صفر قرار دارند که به میزان فرکانس تابع کسینوس از هم فاصله دارند (درست)

قله تیز منحنی تبدیل فوریه، فرکانس و دامنه تابع کسینوسی را نشان می دهد.

۹-۴ تبدیل فوریه، طیف فرکانسی یک سیگنال را نشان می دهد، در حالیکه سری های فوریه، سیگنال را به یک سری موج سینوسی و کسینوسی تبدیل می کند (درست)

بطور کلی، سری های فوریه به ما می گویند که یک سیگنال را می توان به صورت یک سری از موج های سینوسی و کسینوسی (در حوزه زمان) نوشت، در حالیکه تبدیل فوریه، طیف فرکانس تابع را به ما می دهد (در حوزه فرکانس).

سوالات فصل ۱۰: تشکیل تصویر, قسمت اول: انتخاب برش

۱-۱ الف) محدوده فرکانس یک پالس RF به پهنای باند آن اشاره می کند. فرض کنید که یک پالس RF دارای فرکانسی در محدوده 500- تا 500 هرتز (یعنی پهنای باند ۱۰۰۰ هرتز یا 1KHz) است. حال برای بدست آوردن یک برش با ضخامت 5mm مقدار گرادیان انتخاب برش را تعیین کنید؟

$$\omega = \gamma B \rightarrow \Delta\omega = BW \rightarrow BW = \gamma \Delta B$$

از طرف دیگر:

$$B = G_z Z \rightarrow \Delta B = G_z \Delta z$$

در نتیجه:

$$BW = \gamma G_z \Delta z \rightarrow G_z = \frac{BW}{\gamma \Delta z} = \frac{1000}{42.6 \times 5} = 4.70 \frac{mT}{m}$$

ب) ضخامت برش را در صورتی که پهنای باند RF حداقل 426Hz و شیب G_z حداکثر 10mT/m باشد را تعیین کنید؟

$$\Delta z = \frac{BW}{G_z \gamma} = \frac{426}{10 \times 42.6} = 1mm$$

۲-۱۰ برش های نازکتر را می توان با:

الف) کاهش پهنای باند RF ارسالی

ب) کاهش پهنای باند سیگنال دریافت شده

ج) افزایش قدرت گرادیان انتخاب برش

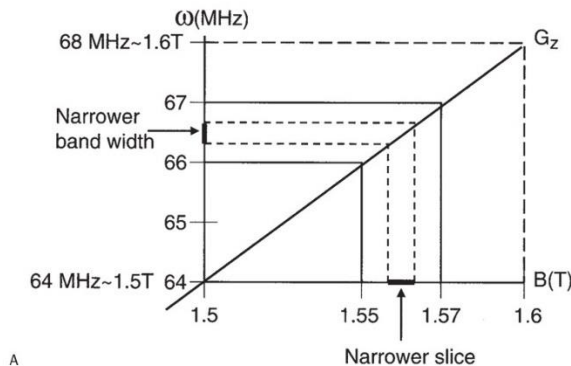
د) همه موارد بالا

ه) فقط موارد الف و ب

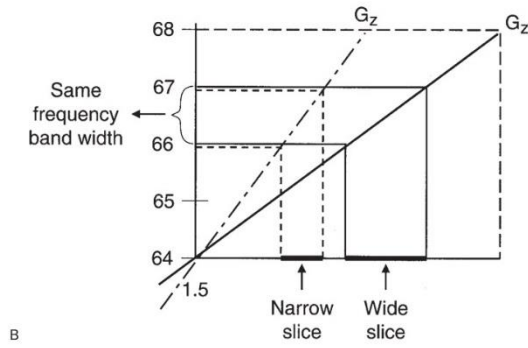
و) فقط موارد الف و ج

دو روش برای کاهش ضخامت برش وجود دارد:

۱- کاهش پهنای باند پالس RF: یک پهنای باند فرکانس کوچکتر پروتون های یک ناحیه کوچکتر از میدان مغناطیسی را تحریک می کند. مانند شکل زیر.



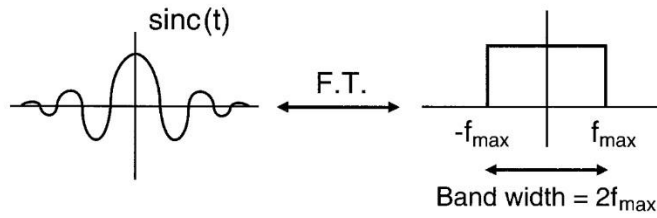
۲- افزایش گرادیان انتخاب مقطع: افزایش شیب میدان مغناطیسی گرادیان یعنی افزایش قدرت گرادیان انتخاب مقطع باعث باریکتر شدن محدوده تحریک پروتون ها خواهد شد. مانند شکل زیر.



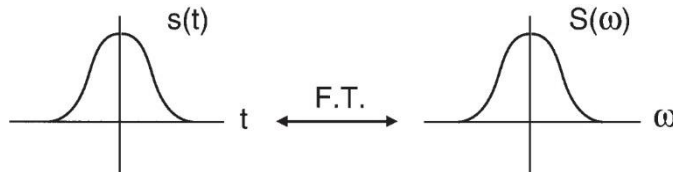
درست یا نادرست:

۳-۱۰ تبدیل فوریه تابع سینک مربعی است. (درست)

فوریه یک تابع سینک یک مربع است که دارای ماکزیمم پهنای باند مورد نظر است. f_{min} و f_{max} همانند شکل زیر:



۴-۱۰ تبدیل فوریه تابع گوسی زنگوله ای، زنگوله ای شکل است. (درست)



سوالات فصل ۱۱ : تشکیل تصویر قسمت دوم : کدگذاری فضایی

۱-۱۱ G_x و G_y و G_z را با موارد زیر تطبیق دهید :

الف) اعمال طی اکو

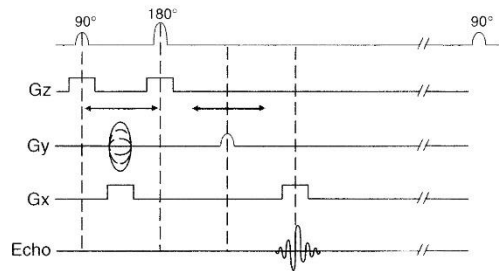
ب) اعمال طی ارسال RF

ج) اعمال بین RF و قرائت

الف) G_x : اعمال طی اکو . بعد از زمان TE یک اکو دریافت می شود. این اکو سیگنالی از گل برش است. برای بدست آوردن اطلاعاتی که در راستای محور X برش، گرادیان G_x را که گرادیان کدگذاری فرکانس یا گرادیان قرائت نام دارد به کار می بریم. (همانند شکل زیر)

ب) G_z : اعمال طی ارسال RF . گرادیان انتخاب برش G_z را در زمان ارسال پالس 90° روشن و پس از آن پالس 90° خاموش می کنیم. همچنین بعد از یک پالس 180° برای هم فاز کردن اسپین ها، مجدداً گرادیان G_z را روشن می کنیم. (همانند شکل زیر)

ج) G_y : اعمال بین RF و قرائت . گرادیان کدگذاری فاز G_y معمولاً بین دو پالس 90° و 180° یا بین پالس 180° و اکو اعمال می شود (همانند شکل زیر)



۲-۱۱ درست یا نادرست :

هدف از اعمال گرادیان، تعیین محل سیگنال اصلی از بیمار است (یعنی کدگذاری فضایی) (درست)

برای ایجاد تصویر یک برش نیاز است بدانیم که چقدر سیگنال از هر پیکسل (سلول تصویر) یا به صورت دقیق تر از هر وکسل (سلول حجمی) آمده است. این مسئله موضوع بحث کدگذاری فضایی است که با استفاده از اعمال گرادیان ها یعنی کدگذاری فرکانس و کدگذاری فاز انجام خواهد شد.

۳-۱۱ با ۱۲۸ مرحله کدگذاری فاز، چقدر افزایش فاز داریم (یعنی $N_y=128$) ؟

$$\frac{360^\circ}{128} = 2.81^\circ$$

در TR اول بدون تغییر فاز و در TR دوم به اندازه 2.81° و در TR سوم به اندازه $5.62^\circ = 2 \times 2.81^\circ$ و ...

۴-۱۱ (۱) موقعیت در طول محور X و (۲) موقعیت در طول محور Y را با این موارد تطبیق دهید:

الف) گرادیان کدگذاری فاز G_y

ب) گرادیان کدگذاری فرکانس G_x

ج) فاز مطلق

د) فرکانس مطلق f_x

(۱) موقعیت در طول محور : د

(۲) موقعیت در طول محور : الف

۵-۱۱ درست یا نادرست :

در تصویربرداری اسپین اکوی معمولی در طول هر دوره (یک دوره TR), فقط یک سیگنال از گرادیان کدگذاری فاز G_y اعمال می شود. (درست)

سوالات فصل ۱۲ : پردازش سیگنال

۱۲-۱ با توجه به تئوری نایکوئیست برای جلوگیری از تاشدگی :

الف) حداکثر دو نمونه در دور برای بالاترین فرکانس لازم است.

ب) حداقل دو نمونه در دور برای بالاترین فرکانس لازم است.

ج) حداکثر دو نمونه در دور برای پایین ترین فرکانس لازم است.

د) حداقل دو نمونه در دور برای پایین ترین فرکانس لازم است.

طبق تئوری نمونه برداری نایکوئیست : اگر ω_{max} فرکانس ماکزیمم در سیگنال باشد، میزان نمونه برداری باید حداقل دو برابر فرکانس ماکزیمم سیگنال باشد تا تاشدگی رخ ندهد.

$$\omega_{\text{نمونه برداری}} = \frac{1}{\Delta T_s} \geq 2\omega_{max}$$

یعنی فاصله نمونه برداری باید کمتر از نصف دوره تناوب سیگنال باشد همچنین می توان گفت اگر بخواهیم سیگنالی را بوسیله نمونه برداری بازسازی کنیم باید حداقل دو نمونه در دور داشته باشیم.

۱۲-۲ با توجه به تئوری نایکوئیست برای جلوگیری از تاشدگی :

الف) فرکانس نمونه برداری حداقل باید نصف بالاترین فرکانس در سیگنال باشد.

ب) فرکانس نمونه برداری حداقل باید دو برابر پایین ترین فرکانس در سیگنال باشد.

ج) فرکانس نمونه برداری حداقل باید دو برابر بالاترین فرکانس در سیگنال باشد.

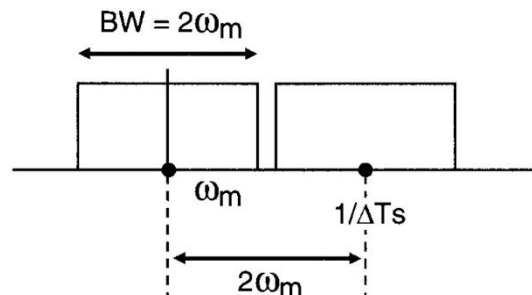
د) فرکانس نمونه برداری حداقل باید نصف پایین ترین فرکانس در سیگنال باشد.

طبق تئوری نمونه برداری نایکوئیست : اگر ω_{max} فرکانس ماکزیمم در سیگنال باشد، میزان نمونه برداری باید حداقل دو برابر فرکانس ماکزیمم سیگنال باشد تا تاشدگی رخ ندهد.

$$\omega_{\text{نمونه برداری}} = \frac{1}{\Delta T_s} \geq 2\omega_{max}$$

۱۲-۳ پهنای باند (BW) عکس زمان نمونه برداری (ΔT_s) است . (درست)

منظور در اینجا پهنای باند دریافتی است .



از روی شکل بالا دیده می شود که اگر از فرکانس نایکوئیست استفاده شود پهنای باند برابر است با دو برابر فرکانس ماکزیمم :

$$\text{باند پهنای} = 2(\omega_{max}) = \frac{1}{\Delta T_s}$$

۴-۱۲ SNR مستقیماً با $1/BW$ متناسب است (نادرست)

طبق فرمول زیر، SNR متناسب با جذر معکوس پهنای باند BW است.

$$SNR \propto (\text{پیکسل حجم}) \sqrt{\frac{N_y NEX}{BW}}$$

۵-۱۲ BW باریکتر (در شرایطی که بقیه پارامترها ثابت فرض شود) باعث می گردد :

الف) SNR افزایش یابد.

ب) حجم پوشش کاهش یابد.

ج) زمان نمونه برداری طولانی تر شود.

د) همه موارد بالا صحیح است.

ه) فقط الف و ب صحیح است.

طبق فرمول ذیل، کاهش پهنای باند BW منجر به افزایش SNR می گردد.

$$SNR \propto (\text{پیکسل حجم}) \sqrt{\frac{N_y NEX}{BW}}$$

کاهش پهنای باند طبق فرمول ذیل منجر به افزایش ΔT_s ، فاصله نمونه برداری خواهد شد :

$$BW = \frac{1}{\Delta T_s}$$

افزایش فاصله نمونه برداری ΔT_s خود منجر به افزایش زمان نمونه برداری T_s می گردد :

$$T_s = N \cdot \Delta T_s$$

افزایش زمان نمونه برداری طبق رابطه زیر باعث کاهش تعداد برش ها (حجم پوشش) می گردد .

$$\text{تعداد برش} = \frac{TR}{TE + \frac{1}{2}T_s + T_0}$$

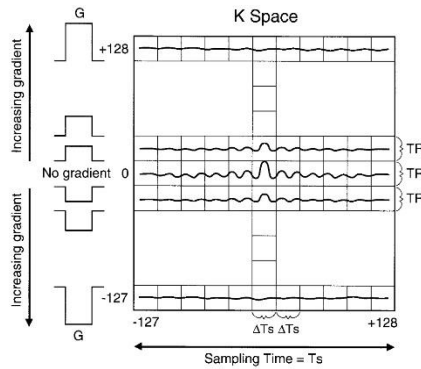
۶-۱۲ تا شدگی به دلیل نمونه برداری بیش از حد مجاز به وجود می آید (نادرست)

سوالات فصل ۱۳ : فضای اطلاعات

درستی یا نادرست :

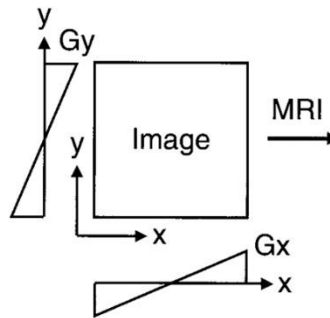
۱۳-۱ تعداد ردیف های فضای اطلاعات برابر است با تعداد مراحل کدگذاری فاز. (درست)

طبق شکل ذیل : تعداد ردیف های یک فضای K معادل تعداد مراحل کدگذاری فازی یعنی N_y می باشد.



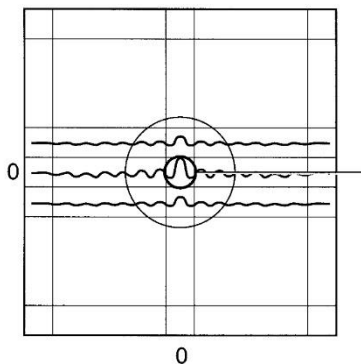
۱۳-۲ هر ردیف از فضای اطلاعات مربوط به یک شدت گرادیان کدگذاری فرکانس است. (نادرست)

هر ردیف از فضای اطلاعات مربوط به یک شدت گرادیان کدگذاری فاز است. با گرادیانی که اکنون در جهت y بکار گرفته شده، پیکسل های ردیف فوقانی شاهد یک میدان مغناطیسی قویتر هستند، پیکسل های ردیف میانی هیچ تغییری در میدان مغناطیسی احساس نمی کنند و پیکسل های ردیف تحتانی شاهد یک میدان مغناطیسی ضعیف تر هستند.



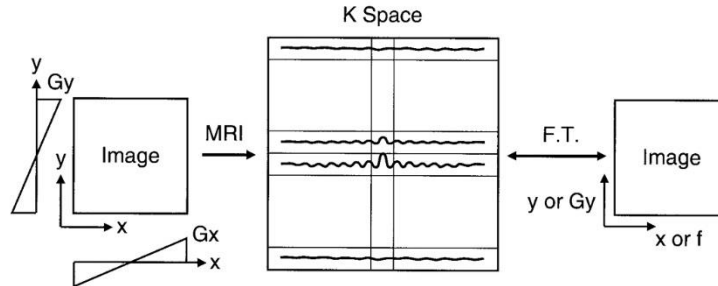
۱۳-۳ مرکز فضای اطلاعات بیشترین سیگنال را دارد. (درست)

مرکز فضای K دارای بیشترین سیگنال است چون : (۱) بیشترین دامنه هر سیگنال در ستون مرکزی قرار دارد چرا که در این ستون هیچ گرادیان فرکانس G_x اعمال نمی شود (۲) مقدار ماکزیمم دامنه در سطر مرکزی قرار دارد، زیرا این خط بدون هیچ ناهمفازی ناشی از گرادیان کدگذاری فاز بدست آمده است.



