



تاریخ بازنگری: ۹۸/۰۶/۲۳

(برای یک جلسه از درس، برای مثال ۲ ساعت از کلاس درس در یک هفته)

دانشکده: پیراپزشکی

گروه آموزشی: رادیولوژی

مقطع و رشته‌ی تحصیلی: کارشناسی ارشد تصویربرداری پزشکی

نام درس: تصویربرداری ترکیبی	تعداد واحد: ۲	نوع واحد: نظری + عملی (۱/۵ واحد نظری + ۰/۵ واحد عملی)
پیش نیاز: فیزیک تصویربرداری MRI، فیزیک تصویربرداری CT، فیزیک تصویربرداری پزشکی هسته‌ای	زمان برگزاری کلاس: روز: دوشنبه	مکان برگزاری: کلاس کارشناسی ارشد
تعداد دانشجویان:	مسئول درس: دکتر داود خضولو	مدرسین (به ترتیب حروف الفبا):

شرح درس: (لطفاً شرح دهید)

هیچ یک از روشهای تصویربرداری پزشکی کامل و بی نقص نبوده بلکه هر کدام دارای برتریها و ضعف هایی نسبت به همدیگر هستند که با ترکیب تصاویر روشهای مختلف تصویربرداری با هم قدرت تشخیص و متعاقبا حساسیت و ویژگی سیستم بالا خواهد رفت. در حال حاضر یکی از مهمترین روشهای بالینی تصویربرداری ترکیبی، تصویربرداری PET/CT است که بصورت تجاری از سال ۲۰۰۱ در کلینیک ها مورد استفاده قرار گرفته است. در این تکنیک تصاویر متابولیکی PET با تصاویر آناتومیک ترکیب شده و به پزشک اطلاعات همزمان عملکردی مولکولی و آناتومیک ارائه می دهند. یک دهه بعد از ساخت PET/CT روش تصویربرداری ترکیبی PET/MRI نیز معرفی شد که هم اینک سیستم یکپارچه آنها نیز در کلینیکها قابل دسترس می باشد. روش SPECT/CT نیز برای تصویربرداری قلب و پرتودرمانی در برخی مراکز استفاده می شود که نسبت به SPECT تنها اطلاعات آناتومیک کاملی به پزشک ارائه می دهد.

در این درس ابتدا روش تصویربرداری PET بطور کامل بررسی شده سپس چالشها، معایب و مزایای ترکیب تصاویر PET با تصاویر MRI و CT تحلیل خواهد شد. اخیرا با معرفی نانوذرات کنتراست زا با کاربرد چندجانبه استفاده همزمان از تصویربرداری های مختلف نیز در حال توسعه است. .

هدف کلی:

تسلط بر مباحث مرتبط با تصویربرداری ترکیبی و کاربردهای آنها

منابع اصلی:

- 1- **PET-CT and PET-MRI in Oncology. By: Peller, Patrick, Subramaniam, Rathan, Guermazi, Ali**
- 2- **Principles and Practice of PET and PET/CT , By : Richard Wahl, Robert Beanlands**

نحوه ارزشیابی:

امتحان کتبی ۷۰٪ - میان ترم ۲۰٪ - حضور فعال در کلاس ۱۰٪



اهداف رفتاری جلسه اول:

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود:

- اهمیت تصویربرداری متابولیک را ذکر نماید. (هدف شناختی)
- روشهای تصویربرداری مولکولی را فهرست کند. (هدف شناختی)
- روشهای ساخت ایزوتوپ پرتوزا را توضیح دهد. (هدف شناختی)
-

جدول زمان بندی ارائه‌ی مطالب

ارزشیابی	حیطه هدف	شیوه‌ی تدریس	رئوس مطالب	موضوع درس	جلسه ۱ مدت
پرسش و پاسخ	شناختی	وایت برد- اسلاید	۱- تعریف تصویربرداری ترکیبی- تصویربرداری مولکولی ۲- روشهای مختلف تصویربرداری مولکولی ۳- ملزومات پزشکی هسته ای شامل: -Molecular Chemistry - Molecular Biology - Molecular Physics ۴- روشهای مختلف ساخت و فراوری ایزوتوپهای پرتوزا	مفهوم تصویربرداری ترکیبی	۹۰

اهداف رفتاری جلسه دوم:

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود:

