



基础知识

考点总结

考点一：X线的产生

电子源	钨丝通过电流加热至一定温度后,即放出电子,这些电子在灯丝周围形成空间电荷,也称 <u>电子源</u> 。
高速电子流	灯丝放出的电子,若要高速撞击阳极靶,还必须具备两个条件: ①在X线管的阴、阳两极间加以 <u>高电压</u> ,通过在两极间产生的强电场使电子向阳极加速。 ②为防止电子与空气分子冲击而减速和灯丝的氧化损坏,必须保持 <u>高真空度</u> 。
撞击阳极靶面	阳极靶面接受高速电子撞击,使高速电子所带的动能转变为热能和X线能;因阳极靶需承受高速电子的冲击,所以靶物质(焦点面)一般都是用 <u>高原子序数、高熔点的金属(钨)</u> 制成。 阳极有两个作用:(1)接受高速电子的撞击;(2)完成高压电路的回路。

考点预测

题号	预测题干	预测答案	星级
1	x线产生的必备条件	1. <u>电子源</u> ; 2. <u>高速电子流(高电压;高真空度)</u> 3. <u>撞击阳极靶面</u>	★★★★★

经典例题

1. X线产生的必要条件不包括

- A. 电子源
- B. 高电压
- C. 阳极靶面
- D. 高真空度
- E. 全波整流

【答案】E

【解析】x线产生的必备条件:电子源;高速电子流;撞击阳极靶面;高压;高真空度。全波整流不属于X线产生的必要条件。



2. 关于 X 线产生的叙述, 错误的是
- A. 必须有高速电子流
 - B. 必须在阴极和阳极间加以高电压
 - C. 乳腺 X 线管的靶面由钨制成
 - D. 有靶面接受高速电子的能量
 - E. X 线管必须保持高度真空

【答案】C

【解析】X 线产生必须有高速电子流、阴极和阳极间加以高电压、高速电子。乳腺 X 线管的靶面由钨制成。

考前必背

1. 产生 X 线的三个基本条件: (电子源)、(高速电子流)、(撞击阳极靶面)
2. (1901) 年伦琴因发现 X 线而获诺贝尔物理奖

考点总结

考点二: 特征辐射与连续辐射

连续辐射	特征辐射
高速电子受到靶物质原子核正电场的作用, 做急剧的减速运动, 辐射出能量, 称连续辐射	靶物质的原子发光机制, 即高速电子击脱靶物质原子核外内层轨道电子而激发原子发光, 称特征辐射
连续波谱中曲线下的 <u>面积表示连续 (辐射) X 线量</u>	叠加在面积内的 <u>“峰尖”部表示特征 (辐射) X 线量</u>

考点预测

题号	预测题干	预测答案	星级
1	x 线最短波长与最强波长、平均波长的关系	最强波长是最短波长的 <u>1.5</u> 倍, 平均波长是最短波长的 <u>2.5</u> 倍	★★★★
2	影响连续 x 线最短波长的因素	仅与管电压有关	★★★★★



经典例题

1. 关于连续 X 线特性的叙述, 正确的是
- A. X 线光子的能量决定于管内真空度 B. 波长与靶物质原子序数成正比
C. 连续 X 线也称标识 X 线 D. 波长与管电压成反比
E. 波长与管电流成正比

【答案】D

【解析】X 线光子的能量决定于: 电子接近核的情况, 电子的能量, 核电荷, 特征 X 线也称标识 X 线, 连续 X 线的最短波长与管电压有关。

2. 关于特征 X 线的叙述, 正确的是
- A. X 线波长仅与管电压有关
B. 内层轨道电子发射出的 X 线为特征放射
C. X 射线谱是连续能量谱
D. 电压升高特征放射能量增加
E. 管电压升高特征射线的百分比减少

【答案】B

【解析】高速电子与靶原子的内层轨道电子作用电子被击脱, 外壳层电子跃迁填充空位时, 多余的能量以光子 (X 线) 的形式放出, 即为特征 X 线。

考前必背

1. 连续 X 线光子的能量取决于: (电子接近核的情况)、(电子的能量)、(核电荷)

考点总结

考点三: 连续波谱与管电流、管电压和靶材的关系

管电流增加时	管电压升高时	靶物质的影响作用
(管电压不变) 射线的强度增加, 但波长不改变, X 线的总能量将随管电流的增大而提高。 X 线的总能量将随管电流的增大而提高。(是数量的概念)	(1) <u>最短波长向短波一侧移动</u> ; (2) <u>强度曲线向短波一侧移动</u> ; (3) <u>产生的 X 线总能量将以管电压二次方比例增大</u> 。	连续 X 线强度与靶物质的原子序数成正比。 阳极靶物质的原子序数大时, X 线总能量增大。



当改变阳极靶物质时,随着阳极靶原子序数的增大,各种波长射线的强度相应增加。X 线总能量增大。

(1) 不同靶材具有不同的特征波谱其波长不同。其波谱可作为元素的标识。

(2) 影响波长的长与短主要取决于阳极靶材料和管电压值的高与低。

考点预测

题号	预测题干	预测答案	星级
1	影响连续 X 线产生的因素	靶面物质、管电压、管电流、 高压波形	★★★★

经典例题

1. 影响连续 X 线产生的因素,错误的是

- A. 靶物质
- B. 管电流
- C. 管电压
- D. 高压波形
- E. 曝光时间

【答案】E

【解析】曝光时间与连续 X 线产生没有影响。

考前必背

1. 连续 X 线的最短波长仅与管电压有关,管电压越高,产生的 X 线最短波长(越短)

2. 影响连续 X 线产生的因素:(X 线管靶面物质)、(管电压)、(管电流)、(高压波形)

考点总结

考点四: X 线强度的空间分布

X 线强度	是垂直于 X 线束的单位面积上,在单位时间内通过的 X 线光子数量与能量之总和,即 X 线束中的光子数量乘以每个光子的能量。 在实际应用中,常以 X 线量与质的乘积表示 X 线强度。量是指线束中的光子数,质则是光子的能量(也称穿透力)。连续 X 线波谱中每条曲线下的面积表示连续 X 线的总强度。
-------	---



X 线强度的空间分布	X 线管产生的 x 线, 在空间各方向上的分布是不均匀的, 即在不同的方位角上 X 线强度是不同的。这种不均匀分布称为辐射强度空间分布。 即: <u>长轴方向“阳极端效应”; 短轴方向“两侧相等”。</u>
------------	--

考点预测

题号	预测题干	预测答案	星级
1	x 线强度的分布	长轴: 近阳极端 x 线强度弱, 近阴极端强; 短轴: 分布是对称的; 靶面凹凸不平时, x 线分布不均匀	★★★★★

经典例题

1. 关于 X 线强度分布的叙述, 错误的是
- 与靶面倾斜角度有关
 - 近阴极端 X 线强度高
 - 近阳极端 X 线强度弱
 - X 线管短轴方向两侧对称
 - 照射野内分布均匀

【答案】E

【解析】高速电子碰撞阳极靶面所产生的 x 线分布与阳极倾角有关, 阳极倾角是指垂直于 x 线管长轴的平面与靶面的夹角, 在通过 x 线管长轴且垂直于有效焦点平面内, 近阳极端 x 线强度弱, 近阴极端强, 最大值约在 10 度处, 其分布是非对称性的, 这种现象称为阳极效应。阳极倾角越小, 阳极效应越明显。在通过 x 线管短轴且垂直于有效焦点平面内测定, 在 90 度处最大, 分布上基本是对称的, 靶面出现凹凸不平时, 产生的 x 线强度分布不均。

考前必背

1. 在通关 X 线管长轴且垂直于有效焦点平面内, 近阳极端 X 线强度 (弱), 近阴极端 (强), 最大值约在 10° 处, 其分布是非对称性的, 这种现象称为 (阳极效应)



考点总结

考点五: X 线的本质与特性

X 线的本质
X 线的本质是一种电磁波,与无线电波、可见光、 γ 射线一样都具有一定的波长和频率。由于 X 线光子能量大,可使物质产生电离,故又属于电磁波中的电离辐射。
X 线的 <u>微粒性</u> : X 线与物质相互作用时表现出微粒性: 每个光子具有一定能量,能产生光电效应,能激发荧光物质发出荧光等现象。
X 线在传播时表现了它的 <u>波动性</u> ,具有频率和波长,具有干涉、衍射、反射和折射现象。
电磁波谱: 诊断用 X 线 0.01~0.008nm

X 线的特性

物理特性	化学特性	生物效应特性
穿透性; 荧光作用; 电离作用; 热作用	感光作用; 着色作用	X 线在生物体内也能产生电离及激发,也就是使生物体产生生物效应。生物细胞特别是增殖性强的细胞,经一定量 X 线照射后,可产生抑制、损伤甚至坏死。

考点预测

题号	预测题干	预测答案	星级
1	x 线的本质及特点	是电磁波,具有波动性、微粒性	★★★
2	x 线的物理及化学特性	<u>物理特性</u> : 不可见、非带电、穿透性、荧光作用、电离作用、热作用; <u>化学特性</u> : 感光作用、着色作用	★★★★★

经典例题

1. 下列关于 X 线的本质不正确的是

- A. X 线本质是一种电磁波 B. 具有一定的波长
C. 与无线电波不同,没有频率 D. X 线具有波动性



E. 具有干涉、衍射、反射、折射现象

【答案】C

【解析】X线的本质与无线电波一样，具有频率。

2. 透视利用X线的

A. 穿透作用

B. 电离作用

C. 荧光作用

D. 感光效应

E. 生物作用

【答案】C

【解析】X线是一种电磁波，它具有电磁波的共同属性，此外它还具有以下几方面的特有性质：物理特性（不可见、非带电、穿透性、荧光作用、电离作用、热作用）、化学特性（感光作用、着色作用）、生物效应特性。透视利用X线的荧光作用。

考前必背

1.X线是电磁辐射谱中的一部分，属于（电离辐射），其波长介于紫外线和 γ 射线之间，是具有电磁波和光子双重特性的一种特殊物质

2.X线与可见光一样，具有衍射、偏振、反射、折射等现象，说明X线具有（波动性）

3.X线在传播时，突出地表现了它的（波动性），并有干涉、衍射等现象；X线与物质相互作用时，则突出表现了它的（粒子性）

4.X线的物理特性：（不可见）、（非带电）、（穿透性）、（荧光作用）、（电离作用）、（热作用）

5.X线的化学特性：（感光作用）、（着色作用）

考点总结

考点六：X线与物质的相互作用

相互作用形式	光电效应、康普顿效应、相干散射、电子对效应、光核反应				
相互作用效应产生的几率	在诊断X线能量范围内， <u>相干散射占5%，光电效应占70%，康普顿效应占25%</u> 。				
	光电效应	康普顿效应	电子对效应	相干散射	光核反应



定义	原子的内壳层轨道电子作用	原子外层轨道上的电子	靶原子核	射线与物质	原子核
产物	光电子、正离子、特征放射、俄歇电子	散射光子(散射射线)、反冲电子	正、负电子	散射光子	中子、质子、 γ 光子
发生概率	与原子序数的四次方成正比;与能量的三次方成反比	与原子序数成正比;与入射光子的能量成反比,与入射光子的波长成正比。高能射线以120kV值为界	与原子序数的平方成正比;与单位体积内的原子个数成正比,近似地与光子能量的对数成正比	与原子序数成正比,随光子能量的增大而急剧地减少	诊断X线能量范围内不产生电子对效应和光核反应

考点预测

题号	预测题干	预测答案	星级
1	光电效应的发生几率	与原子序数的四次方成正比;与能量的三次方成反比	★★★★★
2	康普顿效应的发生几率	与原子序数成正比;与入射光子的能量成反比,与入射光子的波长成正比。	★★★★★
3	诊断X线能量范围内相互作用效应产生的几率	相干散射占5%,光电效应占70%,康普顿效应占25%。	★★★★★

结论:

1. 对于低能量射线和原子序数高的物质,光电效应占优势。
2. 对于中等能量射线和原子序数低的物质,康普顿效应占优势。
3. 对于高能量射线和原子序数高的物质,电子对效应占优势。

经典例题

1. 关于光电效应的发生概率,正确的是



- A. 大约和能量的三次方成正比, 和原子序数的四次方成反比
- B. 大约和能量的四次方成反比, 和原子序数的三次方成正比
- C. 大约和能量的四次方成反比, 和原子序数的四次方成反比
- D. 大约和能量的三次方成反比, 和原子序数的四次方成正比
- E. 大约和能量的四次方成正比, 和原子序数的三次方成反比

【答案】D

【解析】光电效应的发生概率和能量的三次方成反比, 和原子序数的四次方成正比。

2. 关于康普顿效应的发生几率不正确的是

- A. 与入射光子的频率成反比
- B. 与物质的原子序数成正比
- C. 与入射光子的波长成正比
- D. 与入射光子的能量成反比
- E. 与管电流成正比

【答案】E

【解析】康普顿效应的发生几率与物质的原子序数成正比, 与入射光子的能量成反比, 即与入射光子的波长成正比。

考前必背

1. X 线光子与构成原子的内壳层轨道电子碰撞时, 将其全部能量都传递给原子的壳层电子, 原子中获得能量的电子摆脱原子核的束缚, 成为自由电子, 而 X 线光子则被物质的原子吸收, 这种现象称为 (光电效应)

2. 特征 X 线离开原子前, 又击出外层轨道电子, 使之成为俄歇电子, 这种现象称为 (俄歇效应)

3. 光电效应的产物有 (光电子)、(正离子)、(特性放射) 和 (俄歇电子)

4. 光电效应发生的概率和原子序数的 (四次方) 成正比

5. 当一个光子击脱原子外层轨道上的电子或自由电子时, 入射光子损失部分能量, 并改变原来传播方向, 变成散射光子, 电子从光子处获得部分能量脱离原子核束缚, 按一定方向射出, 成为反冲电子, 这个过程称为 (康普顿效应)

6. 康普顿效应的发生概率与物质的原子序数成 (正比), 与入射光子的能量成 (反比), 即与入射光子的波长成 (正比)



7. 一个具有足够能量的光子, 在与靶原子核发生相互作用时, 光子突然消失, 同时转换为一对正、负电子, 这个作用过程称为 (电子对效应)

8. 电子对效应的发生概率与物质原子序数的平方成 (正比), 与单位体积内的原子个数成 (正比), 也近似地与光子能量的对数成 (正比)

9. 射线与物质相互作用而发生干涉的散射过程称为 (相干散射)

10. 相干散射的发生概率与物质原子序数成 (正比)

考点总结

考点七: 光电效应在 X 线摄影中的实际意义

①光电效应不产生有效的散射, 对胶片不产生灰雾。

②光电效应可增加射线对比度。X 线影像的对比, 产生于不同组织的吸收差异, 这种吸收差别越大, 则对比度越高。因为, 光电效应的发生几率和原子序数的四次方成正比。所以, 光电效应可扩大不同元素所构成的组织的影像对比。例如, 肌肉和脂肪间的对比度很小, 如果选用低 kV 摄影, 就可以利用肌肉和脂肪在光电效应中所产生的较大吸收差别来获得对比度较好的影像。

③光电效应中, 因光子的能量全部被吸收, 这就使患者接受的照射量比任何其他作用都多。为了减少对患者的照射, 在适当的情况下, 要采用高能量的射线 (高 kV 摄影技术)

考点预测

题号	预测题干	预测答案	星级
1	光电效应在 x 线摄影中的意义	不产生散射, 对胶片不产生灰雾, 可增加 x 线的对比度, 增加病人的照射剂量	★★★★★

经典例题

1. 关于光电效应在 X 线摄影中的实际意义, 错误的是
- A. 不产生散射线
 - B. 可扩大射线对比度



- C. 患者接受的照射量小
D. 不同组织密度能产生明显的影像对比
E. 低 kVp 摄影可以增加脂肪与肌肉的影像对比

【答案】C

【解析】患者接受的照射量比其他效应多。

考点总结

考点八：X 线质与 X 线量

X 线质	<p>又称 X 线的硬度，它是由 X 线的波长 (或频率) 来决定的。</p> <p>X 线管管电压增高，被加速的电子速度越大。X 线的波长越短 (频率越高)，X 线的光子所具有的能量就越大，X 线的穿透力就越强，即 X 线质硬；反之，X 线的波长变长，穿透力变弱，X 线的硬度就小。</p>
X 线量	<p>X 线量是指 X 线光子的多少</p> <p>利用 X 线在空气中产生电离多少来测定 X 线的照射量。</p> <p>在 X 线诊断范围内常用管电流与曝光时间乘积 (mAs) 用来表示 X 线量。</p> <p>影响 X 线量的因素：① X 线量与靶面物质的原子序数 (Z) 成正比；②与管电压的 n 次方成正比 (诊断能量范围内 n 为 2)；③与管电流及曝光时间成正比。</p>