۱۳-۴ هر ردیف از فضای اطلاعات شامل یکی از سیگنال های دریافتی (اکو) است. (درست)

هر خط در فضای اطلاعات شامل سیگنال به دست آمده از کل مقطع تصویر در طول یک TR منفرد است. هر TR با استفاده از یک مرحله کدگذاری فاز متفاوت در محور y به دست می آید یعنی در پایان هر اکو



۱۳-۵ محور فضای اطلاعات در حوزه زمان است. (نادرست)

رابطه یک به یک بین فرکانس و موقعیت در راستای محور x و بین افزایش گرادیان کدگذاری فاز و موقعیت در راستای محور y وجود دارد. در واقع محور فضای اطلاعات در حوزه فرکانس است.

۱۳-۶ بین مرکز فضای K و مرکز تصویر یک رابطه مستقیم وجود دارد (نادرست)

یک رابطه مستقیم بین مرکز فضای K و مرکز تصویر وجود ندارد و همچنین بین لبه های فضای K و لبه های تصویر نیز هیچ رابطه مستقیمی وجود ندارد.

۱۳-۷ نیمه راست فضای اطلاعات یا فضای K تصویر آینه ای نیمه چپ است. (نادرست)

تصویر فضای K شبیه یک مجموعه دوایر متحدالمرکز با شدت متناوب است که در یک سطح دو بعدی قرار دارد و روی هم رفته شدت از مرکز به طرف حاشیه ها کاهش می یابد. حلقه های سفید و سیاه در فضای K به ترتیب مربوط به افزایش و کاهش اکوها است و هیچ ارتباط قرینه ای بین دو طرف فضای K وجود نخواهد داشت.

۱۳-۸ مرکز فضای اطلاعات به طور مستقیم با مرکز تصویر ارتباط دارد. (نادرست)

یک رابطه مستقیم بین مرکز فضای K و مرکز تصویر وجود ندارد و همچنین بین لبه های فضای K و لبه های تصویر نیز هیچ رابطه مستقیمی وجود ندارد.

سوالات فصل ۱۴ : نمودار توالی پالس

۱-۱۴ زمان جمع آوری اطلاعات به کدام یک از موارد زیر مربوط است؟ (یک یا چند مورد را انتخاب کنید.)

الف) TR (ب) TE (ج) N_x (د) N_y (ه) NEX

گزینه های الف , د و ه صحیح است

طبق رابطه ذیل، زمان جمع آوری اطلاعات به پارامترهای TR , N_y و NEX در یک توالی پالس ساده SE وابسته است.

$$\text{زمان جمع آوری اطلاعات} = TR \cdot N_y \cdot NEX$$

۲-۱۴ الف) زمان جمع آوری اطلاعات برای یک توالی اسپین اکوی چند مقطعی با TR=2000 و NEX=2 و $N_y=128$ را محاسبه کنید؟

$$\text{زمان جمع آوری اطلاعات} = TR \cdot N_y \cdot NEX = 2000 \times 2 \times 128 = 512000 \text{ msec} = 8 \text{ min. } 32 \text{ s}$$

ب) مورد الف را برای گرفتن تصویر تک برش از ده برش تکرار نمایید آیا این عملی است؟

$$\begin{aligned} \text{زمان جمع آوری اطلاعات} &= TR \cdot N_y \cdot NEX = 2000 \times 2 \times 128 \times 10 = 5120 \text{ s} = 85 \text{ min. } 20 \text{ s} \\ &= 1 \text{ hr. } 25 \text{ min. } 20 \text{ s} \end{aligned}$$

که عملاً چنین زمان اسکنی برای ده برش امکان پذیر نیست!!!

۳-۱۴ تعداد ردیف های فضای K برابر است با :

الف) N_x (ب) N_y (ج) NEX (د) N_z (ه) TR

گزینه ب درست است.

سوالات فصل ۱۵ : میدان دید (FOV)

۱۵-۱ اگر برای یک گرادیان کدگذاری فرکانس $G_x=5\text{mT/m}$, کوچکترین FOV برابر با 30cm باشد, کوچکترین FOV برای گرادیان G_x قویتر که برابر با 10mT/m است, چقدر است؟ (یعنی FOV_{min} برای یک گرادیان G_x قویتر کاهش می یابد یا افزایش؟).

$$FOV_{min} = \frac{BW_{min}}{\gamma \cdot G_x} \rightarrow BW_{min} = FOV_{min} \cdot \gamma \cdot G_x = 0.3 \times 42.6 \times 5 \times 10^{-3} = 63.9 \times 10^{-3} \text{ MHz}$$

$$FOV_{min} = \frac{BW_{min}}{\gamma \cdot G_x} = \frac{63.9 \times 10^{-3}}{42.6 \times 10 \times 10^{-3}} = 0.15\text{m} = 15\text{cm}$$

همانطور که مشخص است, با افزایش گرادیان FOV_{min} از ۳۰ سانتی متر به ۱۵ سانتی متر کاهش پیدا می کند.

۱۵-۲ FOV_{min} با کدام یک از موارد زیر رابطه عکس دارد :

(الف) پهناى باند (ب) قدرت گرادیان

(ج) TR (د) TE

گزینه ب - طبق معادله ذیل, FOV_{min} با قدرت گرادیان نسبت عکس دارد.

$$FOV_{min} = \frac{BW_{min}}{\gamma \cdot G_x}$$

۱۵-۳ اگر دامنه یک گرادیان کدگذاری فاز (G_y) برابر با 0.1mT/m و مدت آن 2ms باشد, جابجایی فاز مغناطش عرضی یک بافت که در فاصله 2cm از مرکز FOV است, چقدر است؟

$$\Delta\phi = 360^\circ \times \gamma \times G_y \times T \times X = 360 \times 42.6 \times 10^6 \times 0.1 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-2} \\ = 61344 \times 10^{-3} = 61.34^\circ$$

۱۵-۴ میدان دید مینیمم را با کدامیک از موارد زیر می توان کاهش داد؟

(الف) افزایش قدرت گرادیان (ب) کاهش پهناى باند

(ج) افزایش فاصله نمونه برداری (د) همه موارد بالا

(ه) فقط موارد الف و ب

گزینه د - طبق معادله ذیل :

$$FOV_{min} = \frac{BW_{min}}{\gamma \cdot G_x}$$

افزایش فاصله نمونه برداری منجر به کاهش پهناى باند می گردد و در نتیجه, هر سه عامل قید شده می توانند کاهش FOV_{min} را داشته باشند.

$$BW = \frac{1}{\Delta T_s}$$

۱۵-۵ درست یا نادرست :

کوچک شدن FOV آرتیفکت تاشدگی را کاهش می دهد (نادرست)

انتخاب یک FOV کوچکتر از ساختار مورد تصویربرداری در MRI می تواند منجر به آرتیفکت تاشدگی گردد. مثل تصویربرداری نمای سجیتال مغز که می تواند منجر به تاشدگی بخش قدامی صورت شود.

۶-۱۵ اگر ماکزیمم فاصله بین نمونه برداریها برابر با $\Delta T_s = 10\mu s$ باشد (بدون مواجه شدن با تاشدگی) و بیشترین گرادیان فرکانس برابر با $10mT/m$ باشد، کوچکترین FOV چقدر است.

الف) 47cm

ب) 23.5cm

ج) 47mm

د) 23.5mm

$$BW = \frac{1}{\Delta T_s} = \frac{1}{10 \times 10^{-6}} = 10^5 Hz$$

$$FOV_{min} = \frac{BW_{min}}{\gamma \cdot G_x} = \frac{10^5}{42.6 \times 10^6 \times 10 \times 10^{-3}} = 0.235m = 23.5cm$$

۷-۱۵ FOV_{min} با کدامیک از موارد زیر رابطه مستقیم دارد :

الف) پهنای باند

ب) قدرت گرادیان

ج) TR

د) TE

گزینه الف - طبق معادله ذیل :

$$FOV_{min} = \frac{BW_{min}}{\gamma \cdot G_x}$$

میدان دید مینیمم با پهنای باند BW رابطه مستقیم دارد.

سوالات فصل ۱۶ : فضای K ... آخرین مرحله!

درست یا نادرست :

۱-۱۶ واحد فرکانس فضایی عکس فاصله یا دور بر سانتی متر است. (درست)

فرکانس فضایی برابر است با:

$$\Delta k_x = \gamma G_x \Delta t_x$$

واحد اندازه گیری هر یک از پارامترهای معادله بالا عبارت است از :

$$\gamma = \frac{MHz}{T} = \text{نسبت ژیرومغناطیس}$$

$$G_x = \frac{mT}{m} = \text{شدت گرادیان}$$

$$\Delta t_x = msec = \text{فاصله نمونه برداری}$$

$$MHz = \frac{cycles}{sec} \rightarrow \frac{MHz}{T} = \frac{cycles}{sec.T}$$

$$\Delta k_x = \left(\frac{MHz}{T}\right) \left(\frac{mT}{m}\right) (msec) = \left(\frac{cycles}{sec.T}\right) \left(\frac{mT}{m}\right) (msec) = \frac{cycles}{m}$$

پس واحد فرکانس فضایی برابر است با دور بر متر یا دور بر سانتی متر .

۲-۱۶ الف) محورها در فضای K , K_x و K_y هستند. (درست)

ب) محورها در فضای K در حوزه فرکانس هستند (با واحد عکس زمان یا دور بر ثانیه) (نادرست)

فرکانس فضایی که واحد آن دور بر سانتی متر است.

۳-۱۶ تبدیل فوریه فضای k تصویر مورد نظر را ایجاد می کند . (درست)

FT فضای k همان تصویر image است. در شکل زیر رابطه مستقیم بین فضای k و تصویر به راحتی دیده می شود. پس تبدیل فوریه.

۴-۱۶ Δk_x برابر است با :الف) $1/FOV_x$ ب) $\gamma \cdot G_x \cdot \Delta t_x$ ج) K_x/N_x

د) تمامی موارد بالا

ه) موارد الف و ب

گزینه د - طبق معادلات ذیل :

$$FOV = \frac{BW}{\gamma G} \text{ و } BW = \frac{1}{\Delta T_s} \rightarrow FOV = \frac{BW}{\gamma G} = \frac{1}{\gamma G \Delta T_s} \rightarrow \gamma \cdot G \cdot \Delta T_s = \frac{1}{FOV}$$

$$\Delta k_x = \gamma \cdot G \cdot \Delta T_s \rightarrow \Delta k_x = \frac{1}{FOV_x}$$

$$\Delta x = \frac{FOV_x}{N_x} \text{ و } \Delta x = \frac{1}{k_x} \rightarrow \frac{1}{FOV_x} = \frac{k_x}{N_x} \rightarrow \Delta k_x = \frac{k_x}{N_x}$$

درست یا نادرست:

۵-۱۶ الف) در مرکز فضای k، ماکزیمم وضوح (کنتراست) تصویر وجود دارد. (درست)

مرکز فضای k دارای بیشترین سیگنال است. از آنجاییکه سطر مرکزی دارای بیشترین سیگنال در بین همه اکوها است و ستون مرکزی شامل قوی ترین پیک در بین اکوهاست، نقطه مرکزی فضای اطلاعات ماکزیمم دامنه و همچنین بیشترین نسبت سیگنال به نویز را دارا می باشد در نتیجه ماکزیمم کنتراسست تصویر را خواهیم داشت.

ب) در حاشیه فضای k، جزئیات تصویر بهتر دیده می شود. (درست)

اطراف فضای k، اطلاعات مربوط به جزئیات تصویر را ایجاد می نماید و حد فاصل لبه های تصویر را واضح تر می کند.

۶-۱۶ فضای k را (در حوزه فرکانس فضایی) می توان حالت دیجیتالی فضای اطلاعات (که در حوزه زمان قرار دارد) در نظر گرفت. (درست)

فضای k واقعی، همان فضای اطلاعات دیجیتالی شده در حوزه زمان است که مربوط به فرکانس های فضایی است.

سوالات فصل ۱۷: پارامترهای تصویربرداری و بهینه سازی تصویر

۱-۱۷ برای $TR=1500msec$ و $NEX=1$ و یک ماتریس 128×128 زمان اسکن را برای حالات زیر حساب کنید:

الف) یک تک برش

$$\text{زمان اسکن} = TR \cdot N_y \cdot NEX = 1500 \times 128 \times 1 = 192000msec = 192s = 3min.12s$$

ب) ده برش که در هر زمان یکی ساخته می شود

$$\text{زمان اسکن} = TR \cdot N_y \cdot NEX = 1500 \times 128 \times 1 \times 10 = 1920s = 32min$$

ج) ده برش با استفاده از یک تصویربرداری چند برشی

$$\text{زمان اسکن} = TR \cdot N_y \cdot NEX = 192000msec = 192s = 3min.12s$$

توجه! در کتاب اصلی MRI: The Basic شرایط NEX برابر ۲ قرار داده شده. بنابراین طبق $NEX=2$:

الف) یک تک برش

$$\text{زمان اسکن} = TR \cdot N_y \cdot NEX = 1500 \times 128 \times 2 = 384000msec = 384s = 6min.24s$$

ب) ده برش که در هر زمان یکی ساخته می شود

$$\text{زمان اسکن} = TR \cdot N_y \cdot NEX = 1500 \times 128 \times 1 \times 10 = 3840s = 64min$$

ج) ده برش با استفاده از یک تصویربرداری چند برشی

$$\text{زمان اسکن} = TR \cdot N_y \cdot NEX = 384000msec = 384s = 6min.24s$$

۲-۱۷ بیشترین تعداد برش قابل حصول در شرایطی که $TR=1000msec$ و $TE=80msec$ و زمان نمونه برداری $T_s=20msec$ و زمان سربار $T_0=10msec$ باشد را حساب کنید.

$$\text{تعداد برش} = \frac{TR}{TE + \frac{T_s}{2} + T_0} = \frac{1000}{80 + \frac{20}{2} + 10} = 10$$

۳-۱۷ مفهوم پهنای باند متغیر این است که در حقیقت برای بهبود SNR پهنای باند در حد امکان کوچک انتخاب شود. فرض کنید که BW نصف شود:

الف) چه تاثیری بر SNR می گذارد؟

$$SNR \propto \sqrt{\frac{N_y N_x NEX}{BW}} \rightarrow SNR \propto \sqrt{\frac{1}{BW}}$$

با توجه به معادله بالا، SNR متناسب با جذر معکوس پهنای باند است. در نتیجه، با نصف شدن پهنای باند، SNR با ضریب $\sqrt{2}$ افزایش می یابد.

ب) چه اتفاقی برای آرتیفکت های جابجایی شیمیایی می افتد؟

طبق معادله ذیل،

$$\text{Chemical Shift} = \frac{BW_{fat-water\ difference}}{\frac{BW}{Pixel}} = \frac{BW_{fat-water\ difference} \times Pixel}{BW} \rightarrow$$

$$\text{Chemical Shift} \propto \frac{1}{BW}$$

آرتیفکت جابجایی شیمیایی با معکوس پهنای باند متناسب است. در نتیجه، با نصف شدن پهنای باند، جابجایی شیمیایی دو برابر خواهد شد.

چ (چه اثری بر روی بیشترین تعداد برش ها می گذارد؟

$$BW = \frac{1}{\Delta T_s} \rightarrow \Delta T_s = \frac{1}{BW}$$

از طرف دیگر :

$$T_s = N_x \cdot \Delta T_s \rightarrow T_s = \frac{N_x}{BW}$$

با نصف شدن پهنای باند، زمان نمونه برداری دو برابر خواهد شد. و چون :

$$\text{تعداد برش} = \frac{TR}{TE + \frac{T_s}{2} + T_0}$$

طبق معادله بالا، تعداد برش ها متناسب با معکوس نصف زمان نمونه برداری T_s می باشد، تعداد برش ها کاهش پیدا می کند.

