هر جا که هنر طبابت مورد علاقه باشد،
در آنجا علاقه به انسانیت نیز وجود دارد.
(بقراط)

سرشناسه : نفیسه باوقار، ۱۳۶۹
عنوان و نام پدیدآور : مجموعه سوالات بورد تخصصی پزشکی هسته‌ای ۱۳۹۹ ، نفیسه باوقار
مشخصات نشر : تهران : کاردیا، ۱۴۰۲.
مشخصات ظاهری : ۲۰۲ ص.: مصور (بخشی رنگی)؛ جدول (بخشی رنگی)، نمودار (بخشی رنگی).
شابک : ۲,۲۵۰,۰۰۰ ریال ۲ـ۸۰ـ۵۵۶۰ـ۶۲۲ـ۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی : فیپا
یادداشت : کتاب حاضر مجموعه سوالات بورد تخصصی ۱۳۹۹ به همراه پاسخ‌های تشریحی از کتاب‌های
– Physics and radiobiology of nuclear medicine 4th edition
– Fundamental of nuclear pharmacy 7th edition
– Clinical nuclear cardiology state of the art and future directions 4th edition
– Nuclear medicine and molecular imaging the requisites 5th edition
– PET and PET-CT a clinical guide Abass Alavi 3th edition

موضوع : Physics and radiobiology of nuclear medicine
موضوع : Fundamental of nuclear pharmacy
موضوع : Clinical nuclear cardiology state of the art and future directions
موضوع : Nuclear medicine and molecular imaging the requisites
موضوع : PET and PET-CT a clinical guide Abass Alavi
رده‌بندی کنگره :
رده‌بندی دیویی :
شماره کتابشناسی ملی :

مجموعه سوالات بورد تخصصی پزشکی هسته‌ای ۱۳۹۹
گردآوری و پاسخگویی به سوالات: نفیسه باوقار
ناشر: انتشارات کاردیا
صفحه‌آرا: رزیدنت‌یار
طراح و گرافیست: رزیدنت‌یار ـ مهراد فیضی

چاپ و لیتوگرافی: رزیدنت‌یار
نوبت چاپ: اول ۱۴۰۲
تیراژ: ۱۰۰ نسخه
شابک: ۲ـ۸۰ـ۵۵۶۰ـ۶۲۲ـ۹۷۸
بهاء: ۲۲۵,۰۰۰ تومان

آدرس: تهران میدان انقلاب ـ کارگرجنوبی ـ خیابان روانمهر ـ بن بست دولتشاهی پلاک ۱ واحد ۱۸
شماره تماس: ۶۶۴۱۹۵۲۰ – ۰۲۱

هر گونه کپی‌برداری از این اثر پیگرد قانونی دارد.

مجموعه سوالات بورد تخصصی
پزشکی هسته‌ای ۱۳۹۹

- **Physics and radiobiology of nuclear medicine**
- **Fundamental of nuclear pharmacy**
- **Clinical nuclear cardiology state of the art and future directions**
- **Nuclear medicine and molecular imaging the requisites**
- **PET and PET-CT a clinical guide Abass Alavi**

گردآوری و پاسخ‌دهی به سوالات

دکتر نفیسه باوقار

متخصص پزشکی هسته‌ای

سخن ناشر:

سپاس و ستایش شایستهٔ پروردگاری که کرامتش نامحدود و رحمتش بی‌پایان است. اوست که بشر را دانش بیاموخت و با قلم آشنا کرد. به انسان رخصت آن داد که علم را به خدمت گیرد و با قلم خود و رسم خطوط گویا آن را به دیگران نیز بیاموزد.

خدایا از شاکران درگاهت و حقیقت‌جویان راهت قرارم ده و یاری‌ام کن تا در آموختن نلغزم و آن‌چه را آموختم، به شایستگی عرضه کنم.

رزیدنت‌یار، حامی و پیشرو در نظام کمک آموزشی پزشکی کشور به سبک نوین و مطابق با آخرین پیشرفت‌های آموزشی در حیطه پزشکی با کادری مجرب و آشنا طی ۱۳ سال گذشته از منظر متخصصین همواره بهترین محصولات را ارائه و در دسترس مخاطبین خود قرار داده است.

اثر پیش رو با توجه به محتوی بسیار غنی در مبحث پزشکی هسته‌ای گردآوری شده و با استفاده از مفهومی نمودن مباحث و روان‌سازی توسط مؤلف محترم از منابع و رفرنس بوده و در روال گذر از گروه کنترل کیفیت رزیدنت‌یار با جمعی از اساتید رتبه A را به خود اختصاص داده است، امید است با مطالعه تمام مباحث پیش رو با یاری خداوند متعال پیروز و پایدار باشید.