考点预测

题号	预测题干	预测答案	星级
1	影响 x 线质的因素	管电压、滤过及整流方式	★★★★★
2	影响 x 线量的因素	与靶面物质的原子序数成正比；与管电压的 n 次方成正比 (诊断能量范围)；与管电流及曝光时间成正比	★★★★★

经典例题

1. 关于 X 线质的叙述，错误的是
A. 管电压越高，X 线质越硬



- B. X 线量越大, X 线质越硬
- C. X 线光子能量越大, X 线质越硬
- D. 对物质的穿透力越强, X 线质越硬
- E. 对同种物质半价层越厚, X 线质越硬

【答案】B

【解析】X 线质完全由光子能量决定, 而与光子个数无关。

- 2. 关于 X 线量的叙述, 正确的是
- A. X 线量是指 X 线光子的穿透能力
- B. X 线量是根据 X 线特性直接测量
- C. 与靶面物质的原子序数 Z 成反比
- D. 与给予 X 线管的电能成反比
- E. 诊断 X 线范围常用 mAs 表示

【答案】E

【解析】X 线光子的量是指 X 线光子的数量, 诊断 X 线范围常用 mAs 表示。

考前必背

1. (X 线强度) 是垂直于 X 线束传播方向的单位面积上, 在单位时间内通过的光子数和能量乘积的总和, 即 X 线束中的光子数乘以每个光子的能量

2. X 线质又称 X 线的硬度, 它是由 X 线的 (波长或频率) 来决定的

3. X 线的波长越短, 频率 (越高), X 线的光子所具有的能量就 (越大), X 线的穿透力就 (越强), 即 X 线质硬

4. 影响 X 线质的因素有 (管电压)、(滤过) 及 (整流方式)

5. X 线量与靶面物质的原子序数成 (正比); 与管电压的 n 次方成 (正比); 与管电流及曝光时间成 (正比)

考点总结

考点九: X 线相对强度与波长

1. X 线强度 (量): 指单位时间内 X 射线传播方向上, 单位面积内的所有光子数量与能量乘积的总和。由 X 射线的质和量来分别表示。



X 线质的表示方法
<u>半值层 (HVL)</u>
电子的加速电压 (管电压)
有效能量: 在连续 X 线情况下使用这一概念
硬度: 低能量 X 线称为软射线, 高能量 X 线称为硬射线。
X 线波谱分布: 它表示 X 线的波长分布或能量分布。
实际应用中以管电压和滤过情况来反映 X 线的质。 ①因为管电压高、激发的 X 线光子能量大, 即线质硬需滤过板厚, 连续谱中低能成分被吸收的多, 透过滤过板的高能成分增加, 使 X 线束的线质变硬。 ②在滤过材料固定时, 常用管电压的千伏值来粗略描述 X 线的质。有时也用半值层描述 X 线的质。

考点预测

题号	预测题干	预测答案	星级
1	关于半值层	是 x 线质的另一种表示方法, 用 <u>mmAL</u> 表示, 半值层大的 x 线质硬	★★★★★

经典例题

1. 可以用来表示 X 线质的是

- A. 管电流
B. 毫安秒
C. 半价层
D. 滤过板
E. 衰减系数

【答案】C

【解析】半价层是 X 线质的一种表示方法, 半价层大的 X 线质硬, 半价层小的 X 线质软。

2. X 线的质可用半价层表示, 其表示符号是

- A. HVL
B. kVL
C. TVL
D. UYL
E. PVL



【答案】A

【解析】X线质的另一种表示方法，是用半价层(HVL)表示。

考前必背

1. (半值层)是指使入射X线强度衰减到初始值的1/2时，所需的标准吸收物质的厚度

2. 诊断用X线的(半值层)一般用(毫米铝 mmAL)表示

3. 就同一物质来说，半值层值(大)的X线质硬，半值层值(小)的X线质软

4. 在医用X线摄影时，一般使用(25-150)kV管电压产生的X线

5. 在以点源为球心，半径不同的各球面上的射线强度，与距离的平方成反比，这一规律称射线强度衰减的(平方反比法则)；平方反比法则在(真空中)是成立的，在(空气中)是不成立的

6. 线衰减系数 μ 的国际单位是(/m)，实际应用中还常用分数单位(/cm)

7. 一般入射光子的能量越大，X线的穿透力就(越强)

8. 光电衰减系数与原子序数的四次方成(正比)

9. 原子序数愈高的物质，吸收X线也(愈多)；X线的衰减与物质密度成(正比)关系

10. 人体各组织器官的密度、有效原子序数和厚度不同，对X线的衰减程度各异，一般按(骨骼)、(肌肉)、(脂肪)和(空气)的顺序由大变小

11. 照射量X的SI单位为(C/kg)，原有单位为(R)；(照射量率)是单位时间内照射量的增量

12. 单位质量的物质吸收电离辐射能量大小的物理量为(吸收剂量)。吸收剂量的SI单位为(J/kg)

13. 授予某一体积内物质的平均能量愈多，则吸收剂量(愈大)

14. 在辐射防护中，将个人或集体实际接受的或可能接受的吸收剂量根据组织生物效应加权修正，经修正后的吸收剂量在放射防护中称为(当量剂量)；当量剂量的SI单位为(J/kg)；(当量剂量率)是指单位时间内



组织或器官所接受的当量剂量

15. 当量剂量是不同射线类型对 (组织或器官) 形成辐射危害的度量
16. 受小剂量、低剂量率辐射的人群, 引起的辐射损害主要是 (随机性效应) (严重遗传性疾患和辐射诱发的各种致死癌症)
17. (危险度) 即器官或组织接受单位当量剂量照射引起随机性损害效应的几率
18. 辐射致癌的危险度用 (死亡率) 表示
19. 辐射致遗传损害的危险度用 (严重遗传性疾患的发生率) 表示
20. (有效剂量) 是以辐射诱发的随机性效应的发生率为基础, 表示当身体各部分受到不同程度照射时, 对人体造成的总的随机性辐射损伤
21. 射线作用于人体后, 以 (直接作用) 和 (间接作用) 两种方式使细胞分子发生反应, 造成其损伤
22. 当人体组织受到射线照射时, 处在射线径迹中的重要生物分子, 如DNA或具有生物功能的其他分子吸收射线的能量, 直接背电离、激发, 引起这些大分子损伤, 这种效应称为 (直接作用)
23. 当射线能量通过扩散的离子以及射线作用于机体水分子产生的多种自由基与生物分子作用, 引起生物分子的损伤, 称为 (间接作用)
24. 由于机体细胞含水量很高, 一般达到 70% 以上, 细胞内生物大分子存在于含大量水的环境中, 故 (间接作用) 在引起生物大分子损伤中具有实际意义
25. 射线照射人体全部或局部组织, 若能杀死相当数量的细胞而这些细胞又不能由活细胞的增殖来补充, 则这种照射可引起人类的 (确定性效应)
26. 随着剂量的增大, 被杀死的细胞增加, 当剂量增加到一定水平时, 其概率陡然上升到 100%, 这个剂量称为 (阈剂量)
27. 当电离辐射使细胞发生了改变而未被杀死, 改变了但存活着的体细胞繁殖出来的细胞克隆, 经过长短不一的潜伏期后, 可能呈现一种恶变的情况, 即发生癌。此种随机效应称为 (致癌效应)。如果这种损伤发生在具有传递遗传信息功能的细胞上, 发生的效应, 在种类与严重程度可以



多种多样,将显现在受照射者的后代身上。这种随机性效应称为遗传效应

28. 影响辐射损伤与电离辐射有关的因素: (辐射种类)、(吸收剂量)、(剂量率)、(分次照射)、(照射部位)、(照射面积)、(照射方式)

29. 当总剂量相同,分次愈多,各次照射时间间隔愈长,生物效应 (愈小)

30. 照射方式可分为 (外照射)、(内照射) 和 (混合照射)

31. 影响辐射损伤与机体有关的因素: (种系)、(个体及个体发育过程)、(不同组织和细胞的辐射敏感性)

32. 种系演化愈高,组织结构愈复杂,辐射敏感性 (愈高)

33. 人体对辐射的高度敏感组织有: (淋巴组织、胸腺、骨髓、胃肠上皮、性腺和胚胎组织等); 中度敏感组织有: (感觉器官、内皮细胞、皮肤上皮、唾液腺和肾、肝、肺的上皮细胞等); 轻度敏感组织有: (中枢神经系统、内分泌腺、心脏等); 不敏感组织有: (肌肉组织、软骨、骨组织和结缔组织等)

34. 胎儿在器官形成期 (相当于人受孕后 9-42 天) 受到照射,可能引起在照射时正在发育器官的畸形。此效应在性质上属于 (确定性效应)

35. 身体局部受到一次或短时间 (数日) 内多次受到大剂量外照射所引起的急性放射性皮炎及放射性皮肤溃疡,称为 (急性放射性皮肤损伤)

36. 临床表现和分度诊断标准: I 度: (皮肤色素沉着或脱失、粗糙、指甲灰暗或纵嵴色条甲)。II 度: (皮肤角化过度,皲裂或萎缩变薄,毛细血管扩张,指甲增厚变形)。III 度: (坏死溃疡,角质突起,指端角化融合,肌腱挛缩,关节变形,功能障碍) 具备其中一项即可

37. 照射量的测量利用的是 X 线对空气的 (电离作用), 通过测量电离电荷实现的

38. 电离室的电极板与 X 线束边缘的距离应 (大于) 次级电子在空气中的射程,使得电子在其能量耗尽之前不能直接跑到电极,从而保证电子完全阻止在空气之中,其能量全部用于在电离室内引起空气电离

39. 电离室室壁材料与空气的有效原子序数愈接近,则实用型电离室与标准电离室的等效性 (愈好)



40. 实用型电离室最常用的室壁材料有 (石墨、电木或塑料)
41. 《放射卫生防护基本标准》提出, 放射防护的基本原则是: (实践的正当化)、(放射防护最优化)、(个人剂量的限值)
42. X 线防护的目的在于防止发生有害的 (确定性效应), 并将 (随机性效应) 的发生率限制到认为可以接受的水平
43. 外照射防护的一般措施有 (时间防护)、(距离防护)、(屏蔽防护)
44. 在选择屏蔽防护材料时, 必须从材料的 (防护性能)、(结构性能)、(稳定性能) 和 (经济成本) 等方面综合考虑
45. 防护性能好是指衰减射线的能力 (强), 产生的散射线 (少)
46. 把达到与一定厚度的某屏蔽材料相同屏蔽效果的铅层厚度, 称为该一定程度屏蔽材料的 (铅当量); (比铅当量) 是指单位厚度 (mm) 防护材料的铅当量
47. 为防止发生确定性效应放射工作人员的当量剂量限值是眼晶状体 (150mSv/年), 其他组织 (500mSv/年)
48. 为限制随机效应的发生几率, 而达到可接受水平, 放射工作人员 (全身照射) 的当量剂量限值是连续五年内平均不超过 (20mSv/年), 单独一年内不超过 (50mSv/年)
49. 年照射的有效剂量有可能超过 15mSv/ 年的为 (甲种工作条件), 要对个人剂量进行监测, 对场所经常性的监测, 建立个人受照射剂量和场所监测档案; 年照射的有效剂量很少可能超过 15mSv/ 年, 但可能超过 5mSv/ 年的为 (乙种工作条件), 要建立场所的定期监测, 个人剂量监测档案; 年照射的有效剂量很少超过 5mSv/ 年的为 (丙种工作条件), 可根据需要进行监测, 并加以记录
50. 未满 (18) 岁者不得在甲种工作条件下工作, 未满 (16) 岁者不得参与放射工作
51. 从事放射的育龄妇女, 应严格按均匀的 (月剂量率) 加以控制
52. 在一般情况下, 连续 (3) 个月内一次或多次接受的总剂量当量不得超过年当量剂量限值的一半
53. 对事先计划的特殊照射, 其有效剂量在一次事件中不得大于



(100mSv), 一生中不得超过 (250mSv)

54. 非放射专业学生教学期间, 有效剂量不大于 (0.5mSv/年), 单个组织或器官当量剂量不大于 (5mSv/年)

55. 对于公众个人所受的辐射照射的年当量剂量, 应低于下列限值, 全身: (1mSv), 单个组织或器官: (50mSv)

56. CT 检查为窄束 X 线, 窄束 X 线比宽束 X 线散射线 (少)

57. CT 检查用的管电压一般在 (120kV) 以上, 产生的 X 线波长短, 线质硬, 穿透性大, 吸收量少

58. 在信息科学中, 能够计数的离散量称为 (数字信号), 不能计数的连续量称为 (模拟信号)

59. 将模拟量转换为数字信号的介质为 (模/数转换器)

60. 从应用的角度分析, 数字图像与传统的模拟图像相比, 数字图像的优势: (数字图像的密度分辨力高)、(数字图像可进行后处理)、(数字图像的存储、调阅、传输或复制更加方便)

61. 组成图像矩阵中的基本单元称为 (像素)

62. 像素大小 = (视野大小) / (矩阵大小)



相关专业知识

考点总结

考点一：高压发生装置的分类

①工频式：以电源提供的 50Hz 直接经变压器升压达到需要的电压，再经整流后供 X 线管使用。

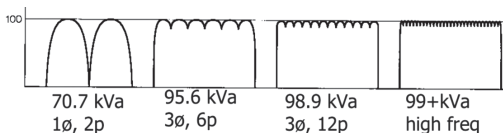
②中（高）频逆变式：

中、高频逆变式高压发生装置的原理

①整流器把工频电源整流，经滤波变为平滑直流。

②逆变器把直流变成频率为几万 Hz 的（高频）交流电，由这部分电路决定变压器输出 KV 的大小。

③高压变压器变压，获得所需的直流高压。



中、高频逆变式高压发生装置的优势

- ① X 线性能稳定，成像质量及效率高；
- ②曝光定时精确，曝光时间的重复率高，并可实现超短时曝光；
- ③能显著缩小变压器的体积和重量；
- ④ KV 和 mA 的控制精度大大提高；
- ⑤高压部分整流电路简单。

考点预测

题号	预测题干	预测答案	星级
1	逆变式高压发生器的优点	体积小，重量轻	★★★★
2	按高压电路工作方式分类的 X 线机	分为直接升压式、逆变式、电容充放电式、工频、中频、高频机	★★★



题号	预测题干	预测答案	星级
3	工频式 X 线机	电源提供的 <u>50HZ 直接</u> 升压达到需要的电压, 又分为单相装置和三相装置	★★★★

经典例题

1. 关于逆变式高压发生装置的描述, 错误的是
- A. 工作频率是工频机的十倍 B. 变压器的铁芯截面积相应减小
C. 容易获得平稳直流高压 D. 变压器的体积可以减小
E. 变压器的重量可以降低

【答案】A

【解析】关于逆变式高压发生装置变压器的铁芯截面积相应减小; 容易获得平稳直流高压变压器的体积可以减小; 变压器的重量可以降低。

2. 关于逆变式 X 线装置的特点, 不妥的是
- A. 容易获得平稳直流高压 B. 小型轻量化
C. 输出精度高 D. 有利于计算机控制
E. 对电源容量要求高

【答案】C

【解析】逆变式 X 线装置的特点不包括输出精度高。

考前必背

- 1.X 线设备按结构分类分为: (便携式)、(移动式)、(固定式) 几种
- 2.X 线设备按高压电路工作方式分类分为: (直接升压式)、(逆变式)、(电容充放电式)、(工频)、(中频)、(高频机) 等
- 3.X 线设备按输出功率分类分为 (小型机)、(中型机) 和 (大型机)
- 4.X 线设备主要由 (主控装置)、(X 线球管)、(高压发生装置)、(摄影床)、(摄影架) 及 (支撑或辅助装置) 构成
- 5.X 线机的主控装置由 (控制面板)、(主电路) 和 (控制电路) 组成
6. 以主电路工作方式不同分为 (直接升压式)、(逆变升压方式) 和 (电容充放电式)



