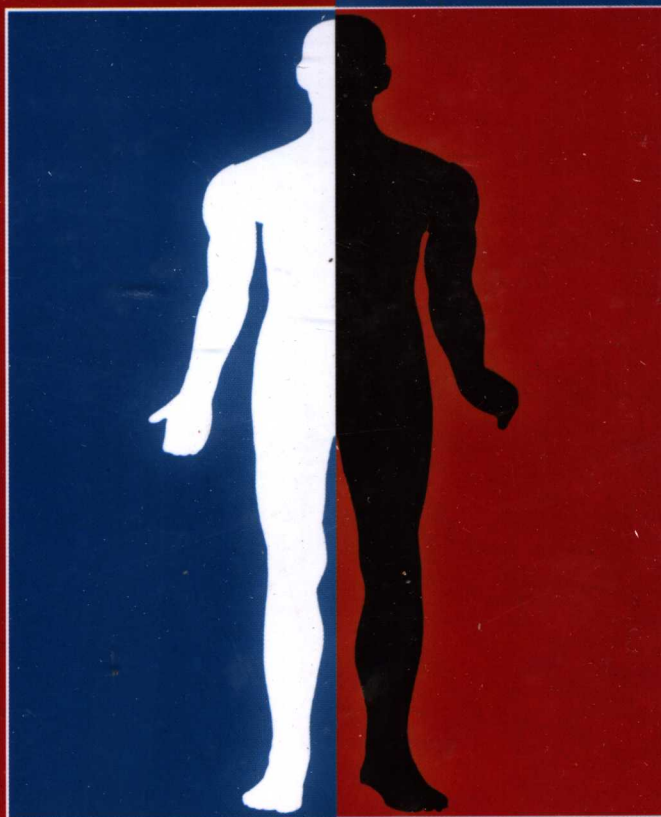


医学影像技术与检查诊断及质量控制

实用手册

YIXUEYINGXIANGJISHUYU
JIANCHAZHENDUANJI
ZHILIANGKONGZHI
SHIYONGSHOUCE



吉林电子出版社

医学影像技术与检查诊断及质量控制 实用手册

主编：陈远清

(下)

吉林电子出版社

度反映了所测部位某种原子核（如氢核）的密度大小，由此构成的图像为（质子）密度分布像。如果在稳定磁场上再叠加1个强度逐渐变化的梯度磁场，就会产生一个沿梯度轴垂直的人体组织结构的一维投影。将人体组织旋转，或磁场旋转时，就会产生二维投影。经计算叠加处理后还能形成1个三维图像。

NMR 成像的方法虽然有多种，但其目的都是要给出物质的分子浓度或状态的三维分布，这种通过原子核对外界磁力的反应来获得受检体化学信息的构象方法又称做“化学性图像”；这种影像诊断法可以在出现病理形态学改变之前，就能从原子-分子的生化水平，发现人体生理和生物化学上的早期变化，因而有人认为它可能改变用病理解剖表达疾病的传统概念。

（二）NMR 对人体的可能损害及安全

在目前医学影像领域，核磁共振成像技术被认为是最安全的影像诊断方法之一。它的优点是无损伤性，无电离辐射。电磁辐射穿透组织无显著衰减，利用化学信息成像易于早期诊断等，在临床医学诊断中已广泛使用，NMR 是一项新的影像技术，为充分发挥它的效用，人们首先要考虑它的安全问题。然而与 X 射线相比，研究非电离辐射对人体的危害远远不够，NMR 对人体危害知之甚少，要了解 NMR 辐射的生物效应，应从静磁场、梯度磁场和射频脉冲 3 个方面来考虑。

1. 静磁场

实验是在磁通量密度以 2T（特）作为最高限度下进行的。

（1）细胞效应 在 2T 以下未发现细胞在定向、突变或致死效应有何改变。虽然有人认为，在 20T 时酶动力学会受到影响，但在 2T、5T 和 20T 的研究表明，无任何效应。

（2）神经传导 在 24T 时，神经传导的速度有 10% 的改变。在 2T 下辐照超过 4h 未见传导有何变化。

（3）心电图异常 高强度的静磁场会引起动物和人的 ECG 异常。0.3T 时，已观察到 T 波的幅度有变化。这种变化是由与静磁场垂直的血流高度流速相关的感应电压所引起的。但这个影响并不大，因它并未导致心律不齐或心率改变，而且一旦切断磁场，ECG 又恢复正常。此外，血压也无反应。对正常人体血流，直到 2T 也不会发生膜的去极化。