مدیرمسئول انتشارات

با ما در تماس باشید:

۰۲۱ - ۸۸ ۹۴۵ ۲۰۸

۰۲۱ - ۸۸ ۹۴۵ ۲۱۶

آدرس الکترونیک مؤسسه رزیدنت‌یار:

www.residenttyar.com
info@residenttyar.com

در تلگرام با ما همراه باشید:

https://t.me/residenttyar

مقدمه مؤلف:

رشته پزشکی هسته‌ای یکی از رشته‌های جدید و با پایه‌های علمی قوی در بین رشته‌های تخصصی پزشکی می‌باشد. با توجه به پیشرفت روز افزون این علم و نتایج بسیار جالب و شگفت‌انگیز در مقالات و گایدلاین‌های جدید، پزشکان متخصص این رشته نیاز به مطالعه منابع بسیار گوناگون و به روز دارند.

این کتاب جهت تسهیل مطالعه همکاران عزیز برای امتحان ارتقاء و بورد تخصصی تدوین شده است و سعی شده است که پاسخ‌ها تا حد امکان کامل و جامع باشند.

بر خود لازم می‌دانم که از زحمات اساتید عزیز و گرانقدرم در دانشگاه علوم پزشکی ایران و بیمارستان شهید رجایی تشکر و قدردانی نمایم.

دکتر نفیسه باوقار

تقدیم به همسر عزیزم به خاطر تمام پشتیبانی‌ها و
حمایت‌های بی دریغش
و تقدیم به پدر بزرگوارم، مادر مهربانم و انیس و
امیرعلی بی‌نظیرم

فهرست

کتاب ها، گایدلاین ها، آرتیکل ها..... ۱۳
سوالات و پاسخنامه بورد تخصصی ۹۹..... ۱۷

کتاب ها، گایدلاین ها، آرتیکل ها

کتاب ها:

1- Physics and radiobiology of nuclear medicine fourth edition
2- Fundamental of nuclear pharmacy seventh edition
3- Clinical nuclear cardiology state of the art and future directions fourth edition
4- Nuclear medicine and molecular imaging the requisites 5th edition
5- PET and PET-CT a clinical guide Abass Alavi third edition

گایدلاین ها:

1- The EANM practice guideline for bone scintigraphy
2- EANM procedural guideline for radionuclide myocardial perfusion imaging with SPECT and SPECT-CT
3- EANM procedure guideline for PET brain imaging using 18F-FDG
4- EANM procedure guideline for brain perfusion SPECT using Tc-labeled radiopharmaceutical
5- Guideline for PET/CT imaging of neuroendocrine neoplasm with 68Ga-DOTA-conjugated somatostatin receptor targeting peptides and 18F-DOPA
6- EANM/SNMMI 2019 guidline for radionuclide imaging of pheochromocytoma and paraganglioma
7- Guideline on nuclear medicine imaging in neuroblastoma
8- The SNMMI and EANM procedural guideline for diuresis renography in infants and children
9- Guidelines for pediatric bone scanning with Tc-labeled radiopharmaceutical and 18f-fluride
10- Guidelines on Tc-DMSA scintigraphy in children
11- EANM procedure guideline for the treatment of liver cancer and liver metastases with intra-arterial radioactive components

12- SNMMI procedure standard/EANM practice guideline for diuretic renal scintigraphy in adults with suspected upper urinary tract obstruction
13- 68Ga-PSMA PET/CT: joint EANM and SNMMI procedure guideline for prostate cancer imaging
14- The EANM and SNMMI practice guideline for lymphoscintigraphy and sentinel node localization in breast cancer
15- European association of nuclear medicine and European academy of neurology recommendation for the use of brain 18F-FDG PET in neurodegenerative cognitive impairment and dementia
16- The joint IAEA, EANM, and SNMMI practice guideline on PRRNT in neuroendocrine tumors
17- EANM practice guideline for lymphoscintigraphy and sentinel lymph node biopsy in melanoma
18- ACCF/AHA/ASE/HFSA/HRS/SCAI/SCCT/SCMR/STS 2013 multimodality appropriate use criteria for the detection and risk assessment of stable ischemic heart disease
19- 2015 ATA for adult patients with thyroid nodules and DTC
20- ATA for children's with thyroid nodule and DTC
21- ATA for diagnosis and management of hyperthyroididsm and other causes of thyrotoxicosis
22- ATA for the diagnosis and management of thyroid disease during pregnancy and the postpartum
23- FDG PET/CT: EANM procedure guideline for tumor imaging
24- EANM procedure guideline for radionuclide therapy with 177Lu-labeled PSMA-ligands (177Lu-PSMA RLT)
25- EANM guideline for radionuclide therapy with radium-223 of metastatic castration-resistant prostate cancer
26- EANM practice guideline/SNMMI procedure standard for RAIU and thyroid scintigraphy
27- EANM guideline for ventilation/perfusion SPECT for diagnosis of pulmonary embolism and beyond
28- NANETS/SNMMI procedure standard for somatostatin receptor-based peptide receptor radionuclide therapy with 177Lu-DOTATATE
29- Clinical indication, image acquisition and data interpretation for white blood cells and anti-granolocyte monoclonal antibody scintigraphy
30- EANM guideline for radionuclide therapy of bone metastases with beta-emitting radionuclides

31- Consensus documents for the diagnosis of peripheral bone infection in adults
32- Consensus document for the diagnosis of prosthetic joint infections

آرتیکل ها:

