

به نام خدا

دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

دانشکده پیراپزشکی

طرح درس: فیزیک تصویر برداری تشدید مغناطیسی (MRI)

مدرس: دکتر احسان خدامرادی  
تعداد و نوع واحد: 2 واحد نظری  
درس پیش نیاز: -  
زمان ارائه درس: چهارشنبه 8-10  
ترم و سال تحصیلی: نیمسال اول 95-96  
مخاطبان: دانشجویان ترم 5 کارشناسی رادیولوژی  
زمان پاسخگویی به سوالات فراگیر: چهارشنبه 13-14

هدف کلی: آشنایی با ساختمان و اصول فیزیکی حاکم بر کارکرد سیستم های تصویربرداری MRI

اهداف کلی جلسات نظری:

جلسه اول: آشنایی با اصول و مبانی فیزیک MRI

جلسه دوم: آشنایی با پالس های RF و مفهوم تشدید مغناطیسی از دیدگاه کوانتومی و کلاسیک، زمانهای آسایش در MRI

جلسه سوم: آشنایی با مفاهیم زمان تکرار TR و زمان تاخیر اکو TE، کنتراست بافت و برخی کاربردهای کلینیکی آن

جلسه چهارم: آشنایی با توالی پالس

جلسه پنجم: آشنایی با مفاهیم انتخاب برش، کد گذاری فرکانس و فاز

جلسه ششم: آشنایی با مفاهیم اولیه پردازش تصویر

جلسه هفتم: آشنایی با فضای اطلاعات و فضای K و میدان FOV

جلسه هشتم: پارامترهای تصویر برداری و بهینه سازی تصویر

جلسه نهم: آشنایی با آرتیفکت های تصویر در MRI

جلسه دهم: آشنایی با تکنیک اسپین اکوی سریع

جلسه یازدهم: آشنایی با اصول پایه ای و تکنیک های سریع گرادیان اکو

جلسه دوازدهم: آشنایی با تکنیک تصویربرداری اکوی صفحه ای

جلسه سیزدهم: آشنایی با تکنیک فرونشانی بافت

جلسه چهاردهم: آشنایی با پدیده جریان

جلسه پانزدهم: آشنایی با آنژیوگرافی MR (به صورت مجازی)

جلسه شانزدهم: آشنایی با گرادینهای قابلیت بالا

جلسه هفدهم: تصویربرداری رزونانس مغناطیسی در قلب

اهداف ویژه رفتاری به تفکیک اهداف کلی هر جلسه:

جلسه اول: آشنایی با اصول و مبانی فیزیک MRI

دانشجو قادر باشد:

1. خصوصیات امواج الکترومغناطیسی را برشمارد و حیطه فرکانسی مورد استفاده در MRI را بیان کند.
2. مفاهیم اسپین، NMR، عدد کوانتومی اسپینی، حالت های انرژی هسته، گشتاور دوقطبی مغناطیسی ( عوامل موثر بر آن) و مغناطش طولی را تشریح کند و بر مبنای آنها توضیح دهد که در MRI از چه هسته هایی بیشتر استفاده می شود و چرا؟
3. پذیرفتاری مغناطیسی و نفوذ پذیری مغناطیسی را تعریف کند و انواع مواد با پذیرفتاری مغناطیسی مختلف و اهمیت هر کدام در MRI را تشریح کند.
4. رفتار گشتاور دوقطبی مغناطیسی در میدان مغناطیسی را تشریح کند و عوامل موثر بر رفتار آن را توضیح دهد.
5. انواع مگنت ها و کوئل ها مورد استفاده در MRI را نام ببرد.
6. اساس کلی تصویربرداری MRI را به طور خلاصه تشریح کند.