- 7. 逆变方式其高压发生器体积(小)、重量(轻)
- 8. 逆变式容易获得平稳直流高压,提高了X线的(质);短时间曝光不受电源同步的影响,使控制更为准确

考点总结

考点二:自动曝光控制(制)系统(AEC)

①原理:光电或电离室所产生的电流正比于X线强度,正比于影像载体密度,当达到阈值密度时,自动切断曝光。

② AEC 结构分类:

光电式——利用光电转换原理

电离室式——X线对气体的电离物理效应。

曝光时间控制单位: mS, 1S = 1000mS

③ AEC 原理

通过设定不同的探测区域(电离室),在曝光前准确测量了照射在人身后的探测器上所需的辐射剂量值,当达到预定剂量(该值)时,自动关闭X线系统。保证了采用最小的所需剂量、又使图像获得了均匀的黑化度,消除了因曝光条件高、低所致的图像错误。使曝光参数的人为控制变为智能化控制模式。

④ AEC 对 X 线机的要求

AEC 对 X 线发生设备的要求: 1>: 中、高频 X 线机; 2>: 具有智能化控制系统、(“两钮制”以下数字化设备); 3>: 曝光时间控制单位: mS。

考点预测

题号	预测题干	预测答案	星级
1	AEC 控制的探测器	荧光体探测器、电离式探测器	★★★★
2	自动曝光控制的英文缩写	AEC	★★★★

经典例题

1. 关于自动曝光量控制(AEC)的叙述,错误的是
- A. 被照体很薄时,AEC也可立即切断X线



- B. 探测器有电离室式、半导体、荧光体 3 种
- C. AEC 的管电压特性与所用屏 - 片体系的管电压特性有关
- D. 探测器置于屏 - 片体系之前还是之后, 效果不一样
- E. 探测器的探测野位置、形状、数量应根据摄影部位选择

【答案】B

【解析】自动曝光探测器分为光电离室式和半导体式探测器。

2. 自动曝光探测器应安装在

- A. 控制台内
- B. X 线管窗口处
- C. 胶片暗盒下面
- D. 肢体和滤线栅之间
- E. 滤线栅和暗盒之间

【答案】E

【解析】自动曝光探测器应安装在滤线栅和暗盒之间。

考前必背

- 1. (自动曝光量控制) 用于自动控制胶片得到适度曝光量
- 2. (荧光体探测器): 采样区的荧光体将透过人体的 X 线转换成荧光, 由光导体传导给光电倍增管, 转换成电信号输送到信号处理部分
- 3. (电离室探测器): 利用 X 线能使空气电离的原理制成, 电离电荷在高压作用下向电离室的两极板运动, 形成电离电流, 即输出信号

考点总结

考点三: X 线管构造

1. X 线管组成:

- ① 主要是由阳极、阴极和玻璃壳三部分组成。
- ② X 线管的分类 (阳极靶面结构): 固定阳极和旋转阳极 X 线管。

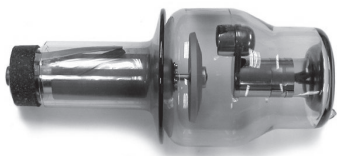
* 旋转阳极靶: 采用铼钨合金 (含 10%~20% 铼) 做靶面。

2. X 线管的作用: 是将电能转化为 X 线。

- ① 能产生自由电子的电子源 (阴极);
- ② 能阻碍自由电子运动的障碍 (阳极靶);
- ③ 能够使自由电子高速定向运动 (加高压);



④能够保持电子流稳定（加高真空）。



3. 固定阳极 X 线管

①固定阳极 X 线管：主要由阳极、阴极和玻璃壳三部分组成。

②固定阳极 X 线管的靶面静止不动，电子流总是轰击在靶面固定的同一位置上。由于单位面积上所承受的最大功率是一定的，所以固定阳极 X 线管的功率是有限的。

4. 旋转阳极 X 线管

构造：由偏离 X 线管中心轴线的阴极发射出电子，撞击到旋转的靶面上。靶面的旋转使阴极电子流撞击面均匀地分散到靶环的一周，消除了（固定阳极 X 线管）热量集中一点的弊端，有效地提高了 X 线管热容量，并可减小焦点面积。

特点：功率大，焦点小，影像清晰度高，目前医用 X 线机主要使用旋转阳极 X 线管。

考点预测

题号	预测题干	预测答案	星级
1	固定阳极 X 线管阳极的构成与作用	由阳极头、阳极帽和阳极柄组成；作用：接受电子的撞击产生 X 线	★★★★
2	固定阳极 X 线管阴极的作用	发射电子并使之聚焦	★★★
3	旋转阳极 X 线管靶盘材料	纯钨、铱钨合金和钨基或石墨基的铱钨合金	★★★★
4	x 线管靶面具备的条件	原子序数高、x 线发生效率高、熔点高、金属蒸发率低、导电率高、热传导高	★★★★★



题号	预测题干	预测答案	星级
5	阳极帽的作用	防止二次电子积聚到管壁上引起的纵向应力	★★★
6	旋转阳极管与固定阳极管相比,其优点是	焦点小,功率大	★★★★★

经典例题

1. 关于固定阳极 X 线管阳极的结构组成,下列正确的是

- A. 阳极头、阳极柄、阳极帽 B. 靶面、阳极柄、阳极帽
C. 阳极头、转子、阳极帽 D. 靶面、转子、阳极帽
E. 靶面、钮杆、阳极帽

【答案】A

【解析】固定阳极 X 线管的阳极结构由阳极头、阳极帽、玻璃圈和阳极柄 4 部分组成。

2. 关于旋转阳极 X 线管的叙述,不正确的是

- A. 旋转阳极由直流感应电机驱动
B. 阳极的高压通过转子轴承导入
C. 旋转阳极靶盘直径越大管容量越大
D. 靶盘与转子间的连杆做得很细以减少热传导
E. 靶盘的热量主要是通过辐射散发出去的

【答案】A

【解析】旋转阳极由单相异步电动机驱动,旋转阳极靶盘直径越大,散热面积越大,所以容量也越大;靶盘的热量主要是通过靶盘的热辐射散发出去,被管外的绝缘油吸收,为了减少靶盘热量向轴承传递,轴承与靶盘间的支架做得很细。

考前必背

1. 静止阳极 X 线管由 (阳极)、(阴极) 和 (管壳) 组成

2. X 线管管壳外壳材料应具备以下条件: (良好的绝缘性能; 较高机械强度以承受高真空压力; 热膨胀系数小, 升温后不变形; 加工容易; 能与金属焊接; 吸收 X 线少)



3. 旋转阳极 X 线管由 (旋转阳极, 阴极和管壳) 组成
4. 旋转阳极 X 线管的使用寿命大多数是由于 (轴承损坏) 而终结
5. 为了减少靶盘热量向轴承传递, 轴承与靶盘间的支架做得很细, 靶盘的热量主要是通过靶盘的 (热辐射) 散发出去, 被管外的绝缘油吸收
6. 启动电路具有 (保护) 功能, 在启动失效时, 能发出检测信号, 防止 X 线发生。
7. 有效焦点面积大于 (0.3), 透视时可以不转动, (0.3) 以下必须转动
8. (管套): 安放、固定 X 线管的封闭容器, 由金属制外壳结构主体和附着于其内壁的铅防护层构成
9. 管套上设有阳极和阴极高压电缆插座, X 线输出部位设有凹形有机玻璃“窗口”, 其作用是凹入管套内, (减薄) 窗口处的绝缘油层厚度, (减少) 对输出射线的衰减
10. X 线管壳、绝缘油层、管套窗口材料三者对 X 线的吸收, 称作 (固有滤过)
11. (增加) 管套的散热速度可间接促进绝缘油散热, 提高 X 线管的散热效率

考点总结

考点四: 阳极热容量

1. 热容量的概念: 曝光时阳极靶面产生大量的热, 而且生热快, 散热慢, 易积累很大的热量, 要求具有很高的冷却率。

X 线管处于最大冷却率时, 允许承受的最大热量称为热容量。使用 单位热焦耳 (J) 外, 常用 热单位 HU。

$1\text{J} = 1\text{kV} (\text{有效值}) \times 1\text{mA} (\text{有效值}) \times 1\text{s} (\text{曝光时间})$

单相全波整流情况下, 换算关系: $1\text{HU} = 0.77\text{J}$ 公式: $\text{HU} = \text{kV}_p \times \text{mA}$

x s

2. 热容量的计算

①在半波整流 X 射线机: $\text{HU} = \text{kV}_p \times \text{mA} \times \text{s}$

②在三相六脉冲全波整流 X 射线机: $\text{HU} = 1.35 \times \text{kV}_p \times \text{mA} \times \text{s}$



③在三相十二脉冲全波整流 X 射线机: $HU=1.41 \times kVp \times mA \times s$

④在高频 X 射线机: $HU=1.44 \times kVp \times mA \times s$

考点预测

题号	预测题干	预测答案	星级
1	x 线管的代表容量	一定的整流方式和一定曝光条件下 x 线管所能承受的最大负荷称作 x 线管的代表容量, 也称作功率或额定容量	★★★★
2	x 线管的容量和阳极热容量(易混淆)	x 线管的容量只说明一次负荷的安全性, 阳极热容量说明 x 线管连续使用下阳极的热量积累的最大允许值	★★★★★
3	x 线管热容量的单位	焦耳 (J) 或热单位 (HU)	★★★★
4	X 线管容量	是 X 线管在安全使用条件下能承受的最大负荷量, 单位 <u>KW</u>	★★★★
5	固定阳极 X 线管的代表容量	指在 <u>单相全波整流电路</u> 中, 曝光时间为 <u>1s</u> 时, 所能承受的最大负荷。	★★★★★
6	旋转阳极 X 线管的代表容量	指在 <u>三相六波整流电路</u> 中, 曝光时间为 <u>0.1s</u> 时, 所能承受的最大负荷。	★★★★★
7	瞬间负荷	在不同 KV.mA 下, 一次曝光所能持续的时间	★★★
8	阳极热容量 (J) 与 KV.mA 的关系	<u>$1J=1KV(\text{有效值}) \times 1mA(\text{有效值}) \times 1s$</u>	★★★
9	阳极热容量 (HU) 与 KV.mA 的关系	<u>$1HU=1KV(\text{峰值}) \times 1mA(\text{平均值}) \times 1s$</u>	★★★
10	$HU=KV \times mA \times s \times 1.35$ 时所在的整流电路	单相全波整流, 每条高压电缆 6M 以上且管电流较低 (<10mA) 时; 三相 6 波整流电路	★★★



确定曝光时间下所能使用的最大曝光条件

2. 一定整流方式和一定曝光时间下 X 线管所能承受的最大负荷称作该 X 线管的 (代表容量), 也称作 (功率或额定容量)

3. 固定阳极 X 线管的代表容量是指在单相全波整流电路中, 曝光时间为 (1 秒) 时, 所能承受的最大负荷

4. 旋转阳极 X 线管的代表容量是指在三项六管全波整流电路中, 曝光时间为 (0.1 秒) 时所能承受的最大负荷

5. 在不同 kV、mA 下, 一次曝光所能持续的时间称作 (瞬间负荷)

6. 限定连续使用的最大负荷为 (连续负荷)

7. (阳极热容量) 说明 X 线管连续使用下阳极的热量积累的最大允许值

8. X 线管的热容量以 (焦耳 J) 或 (热单位 HU) 表示

9. 单相全波、半波、自整流电路中阳极热容量的计算: $HU = (kV \cdot mA \cdot s)$

10. 单相全波整流, 每调高压电缆 6M 以上。且管电流较低 (< 10mA) 时: $HU = (kV \cdot mA \cdot s \cdot 1.35)$

11. 三相 6 波: $HU = (kV \cdot mA \cdot s \cdot 1.35)$

12. 三相 12 波, 恒定高压: $HU = (kV \cdot mA \cdot s \cdot 1.41)$

13. 当阳极热容量达到最大时, 其在单位时间内传导给周围介质的热量也达到最大, 此值即为 X 线管的 (最大散热率), 即 X 线管承受连续负荷的能力

14. 散热率用功率单位表示: (W 或 HU/s)

15. $1W = (1.41) HU/s$

16. 连续允许负荷的计算: 管电流 = (最大散热效率) \div 管电压 \div (1.35)

考点总结

考点五: 实际焦点与有效焦点

对 X 线成像质量影响最大的因素之一就是 X 线管的焦点。

1. 实际焦点——灯丝辐射的热电子在靶面上的轰击面积。

2. 有效焦点——实际焦点在 X 线投照方向上的投影。

3. 有效焦点的相关参数



有效焦点的标称值：为一无量纲的数值，不是实际长度，所以，单位不是 mm。

固定阳极靶倾斜角度：一般在 $17^{\circ} \sim 19^{\circ}$

旋转阳极靶倾斜角度：一般在 $12^{\circ} \sim 19^{\circ}$ 之间。

4. 焦点的作用

优点：小焦点——影像清晰。

问题：焦点越小，在焦点上集聚的能量越高，产生的热量也就越高。因为只有约 1% 的电能转化为 X 射线的能量，99% 以上的能量均转化为热能。易导致焦点面熔化。

解决办法：双焦点技术、旋转阳极技术和水或油循环冷却技术。

考点预测

题号	预测题干	预测答案	星级
1	旋转阳极管的阳极倾角	$12^{\circ} \sim 19^{\circ}$	★★★★
2	固定阳极倾角	$17^{\circ} \sim 19^{\circ}$	★★★★
3	实际焦点	发射电子经聚焦后在阳极靶面上的实际撞击面积	★★★★
4	有效焦点	实际焦点在空间各个方向上的投影	★★★★
5	实际焦点包括	主焦点和副焦点	★★★
6	影响焦点的因素	在较大的管电流、较低管电压情况下，有效焦点变大	★★★★
7	从成像质量看，有效焦点的优势	有效焦点越小质量越好	★★★

经典例题

- 关于实际焦点的描述，正确的是
 - 灯丝发射电子经聚焦后，在阳极靶面上形成的实际撞击面积
 - 灯丝发射电子，聚焦、加速在玻璃管壁上形成的实际撞击面积
 - 灯丝发射电子，聚焦、加速经靶面反射又撞击到阴极的面积
 - 实际焦点小于有效焦点



E. 实际焦点是正方形

【答案】A

【解析】实际焦点是指灯丝发射的电子，经聚焦后在靶面上的瞬间撞击面积。

2. 下列哪项是有效焦点标称值的正确表示方法

A. 1.0cm

B. 1.0

C. 1.0x1.0

D. 1.0mm

E. $1.0 \times 10 \text{mm}^2$

【答案】B

【解析】1982年，国际电工委员会（IEC）336号出版物上阐述了用无量纲的数字，如2.0.1.0等来表示有效焦点的大小，此数字称为有效焦点标称值。

考前必背

1. 发射电子经聚焦后在阳极靶面上的实际撞击面积称为（实际焦点）
2. （有效焦点）是指实际焦点在空间各个方向上的投影，是用来成像的X线面积
3. 实际焦点在垂直于X线管窗口方向的投影称作（标称焦点）或有效焦点的（标称值）
4. 标称焦点是有效焦点的一个特例，近似（正方形）
5. 旋转阳极管阳极倾角一般在 $17^\circ - 19^\circ$ ，实际焦点面积要（大于）有效焦点面积。从成像质量讲，有效焦点（越小）成像质量越好；从输出功率讲，实际焦点（越大）输出功率越大
6. 从灯丝正面发射出的电子所形成的焦点称为（主焦点）
7. 从灯丝侧面发出的电子形成的焦点称为（副焦点）

考点总结

考点六：高压发生器

1. 主要结构

X射线机高压部分主要有（高压变压器）高压电源和灯丝电源两部分，其中灯丝电源用于为X线管的灯丝加热，高压电源的高压输出端分



别加在阴极灯丝和阳极靶两端，提供一个直流高压使阴极灯丝的电子加速撞击阳极靶，产生 X 射线。

2. 高压发生器

结构与特点：

- (1) 高压变压器次级输出功率电压高；
- (2) 连续负载小，瞬间负载大；
- (3) 容量小：所用高压变压器容量可以按同等容量的一般电力变压器容量的 1/3 设计。
- (4) 中心点接地。