1- Pearls and pitfalls in clinical interpretation of prostate-specific membrane antigen (PSMA)-targeted PET imaging
2- Current status of theranostic in prostate cancer
3- Third-line treatment and 177-Lu_PSMA radioligand therapy of metastatic castration-resistant prostate cancer
4- FDG-PET/CT imaging in large vessel vasculitis and polymyalgia rheumatica
5- Current concepts in 68Ga-DOTATATE imaging of neuroendocrine neoplasm
6- 18F-FDG in parkinsonism
7- Currently available radiopharmaceutical for imaging infection and the holy grail
8- Biliary leak in the postsurgical abdomen: A primer to HIDA scan interpretation
9- Radionuclide imaging of infection and inflammation in children
10- Nuclear medicine procedures in children: special consideration
11- Radioiodine therapy
12- Neuroblastoma: MIBG imaging and new tracer
13- Nuclear medicine in pediatric nephron-urology
14- Nuclear medicine imaging in pediatric infection or chronic inflammatory disease
15- Scintigraphic evaluation of gasteroesophagyeal reflux and pulmonary aspiration in children
16- Pitfalls and limitation of radionuclide and hybrid cardiac imaging
17- Cardiac PET perfusion: prognosis, risk stratification and clinical management
18- Myocardial viability: it is still alive
19- Altered biodistribution of radiopharmaceuticals used in bone scintigraphy
20- Pitfalls and limitation of SPECT, PET and therapeutic radiopharmaceutical
21- Gasterointestinal bleeding scintigraphy in the early 21st century
22- Consequences of radiopharmaceutical extravasation and therapeutic interventions: a systematic review
23- Bone SPECT-CT in the postoperative spine
24- SPECT-PET in epilepsy and clinical approach in evaluation
25- Pitfalls and limitation of PET-CT in brain imaging
26- 131I-MIBG theranostic in neuroblastoma
27- 131I-MIBG therapy of PCC and PGL

28- 177Lu-PSMA radioligand therapy for prostate cancer
29- V/Q scanning using SPECT and SPECT-CT
30- Transplanted kidney function evaluation
31- Pitfalls and limitation of radionuclide and hybrid imaging in infection and inflammation
32- Radionuclide imaging of osteomyelitis
33- Artifacts and incidental findings encountered on dual-energy X-ray absorptiometry
34- Pitfalls and limitation of radionuclide planar and hybrid bone imaging
35- Pitfalls and limitation of radionuclide imaging in endocrinology
36- PSMA ligands for PET imaging of prostate cancer
37- Repeatability of SUV in oncologic 18F-FDG PET
38- Response assessment criteria and their application in lymphoma: part 1
39- Response assessment criteria and their application in lymphoma: part 2
40- Pitfalls and artifacts in the use of PET/CT in oncologic imaging
41- Radiation safety in the treatment of patients with thyroid disease by radioiodine 131I
42- Effect of blood glucose level on SUV in 18F-FDG PET scan
43- PET and SPECT imaging in melanoma
44- Adverse events of diagnostic radiopharmaceutical
45- Update on serum glucose and metabolic management of clinical nuclear medicine status
46- PET-CT lung ventilation and perfusion scanning using Galligas and Gallium68-MAA

سؤالات و پاسخنامه

بورد تخصصی ۱۳۹۹

۱. جهت تزریق محصول کدام ژنراتور رادیودارویی به یک Infusion system ویژه نیاز است؟

الف) ^{62}Zn-^{62}Cu

ب) ^{82}Sr-^{82}Rb

ج) ^{90}Sr-^{90}Y

د) ^{68}Ge-^{68}Ga

پاسخ: ب

کتاب رادیوداروی ساها فصل ۴

به علت نیمه عمر اندک Rb (۷۶ s) هر ۱۵-۱۰ min می‌توان ژنراتور Sr-Rb را با yield حداکثر دوشید. Rb توسط یک سیستم انفوزیون برای تصویربرداری میوکارد در PET تزریق می‌شود.

به علت نیمه عمر اندک Rb، سیستم انفوزیون شامل یک cart در یک محفظه سربی است. کارت با چندین کنترل الکترونیک روی کنسول برای انتخاب سرعت جریان، دوز، حجم کلی و دوز محاسبه شده تجویزی تجهیز شده است.

۲. حد دوز (Dose Limit) پرتوگیری مجاز دریافتی یک نوزاد شیرخوار از مادری که رادیودارو دریافت کرده است تا چند msv می‌باشد؟

الف) ۰/۵ **ب) ۱**

ج) ۵ **د) ۱۰**

پاسخ: ب

کتاب رادیوداروی ساها فصل ۱۱

در صورتی که پرتوگیری کودک شیرخوار حاصل از تجویز محصولات رادیواکتیو به مادر از مقدار کل ۵ mrem بیشتر باشد یا به یک ارگان یا سیستم فیزیولوژیک کودک آسیب عملکردی دائم وارد شود باید به NRC گزارش داده شود. اگر دوز رسیده به یک نوزاد شیرخوار یا کودک بیشتر از ۱۰۰ mrem یا ۱ msv از طریق مادری که رادیودارو در بدن دارد باشد، باید شیردهی قطع شود.