جلسه دوم: آشنایی با پالس های RF و مفهوم تشدید مغناطیسی از دیدگاه کوانتومی و کلاسیک، زمانهای آسایش در MRI

دانشجو قادر باشد:

1. رفتار بردار مغناطش را در میدان مغناطیسی در حضور و عدم حضور پالس RF تشریح کند.
2. مفهوم تشدید را تشریح کند و شرط وقوع این پدیده در MRI را (از دیدگاه کوانتومی و کلاسیک) توضیح دهد.
3. پالس های معمول مورد استفاده در MRI را نام ببرد و در مورد تفاوت آنها توضیح دهد.
4. مفاهیم زاویه چرخش، و زاویه چرخش جزئی را بیان کند.
5. مفاهیم زمان آسایش  $T_1$ ،  $T_2$  و  $T_2^*$  را تشریح کند و عوامل موثر بر آن را نام ببرد.
6. مفهوم فروپاشی القای آزاد را تشریح کند.

جلسه سوم: آشنایی با مفاهیم زمان تکرار TR و زمان تاخیر اکو TE، کنتراست بافت و برخی کاربردهای کلینیکی آن

دانشجو قادر باشد:

1. چگونگی تنظیم کردن زمان تکرار (TR) و زمان تاخیر اکو (TE) برای تغییر وزن  $T_1$  و  $T_2$  تصاویر MRI در کلینیک (با استفاده از روابط ریاضی مربوطه) را تجزیه تحلیل کند.
2. زمان آسایش  $T_1$  و  $T_2$  آب، جامدات، چربی و مواد پروتئینی را با هم مقایسه و تفسیر کند.
3. منحنی های بازیافت و و فروپاشی ماده سفید مغز و خاکستری و مایع مغزی نخاعی را رسم کند و شدت سیگنال هر بافت را با انتخاب مقادیر TE و TR شرح دهد.

جلسه چهارم: آشنایی با توالی پالس

دانشجو قادر باشد:

1. توالی پالس را تعریف کند و سه نوع توالی پالس در MRI را نام ببرد.
2. مفهوم اشباع را توضیح دهد و توالی پالس اشباع جزئی را توصیف کند.
3. توالی بازیافت اشباع را توصیف کند.
4. توالی بازیافت معکوس را توصیف کند و با توجه به روابط ریاضی مربوطه، کاربرد کلینیکی آن را تشریح کند.
5. توالی پالس اسپین اکو را تشریح نماید.

جلسه پنجم: تشکیل تصویر: آشنایی با مفاهیم انتخاب برش، کد گذاری فرکانس و فاز

دانشجو قادر باشد:

1. چگونگی انتخاب تنظیم ضخامت را تشریح کند.
2. چگونگی انتخاب یک برش را تشریح کند.
3. چگونگی تنظیم ضخامت برش انتخاب شده را به دو روش تغییر پهنای باند پالس و تغییر گرادیان انتخاب برش تشریح کند.
4. چگونگی تعیین اطلاعات فضایی مربوط به برش انتخاب شده را توضیح دهد.

جلسه ششم: آشنایی با مفاهیم اولیه پردازش تصویر

دانشجو قادر باشد:

1. مفهوم تبدیل فوریه را تشریح کند.
2. مفهوم تبدیل آنالوگ به دیجیتال و نمونه برداری از سیگنال را بیان کند.
3. تئوری نایکوئیست و اهمیت آن در بازسازی سیگنال را با نوشتن روابط ریاضی مربوطه تشریح کند.
4. ارتباط سیگنال به نویز، پهنای باند، حجم مورد پوشش، فاصله و زمان نمونه برداری در MRI را بیان تحلیل کند.

5. رابطه میدان دید FOV، پهنای باند و گرادیناها را تشریح کند.

### جلسه هفتم: فضای اطلاعات، فضای K و انتخاب میدان FOV

دانشجو قادر باشد:

1. فضای اطلاعات و فضای k را تعریف کند.
2. ویژگیهای فضای k از جمله مرکز، تصویر و لبه فضای k را تشریح نماید.
3. رابطه بین مرکز فضای k و مرکز تصویر را تفسیر کند.
4. در مورد محدودیت های اپراتور را برای انتخاب میدان دید FOV بحث کند.

جلسه هشتم: آشنایی با پارامترهای تصویر برداری و بهینه سازی تصویر

دانشجو قادر باشد:

1. پارامترهایی اولیه و ثانویه را که اپراتور می تواند در MRI می تواند تنظیم کند را نام ببرد.
2. در مورد چگونگی تاثیر این پارامترها بر کیفیت تصویر با نوشتن روابط ریاضی بحث کند.
3. مصالحه ها Trade off های موجود در تعیین پارامترهای موثر بر کیفیت تصویر را توضیح دهد.