3. 灯丝变压器

灯丝变压器是一个降压变压器，其作用是把 220V 的电压降低到 X 射线管灯丝所需要的电压，并提供较大的加热电流。由于 X 射线管的阴极处于高压之中，而灯丝变压器的初级绕组处在低压线路之中。为了防止它们被高压击穿，就必须解决初级绕组与次级绕组之间的绝缘问题。灯丝变压器必须置于高压绝缘介质之中。

4. 高压电缆

①作用：连接高压发生器和 x 线管头，将高压发生器输出的高压送到 x 线管的两极，把灯丝加热电压送到 x 线管的灯丝。

②高压电缆内部结构及作用（由内向外）依次：

1>：导电芯线：除传输 X 线管的 kV 外，阴极侧电缆还传输灯丝加热电流。

2>：高压绝缘层：作用是使芯线与高电压与地之间绝缘。

3>：半导体层：紧贴与绝缘层上，由半导体材料与橡胶制成，作用是消除绝缘层外表面与金属屏蔽层之间的静电场。

4>：金属屏蔽层：用镀锡铜丝网带重叠包绕，紧贴在半导体层上，作用是当高压电缆击穿时，防止电击伤害到操作者或患者。

5>：保护层：由黑色棉纱和维纶线编织而成。作用是加强电缆的机械防护，减少外部的损伤。



考点预测

题号	预测题干	预测答案	星级
1	属于高压发生装置的部件	高压变压器、高压整流(倍压、滤波)器、高压电压和电流检测、高压交换系统、高压插座、大小 x 线管灯丝加热变压器, 绝缘变压器油、方或圆形耐油容器	★★★★★
2	高压变压器的特点	次级输出电压高, 连续负载小, 瞬间负载大, 容量小, 中心点接地	★★★★★
3	自整流方式 x 线管管电流通过的条件	在交流电的正半周阳极为正、阴极为负时管电流通过, x 线发生	★★★★
4	高压电缆由内向外的结构	导电芯线, 高压绝缘层, 半导体层, 金属屏蔽层, 保护层	★★★★★
5	高压发生装置的作用	将普通电压整流、滤波后变成脉动直流高压输送给 X 线管两端	★★★
6	高压变压器容量按同容量的一般电力变压器容量的多少设计	1/3	★★★★
7	灯丝变压器	为 X 线管灯丝提供加热电流之用的 <u>降压变压器</u>	★★★★
8	阳极侧高压电缆可以与阴极侧的高压电缆互换吗	实际上阳极侧高压电缆与阴极侧相同, 必要时可以交换使用	★★★
9	半导体层的作用	消除绝缘层与金属屏蔽之间的静电, 使电荷分布均匀, 防止产生静电放电, 保护高压电缆	★★★



经典例题

1. 关于X线机用高压变压器,叙述错误的是
- A. 次级中心接地点处电位为零
 - B. 高压变压器上所标示的初级电压是指该变压器次级最大负载时所对应的电压值
 - C. 高压变压器浸泡在绝缘油中提高了绝缘性能和散热性能
 - D. 诊断用X线机高压变压器设计容量等于最大容量
 - E. 高压变压器是升压变压器

【答案】D

【解析】高压变压器的容量可以按同容量的一般容电力变压器量的1/3设计。

2. 高压电缆结构从内到外分为
- A. 芯线、绝缘层、保护层
 - B. 芯线、保护层、半导体层、金属网层、绝缘层
 - C. 芯线、绝缘层、半导体层、金属网层、保护层
 - D. 芯线、半导体层、绝缘层、保护层、金属网层
 - E. 芯线、半导体层、绝缘层、金属网层、保护层

【答案】C

【解析】高压电缆从内到外的组成部分包括芯线、绝缘层、半导体层、金属网层、保护层。

考前必背

1. (**高压变压器**)是产生供给X线管两极高电压,使X线管灯丝的自由电子高速运动的能源,主要由初级线圈、次级线圈、绝缘套筒、铁芯等组成

2. 高压变压器的特点有(**高压变压器次级输出电压高;连续负载小,瞬间负载大;容量小;中性点接地**)

3. 诊断用X线发生器的高压变压次级输出的电压在(**30-150**)kVp范围内

4. 诊断用X线发生器的高压变压器的负载电流在透视时连续工作不超过(**5mA**)



5. 高压变压器次级线圈的中性点接地,可降低高压变压器的绝缘性能要求,由此可(缩小)高压变压器的体积

6. (高压整流器)用于将交流高压电整流成X线管使用的高压直流。

7. 高压整流器具有单向(导电性)

8. 半导体整流器的优点是体积(小),寿命(长),内阻(小),不需要灯丝加热系统。缺点是具有温度特性,温度上升,反向电流增加

9. X线管自身承担整流作用的电路称作(自整流电路),自整流电路多用于移动式、牙科等小型X线机中

10. 单相全波整流使用四只整流器的单相桥式整流电路,使变压器输出的正负半周都得到利用,(提高)了输出功率。用于功率在(50)kW以下的中型X线机

11. 灯丝变压器是为X线管灯丝提供加热电流之用的降压变压器。初级电压在(100-200)V间,次级电压在(5-15)V间,功率约(100)W

12. 一个高压发生器可能供(2-3)个X线管使用。一般在单位时间内只能有(1)个X线管组件工作

13. 高压交换闸是(电磁继电器)的变形

14. (高压电缆)是一种防电击式安全电缆,用于将高压发生器产生的脉动直流高压连接到X线管两端,同时把灯丝加热电压送到X线管的阴极灯丝,构成高压回路

15. 同轴式高压电缆的构造,由内向外分为5层:(导电芯线、高压绝缘层、半导体层、金属屏蔽层、保护层)

16. 半导体层的作用是(消除)绝缘层与金属屏蔽之间的静电,使电荷分布均匀,防止产生静电放电,保护高压电缆



专业知识

考点总结

考点一：光学密度

1. 又称密度或灰度。在影像判读中通常称为色调。指感光材料的感光层经曝光和摄影处理后呈现的黑白程度，用光学密度测量仪测量，其值用D表示。是一个对数值，无量纲。光学密度是物体吸收光线的特性量度，即入射光量与反射光量或透射光量之比，常用透射率或反射率倒数的十进对数表示。

影响光学密度的因素有感光材料的感光特性、对光照的透过或反射特性、曝光量、被摄影物的波谱特性以及摄影处理等。

人眼识别的密度值在 0.25~2.0。

2. 曝光量与光学密度

曝光量 = 光照强度 X 照射时间

通常照度与时间两者可互换，在数值上所产生的密度值相等，称“互律”。但用强光和弱光对胶片曝光时，虽然曝光量相同，但照片显示的密度值却不相等，

结果：强光照射的密度值大，而弱光照射的则密度值小。

考点预测

题号	预测题干	预测答案	星级
1	透光率与阻光率的关系	<u>阻光率</u> 在数值上等于透光率的 <u>倒数</u>	★★★★★
2	<u>阻光率的对数值</u> 称为	<u>光学密度值</u>	★★★★★
3	有关光学密度的说法	光学密度值可借助光学密度仪直接读出，也称黑化度，密度值是一个对数值，无量纲	★★★★★



题号	预测题干	预测答案	星级
4	人眼可观察的照片密度值范围	<u>0.25~2.0</u>	★★★★★
5	透光率(T)及其T值的定义域	$T=I/I_0$ (I 为透过光线强度。 I_0 为入射光线强度); $0 < T < 1$, T 值大与照片黑化的程度成相反关系	★★★★★
6	光学密度(D)	$D=\lg I_0/I$	★★★★

经典例题

1. 光学密度值的数学表达式为

A. $D=\lg(I/I_0)$

B. $D=\lg(I_0/I)$

C. $D=\log_2(I/I_0)$

D. $D=\log_2(I_0/I)$

E. $D=\log_5(I_0/I)$

【答案】B

【解析】 $D=\lg(I_0/I)$ 为光学密度值的数学表达式,密度也称为黑化度。

2. 透光率(T)的叙述,错误的是

A. $T=I/I_0$

B. T 的定义域是 $0 \leq T$

C. 是指照片上某处的透光程度

D. $T=0$ 时,表示入射光全部被吸收

E. $T=1$ 时,表示入射光全部通过照片

【答案】B

【解析】 T 的定义域为 $0 < T < 1$ 。

考前必背

- 构成照片影像的物理因素 (密度、对比度、锐利度、颗粒度)
- 构成照片影像的几何因素 (失真度)
- 阻光率在数值上等于透光率的 (倒数)
- 阻光率的对数值称为 (光学密度值, $D=\lg I_0/I$)
- 光学密度值可借助 (光学密度仪) 直接读出,也称 (黑化度),密度值是一个对数值,无量纲



6. 影响 X 线照片密度值的因素：（照射量、管电压、摄影距离、增感屏胶片系统、被照体的厚度及密度）、照片的冲洗因素。

7. 管电压与照片密度的关系：密度与管电压的（n 次方成正比）比，管电压的变化为（40-150） kv 时，n 从 4 降到（2）

8. X 线胶片上的感光效应与摄影距离（FFD）的（平方成反）比

9. 在 X 线摄影时，增感屏与胶片组合使用，其相对感度（提高），影像密度（大）；照片密度随被照体厚度、密度的增高而（降低）

考点总结

考点二：对比度的概念

X 线照片上相邻组织影像的密度差，称为照片对比度，又称为光学对比度。

照片上密度差异是辨别物体影像存在的基础。对比度是形成 X 线照片影像的基础。

对比度的内容涉及到四个相关的“对比度”概念：

1. 肢体对比度：又称为对比度指数，即肢体对 X 线吸收系数的差值。吸收系数之差是形成射线对比度的原因。（胸部的肢体的对比度优于腹部）

2. 射线对比度：又称为 X 线对比度，当 X 线作用于被检体时，由于被检体对 X 线的吸收、散射而减弱，透过被检体的射线则形成强度的不均匀分布，即形成 X 线信息影像。

3. 胶片对比度：X 线胶片对射线对比度的放大能力，即称为胶片对比度。它取决于胶片的最大斜率（r 值）或平均斜率（G）。

4. 反差系数：胶片特性曲线的直线部分的斜率，即直线部分某二点的密度差与所对应的曝光量对数差的比值。可简单地理解为影像反差与被摄体反反之比。又称伽玛值，用 γ 符号表示。

5. 平均斜率：在 X 线摄影中，密度高的部位影像光学密度低，反之则高。为描述影像的（密度）层次，引入平均斜率的概念，用平均斜率来表示胶片的反差。连接胶片特性曲线上指定两点密度 D1 和 D2 的直线与横坐标夹角的正切值。

6. 照片影像对比度：依存于被检体不同组织吸收所产生的射线对比



度, 以及胶片对射线对比度的放大结果。

影响照片对比度的主要因素: 胶片的 γ 值、线质、线量以及被检体本身因素。

考点预测

题号	预测题干	预测答案	星级
1	X 线对比度	由于被照体对 X 透过被照体的 X 线的吸收, 散射而减弱, 透过被照体的透射线形成了强度分布不均, 这种 X 线强度称为射线对比度	★★★★★
2	影响 x 线照片密度值的因素	照射量, 管电压, 摄影距离, 增感屏胶片系统, 被照体的厚度及密度, 照片的冲洗因素	★★★★★
3	胶片对比度	又称胶片对比度系数, 是 x 线胶片对射线对比度的放大能力	★★★★★
4	照片对比度大小的取决因素	照片对比度的大小决定于胶片的 r 值大小, r 值越大, 照片对比度越大	★★★★★
5	影响 x 线对比度的因素	X 线吸收系数 μ , 物体厚度 d, 人体组织的原子序数 Z, 人体组织的密度, x 线波长	★★★★★
6	影响 x 线照片对比度的因素	主要为胶片 r 值、x 线质和线量, 以及被照体本身的因素	★★★★★

经典例题

1. 影响 X 线对比度的因素不包括

- A. X 线吸收系数
- B. 物体厚度
- C. 人体组织的原子序数
- D. X 线波长
- E. X 线管高电压

【答案】E

【解析】影响 X 线对比度的因素为 X 线吸收系数、物体厚度、人体组织的



原子序数、X线波长、人体组织密度。

2. 胶片对比度的叙述, 错误的是

- A. 胶片对射线对比度的放大能力, 称胶片对比度
- B. 照片影像对比度与射线对比度之比, 称反差系数
- C. 反差系数是直线部分的斜率
- D. 直线部分的斜率也称最大斜率
- E. 平均斜率等于反差系数

【答案】E

【解析】反差系数反映的是直线部分的斜率, 或称曲线的最大斜率。但是, 在X线摄影中, 即使在同一照片上被照体的组织密度和厚度差别也很大, 其中对于组织密度高、厚度大的部分, 它所呈现出来的光学密度就落在曲线足部。从诊断角度讲, 要求这部分的影像对比度更高一些, 为此引出了平均斜率的概念。它与最大斜率不一样。

考前必背

1. X线到达被照体之前 X线是强度分布均匀的一束射线。当 X线透过被照体时, 由于被照体对 X线的吸收, 散射而减弱, 透过被照体的透射线形成了强度分布不均, 这种 X线强度的差异称为 (x线) 对比度

2. X线照片上相邻组织影像的密度差称为 (X线照片) 对比度, 又称为光学对比度 (K)

3. 照片对比度的大小决定于胶片的 (r) 值大小, r 值越大, 照片对比度越 (大)

4. 影响 x线对比度的因素: (X线吸收系数 μ 、物体厚度 d 、人体组织的原子序数 Z 、人体组织的密度、x线波长)

5. 影响 x线照片对比度的因素: 主要为 (胶片 r 值)、x线质和线量, 以及被照体本身的因素, 其中 (胶片的反差系数 (γ 值)) 直接影响着照片对比度

6. 使用屏 - 片系统摄影, 与无屏摄影相比, 增感屏可 (提高) 照片对比度

7. 人眼可观察的照片密度值范围 (0.20-2.0)



8. 在高千伏摄影时, 所获得的照片对比度(降低); 在低千伏摄影时, 所获得的照片对比度(高)

9. 灰雾产生的原因: (胶片本底灰雾、焦点外 X 线和被检体产生的散射线、显影处理)

10. 在诊断放射学中, 被照体对 X 线的吸收主要是(光电)吸收, 特别是使用低 kV 时

11. 照片上两个相邻 X 线吸收不同的组织影像, 其影像界限的清楚明了程度称(锐利度)

12. 锐利度的公式: ($S = (D2-D1)/H = K/H$)。公式中: S 为锐利度, D2-D1 为相同组织的密度差, H 为密度移行距离。

13. 照片的锐利度与模糊值 H 成(反)比, 物体越小, 照片对比度越低, 模糊值越(大), 锐利度越(差)。

14. 影响照片锐利度的因素: (几何学)模糊, (移动)模糊, 增感屏

15. 影响几何模糊的三大因素(X 线管焦点的尺寸、被照体 - 胶片距离、焦点 - 胶片距离)

16. 焦点尺寸越大, 半影越(大), 影像锐利度越(差); 焦点 - 胶片距离越大, 则半影也就越(小)

17. 阳极端影像锐利度(大于)阴极端

18. 当焦点尺寸、焦 - 片距离固定时, 半影则随肢 - 片距离的增大而(加大); 反之被照体越靠近胶片, 半影就越(小), 影像也就越(锐利)

19. 减少几何模糊的方法: 被照体或病人一侧尽可能贴近胶片; 尽可能使用(小)焦点; 尽可能使用较(大)的焦 - 片距, 其中选择(小)焦点最为重要

20. 减少运动模糊应注意的几个问题: (需固定肢体; 选择运动小的机会曝光; 缩短曝光时间; 把肢体尽量靠近胶片; 尽量增加焦点至胶片间的距离)

21. 增感屏导致照片产生模糊的原因: (荧光体的光扩散、x 线斜射效应、增感屏与胶片的密着状态)、照片影像的总模糊度

22. (光晕)是指吸收了 X 线的荧光粒子发出的光, 通过增感屏表面



等的反射而产生

23. (光渗)是接收 X 线的荧光体粒子散射而产生的

24. 构成照片影像中那些粗糙或砂砾状的效果, 定义为(颗粒性), 其物理测定值为(颗粒度)

25. 影响照片颗粒性的因素主要有四种: (X 线量子斑点(噪声)); 胶片卤化银颗粒的尺寸和分布; 胶片对比度; 增感屏荧光体的尺寸和分布)