۳. در فرآیند جداسازی تکنسیوم از مولیبدن به روش استخراج با حلال، تمایل مولیبدن به حل شدن در کدام حلال، عامل جداسازی محسوب می‌گردد؟

الف) Ethanol

ب) NaOH

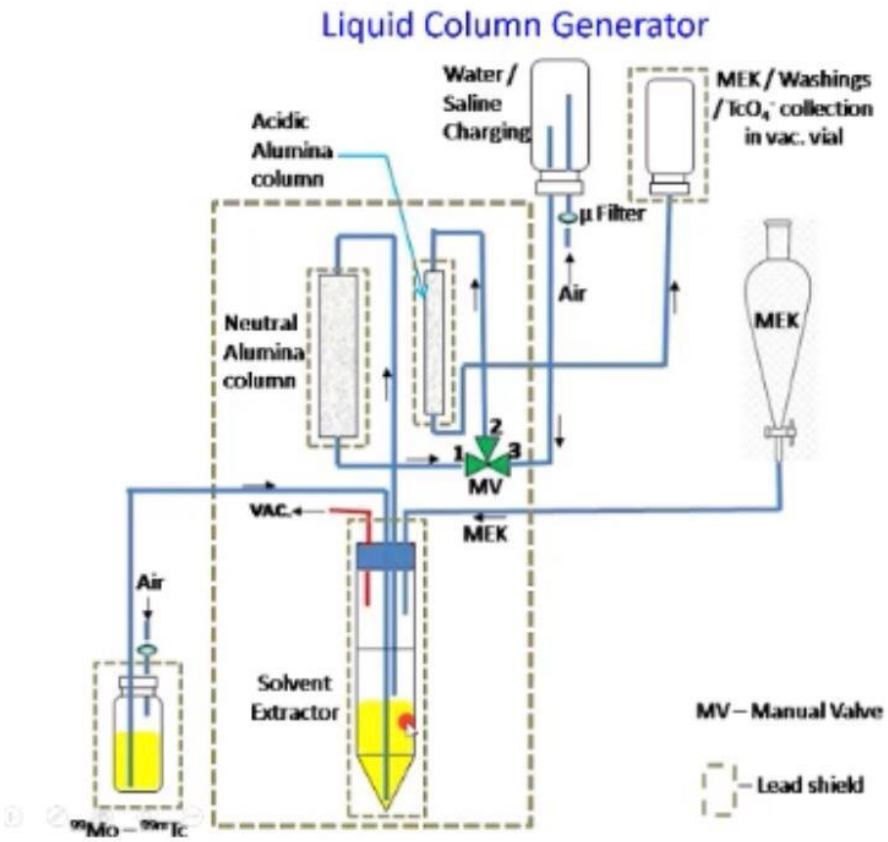
ج) Methyl Ethyl Ketone

د) Acetone

پاسخ: ب

کتاب رادیوداروی ساها فصل ۵

در ژنراتور Mo-Tc با ستون مایع، ابتدا Mo را در NaOH ۲۰٪ حل می‌کنند و درون ستون شیشه‌ای قرار می‌دهند، حال متیل اتیل کتون از کف ستون جریان می‌یابد (دو حلالی که قابل حل شدن در هم نیستند) متیل اتیل کتون (MEK) باعث رهایش TCO_4^- از Mo در محلول آبی می‌شود. Tc در MEK حل می‌شود ولی Mo حل نمی‌شود. سپس MEK را تبخیر می‌کنند و Tc را در نرمال سالین حل می‌کنند و استفاده می‌کنند.



۴. میزان حد مجاز ۰/۱۵ µCi ناخالصی مولیبدن-۹۹ در هر میلی کوری فرآورده حاوی Tc-99m در چه زمانی باید در نظر گرفته شود؟

الف) موقع دوشیدن ژنراتور

ب) هنگام تجویز به بیمار

ج) قبل از نشاندارسازی کیت

د) پس از نشاندارسازی کیت

پاسخ: ب

کتاب رادیوداروی ساها فصل ۵

میزان Mo در هر میلی کوری از Tc دوشیده شده در زمان تزریق باید زیر ۰/۱۵ µCi باشد. در ژنراتور Mo-Tc میزان Mo در هر نوبت دوشش باید بررسی شود.

۵. اسکن ونتیلاسیون ریه با کدام رادیوایزوتوپ بهتر است قبل از انجام اسکن پرفیوژن انجام گیرد؟

الف) Xe-127

ب) Xe-133

ج) Kr-81m

د) Technegas

پاسخ: ب

کتاب رکوئیزیت فصل ریه

رادیوداروهای ونتیلاسیون:

۱. ^{127}Xe ← دو فوتوپیک Kev ۱۷۲ و ۳۷۵kev دارد. در نتیجه می‌توان تصاویر را قبل یا بعد از Tc-MAA گرفت.

۲- ^{81}Kr ← فوتوپیک آن Kev ۱۹۰ است و نیمه عمر بسیار کوتاه s ۱۳ دارد. می‌توان تصاویر را هر زمانی (قبل، حین یا بعد از تصویربرداری پرفیوژن) گرفت.