۴-۱۷ زمان تصویربرداری در یک تکنیک گرادیان اکو با $TR=30\text{msec}$ و $NEX=2$ و $TE=10\text{msec}$ و $N_y=256$ برای بدست آوردن ۱۵ برش تقریباً برابر است با:

الف) 15.36sec

ب) 153.6sec

ج) 230.4sec

د) 15360sec

ه) 230400sec

$$\text{زمان سکن} = TR \cdot N_y \cdot NEX = 30 \times 256 \times 2 \times 15 = 230400\text{msec} = 230.4\text{sec}$$

۵-۱۷ SNR در تصویربرداری سه بعدی برابر است با SNR در تصویربرداری دو بعدی ضرب در :

الف) Nz

ب) \sqrt{Nz}

ج) N_y

د) $\sqrt{N_y}$

$$\text{SNR}(2D) \propto \sqrt{\frac{N_y N_x NEX}{BW}}$$

$$\text{SNR}(3D) \propto \sqrt{\frac{N_y N_x N_z NEX}{BW}}$$

در نتیجه :

$$\text{SNR}(3D) = \sqrt{N_z} \text{SNR}(2D)$$

۶-۱۷ افزایش TE باعث کاهش همه موارد زیر می شود بجز:

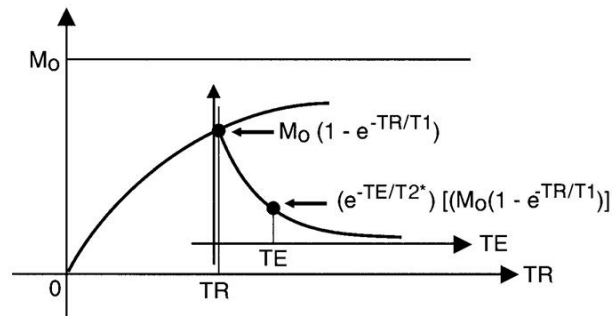
الف) وزن T_2

ب) سیگنال

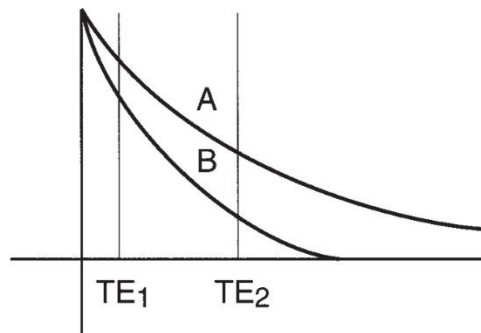
ج) ناحیه تصویربرداری

د) SNR

طبق شکل ذیل، افزایش TE منجر به افزایش وزن T_2 و کاهش وزن T_1 می گردد (گزینه الف : نادرست)



طبق تصویر زیر، افزایش TE باعث کاهش سیگنال می گردد (گزینه ب : صحیح است)



با توجه به رابطه زیر:

$$\text{تعداد برش} = \frac{TR}{TE}$$

افزایش TE باعث کاهش تعداد برش ها (ناحیه تصویربرداری) خواهد شد (گزینه ج : صحیح است)

استفاده از یک TE بلند باعث می شود که استحاله مغناطش عرضی بسیار کامل انجام گردد و در نتیجه سیگنال کمی جهت در یافت اکو باقی خواهد ماند و در نتیجه افزایش TE باعث کاهش SNR خواهد شد (گزینه د : صحیح است)

جواب : گزینه الف

۷-۱۷ SNR بوسیله کدامیک می تواند افزایش یابد ؟

الف) افزایش NEX

ب) کاهش BW

ج) افزایش Ny

د) افزایش حجم و کسل

ه) افزایش TR

و) کاهش TE

ز) همه موارد بالا

ح) فقط موارد الف و د

با توجه به معادله SNR :

$$SNR(2D) \propto \sqrt{\frac{N_y N_x NEX}{BW}} \text{ حجم و کسل}$$

افزایش NEX و Ny و حجم و کسل و کاهش BW منجر به افزایش SNR می گردد (گزینه های الف و ب و ج و د : صحیح است)

استفاده از یک TR بلند باعث می شود که باز یافت مغناطش طولی بطور کامل انجام گردد و در نتیجه سیگنال بیشتر و در نتیجه SNR بزرگتری داشته باشیم (گزینه ه : صحیح است)

استفاده از یک TE کوتاه باعث می شود که مغناطش عرضی بطور کامل کاهش پیدا نکرده و در نتیجه سیگنال بیشتر و SNR بزرگتری خواهیم داشت (گزینه و : صحیح است)

تمام گزینه ها صحیح می باشد .

جواب : گزینه ز

۸-۱۷ افزایش Ny منجر به کدام مورد می شود؟

الف) قدرت تفکیک بهتر

(ب) افزایش SNR (میدان دید ثابت)

(ج) افزایش SNR (پیکسل های ثابت)

(د) افزایش زمان اسکن

(ه) همه موارد بالا

(و) فقط موارد الف و ج و د

(ز) فقط موارد الف و ب و د

قدرت تفکیک پذیری فضایی یا اندازه پیکسل عبارت است از کوچکترین فاصله بین دو نقطه در تصویر که بتوان آن دو را از هم متمایز تشخیص داد که به شکل زیر تعیین می شود :

تعداد پیکسل ها / اندازه میدان FOV = اندازه پیکسل

در نتیجه افزایش Ny منجر به افزایش قدرت تفکیک پذیری می شود (گزینه الف : درست است)

رابطه SNR در یک میدان دید ثابت :

$$SNR \propto FOV_x FOV_y \Delta z \sqrt{\frac{NEX}{N_x N_y BW}}$$

در نتیجه افزایش Ny در این حالت منجر به کاهش SNR خواهد شد. (گزینه ب : نادرست است)

رابطه SNR با در نظر گرفتن پیکسل های ثابت (میدان دید متغیر) :

$$SNR(2D) \propto \sqrt{\frac{N_y N_x NEX}{BW}}$$

در نتیجه افزایش Ny در این حالت منجر به افزایش SNR خواهد شد (گزینه ج : درست است)

با توجه به معادله زیر :

$$\text{زمان اسکن} = TR \cdot N_y \cdot NEX$$

زمان اسکن با تعداد مراحل کدگذاری فاز رابطه مستقیم دارد و افزایش Ny منجر به افزایش زمان اسکن خواهد شد (گزینه د : درست است)

جواب : گزینه و

۹-۱۷ برای یک ماتریس مربعی ۱۲۸ و یک FOV به اندازه 25cm اندازه پیکسل حدودا چقدر است :

الف) 0.5mm

ب) 1mm

ج) 1.5mm

د) 2mm

تعداد پیکسل ها / اندازه میدان FOV = اندازه پیکسل

تعداد پیکسل ها برابر است با همان اندازه ماتریس. در نتیجه :

$$\frac{FOV}{Matrix} = \frac{250mm}{128} = 1.953 \approx 2mm$$

جواب : گزینه د

۱۰-۱۷ SNR با جذر کدایمیک متناسب است :

الف) $BW/N_x.NEX$

ب) $BW/N_y.NEX$

ج) $N_y.NEX/BW$

د) $N_y.BW/NEX$

با توجه به معادله SNR :

$$SNR(2D) \propto \sqrt{\frac{N_y N_x NEX}{BW}}$$

جواب : گزینه ج

۱۱-۱۷ افزایش TR باعث افزایش همه موارد زیر می شود به جز :

الف) زمان اسکن

ب) SNR

ج) وزن T_1

د) وزن T_2

ه) ناحیه تصویربرداری

طبق فرمول زیر، افزایش TR منجر به افزایش زمان اسکن می شود.

$$\text{زمان اسکن} = TR \cdot N_y \cdot NEX$$

استفاده از یک TR بلند باعث می شود که بازیافت مغناطش طولی بطور کامل انجام گردد و در نتیجه سیگنال بیشتر و در نتیجه SNR بزرگتری داشته باشیم.

افزایش TR باعث کاهش وزن T_1 و در مقابل منجر به افزایش وزن T_2 می گردد.

با توجه به فرمول زیر، افزایش TR منجر به افزایش تعداد برش ها، ناحیه تصویربرداری خواهد شد.

$$\text{تعداد برش} = \frac{TR}{TE}$$

جواب : گزینه ج

۱۷-۱۲ کوچکترین TE را با کدام مورد می توان کاهش داد ؟

الف) کاهش مدت پالس های RF

ب) کاهش زمان نمونه برداری TS

ج) افزایش پهنای باند

د) استفاده از یک توالی که از پالس های 180° استفاده نشود (مثل گرادیان اکو)

ه) همه موارد بالا

روش های کوتاه کردن TE عبارتند از :

۱) زمان نمونه برداری TS را کاهش دهیم. اما این روش موجب افزایش پهنای باند طبق رابطه ذیل می شود :

$$T_s = \Delta T_s \cdot N \rightarrow T_s \downarrow \rightarrow \Delta T_s \downarrow$$

$$BW = \frac{1}{\Delta T_s} \rightarrow \Delta T_s \downarrow \rightarrow BW \uparrow$$

و افزایش پهنای باند منجر به کاهش SNR خواهد شد.

$$SNR \propto \sqrt{\frac{1}{BW}}$$

۲) کاهش زمان پالس RF . قطعاً کاهش زمان تحریک می تواند منجر به دریافت زودتر اکو گردد، در واقع یکی از عواملی که مقدار TE مینیمم رامحدود می کند، مدت زمان ارسال پالس RF می باشد.

۳) زمان TE را می توان با اعمال پالس های گرادیان اکو کاهش داد، به دلیل اینکه در این تکنیک هیچ گونه پالس متمرکز کننده 180° استفاده نمی گردد.

۴) خود افزایش پهنای باند BW که می تواند فواصل نمونه برداری را کاهش دهد، که خود منجر به کاهش زمان نمونه برداری گردد.

جواب : گزینه ه

۳-۱۷ زمان بدست آمده در تصویربرداری سه بعدی برابر است با زمان بدست آمده در تصویربرداری دو بعدی ضربدر :

الف) Nz

ب) \sqrt{Nz}

ج) Ny

د) \sqrt{Ny}

$$\text{زمان (2D)} = TR \cdot Ny \cdot NEX$$

$$\text{زمان } (3D) = TR \cdot N_y \cdot N_z \cdot NEX$$

$$\rightarrow \text{زمان } (3D) = N_z \cdot \text{زمان } (2D)$$

جواب : گزینه الف

۱۴-۱۷ ناحیه تصویربرداری با افزایش همه موارد زیر افزایش می یابد به جز:

الف) ضخامت برش

ب) فاصله بین برش ها

ج) TR

د) BW

ه) TE

افزایش BW موجب کاهش فاصله نمونه برداری طبق رابطه زیر :

$$BW = \frac{1}{\Delta T_s} \rightarrow BW \uparrow \rightarrow \Delta T_s \downarrow$$

و کاهش فاصله نمونه برداری موجب کاهش زمان نمونه برداری T_S می گردد :

$$T_s = \Delta T_s \cdot N \rightarrow \Delta T_s \downarrow \rightarrow T_s \downarrow$$

و کاهش زمان نمونه برداری خود باعث افزایش تعداد برش های قابل انتخابی خواهد شد .

$$\text{تعداد برش} = \frac{TR}{TE + \frac{T_s}{2} + T_0} \rightarrow T_s \downarrow \rightarrow \text{تعداد برش} \uparrow$$

و قطعاً افزایش TE منجر به کاهش تعداد برش ها و در نتیجه کاهش ناحیه تصویربرداری می گردد.

$$\text{تعداد برش} = \frac{TR}{TE + \frac{T_s}{2} + T_0} \rightarrow TE \uparrow \rightarrow \text{تعداد برش} \downarrow$$

جواب : گزینه ه

۱۵-۱۷ در STIR, TI باید روی کدام مورد تنظیم شود؟

الف) $1.44T_1$ (چربی)

ب) $\frac{1}{\sqrt{2}}T_1$ (چربی)

ج) $2T_1$ (چربی)

د) $0.693T_1$ (چربی)

ه) $\frac{T_1}{0.693}$ (چربی)

(و) انتخاب مورد ب یا د

طبق رابطه زیر، TI برابر است با:

$$TI = \ln 2(T_1)_{\text{بافت}} = 0.693(T_1)_{\text{بافت}} = \frac{1}{\sqrt{2}}(T_1)_{\text{بافت}}$$

جواب: گزینه و

۱۶-۱۷ در FLAIR, TI باید روی کدام مورد تنظیم شود:

الف) $0.693T_1$ (مایع)

ب) $(\ln 2)T_1$ (مایع)

ج) $(- \ln 0.5)T_1$ (مایع)

د) تمام موارد بالا

$$TI = \ln 2(T_1)_{\text{بافت}} = \ln\left(\frac{1}{2}\right)^{-1}(T_1)_{\text{بافت}} = -\ln\left(\frac{1}{2}\right)(T_1)_{\text{بافت}} = -\ln(0.5)(T_1)_{\text{بافت}}$$

جواب: گزینه د

۱۷-۱۷ موارد (۱) STIR (۲) FLAIR را با موارد زیر تطبیق دهید:

الف) مایع تیره

در نمای FLAIR یا Fluid Attenuation Inversion Recovery, مایع تیره مشاهده خواهد شد. سیگنال مایع null خواهد شد.

ب) چربی تیره

در نمای STIR یا Short Tau Inversion Recovery, چربی تیره مشاهده خواهد شد. سیگنال چربی null خواهد شد.

سوالات فصل ۱۸ : آرتیفکت ها در MRI

۱-۱۸ از موارد ذیل، کدامیک مربوط به آرتیفکت جابجایی شیمیایی است.

الف) رزونانس پروتون ها در چربی 3.5ppm بیشتر از رزونانس پروتون ها در آب است. (نادرست)

یک اختلاف جزئی بین فرکانس چرخشی پروتون های هیدروژن در آب و چربی وجود دارد. در واقع پروتون های آب کمی سریع تر از چربی در حدود 3.5ppm می چرخند.

ب) در 1.5T حدود 220Hz است. (درست)

با توجه به اختلاف 3.5ppm بین پروتون های هیدروژن آب و چربی :

$$\omega_0 = \gamma B_0 = \frac{42.6MHz}{T} \times 1.5T = 64MHz = 64 \times 10^6 Hz$$

$$3.5ppm = 3.5 \times 10^{-6}$$

$$(3.5 \times 10^{-6})(64 \times 10^6) \cong 220Hz$$

ج) در 1.5T و با BW=32KHz و ماتریس 256x256 حدود دو پیکسل است (درست)

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6}) (\gamma)(B_0)(N_x)}{BW} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(42.6 \times 10^6)(1.5)(256)}{32 \times 10^3} = 1.789 \cong 2 \text{ پیکسل}$$

د) همه موارد فوق (نادرست)

ه) فقط موارد ب و ج

۲-۱۸ الف) جابجایی شیمیایی را (بر حسب تعداد پیکسل ها) برای وضعیت های زیر تعیین کنید (با فرض ۲۵۶ مرحله کدگذاری فاز) :

B0 \ BW	0.2T	0.5T	1T	1.5T
50KHz				
10KHz				
4KHz				

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6}) (\gamma)(B_0)(N_x)}{BW} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(42.6 \times 10^6)(0.2)(256)}{50 \times 10^3} = 0.152 \text{ پیکسل}$$

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6}) (\gamma)(B_0)(N_x)}{BW} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(42.6 \times 10^6)(0.2)(256)}{10 \times 10^3} = 0.763 \text{ پیکسل}$$

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6}) (\gamma)(B_0)(N_x)}{BW} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(42.6 \times 10^6)(0.2)(256)}{4 \times 10^3} = 1.908 \text{ پیکسل}$$

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6}) (\gamma)(B_0)(N_x)}{BW} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(42.6 \times 10^6)(0.5)(256)}{50 \times 10^3} = 0.381 \text{ پیکسل}$$

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6}) (\gamma)(B_0)(N_x)}{BW} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(42.6 \times 10^6)(0.5)(256)}{10 \times 10^3} = 1.908 \text{ پیکسل}$$

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6}) (\gamma)(B_0)(N_x)}{BW} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(42.6 \times 10^6)(0.5)(256)}{4 \times 10^3} = 4.771 \text{ پیکسل}$$

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6}) (\gamma)(B_0)(N_x)}{BW} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(42.6 \times 10^6)(1)(256)}{50 \times 10^3} = 0.763 \text{ پیکسل}$$

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6}) (\gamma)(B_0)(N_x)}{BW} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(42.6 \times 10^6)(1)(256)}{10 \times 10^3} = 3.816 \text{ پیکسل}$$

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6}) (\gamma)(B_0)(N_x)}{BW} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(42.6 \times 10^6)(1)(256)}{4 \times 10^3} = 9.542 \text{ پیکسل}$$

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6}) (\gamma)(B_0)(N_x)}{BW} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(42.6 \times 10^6)(1.5)(256)}{50 \times 10^3} = 1.145 \text{ پیکسل}$$

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6}) (\gamma)(B_0)(N_x)}{BW} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(42.6 \times 10^6)(1.5)(256)}{10 \times 10^3} = 5.725 \text{ پیکسل}$$

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6}) (\gamma)(B_0)(N_x)}{BW} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(42.6 \times 10^6)(1.5)(256)}{4 \times 10^3} = 14.313 \text{ پیکسل}$$

BW \ BO	0.2T	0.5T	1T	1.5T
50KHz	0.152	0.381	0.763	1.145
10KHz	0.763	1.908	3.816	5.725
4KHz	1.908	4.771	9.542	14.313

(ب) این جدول را برحسب mm با در نظر گرفتن یک $FOV=24cm=240mm$ تکرار کنید .