考点总结

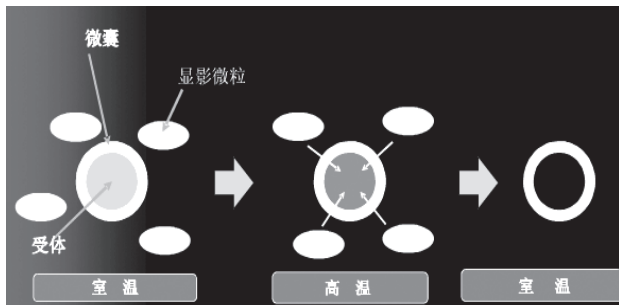
考点三: 医用干式胶片

1. 干式热敏胶片

胶片感热层中含有显色功能的微粒, 胶囊和乳化物, 当热敏头对干式胶片加热后, 微型胶囊的胶囊壁变成具有透过性, 显色剂进入胶囊发生发色反应。停止加热时, 胶囊壁停止发色反应, 胶片上根据发色的程度而记录下影像。因采用的技术不同, 在热敏胶片乳剂层内有含银盐和不含银盐之分。

2. 干式激光热敏成像胶片的感光乳剂层

感光层中含银盐(AgBr)的为干式激光胶片, 与传统胶片的感光卤化银乳剂不同的是, 感光成像涂层中包含显影剂, 不需湿式显像过程。



感光乳剂层微型胶囊显影原理

3. 干式激光热敏成像胶片结构

干式激光胶片是一种含银盐的激光胶片, 不需暗室冲印技术, 又称为



干银胶片，是单面卤化银感光胶片，构成如下：

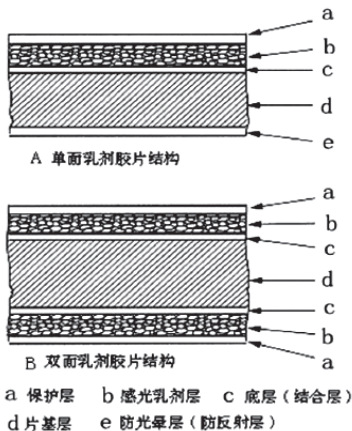
(1) **保护层**：常为 1mm 厚的明胶或高分子涂层，主要作用是保护感光层，同时还有防止静电，防止粘连等作用。

(2) **感光乳剂层**：胶片的核物质，由感光主体卤化银微细颗粒均匀地分散在明胶介质中组成，卤化银晶体的形状、大小、多少及涂层厚度决定了胶片性能的好坏及感光速度的高低。

(3) **片基**：大多数激光胶片都采用 1.75mm 厚的聚酯（涤纶）作为片基，物理机械性能好。

(4) **防光晕层**：防光晕层的作用是防止曝光时片基背面的光反射作用。

防光晕层的颜色应该和乳剂层的感光光谱相匹配，防光晕层还有防止卷曲，防止粘连的作用。涂层的颜色在冲洗加工过程中是可以去除的。



4. 干式激光热敏成像胶片的特点

(1) 分辨率高：干式胶片含银量低，仍具有很高的光学密度和影像分辨率；

(2) 感光度高；

(3) 成本低；



(4) 含银量低较之传统胶片含银量降低 30~40%;

(5) 加工过程耗能低;

(6) 显影加工过程无污染。

5. 干式激光(含银盐)胶片

(激光扫描-热成像技术所用胶片对激光波长的要求)

按胶片感应的激光类型分为氦氖激光胶片和红外激光胶片,氦氖激光胶片光谱高峰在 633nm, 红外在 730~830nm。

6. 干式激光胶片(含银盐)的成像步骤

干式激光胶片经激光曝光后,通过热显影方式成像。具体如下:

(1) 红外激光扫描胶片并形成潜影;

(2) 将曝光后的胶片用热敏鼓加热处理;将加热温度控制在 122℃,时间 15S(烫画原理),胶片通过热鼓时的速度很快,因此高温不会造成胶片自燃、融化。

(3) 在有显色剂微型胶囊、显色剂乳化物,粘合剂散布的胶片上,经热力头加热后,显色剂进入发色剂内而发色;反应量与加热温度成正比。

(4) 停止加热后,发色微型胶囊自行冷却,停止发色。

(5) 反应后图像保留胶片中被微型胶囊隔离,未受热胶囊保持不变。

(6) 热力头内装数千个微小发热源(薄膜电阻),每个受一个集成电路控制。控制电力脉冲就可以控制放电时间,最终决定每个像素点的影像密度。

7. 干式激光打印机构造

激光打印机分类:根据激光光源分为氦氖激光打印机和红外激光打印机。

考点预测

题号	预测题干	预测答案	星级
1	氦氖激光胶片与红外激光胶片的波长高峰	氦氖激光胶片: <u>633nm</u> 红外激光胶片: <u>830nm</u>	★★★★
2	干式激光胶片的结构	保护层、感光成像层、结合层、片基、防反射层	★★★



2. 在(1984)年,激光成像技术应用于医学,使用激光扫描成像的激光打印机开始承担CT、MR等数字设备的图像打印

3. 按打印介质分类,普通打印分为(热敏纸、光面纸、相纸)等,医用专业打印分为(湿式胶片、干式胶片、彩色专业相纸)等

4. 视频多幅相机的曝光显像主要是通过(阴极射线管CRT)

5. 各种类型干式相机成像原理的共同点是(无需显影液),与湿式激光打印机相比,干式打印机最大的特点是(无废液排放)

6. (1984)年世界上第一台使用激光成像技术的医用激光打印机问世

7. 控制激光打印机激光束强度的是(激光调节器)

8. 激光胶片按照是否需要冲印分为(湿式激光胶片和干式激光胶片)。按照胶片感应的激光类型分为(氦氖激光胶片与红外激光胶片)

9. 氦氖激光胶片的波长高峰为(633nm);与红外激光胶片的波长高峰为(820nm)

10. 湿式激光胶片一般分5层,分别为(保护层、乳剂层(也称感光层)、结合层(又称底层)、片基层、防光晕层)

11. 湿式激光胶片乳剂层由4部分组成:①(非感光)的有机银盐;②(还原剂)通常包括显影剂;③在显影成像过程中起催化作用的少量的(卤化银);④亲水的或疏水的(黏合剂)

12. 干式激光胶片由(保护层、感光成像层、结合层、片基、防反射层)构成

13. 干式激光胶片感光成像层的成分:①感光物质,可以是任何一种卤化银,其用量约占成像总重量的(0.75-15)%;②非感光的银源物质,是一种可以还原的银离子物质,其用量约占成像层总重量的(20-70)%;③银离子还原剂,其用量约占成像层总重量(0.2-5)%;④黏合剂,可以是一些天然的或合成的树脂,其用量一般约占成像层总重量的(20-70)%;⑤其他补加剂,根据需要可以添加促进剂、染料、增感剂、稳定剂、表面活性剂、润滑剂、防灰雾剂等各类补加剂

14. 相对湿式胶片,干式胶片有更多特点:(1)分辨率(高)(2)感光度(高)(3)加工过程耗能(低)(4)形成的影像稳定;(5)含银量(低)(6)显影加工过程(无)污染(7)成本低



15. 多个颗粒的感光中心产生上万个银原子, 形成显影中心, 即为(潜影)

16. 湿式激光胶片的显影过程: (显影 - 定影 - 水洗 - 干燥)

17. 胶片在仓库存放时应注意: 注意有效期, 在通风阴凉干燥室内片盒应(立式)储存, 注意胶片不能折弯, 否则会卡片, 胶片的保存标准储存条件温度(10-15)℃, 湿度(40-60)%。激光胶片温度以(20)℃为宜, 最低不能低于(5)℃, 相对湿度为(30-50)%。避免潮湿、高温、日照、放射源、不良气体等

18. 湿式激光打印机一般采用(氩氦)激光器, 干式激光打印机一般采用(红外)激光器

19. 激光相机光源的产生是由(激光发生器)

20. 激光扫描系统: 是激光打印机的核心部件, 包括(激光发生器、调节器、发散透镜、多角光镜、聚焦透镜、高精度电机以及滚筒)等

21. 激光打印机中, 使激光胶片曝光的系统是(激光打印系统)

22. 胶片传输系统: 包括送(片盒、收片盒、吸盘、辊轴、电机及动力传动部件)等

23. 激光打印机的基本结构包括(激光打印系统、信息传递与存储系统、胶片传递系统、控制系统)。控制系统: 该系统包括(键盘、控制板、显示板以及各种控制键或旋钮)

24. 激光相机控制激光打印机程序及幅式选择的系统是(控制系统)

25. 激光打印机的光源为(激光束)。激光束的强度可由(调节器)调节, 调节器受数字信号控制。激光束被(多角)光镜折射完成行扫。(高精度)电机带动胶片完成幅式打印

26. 干式激光相机是将形成潜影的胶片送到(加热鼓)进行显影, 而湿式激光相机是送到(自动洗片机)显影

27. 光热化打印技术是用(激光束)来扫描胶片, 保证了影像在处理过程中的精密和一致性。在曝光过程中打印头(不)接触胶片, 避免了打印头和胶片摩擦产生的打印头损耗及对影像的影响

28. 热敏成像技术最早应用于(传真机)。热敏成像技术中, 直接在胶片上产生“热印”作用实现影像还原是通过(热敏头), 温度来源于(热力)



打印头热敏电阻),热敏电阻与胶片是靠 (300g/cm²) 的压力紧密接触。热敏电阻的温度控制范围约为 (100-200) °C,在这个温度范围内变化,胶片获得的最小密度 < (0.2),最大密度 > (3.5)。当温度低于 (130) °C时,银原子几乎分解不出,此时的密度为胶片的 (本底灰雾)

29. 染色升华热敏成像利用热感技术使染料从气态到固态、固态到气态互相转化的过程以 (压印) 的方式实现图像打印,其成像介质为相纸或胶片,介质内没有成像乳剂,其颜色来源是打印色带。色带加热依靠 (热敏打印头) 完成

30. 干式打印机中需要使用色带的是 (彩色热升华打印)

31. 干式激光相机所采用的胶片片基中 PET 的厚度约为 (175) μm

32. 干式热敏胶片对保存环境要求较高,温度在 (35) °C、相对湿度 (60) % 保存约 (半) 年时间;而温度在 (30) °C、相对湿度 (60) % 保存约 (五) 年,且不宜与酸、碱和有机溶剂接触,一定要避免长时间的光照

33. 根据热敏技术方式分为 (染色升华热敏打印机) 和 (直接热敏成像打印机)

34. 直接热敏成像打印机的核心部件是 (热敏头)

35. 干式激光打印机采用的打印头是 (薄膜头)

36. 胶片的热敏层的显影剂在温度的作用下显影,温度越高,时间越 (长),密度就越 (大),照片越 (黑)

37. 热敏干式胶片中的热敏记录层,与直接热敏打印头的温度变化关系是 (如热温度设定在 120°C 左右,以保证影像的显像质量)

38. 加热时间是指胶片中任一点通过加热鼓的时间,该时间一般设置在 (15) 秒左右,可见,胶片的稳定运行十分重要

39. 对温度敏感的胶片打印技术是 (热敏胶片打印)

40. 直接决定了喷墨打印机的打印精度的是 (打印头)

41. 喷墨打印的图像中,影像密度取决于 (墨滴量的多少)

42. 打印质量最好、速度最快的喷墨打印技术是 (固体喷墨技术)

43. 被称作微孔型相纸或者间隙型相纸的彩色喷墨照片打印相纸是 (RC 相纸),所打印的图像质量可以与传统的卤化银照相相纸相抗衡

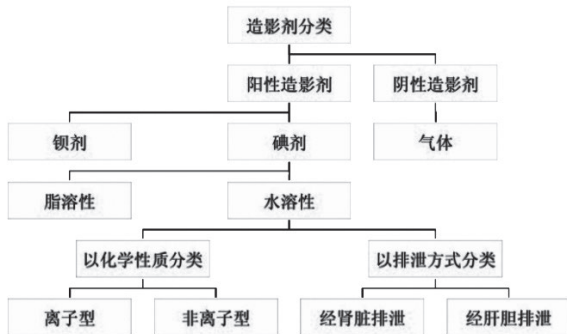


- 44. 打印图像效果最好的喷墨打印介质是 (RC 相纸)
- 45. 喷墨打印机控制电路主要由 (主控制电路、驱动电路、传感器检测电路、接口电路和电源电路) 组成
- 46. 机壳部分包含 (控制面板、接口、托纸架、卡纸导轨、送纸板、出纸板) 等
- 47. 供墨机构包含 (打印喷头、墨盒和清洁机构)

考点总结

考点四：X 线造影剂

- 1. 定义：以医学成像为目的，将某种特定物质引入人体内，以改变机体局部组织的影像对比度，这种物质被称为“对比剂”或“造影剂”。
- 2. 理想的 X 线对比剂应具备的条件
 - (1) 与人体组织的密度对比相差较大，显影效果良好；
 - (2) 无味、无毒性及刺激性，副作用小；
 - (3) 易于排泄；
 - (4) 理化性能稳定，久贮不变质；
 - (5) 价廉且使用方便。
- 3. 不同密度的对比剂：(1) 阳性对比剂 (2) 中性对比剂 (3) 阴性对比剂
- 4. X 线造影剂分类





5. 临床应用的 X 线造影剂

(1) 钡类对比剂：(阳性)硫酸钡干粉、硫酸钡混悬剂。

主要用于消化道造影。

(2) 碘类对比剂：(阳性)分为离子型和非离子型对比剂；按分子结构分为单体型对比剂和二聚体型对比剂，按渗透压分为高渗、低渗和等渗对比剂。可用于血管等多用途成像。

(3) 气体对比剂：(阴性)

(4) 水类对比剂：(中性)

6. 含碘造影剂分类：离子型与非离子型

(1) 离子型显影剂性质稳定，对比良好，但溶液属高渗型，患者中毒副反应发生率高，肌体的耐受性差。

(2) 非离子型显影剂其渗透性降低甚至接近血浆，毒副反应小，生物安全性大，对神经系统毒性低，副反应发生率低，肌体的耐受性好，

离子型显影剂注射死亡率为 1: 3000，非离子型显影剂只有 1: 250000

7. 造影剂引入人体的方法

分为：直接引入法和间接引入法

(1) 直接引入法有：

①口服法：如食管及胃肠钡餐造影等；

②灌注法：如钡剂灌肠、支气管造影和子宫输卵管造影等。

③穿刺注入：DSA

(2) 间接引入法：一种将造影剂引入特定的器官或组织，然后经过吸收并聚集于拟显影的器官使之显影的方法。有：

①生理排泄法：如静脉尿路造影和口服胆囊造影等；

②生理吸收法：如间接淋巴管造影等；

③生理聚集法：目前只有用于 MRI 成像的氧化铁胶体用于肝、脾显影。

8. 造影剂的特点

(1) 造影剂在药理上是无任何治疗作用；

(2) 碘造影剂可在短时间内大量注入人体；



(3) 碘造影剂在 24h 内, 98% 以上以原形经肾脏排出。

9. 碘对比剂毒性反应的防治

不同的对比剂, 发生毒性反应的症状和严重程度各不相同, 关键在于严密观察、早发现、及时处理。

症状较轻者: 如轻度恶心、呕吐、面部潮红、荨麻疹等, 一般不需处理, 只需减慢注药速度或暂停注药。

重度反应者: 需立即对症处理。有循环衰竭, 出现心跳骤停和呼吸停止, 必须立即组织相关科室进行抢救。

考点预测

题号	预测题干	预测答案	星级
1	阴性对比剂	指密度低、原子序数低、吸收 x 线量少, 比重小的物质, 如空气、氧气、二氧化碳、水等	★★★★★
2	在阴性对比剂中易产生气体栓塞的是	空气在组织或器官内溶解度小, 不易消散, 容易产生气体栓塞	★★★★★
3	属非离子型对比剂的是	优维显、碘海醇、碘帕醇等	★★★★★
4	对比剂的直接引入法包括哪几类	口服法、灌注法、穿刺注入法	★★★★★
5	碘对比过敏试验的方法	静脉注射试验、口服试验、口含试验(舌下试验)、皮内试验、眼结膜法	★★★★★
6	碘过敏试验的轻度反应	皮肤发红、荨麻疹、恶心等	★★★★★
7	临床最常用的 MRI 对比剂	钆类对比剂	★★★★★