۳- ^{133}Xe ← نیمه عمر آن ۵/۳ روز است ولی نیمه عمر بیولوژیک آن s ۳۰ است. فوتوپیک آن Kev ۸۱ است و می‌توان تصاویر پرفیوژن همزمان نیز گرفت. عیب آن این است که باید تصویر ونتیلاسیون را بعد از تصویر پرفیوژن را گرفت.

۶. انجام چه اقدامی در هات لب بلامانع است؟

الف) نگهداری مواد غذایی

ب) خوردن مواد غذایی

ج) استعمال مواد آرایشی (cosmetics)

د) استفاده از پیپت (pipette)

پاسخ: د

کتاب رادیوداروی ساها فصل ۱۱

در آزمایشگاه رادیواکتیو خوردن، آشامیدن و سیگار کشیدن ممنوع است. هیچ ماده رادیواکتیو نباید به وسیله دهان pipette شود. حین کار با مواد رادیواکتیو از لباس و دستکش استفاده کنید. استفاده از pipette به خودی خود منعی ندارد.

۷. مولیبدن-۹۹ به چه فرم شیمیایی توسط کمپانی‌ها به کارخانجات تولید ژنراتور مولیبدن ـ تکنسیوم انتقال می‌یابد؟

الف) Ammonium molybdate

ب) Sodium molybdate

ج) Molybdenum trioxide

د) Molybdenum disulfide

پاسخ: الف

کتاب رادیوداروی ساها فصل ۵

محلول Na_2MoO_4 (سدیم مولیبدیت) روی ستون آلومینیوم (Al_2O_3) بارگذاری می‌شود. حال با آمونیوم هیدروکساید شستشو می‌دهند. سپس Mo به صورت آمونیوم مولیبدیت $(NH_4)_2MoO_4$ از ستون شسته می‌شود و این ماده به کمپانی‌های تولید کننده ژنراتور Mo-Tc ارسال می‌شود تا در ساخت ژنراتور استفاده شود.

۸. جهت تصویربرداری با رادیوداروی ^{188}Re-EHDP ضروری است گاما کمرا بر روی انرژی ..... کیلوالکترون ولت تنظیم گردد.

الف) ۱۰۳

ب) ۱۳۷

ج) ۱۵۵

د) ۲۰۸

پاسخ: ج

کتاب رادیوداروی ساها

^{188}Re یک رادیوداروی درمانی است که اشعه بتا با انرژی بالا ۲/۱۲ Mev و اشعه گامای ۱۵۰ Kev با فراوانی ۱۵٪ جهت تصویربرداری را فراهم می کند.

۹. نشاندارسازی گلبول‌های قرمز با تکنسیوم از طریق کدام روش دارای کمترین راندمان است؟

الف) In vitro

ب) In vivo

ج) Modified In vivo

د) Ultra Tag kit

پاسخ: ب

کتاب رادیوداروی ساها فصل ۷

راندمان روش‌های لیبلینگ گلبول قرمز با Tc:

(٪۹۷) In vitro > (٪۹۵) Modified in vivo > (٪۸۰-۹۰) In vivo

روش Ultra tag kit همان کیت‌های روش In vitro است.

۱۰. مزیت رادیوداروی In-111 oxine-WBCs نسبت به Tc-99m HMPAO-leukocytes چیست؟

الف) زمان تصویربرداری کوتاه‌تر

ب) امکان نشاندارسازی در پلاسما

ج) دزیمتری مناسب‌تر

د) پایداری بیشتر

پاسخ: د

کتاب رادیوداروی ساها فصل ۷

نکات In-Oxine WBC ←

۱- یون‌های فلزی مثل مس، روی، آهن، آلومینیوم و کادمیوم با لیبلینگ تداخل می‌کنند.

۲- In-Oxine ماده لیپوفیل خنثی است، در نتیجه از غشا می‌گذرد و در سیتوپلاسم به ماکرومولکول‌ها متصل می‌شود و به مدت طولانی آنجا می‌ماند ولی oxine از سلول خارج می‌شود.

۳- به چسبیدن به سرنگ پلاستیکی تمایل دارد.

۴- لکوسیت حداکثر تا h ۵ بعد از گرفتن خون یا h ۳ بعد از لیبلینگ باید مصرف شود.

۵- بازده لیبلینگ ۹۰-۷۵٪

۶- زمان تصویربرداری h ۲۴ و h ۴ می باشد.(رد گزینه الف)

۷- حساسیت تصویربرداری ۹۰٪

۸- هم به صورت in vivo و هم ex vivo قابل لیبل شدن است.

۹- در بیماران مبتلا به عفونت کلیوی، ادراری تناسلی و GI ارجح است.

۱۰- نیمه عمر In: ۲/۸ day است.

۱۱- فوتوپیک گامای In، ۲۴۵ Kev و ۱۷۱kev است.

نکات Tc-HMPAO-WBC ←

۱- ترکیب لیپوفیل خنثی

۲- راندمان لیبلینگ ۶۰-۵۰٪

۳- HMPAO به صورت کیت آماده مصرف لیوفیلیزه است.

۴- رادیاسیون Tc نسبت به In کمتر است (رد گزینه ج).