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6}) (\gamma)(B_0)(FOV)}{BW} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(42.6 \times 10^6)(0.2)(240)}{50 \times 10^3} = 0.143mm$$

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6}) (\gamma)(B_0)(FOV)}{BW} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(42.6 \times 10^6)(0.2)(240)}{10 \times 10^3} = 0.715mm$$

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6}) (\gamma)(B_0)(FOV)}{BW} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(42.6 \times 10^6)(0.2)(240)}{4 \times 10^3} = 1.789mm$$

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6}) (\gamma)(B_0)(FOV)}{BW} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(42.6 \times 10^6)(0.5)(240)}{50 \times 10^3} = 0.357mm$$

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6}) (\gamma)(B_0)(FOV)}{BW} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(42.6 \times 10^6)(0.5)(240)}{10 \times 10^3} = 1.789mm$$

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6}) (\gamma)(B_0)(FOV)}{BW} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(42.6 \times 10^6)(0.5)(240)}{4 \times 10^3} = 4.473\text{mm}$$

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6}) (\gamma)(B_0)(FOV)}{BW} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(42.6 \times 10^6)(1)(240)}{50 \times 10^3} = 0.715\text{mm}$$

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6}) (\gamma)(B_0)(FOV)}{BW} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(42.6 \times 10^6)(1)(240)}{10 \times 10^3} = 3.578\text{mm}$$

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6}) (\gamma)(B_0)(FOV)}{BW} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(42.6 \times 10^6)(1)(240)}{4 \times 10^3} = 8.946\text{mm}$$

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6}) (\gamma)(B_0)(FOV)}{BW} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(42.6 \times 10^6)(1.5)(240)}{50 \times 10^3} = 1.073\text{mm}$$

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6}) (\gamma)(B_0)(FOV)}{BW} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(42.6 \times 10^6)(1.5)(240)}{10 \times 10^3} = 5.367\text{mm}$$

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6}) (\gamma)(B_0)(FOV)}{BW} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(42.6 \times 10^6)(1.5)(240)}{4 \times 10^3} = 13.419\text{mm}$$

BW \ BO	0.2T	0.5T	1T	1.5T
50KHz	0.143	0.357	0.715	1.073
10KHz	0.715	1.789	3.578	5.367
4KHz	1.789	4.473	8.946	13.419

ج) نتیجه گیری شما چیست؟

پهنای باند وسیع تر و یا میدان مغناطیسی قویتر منجر به آرتیفکت جابجایی شیمیایی بیشتر خواهد شد.

۳-۱۸ حرکت دوره ای (پروپودیک) باعث ایجاد آرتیفکت های شبح مانند در جهت کدگذاری فاز می شود. تعداد پیکسل های بین دو شبح متوالی (SEP) از این راه بدست می آید:

$$SEP = \frac{TR \cdot NEX \cdot Ny}{T} = \frac{\text{زمان جمع آوری اطلاعات}}{T}$$

در اینجا T دوره تناوب حرکت نوسانی است.

الف) SEP را برای شبح های آئورتی (T=1s) معادل تعداد ضربان قلب در دقیقه برابر ۶۰ وقتی TR=200ms=0.2sec, Ny=256 و NEX=1 حساب کنید.

$$SEP = \frac{TR \cdot NEX \cdot Ny}{T} = \frac{0.2 \times 1 \times 256}{1} = 51.2 \text{ پیکسل}$$

ب) در الف بیشترین تعداد شبح هایی که بالقوه در طول محور کدگذاری فاز می توان دید چه تعداد است؟

$$\frac{256}{51.2} = 5 \text{ شیخ}$$

ج) تاثیر افزایش *NEX* چیست؟

افزایش *NEX* منجر به بزرگتر شدن اندازه پیکسل و در نتیجه کاهش تعداد شیخ ها می گردد.

۴-۱۸ تا شدگی را با همه موارد زیر می توان کاهش داد بجز:

الف) استفاده از یک کویا سطحی

ب) کاهش *FOV*

ج) استفاده از پالس های از قبل اشباع شده

د) انتخاب فاز بدون تا شدگی (*NPW*)

ه) انتخاب فرکانس بدون تا شدگی (*NFW*)

کاهش *FOV* منجر به افزایش احتمال تا شدگی خواهد شد چون در این حالت بخشی از بدن بیمار خارج از محدوده پهنای باند فرکانس قرار خواهد گرفت و احتمال تا شدگی فرکانس وجود خواهد داشت.

جواب: گزینه ب

۵-۱۸ آرتیفکت های بریده شدگی می توانند با همه موارد زیر کاهش یابند بجز:

الف) کاهش اندازه پیکسل

ب) افزایش زمان نمونه برداری

ج) افزایش *Ny*

د) افزایش *FOV*

با افزایش زمان نمونه برداری می توان ریپل ها را کاهش داد. در واقع سیگنال عریض تر در حوزه زمان یعنی باریکتر در حوزه فرکانس)

افزایش کدگذاری فاز نیز منجر به افزایش قدرت تفکیک و کاهش احتمال آرتیفکت *Gibbs* خواهد شد.

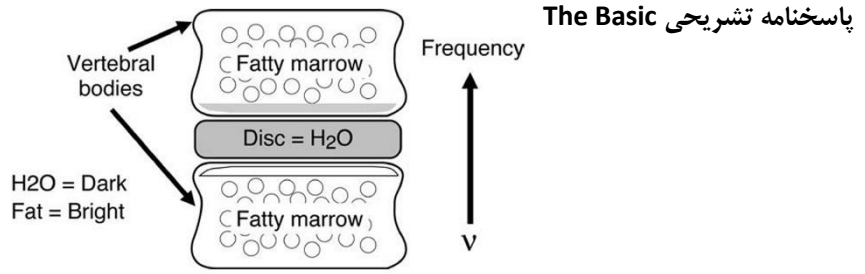
اما افزایش *FOV* کاهش تعداد پیکسل ها و قدرت تفکیک و افزایش احتمال *Gibbs* را به دنبال خواهد داشت

جواب: گزینه د

۶-۱۸ درست یا نادرست:

آرتیفکت جابجایی شیمیایی بین آب و چربی باعث ایجاد یک نوار روشن به سمت فرکانس بزرگتر و یک نوار تیره به سمت فرکانس کوچکتر می شود. (نادرست)

طبق شکل زیر، با توجه به اینکه پروتون های آب دارای فرکانس بیشتری نسبت به چربی می باشند، لایه حاوی آب با فرکانس بزرگتر ایجاد یک لایه روشن و چربی با فرکانس کوچکتر یک لایه تیره ایجاد می کند.



۱۸-۷ جابجایی شیمیایی با همه موارد زیر کاهش می یابد به جز :

الف) کوچک کردن پهنای باند

ب) استفاده از تکنیک فرونشاندن اثر چربی

ج) استفاده از یک آهنربا با میدان کوچکتر

د) استفاده از یک TE بلندتر

طبق رابطه آرتیفکت جابجایی شیمیایی، کاهش پهنای باند باعث افزایش جابجایی شیمیایی خواهد شد.

$$\text{جابجایی شیمیایی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(\gamma)(B_0)(N_x)}{BW}$$

جواب : گزینه الف

۱۸-۸ درست یا نادرست :

پروتون های چربی و آب با یک TE که یک مضرب فرد از $2.25msec$ است غیر همفاز می شوند. (درست)

اختلاف فرکانس آب و چربی در $1.5T$ معادل $220Hz$ است . در نتیجه دوره تناوب این اختلاف فرکانس برابر است با :

$$\text{دوره تناوب} = \frac{1}{f} = \frac{1}{220Hz} = 0.0045sec = 4.5msec$$

یعنی در $1.5T$ چربی و آب هر 4.5 میلی ثانیه یکبار هم فاز می شوند. در $TE=0$ چربی و آب ابتدا هم فاز و در $TE=2.25$ ناهمفاز و در $TE=4.5$ دوباره هم فاز خواهند بود.

۱۸-۹ جابجایی شیمیایی با کدامیک نشان داده می شود؟

الف) $\frac{(3.5 \times 10^{-6})(\gamma)(B_0)(N_x)}{BW}$

ب) $\frac{(3.5 \times 10^{-6})(\gamma)(B_0)(FOV)}{BW}$

ج) $\frac{(3.5 \times 10^{-6})(\gamma)(B_0)}{BW.N_x}$

د) موارد الف و ب

جواب : گزینه د

$$\text{برحسب پیکسل} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(\gamma)(B_0)(N_x)}{BW} = \text{جابجایی شیمیایی}$$

$$\text{برحسب میلیمتر} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(\gamma)(B_0)(FOV)}{BW} = \text{جابجایی شیمیایی}$$

توجه! در کتاب ترجمه شده گزینه ج اشتباه بصورت ذیل ترجمه شده است.

$$\frac{(3.5 \times 10^{-6})(\gamma)(B_0)}{\frac{BW}{N_x}}$$

۱۰-۱۸ الف) تکنیک (برحسب پیکسل و mm) را بین شیخ های ائورتی برای $TR=500$, $NEX=1$, $Ny=128$, $HR=80bpm$ و $FOV=20cm$ محاسبه کنید.

$$SEP = \frac{TR \cdot NEX \cdot Ny}{T} = \frac{0.5 \times 1 \times 128}{1.33} = 48.12 \text{ پیکسل}$$

۱۱-۱۸ مواد پارامغناطیس شامل همه موارد است به جز:

الف) گادولینیوم

ب) دیسپروسیوم

ج) کبالت

د) مت هموگلوبین

ه) موارد ج و د

مواد ذیل پارامغناطیس (الکترون های اوربیتالی جفت نشده دارند) هستند:

گادولینیوم عضو گروه لانتانیدهای جدول تناوبی است که با ۷ الکترون جفت نشده یک ماده پارامغناطیس قوی محسوب می شود.

دیسپروزیوم (Dy) یک عنصر کمیاب خاکی با الکترون جفت نشده است.

دی اکسی هموگلوبین دارای ۴ الکترون جفت نشده و مت هموگلوبین ۵ الکترون جفت نشده، جزو محصولات شکست هموگلوبین و با خاصیت پارامغناطیسی می باشند.

هموسیدرین یک ماده سوپر پارامغناطیس با قدرت مغناطیسی ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ برابر قویتر از سایر مواد پارامغناطیسی است.

جواب: گزینه ج

۱۲-۱۸ آرتیفکت های حرکتی با همه موارد زیر کاهش می یابد به جز:

الف) اسکن سریع

ب) استفاده از آرام بخش

ج) تصویربرداری سه بعدی

د) جبران اثر جریان

با توجه به اضافه شدن کدگذاری اضافه در NZ احتمال آرتیفکت حرکتی در تصویربرداری سه بعدی نسبت به تصویربرداری دو بعدی افزایش پیدا خواهد کرد و در واقع اسکن دو بعدی به سه بعدی در این مبحث ترجیح داده می شود.

جواب : گزینه ج

۱۳-۱۸ جریان CSF می تواند منجر به همه موارد زیر شود به جز :

الف) پلاک های کاذب MS در ساقه مغز

ب) فتق دیسک کاذب

ج) آنوریسم کاذب شریان بازیلار

د) $Syrinx$ کاذب

آنوریسم کاذب شریان بازیلاری می تواند ناشی از حرکات ضربانی CSF در اطراف شریان باشد.

پلاک های MS کاذب در پایه مغزی می تواند ناشی از جریان نوسانی CSF در $Basal Cisterna$ باشد.

فتق دیسک کاذب که می تواند ناشی از حرکات ضربانی جریان CSF در نواحی دیسک بیمار ایجاد گردد.

$Syrinx$ کاذب یک آرتیفکت $Truncation$ در نواحی که با تعداد کمی پیکسل روی خواهد داد.

جواب : گزینه د

۱۴-۱۸ درست یا نادرست :

آرتیفکت زاویه جادویی به صورت افزایش سیگنال در تصاویر با دانسیته پروتون یک تاندون که به صورت عمودی نسبت به میدان مغناطیسی اصلی قرار گرفته آشکار می شود. (نادرست)

در تصویربرداری از مفاصل اگر تاندون در یک زاویه معین 50 نسبت به میدان مغناطیسی اصلی قرار بگیرد، در تصویر $T1$ و وزن دانسیته پروتونی ، تاندون روشن تر به نظر خواهد رسید و اثر زاویه جادویی از معادله ذیل به دست می آید :

$$3(\cos\theta)^2 - 1 = 0 \rightarrow (\cos\theta)^2 = \frac{1}{3} \rightarrow \cos\theta = \sqrt{\frac{1}{3}} \rightarrow \theta = 55^\circ$$

۱۵-۱۸ آرتیفکت تداخل می تواند با همه موارد زیر کاهش یابد به جز :

الف) افزایش قدرت گرادیان

ب) افزایش فاصله بین برش ها

ج) با استفاده از تصاویر میان گذاری شده 100% فضایی که در دو توالی گرفته شده اند.

د) استفاده از بهبود پروفایل (نیمرخ) RF

آرتیفکت $Cross Talk$ از این واقعیت ناشی می شود که تبدیل فوریه پالس RF یک مربع کامل نیست بلکه قطعه های کناری دارد و این تداخل برش های کناری باعث می شود TR موثر کاهش یابد. روش های تصحیح :

ایجاد فاصله بین برش های مجاور gap برای جلوگیری از تداخل برش های مجاور هم

برای مستطیلی کردن نیمرخ پالس RF می توان پالس RF را طولانی تر کرد

دو تصویر با فضای بین تصاویر ۱۰۰٪ می تواند بین آنها قرار بگیرد (تکنیک Interleaving)

جواب : گزینه الف

۱۶-۱۸ تعداد آرتیفکت های شبح با همه موارد زیر کاهش می یابد به جز :

الف) جبران اثر جریان

ب) پالس های از قبل اشباع شده

ج) کاهش N_y

د) افزایش TR

روش های تصحیح آرتیفکت های شبح :

استفاده از پالس های اشباع کننده تا پروتون های در جریان را اشباع کرده و آرتیفکت کاهش پیدا خواهد کرد.

افزایش زمان اسکن از طریق افزایش عوامل TR , N_y یا NEX طبق فرمول زیر، که موجب افزایش جداسازی شبح ها از هم خواهد شد.

$$SEP = \frac{TR \cdot NEX \cdot N_y}{T}$$

استفاده از روش های جبران جریان و یا استفاده از *Gating* قلبی

کاهش N_y کدگذاری فازی موجب کاهش فاصله بین شبح ها و افزایش آرتیفکت شبح می گردد.

جواب : گزینه ج

۱۷-۱۸ آرتیفکت های بریده شدگی شامل کدام مورد است :

الف) پارگی کاذب منیسک

ب) *Syrinx* کاذب

ج) پلاک های کاذب *MS*

د) همه موارد

ه) فقط موارد الف و ب

و) فقط موارد الف و ج

این آرتیفکت در دو ناحیه که کنتراست بسیار بالایی دارند رخ خواهد داد و باعث بوجود آمدن نوارهای متناوب روشن و تاریک می گردد (که رایج ترین آنها

Syrinx کاذب نخاع و پارگی کاذب منیسک زانو است)

جواب : گزینه ب

۱۸-۱۸ درست یا نادرست :

آرتیفکت حرکتی فقط در راستای کدگذاری فاز اتفاق می افتد. (درست)

عمدتاً آرتیفکت حرکتی فقط در جهت کدگذاری فاز بوجود می آید به دو دلیل زیر: (البته در طول محور کدگذاری فرکانس نیز امکان ایجاد آرتیفکت حرکتی وجود دارد اما جزئی است و می تواند باعث تیرگی کوچکی شود)

- حرکت در طول هر گرادیان میدان مغناطیسی باعث تجمع غیر طبیعی فاز می شود و در نتیجه محل سیگنال در طول گرادیان کدگذاری فاز به درستی تعیین نمی شود.
- همچنین یک عدم تقارن مهم در فضای اطلاعات از نظر زمان جمع آوری نمونه اطلاعات وجود دارد . در واقع زمان کمتری طول می کشد تا سیگنال را از طریق کدگذاری فرکانس (در حدود چند میلی ثانیه) نسبت به اینکه یک مرحله کدگذاری فاز را تغییر دهیم (در حدود چند ثانیه) نمونه برداری کنیم. در نتیجه بیشتر حرکتی که در تصویربرداری *MRI* رخ می دهد بسیار کندتر از فرآیند نمونه برداری سریع در طول محور کدگذاری فرکانس است.