经典例题

1. 关于对比剂的叙述, 错误的是

A. 分阴性和阳性对比剂 2 类

B. 可显示组织器官的形态



- C. 非离子型对比剂属于无机盐
D. 非离子型对比剂毒性较小
E. 与周围器官能形成密度差别

【答案】C

【解析】非离子型对比剂不是盐类。

2. 关于阴性对比剂的叙述, 错误的是

- A. 空气是一种阴性对比剂
B. 二氧化碳的溶解度较大
C. 空气容易产生气体栓塞
D. 空气在器官内吸收较慢
E. 氧气容易产生气体栓塞

【答案】E

【解析】气体对比剂除空气外, 有氮、二氧化碳, 空气容易产生气体栓塞。

考前必背

1. 理想的对比剂应具备以下条件: ①与人体组织的密度对比相差较大(大), 显影效果良好; ②无味、无毒性及刺激性和不良反应(小), 具有水溶性; ③黏稠度(低), 无生物活性, 易于排泄; ④理化性能稳定, 久贮不变质; ⑤价廉且使用方便

2. 阴性对比剂是指密度(低)、原子序数(低)、吸收X线量少, 比重小的物质, 能起反衬效果的对比剂。X线照片上显示为影像密度高或黑色的影像。如(空气、氧气、水)等。主要用于胃肠道的充盈

- 常用的离子单体对比剂为(甲基泛影葡胺)等
- 常用的离子二聚体对比剂有(碘克酸)等
- 常用的非离子单体对比剂有(碘海醇、碘普罗胺(优维显))、碘佛醇等
- 常用的非离子二聚体对比剂有(碘克沙醇、碘曲仑(伊索显))等
- 人体的血浆渗透压为(313) mOsm/L 定义为等渗
- 高渗对比剂, 主要是指(离子单体)对比剂
- 低渗对比剂主要是(非离子单体和离子二聚体)对比剂
- 等渗对比剂主要是(非离子二聚体)对比剂
- 血管造影时引入对比剂的方法属于(直接)引入法
- 对比剂的引入方式属生理排泄的造影是(口服胆囊)造影



13. 直接引入法包括 (口服法、灌注法、穿刺注入法)。间接引入法主要方法是生理排泄法

14. 静脉肾盂造影是 (间接) 引入法, 逆行肾盂造影是 (直接) 引入法; 静脉肾盂造影需要做 (碘) 过敏试验, 逆行肾盂造影是 (不) 需要做碘过敏试验的

15. 碘对比剂不良反应按照发生时间分为: ① (急性) 不良反应: 对比剂注射后 1 小时内出现的不良反应; ② (迟发性) 不良反应: 对比剂注射后 1 小时至 1 周内出现的不良反应; ③晚发性不良反应: 通常在对对比剂注射 1 周后出现的不良反应

16. 碘对比剂不良反应的临床表现: (轻) 度反应: 主要表现为皮肤发红、荨麻疹、恶心、头晕、喉咙发热发痒、打喷嚏等。(中) 度反应: 主要表现为全身大量荨麻疹、轻微喉头水肿、血压一过性下降等。(重) 度反应: 很少见, 发生率仅为 0.01%~0.05%, 主要表现为血压明显下降, 休克, 严重的气管, 支气管水肿痉挛, 严重的喉头水肿, 甚至可能引起死亡

17. 碘对比剂不良反应一般性预防: 建议使用 (非离子) 型碘对比剂。对比剂使用前加温到 (37) °C。科学地选择对比剂的注射方式、速率及最佳剂量。患者注射对比剂后需留观 (30) 分钟才能离开检查室

18. 根据作用的不同和磁化率的强弱分为 (抗磁性、顺磁性、超顺磁性和铁磁性) 对比剂

19. (Gd-DTPA (钆喷酸葡胺)) 是目前应用最广泛的 MRI 对比剂

20. Gd-DTPA 是一种顺磁性物质, 造成 (T1 和 T2) 弛豫时间缩短

考点总结

考点五: 脉冲序列

MR 成像主要依赖于四个因素: 即质子密度、T1、T2、流空效应, 应用不同的 MR 扫描序列可以得到反映这些因素不同侧重点的图像。

目前最基本、最常用的脉冲序列为 SE 序列, GRE 序列、IR 序列等。

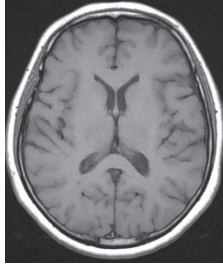
自旋回波序列 (spin echo, SE)

首先发射一个 90° 的射频脉冲后, 间隔数至数十毫秒, 发射 1 个 180° 的射频脉冲, 再过数十毫秒后, 测量回波信号。是 MR 成像的经典



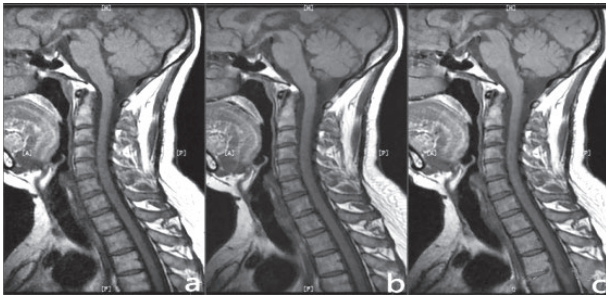
序列,特点是在 90° 脉冲激发后,利用 180° 复相脉冲,以剔除主磁场不均匀造成的横向磁化矢量衰减。SE 序列的加权成像有三种:

1. T1 加权像



参数选择: 短 TR ($\leq 650\text{ms}$ 左右) 短 TE ($\leq 20\text{ms}$)。

采集的回波信号幅度主要反映各组织的 T1 弛豫差别,称为 T1 加权像。



T1 影像特征

图 a TR=200ms TE=13ms

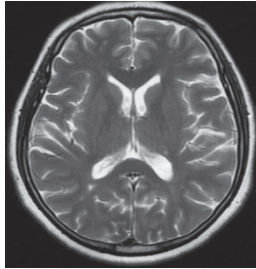
图 b TR=500ms TE=13ms

图 c TR=800ms, TE=13ms

图中除了 TR 外,所有成像参数均一致,随着 TR 的减小, T1 权重越重,但图像的信噪比下降,模糊度增加,如图 a, 图 c 所示。所以在 MR 成像时 T1WI 的 TR 值一般选取 400~600ms, TE 选取 15ms 左右。



2. T2 加权像



参数选择：长 TR ($\geq 2000\text{ms}$) 长 TE ($\geq 80\text{ms}$)。

采集的回波信号幅度主要反映各组织的 T2 弛豫差别，称为 T2 加权像。

T2 影像特征

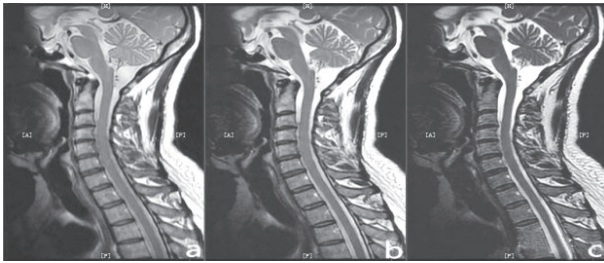


图 a TE=50ms, TR=2200ms

图 b TE=100ms, TR=2200ms

图 c TE=200ms, TR=2200ms

上图除了 TE 外，所有成像参数均一致，随着 TE 的增加，T2 权重越重，但图像的信噪比降低，模糊度增加，如图 a，图 c 所示。所以在 MR 成像时 T2WI 的 TE 值一般选取 80–120ms，TR 选取 2000ms 以上。

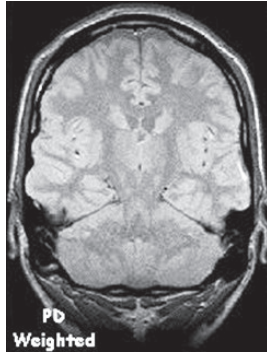
3. 质子密度加权像 (Proton density ; PD)

参数选择：长 TR ($\geq 2000\text{ms}$) 短 TE ($\leq 20\text{ms}$)。

采集的回波信号幅度主要与质子密度有关，称为质子密度加权像。如



欲获得质子密度对比度图像, 需尽可能的减小 T1 权重和 T2 权重, 短 TE 可以减小 T2 权重, 长 TR 可减小 T1 权重, 所以 PDWI 为短 TE, 长 TR 成像, TE 常选取 15ms 左右, TR 常取 2000ms 以上。



MRI T1、T2 和 PD 图像的区别

1. **T1 加权像**: 短 TR. 短 TE, 图像特点: 组织的 T1 越短, 恢复越快, 信号就越强; 组织的 T1 越长, 恢复越慢, 信号就越弱。

2. **T2 加权像**: 长 TR. 长 TE, 图像特点: 组织的 T2 越长, 恢复越慢, 信号就越强; 组织的 T2 越短, 恢复越快, 信号就越弱。

3. **质子密度加权像**: 长 TR. 短 TE, 图像特点: 组织的 H 越多, 信号就越强; 反之则弱。脑白质: 65% 脑灰质: 75% CSF: 97 %。

SE 特点

1. 图像信噪比高, 组织对比良好;
2. 序列结构简单, 信号变化容易解释;
3. 对磁场不均匀敏感性低, 没有明显磁化率伪影;
4. 采集时间长, 容易产生运动伪影, 难以进行动态增强。

考点预测

题号	预测题干	预测答案	星级
1	T1 值	纵向磁矩恢复到原来的 <u>63%</u> 时所需要的时间	★★★★



题号	预测题干	预测答案	星级
2	MRI 的 <u>空间定位</u> 主要由什么完成	由 <u>梯度磁场</u> 来完成	★★★★★
3	达到对 <u>某一成像体积中不同空间位置体素的<u>空间定位的条件</u></u>	<u>层面梯度、相位编码梯度和频率编码梯度</u> 的时间先后排列和协同工作可以达到。	★★★
4	K 空间	不是实际的空间位置, 实际上是 MR 信号的定位空间	★★★
5	在 K 空间中, 相位编码的分布	是上下、左右对称的	★★★
6	MRI 特有且最常用的重建方法	二维傅里叶图像重建法	★★★
7	TR 与 TE 时间	<u>重复时间 (TR)</u> 指脉冲序列执行一次所需要的时间。 <u>回波时间 (TE)</u> 指 RF 激励脉冲的中心点到回波信号中心点的间隔时间	★★★★★
8	TI 时间	<u>反转时间 (TI)</u> 指在反转恢复脉冲序列中, -180° 反转脉冲与 90° 激励脉冲之间的时间间隔。	★★★★★
9	T1 加权像和 T2 加权像	T1 加权像: 短 TR (≤ 650 毫秒) 和短 TE (≤ 20 毫秒) T2 加权像: 长 TR (≥ 2000 毫秒), 长 TE (≥ 80 毫秒)	★★★★★
10	质子密度加权像 (PDWI)	短 TE (≤ 20 毫秒) 长 TR (≥ 2000 毫秒)	★★★★★
11	自旋回波序列中的脉冲序列	90° 激励脉冲和 180° 相位重聚脉冲	★★★
12	反转恢复序列 (IR) 用到的脉冲	180° -90° -180°	★★★



经典例题

1. T1WI 主要反映组织的哪项差别

- A. 氢质子密度
- B. 横向弛豫
- C. 纵向弛豫
- D. 核磁矢量
- E. 静磁矢量

【答案】C

【解析】T1WI 主要反映组织的纵向弛豫差别。T2WI 主要反映组织的横向弛豫差别。

2. 在自旋回波序列中，T2WI 采用的是

- A. 长 TR，短 TE
- B. 依组织密度
- C. 短 TR，短 TE
- D. 短 TR，长 TE
- E. 长 TR，长 TE

【答案】E

【解析】T2 加权 (T2WI) 反映了组织间的 T2 值差异，该序列中采用长 TR (大于 2000ms) 和长 TE (大于 80ms) 的扫描参数。PDWI 主要反映不同组织间氢质子在含量上的差异，选用长 TR (大于 2000ms) 和短 TE 小于 (20ms) 的扫描参数。T1 加权像 (T1WI) 反映组织间的 T1 差异，自旋回波或者快速自旋回波序列中采用短 TR (小于 650ms) 和短 TE (小于 20ms)。

考前必背

1. (纵向) 弛豫是一个从零状态恢复到最大值的过程，纵向磁矩恢复到原来的 (63) % 时，所需要的时间为一个单位 T1 时间，也叫 (T1) 值

2. (横向) 弛豫是一个从最大值恢复至零状态的过程，横向磁矩减少至最大时的 (37) % 时所需要的时间为一个单位 T2 时间，也叫 (T2) 值

3. (傅里叶变换) 就是将时间函数变换成频率函数的方法

4. 梯度磁场实现 MRI 的空间定位，共有三种梯度磁场：横轴位 (Gz)、矢状位 (Gx) 和冠状位 (Gy)

5. MRI 的空间定位主要由 (梯度磁场) 来完成

6. 成像时间与相位编码数直接相关。频率编码与成像总时间没有直接关系，故频率编码上的矩阵点数一般都为 (256)



7. 在 MR 成像过程中, 三个梯度磁场启动的先后顺序是 (层面选择、相位编码、频率编码)

8. MRI 扫描时间与 (TR)、层数、像素数有关

9. 非晶硒光导材料的分辨率特性好, 灵敏度高, 因此量子检测效率 DQE 和 MTF 高, 空间分辨率可达 (3.6) LP/mm, 动态范围可达 (104-105), 图像层次丰富, 图像质量好

10. 一次 RF 激发是相同相位编码位置上的一排像素的同时激发, 这一排像素的不同空间位置是由 (频率) 编码梯度场的定位作用确定的

11. K 空间实际上是 MR 信号的 (定位) 空间。K 空间中心位置确定了最多数量的 (像素) 的信号, 在傅里叶转换过程中的作用最大, 处于 K 空间周边位置的像素的作用要小很多

12. (K 空间分段采集) 技术一般应用于心脏快速 MRI 成像, 在 FLASH 或 Turbo-FLASH 等快速梯度成像时, 一个序列常可在 (1) 秒左右的时间内完成

13. MRI 特有且最常用的重建方法为 (二维傅里叶) 图像重建法

14. 在实际应用中, 可以调整的成像参数包括 (射频脉冲、梯度场及信号采集时间) 等

15. 射频脉冲的调整主要包括 (带宽 (频率范围)、幅度 (强度)、何时施加及持续时间)。梯度场的调整主要包括 (梯度场施加方向、梯度场场强、何时施加及持续时间) 等

16. 射频脉冲 RF 是指具有一定宽度、一定幅度的 (电磁) 波, 它是磁共振信号的激励源, 因此在任何序列中, 必须至少具备一个射频脉冲。射频脉冲的频率必须与 (Larmor) 频率一致。射频脉冲的带宽是对脉冲频率大小的描述, 单位是 (赫兹或千赫兹)

17. 激励角或翻转角 FA, 一般用角度或者弧度表示, 它代表 (纵) 向磁化矢量接收射频能量后向 (横) 向平面即 XY 平面翻转的角度

18. FID 信号的衰减速度很快, 一般在 (20) 毫秒内即衰减至零

19. 可供磁共振系统使用的信号共有三种形式, 即 (FID、自旋回波和梯度回波)



20. 脉冲序列执行一次所需要的时间称为(重复时间 (TR)), TR 主要决定图像的(T1)对比, TR 越大, T1 权重越(小); TR 越小, T1 权重越大。对于图像的信噪比而言, TR 越大, 图像的信噪比越(高)但扫描时间越(长)

21. RF 激励脉冲的中心点到回波信号中心点的间隔时间称为(回波时间 (TE)), TE 主要决定了图像的(T2)对比, TE 时间越短质子横向弛豫越(小), T2 权重越小, 信噪比越(高), 反之 TE 越长 T2 权重越大, 信噪比下降

22. 在反转恢复脉冲序列中, -180° 反转脉冲与 90° 激励脉冲之间的时间间隔称为(反转时间 (T1))

23. (视野 (FOV))是指实施扫描的解剖区域, 亦称为扫描野

24. (层面厚度 (ST)): 磁共振成像的层面厚度(层厚)是指被射频激发的组织厚度。在射频带宽一定的情况下, 梯度场强度越大, 层面越(薄); 而在梯度场强一定的情况下, 射频带宽越小, 层面越(薄)

