

全国卫生专业技术资格考试专家委员会 / 编写

2015

全国卫生专业技术资格考试指导

放射医学

[附赠考试大纲]

权威
畅销书

适用专业

放射医学 (中级)



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

全国卫生专业技术资格考试专家委员会 / 编写

2015

全国卫生专业技术资格考试指导

放射医学

[附赠考试大纲]

适用专业

放射医学（中级）

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

2015 全国卫生专业技术资格考试指导·放射医学/
全国卫生专业技术资格考试专家委员会编写. —北京:
人民卫生出版社, 2014

ISBN 978-7-117-19162-3

I. ①2… II. ①全… III. ①医学-医药卫生人员-
资格考试-自学参考资料 ②放射医学-医药卫生人员-
资格考试-自学参考资料 IV. ①R-42 ②R81

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 109700 号

人卫社官网	www.pmph.com	出版物查询, 在线购书
人卫医学网	www.ipmph.com	医学考试辅导, 医学数 据库服务, 医学教育资 源, 大众健康资讯

版权所有, 侵权必究!

2015 全国卫生专业技术资格考试指导 放射医学

编 写: 全国卫生专业技术资格考试专家委员会

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 北京市安泰印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 22

字 数: 577 千字

版 次: 2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-19162-3/R · 19163

定 价: 80.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

为贯彻国家人事部、卫生部《关于加强卫生专业技术职务评聘工作的通知》等相关文件的精神,自2001年全国卫生专业初、中级技术资格以考代评工作正式实施。通过考试取得的资格代表了相应级别技术职务要求的水平与能力,作为单位聘任相应技术职务的必要依据。

依据《关于2014年度卫生专业技术资格考试有关问题的通知》(人社厅发[2013]639号)文件精神,临床医学以及中药学初级(士)、初级(师)、中级、中医护理学初级(师)、中级等65个专业“基础知识”、“相关专业知识”、“专业知识”、“专业实践能力”4个科目的考试均采用人机对话的方式进行。其他52个专业的4个科目仍采用纸笔作答的方式进行考试。

为了帮助广大考生做好考前复习工作,特组织国内有关专家、教授编写了《2015全国卫生专业技术资格考试指导》放射医学部分。本书根据最新考试大纲中的具体要求,参考国内外权威著作,将考试大纲中的各知识点与学科的系统性结合起来,以便于考生理解、记忆。全书内容与考试科目的关系如下:

“基础知识”:考试内容为第一章至第七章的内容、第八章第十三节正常解剖部分。

“相关专业知识”:考试内容为第八章至第十二章中疾病的病因、病理及临床表现部分。

“专业知识”:考试内容为第八章至第十二章中影像学表现部分。

“专业实践能力”:考试内容为考试大纲中列出的常见病种。主要考核考生在临床工作中所应该具备的技能、思维方式和对已有知识的综合应用能力。这一部分将采用案例分析题的形式考核,沿时间或空间、病情进展、临床诊疗过程的顺序提问,侧重考查考生对病情的分析、判断及对临床症状的处理能力,还涉及对循证医学的了解情况。考生的答题情况在很大程度上与临床实践中的积累有关。

欢迎广大考生和专业人士来信交流学习:zgks2009@163.com。

目 录

第一章 X线成像基础	1	第四节 腹、盆部影像解剖	76
第一节 X线成像的基本原理	1	第八章 神经系统及头颈部	82
第二节 X线检查技术	3	第一节 中枢神经系统基本病变的 影像学表现	82
第三节 X线分析与诊断	4	第二节 脑血管病	83
第四节 X线检查中的防护	5	第三节 脑先天发育畸形	89
第二章 数字X线成像基础	6	第四节 颅脑肿瘤	94
数字X线成像及应用	6	第五节 颅脑外伤	102
第三章 CT成像基础	8	第六节 颅内感染	103
第一节 CT成像原理与设备	8	第七节 脑白质病变	105
第二节 CT图像特点	12	第八节 椎管内病变	106
第三节 CT基本概念	14	第九节 眼眶	110
第四节 常规扫描技术	15	第十节 耳与颞骨	117
第五节 特殊扫描	17	第十一节 鼻与鼻窦	121
第六节 图像后处理	18	第十二节 咽与喉	128
第七节 影响图像质量的因素	20	第十三节 涎腺	132
第八节 CT分析与临床应用	22	第九章 胸部	135
第四章 磁共振成像基础	25	第一节 肺基本病变	135
第一节 MRI基本原理与设备	25	第二节 气管和支气管病变	138
第二节 MRI图像特点	26	第三节 肺先天性疾病	140
第三节 MRI检查技术	27	第四节 肺炎	142
第五章 影像诊断常用对比剂	30	第五节 肺结核	145
第一节 X线对比剂	30	第六节 肺肿瘤	148
第二节 MRI对比剂	34	第七节 结节病	152
第六章 介入放射学	37	第八节 尘肺	152
第一节 总论	37	第九节 胸壁及胸膜病变	153
第二节 胸部	42	第十节 纵隔肿瘤	155
第三节 消化系统	44	第十一节 心脏大血管基本病变	156
第四节 泌尿生殖系统	51	第十二节 先天性心脏大血管疾病	159
第五节 腹部血管	55	第十三节 获得性心脏病	166
第六节 骨骼肌肉系统	60	第十四节 心包疾病	172
第七章 影像解剖	64	第十五节 大血管疾病	174
第一节 神经系统影像解剖	64	第十章 消化系统	177
第二节 骨骼系统影像解剖	68	第一节 消化道基本病变	177
第三节 胸部影像解剖	70		