جلسه نهم: آشنایی با آرتیفکت های تصویر در MRI

دانشجو قادر باشد:

1. آرتیفکت های پردازش تصویر را نام ببرد و در مورد آن توضیح دهید.
2. آرتیفکت های مربوط به بیمار را نام ببرد و در مورد هر یک توضیح دهد.
3. آرتیفکت های مربوط به سیگنال RF را نام ببرد و در مورد هر یک توضیح دهد.
4. آرتیفکت های مربوط به گرادینا را نام ببرد و در مورد هر یک توضیح دهد.
5. آرتیفکت های مربوط به جریان، میدان مغناطیسی خارجی، خطاهای اطلاعات، پذیرفتاری مغناطیسی را توضیح دهد.

جلسه دهم: آشنایی با تکنیک اسپین اکوی سریع

دانشجو قادر باشد:

1. تفاوت های اساسی بین اسپین اکوی معمولی و سریع را بیان کند و ایده اصلی اسپین اکوی سریع را توضیح دهد.
2. اصطلاحات طول سری و فاصله اکو را تعریف کند و ارتباط این کمیت ها با زمان اسکن و ناحیه تصویربرداری در اسپین اکوی سریع را تشریح کند.

3. فواید اسپین اکوی سریع را لیست کند.
4. در مورد تکنیک تصویربرداری اکوی دوتایی در اسپین اکوی سریع توضیح دهد.

جلسه یازدهم: آشنایی با اصول پایه ای و تکنیک های سریع گرادیان اکو

دانشجو قادر باشد:

1. در مورد تکنیک سریع گرادیان اکو توضیح دهد و هدف اصلی این تکنیک را بیان کند.
2. تفاوت های تکنیک گرادیان اکو و اسپین اکوی سریع را تشریح کند.
3. کاربردهای تکنیک گرادیان اکوی سریع را شرح دهد.
4. رابطه ریاضی محاسبه زمان تکنیک گرادیان اکوی سریع را بیان کند.
5. تکنیک های شناخته شده گرادیان اکو را لیست کند. به طور خلاصه در مورد هر یک توضیح دهد.

جلسه دوازدهم: آشنایی با تکنیک تصویربرداری اکوی صفحه ای

دانشجو قادر باشد:

1. ایده و برتری اصلی تکنیک تصویربرداری اکوی صفحه ای با سایر تکنیک های دیگر را بیان کند.
2. انواع تکنیک های تصویربرداری اکوی صفحه ای را نام ببرد و در مورد هر یک توضیح دهد.
3. نمودار توالی پالس در تصویربرداری اکوی صفحه ای و خط سیر داخل فضای  $k$  در آن را توضیح دهد.
4. انواع آرتیفکت های تکنیک تصویربرداری اکوی صفحه ای را نام ببرد و در مورد هر یک مختصراً توضیح دهد.
5. اساس تصویربرداری دیفیوژن، پرفیوژن و تانسوری دیفیوژن را توضیح دهد.
6. کاربردهای کلینیکی تصویربرداری اکوی صفحه ای را شرح دهد.

جلسه سیزدهم: آشنایی با تکنیک فرونشانی بافت

دانشجو قادر باشد:

1. هدف از تکنیک های فرونشانی در MR را بیان کند.
2. انواع تکنیک بازیافت معکوس را نام ببرد و TI لازم برای حذف یک بافت را تعیین کند.
3. در مورد تکنیک اشباع کنندگی شیمیایی (طیفی) توضیح دهد.
4. در مورد شابع کنندگی فضایی و ویژگیهای آن توضیح دهد.
5. مزایا و معایب تکنیک های فوق را فهرست کند و آنها را با هم مقایسه کند.