25. (T1)加权像是指图像的对比度主要来自组织间的 T1 差异。该序列采用短 TR (≤ 650 毫秒)和短 TE (≤ 20 毫秒), 脂肪在 T1WI 为(高)信号, 脑脊液为(低)信号

26. (T2)加权像一般通过快速自旋回波获得, 在该序列中采用长 TR (≥ 2000 毫秒), 长 TE (≥ 80 毫秒)

27. (质子密度 PDWI)加权像或者称为质子密度像, 主要反映不同组织间氢质子在含量上的差异。该序列选用短 TE (≤ 20 毫秒)长 TR (≥ 2000 毫秒)

28. 自旋回波(SE)是磁共振成像中最基本的脉冲序列, 它以(90°)激励脉冲开始, 产生最大的宏观横向磁化矢量后, 施以(180°)相位重聚脉冲并获得回波信号

29. 双回波 SE 序列获得的图像是(质子密度加权像和 T2 加权像), 多回波 SE 序列的另一用处是, 利用多个回波信号的衰减关系可以计算受检组织的弛豫率(T1、T2 值)

30. 快速自旋回波序列序列的优点: 成像速度(快); 对磁场不均匀性(不)敏感, 磁敏感伪影(减少); 运动伪影(减少)



31. 梯度回波序列 (GRE) 的特点: ① (小) 角度激发, 成像速度快; ② GRE 序列反映的是组织 (T2*) 弛豫信息而非 T2 弛豫信息; ③ GRE 序列的固有信噪比较低 (低)。④ GRE 序列增加了对磁场不均匀的敏感性; ⑤ GRE 序列中血流常呈 (高) 信号, 可以实现对流动血液的成像

32. GRE 序列中离相位梯度场施加后, 质子的失相位是由三个原因引起的: ①组织真正的 (T2) 弛豫; ②主磁场 (不) 均匀性; ③离相位梯度场造成的磁场 (不) 均匀

33. 目前成像时间最短的扫描序列是 (平面回波 (EPI))

34. 反转恢复 (IR) 序列实际上是在自旋回波序列前施加了一个 (180)° 的反转脉冲, 通常作为 (T1) 加权序列应用于临床



专业实践能力

考点总结

考点一：普通扫描

又称为平扫，是指血管内不注射对比剂的 CT 扫描，（非增强扫描）。常采用横断面扫描（步进或螺旋模式），普通扫描的层厚和重建间隔一般采用 3~10mm 的层厚进行扫描、重建。用于全身的大多数部位。

1. 靶扫描

又称放大扫描，是仅对感兴趣区进行扫描的一种方法。目的是使感兴趣区组织器官图像放大，图像空间分辨率提高。

常用于组织结构小的器官或病灶，如脊柱间盘、内耳、肾上腺和肺内的孤立结节等。

2. 薄层扫描

指扫描层厚小于 5mm 以下的扫描，一般采用 1~5mm。目的是减少部分容积效应，观察病变内部细节以及小病灶。在高档 CT 机中，这种方法可选择 1.5mm 以上层厚，而且普遍应用。



3. 高分辨率 CT 扫描 (high resolution CT, HRCT)

(1) 扫描方法：（特点）

- 1>：薄层或超薄层；
- 2>：高 X 线输出量；
- 3>：大矩阵；
- 4>：骨算法；
- 5>：小视野图像重建。

(2) 高分辨率扫描适应证

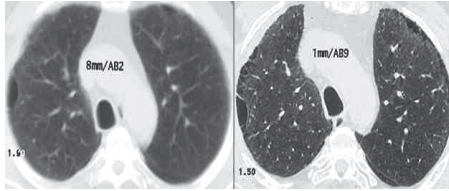
- 1>：肺部小结节病变。



- 2>: 肺部间质性病变。
- 3>: 肺部囊性病变。
- 4>: 气道病变如支气管扩张的检查。
- 5>: 胸膜病变。

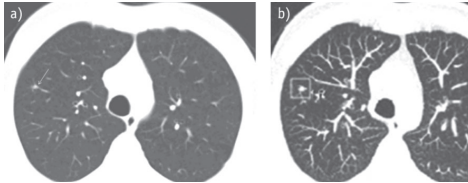
(3) 高分辨率与薄层 CT 影像的鉴别

(3) 高分辨率与薄层 CT 影像的鉴别



普通 CT 扫描

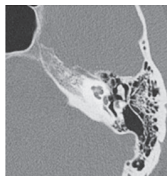
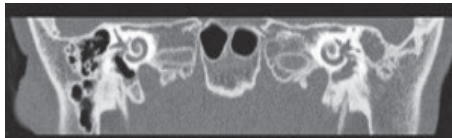
HRCT 扫描



普通 CT 扫描

薄层 CT 扫描

(4) 高分辨率 CT 扫描





(5) 高分辨率 CT 的图像特征

优点:

- 1>: 空间分辨率高。
- 2>: 图像的细微结构清晰。
- 3>: 边缘锐利度高。

缺点:

- 1>: 不适于增强扫描。
- 2>: 有较多的伪影, 如条状影及双边影。
- 3>: 噪声大, 信 / 噪比低, 患者辐射剂量大。

考点预测

题号	预测题干	预测答案	星级
1	薄层扫描	层厚 <u>小于 5mm</u> 的扫描, 一般采用 1~5mm。目的是减少部分容积效应, 观察病变内部细节及小病灶	★★★★★
2	肺部采用高分辨率扫描的病变	肺部的弥漫性间质性、结节性病变及支气管扩张症	★★★★★

经典例题

1. 下述对于目标扫描的叙述, 错误的是
- A. 对兴趣区层面采用薄的层厚 / 层距
 - B. 有时可对兴趣区作放大扫描
 - C. 薄层扫描部分需增加扫描剂量
 - D. 需采用超高分辨率算法成像
 - E. 兴趣区以外部分采用较大的层厚 / 层距

【答案】C

【解析】薄层扫描部分不需增加扫描剂量。

2. 有关薄层扫描的说法, 正确的是
- A. 密度分辨率改善
 - B. 空间分辨率提高
 - C. 图像重建速度加快
 - D. 图像噪声降低



E. 扫描周期缩短

【答案】B

【解析】薄层扫描是指扫描层厚小于5mm的扫描，一般采用1~5mm，目的是减少部分容积效应，观察病变内部细节及小病灶，可以在较短的扫描时间内，取得有良好空间分辨率。

考前必背

1. 空间分辨率是指能够分辨物体最小空间几何尺寸的能力，用(线对数(LP/cm))表示

2. 密度分辨率受扫描层厚、噪声、光子数量、物体大小和探测器灵敏度等影响，其中(噪声)是主要影响因素

3. CT图像除了用不同的黑白灰度来表示组织器官的密度高低外，还可以利用(X线的吸收系数)表示密度高低，这样就有了一个量化的指标

4. CT图像上各个像素的CT值代表的是相应单位容积(体素)的平均CT值，因此，当同一扫描层面内有两种或两种以上不同密度的组织相互重叠时，所测得的CT值不能如实反映该层面单位容积内任何一种组织的真实CT值，而是这些组织的平均CT值，这种现象称为(部分容积效应)

5. (窗宽)是指图像上16个灰阶内所包括的CT值范围

6. (窗位)是窗的中心位置

7. (噪声)表现为均匀物体影像中各像素的CT值参差不齐，图像呈颗粒状，使(密度)分辨率下降。包括扫描噪声和组织噪声

8. (扫描)噪声是因为探测器接受的X线光子量存在统计学上的随机波动造成的，当X线光子量不足时尤其明显

9. (组织)噪声是有各种组织平均CT值差异所造成，即同一组织的CT值常在一定范围内变化，而不同组织亦可具有同一CT值

10. (信噪比)即组织的CT值与噪声的比值，(客观)评价图像的标志之一

11. (设备)原因：可导致环状、条状、点状、同心圆状等伪影。产生



的主要原因是探测器、数据转换器损坏或传输电缆工作不稳定及电缆接口的某部分松脱等

12. 患者原因: 主要有运动伪影和组织间密度差异较大引起的伪影。多表现为与扫描方向一致的(条)状低密度影, 严重者图像模糊不能用于诊断

13. 扫描范围内组织间的密度差别较大时, 可引起(线束硬化)伪影

14. (体素)即体积单位。在CT扫描中, 根据体层设置的厚度、矩阵的大小, 能被CT扫描的最小体积单位

15. (像素)又称像元, 是构成CT图像最小的单位。它与体素相对应, 体素的大小在CT图像上的表现, 即为像素

16. (原始)数据是CT扫描后由探测器接收到的信号, 经模数转换后传送给计算机, 期间已转换成数字信号经预处理后, 尚未重建成横断面图像的这部分数据称为原始数据

17. (目标)扫描又称靶扫描或放大扫描, 是对兴趣区进行扫描的一种方法。目的是使兴趣区组织器官图像放大, 图像空间分辨率提高

18. 薄层扫描: 层厚小于(5)mm的扫描, 一般采用(1-5)mm。目的是减少(部分容积效应), 观察病变内部细节及小病灶

19. 通过薄层或超薄层、高的输出量、足够大的矩阵、骨算法和小视野图像重建, 获得良好的组织细微结构及高的图像空间分辨率的扫描方法, 称为(高分辨率)CT扫描

20. 肺部的弥漫性间质性、结节性病变及支气管扩张症可以用CT的(高分辨率扫描)来检查

考点总结

考点二: 增强扫描

1. 常规增强扫描

(1) 经静脉内注入对比剂后的CT扫描, 称为增强扫描。目的是使血管和组织与病灶间的密度差增加。增强扫描能动态观察不同脏器或病灶中对对比剂的分布与排泄情况, 发现平扫难以发现的小病灶、等密度病灶或显示不清的病灶, 以及观察血管性病变。

对比剂的用量一般按 $1.5\sim 2.0\text{ml/kg}$ 计算, 儿童用量酌减。CT血管造



影用量为 100~120ml, 流速 3.0~5.0 ml/s。

(2) 常用注射方法

1>: **团注法**, 即以 2.0~5.0ml/s 的流速将 80~100ml 的对比剂快速注入, 注射过程中或注射完后开始行增强扫描, 其特点是血管增强效果明显, 常用于螺旋 CT 的多期扫描。

2>: 静脉快速滴注法, 即以 1.5~2.0ml/s 的流速将 100~120mL 的对比剂快速滴注, 当注入一半左右时开始扫描。它的特点是血管对比剂浓度维持时间长, 但强化效果差, 不利于时相的选择和微小病变的显示。

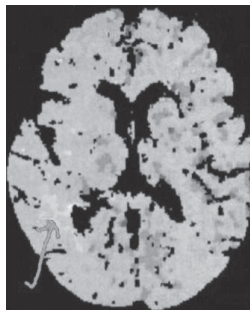
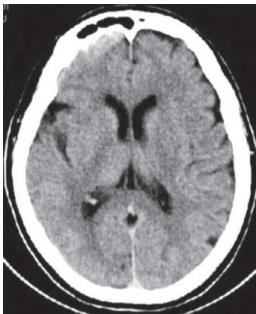
2. **动态增强扫描** (dynamic contrast scan)

是指静脉团注法注射对比剂后在短时间内对感兴趣区进行快速连续扫描。

根据不同的检查目的和 CT 机性能, 动态扫描又分为进床式动态扫描和同层动态扫描两种。前者扫描范围包括整个被检查器官, 以发现病灶为重要目的; 后者是对同一感兴趣层面连续进行多次扫描, 获取时间密度曲线。

3. **灌注成像**

CT 灌注成像的原理是经静脉团注对比剂后, 在对比剂首次通过受检组织的过程中对选定层面进行快速、连续扫描, 而后利用灌注软件测量所获得图像像素值的密度变化, 并采用灰度或色彩在图像上表示, 最终得到人体器官的灌注图像。



脑灌注成像



4. “两快一长”增强扫描

是动态增强扫描的一种特殊形式。

(1) “两快”

1>: 注射对比剂速度快

2>: 起始扫描时间快。

(2) “一长”指检查持续时间要足够长，一般需数分钟，甚至更长。

方法：先平扫选择病灶的最大层面或感兴趣层面；然后快速静脉注射对比剂 60~80ml，在选定的时间点上对感兴趣层面或病变进行多次扫描。“两快一长”主要用于肝海绵状血管瘤、肝内胆管细胞型肝癌的诊断和鉴别诊断。

5. 血管增强成像

指经静脉快速注入水溶性含碘对比剂，在靶血管对比剂充盈的高峰期，用螺旋 CT 对其进行快速容积数据采集，由此获得的容积数据再经计算机后处理，即利用 3D 成像技术对血管进行重组，通常采用 MIP.SSD 和 VR，重组成 3D 血管影像，为血管性疾病的诊断提供依据。

(1) CT 血管成像 --- CTA

CTA 实质也是一种增强扫描，主要不同点是在靶血管对比剂充盈的高峰期扫描并采用了 3D 成像技术。

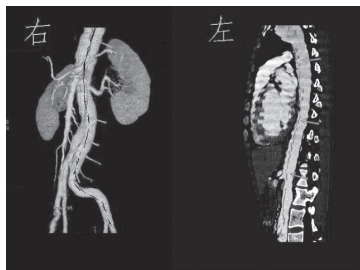
CTA 是一种微创性血管造影术，可清楚显示较大血管的主干和分支的形态；清晰地显示血管与肿瘤的关系，从不同角度观察动脉瘤的形态、大小、位置、蒂部和血栓等情况，血管的 3D 重组图像立体结构清楚。

CTA 具有操作方便、经济、有效和微创等优点，但单层螺旋 CT 因受扫描速度和扫描覆盖范围的限制，一次注射对比剂只能进行局部的大血管 CTA 检查，例如胸主动脉和腹主动脉等。

MSCT 尤其是 64 层及以上螺旋 CT 设备，Z 轴空间分辨力明显提高，图像后处理功能更强大，扫描速度明显加快，使 CTA 图像质量更好，血管的立体观察效果更逼真，临床应用范围得到进一步扩大，优势更明显，并可进行大范围的 CTA 检查。



CTA



考点预测

题号	预测题干	预测答案	星级
1	动态增强扫描	指静脉团注法注射对比剂后在短时间内对兴趣区进行快速连续扫描	★★★★
2	CT 的特殊扫描	低剂量扫描、灌注成像、血管成像、能谱或能量成像、CT 导向活检	★★★★
3	冠状动脉 CTA 检查前的准备	至少禁食 4 小时，扫描前 12 小时不饮用含咖啡因类物品，如茶、咖啡等	★★★
4	冠状动脉 CTA 造影扫描对比剂的用量	对比剂注射方法均采用静脉内团注法，用量 60~80mL，流速 5mL/s，然后以 5mL/s 的速度注入 30mL 生理盐水	★★★

经典例题

1. 与常规增强扫描相比，团注动态增强扫描的优点不包括
- A. 显示血管受侵犯和瘤栓较好
 - B. 提高对病灶性质的鉴别能力
 - C. 显示肝实质强化程度较好
 - D. 显示肝内血管解剖较好
 - E. 提高小病灶的检出率



【答案】C

【解析】动态增强扫描是指静脉团注法注射对比剂后在短时间内对感兴趣区进行快速连续扫描，对病变组织的血管显示较好；主要用于肝海绵状血管瘤、肝内胆管细胞型肝癌、肿瘤是否侵犯血管以及肺内孤立性结节的诊断和鉴别诊断，可以提高小病灶的检出率。

2. 关于冠状动脉 CTA 相关准备，错误的是

- A. 严格掌握适应证
- B. 检查前至少禁食 4 小时，扫描前 12 小时不饮用含咖啡因类物品
- C. 检查前至少提前 30 分钟到达检查室，静坐稳定心率
- D. 检查时心率在 80~100 次 / 分效果好
- E. 导联电极连接后，应对患者进行超过 15 秒的屏气训练，在此期间注意观察患者心率变化

【答案】D

【解析】冠状动脉 CTA 检查前应严格掌握适应证，嘱患者检查前至少禁食 4 小时，扫描前 12 小时不饮用含咖啡因类物品，如茶、咖啡等；患者至少提前到达检查室，静坐以稳定心率；检查时患者心率最好降至 65 次以下；导联电极连接后，应对患者进行超过 15 秒的屏气训练，并在此期间注意观察患者的心率变化。如果患者的心率变化在 10 秒内超过 5 次，可予患者 2~4L/min 纯氧。冠状动脉 CTA 造影扫描对比剂的用量：对比剂注射方法均采用静脉内团注法，用量 60~80mL，流速 5mL/s，然后以 5mL/s 的速度注入 30mL 生理盐水。