第二节	食管疾病	178	第十六节	膀胱结石	250
第三节	胃肠疾病	181	第十七节	肾上腺囊肿	250
第四节	肝良性肿瘤和肿瘤样病变	191	第十八节	肾上腺良性肿瘤	251
第五节	肝恶性肿瘤	194	第十九节	肾上腺恶性肿瘤	253
第六节	弥漫性肝病	198	第二十节	肾上腺结核	254
第七节	肝脓肿	200	第二十一节	肾上腺增生	254
第八节	肝其他病变	202	第二十二节	腹膜后恶性肿瘤	255
第九节	胆系结石症	205	第二十三节	腹膜后纤维化	256
第十节	胆囊炎	207	第二十四节	前列腺癌	256
第十一节	胆系肿瘤	208	第二十五节	前列腺感染性病变	257
第十二节	胆系其他病变	209	第二十六节	前列腺增生	258
第十三节	胰腺炎	212	第二十七节	子宫先天畸形	259
第十四节	胰腺肿瘤	214	第二十八节	子宫肌瘤	260
第十五节	胰腺先天异常	217	第二十九节	子宫恶性肿瘤	261
第十六节	脾病变	218	第三十节	卵巢囊肿	263
第十一章	泌尿生殖系统	223	第三十一节	卵巢囊腺瘤	264
第一节	肾先天发育异常和正常变异	223	第三十二节	卵巢癌	264
第二节	肾囊性病变	226	第十二章	骨与关节	266
第三节	肾良性肿瘤	228	第一节	骨关节总论	266
第四节	肾恶性肿瘤	230	第二节	骨创伤	269
第五节	肾血管性疾病	234	第三节	骨关节化脓性感染	270
第六节	肾感染性病变	235	第四节	骨关节结核	272
第七节	其他肾疾病	239	第五节	骨肿瘤与肿瘤样病变概论	274
第八节	输尿管囊肿	242	第六节	良性骨肿瘤	275
第九节	输尿管癌	242	第七节	恶性骨肿瘤	278
第十节	输尿管结核	244	第八节	骨肿瘤样病变	280
第十一节	输尿管结石	244	第九节	慢性关节病	282
第十二节	膀胱先天发育异常	245	第十节	骨缺血性疾病	286
第十三节	膀胱良性肿瘤	246	第十一节	脊柱疾病	288
第十四节	膀胱癌	247	第十二节	代谢性骨病	293
第十五节	膀胱感染性病变	248	第十三节	甲状旁腺功能亢进症	295
放射医学考试大纲					297

第一章 X线成像基础

第一节 X线成像的基本原理

一、X线的产生

1895年,德国科学家伦琴发现了这种具有很高能量,肉眼看不见,但能穿透不同物质,能使荧光物质发光的射线。

X线是真空管内高速行进电子流轰击钨靶时产生的。X线发生装置主要包括X线管、变压器和操作台。

X线管为一种高真空的二极管,杯状的阴极内装着灯丝,阳极由呈斜面的钨靶和附属散热装置组成。高压发生器向X线管两端提供高压电。

降压变压器向X线管灯丝提供电源。

操作台主要包括调节电压、电流和曝光时间而设置的电压表、电流表、时计及其调节旋钮等。

X线的发生过程是向X线管灯丝供电、加热,在阴极附近产生自由电子,当向X线管两极提供高压电时,阴极与阳极间的电势差陡增,电子以高速由阴极向阳极行进,轰击阳极钨靶而发生能量转换,其中1%以下的能量转换为X线,99%以上转换为热能。X线主要由X线管窗口发射,热能由散热装置散发。

二、X线的特性

X线属于电磁波,波长范围为 $0.0006 \sim 50\text{nm}$ 。用于X线成像的波长为 $0.008 \sim 0.031\text{nm}$ (相当于 $40 \sim 150\text{kV}$ 时)。在电磁辐射谱中,居 γ 射线与紫外线之间,比可见光的波长短,肉眼看不见。此外,X线还具有以下几方面与X线成像和X线检查相关的特性:

1. **穿透性** X线波长短,具有强穿透力,能穿透可见光不能穿透的物体,在穿通过程中有一定程度的吸收即衰减。X线的穿透力与X线管电压密切相关,电压愈高,所产生的X线波长愈短,穿透力也愈强;反之其穿透力也弱。X线穿透物体的程度与物体的密度和厚度相关。密度高,厚度大的物体吸收的多,通过的少。X线穿透性是X线成像的基础。

2. **荧光效应** X线激发荧光物质,如硫化锌镉及钨酸钙等,使波长短的X线转换成波长长的可见荧光,这种转换称为荧光效应。荧光效应是透视检查的基础。

3. **感光效应** 涂有溴化银的胶片,经X线照射后,感光而产生潜影,经显影、定影处理,感光的溴化银中的银离子(Ag^+)被还原成金属银(Ag),并沉积于胶片的胶膜内。此金属银的微粒,在胶片上呈黑色。而未感光的溴化银,在定影及冲洗过程中,从X线胶片上被洗掉,因而显出胶片片基的透明本色。依金属银沉积的多少,便产生了黑至白的影像。所以,感光效应是X线摄影的基础。

4. **电离效应** X线通过任何物质都可产生电离效应。空气的电离程度与空气所吸收X线的量成正比,因而通过测量空气电离的程度可测得X线的量。X线射入人体,也产生电离效应,可引起生物学方面的改变,即生物效应,是放射治疗的基础,也是进行X线检查时需要注意防护的原因。

三、X线成像的基本原理

X线之所以能使人体组织在荧屏上或胶片上形成影像,一方面是基于X线的穿透性、荧光效应和感光效应;另一方面是基于人体组织之间有密度和厚度的差别。当X线透过人体不同组织结构时,被吸收的程度不同,所以到达荧屏或胶片上的X线量产生差异。这样,在荧屏或X线片上就形成明暗或黑白对比不同的影像。