2. 梯度磁场

梯度磁场是脉冲式的，也叫交变磁场，是为了鉴别来自患者不同部位的信号而进行空间定位的，它可在各个组织引起感应电流，为此，从几个方面研究了感应电流给人体带来的影响。

（1）眼 梯度磁场对视网膜的刺激会产生闪光感或叫做磁光幻视。磁光幻视的感知阈限值似乎是随磁场的变换频率而变。若磁场以 20~50Hz 的频率变化，其最低阈限 2~

3T/s。此外,使用梯度场的时间长短也是一个关键因素。如果按目前定的 3T/s 的谨慎标准,大多数 NMR 装置的梯度场时间都很短促,不足 1ms,因此即使磁场强度再高也不会引起眼的磁光幻视。

(2) 心脏 人体心脏颤动的阈值为 $100 \sim 1000 \text{mA/cm}^2$,而 NMR 每 1T/s 才大约产生 1mA/cm^2 的电流密度。因此,即使是变换率为 20T/s,也不足以产生引起室性纤颤的电流密度。所以,英国放射防护委员会建议的交变磁场的最大变换频率不得超过

(3) 骨 一般应用交变磁场可促进骨的愈合。以 30 ~ 60Hz 的脉冲重复频率便能感应出 10mA/cm^2 的电流密度。但如果脉冲是正弦式的话,就不会发生骨愈合,而 NMR 却正是如此。

3. 射频效应

射频对人体造成的主要是热效应。大多数热效应发生在皮肤表面。有人根据基础代谢产生的余热提出了阈限标准,长时间检查为 1.5W/kg ,短时间如 10min 时为 4W/kg ,美国食品药物管理总局提出的阈值为 0.4W/kg 体重。英国提出要以相当于正常人的基础代谢率的热负荷为设计标准,受检者平均体温上升不得超过 1°C 。

在生物效应上,NMR 属非电离辐射,一般认为,在现有场强范围内对人体无损害,是一种非损伤性的诊断方法,但为安全起见,对 NMR 的检查仍做了严格规定,如对植有起搏器、人工关节、心脏瓣膜、动脉瘤小夹等金属物件的患者,有幽闭恐怖症者,以及受到某些创伤的人,均不宜进行 NMR 检查。

NMR 检查是一种新的实践活动,对它的危害性必须做长期的观察研究。ICRP60 号出版物强调指出,不仅对新引入的实践要作正当性判断,对已存在的实践,当其效能与后果有了新的资料时,也应审查其正当性,如果此时不再是利多于害,则应考虑撤销该项实践。因此,NMR 对人体的影响必须做远期效应的研究,以期确保人类的健康。

第五章 放射性工作人员安全防护

第一节 电离辐射对机体营养素的破坏作用

辐射对营养物质的破坏有它的共性，也有它特殊性的一面。电离辐射通过直接作用和间接作用对营养物质的破坏是它的共性，但是放射性人员如果发生营养不足或营养缺乏，机体的辐射敏感性就会增加，此时较易导致辐射损伤，所以放射性工作人员在满足一般营养素需要量的前提下，还要有高于需要量的营养素，使之达到较为充裕的水平，这是它的特殊性，也是辐射保健的理论依据。

不同的靶物质对电离辐射的敏感性不同，同样的照射剂量作用于2个不同的靶组织会产生不同的生物学效应。电离辐射对主要营养素的作用可概括为以下几个方面：

1. 使蛋白质、酶类的化学结构和功能发生改变，蛋白质的分解代谢增强，尿中氨基酸、肌酸、牛磺酸和尿素的排出量增加。由于体内蛋白质分解代谢增强的反馈作用，致使体内蛋白质的合成代谢也加快，机体氨基酸需要量增加。

2. 脂质过氧化、生物膜脂质过氧化的破坏作用直接影响膜的微粘度、流动性、脆性和通透性，使线粒体膨胀、崩解，微粒体的脂质过氧化能引起多核糖体解聚和蛋白合成抑制，溶酶体膜的脂质过氧化使许多水解酶释放，造成细胞损伤。器官脂质分解代谢增强，血脂增高，机体脂质的分解和再合成均增强。