سوالات فصل ۱۹: اسپین اکوی سریع (FSE)

۱۹-۱ فواید اسپین اکوی سریع شامل تمام موارد زیر است به جز :

الف) افزایش سرعت

ب) کاهش آرتیفکت پذیرفتاری مغناطیسی

ج) کاهش آرتیفکت حرکتی

د) افزایش تعداد برش های ممکن

فواید FSE :

کاهش زمان اسکن ، زیرا در طول یک TR بجای یک خط می توان چندین خط فضای k را پر کرد.

کاهش آرتیفکت حرکتی به دلیل کاهش زمان اسکن مورد انتظار.

دوباره همفاز شدن چندین پالس 180^0 باعث می شود که بهم ریختگی ناشی از اجسام فلزی در تصویر FSE کمتر باشد (آرتیفکت پذیرفتاری مغناطیسی)

جواب : گزینه د

۱۹-۲ فرض کنید $Ny=256$, $NEX=2$, $TE=100$, $TR=4000$

الف) زمان اسکن را برای اسپین اکوی معمولی حساب کنید.

$$\text{زمان } CSE = TR \cdot Ny \cdot NEX = 4000 \times 256 \times 2 = 2048 \text{ sec} = 34 \text{min. } 8 \text{sec}$$

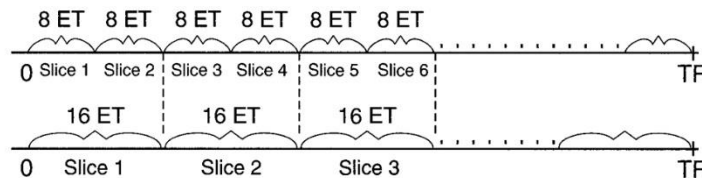
ب) زمان اسکن را برای اسپین اکوی سریع با $ETL=8$ حساب کنید.

$$\text{زمان } FSE = \frac{TR \cdot Ny \cdot NEX}{ETL} = \frac{4000 \times 256 \times 2}{8} = 256 \text{ sec} = 4 \text{min. } 16 \text{sec}$$

۱۹-۳ درست یا نادرست :

افزایش ETL باعث افزایش سرعت و ناحیه تصویربرداری می شود. (نادرست)

طبق تصویر زیر، با افزایش طول سری اکوی، سرعت آزمون افزایش می یابد ولی تعداد برش ها کاهش پیدا می کند. در یک TR با ETL برابر ۸ می توانیم درون آن تعدادی برش قرار دهیم. اگر TR مشابه استفاده کنیم، اما از ETL برابر ۱۶ استفاده کنیم، به اندازه دو برابر زمان بیشتر طول خواهد کشید تا اکوی را دریافت کنیم چون در اینجا اطلاعات از ۱۶ اکوی جمع آوری می شود (در یک TR برابر).



۱۹-۴ زمان اسکن برای FSE بوسیله کدامیک از موارد زیر داده می شود :

الف) $TR \cdot NEX \cdot Ny$

(ب) $\frac{TR.Ny.ETL}{NEX}$

(ج) $\frac{ETL}{TR.NEX.Ny}$

(د) $\frac{TR.NEX.Ny}{ETL}$

جواب : گزینه د

۵-۱۹ تصویربرداری اکوی دوتایی در اسپین اکوی سریع می تواند قابل انجام باشد به وسیله :

(الف) سری اکوی جدا شده

(ب) سری اکوی کامل

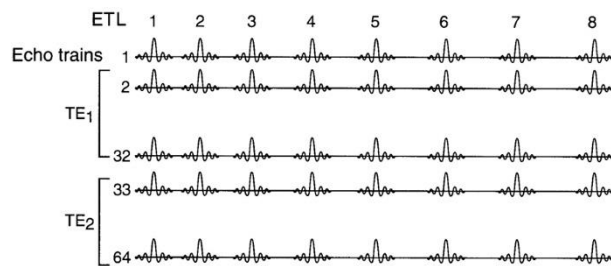
(ج) روش اکوی مشترک

(د) تمام موارد بالا

(ه) فقط موارد الف و ب

تصویربرداری دو اکویی FSE به سه روش امکان پذیر است :

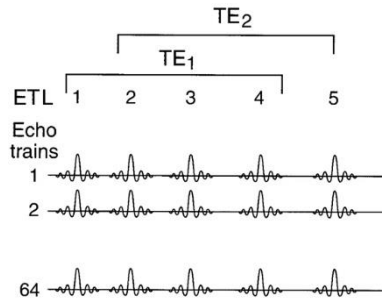
سری اکوی کامل : تمام اکوهای سری در تصویربرداری شرکت می کنند.



سری اکوی جدا : نیمه اول سری اکو با TE_1 موثر در تصویر شرکت می کند و نیمه دوم با TE_2 موثر در تصویر شرکت می کند (چون دو فضای k ایجاد شده است).



روش اکوی کشتک : اولین و آخرین اکو در سری به ترتیب برای TE_1 و TE_2 است و اکو بین هر دو تصویر مشترک است.



جواب : گزینه د

۶-۱۹ معایب اسپین اکوی سریع در مقایسه با اسپین اکوی معمولی شامل تمام موارد زیر است به جز :

(الف) CSF روشن تر در تصویر با وزن دانسیته پروتونی

(ب) چربی روشن تر است.

(ج) اثر پذیرفتاری مغناطیسی افزایش می یابد.

(د) دیسک های بین مهره ای نرمال روشن نیستند.

دوباره هم فاز شدن چندین پالس 180° باعث می شود که بهم ریختگی ناشی از اجسام فلزی در تصویر FSE کمتر شود (اثر پذیرفتاری مغناطیسی کاهش پیدا می کند)

جواب : گزینه ج

۷-۱۹ زمان اسکن برای یک تکنیک سه بعدی اسپین اکوی سریع را حساب کنید :

$$ETL=64, NEX=1, N_z=32, N_y=128, N_x=128, TE=100msec, TR=4000msec$$

$$\text{زمان } FSE(3D) = \frac{TR \cdot NEX \cdot N_y \cdot N_z}{ETL} = \frac{4000 \times 1 \times 128 \times 32}{64} = 256000msec = 256sec = 4min. 16sec$$

۸-۱۹ درست یا نادرست :

با پارامترهای برابر، زمان اسکن با توالی اسپین اکوی سریع برابر است با زمان اسکن اسپین اکوی معمولی تقسیم بر ETL . (درست)

طبق فرمول زیر :

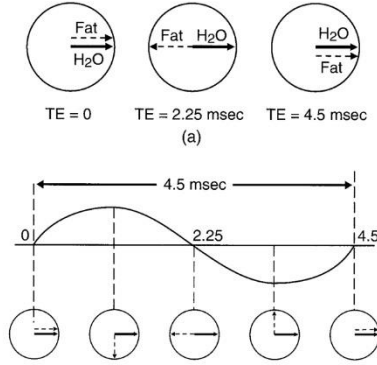
$$\text{زمان } FSE = \frac{TR \cdot NEX \cdot N_y}{ETL} = \frac{\text{زمان } SE}{ETL}$$

سوالات فصل ۲۰: گرادیان اکو، قسمت اول: اصول پایه ای

۱-۲۰ درست یا نادرست:

در مورد جابجایی شیمیایی از نوع دوم در $1.5T$ پروتون های چربی و آب در $TE=2.2msec$, $6.7msec$ و ... ناهمفاز می شوند. (درست)

به طور کلی در $1.5T$ چربی و آب هر ۲.۲۵ میلی ثانیه بعد از پالس RF همفاز و ناهمفاز می شوند. طبق شکل زیر.

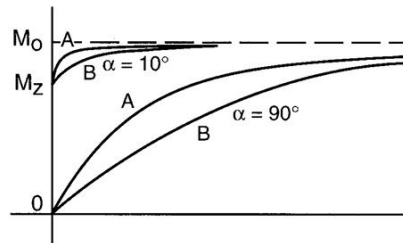


۲-۲۰ زاویه چرخش کوچک تر، وزن دانسیته پروتون را افزایش می دهد و وزن T_1 را کاهش می دهد. (درست)

زاویه چرخش کوچکتر باعث می شود بازیافت مغناطش طولی به مقدار اولیه، در مدت زمان کمتری نسبت به پالس $RF 90^0$ در توالی اسپین اکو طول بکشد.

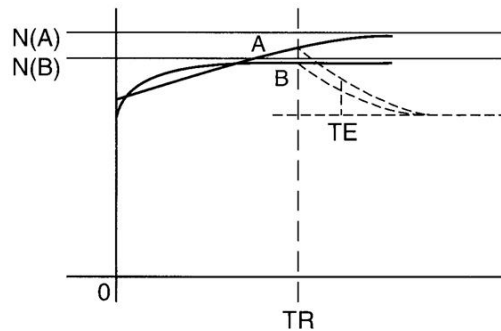
در نتیجه دو بافت با مقدار T_1 متفاوت، اختلاف بزرگی بین منحنی های T_1 مخصوص خود نخواهند داشت و در نتیجه بازیافت T_1 نقش کمتری در تصویر

ایفا خواهد کرد (یک زاویه چرخش کوچک، اثر وزن T_1 را کاهش می دهد)



زاویه چرخش کوچک همچنین باعث می شود مغناطش عرضی کوچک شود و در نتیجه مولفه حالت تعادل کوچک و باعث کاهش اثر T_2 نیز می شود.

بنابراین کنتراست بافت عمدتاً تحت تاثیر دانسیته پروتونی است. (زاویه چرخش کوچک، اثر وزن دانسیته پروتونی ایجاد می کند)



۳-۲۰ تکنیک های گرادیان اکو در هر زمان اغلب یک برش را می سازند (درست)

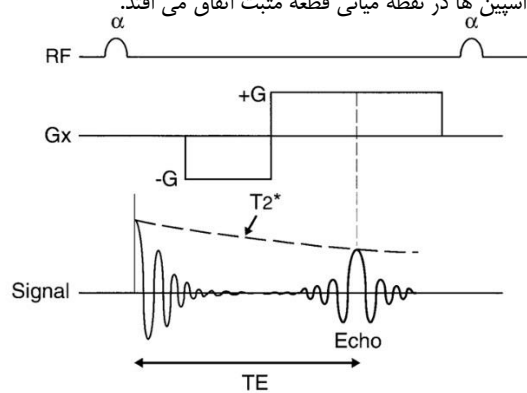
یکی از اختلاف های مهم اسپین اکو با گرادیان اکوها در این است که، در تصویربرداری گرادیان اکو TR ممکن است کوتاه باشد که اجازه می دهد برش های دیگر پردازش شوند. به این علت تکنیک های گرادیان اکو با TR کوتاه ممکن است فقط یک برش در زمان بدست بیاورند که البته بستگی به تصویربرداری پشت سرهم (متوالی) دارد.

۴-۲۰ بطور کلی در تکنیک های GRE از زاویه چرخش جزئی استفاده می شود، چون از TR های خیلی کوتاه استفاده می شود تا زمان اسکن کاهش یابد (درست)

با توجه به اینکه هدف اصلی تکنیک های گرادیان اکو کاهش زمان است، از یک TR خیلی کوتاه استفاده می کند و چون یک TR کوتاه نمی تواند مغناطش طولی را بازیافت کند (در نتیجه کم کردن SNR) باید از یک زاویه جزئی (کمتر از 90°) استفاده کند.

۵-۲۰ در نبود پالس 180° از یک گرادیان دو تکه ای دوباره متمرکزکننده در GRE استفاده می شود. (درست)

با توجه به ناهمفازی FID به دلیل نبود پالس دوباره متمرکزکننده 1800 و برای اینکه در زمان مناسب همفاز شدن در زمان TE صورت بگیرد، از طریق یک گرادیان دوباره متمرکزکننده دو تکه ای در جهت X انجام خواهد گرفت (طبق شکل زیر). این گرادیان دارای یک قطعه اصلی منفی است که عمدا در اسپین های صفحه عرضی ناهمفازی ایجاد کرده و FID را حذف می کند و به دنبال آن یک قطعه مثبت، اسپین ها را همفاز می کند و FID به شکل اکوی قابل خواندن بهبود می یابد. متمرکز شدن مجدد اسپین ها در نقطه میانی قطعه مثبت اتفاق می افتد.



۶-۲۰ TR بلندتر وزن T_2^* را بیشتر می کند. (نادرست)

یک TR بلندتر (با زاویه چرخش بزرگ) باعث می شود اثر وزن T_1 بیشتر شود.

۷-۲۰ زمان اسکن برای یک GRE با $TR=30msec$, $NEX=2$, $Ny=256$ را برای الف) یک تک برش ب) ۱۵ برش محاسبه کنید.

الف)

$$GRE = TR \cdot NEX \cdot Ny \cdot (\text{تعداد برش ها}) = 30 \times 2 \times 256 \times 1 = 15.36sec$$

ب)

$$GRE = TR \cdot NEX \cdot Ny \cdot (\text{تعداد برش ها}) = 30 \times 2 \times 256 \times 15 = 230.4sec = 3min. 50sec$$

۸-۲۰ پذیرفتاری مغناطیسی با GRE کمتر از مقدار آن با CSE می باشد. (نادرست)

به علت نبود پالس دوباره متمرکزکننده 180° در تکنیک های GRE آرتیفکت پذیرفتاری مغناطیسی افزایش می یابد.

۹-۲۰ علت اینکه در GRE از پالس 180° استفاده نمی شود، بخاطر کاهش زمان اسکن است. (درست)

همانطور که می دانیم چون در GRE از یک زاویه کوچک استفاده می کنیم، مولفه مغناطش در محور طولی در نصف زمان اکو بزرگ خواهد بود. حال اگر یک پالس 180° اعمال کنیم، موجب ناهمفازی در صفحه $X-Y$ می شود که خود موجب می شود MZ به جهت جنوب معکوس شود و برای بازیافت این بردار معکوس شده به جهت شمال، نیاز به یک TR طولانی داریم و واضح است که در مورد GRE اینگونه نمی تواند باشد.

۱۰-۲۰ SNR در گرادیان اکوی سه بعدی برابر است با SNR در گرادیان اکوی دو بعدی ضربدر :

$$N_z \text{ (الف)}$$

$$\sqrt{N_z} \text{ (ب)}$$

$$N_y \text{ (ج)}$$

$$\sqrt{N_y} \text{ (د)}$$

جواب : گزینه ب

افزایش SNR در گرادیان سه بعدی به دلیل اضافه شدن گرادیان Z بصورت فاکتور رادیکال N_z برابر خواهد بود.

۱۱-۲۰ درست یا نادرست :

در GRE از زاویه چرخش جزئی استفاده می شود زیرا TR برای بازیافت کافی مغناطش طولی برای اینکه SNR مقدار مناسب داشته باشد، خیلی کوتاه است. (درست)

با توجه به اینکه هدف اصلی تکنیک های گرادیان اکو کاهش زمان است، از یک TR خیلی کوتاه استفاده می کند و چون یک TR کوتاه نمی تواند مغناطش طولی را بازیافت کند (در نتیجه کم کردن SNR) باید از یک زاویه جزئی (کمتر از 90°) استفاده کند.