1. **X线成像的基本条件** X线影像的形成,基于以下三个基本条件:第一,X线具有一定的穿透力,能穿透人体的组织结构;第二,由于被穿透的组织结构,存在着密度和厚度的差异,X线在穿透过程中被吸收的量不同,以致剩余下来的X线量有差别;第三,这个有差别的剩余X线,是不可见的,由于X线的荧光效应和感光效应,经过显像过程,就能在荧光板或胶片上获得具有黑白对比、层次差异的X线影像。

2. **不同组织结构的特点** 人体组织结构是由不同元素所组成,依各种组织单位体积内各元素量总和的大小而有不同的密度。这样不同的组织器官天然形成了不同的X线衰减的差别,这也是人体X线成像的基础。

3. **不同密度组织与X线成像的关系** 人体组织结构在X线影像上的密度根据X线的吸收程度可归纳为三类:属于高密度的有骨组织和钙化灶等;中等密度的有软骨、肌肉、神经、实质器官、结缔组织及体液等;低密度的有脂肪组织,以及存在于呼吸道、胃肠道、鼻窦和乳突内的气体等。

当厚度差别不大时,不同组织间密度的差别在X线影像中构成了亮度的差别,可以被我们识别。当强度均匀的X线穿透厚度相等、密度不同的组织结构时,由于吸收程度不同,在X线胶片上(或荧屏上)显出具有不同层次灰度(黑白)差异的X线影像。胸部的肋骨密度高,对X线吸收多,胶片上呈高亮度;肺组织主要为气体,密度低,X线吸收少,胶片上呈低亮度。

密度不同的病变组织也可产生相应的病理X线影像。例如,肺结核病变可在低密度的肺组织内产生中等密度的纤维性改变和高密度的钙化灶,在胸片上,于肺的低亮度的背景上出现代表病变的中等和高亮度改变。

4. **不同厚度组织与X线成像的关系** 即使是同一种密度的组织结构,如果厚度有差别,吸收X线量也会产生差别。较厚的部分,吸收X线总量多,透过的X线量少,较薄的部分则相反,于是在X线片和荧屏上也显示出灰度的差别。所以,X线影像中密度的差别不仅取决于组织器官密度的差别,也与组织器官厚度有密切的关系。较厚的组织亮度增加,较薄的组织则亮度减低。在分析X线影像时要同时考虑到密度和厚度的影响。

四、X线图像的特点

1. **灰阶图像** X线图像是由从黑到白不同灰度的影像所组成。这些不同灰度的影像是以密度来反映人体组织结构的解剖及病理状态。

人体组织结构的密度与X线图像上影像的密度是两个不同的概念。前者是指人体组织中单位体积内物质的质量,而后者则指X线图像上所示影像的灰度。但是物质密度与其本身的比重成正比,物质的密度高,比重大,吸收的X线量多,在影像上呈高亮度。反之,物质的密度低,比重小,吸收的X线量少,在影像上呈低亮度。因此,图像上的亮度差别,虽然也与物体的厚度有关,但主要是反映物质密度的高低。在工作中,通常用密度的高与低表达影像的灰度。例如用高密度、中等密度和低密度分别表达高亮度、中等亮度和低亮度。当组织密度发生改变时,则用密度增高或密度减低来表达影像的灰度改变。

2. **重叠图像** X线图像是X线束穿透某一部位的不同密度和厚度组织结构后的投影总和,是该透路径上各个结构影像相互叠加在一起的影像。例如,正位X线投影中,既有前部,又有中部和后部的组织结构。

3. **锥形X线束对图像的影响** X线束是从X线管向人体作锥形投射的,因此,X线影像有一定程度的放大和使被照体原来的形状失真,并产生伴影。伴影使X线影像的清晰度减低。

第二节 X线检查技术

人体组织结构的密度不同,这种组织结构密度上的差别,是产生X线影像对比的基础,称之为自然对比。对于缺乏自然对比的组织或器官,可人为地引入一定量的在密度上高于或低于它的物质,使之产生对比,称之为人工对比。自然对比和人工对比是X线检查的基础。

一、普通检查

普通检查包括荧光透视和摄影。

荧光透视简称透视。一般透视须在暗室内进行,透视前须对视力行暗适应。采用影像增强电视系统,影像亮度明显增强,效果好。透视可转动患者体位,改变方向进行观察;了解器官的动态变化,如心、大血管搏动、膈运动及胃肠蠕动等;操作方便;费用低;可立即得出结论。但影像对比度及清晰度较差,难于观察密度与厚度差别小的器官,以及密度与厚度较大的部位,例如头颅、脊柱、骨盆等。缺乏客观记录也是一个缺点。

X线摄影迄今为止,仍然是应用最广泛的影像检查方法。空间分辨力和密度分辨力均明显优于荧光透视,而且胶片就是很好的客观记录。不仅使密度、厚度差别较大的组织显影,也能使密度、厚度差别较小的病变显影。为了立体定位和避免不同组织相互遮挡,常需从互相垂直的两个方位摄影,例如正位及侧位。不能反映动态变化是其主要缺点。所以,胃肠等需要动态观察的检查仍需要荧光透视,但记录瞬间变化还是要摄片保留。

二、特殊检查

1. **体层摄影** 普通X线片上,一部分影像因与其前、后影像重叠,而不能显示。体层摄影则可获得某一选定层面上结构的影像,而选定层面以外的结构则在投影过程中被模糊掉。体层摄影常用于明确平片难于显示、重叠较多和处于较深部位的病变,用于了解病变内部结构有无破坏、空洞或钙化、边缘是否锐利,以及病变的确切部位和范围等。