- اهمیت سیکلوترون را ذکر نماید. (هدف شناختی)
- قسمت‌های مختلف یک سیکلوترون را فهرست کند. (هدف شناختی)
- کارکرد قسمت‌های مختلف سیکلوترون را توضیح دهد. (هدف شناختی)
- معادله تولید ایزوتوپ پوزیترون را تجزیه و تحلیل کند. (هدف شناختی)

جدول زمان بندی ارائه‌ی مطالب

ارزشیابی	حیطه هدف	شیوه‌ی تدریس	رئوس مطالب	موضوع درس	جلسه ۲ زمان
پرسش و پاسخ	شناختی	وایت برد- اسلاید	- روش کار سیکلوترون - قسمت‌های مختلف سیکلوترون - ویژگی ایزوتوپهای پوزیترون زا - ویژگیهای فیزیکی پوزیترون- معادله واپاشی - هسته های ناپایدار پوزیترون زا - واقعه فنا پوزیترون و محصولات نهایی	سیکلوترون و روش تولید ایزوتوپ پوزیترون زا	۹۰



اهداف رفتاری جلسه سوم:

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود:

- قسمتهای مختلف یک دستگاه PET را ذکر نماید. (هدف شناختی)
- انواع همزمانی را فهرست کند. (هدف شناختی)
- انواع همزمانی را توضیح دهد. (هدف شناختی)
- شرط ثبت واقعه فنا برای ثبت تصویر را تجزیه و تحلیل کند. (هدف شناختی)

جدول زمان بندی ارائه‌ی مطالب

ارزشیابی	حیطه هدف	شیوه‌ی تدریس	رئوس مطالب	موضوع درس	جلسه ۳ مدت
پرسش و پاسخ	شناختی	وایت برد- اسلاید	-ردیابی پرتوهای گامای ناشی از واقعه فنا -دیاگرام ساده یک دستگاه PET -شرط ثبت واقعه فنا برای ثبت تصویر - انواع همزمانی ها در تصویربرداری PET	مفاهیم اولیه تصویربرداری PET	۹۰

اهداف رفتاری جلسه چهارم:

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود:

- مکانیزم تصویربرداری PET را ذکر نماید. (هدف شناختی)
- همزمانی های PET را فهرست کند. (هدف شناختی)
- نقش هر یک از وقایع همزمان را در تشکیل تصویر PET را توضیح دهد. (هدف شناختی)

جدول زمان بندی ارائه‌ی مطالب

ارزشیابی	حیطه هدف	شیوه‌ی تدریس	رئوس مطالب	موضوع درس	جلسه ۴ زمان
پرسش و پاسخ	شناختی	وایت برد- اسلاید	همزمانی True همزمانی Scatter همزمانی Random	تحلیل همزمانی وقایع در PET	۹۰



اهداف رفتاری جلسه پنجم:

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود:

- اهمیت دتکتورهای دستگاه PET را ذکر نماید. (هدف شناختی)
- ویژگی های کریستال ایده آل برای PET را توضیح دهد. (هدف شناختی)
- نقش هر یک از ویژگی ها را در تصویر PET را تجزیه و تحلیل کند. (هدف شناختی)

جدول زمان بندی ارائه ی مطالب

ارزشیابی	حیطه هدف	شیوه ی تدریس	رئوس مطالب	موضوع درس	جلسه ۵ زمان
پرسش و پاسخ	شناختی	وایت برد-اسلاید	ویژگی های دتکتورهای PET شامل: -اندازه کریستال -عدد اتمی و چگالی کریستال -رزولوشن انرژی کریستال -زمان مرده کریستال -بهره سنتیلاسیون کریستال	دتکتورهای دستگاه PET	۹۰

اهداف رفتاری جلسه ششم:

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود:

- تکنولوژی ثبت تصویر را ذکر نماید. (هدف شناختی)
- مکانیزم Block Detector را توضیح دهد. (هدف شناختی)
- روش مکانیابی برخورد فوتون به Block Detector را تجزیه و تحلیل کند. (هدف شناختی)

جدول زمان بندی ارائه ی مطالب

ارزشیابی	حیطه هدف	شیوه ی تدریس	رئوس مطالب	موضوع درس	جلسه ۶ زمان
پرسش و پاسخ	شناختی	وایت برد-اسلاید	Block Detector in PET و روش تعیین موقعیت در PET	چینش فضایی دتکتورهای PET	۹۰