سوالات فصل ۲۱: گرادیان اکو قسمت دوم: تکنیک های اسکن سریع

۱-۲۱ تخریب کردن باقیمانده مغناطش عرضی می تواند بوسیله کدام مورد انجام شود؟

الف) گرادیان تخریب کننده

ب) RF تخریب کننده

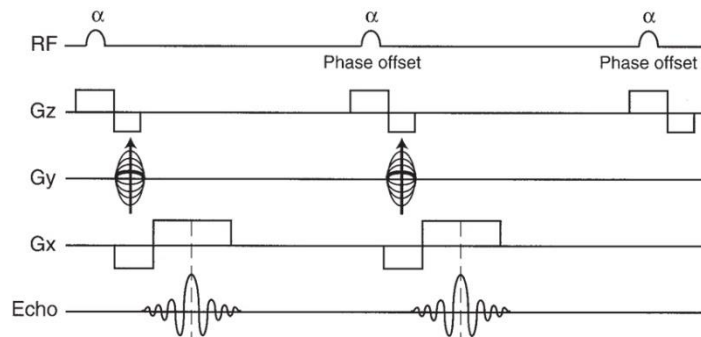
ج) TR طولانی

د) تمام موارد بالا

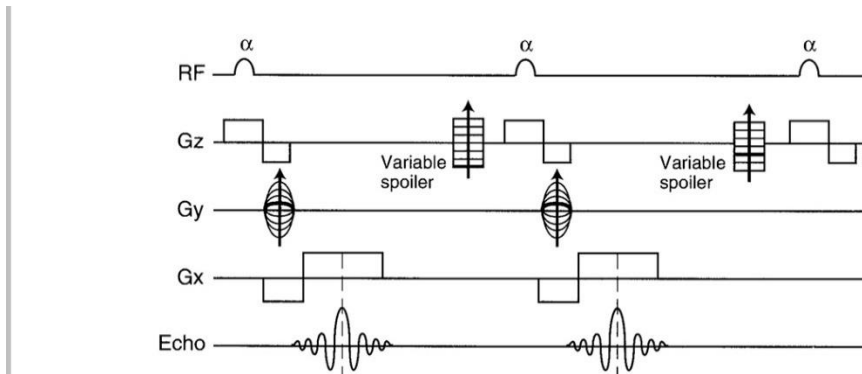
ه) فقط موارد الف و ب

تخریب کردن یا Spoiling به حذف یا بهم ریختن حالت تعادل مغناطش عرضی اشاره می کند و شامل روش های:

۱- اعمال RF تخریبی: روش استفاده شده در SPGR است. طبق شکل زیر، یک مرحله فاز به هر پالس RF متوالی اضافه می شود. این عمل باعث می شود فاز مربوطه در بردارهای M_{ss} متوالی شیفت پیدا کند.



۲- اعمال گرادیان های متغیر تخریب کننده: این عمل بوسیله معرفی یک گرادیان اضافی با قدرت قابل تغییر از یک دور به دور دیگر انجام می شود. مطابق شکل زیر:



۳- طولانی کردن TR: وقتی TR به اندازه کافی بزرگ باشد (بالای ۲۰۰ میلی ثانیه) این زمان برای کامل کردن ناهمفازی اسپین ها در صفحه عرضی کافی است. در واقع این روش مشابه روش اسپین اکو است.

جواب : گزینه د

۲-۲۱ تکنیک های GRE سریع در کدام مورد بکار برده می شود :

الف) اکوی کسری

ب) RF کسری

ج) NEX کسری

د) BW کم عرض

ه) تمام موارد بالا

و) فقط موارد الف تا ج

با بکارگیری TR ها و TE های خیلی خیلی کوتاه می توان زمان توالی را کاهش داد و تکنیک های گرادیان اکو سریع را سریع تر کرد (یعنی مدت زمانی که تحریک، کدگذاری فاز و کدگذاری فرکانس لازم دارد) و با استفاده از چهار روش زیر امکان پذیر است :

۱- اکوی کسری

۲- RF کسری

به طور اساسی بوسیله استفاده از اکوی کسری و پالس RF کسری، می توانیم زمان اکوی TE را کاهش دهیم.

۳- NEX کسری

بکارگیری NEX کسری زمان اسکن را کاهش می دهد، چون زمان اسکن با NEX متناسب است.

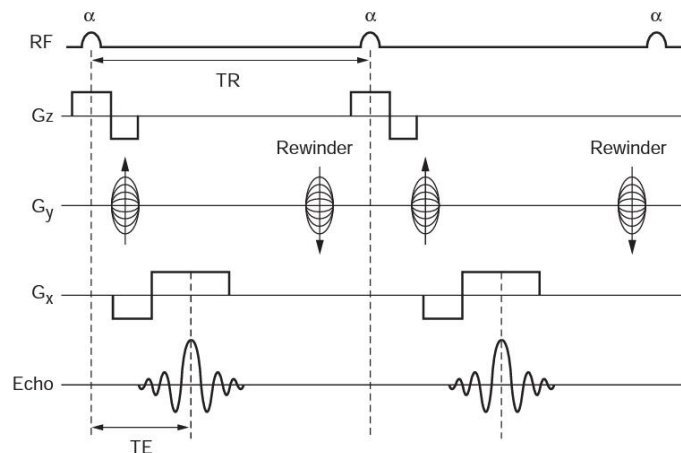
۴- کاهش زمان نمونه برداری TS

جواب : گزینه و

درست یا نادرست :

۳-۲۱ یک گرادیان واپیچی در کدگذاری فاز جهت حفاظت از تخریب باقیمانده مغناطش عرضی M_{ss} اعمال می شود (همانند FAST/FISP/GRASS).
(درست)

در تکنیک اکوی بازخوانی گرادیان ممکن است باقیمانده مغناطش عرضی در انتهای هر دور برای دور بعد باقی بماند. این باقیمانده مغناطش بعد از چند دور مقدار تعادل را بدست می آورد MSS. باقیمانده مغناطش به مغناطش عرضی ایجاد شده بوسیله پالس RF بعدی اضافه شده و طول بردار در صفحه X-Y افزایش می یابد. در عمل جهت حفظ مولفه حالت تعادل، گرادیان واپیچی در جهت کدگذاری فاز اعمال شده و همچنین در شروع دوره باید معکوس شود. مطابق شکل زیر.



۴-۲۱ تکنیک های GRE تخریبی، وزن T1 را افزایش می دهند. (درست)

در تکنیک های تخریبی مانند SPGR باقیمانده مغناطش عرضی بوسیله تغییرات فاز در پالس های RF متوالی تخریب می شود و به این علت T_2^* کاهش یافته و T1 افزایش می یابد.

سوالات فصل ۲۲ : تصویربرداری اکو صفحه ای (EPI)

درست یا نادرست :

۱-۲۲ کنتراست در EPI بستگی به توالی پالس پایه دارد. (درست)

کنتراست EPI بستگی به نوع پالس پایه (که مشابه آماده سازی پالس های اولیه در تکنیک های GRE است) دارد. به عنوان مثال برای دستیابی به کنتراست اسپین اکو، یک توالی پایه 90^0-180^0 قبل از تکنیک EPI اعمال می شود. و بطور مشابه، چرخش جزئی پالس RF قبل از تکنیک EPI، کنتراست گرادیان اکو ایجاد می کند.

۲-۲۲ خطاهای فاز با EPI پالسی حذف می شوند. (نادرست)

در تکنیک های EPI امکان خطای فازی که بوسیله تغییرات جزئی در فرکانس های رزونانس ایجاد می شود زیاد وجود دارد و این اثر در تکنیک های EPI چند مرحله ای کمتر است چون برای خطای فاز زمان کمتر است.

۳-۲۲ در مورد اکوی چند مرحله ای تمام موارد زیر صحیح است به جز:

الف) گرادیان ها در مقایسه با EPI تک مرحله ای کمتر تحت فاشر قرار می گیرند.

ب) خطاهای فاز در مقایسه با EPI تک مرحله ای، زمان کمتری برای بوجود آمدن دارند.

ج) طولانی تر از EPI تک مرحله ای انجام می گیرد.

د) آرتیفکت حرکتی کمتر است.

با توجه به طولانی تر شدن تکنیک EPI چند مرحله ای احتمال آرتیفکت حرکتی افزایش خواهد یافت.

جواب : گزینه د

درست یا نادرست :

۴-۲۲ در EPI پالسی، گرادیان کدگذاری فاز در طی جمع آوری سیگنال ثابت است. (نادرست)

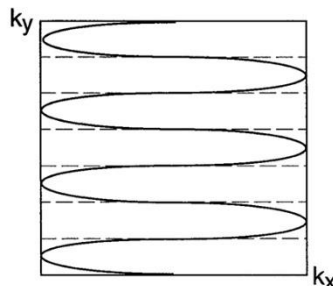
برای حل مشکل احتمال بروز آرتیفکت های فوریه در EPI تک مرحله ای، از تکنیک EPI پالسی استفاده می شود، که گرادیان کدگذاری فاز وقتی که گرادیان قرائت صفر باشد اعمال می شود.

۵-۲۲ در یک EPI چند مرحله ای فضای k بعد از یک پالس تحریکی پر می شود. (نادرست)

در EPI چند مرحله ای قرائت به چند مرحله یا قطعه تقسیم شده است و همینطور فضای k به چندین مرحله جمع آوری اطلاعات قطعه قطعه شده است.

۶-۲۲ در EPI تک مرحله ای فضای k بصورت زیگ زاگ پر می شود. (درست)

طبق شکل زیر، در EPI تک مرحله ای با گرادیان فاز ثابت اجاه می دهد تا بعد از یک تک پالس RF، ناحیه فضای k بصورت زیگ زاگ پر شود.



۲۲-۷ شیخ $N/2$ با دیده می شود:

الف) فاز EPI ثابت

ب) EPI پالسی

ج) EPI چند مرحله ایی

د) هیچکدام

حتی با وجود EPI پالسی, خطاهای فاز ممکن است از چندین بار گذشتن از دوره های مثبت و منفی در فضای k (یعنی قطبیت متناوب گرادیان قرائت) نتیجه شوند.

جواب: گزینه ب

سوالات فصل ۲۳: ویژگی های جدید تصویربرداری

۱-۲۳ سرعت را می توان بوسیله افزایش داد.

(الف) تکنیک های FSE یا GRE

(ب) NEX کسری

(ج) کاهش BW

(د) تمامی موارد

(ه) فقط الف و ب

کاهش پهنای باند به معنای افزایش فاصله نمونه برداری و افزایش فاصله نمونه برداری منجر به افزایش زمان نمونه برداری خواهد شد.

جواب: گزینه ه

۲-۲۳ FOV نامتقارن می تواند در تمامی موارد زیر بوجود آید به جز:

(الف) کاهش SNR

(ب) افزایش امکان تابش

(ج) افزایش وضوح تصویر

(د) افزایش زمان تصویربرداری

با استفاده از FOV نامتقارن، SNR در مقایسه با FOV کامل کاهش می یابد و همچنین امکان تابش در جهت فاز هم وجود خواهد داشت. همچنین سرعت را با حفظ کیفیت تصویر را می تواند افزایش دهد یعنی کاهش زمان تصویربرداری.

جواب: گزینه د

۳-۲۳ BW کمتر به تمامی موارد زیر منجر می شود به جز:

(الف) مینیمم TE را کاهش می دهد

(ب) آرتیفکت جابجایی شیمیایی را افزایش می دهد

(ج) ناحیه تصویربرداری را کم می کند

(د) SNR را افزایش می دهد

پهنای باند کوچکتر باعث طولانی تر شدن TE خواهد شد و همینطور TE طولانی تر منجر به کاهش تعداد برش ها (کاهش ناحیه تصویربرداری) می گردد. طبق رابطه ذیل، کاهش BW به معنای افزایش SNR است.

$$SNR \propto \frac{1}{\sqrt{BW}}$$

و طبق رابطه آرتیفکت جابجایی شیمیایی، کاهش BW منجر به افزایش جابجایی شیمیایی می شود.

$$\text{جابجایی شیمیائی} = \frac{(3.5 \times 10^{-6})(\gamma)(B_0)(N_x)}{BW}$$

جواب : گزینه الف

درست یا نادرست :

۴-۲۳ پالس های اشباع کننده فضایی برای کاهش شیخ های فاز و آرتیفکت های جریان بکار برده می شوند. (درست)

پالس هاس اشباع کننده فضایی 900 بر روی هر یک از دو طرف حجم انتخاب شده اعمال می شود و در هر جهتی می توان اعمال کرد. و معمولا برای خنثی کردن شیخ های فاز ناشی از پدیده جریان بکار برده می شود.

۵-۲۳ SNR در GRE سه بعدی افزایش می یابد. (درست)

به دلیل جمع آوری اطلاعات از یک حجم بزرگتر، سیگنال افزایش می یابد.

۶-۲۳ TE مینیمم را می توان با استفاده از NEX کسری کاهش داد. (نادرست)

با استفاده از تکنیک اکوی کسری که فقط بخش از اکو را دریافت خواهیم کرد می توان TE را کاهش داد.

سوالات فصل ۲۴: تصویربرداری موازی

۱-۲۴ عبارت موازی در تصویربرداری موازی به کدام مورد اطلاق می شود؟

الف) نیاز به استفاده از کامپیوترهای سریع برای پس پردازش

ب) جمع آوری همزمان دیتا توسط کوئل ها

ج) ترکیبی از کوئل های کدگذاری فاز و آرایه-مرحله ای

د) ترتیبی از کوئل هایی که لازم است با هم کار کنند.

کلمه موازی در تصویربرداری موازی به این حقیقت اشاره دارد که هر کوئل در کوئل آرایه-مرحله ای اطلاعات را همزمان با بقیه کوئل ها (بصورت موازی) دریافت می کند.

۲-۲۴ با ۸ کوئل و فاکتور تسریع ۲، چه تغییری در SNR نسبت به اسکن بدون تسریع اتفاق می افتد؟

الف) $\frac{1}{2}$

ب) $\sqrt{\frac{1}{2}}$

ج) $\frac{1}{4}$

د) هیچ تغییری

SNR کلی در یک تصویربرداری موازی، با جذر فاکتور تسریع نسبت معکوس دارد. بنابراین :

$$SNR \propto \sqrt{\frac{1}{\text{فاکتور تسریع}}} = \sqrt{\frac{1}{2}}$$

جواب : گزینه ب

۳-۲۴ کدام حالت تصویربرداری زیر با تصویربرداری موازی سازگار نیست؟

الف) EPI با وزن دیفیوژن

ب) مگنت قوی ۳ تسلا

ج) FOV بزرگ کوئل بدن

د) کوئل آرایه-مرحله ایی ۱۲۸ کاناله

ه) همه موارد بالا

تصویربرداری موازی بیشتر برای شرایطی که SNR بالاست، از قبیل آنژیوگرافی با کنتراست، مگنت های با قدرت بالا ۳ تسلا و کوئل های آرایه ایی با بیش از ۳۲ کانال، قابل استفاده است.

جواب : گزینه ج

۴-۲۴ درست یا نادرست :

فاکتور تسریع بالا می تواند توسط استفاده از یک سیستم گرادیان قوی بدست بیاید. (نادرست)
تصویربرداری موازی براساس اطلاع از حساسیت موضعی هر کوئل در کوئل آرایه-مرحله ایی کار می کند.

۵-۲۴ درست یا نادرست :

تصویربرداری موازی با کاربردهایی که ذاتا SNR بالا دارند سازگارتر است. (درست)
در روش های تصویربرداری موازی براساس تعداد کوئل های مورد استفاده، کاهش زمان تصویربرداری (یا فاکتور تسریع) بین ۲ تا ۳ برابر بدست می آید البته با هزینه کاهش نسبت سیگنال به نویز (SNR). نتیجتا، تصویربرداری موازی بیشتر برای شرایطی که SNR بالاست قابل استفاده است.

سوالات فصل ۲۵: تکنیک های فرونشانی (حذف) بافت

۱-۲۵ در یک توالی IR, TI لازم برای حذف یک بافت برابر است با:

الف) $0.693T_2$

ب) $0.693T_1$

ج) $\frac{1}{0.693}T_1$

د) $\frac{1}{0.693}T_2$

$$TI = (\ln 2)T_{1(\text{بافت})} = 0.693T_{1(\text{بافت})}$$

جواب: گزینه ب

۲-۲۵ T_1 مایع CSF در $1.5T$ حدوداً $3600msec$ است. TI تقریبی برای حذف CSF چقدر است؟

الف) $2500msec$

ب) $5000msec$

ج) $140msec$

د) $249.48msec$

$$TI_{(CSF)} = 0.693T_{1(CSF)} = 0.693 \times 3600 = 2494.8msec \cong 2500msec$$

جواب: گزینه الف

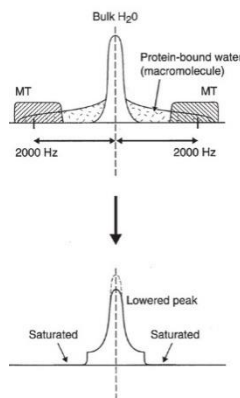
درست یا نادرست:

۳-۲۵ پروتون ها در ماکرومولکول های آب ترکیبی با پروتئین ها دارای فرکانس رزونانسی هستند که در حدود $220Hz$ از فرکانس مربوط به آب خالص دورتر است. (نادرست)

پروتون ها در آب ترکیبی با پروتئین فرکانس رزونانسی از خود نشان می دهند که تقریباً $500-2500Hz$ دورتر از فرکانس مربوط به پروتون های آب خالص است.