2. **软线摄影** 采用能发射软X线,即波长长的X线钼靶管球,用以检查软组织,特别是乳腺的检查。

3. **高电压摄影** 即高千伏摄影,是采用120kV以上的电压进行摄片,一般为120~200kV。X线机必须有小焦点的X线管、滤线器和特殊的计时器装置。由于管电压提高到120~200kV,必须有高比值隔板配合,才能满足高电压摄影要求。由于穿透力强,主要用途是显示那些在常规摄影中被高密度组织或病变遮挡的正常组织或病理改变。例如可将被骨骼、纵隔或者大量的胸腔积液遮盖的肺内病灶显示出来,同时还可显示体层摄片不能清晰显示的小病灶。高千伏摄影可缩短曝光时间,减少X线管负荷和减少患者皮肤照射量。

其他特殊检查方法还有放大摄影,采用微焦点和增大人体与照片距离以显示较细微的病变。

三、造影检查

造影检查的目的是增加不同组织之间、正常组织与病理组织之间的密度差别。主要用于更好地显示那些缺乏自然对比的不同组织结构或病理改变,可将密度高于或低于该组织的一种物质引入组织内或其周围间隙,使之产生密度差别而在影像上被识别,称为造影检查。引入的物质称为对比剂(旧称造影剂)。详见影像诊断常用对比剂一章。

四、X线检查方法的选择

X线检查方法的选择,应该在了解各种X线检查方法的适应证、禁忌证和优缺点的基础上,根据临床初步诊断和诊断需要来决定。一般应当选择安全、准确、简便而又经济的方法。因此,应首先用普通检查,再考虑造影检查。但也非绝对,例如胃肠检查首先就要选用钡剂造影。有时两三种检查方法都是必需的,例如对于某些先天性心脏病,准备手术治疗的患者,不仅需要胸部平片,还需作心血管造影。对于可能发生一定反应和有一定危险的检查方法,选择时应更应严格掌握适应证,不可滥用,以免给患者带来损伤。

第三节 X线分析与诊断

X线诊断是重要的临床诊断方法之一。诊断以X线图像为基础,因此需要对X线影像进行认真、细致的观察,分辨正常与异常,并了解X线影像所反映的正常与病理的解剖特点。综合X线各种病理表现,联系临床资料,包括病史、症状、体征及其他临床检查结果进行分析推理,才可能提出比较正确的X线诊断。

为了作出正确的X线诊断,在分析和诊断中应遵循一定的原则和步骤。

观察分析X线图像时,首先应注意投照技术条件。例如,摄影位置是否准确,摄影条件是否恰当,即照片质量是否满足X线诊断需要。

为了避免遗漏重要X线征象,应按一定顺序,全面而系统地进行观察。例如,分析胸片时,应注意胸廓、肺、纵隔、膈及胸膜,并应结合临床,着重对其中某一方面的观察。在分析肺部时,应从肺尖到肺底、从肺门到肺周依次进行观察。在分析骨关节时,应依次观察骨骼、关节及软组织。在分析骨骼时,则应注意骨皮质、骨松质及骨髓腔等。否则很易被引人注目的部分所吸引,忘记或忽略观察其他部分,而这部分恰好是更重要而必须观察的部分。

在观察分析时,应注意区分正常与异常。为此,应熟悉正常解剖和变异的X线表现。这是判断病变X线表现的基础。

观察异常X线表现,应注意观察受检器官或结构的形态和密度变化。发现病变,应注意分析下列要点:①病变的位置和分布;②病变的数目;③病变的形状;④病变的边缘;⑤病变的密度;⑥邻近器官和组织的改变;⑦器官功能的改变。在分析判断时,需找出一个或一些有关键意义的X线表现,并提出一个或几个疾病来解释这些表现,也就是提出初步的X线诊断。

提出初步的X线诊断,还必须结合临床资料进行综合分析。因为病变具有特征性X线改变者不多,多数情况,X线表现并无特征,同样的X线影像可以在不同的疾病中出现,即所谓“异病同影”,如在胸部照片上,肺炎和浸润性肺结核均为渗出性病变,呈密度高、边缘模糊的片状影,两者表现相同。另外,同一疾病也可因发展阶段不同或类型不同而出现不同的X线表现,即所谓“同病异影”,例如肺癌多呈肿块状影,但可因坏死而出现空洞,致表现不同。还应指出,X线检查虽然是重要的临床诊断方法之一,但还有其他方面的限制,例如在疾病的早期,进行X线检查时,往往阳性发现不多或无阳性发现,如急性化脓性骨髓炎,在起病后10天

以内,甚至两周,虽然临床症状已很明显,但X线仍不能作出诊断。另一种情况是X线检查不能使病变显影,如支气管内膜结核,尽管痰菌阳性,但也不能从照片上作出诊断。因此,如不紧密结合临床,即容易贻误诊断。

X线诊断与临床结合,除应了解病史、体征和治疗经过外,还应注意以下要点:①年龄:年龄对疾病性质的判断有重要性,如肺门淋巴结增大是儿童原发性肺结核的典型表现,但在老年人,则常为肺癌的X线征象;②性别:有些疾病的发生率常有性别上的差别,如胃癌的发生,男性多于女性;③职业史和接触史:职业史与接触史是诊断职业病的主要依据,如硅沉着病(矽肺)、工业性氟骨症的诊断,均应具备特殊的职业史和接触史;④生长和居住地区:这对诊断地方病时,有重要价值,如棘球蚴病多发生于西北牧区;而血吸虫病则以华东和中南湖区一带较常见;⑤结合其他重要检查:如生化检查、病理组织检查等,以达到正确的诊断。

X线诊断结果基本上有三种情况:

1. 肯定性诊断,即经过X线检查,可以确诊。
2. 否定性诊断,即经过X线检查,排除了某些疾病。但应注意它有一定限度,因病变从发生到出现X线表现需要一定时间,在该时间内X线检查可以是阴性;病变与其所在器官组织间的自然对比也会影响X线征象的显示。因此,要正确评价否定性诊断的意义。
3. 可能性诊断,即经过X线检查,发现了某些X线征象,但不能确定病变性质,因而列出几个可能性。遇到这种情况,根据需要可进行别的影像学检查;其他的临床实验室、内镜和活检等检查;随诊观察;试验性治疗,即经过治疗来观察疾病演变情况。

第四节 X线检查中的防护

一、X线防护的意义

X线穿透人体将产生一定的生物效应。若接触的X线量超过容许辐射量,就可能产生放射反应,甚至放射损害。但是,如X线辐射量在容许范围内,一般则少有影响。因此,不对X线检查产生疑虑或恐惧,而应重视防护,如控制X线检查中的辐射量并采取有效的防护措施,合理使用X线检查,避免不必要的X线辐射,以保护患者和工作人员的健康。要特别重视孕妇、小儿患者的防护。

二、放射防护的方法和措施

放射防护的方法包括主动防护与被动防护。

主动防护的目的是尽量减少X线的发射剂量。措施包括选择恰当的X线摄影参数,应用影像增强技术、高速增感屏和快速X线感光胶片。限制每次检查的照射次数,除诊治需要外不要在短期内作多次重复检查。

被动防护的目的是使受检者尽可能少接受射线剂量。具体措施可以采取屏蔽防护和距离防护原则。前者使用原子序数较高的物质,常用铅或含铅的物质,作为屏障以阻挡不必要的X线,通常采用X线管壳、遮光筒和光圈、滤过板。

患者方面,在投照时,应当限制照射范围。对照射野相邻的性腺,应用铅橡皮加以遮盖。

放射线工作者方面,注意利用荧屏后的铅玻璃、铅屏、铅橡皮围裙、铅橡皮手套作为防护。墙壁主要是防止X线对室外人的伤害等。

第二章 数字 X 线成像基础

数字 X 线成像及应用

一、计算机 X 线摄影原理及临床应用

1. 计算机 X 线摄影成像原理 计算机 X 线摄影 (computed radiography, CR) 脱离了传统的屏胶系统, 不再把 X 线信息记录在胶片上, 而是应用磷光体构成的影像板 (image plate, IP) 替代胶片吸收穿过人体的 X 线信息。记录在 IP 上的影像信息经过激光扫描读取, 然后经过光电转换, 把信息输入计算机系统重建成数字矩阵, 再显示出数字化图像。

CR 的应用实现了常规 X 线摄片从近百年的模拟成像向数字化成像的转变。使 X 线摄影也可以具备其他数字化图像的各种优势。

2. CR 的图像处理 由于是数字图像, CR 影像经图像处理系统处理, 可以根据不同的临床要求在一定范围内调节图像。这是优于常规 X 线摄片之处。图像处理主要包括: 灰阶处理、窗位处理、数字时间减影处理和 X 线吸收率减影处理等。

(1) 灰阶处理: 通过图像处理系统的调节, 使数字信号转换为黑白影像, 并在人眼能辨别的范围内选择合适的密度, 以达到最佳的视觉效果。这有利于观察不同的组织结构。例如胸部可得到两帧分别显示肺和纵隔的最佳图像。

(2) 窗位处理: 即在一定的灰阶范围内, 以某一数字信号为中心零点, 即窗中心, 使一定灰阶范围内的组织结构, 依其对 X 线吸收率的差别, 得到最佳的显示, 同时可对这些数字信号进行增强处理。窗位处理可提高影像对比, 有利于显示组织结构, 如骨小梁的显示。

(3) 数字时间减影处理: 选择血管造影 CR 图像中的一帧无对比剂的数字化图像为蒙片和一幅有对比剂的作为减影对, 行数字减影处理, 可得到数字减影血管造影 (digital subtraction angiography, DSA) 图像。但减影速度慢。

(4) X 线吸收率 (能量) 减影处理: 用两个不同的 X 线摄影条件摄影, 得两帧 CR 图像, 选择其中任何一幅作减影片与另一幅作为减影对进行减影处理, 则可消除某些组织。例如对胸部行减影处理可消除肋骨影像, 以利于观察肺野。

3. CR 的优点与缺点

(1) 优点:

- 1) 实现常规 X 线摄影信息数字化。
- 2) 提高图像的密度分辨力。
- 3) 多信息显示, 通过后处理技术, 可以分别显示不同层次的影像信息。
- 4) 辐射剂量降低。
- 5) 实现 X 线摄影信息的数字化储存、调阅及传输。

(2) 缺点:

- 1) 时间分辨力较差。
- 2) 空间分辨力不足。

4. CR 的临床应用 CR 胸片通过后处理技术, 可分别建立显示纵隔结构、肺内结构和骨骼结构的影像。能量减影可以去除肋骨对肺组织的遮挡, 对肺内渗出性和结节性病变的检出

率都高于传统的 X 线成像,但由于空间分辨力的不足,显示肺间质与肺泡病变不及传统的 X 线图像。

CR 在观察肠管积气、气腹和结石等含钙病变优于传统 X 线图像。胃肠双对比造影在显示胃小区、微小病变和肠黏膜皱襞上,CR 优于传统的 X 线造影。

对骨结构、关节软骨及软组织的显示优于传统的 X 线成像。在一张肌肉骨骼系统的照片上,只需曝光一次,通过后处理系统的处理,即可分别得到清晰的骨骼和肌肉影像。由于 CR 系统照片的空间分辨力低于传统 X 线照片,可能会导致对病变骨骼的微细结构的观察受到限制,但可以通过 CR 系统的直接放大摄影得到改善。