جلسه چهاردهم: آشنایی با پدیده جریان

دانشجو قادر باشد:

1. انواع جریان های خون را نام ببرد و در مورد هر یک به اختصار توضیح دهد.
2. در مورد اثر زمان پرواز بر روی سیگنال در MRI بحث کند.
3. در مورد اثر تغییرات فاز وابسته به حرکت بر روی سیگنال در MRI بحث کند.
4. دلایل افزایش و کاهش سیگنال داخل عروقی را شرح دهد.
5. پدیده تشدید سیگنال مربوط به جریان (FRE) را تشریح کند و توضیح دهد چرا آن را پدیده ورودی می نامند.
6. در مورد علت روشن بودن جریان خون در تصاویر GRE توضیح دهد.
7. در مورد خنثی سازی ممان گرادیان توضیح دهد.

جلسه پانزدهم: آشنایی با آنژیوگرافی MR (به صورت مجازی)

دانشجو قادر باشد:

1. تکنیک های اصلی آنژیوگرافی MR را نام ببرد و در مورد اساس هر یک توضیح دهد.
2. کدگذاری سرعت در آنژیوگرافی MR را توضیح دهد.
3. در مورد الگوریتم MIP در آنژیوگرافی MR توضیح دهد.
4. روشهای تقیلیل اثرات اشباع کنندگی در آنژیوگرافی MR را توضیح دهد.

جلسه شانزدهم:

دانشجو قادر باشد: آشنایی با گرادیانهای قابلیت بالا

1. لزوم به کارگیری گرادیانهای قابلیت بالا در MRI را توضیح دهد.
2. رابطه ریاضی به دست آوردن آهنگ افزایش گرادیان در زمان را بیان کند در مورد آن توضیح دهد.
3. شرایط لازم برای یک گرادیان با قابلیت بالا را تشریح کند.
4. مزایای گرادیانهای با قدرت بالا را فهرست کند و در مورد هر یک توضیح دهد.

جلسه هفدهم: تصویربرداری رزونانس مغناطیسی در قلب

دانشجو قادر باشد:

1. در مورد پیچیدگی های تصویربرداری رزونانس مغناطیسی در قلب و مشکل اصلی آن و راه حل آن توضیح دهد.
2. تکنیک دریچه ECG آینده نگر و گذشته نگر را با هم مقایسه کند.
3. تصویربرداری ساکن و دینامیکی قلبی را با توجه به ویژگیهای کلی آن با هم مقایسه کند.
4. کاربردهای کلینیکی و توالی پالس مربوطه در تصویربرداری قلبی را شرح دهد.

منابع :

1. Ray Hashman Hashemi, William G. Bradley Jr. FACR , Christopher J. Lisanti MD Col (ret) USAF MC S (Author)MRI: The Basics. Third Edition. Lippincott Williams & Wilkins, 2010.
2. Catherine Westbrook, Carolyn Kaut Roth. MRI in Practice. John Wiley & Sons, Fourth Edition. 2011.
3. Dominik Weishaupt, Victor D. Köchli, Borut. How does MRI work? An Introduction to the Physics and Function of Magnetic Resonance Imaging. First Edition. Springer Science & Business Media. 2013.
4. <http://www.simplyphysics.com/>

روش تدریس : سخنرانی و پرسش و پاسخ همراه با بحث گروهی  
رسانه های کمک آموزشی: ویدئو پروژکتور، پاورپوینت ، سایت های آموزشی اینترنتی  
سنجش و ارزیابی:

یک آزمون میان ترم به صورت تشریحی - آزمون پایان ترم به صورت تست های چهار گزینه ای

آزمون	روش	سهم از نمره کل (درصد)	تاریخ	ساعت
کوئیز	شفاهی	2نمره (10 درصد)	هر جلسه قبل از آغاز بحث	چهارشنبه ها ساعت 8-10
آزمون میان دوره	کتبی- تشریحی	6نمره (30درصد)	چهارشنبه -آبان	13-14
آزمون پایان ترم	کتبی-4گزینه ای	10 نمره (50 درصد)		
تکالیف دانشجوی	ارائه تحقیق و مقاله	1 نمره ( 5 درصد)	تا جلسه آخر دوره	---
حضور در کلاس	شرکت فعال در بحث گروهی- حضور فیزیکی در کلاس	1 نمره ( 5 درصد)	حضور فیزیکی حداقل در 7جلسه	چهارشنبه 8-10