考前必背

1. CT 增强扫描对比剂的用量一般按 (1.5-2.0) ml/kg 计算，儿童用量酌减

2. CT 血管造影用量为 (100-120) ml，流速 (3.0-5.0) ml/s

3. 静脉团注法注射对比剂后在短时间内对感兴趣区进行快速连续扫描称为 (动态增强扫描)

4. (团注) 法，即以 (2.0-5.0) ml/s 的流速将 80-100ml 的对比剂快速注入



5. (静脉快速滴注)法,即以(1.5-2.0)ml/s的流速将100-120ml的对比剂快速滴注,当注入一半左右时开始扫描

6. (动态)增强扫描是指静脉团注法注射对比剂后在短时间内对感兴趣区进行快速连续扫描

7. “两快”“一长”增强扫描:是动态增强扫描的一种特殊形式。“两快”是指(注射对比剂速度)快和(起始扫描时间)快,“一长”是指(延迟扫描时间)长

8. 特殊扫描包括:(低剂量扫描、灌注成像、血管成像、能谱或能量成像)及CT导向活检

9. CT血管成像血管成像是经周围静脉快速注入水溶性(有机碘)对比剂,在靶血管对比剂充盈的(高峰)期,用螺旋CT对其进行(快速容积数据)采集,通常采用(MIP、SSD和VR),重组成3D血管影像,为血管性疾病的诊断提供依据

考点总结

考点三:胸部CT扫描技术

1. 适应证

(1) 肺:肿瘤、结核、炎症、间质性和弥漫性病变等。鉴别肺门增大的原因,区分血管性结构、淋巴结肿大和肿块。

(2) 胸膜和胸壁:定位胸膜腔积液和胸膜增厚的范围与程度,鉴别包裹性气胸与胸膜下肺大泡,了解胸壁疾病的侵犯范围及肋骨和胸膜的关系,了解外伤后有气胸、胸腔积液及肋骨骨折等情况。

(3) 纵隔:发现胸部平片上不能检出的较小的纵隔病变(如重症肌无力病人有无胸腺瘤或胸腺增生,肺癌病人肺门与纵隔有无增大的淋巴结等)。纵隔病变性质的鉴别;纵隔增宽原因的鉴别;心脏大血管病变和变异。

(4) 心包和心脏:明确心包积液、心包肥厚及钙化程度,鉴别心脏原发或继发肿瘤。

(5) 大血管病变:诊断各种胸部大血管病变,包括主动脉瘤、夹层动脉瘤、肺动脉栓塞、大血管畸形等。



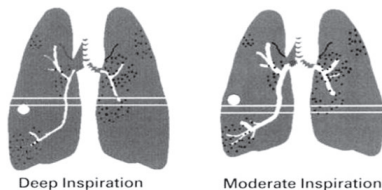
2. 相关准备

(1) 呼吸训练：除婴幼儿外，需要对受检者进行呼吸训练，通常取先深吸气，然后屏气。屏气时间达 8~10s。

(2) 观察食道及周围情况时，嘱被检者先喝一大口 1% 浓度的对比剂(优维显或泛影葡胺)，再含一大口于口中，扫描完定位片后嘱患者咽下。

(3) 辐射防护：非扫描部位的遮挡。

The Next Slice May Not Be The Next Slice



正常人平静呼吸时，膈肌上下移动约 1cm~2.5 cm，用力呼吸时，膈肌上下移动可达 6 cm ~ 8 cm。

3. 扫描技术

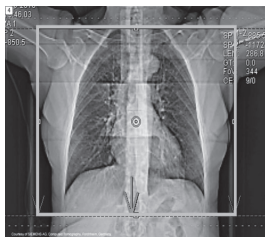
(1) 常规平扫患者体位：

患者仰卧位，头先进，两臂上举抱头，以减少胸部的干扰影，身体置于床面正中。

驼背或不宜仰卧者、对少量胸腔积液和胸膜肥厚进行鉴别诊断者可采用俯卧位。

※ 增强扫描时患者体位取足先进体位。

(2) 胸部定位像扫描：先做一正位定位扫描，在定位图像上确定 SFOV 和扫描范围，扫描基线常规从肺尖部开始，平行向下扫至肺底。





(3) 常规胸部 CT 扫描参数:

常规胸部 CT 扫描采用螺旋扫描方式,扫描层厚 $\leq 10\text{mm}$,重建层厚 5~7mm,层间距 5~7mm。对于呼吸困难不能屏气者或婴幼儿,扫描中应适当加大螺距,缩短扫描时间,以减少运动伪影。重建层厚和层间距为 1.25~2.50mm。考虑到儿童的辐射防护,5 岁及以下受检者管电压为 100kV,5 岁以上为 120kV;管电流采用自动管电流调制技术(Auto mA)。

(4) 高分辨率成像(HRCT):

肺弥漫性、间质性病变以及可疑支气管扩张时,可采用高分辨率扫描模式,层厚和层间距均为 0.6~1.0mm,采用高分辨率(骨)算法重建。HRCT 可作为胸部 CT 的补充方法来使用,主要用来观察肺脏病变,一般不用作增强扫描和肺脏以外组织结构(纵膈)的疾病诊断方法。病人复查时应使用与首次 CT 扫描相同的显示野,以便比较。

(5) 增强扫描:

1>: 常规增强扫描:对比剂用量 60.0~70.0ml,流率 2.0~2.5ml/s,延迟扫描时间 30~35s。扫描范围和扫描参数同常规平扫。

2>: 胸部 CTA:对比剂用量 60.0~100.0ml,流率 3.0~3.5ml/s,延迟扫描时间依据对比剂智能追踪技术测定,通常为 12~18s。

4. 图像处理

纵膈窗:窗宽 300~500HU,窗位 30~50HU;

肺窗:窗宽 800~1500HU,窗位 -600~-800HU。

考点预测

题号	预测题干	预测答案	星级
1	胸部 CT 图像常规使用的后处理技术	常规用双窗技术,肺窗和纵膈窗	★★★★
2	肺窗和纵膈窗的窗宽和窗位	肺窗的窗宽 800~1500HU,窗位 -800~-600HU,纵膈窗的窗宽 300~500HU,窗位 30~50HU	★★★★



经典例题

1. 关于胸部 CT 图像的叙述, 正确的是
- A. 胸部图像的显示和摄影常规用双窗技术, 即肺窗和纵隔窗
B. 纵隔窗: 窗宽 $-300\sim 500\text{HU}$, 窗位 $30\sim 50\text{HU}$
C. 肺窗: 窗宽 $800\sim 1500\text{HU}$, 窗位 $600\sim 800\text{HU}$
D. 肺窗: 窗宽 $800\sim 1500\text{HU}$, 窗位 $-800\sim -900\text{HU}$
E. 纵隔窗: 窗宽 $300\sim 500\text{HU}$, 窗位 $-30\sim 50\text{HU}$

【答案】A

【解析】纵隔窗: 窗宽 $300\sim 500\text{Hu}$, 窗位 $30\sim 50\text{Hu}$; 肺窗: 窗宽 $800\sim 1500\text{Hu}$, 窗位 $-800\sim -600\text{Hu}$, 故 A。

2. 不是胸部 CT 扫描适应证的是

- A. 纵隔肿瘤
B. 纵隔淋巴结增大
C. 肺内良性肿瘤
D. 过敏性哮喘
E. 胸腔积液

【答案】D

【解析】适应证: 肺: 肿瘤、结核、炎症、间质性和弥漫性病变等。鉴别肺门增大的原因, 区分血管性结构、淋巴结肿大和肿块。

考前必背

- 胸部 CT 扫描范围: 从(肺尖)开始, 一直扫描到肺底
- 胸部 CT 增强扫描时, 可静脉团注对比剂($60\sim 100\text{ml}$), 流速($2\sim 2.5\text{ml/s}$), 扫描延迟时间($30\sim 35$)秒
- 高分辨率扫描: 对于肺的(弥漫性)、(间质性)病变, 特别是怀疑(支气管扩张)时可采用高分辨率扫描模式, 常规将层厚和间隔均设为(2)mm, 采用(高分辨率)算法重建
- 胸部 CT 图像常规使用(双窗)技术, 即(肺窗和纵隔窗)
139. 肺窗的窗宽($800\sim 1500$)HU, 窗位($-800\sim -600$)HU
5. 纵隔窗的窗宽($300\sim 500$)HU, 窗位($30\sim 50$)HU
6. 冠状动脉 CTA 检查前的准备: 至少禁食(4)小时, 扫描前(12)小时不饮用含咖啡因类物品, 如茶、咖啡等。患者至少提前半小时达到检查



室, 静坐以稳定心率

7. 冠状动脉 CTA 检查时患者心率最好降至 (65) 次以下
8. 冠状动脉 CTA 检查时如果患者心率过快可给予 (β 受体阻滞剂), 对于心率较低且相对稳定的患者, 可在检查前 (1-2) 分钟予以舌下含服硝酸甘油以扩张冠状动脉
9. 冠状动脉 CTA: 导联电极连接后, 应对患者进行超过 (15) 秒的屏气训练
10. 冠状动脉 CTA: 如果患者的心率变化在 (10 秒内超过 5 次), 可予患者 (2-4) L/min 纯氧。
11. 冠状动脉 CTA 造影扫描对比剂注射方法均采用 (静脉内团注) 法, 用量 (60-80) mL, 流速 (5) mL/s。然后以 5.0ml/s 的速度注入 (30) ml 生理盐水
12. 冠状动脉 CTA 造影扫描在 (主动脉根部) 层面选取感兴趣区, 间隔 1 秒扫描 1 次
13. 冠状动脉 CTA 造影扫描时, 当感兴趣区的 CT 值大于 (120)HU 时, 延迟 5 秒后自动开始扫描
14. 冠状动脉 CTA 造影扫描, 选择舒张中期 (75%R-R 间期时相) 的图像用于观察, 若该时相图像不佳, 则按照 (10) % 的间隔重建

考点总结

考点四: DSA 的适应症与禁忌症

(1) 适应症:

- 1>: 血管病变
- 2>: 出血性病变
- 3>: 血管的介入治疗
- 4>: 鉴别诊断
- 5>: 术后随访
- 6>: 各种先天性心脏病

(2) 禁忌证:

- 1>: 碘和麻醉剂过敏



- 2>: 严重的心肝肾疾患
- 3>: 严重的血管硬化或穿刺血管严重阻塞病变
- 4>: 急性炎症、高热
- 5>: 严重的出血倾向和凝血功能障碍
- 6>: 穿刺部位感染

考点预测

题号	预测题干	预测答案	星级
1	DSA 的禁忌症	碘过敏;严重的心肾功能不全;严重的凝血障碍;高热、急性感染;恶性甲状腺功能亢进、骨髓瘤;女性月经期及妊娠 3 个月内者	★★★★★
2	患者术前的禁食及镇静剂的时间	术前 4 小时禁食,术前半小时内肌注镇静剂	★★★★
3	DSA 术前的药物准备	配备肝素、利多卡因、生理盐水及各类抢救药	★★★★
4	DSA 的运动方式	旋转运动、岁差运动、钟摆运动、步进运动等	★★★

经典例题

1. DSA 检查的术前准备不包括
- A. 穿刺部位备皮
 - B. 向患者和家属简述造影目的、手术过程
 - C. 儿童及不合作者施行全身麻醉
 - D. 术前 1 小时肌内注射镇静剂
 - E. 建立静脉通道,便于术中给药和急救

【答案】D

【解析】DSA 检查的术前准备:术前半小时内肌内注射镇静剂。

2. 为了减少伪影,提高 DSA 影像质量,对患者的准备不包括
- A. 昏迷患者使用兴奋剂
 - B. 术前对患者要进行训练



- C. 术前可肌肉注射抑制胃肠蠕动的药物
- D. 对受检部位施行附加固定
- E. 对意识差或无意识的患者, 应给予镇静剂

【答案】A

【解析】在 DSA 检查过程中, 患者本身自主和不自主的移动、心脏跳动、吞咽、呼吸或胃肠蠕动等, 可形成运动性伪影。为此, 术前对患者要进行训练, 争取配合; 对意识差或无意识的患者, 应给予镇静剂或适当麻醉, 并对受检部位施行附加固定等, 并正确把握曝光时机, 以避免 DSA 图像模糊。

考前必背

1.DSA (禁忌) 证: 碘过敏。严重的心、肝、肾功能不全。严重的凝血功能障碍, 有明显出血倾向。严重的动脉血管硬化。高热、急性感染及穿刺部位感染。恶性甲状腺功能亢进、骨髓瘤。女性月经期及妊娠 3 个月以内者

2.DSA 术前准备: 术前 (4) 小时禁食。术前 (半) 小时肌注镇静剂。

3.DSA 手术器械准包括 (消毒手术包, 造影用穿刺针、扩张器、导管、导丝)、注射器若干个

4.DSA 常规药物包括 (肝素、利多卡因、生理盐水及各类抢救药)

5.DSA 对比剂: 浓度为 (60-76) % 离子型或 (300-370) mgI/ml 非离子型对比剂

6.DSA 穿刺针国外一般以“(G)”表示穿刺针管径的大小, 数字越大, 管径越细。国内多以“号”表示, 号越大, 管径越粗

7.DSA 血管鞘的粗细常以“(F)”表示

8. 在进行实时旋转 DSA 技术操作时, C 臂需旋转 (两次)

9. 动脉瘤采用 (旋转运动) DSA

10. 经导管动脉内药物灌注术 (TAI)

11. 经导管血管栓塞术 (TAE)

12. 经皮经腔血管成形术 (PTA)

13. 肝内门、腔静脉分流术 (TIPSS)



14. 椎动脉起自(锁骨下动脉)
15. 右颈总动脉发白于(右头臂动脉或无名动脉);左颈总动脉常发白(主动脉弓)
16. 左、右颈总动脉约在(两侧甲状软骨水平(C4水平))处分为颈内动脉和颈外动脉
17. 颈内动脉分支有(眼动脉、后交通动脉、脉络膜前动脉、大脑前动脉、大脑中动脉)
18. 小脑的主要供血动脉是(椎动脉)
19. 颈内动脉 DSA 检查的对比剂用量为(8-10) ml
20. 升主动脉唯一分支是(冠状动脉)
21. 肺动脉造影:经(股静脉)穿刺插管,导管端可置于肺动脉主干或左右肺动脉分支,或右室流出道
22. 支气管动脉造影:经(股动脉)穿刺插管,将导管插到第5、6胸椎水平
23. 上腔静脉造影:可应用穿刺法,穿刺(头臂静脉或贵要静脉)或肘正中静脉
24. 右心室流入道与流出道的分界是(室上嵴)
25. 左冠状动脉主干分为(前降支和回旋支),主要分支为(前降支)
26. 右冠状动脉及其分支:主要分支有(右圆锥支、右房支、右室前支、锐缘支、右室后支、左室后支、后降支)等
27. 选择性左心室造影应选择(猪尾形)导管
28. 心脏冠状动脉造影模式一般选择的成像方式和帧率为(IADSA, 25fp/s)
29. 选择性冠状动脉造影选用冠状动脉造影导管(Judkins 导管)
30. 左冠状动脉造影体位:(右肩位;肝位;左肩位;蜘蛛位)。正位、侧位可作为补充体位
31. 右冠状动脉造影体位:LAO(30° -40°)位;RAO(30° -45°)位;正位并 CRA(15° -25°)位常作为左、右前斜位的补充体位
32. 肝左动脉起源于(肝固有动脉)



33. 腹主动脉脏支有腹腔动脉、(肠系膜上动脉、肠系膜下动脉、肾动脉)、肾上腺中动脉和睾丸动脉或卵巢动脉
34. 每侧肾上腺一般有 (3) 支动脉供应
35. 肾上腺静脉的回流方向是 (左肾上腺静脉注入左肾静脉)
36. 髂外动脉移行为 (股动脉)
37. 下肢静脉主要有 (浅静脉、深静脉和交通静脉)
38. 四肢 DSA 所用对比剂的浓度是 (40) %
39. 入肝的血管有肝固有动脉和 (门静脉) ; 出肝的血管为 (肝静脉)