۵- فوتوپیک Tc ۱۴۰ Kev برای دوربین گاما از فوتوپیک In مناسب‌تر است.

۶- کیفیت تصاویر Tc از In بهتر است.

۷- به علت رادیاسیون پایین قابلیت تکرار تصویربرداری وجود دارد.

۸- بیودیستریبیوشن Tc-WBC نسبت به In-WBC متفاوت است.

۹- در تصویربرداری عفونت شکمی به علت دفع روده‌ای Tc-HMPAO WBC اختصاصیت کمتری دارد.

۱۱. در ژنراتورها بر پایه Liquid Column Generator از چه روشی برای جداسازی تکنسیوم از مولیبدن استفاده می‌شود؟

الف) Solvent Extraction

ب) Sublimation

ج) Lyophilization

د) Chromatography

پاسخ: الف

کتاب رادیوداروی ساها فصل ۵

قبل از ابداع ژنراتور Mo-Tc، Tc مورد نیاز را از حل کردن Mo در محلول ۲۰٪ NaOH به دست می‌آوردند. این ماده را درون ستون شیشه‌ای قرار می‌دادند. حال متیل اتیل کتون (MEK) از کف ستون جریان می‌یابد. MEK باعث رهایش TCO_4^- از Mo در محلول آبی می‌شود(روش solvent extraction). مزیت این روش هزینه اندک Tc و عیب آن دستکاری زیاد است.

۱۲. ماده Depleted Uranium که جهت shielding ژنراتورهای مولیبدن ــ تکنسیوم با اکتیویته بسیار بالا استفاده می‌گردد در واقع اورانیوم ..... است که فاقد ..... می‌باشد.

الف) طبیعی ــ ^{235}U

ب) طبیعی ــ ^{238}U

ج) غنی شده ــ ^{235}U

د) غنی شده ــ ^{238}U

پاسخ: الف

کتاب رادیوداروی ساها فصل ۵

بعضی از ژنراتورهای تجاری از اورانیوم کاهش یافته و سرب جهت شیلدینگ ژنراتورهای با اکتیویتی بالای ^{99}Mo استفاده می‌کنند (مثلاً ژنراتورهای 16/6 Ci -8/3) به این علت که ^{238}U عدد اتمی بالاتری دارد و اشعه گاما را به صورت مؤثرتری attenuate می‌کنند (اورانیوم کاهش یافته یک فرم طبیعی اورانیوم است که ^{235}U از آن خارج شده است).

۱۳. در خصوص ژنراتور مولیبدن ــ تکنسیوم، تشکیل رادیکال‌های آزاد Perhydroxyl و Hydrogen peroxide بیشتر در نوع Column Generators ..... رخ می‌دهد.

الف) Liquid

ب) Wet

ج) Dry

د) Solid

پاسخ: ب

کتاب رادیوداروی ساها فصل ۵

دو نوع ژنراتور solid moly وجود دارد: فرم wet column و dry column. در فرم dry بعد از هر بار دوشش، تمام سالین درون ستون توسط ویال خلأ خارج می‌شود. علت ابداع ژنراتور dry column، رادیولیز شدن آب در ژنراتور wet column به فرم H_2O_2 (هیدروژن پراکسید) و HO_2 (پرهیدروکسید) و تولید رادیکال آزاد بود.

۱۴. بیماری با وزن ۸۰ کیلوگرم جهت درمان تسکینی متاستازهای استخوانی و دریافت رادیوداروی ^{153}Sm-EDTMP مراجعه کرده است. محاسبه کنید دوز رادیوداروی تجویزی به بیمار چند میلی کوری است؟

الف) ۴ **ب) ۳۵**

ج) ۴۰ **د) ۸۰**

پاسخ: د

کتاب رادیوداروی ساها فصل ۱۵

^{153}Sm نیمه عمر ۱/۹ روز دارد. انرژی β آن ۰/۸۱ Mev است و انرژی گامای آن ۱/۳ Kev با فراوانی ۲۸٪ می‌باشد. دوز تجویزی آن برای bone pain palliation، ۱ mCi/kg است.

بیماران بعد از تجویز ممکن است دچار میلوتوکسیتی شوند که وابسته به دوز است. این ماده به صورت کمپلکس نامحلول درون کریستال هیدروکسی آپاتیت رسوب می‌کند.

بهبود درد در ۶۵٪ بیماران طی ۱۱-۱ ماه رخ می‌دهد.

۱۵. بیماری با وزن ۷۵ کیلوگرم، کاندید peptide receptor radionuclide therapy و سابقه severe cardiac insufficiency جهت دریافت 177Lu-Dotatate مراجعه کرده است. بهترین پروتکل تجویز اسیدآمینه به بیمار کدام است؟

الف) 25g of lysine or arginine diluted in 1L of normal saline

ب) 25g of lysine or arginine diluted in 2L of normal saline

ج) A 50-g solution of lysine and arginine diluted in 1L normal saline

د) A 50-g solution of lysine and arginine diluted in 2L normal saline

پاسخ: الف

گایدلاین ۱۶

لیزین و / یا آرژینین باید به صورت صحیح در میزان زیادی از نرمال سالین برای هیدره کردن بیمار حل شود. البته به جز بیماران مبتلا به نارسایی قلبی (مثل بیماری carcinoid heart valve) نمی توان حجم بالا به آنها تزریق کرد. در این افراد حجم بالا ممکن است منجر به حمله حاد شود. محلول‌های هایپراسموتیک از آنجایی که می‌تواند باعث القای عدم تعادل خطرناک الکترولیتی شود که نتیجه آن اسیدوز متابولیک شدید و آریتمی قلبی است، نباید استفاده شود. روش صحیح حل کردن به صورت g ۲۵ از آمینواسید در ۱ لیتر از محلول نرمال سالین است.