اهداف رفتاری جلسه هفتم:

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود:

- اهمیت بررسی طیف پرتوی گاما در دکتورهای سنتیلاسیون را ذکر نماید. (هدف شناختی)
- پیک های مهم طیف پرتوی گاما را فهرست کند. (هدف شناختی)
- علت تولید پیک های مختلف حاصل در طیف را توضیح دهد. (هدف شناختی)
- علت پهن شدگی فتوپیک را تجزیه و تحلیل کند. (هدف شناختی)

جدول زمان بندی ارائه ی مطالب

ارزشیابی	حیطه هدف	شیوه ی تدریس	رئوس مطالب	موضوع درس	جلسه ۷ مدت
پرسش و پاسخ	شناختی	وایت برد- اسلاید	تحلیل شکل توزیع طیف ثبت شده در آشکارسازهای سنتیلاسیونی عوامل پهن شدگی فتوپیک	اصول طیف سنجی پرتوی X و گاما بوسیله کریستال سنتیلاسیون	۹۰

اهداف رفتاری جلسه هشتم:

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود:

- پارامترهای کیفیت تصویر PET را ذکر نماید. (هدف شناختی)
- عوامل موثر بر روی پارامترهای کیفیت تصویر را فهرست کند. (هدف شناختی)
- نقش عوامل موثر بر روی کیفیت تصویر را توضیح دهد. (هدف شناختی)

جدول زمان بندی ارائه ی مطالب

ارزشیابی	حیطه هدف	شیوه ی تدریس	رئوس مطالب	موضوع درس	جلسه ۸ مدت
پرسش و پاسخ	شناختی	وایت برد- اسلاید	-رزولوشن فضایی PET -حساسیت PET -Noise Equivalent Count Rate- -تصویر ۲D و ۳D و ویژگی هر کدام از تصاویر	عملکرد PET و Data Collection	۹۰



اهداف رفتاری جلسه نهم:

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود:

- اهمیت مبحث تصحیح داده ها در PET را ذکر نماید. (هدف شناختی)
- انواع مختلف تصحیحات مورد نیاز در PET را فهرست کند. (هدف شناختی)
- تصحیح مربوط به وقایع همزمان Random را توضیح دهد. (هدف شناختی)

جدول زمان بندی ارائه‌ی مطالب

ارزشیابی	حیطه هدف	شیوه‌ی تدریس	رئوس مطالب	موضوع درس	جلسه ۹ مدت
پرسش و پاسخ	شناختی	وایست برد- اسلاید	-اهمیت تصحیح داده ها در پزشکی هسته ای -تصحیح همزمانی Random و روشهای مختلف - تصحیح Time-of-Flight	تصحیح داده ها در PET (قسمت اول)	۹۰

اهداف رفتاری جلسه دهم:

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود:

- اهمیت تصحیح تضعیف را ذکر نماید. (هدف شناختی)
- روشهای مختلف تصحیح تضعیف را فهرست کند. (هدف شناختی)
- روشهای مختلف تصحیح تضعیف را توضیح دهد. (هدف شناختی)
- روشهای مختلف energy mapping را تجزیه و تحلیل کند. (هدف شناختی)

جدول زمان بندی ارائه‌ی مطالب

ارزشیابی	حیطه هدف	شیوه‌ی تدریس	رئوس مطالب	موضوع درس	جلسه ۱۰ مدت
پرسش و پاسخ	شناختی	وایست برد- اسلاید	-اهمیت تصحیح تضعیف -روشهای مختلف تصحیح تضعیف -معایب و مزایای تصحیح تضعیف به روش CT -مراحل بهینه سازی تصاویر CT برای استفاده در تصحیح تضعیف -روش Energy Mapping برای رفع خطای ناشی از تفاوت انرژی PET و CT -ترکیب دستگاه PET با MRI و چگونگی اعمال تصحیح تضعیف در آن	تصحیح داده ها در PET (قسمت دوم)	۹۰



اهداف رفتاری جلسه یازدهم:

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود:

- اهمیت رادیوداروهای PET را ذکر نماید. (هدف شناختی)
- برخی رادیوداروهای مورد استفاده در PET را فهرست کند. (هدف شناختی)
- ویژگی های داروهای پر کاربرد در PET را توضیح دهد. (هدف شناختی)