3. 使单糖的醇羟基和醛基结构发生改变，较大剂量可使多糖降解并产生交联化合物，糖的异生作用增强，糖酵解减弱，组织对糖的利用能力下降。

4. 对维生素的破坏作用。人体的维生素主要由食物来补充，在有氧条件下电离辐射常使一些维生素的结构遭到破坏，剂量越大破坏越严重，如自由基就可使核黄素、维生素（B₂）发生结构的破坏。易受破坏的维生素还有维生素 B₁₂、维生素 A、维生素 C、维生素 D 等。

5. 对水和无机盐的影响。短时间的小剂量照射，机体尚可保持较稳定的水盐代谢水平，但较大剂量照射或长期小剂量的职业性照射可引起外周血红细胞、白细胞的降

低, 总血容量减少, 加之呕吐、腹泻和脱水等, 造成水盐代谢障碍和酸碱平衡的改变。

电离辐射对机体营养素的破坏作用, 在分解代谢加速的同时也存在着重新合成和修复损伤的过程, 辐射损伤过程是否大于、等于或小于修复的过程, 这取决于辐射剂量的大小和机体当时所处的状态。辐射的损伤与修复是一个复杂的过程, X射线在引起蛋白质损伤的同时也引起了核酸的损伤, 他们两者都存在着被修复和重新合成的可能。核酸的修复及其复制、转录和翻译的功能又涉及到蛋白质的重新合成, 而蛋白质的损伤与修复又涉及到酶类、激素和抗体等。酶类的生物作用又间接与蛋白质、脂肪、能量代谢、维生素和其他生物化学的代谢有关。电离辐射对机体营养素的作用涉及整个生物代谢过程, 受到许多复杂的、相互关联因素的调节, 有人发现热能营养不足和缺乏可引起实验动物放射敏感性增加, 认为充足的热能有助于减轻放射损伤的作用。

第二节 放射性工作人员营养需求量及特殊要求

一、放射性工作人员营养特殊要求

对放射性工作人员的营养有如下几个特殊的要求:

1. 蛋白质的需要量在质的方面要高于正常人群的标准, 在数量上与正常人群相同或略高于正常人群, 动物性蛋白和必须氨基酸的供应量要保证充足。
2. 维生素的供应量必须要在正常人群标准的上限水平或再高一些, 特别是核黄素(维生素 B₂)、维生素 B₁₂、维生素 A、维生素 C、维生素 D 的量必须要首先得到满足。
3. 对糖类、脂肪、无机盐、微量元素和水份等近年来的研究认为没有特殊的要求, 达到正常人的水平即可, 不必强调过多补给。
4. 烹调食物与调配膳食要合理, 减少营养素的丢失与破坏。
5. 坚持膳食平衡、合理搭配、食物种类多样化的原则。

二、放射性工作人员营养需要量

放射性工作人员营养需要量国家并没有制定相应的标准, 从电离辐射对机体损害的生物效应来考虑, 放射性工作人员的一些特殊营养素的需要量应略高于一般普通人员的公共营养水平。由于不同的辐射工作条件和工作场所, 每个个体接受的辐射剂量差别较大, 因此, 放射性工作人员每日膳食营养素的供给量可参照其营养的特殊要求做一些适

第六篇 医学影像检查的安全防护

当的增补。下表是世界卫生组织建议的和我国制订的普通公民各种营养素的每日摄入量值。

世界卫生组织建议的普通公民各种营养素的每日摄入量

年龄	体重 (kg)	热量	蛋白质				铁			钙	维生素 A	维生素 D	硫胺素	核黄素	尼克酸	叶酸	维生素 B ₁₂	抗坏血酸
		(MJ)	(g)				(mg)			(mg)	(μg)	(μg)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)	(μg)	(mg)
			A	B	C	D	A	B	C									
成年男子	65	12.55	37	46	57		5	6	9	400	750	2.5	1.2	1.8	19.8	200	2.0	30
(中等劳动强度)										~500								
成年女子	55	9.21	29	36	41		14	19	28	400	750	2.5	0.9	1.3	14.5	200	2.0	30
(中等劳动强度)										~500								
妊娠后半期		+1.46	+9	+11	+13	+15				1000	750	10	+0.1	+0.2	+2.3	400	3.0	30
										~1200								
授乳期		+2.30	+17	+21	+24	+28				1000~1200	1200	10	+0.2	+0.4	+3.7	300	2.5	30
(前6个月)																		