二、数字 X 线摄影原理及临床应用

1. 数字 X 线摄影成像原理 数字 X 线摄影(digital radiography, DR)与 CR 相比,同为数字化摄影,但成像方式不同。DR 接收 X 线的既不是普通胶片,也不是需要经激光扫描读取信息的成像板,而是各种类型的平板探测器,它们可以把 X 线直接转化成电信号或先转换成可见光,然后通过光电转换,把电信号传输到中央处理系统进行数字成像。由于不再需要显影处理,也不需要把成像板送到读取系统进行处理,而是直接在荧光屏上显示图像,检查速度大大提高。

平板探测器包括以下几种方式:

(1)电荷耦合器件(CCD)阵列方式:采用近百个性能一致的 CCD 整齐排列在同一平面上,每一 CCD 摄取一定范围的荧光影像,并转换成数字信号,再由计算机进行处理、形成一幅完整的图像。CCD 探测器虽然量子检测效率不高,但是其噪声系数较低,动态范围较大。

(2)直接方式(非晶体硒):直接把 X 线转换成电信号,然后传输到计算机系统组成数字图像。

(3)间接方式(非晶硅):先把 X 线转换成可见光,然后经过光电二极管完成光电转换,再传输到计算机系统组成数字图像。有人认为,由于多一道转换成可见光的步骤,增加了可见光的散射而降低了分辨力;但是反方认为间接方式平板的量子检测效率要高于直接方式平板。

与 CR 图像一样,DR 图像也可以进行多种后处理技术的处理以适应不同的临床要求。

2. 与 CR 相比,DR 有其优势与不足。

(1)优势:空间分辨力进一步提高、信噪比高、成像速度快、曝光量(辐射剂量)进一步降低、探测器寿命更长。

(2)不足:CR 可以与任何一种常规 X 线设备匹配,DR 则难以与原 X 线设备匹配、对于一些特殊位置的投照,不如 CR 灵活。

第三章 CT 成像基础

第一节 CT 成像原理与设备

一、CT 的成像原理与方式

CT 与常规 X 线摄影一样,它的成像也是利用了 X 线的原理。X 线穿过人体各组织后会 发生衰减,主要是因为能量被吸收(同时也有散射的缘故)。不同的组织会有不同衰减系数, 也就是说不同的组织会有不同的 X 线衰减程度,而所有的应用 X 线的成像技术和模式都是 以此为基础的。目前所应用的投影方式 X 线成像技术可分为两类即模拟成像和数字成像,CT 则是应用数字成像的典型。

(一) 数字成像 所谓数字成像实际上就是将模拟信号数字化,也就是把连续变化的模 拟曲线变化给予相应的具体值,形成离散而非连续的数字值。这些数字以行和列的排列形式 组成数字矩阵,然后将数字矩阵转化为可视图像的像素矩阵,每个像素根据数字矩阵中相应的 数字以不同的亮度(即灰阶)表现出来。

在 X 线数字成像中,一种是模拟图像数字化;另一种是将获得信息由模拟量直接转换成 数字(模数转换)量,然后成像,如 CR 和 DR。CT 和这些数字成像又有所不同,像素并非一次 投影后的直接测量,而是经过多方向的反复投影,然后进行不同方式的计算,使每个像素数字 化,是个间接过程。

与模拟成像相比,数字成像的优势很多,可以进行高保真的存储(磁带及光盘)和传输(电 缆、电话及卫星),并且随时可以高保真的调阅,这是胶片存储所不及的。可以进行图像后处 理(改变对比度、灰阶和图像大小,计算距离、面(体)积、测量像素或感兴趣区的密度值,以及 二维三维甚至四维的图像重组);软组织对比度分辨率(密度分辨率)也明显高于模拟成像,它 的不足之处是空间分辨率较模拟图像低得多,目前最多为 1024×1024 矩阵。

(二) CT 扫描模式 CT 的 X 线球管发出的 X 射线与常规 X 线摄影的不同,在准直器 的作用下,X 射线呈有一定厚度的笔形或扇形束穿过相同厚度的人体断层;接收衰减后 X 线 的方式也与常规摄影不同,替代常规 X 线摄影中胶片感光颗粒和荧光屏作用的是探测器(de- tector),探测器的作用为接收穿过人体不同组织后衰减的 X 线,并将射线强度转换成不同电 流强度的电信号,送入数据采集系统(DAS);这些原始数据最终在中央处理器计算成为图像数 据,再形成可视的图像。

目前 CT 扫描模式有以下几种:

1. 断层扫描(轴位扫描) 是 CT 最初的扫描模式,扫描时载有患者的扫描床在扫描位置 静止不动,X 线束对准设定的扫描区域,扫描时球管绕被扫描者旋转并以脉冲形式发射 X 线, 通常是 360° (也可以小于 360° 称为部分扫描),这个断层扫描完毕,扫描床移动(移动时球管不 发射 X 线)使另一个断层对准 X 线束,再进行下一次扫描扫描。螺旋扫描出现之前所有的 CT 机器都是这一种扫描方式。随着宽探测器多层 CT 的发展,又开始重新应用这种扫描方式,又 称为步进式扫描,同样是扫描时扫描床静止不动,但是由原来的二维采集改为三维采集,最常 用的是心脏门控扫描。

CT 图像的重建主要有以下三种运算方法:①反投影法(back projection),亦称综合法

(summation method); ②迭代法(interactive methods), 包括代数重建法(algebraic reconstruction)、逐线校正法(ray by ray correction)、逐点校正法(point by point correction); ③解析法(analytic methods), 包括二维傅立叶转换法(two dimensional Fourier analysis)、滤波反投影法(filtered back projection)和褶积反投影法(convoluted back projection)。在上述三种重建方法中, 由于运算量较小、图像质量较高, 解析法的使用最多。