۱۶. ویال حاوی ۱ میلی کوری تکنسیوم را بر روی آشکارساز دستگاه اسپکت (با برداشتن کولیماتور) قرار داده و دستگاه آهنگ شمارش ۱۸۵۰ شمارش در ثانیه را اندازه‌گیری کرده است. حساسیت آشکارساز برحسب شمارش در ثانیه بر میکرو کوری (cps/µCi) چقدر است؟

الف) ۰/۰۵ ب) ۰/۲

ج) ۰/۱ د) ۰/۰۱

پاسخ: هر ۴ گزینه درست است.

کتاب فیزیک ساها

حساسیت یک دستگاه نگاره‌برداری به عنوان تعداد شماره‌ها در یکای زمان که از سوی وسیله برای هر یکای اکتیویتی موجود در یک چشمه آشکار می‌شوند، تعریف می‌شود. حساسیت معمولاً برحسب شمارش بر ثانیه بر میکروکوری است (CPS/µCi). حساسیت به کارایی هندسی کولیماتور، کارایی سیستم آشکارسازی، تنظیم تفکیک PHA و زمان مرده وابسته است. در دستگاهی که سؤال از آن مطرح شده است، کولیماتور برداشته شده است پس قسمت کارایی هندسی کولیماتور از محاسبه حساسیت خارج می‌شود. در رابطه با آشکارساز هر چه ضخامت آن بیشتر باشد، حساسیت دستگاه بالاتر می‌رود.

$$\text{Sensitivity} = \frac{\text{counts}}{\text{mCi.sec}}$$

$$\text{Sensitivity} = \frac{1850\ \text{cps}}{1000} = 1.85$$

۱۷. کدام یک از اقدامات زیر باعث افزایش نویز تصویر می‌گردد؟

الف) افزایش پهنای پنجره PHA

ب) کاهش اندازه ماتریس تصویر

ج) افزایش فرکانس قطع فیلتر

د) افزایش دوز تجویز شده به بیمار

پاسخ: ج

کتاب فیزیک ساها فصل ۱۰ و ۱۲

Noise در نگاره با افزایش تابش‌های پراکنده شده افزایش می‌یابد و بنابراین کنتراست نگاره خراب می‌شود. برقراری دریچه‌های باریک PHA می‌توانند تابش‌های پراکنده شده را کاهش دهند اما حساسیت یعنی کارایی شمارش با تنظیم کم پهنای پنجره PHA، کاهش می‌یابد.

اثر کاهش پنجره در فرکانس‌های بالا، کاهش noise مرتبط با آن است. فرکانسی که بعد از آن noiseها حذف می‌شود، cut-off frequency نام دارد. هر چه فرکانس قطع افزایش یابد، spatial resolution بهتر می‌شود و جزئیات بیشتری از تصویر رؤیت می‌شود. اگر فرکانس خیلی بالا برود، noise بسیار زیاد می‌شود.

۱۸. در دستگاه اسپکت با اندازه آشکارساز ۵۰×۵۰ سانتی‌متر، اگر اندازه ماتریس تصویر را ۱۲۸×۱۲۸ و ضریب زوم را ۲ انتخاب کنیم، حداقل مقدار قدرت تفکیک فضایی چند میلی‌متر باید باشد؟

الف) ۱۲

ب) ۵/۸۵

ج) ۶/۴۵

د) ۸/۵

پاسخ: ب

فیزیک ساها فصل ۱۰

توان جداسازی فضایی یک وسیله تصویربرداری، سنجشی از توانایی وسیله در بازآفرینی درست نگاره یک عضو و بنابراین نمایش روش تفاوت‌ها در توزیع رادیواکتیو در عضو می‌باشد. توان جداسازی یک دستگاه نگاره‌برداری به گونه عملی به صورت کوچکترین فاصله میان دو نقطه در یک نگاره که می‌توانند از سوی دستگاه شناسایی شوند، تعریف می‌گردد.