说明：1. 蛋白质的安全摄入量按4种不同来源规定：A：奶或蛋类的蛋白质（相对蛋白质净利用率为100）；B：富有动物性食物的混合膳食（相对蛋白质净利用率80）；C：含有少量动物性食物的混合膳食（相对蛋白质净利用率为70）；D：基本为谷类而几乎不含其他来源蛋白质的膳食（相对蛋白质净利用率为60）。

2. 铁的摄入量根据膳食热能来源按动物性食品的比重分为3种类型：A：25%或>25%；B：25%~10%；C：<10%。

我国普通公民各种营养素每日摄入量

类别	能量	蛋白质	钙	铁	维生素 A ^①	硫胺素	核黄素	烟酸	抗坏血酸	维生素 DA ^②
	(MJ)	(g)	(mg)	(mg)	(μgEqRE)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)	(μg)
成年男子										
18~40岁 (体重60kg)										
极轻体力劳动	10.04	70	600	12	1000	1.2	1.2	12	60	10
轻体力劳动	10.88	75	600	12	1000	1.3	1.3	13	60	10
中等体力劳动	12.55	80	600	12	1000	1.5	1.5	15	60	10
重体力劳动	14.23	90	600	12	1000	1.7	1.7	17	60	10
极重体力劳动	16.74	105	600	12	1000	2.0	2.0	20	60	10
成年女子										
18~40岁 (体重53kg)										
极轻体力劳动	9.21	65	600	15	1000	1.1	1.1	11	60	10
轻体力劳动	10.04	70	600	15	1000	1.2	1.2	12	60	10
中等体力劳动	11.72	75	600	15	1000	1.4	1.4	14	60	10
重体力劳动	13.39	85	600	15	1000	1.6	1.6	16	60	10
孕妇 (第4~6个月)	1.26	+15	800	18	1000	1.8	1.8	18	80	10
孕妇 (第5~9个月)	1.26	+25	1500	18	1000	1.8	1.8	18	80	10
乳母	1.26	+25	2000	18	1200	1.8	1.8	18	100	10

① 1μgEqRE = 1μg 视黄醇或 6μgβ-胡萝卜素, 1IU 维生素 A = 0.3μg 视黄醇, 1μg 胡萝卜素 =

0.167 μ gEqRE。②按胆钙化醇 (VitD₃) 计, 10 μ g 胆钙化醇 = 400IU 维生素 D。

第三节 减轻辐射损伤的药品与保健品

辐射保健的目的是根据放射性工作人员接触剂量的大小, 结合本地区的具体情况制定可行的营养学和其他预防性方案, 防止或消除造成辐射敏感性增加和影响机体恢复的因素, 提高机体耐受辐射的能力, 减轻辐射对机体的隐性损伤。

放射损伤的预防性研究一直是人们关注的热点, 从 20 世纪 40 年代开始就有人证明某些化学物质如胶体硫、硫服、甲酸盐等, 它们被加到羧基肽酶和氨基酸氧化酶的水溶液中时, 能够减轻 X 射线对这些酶的灭活。在以后的许多年里相继有人观察到巯基乙酸、谷胱甘肽及半胱氨酸辐射保健的目的是根据放射性工作人员接触辐射剂量的大小, 结合本地区的具体情况制定切实可行的营养学和其他预防性方案。1945 年日本遭受原子弹的袭击, 大量人群死于放射病, 幸存者有相当一部分患上了慢性放射病, 一些人呈现不同程度的远期效应, 科学家们这才意识到需要用化学物质进行放射损伤的预防性研究。

30 多年来全世界共筛选了大约 2 万多个抗放化学物质。我国也有 100 多个抗放药物经过了大动物的实验, 有 10 多个药物经过了人体实验。下表是目前研制的有一定防护效果的辐射防护制剂, 其中 WR2721 [s, 2-(3-氨基丙基)-乙基硫代磷酸] 是代表性比较强的一个药物, 它的抗放作用较强, 毒性小, 有效时间约 3h, 效价高, 给狗和猴静脉注射后抗放作用明显, 但口服效价差。我国军事医学科学院报道二乙基硫辛酰胺 (DELA)、四氢噻唑类化合物、含硫化合物、色氨酸类化合物、植物多糖和雌激素等也有较好的辐射防护作用。辐射防护剂主要用于核战争、宇航员太空旅行、特殊照射、应急性照射、放射治疗的患者以及放射性职业工作人员的防护。