مخاطبان : دانشجویان ترم 5 کارشناسی رادیولوژی

زمان ارائه درس: چهارشنبه 8-10

برنامه زمانبندی :

ردیف	شماره جلسه	موضوع	مدرس	تجهیزات آموزشی مورد نیاز	تاریخ
1	جلسه اول	آشنایی با اصول فیزیک MRI	دکتر احسان خدامرادی	ویدئو پروژکتور- کامپیوتر-وایت برد	1395/6/24
2	جلسه دوم	آشنایی با پالس های RF و مفهوم تشدید مغناطیسی از دیدگاه کوانتومی و کلاسیک، زمانهای آسایش در MRI	دکتر احسان خدامرادی	ویدئو پروژکتور- کامپیوتر-وایت برد	1395/6/ 31

1395/7/7	ویدیو پروژکتور- کامپیوتر- وایت برد	دکتر احسان خدامرادی	آشنایی با مفاهیم زمان تکرار TR و زمان تاخیر اکو TE ، کنتراست بافت و برخی کاربردهای کلینیکی آن	جلسه سوم	3
1395/7/14	ویدیو پروژکتور- کامپیوتر- وایت برد	دکتر احسان خدامرادی	آشنایی با توالی پالس	جلسه چهارم	4
1395/7/21	ویدیو پروژکتور- کامپیوتر- وایت برد	دکتر احسان خدامرادی	آشنایی با مفاهیم انتخاب برش، کد گذاری فرکانس و فاز	جلسه پنجم	5
1395/8/28	ویدیو پروژکتور- کامپیوتر- وایت برد	دکتر احسان خدامرادی	آشنایی با مفاهیم اولیه پردازش تصویر	جلسه ششم	6
1395/8/5	ویدیو پروژکتور- کامپیوتر- وایت برد	دکتر احسان خدامرادی	آشنایی با فضای اطلاعات و فضای K و میدان FOV	جلسه هفتم	7
1395/8/12	ویدیو پروژکتور- کامپیوتر- وایت برد	دکتر احسان خدامرادی	پارامترهای تصویر برداری و بهینه سازی تصویر	جلسه هشتم	8
1395/8/19	ویدیو پروژکتور- کامپیوتر- وایت برد	دکتر احسان خدامرادی	آشنایی با آرتیفکت های تصویر در MRI	جلسه نهم	9
1395/8/26	ویدیو پروژکتور- کامپیوتر- وایت برد	دکتر احسان خدامرادی	آشنایی با تکنیک اسپین اکوی سریع	جلسه دهم	10
1395/9/3	ویدیو پروژکتور- کامپیوتر- وایت برد	دکتر احسان خدامرادی	آشنایی با اصول پایه ای و تکنیک های سریع گرادیان اکو	جلسه یازدهم	11
1395/9/10	ویدیو پروژکتور- کامپیوتر- وایت برد	دکتر احسان خدامرادی	آشنایی با تکنیک تصویربرداری اکوی صفحه ای	جلسه دوازدهم	12
1395/9/17	ویدیو پروژکتور- کامپیوتر- وایت برد	دکتر احسان خدامرادی	آشنایی با تکنیک فرونشانی بافت	جلسه سیزدهم	13
1395/9/24	ویدیو پروژکتور- کامپیوتر- وایت برد	دکتر احسان خدامرادی	آشنایی با پدیده جریان	جلسه چهاردهم	14
1395/10/1	ویدیو پروژکتور- کامپیوتر- وایت برد	دکتر احسان خدامرادی	آشنایی با آنژیوگرافی MR (به صورت مجازی)	جلسه پانزدهم	15
1395/10/8	ویدیو پروژکتور- کامپیوتر- وایت برد	دکتر احسان خدامرادی	آشنایی با گرادیانهای قابلیت بالا	جلسه شانزدهم	16
1395/10/15	ویدیو پروژکتور- کامپیوتر- وایت برد	دکتر احسان خدامرادی	تصویربرداری رزونانس مغناطیسی در قلب	جلسه هفدهم	17

در مورد بخش عملی دانشجو در بخش MRI با تکنیک ها و پروتکل های در بخش MRI بیمارستان آشنا خواهد شد.