۴-۲۵ تکنیک های انتقال مغناطیسی، پروتون های آب ترکیبی با پروتئین را که دور از حالت رزونانس هستند اشباع می کند. (درست)

پالس های اشباع کننده MT ، پالس های غیررزونانسی با فرکانس مرکزی $2000-10000Hz$ دورتر از فرکانس لارمور پروتون ها هستند که با پهنای باند چند صد تا چند هزار هرتزی، باعث فرونشاندن پروتون ها می گردند. شکل زیر.



۵-۲۵ FLAIR سریع یا فوق سریع امروزه حساس ترین توالی MR برای آشکارسازی عارضه ماده سفید بطنی است. (درست)

FLAIR تکنیکی است که مایع را فرو می نشانند. از این توالی در مغز برای خنثی کردن CSF بکار برده می شود تا ضایعات نزدیک بطنی مثل پلاک های MS را بهتر مشخص کند.

۶-۲۵ تکنیک های اصلی فرونشاندن آب عبارتند از :

الف) STIR

ب) فرونشاندن طیفی آب

ج) FLAIR

د) تمامی موارد بالا

ه) فقط موارد ب و ج

تکنیک های اصلی فرونشاندن مایعات عبارتند از :

۱) FLAIR

۲) فرونشاندن شیمیائی (طیفی) آب

جواب : گزینه ه

۷-۲۵ تکنیک های اصلی فرونشاندن چربی عبارتند از :

الف) STIR

ب) فرونشاندن طیفی چربی

ج) FLAIR

د) تمامی موارد بالا

ه) فقط موارد الف و ب

تکنیک های اصلی فرونشاندن چربی عبارتند از :

۱) STIR

۲) اشباع کنندگی شیمیائی (طیفی) چربی

جواب : گزینه ه

۸-۲۵ درست یا نادرست :

در FSE یک خاصیت انتقال مغناطیسی ذاتی وجود دارد. (درست)

MT بطور ذاتی در تکنیک های FSE بخاطر وجود چند پالس 180^0 سریع اتفاق می افتد. این پالس های 180^0 سریع پهنای باند وسیعی دارند که شامل فرکانس های دور از فرکانس تشدید آب خالص است و باعث فرونشاندن پروتئین باند شده با آب می شود.

سوالات فصل ۲۶: پدیده جریان

۱-۲۶ جریان عادی داخل عروقی اغلب است.

(الف) جریان اغتشاشی

(ب) جریان پلاگ

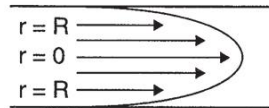
(ج) جریان لامینار

(د) همه موارد

(و) هیچکدام

جریان داخل عروقی معمولاً لامینار است و پروفایل آن شلجمی شکل است. مانند شکل زیر:

جواب: گزینه ج



درست یا نادرست:

۲-۲۶ جریان اغتشاشی نزدیک گرفتگی عروق رخ می دهد. (نادرست)

این پدیده در رگ های غیر عادی مشاهده می شود یعنی بعد از گرفتگی عروق یا در پیوستن دو شاخه زمانیکه یک حرکت تصادفی از مواد مایع مشاهده می شود.

۳-۲۶ *FRE* مترادف با پدیده ورودی است. (درست)

این پدیده اغلب مربوط به اولین برش می باشد که جریان خون وارد آن می گردد. به همین خاطر *FRE* پدیده ورودی نیز نامیده می شود. *FRE* نوعی اثر *TOF* است که جریان خون تازه ای که وارد اولین برش می شود کاملاً اشباع نشده است.

۴-۲۶ اثرات زمان پرواز فقط باعث از دست دادن سیگنال می شود. (نادرست)

اثر *TOF* می تواند هم باعث کاهش سیگنال (ناشی از کاهش *TOF*) و یا هم افزایش سیگنال شود (تشدید سیگنال مربوط به جریان)

۵-۲۶ دلایل حذف سیگنال داخل عروقی عبارتند از:

(الف) سرعت بالا

(ب) جریان اغتشاشی

(ج) غیرهمفازشدگی

(د) تمامی موارد بالا

(ه) فقط الف و ب

دلایل اصلی افزایش سیگنال داخل عروقی عبارتند از : سرعت بالا، جریان اغتشاشی و غیرهمفازشدگی

جواب : گزینه د

۶-۲۶ دلایل تقویت سیگنال داخل عروقی عبارتند از :

الف) *FRE*

ب) همفازشدگی اکوی زوج

ج) همزمان شدن تصویربرداری با ضربان قلب در مرحله انبساط قلبی

د) تمامی موارد

ه) فقط الف و ج

دلایل اصلی افزایش سیگنال داخل عروقی عبارتند از : تشدید سیگنال مربوط به جریان (*FRE*) ، همفازشدگی اکوی زوج و همزمان شدن تصویربرداری با ضربان قلب در مرحله انبساط قلب

جواب : گزینه د

درست یا نادرست :

۷-۲۶ عدد رینولدز (*Re*) جریان لامینار را از جریان اغتشاشی متمایز می کند . (درست)

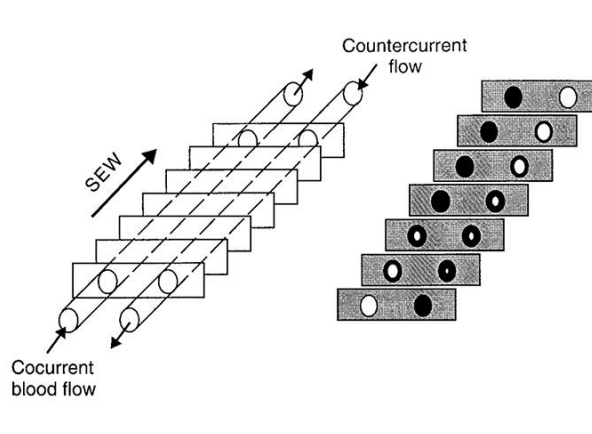
با استفاده از عدد بدون بعد رینولدز (*Re*) می توان نوع جریان لامینار از اغتشاشی تفکیک کرد :

$$Re = \frac{\text{قطر} \times \text{سرعت} \times \text{چگالی}}{\text{ویسکوزیته}}$$

اگر $Re < 2100$ باشد جریان لامینار است و اگر $Re > 2100$ باشد جریان اغتشاشی است.

۸-۲۶ هنگامیکه جریان هم جهت است *FRE* نفوذ بیشتری در برش های عمیقتر نسبت به جریان خلاف جهت دارد. (نادرست)

FRE در حالتی که جریان نسبت به موج برانگیختگی برش (*SEW*) خلاف جهت است، نسبت به حالت هم جهت نفوذ بیشتری در برش های عمیق تر دارد. همانند شکل زیر:



۹-۲۶ FRE فقط در برش اول (ورودی) دیده می شود. (نادرست)

اگر سرعت جریان بیشتر از $\Delta z/TR$ باشد (اما نه آنقدر زیاد که کاهش TOF اتفاق بیفتد)، در آن صورت پروتون های اشباع نشده می توانند به برش های مجاور نفوذ کنند و FRE بوجود آید. واضح است که هنگامیکه این پروتون های در حال جریان درون حجم تصویربرداری حرکت می کنند، به پالس های RF بیشتری برخورد می کنند و در نتیجه بیشتر اشباع می شوند. بنابراین، FRE همیشه در برش ورودی ماکزیمم مقدار را داراست و به تدریج در برش های عمیقتر ضعیف تر می شود.

۱۰-۲۶ همفازشدگی اکو زوج، اصل اولیه تکنیک جبران جریان است. (درست)

خنثی سازی ممان گرادیان (GMN) روشی است که برای مینیمم کردن آرتیفکت های حرکت جریان است و این کار بر پایه اصول همفاز کنندگی اکوهای زوج پایه گذاری شده است. همفاز کنندگی اکوهای زوج با اضافه کردن پالس های گرادیان اضافی برای ایجاد اثر همفاز کنندگی اکوی زوج در اتولین اکو، انجام می شود.

۱۱-۲۶ فرمول جریان لامینار برابر است با :

$$V(r) = V_{max} \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right) \text{ (الف)}$$

$$V(r) = V_{max} \left(1 - \frac{R^2}{r^2}\right) \text{ (ب)}$$

$$V(r) = \frac{\left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)}{V_{max}} \text{ (ج)}$$

(د) هیچ رابطه ای برای این جریان وجود ندارد.

جواب : گزینه الف

۱۲-۲۶ رابطه جریان پلاگ برابر است با :

$$V(r) = V_{max} \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right) \text{ (الف)}$$

$$V(r) = V_{max} \left(1 - \frac{R^2}{r^2}\right) \text{ (ب)}$$

$$V(r) = constant = V_{ave} \text{ (ج)}$$

(د) هیچکدام

جریان پلاگ یک جریان ایده آل است بطوریکه سرعت در راستای مجرا ثابت است و در نتیجه پروفایل سرعت کاملاً صاف خواهد بود.

جواب : گزینه ج

۱۳-۲۶ اثرات TOF می تواند باعث :

(الف) از دست دادن سیگنال شود.

(ب) تقویت سیگنال شود.

(ج) هر دو مورد

(د) هیچکدام

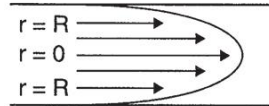
اثر TOF می تواند هم باعث کاهش سیگنال (ناشی از کاهش TOF) و یا هم افزایش سیگنال شود (تشدید سیگنال مربوط به جریان)

جواب : گزینه ج

۱۴-۲۶ اگر $TE1=20msec, TR=2000msec$ و $TE2=80msec$ باشند، همفازشدگی اکوی زوج منبع تولید آرتیفکت ها خواهد بود. (نادرست)

به دلیل اینکه $TE1$ و $TE2$ اکوهای متقارن هستند، همفازشدگی اکوی زوج، سیگنال داخل رگی روشتری در اکوی دوم بوجود می آورد.

۱۵-۲۶ پروفایل جریان لامینار شلجمی شکل است. (درست)



۱۶-۲۶ اثرات جریان عبارت است از :

الف) زمان پرواز (TOF)

ب) تغییرات فاز ناشی از حرکت

ج) هردو

(د) هیچکدام

بیشتر اثرات جریان را می توان به یکی از این دو پدیده نسبت داد. زمان پرواز (TOF) یا تغییرات فاز وابسته به حرکت.

جواب : گزینه ج

سوالات فصل ۲۷: آنژیوگرافی MR

۱-۲۷ تکنیک های اصلی MRA عبارتند از :

(الف) TOF MRA

(ب) PC MRA

(ج) هردو

(د) هیچکدام

سه تکنیک اصلی MRA وجود دارد : زمان پرواز (TOF) و کنتراست فاز (PC) و افزایش کنتراست (CE)

جواب : گزینه د

۲-۲۷ پارامترهای VENC برای کدام مورد باید تنظیم شود؟

(الف) TOF MRA

(ب) PC MRA

(ج) هردو

(د) هیچکدام

کدگذاری سرعت Velocity Encoding پارامتری است که در حین PC MRA باید توسط اپراتور وارد شود. این پارامتر ماکزیمم سرعت جریان قبل از وقوع ناشدگی را نشان می دهد.

جواب : گزینه ب

۳-۲۷ کدامیک با (الف) یا (ب) مطابقت دارد؟

(۱) حساسیت بیشتر نسبت به جریان های آهسته

(۲) ناشدگی

(۳) وضوح کمتر شاخه های کوچک

(۴) جریان سرخرگی

(الف) VENC کم

(ب) VENC زیاد

اگر VENC خیلی کوچک انتخاب شود، احتمال وقوع ناشدگی بسیار بیشتر است. اگر VENC خیلی بزرگ انتخاب گردد، جریان آهسته و رگ های کوچک در تصویر به خوبی دیده نمی شوند. بنابراین VENC کم برای تصویربرداری از جریان آهسته (سیاهرگی) و شاخه های کوچک مناسب است. VENC زیاد برای تصویربرداری از جریان سریع (سرخرگ) مناسب است. بنابراین :

(۱) حساسیت بیشتر نسبت به جریان های آهسته : (الف) VENC کم

(۲) ناشدگی : (الف) VENC کم

(۳) وضوح کمتر شاخه های کوچک : (ب) VENC زیاد

۴) جریان سرخرگی : (ب) $VENC$ زیاد

درست یا نادرست :

۴-۲۷ در الگوریتم MIP , پیکسل با بیشترین شدت در هر برش انتخاب می شود. (نادرست)

MIP الگوریتمی است که در MRA استفاده می شود که در این روش نقاط با بیشترین شدت در فضا به یکدیگر وصل می شوند تا نمای سه بعدی از رگ ها تولید کنند.

۵-۲۷ اثرات اشباع کنندگی را می توان با کاهش داد :

الف) کاهش زاویه چرخش

ب) افزایش TR

ج) استفاده از گادولینیوم

د) $MOTSA$

ه) تمامی موارد بالا

و) فقط الف و ج

اثرات اشباع شدگی را با روش های متعددی می توان کاهش داد. از جمله :

الف) کاهش FA

ب) افزایش TR

ج) استفاده Gd

د) $MOTSA$

ه) $TONE$

جواب : گزینه ه

درست یا نادرست :

۶-۲۷ به کمک MT می توان تصاویر بهتری از رگ های کوچک با جریان آهسته در مغز گرفت. (درست)

MT بر پایه فرونشاندن پروتون های آب ترکیبی با پروتئین غیررزونانسی استوار است (یعنی بافت مغزی). این تکنیک هنگامیکه با روش $TOF MRA$ ترکیب می شود کمک می کند تا بتوان سیگنال های زمینه را فرونشاند (یعنی این روش می تواند سیگنال هایی را که از پارانشیم بافت مغزی می آید را تا حدود ۳۰٪ کاهش دهد) و وضوح شاخه های کوچک و دورتر عروق، رگهای با جریان آهسته و تغییرات دیواره عروقی (آنوریسم) را افزایش دهد.

۷-۲۷ $TOF MRA$ برای پایه FRE عمل می کند. (درست)

$TOF MRA$ بر اساس FRE در یک تکنیک گرادیان بازخوانی اکو دو بعدی یا سه بعدی عمل می کند. در تصویربرداری بازخوانی اکو، کاهش TOF تاثیر مهمی ندارد.

۸-۲۷ موارد :

MOTSA (۱)

TONE (۲)

(۳) تا شدگی

(۴) جریان خلاف جهت

PC MRA (۵)

را با :

الف) RF شیب دار

ب) آرتیفکت Venetian Blind

ج) FRE عمیقتر

د) تصاویر فاز و بزرگی

ه) VENC پایین

مطابقت دهید.

۱: ب MOTSA : آرتیفکت Venetian Blind - یکی از موانع اصلی تکنیک MOTSA وقوع آرتیفکت Venetian Blind در نقاطی است که قالب ها با یکدیگر همپوشانی دارند.

۲: الف TONE : RF شیب دار - در روش تحریک غیر اشباع کننده بهینه شده با چرخش (TONE), زاویه چرخش FA, همچنانکه اسپین های جریان به درون حجم تصویربرداری حرکت می کنند, با استفاده از پالس های RF, بیشتر می شود. بنابراین افزایش FA, اثرات اشباع کنندگی جریان آهسته خون در برش های ضخیم تر را خنثی می کند.

۳: ه تا شدگی : VENC پایین - در PC MRA فاکتور VENC ماکزیمم سرعت موجود در حجم تصویربرداری را نشان می دهد و هر سرعتی بیشتر از VENC باشد, تا شدگی پیدا خواهد کرد.

۴: ج جریان خلاف جهت : FRE عمیقتر - FRE در حالتی که جریان نسبت به موج برانگیختگی برش (SEW) خلاف جهت است, نسبت به حالت هم جهت نفوذ بیشتری در برش های عمیق تر دارد.

۵: د PC MRA : تصاویر فاز و بزرگی - در PC MRA نه تنها می توان تصویری از رگ های خون (تصویر مقدار بزرگی) داشت بلکه تصویری از جهت جریان (نقشه فاز) می توان بدست آورد.