2. **螺旋扫描** 是建立在滑环技术的应用基础上的一种扫描模式。滑环技术是 20 世纪 70 年代末开始采用的新技术。滑环时代之前, 含有 X 线球管的旋转部分与静止部分之间的馈电和信号传输是靠电缆来完成的, 电缆的有限长度限制了球管的旋转运动, 使球管的运动只能是双向往返式, 无法向一个方向进行连续扫描。所谓滑环装置, 就是用类似发电机上碳刷作为旋转部分, 带有凹槽的滑环作为固定部分, 代替电缆来进行固定部分与旋转部分之间的馈电和信号传输。省却了电缆, 使球管可以向一个方向连续旋转。

扫描过程中, X 线球管围绕机架连续旋转曝光, 曝光的同时检查床同步匀速移动, 探测器和数据采集系统同时接收 X 线、采集数据, 由于扫描轨迹呈螺旋状, 故称螺旋扫描。螺旋扫描的特点是将传统常规 CT 的二维采集数据发展为连续三维采样。这种采样完全不同于常规 CT 的采样, 常规 CT 中采样时患者(检查床)静止不动, 因而是一次二维采样。采样完成后检查床运动一段距离, 再进行另一层面的二维采样。两次采样之间存在间隔。螺旋扫描则不同, 球管连续旋转曝光的同时, 检查床也在匀速运动, 直至扫描完预定范围。螺旋扫描是整个扫描区域连续不间断的三维采样, 又称为容积或体积采样, 然后自三维数据中再重建出二维断层图像。所以螺旋扫描又称体积或容积扫描(volume scanning), 这种采样为数据的后处理带来了更大的灵活性。由于螺旋扫描的轨迹呈螺旋状, 与常规 CT 的扫描方式不同, 扫描一周的起点与终点不在同一点上, 这样在图像重建时采用的方法亦不同, 它采用的是内插法, 又称差补法(interpolation)。随着宽探测器多层螺旋 CT 的发展, 图像重建方式也在不断地改进, 目前采用的多是锥形束重建算法, 可以有效消除 X 线的硬化伪影。最近, 随着计算机容量和计算速度的迅猛发展, 迭代算法又用于图像重建, 由于可以有效地降低噪声, 图像质量得到显著的提高。

螺旋扫描与常规断层扫描相比, 有两大优势。第一是“快”, 即扫描速度快。例如常规断层扫描一个扫描周期大约 10 秒, 如果扫描范围为 100mm, 层厚为 10mm, 全部扫描时间需要 100 秒。如果用螺旋扫描, 旋转一周为 1 秒, 螺距为 1, 层厚和扫描范围不变, 仅仅需要 10 秒, 快了 10 倍。因此, 螺旋扫描可以大大缩短患者的检查时间, 患者免去长时间平卧在检查床上的痛苦和长时间的待诊带来的烦恼。“快”还可以使整个扫描区域内的动态增强扫描成为现实, 相比于常规 CT 只能在一或几层内完成动态扫描, 这就为许多病变的诊断与鉴别诊断带来更多更有意义的信息。“快”还能在允许的扫描时间内覆盖更长的范围, 例如可以一次屏息完成肝、胰腺甚至肾脏的扫描。

螺旋扫描的第二个优势是“容积数据”, 由于孔径的限制, CT 扫描只能获得人体的横断层解剖图像, 前后左右的关系十分明了。但上下解剖关系的显示, 始终是 CT 的缺陷。“容积数据”可以在工作站上进行图像后处理, 重组成高质量的冠状、矢状、斜位甚至曲面图像, 弥补了只能横断扫描的缺陷。还可以进行三维图像的重建, 使我们能够立体地观察病变。常规 CT 在胸腹部扫描中常常遇到一个难题, 即患者无法做到每次屏息的呼吸幅度完全一致, 虽然扫描床的移动非常精确, 实际获得的每两层之间纵轴方向的连续性很差, 对于较小的病灶很容易在两次扫描之间漏掉。这是实际应用中非常令人头痛的事。“容积采样”是在一次屏息中获得的连续数据, 不会再产生上述问题。

3. **电影扫描** 电影扫描又不同于以上两种扫描模式, 这种模式扫描时被扫描物体静止

不动,球管围绕扫描床连续旋转曝光,进行若干个 360° 的采集,图像的解剖位置不同,图像之间是时间差别,目前主要用来进行增强后的动态扫描,例如某个组织脏器或者肿块的灌注成像。

二、CT 设备

1. 扫描部分

(1) 高压发生器:它的作用是为 X 球管产生 X 线提供稳定的直流高压,CT 球管大约需要 120 ~ 140kV 的直流高压。随着各种技术的发展,高压发生器的性能越加稳定,体积亦越来越小。早些时候的常规 X-CT 及高压滑环 CT 的高压发生器位于扫描架(gantry)之外,对其体积的要求不是很高。而具备螺旋扫描功能的低压滑环 CT,则需配备放置在扫描架之内的小巧的高频高压发生器。

(2) X 线球管:作用是发射 X 线。

(3) 准直器:准直器是位于球管前方,通过可调节窗口决定 X 线宽度的装置,使 X 线呈有一定厚度的扇形束状,调节窗口的宽度可变换 X 线束的厚度,决定扫描的层厚。探测器侧也常安装准直器,用来限制进入探测器的 X 线宽度,阻止散射线的进入。

(4) 探测器:它的作用是接收衰减后的 X 线并将其转化成为电信号。新一代的固体探测器已有开发,如稀土陶瓷探测器转换率高达 99.99%,余辉也非常短,适合高速扫描的要求。