جدول زمان بندی ارائه ی مطالب

ارزشیابی	حیطه هدف	شیوه ی تدریس	رئوس مطالب	موضوع درس	جلسه ۱۱ مدت
پرسش و پاسخ	شناختی	وایت برد- اسلاید	- واکنشهای هسته ای تولید ایزوتوپهای پوزیترون زا C, N, O, F - رادیوداروهای مارکر سنتز کلوگز - رادیوداروهای مارکر سنتز غشای - رادیوداروهای مارکر هایپوکسیک - رادیوداروهای مارکر سنتز پروتئین - داروهای کپی برداری DNA - مروری بر رادیوداروی FDG و رادیوداروهای بر پایه Non-FDG کنترل کیفی در پروسه آماده سازی رادیودارو برای تزریق	رادیوداروهای مهم در تصویربرداری PET و کنترل کیفی آنها	۹۰

اهداف رفتاری جلسه دوازدهم:

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود:

- اهمیت مبحث آرتیفکت و Pitfall در PET را ذکر نماید. (هدف شناختی)
- انواع Pitfall و آرتیفکت مرتبط با FDG را فهرست کند. (هدف شناختی)
- روشهای کاهش Pitfall و آرتیفکت مرتبط با FDG را توضیح دهد. (هدف شناختی)

جدول زمان بندی ارائه ی مطالب

ارزشیابی	حیطه هدف	شیوه ی تدریس	رئوس مطالب	موضوع درس	جلسه ۱۲ مدت زمان
پرسش و پاسخ	شناختی	وایت برد- اسلاید	تفاوت pitfall و Artifact انواع Pitfall و مکانیزم تولید هر کدام انواع آرتیفکتها و مکانیزم تولید آنها روشهای کاهش Pitfall و کاهش آرتیفکت	آرتیفکت و انواع Pitfall های داروهای بر پایه FDG	۹۰

اهداف رفتاری جلسه سیزدهم:

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود:



- اهمیت حفاظت از بیمار و کارکنان در مرکز تصویربرداری PET را ذکر نماید. (هدف شناختی)
- مناطق مختلف یک مرکز از لحاظ میزان آلودگی و میزان دوز بیمار و کارکنان را فهرست کند. (هدف شناختی)
- روشهای محاسبات حفاظ را توضیح دهد. (هدف شناختی)

جدول زمان بندی ارائه‌ی مطالب

ارزشیابی	حیطه هدف	شیوه‌ی تدریس	رئوس مطالب	موضوع درس	جلسه ۱۳ مدت
پرسش و پاسخ	شناختی	وایت برد- اسلاید	-تقسیم بندی مناطق یک مرکز تصویربرداری PET از لحاظ حفاظتی مقادیر دوز بیمار و کارکنان از CT و PET محاسبات ضخامت حفاظ برای تاسیس یک مرکز تصویربرداری PET	جنبه های حفاظتی در تصویربرداری PET	۹۰



اهداف رفتاری جلسه چهاردهم:

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود:

جدول زمان بندی ارائه ی مطالب

ارزشیابی	شیوه ی تدریس	رئوس مطالب	موضوع درس	جلسه ۱۴ مدت زمان (دقیقه)
	بیمارستان امام رضا- بخش پزشکی هسته ای PET scan -		عملی	

اهداف رفتاری جلسه پانزدهم:

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود:

- را ذکر نماید. (هدف شناختی)
- را فهرست کند. (هدف شناختی)
- را توضیح دهد. (هدف شناختی)
- را تجزیه و تحلیل کند. (هدف شناختی)

جدول زمان بندی ارائه ی مطالب

ارزشیابی	شیوه ی تدریس	رئوس مطالب	موضوع درس	جلسه ۱۵ مدت زمان (دقیقه)
	بیمارستان امام رضا- بخش پزشکی هسته ای PET scan -		عملی	



اهداف رفتاری جلسه شانزدهم:

در پایان درس از فراگیر انتظار می رود:

- را ذکر نماید. (هدف شناختی)
- را فهرست کند. (هدف شناختی)
- را توضیح دهد. (هدف شناختی)
- را تجزیه و تحلیل کند. (هدف شناختی)

جدول زمان بندی ارائه‌ی مطالب

ارزشیابی	شیوه‌ی تدریس	رئوس مطالب	موضوع درس	جلسه ۱۶
				مدت زمان (دقیقه)
	بیمارستان امام رضا- بخش پزشکی هسته ای - PET scan		عملی	