درست یا نادرست :

۹-۲۷ در TOF MRA تخمین اندازه گرفتگی رگ کمتر از مقدار واقعی است. (نادرست)

در TOF MRA تخمین گرفتگی رگ بیشتر از اندازه واقعی آن است (که بخاطر اثرات غیرهمفازشدگی اتفاق می افتد)

۱۰-۲۷ MRA خون سیاه در مقایسه با MRA خون روشن :

الف) از الگوریتم پروجکشن با شدت مینیمم استفاده می کند.

ب) تخمین بیش از حد اندازه گرفتگی رگ ندارد.

ج) هر دو مورد صحیح است.

د) هیچکدام

MRA خون سیاه براساس کاهش سیگنال *TOF* انجام می شود. بجای الگوریتم پروجکشن با شدت ماکزیمم از الگوریتم پروجکشن با شدت مینیمم استفاده می شود و بنابراین مشکل تخمین بیشتر از اندازه واقعی گرفتگی رگ را ندارد.

جواب: گزینه ج

سوالات فصل ۲۸: تصویربرداری رزونانس مغناطیسی قلبی

۲۸-۱ کدام تکنیک برای جبران تنفسی مفید است؟

الف) اکوی هدایت گر

ب) ابزار دمیدن

ج) حبس تنفس

د) همه موارد فوق

حرکات قلبی و تنفسی تاثیر منفی روی تصاویر قلبی رزونانس مغناطیسی خواهند داشت. حرکات تنفسی را از طریق ابزار دمیدن در اطراف قفسه سینه یا با پالس اکوی هدایت گر که هر دو روش، حرکت دیافراگم را مسیریابی می کند قابل جبران است. حبس نفس هم در صورتی که بیمار توانایی حبس نفس مفیدی داشته باشد قابلیت استفاده برای جبران تنفسی را خواهد شد.

جواب: گزینه د

۲۸-۲ کدام تکنیک معمولا خون روشن ایجاد نمی نماید؟

الف) FSE

ب) True FISP

ج) GRE

د) GRE با کنتراست گادولینیوم

تکنیک های FSE و HASTE معمولا کنتراست خون تاریک ایجاد می کنند البته نواحی دارای جریان خوت آرام فیزیولوژیک، نواحی پاتولوژیک، یا جریان در صفحه می تواند منجر به کاهش TOF ناقص و سیگنال خون روشن غیر قابل انتظار شوند و به عنوان یک مداخله گر در تفسیر و تشخیص بیماری عمل کنند.

جواب: گزینه الف

۲۸-۳ کدام تکنیک دریچه، تمام سیکل قلبی را در یک توالی دینامیکی بررسی می کند؟

الف) دریچه آینده نگر

ب) دریچه گذشته نگر

ج) هیچکدام، هر دو یکسان عمل می کنند

تکنیک دریچه آینده نگر *Prospective*، از پاسخ ECG و یا ثبت کننده علائم حیاتی استفاده می کند و براساس پارامترهای از قبل تنظیم شده، چگونگی ثبت بخش مناسب دیتای تصویری را، قبل از جمع آوری دیتا در فضای k ، پارامترهای از قبل تنظیم شده، چگونگی ثبت بخش مناسب دیتای تصویری را، قبل از جمع آوری اطلاعات در فضای k ، تعیین می نماید. به عبارت دیگر، روش گذشته نگر *Retrospective*، تمام اطلاعات حاصل از توالی پالس مرسوم را جمع آوری کرده و سپس پارامترهای حاصل از حرکت بافت (مثل موج R در ECG) را جهت قبول یا رد سیگنال و اضافه کردن آن در فضای k استفاده می نماید.

جواب: گزینه ب

۴-۲۸ جهت محاسبه جرم ماهیچه قلبی کدام جدار اطراف قلب لازم است ترسیم شود؟

الف) آندوکارد

ب) اپیکارد

ج) هردو

قابلیت کسب تصاویر در پایان دیاستول، پایان سیستول و ترسیم جدار داخلی قلب، امکان اندازه گیری کسر تهی سازی دیواره قلبی، و حجم را فراهم می آورد در نتیجه قابلیت اضافه کردن و ترسیم جدار پوشش اطراف قلب (اپیکارد) به علاوه پوشش داخلی آن (آندوکارد) منجر به محاسبه جرم ماهیچه قلب و قابلیت انقباض آن می شود.

جواب : گزینه ج

۵-۲۸ توالی های *TrueFISP* کدامیک از موارد زیر را نمی تواند ایجاد نماید؟

الف) تصاویر *Cine*

ب) تصاویر ساکن

ج) کسر تهی سازی

د) سرعت جریان

تصویربرداری کنتراست فاز می تواند سرعت جریان خون، کسر برگشت خون به قلب، و نسبت انحراف جریان (یا نسبت جریان ریوی به سیستمی) را تعیین کند. بنابراین از قابلیت های *TrueFISP* خارج است.

جواب : گزینه د

۶-۲۸ کدام توالی معمولاً به صورت تک مرحله ایی انجام می شود؟

الف) *DIR FSE*

ب) *Cine TrueFISP*

ج) *HASTE*

د) کنتراست فاز

تصاویر *HASTE* همانطور که در نام خود نیز مشخص است معمولاً بصورت تک مرحله *Single Shot* است.

Half-Fourier Acquisition Single-Shot Turbo Spin-Echo

جواب : گزینه ج

۷-۲۸ چه خصوصییتی باعث بهبود رزولوشن زمانی می شود؟

الف) *TR* کوتاه تر

ب) تعداد تمای (اکوی) بالاتر در هر قطعه

ج) حدفاصل زمانی $R-R$ کوتاه تر

د) مراحل کدگذاری فاز بالاتر

قطعا فاکتور تاثیرگذار در زمان TR

جواب: گزینه الف

سوالات فصل ۲۹: طیف نگاری رزونانس مغناطیسی در مغز

۱-۲۹ کدامیک از مواد زیر در حالت طبیعی دیده نمی شود؟

الف) NAA

ب) Lactate

ج) Cho

د) Cr

ه) MI

قله لاکتات نزدیک قله چربی در $PPM=1.3$ دیده می شود. این قله در نارسائی های خونرسانی مثل خونریزی مغزی، و در موارد سوخت و ساز غیر هوازی *Anaerobic Glycolysis* در تومورهایی که رشد بی رویه جریان خون دارند، افزایش می یابد. بنابراین با توجه به همپوشانی قله لاکتات توسط چربی، ضرورت دارد *TE* متوسط (۱۳۵ تا ۱۴۴ میلی ثانیه) انتخاب شود تا قله لاکتات از قله چربی جدا شود. در این حالت قله دوتایی لاکتات در تکنیک *PRESS* وارونه می شود.

جواب: گزینه ب

۲-۲۹ کدامیک از موارد زیر در *TE* طولانی دیده نمی شود؟

الف) MI

ب) NAA

ج) Cho

د) Cr

در زمان های اکوی کوتاه مثل ۳۰ تا ۳۵ میلی ثانیه، *MI* که یک نوع قند است و در اسملیت اولیه ظاهر می شود در $PPM=3.5$ ظاهر می شود. اگرچه همه موارد فوق به خاصیت اسمزی مغز کمک می کنند ولی *MI* اولین ماده است که در شرایط اسمولاریته بالای سرم، افزایش می یابد و این باعث محدود کردن مقدار آبی می شود که از مغز به جریان خون منتقل می شود. بنابراین در *TE* های بالا قابلیت مشاهده ندارد.

جواب: گزینه الف

۳-۲۹ کدامیک از مواد جهت تشخیص افتراقی بهتر گلیوبلاستوما از نکروز رادیوتراپی بکار می رود؟

الف) NAA

ب) Cr

ج) Cho

د) MI

طیف نگاری مغناطیسی می تواند تشخیص افتراقی گلیوبلاستوما را عود یافته (با افزایش *Cho/NAA*) با نکروز رادیوتراپی (بدون افزایش *Cho* ولی با افزایش چربی) را فراهم نماید.

جواب : گزینه ج

۴-۲۹ کدامیک از مواد جهت تشخیص افتراقی بهتر لنفوم نکرورزی از التهاب انگلی توکسوپلازما (در ایدز) مناسب است؟

الف) *NAA*

ب) *Cr*

ج) *Cho*

د) *MI*

طیف نگاری مغناطیسی می تواند تشخیص بین لنفوم نکرورزی یافته (*Cho* افزایش) را از آلودگی انگلی توکسوپلازما (بدون افزایش *Cho*) تشخیص دهد.

جواب : گزینه ج

۵-۲۹ *MI* در کدام مورد افزایش می یابد؟

الف) آلزایمر

ب) افزایش اسمولاریته

ج) تومور گلیال

د) هر سه مورد

MI در $PPM=3.5$ در تومورهای گلیوما و بیماری آلزایمر و همچنین در حالت های با اسمولاریته بالا در مقایسه با *NAA* افزایش می یابد.

جواب : گزینه د

درست یا نادرست :

۶-۲۹ افزایش نسبت *Cho/NAA* اختصاص به تومور دارد. (نادرست)

بطور کلی در تومورهای *Solid* , *Cho* افزایش یافته و *NAA* کاهش می یابد. وقتی این تومورها نکرورزی می شوند قله های چربی و لاکتات هم افزایش می یابد. اگرچه افزایش *Cho/NAA* علامت موثر برای سرطان است ولی این یک علامت غیر اختصاصی است که ممکن است در التهاب *MS* و یا التهاب منتشر مخ *Disseminated Encephalomyelitis* نیز دیده شود.

۷-۲۹ انجام *MRS* بعد از تزریق گادولینیوم باعث افزایش نسبت *Cho/NAA* می شود. (نادرست)

به دلیل اینکه *Cho* دارای T_1 کوتاه تری نسبت به *NAA* می باشد، گادولینیوم T_1 برای *NAA* را بطور نسبی بیشتر کوتاه خواهد کرد و باعث افزایش سیگنال آن خواهد شد.

۸-۲۹ وسیع شدن پهنای قله ها در طیف نگاری مغناطیسی به دلیل کدام مورد اتفاق می افتد؟

الف) حرکت

ب) خونریزی کاهش دهنده T_2

ج) آرتیفکت محلی فلزی

د) شیم کردن ناقص

ه) هر چهار مورد فوق

تقریباً در اکثر پروتکل های روتین *MRS* از $TR=1500msec$ و کمترین زمان اکوی ممکن ($TE=30-35$) استفاده می کنند تا سیگنال به نویز را افزایش دهند. اما این امر باعث ظاهر شدن موادی از قبیل میواینوزوتول (*MI*) و چربی می شود که دارای $T2$ کوتاه هستند. و همچنین پهنای باند *MRS* متناسب با $1/T2$ است. بنابراین، $T2$ کوتاه در مواردی مثل خونریزی باعث گسترده شدن پیک می شود. البته پهن شدن پیک در موارد دیگری مثل حرکت و یا غیر یکنواختی میدان (حاصل از شیمینگ ضعیف) و یا آرتیفکت های فلزی در وکسل ها دیده می شود.

جواب: گزینه ه

سوالات فصل ۳۰: گرادیان های با قابلیت بالا

۱-۳۰ گرادیان های با قابلیت بالا نیازمند است.

(الف) شدت میدان گرادیان بالا (G_{max})

(ب) زمان صعود کوتاه (t_R)

(ج) هردو

(د) هیچکدام

طبق فرمول زیر، نسبت گرادیان ماکزیمم G_{max} به زمان صعود t_R آهنگ افزایش گرادیان در زمان SR (Slew Rate) نامیده می شود.

$$Slew Rate = \frac{G_{max}}{t_R} \left(\frac{mT}{m} \right)$$

بنابراین شرایط لازم برای یک گرادیان با قابلیت بالا عبارتند از:

۱- مقدار گرادیان بالا (G_{max})

۲- زمان صعود کوتاه (t_R)

جواب: گزینه ج

۲-۳۰ آهنگ افزایش گرادیان در زمان برابر است با:

(الف) $\frac{t_R}{G_{max}}$

(ب) $\frac{G_{max}}{t_R}$

(ج) $\frac{\gamma G_{max}}{t_R}$

(د) هیچکدام

نسبت گرادیان ماکزیمم G_{max} به زمان صعود t_R آهنگ افزایش گرادیان در زمان SR (Slew Rate) نامیده می شود.

$$Slew Rate = \frac{G_{max}}{t_R} \left(\frac{mT}{m} \right)$$

جواب: گزینه ب

۳-۳۰ تمامی موارد زیر مزایای گرادیان های با قابلیت بالا شمرده می شوند به جز:

(الف) اسکن سریع تر

(ب) FOV کوچکتر بدون ناشدگی

(ج) کاهش جابجایی شیمیایی

(د) تصویربرداری دیفیوژن

جواب : گزینه ج

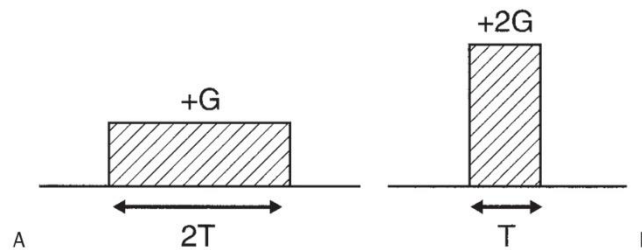
۳-۴ دو گرادیان با پروفایل متفاوت اما مساحت یکسان طبق شکل زیر، در کدام حالت تاثیر یکسانی خواهند داشت (یعنی تاثیرات فاز یسکان):

الف) اسپین های ثابت

ب) اسپین های جاری

ج) هردو

د) هیچکدام



گرادیان شکل A نصف مقدار گرادیان شکل B را دارد اما دوره تناوب آن دو برابر است. پس این دو گرادیان هر دو مساحت های برابری دارند (مساحت هاشور زده). از هر دوی آنها برای اسپین های ثابت نتیجه یکسانی به دست می آید (مثلا جابجایی فاز) اما گرادیان دوم دو برابر سریع تر است و زمان تاخیر اکو TE را کاهش می دهد.

جواب : گزینه الف

سوالات فصل ۳۱: تنوع تکنیک های MRI

درست یا نادرست:

۱-۳۱ پالس مهیا سازی در هر توالی پالس MRI مورد نیاز است. (نادرست)

پالس مهیا سازی به طور موقت قبل از سه عنصر اصلی: پالس $RF 180^0$, پالس اشباع چربی یا اشباع شیمیائی (معمولا پالس $RF 90^0$) و پالس های انتقال مغناطش MT می آید اما یک عنصر اختیاری است. همچنین اگر پالس مهیاسازی در یک توالی استفاده شود همانند یک پالس اصلی نقش بسیار مهمی در ظاهر شدن تصویر ایفا خواهد کرد.

۲-۳۱ یک پالس مهیاسازی 180^0 می تواند به دنبال توالی GRE بیاید. (درست)۳-۳۱ پالس متمرکزکننده 180^0 در یک توالی GRE بکار می رود. (نادرست)

چون از یک زاویه چرخش کوچک FA در GRE استفاده می کنیم، مولفه مغناطش در محور طولی در نصف زمان اکو بزرگ خواهد بود و همچنین اگر یک پالس 180^0 اعمال کنیم، موجب ناهمفازی در صفحه $X-Y$ می شود که خود موجب خواهد شد MZ به جهت جنوب معکوس گردد و برای بازیافت این بردار معکوس شده به جهت شمال نیاز به یک TR طولانی است و واضح است در مورد GRE اینگونه نمی تواند باشد.

۴-۳۱ کدامیک از توالی های زیر فاقد کاربرد می باشد؟

الف) MT , $RF 90^0$, پالس متمرکزکننده 180^0 , قرائت خروجی تک تصویرب) اشباع چربی, $RF 90^0$, پالس متمرکزکننده 180^0 , قرائت خروجی چند مرحله ای (قطعه قطعه ای)ج) پالس معکوس 180^0 , RF کوچکتر از 90^0 , گرادیان متمرکزکننده, قرائت خروجی تک مرحله اید) نبودن پالس مهیاسازی, $RF 90^0$, پالس متمرکزکننده 180^0 , قرائت خروجی چند مرحله ای

ه) هیچکدام از موارد بالا بلکه همگی مفید هستند.

جواب: گزینه ه

۵-۳۱ خروجی های چندگانه از نوع تک مرحله ای یا می توانند براساس تکنیک FSE باشند یا براساس تکنیک EPI . (درست)