(5) 扫描架和扫描床:扫描架内装沿轨迹运动的 X 线球管,球管对面是成排的探测器(或与球管同时运动,或固定在扫描架上),二者之间是扫描孔,球管(或与探测器一起)围绕扫描孔旋转并发射 X 线,对位于扫描孔内的被扫描物体进行扫描。常规 CT 及高压滑环 CT 扫描架内不装备高压发生器,而低压滑环 CT 则要将小巧的高压发生器安装在扫描架内的旋转部分。

扫描床上载被扫描物体,可作垂直和平行两相运动,扫描时调整好高度,并将被扫描物体送入扫描孔,到达预定扫描位置。断层扫描时,扫描床固定不动,扫描间隙移动到下一层扫描位置。螺旋扫描时,扫描床匀速前进或后退。扫描床的要求第一是移动精度,目前最先进扫描床的移动精度可达 0.5mm;第二是要求舒适程度。

2. 计算机部分 CT 机具有两个计算机系统,一是主计算机系统,一是阵列处理器。计算机部分是 CT 的“心脏”,承担着如下任务:①扫描程序的控制;②信号的接收和处理;③图像的重建以及图像的后处理。硬件的配置要求尽量快的计算速度和尽量大的容量,以用最快的速度计算出高质量的图像。

3. 图像显示及存储部分

(1) 显示器:用于 CT 图像的显示,目前已采用高分辨力的大屏幕彩色监视器,以适应高分辨力图像,很多新的 CT 已经采用高质量的液晶显示屏幕,使得监视器变得更薄、更轻便。

(2) 存储器:重建图像的暂时存储一直是硬盘存储,有利于随时调阅及图像后处理。现在多用磁光盘或小型磁带作为永久存储。

4. 操作控制部分

(1) 在控制台上可以进行扫描范围的确定,各种扫描条件(层厚、间隔、kV、MAS 及视野)和扫描模式(常规或螺旋)的选择。

(2) 图像后处理,包括图像的调阅及图像的后处理,如各种二维及三维重组,各种血管成像以及 CT 值和距离、面积的测定,窗宽窗位的调节等。可以将图像传输到独立工作站去处

理,独立工作站具有另一台图像处理计算机,可以独立进行各种图像后处理,不会影响扫描。

(3)照相系统。

三、多层螺旋 CT

1. 原理与构造特点

(1)纵轴多排探测器:单层螺旋 CT 的 Z 轴(纵轴)方向只有一排探测器,多层螺旋 CT 改变为具有多(2~320)排探测器阵列,不同厂家的探测器排数和构造不同。

(2)锥形 X 线束:单层螺旋通过准直器后的 X 线束为薄扇形,因为对面 Z 轴方向只有一排探测器接收信号,所以, X 线束的宽度等于层厚。多层螺旋由于对面 Z 轴方向是具有多个通道的多排探测器, X 线束的宽度等于多(2~64)个层厚之和,改变为锥形 X 线束,最厚可达 160mm。提高了 X 线利用率。

(3)多个数据采集通道:单层螺旋仅有一组通道采集数据,目前的多层螺旋则根据层厚的不同把多排探测器组合成不同的若干组,目前最多可以达到 320 组输出通道。320 组通道在扫描过程中,同时分别对各自连接的探测器接收的 X 线所产生的电信号进行采集、输出。

(4)球管旋转一周可以获得多幅图像:单层螺旋一个旋转周期只能获得一幅图像,目前的多层螺旋一个采样周期可获得 2~320 幅图像。

2. 多层螺旋 CT 的优势

(1)降低球管消耗:常规和单层螺旋 CT 球管旋转一周仅能获得一幅图像。多层螺旋 CT 球管发射同等量的 X 射线,可以获得 2~320 层图像,使得 X 线的利用率提高到单层扫描的 2~320 倍。

(2)覆盖范围更长:由于探测器侧具有 4~320 个数据采集通道,使用同样的层厚、同样的扫描时间,使在一次屏息内完成更长范围的扫描成为可能。目前 256 层螺旋 CT 可在 1 秒左右,以亚毫米的薄层,完成整个胸部的扫描。

(3)检查时间更短:多层螺旋则使扫描时间又进一步缩短。在保持原来的层厚,覆盖原来一样的长度,相当于同样螺距的条件下,扫描时间明显缩短。320 层 CT 可以用 0.5 秒完成亚毫米层厚的肝脏扫描。也可以在一个心动周期完成 0.625 毫米层厚的心脏扫描。

(4)扫描层厚更薄:由于具有 4~320 个数据采集通道,可以在一次屏息扫描中,同样的扫描时间,保持原来覆盖长度的条件下,采用更薄的层厚完成检查,大大提高了 Z 轴方向的空间分辨力。

(5)图像后处理功能更强:多层 CT 多采用更薄的层厚进行检查,增加了 Z 轴方向的空间分辨力,可以达到各向同性扫描。使我们在扫描后的图像后处理工作中获得空间分辨力明显提高的各种重组或重建图像。

四、电子束 CT

1. 原理与构造特点 电子束 CT(electronic beam CT, EBCT)又称超高速 CT(ultra fast CT, UFCT)。它的结构与常规(第三、四代)CT 有很大不同。X 线的产生做了重大改革,不是用普通的旋转阳极球管,而是采用先进的电子束技术,从阴极的电子枪发出电子束并加速形成高能电子束,通过磁性偏转线圈使电子束以极快的速度在 201°弧形阳极靶面上扫描一遍,产生 X 线束,再折射到靶面对面的探测器上,以电子束移动代替球管的旋转,扫描速度产生一个飞跃,最快可达到几十毫秒。

2. 应用特点 电子束 CT 的最大优势就是其极快的扫描速度,非常适合进行心脏的扫描,