توان جداسازی کلی (R_o) یک وسیله نگاره‌برداری از سه بخش به نام‌های توان جداسازی درونی (R_i)، توان جداسازی کولیماتور (R_g) و توان جداسازی پراکندگی (R_s) تشکیل می‌شود و از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$R_o = \sqrt{R_i^2 + R_g^2 + R_s^2}$$

توان جداسازی درونی یا ذاتی (intrinsic resolution) با موارد زیر افزایش می‌یابد:

۱- افزایش تعداد PM tube

۲- افزایش انرژی پرتو گاما

۳- تنظیم کم پهناتر PHA

۴- آشکارساز نازک

FOV=50 cm×50 cm
Matrix=128×128
Zoom=2
Pixel size= $\frac{500\ mm}{128\times2}$ = 2

Pixel size≤$\frac{\text{FWHM}}{3}$

FWHM system≥3×2= 6 mm

۱۹. اگر در دوربین گاما با کولیماتور سوراخ موازی (pin hole) فاصله بیمار تا کولیماتور را افزایش دهیم، کدام یک از عبارات زیر صحیح است؟

الف) زمان تصویربرداری را باید کاهش دهیم.

ب) حساسیت کاهش می‌یابد.

ج) قدرت تفکیک فضایی (spatial resolution) تصویر بهبود می‌یابد.

د) حساسیت تغییر نمی‌کند.

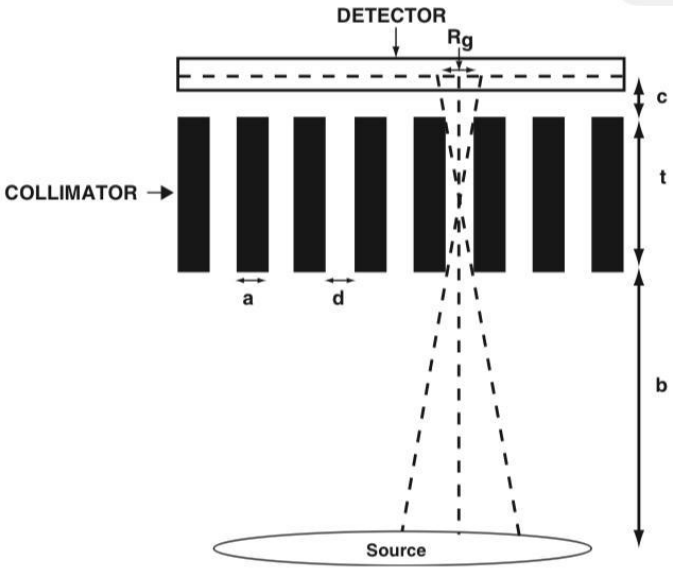
پاسخ: هر ۴ گزینه صحیح است.

کتاب فیزیک ساها فصل ۱۰

توان جداسازی باریکه‌ساز به طراحی باریکه‌ساز مرتبط می‌باشد و فرمول آن به شرح زیر است:

$$R_g = \frac{d(t_e + b + c)}{t_e}$$

که در آن d قطر سوراخ، a ضخامت سرب، t_e ارتفاع روزنه یا همان ارتفاع سرب، c فاصله کولیماتور از آشکارساز و b فاصله بیمار (چشمه رادیواکتیو) از کولیماتور است. در سؤال عنوان شده است که فاصله بیمار تا کولیماتور افزایش داده شده است. در نتیجه میزان b زیاد شده که این مسأله باعث افزایش عددی R_g و در واقع افت رزولوشن می‌شود پس گزینه ج غلط است.



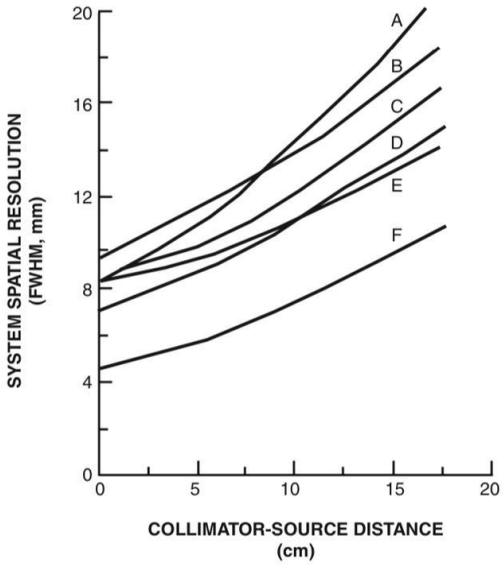


FIG. 10.2. Effect of source-to-collimator distance on overall system resolution for various types of collimators. *A* High sensitivity parallel-hole. *B* Diverging. *C* All purpose parallel-hole. *D* Converging. *E* High resolution parallel-hole. *F* Pinhole. (From Rollo FD, Harris CC. Factors affecting image formation. In: Rollo FD, ed. *Nuclear Medicine Physics. Instrumentation and Agents*. St. Louis: Mosby; 1977. 407. Modified from Moyer RA. J Nucl Med 1974, 15:59.)

۲۰. اگر در تصویربرداری از تیروئید به جای کولیماتور parallel hole از کولیماتور pin hole استفاده نماییم، کدام یک از موارد زیر صادق است؟

الف) حساسیت افزایش می‌یابد.

ب) شمارش از ناحیه مورد نظر افزایش می‌یابد.

ج) جزئیات تصویر افزایش می‌یابد.

د) پرتوهای پراکنده افزایش می‌یابند.

پاسخ: ج

کتاب فیزیک ساها

اگر در تصویربرداری تیروئید به جای کولیماتور parallel hole از کولیماتور pin hole استفاده کنیم، جزئیات تصویر افزایش پیدا می‌کند.