在医疗照射中, 医生的职业环境一般相对较好, 放射性职业工作人员的年有效剂量相对较低, 一般不会有特殊照射、应急性照射的可能, 所以我国在医务人员中几乎没有提倡使用辐射防护剂。然而, 近年来食物中某些成分的抗放作用的研究较多, 为了使电离辐射造成的损害尽可能的降低, 日常生活中的一些有预防辐射损害的可用食物和保健物品, 它们对放射性工作人员的保健有一定积极的作用, 现概括如下:

一、酵母类

酵母的自溶物和酵母的核糖核酸及水解物有一定的预防放射损伤的作用。

二、中草药类

(1) 黄芪

研究认为黄芪有一定的抗放射损伤的作用,其机理是黄芪能增加受照者体内超氧化物歧化酶的含量,阻止了自由基造成损伤的病理生理学过程:黄芪还能有效地预防和减轻脂质过氧化物(LOP)的增多,减轻放射损伤。

(2) 肉苁蓉

肉苁蓉的抗放作用主要是提高机体的免疫功能。将肉苁蓉煎液在受照前和照射中预防性给药,可以起到抗辐射损伤的保护作用。

三、多糖类

(1) 鳖甲粗多糖

鳖甲粗多糖是从水鱼背部骨骼中提取的一种多糖成分,实验发现鳖甲粗多糖能提高受照射动物免疫系统的功能,将鳖甲粗多糖给予小鼠,能明显提高受X射线照射小鼠的存活率。

(2) 黄蘑多糖

黄蘑是产于我国东北地区山区的一种野生食用真菌,从黄蘑中提取的多糖能提高受照射小鼠的存活率,具有较强的抗辐射作用。

四、维生素类

有关维生素对放射损伤的防治作用,目前意见尚不统一。有人报道维生素A缺乏能增加机体的放射敏感性,维生素K的缺乏常引起放射损伤出血症状;有人认为维生素B、烟酸能减轻放射损伤的临床症状,提高照后动物的存活率,维生素B₆能降低机体的放射敏感性,减轻症状促进恢复等;也有人在离体实验中发现维生素E有抗氧化保护生物膜损伤的作用,但整体动物实验效果却不明显。

第六篇 医学影像检查的安全防护

几种常见的辐射防护剂及其特点

药物名称	化学结构	作用特点	效 价 (DRF)	毒性
半胱氨酸	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{HSCH}_2\text{CHCOOH} \end{array}$	照前 15min 给药有效	1.2	++
半胱胺	$\text{HSCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$	照前 15min 给药	1.6	+++
胱胺	$\begin{array}{c} \text{SCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \\ \\ \text{SCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \end{array}$	照前 1.5h 口服	1.36	+++
氨乙基异硫脲 [AET]	$\begin{array}{c} \text{NH} \\ \\ \text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{SCNH}_2 \end{array}$	照前 1h 给药	1.6~2.0	+++
2-氨基乙基硫代 磷酸氢钠 (AETP)	$\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{SPO}_3\text{HNa}$	照前 1h 给药	2.1	++
WR2721	$\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_3\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{SPO}_3\text{H}_2$	照前 3h 给药	2.7	+++
5-甲氧基胺 (5-MOT)		照前 15min 给药	1.5~2.0	++
巯基丙酰甘氨酸 (MPG)	$\begin{array}{c} \text{SH} \\ \\ \text{CH}_3\text{CHCONHCH}_2\text{COOH} \end{array}$	照前有效、时效短	1.4	±
二乙基硫辛酰胺 (DELA)	 $(\text{CH}_2)_4\text{CON}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$	照前 1.5h 肌注	1.34	±
细菌内毒素	脂多糖	照前 2~48h 注射有效	效价好	+++
菌类多糖	岩藻糖醛酸, 木糖和甘露糖组成的多糖	照前 6~48h 注射有效	效价好	+
雌激素	照前几天到照后 1 天注射有效	效价好	±	

五、自由基清除剂

自 1969 年 McCord 和 Fridovich 首先发现超氧化物歧化酶能清除超氧阴离子自由基以来, 抗氧化剂的研究已在放射防护学界广泛展开, 由于辐射的间接作用是通过自由基作用于靶物质而产生的, 所以能清除辐射产生的自由基就可以减轻辐射对人体的损害。抗氧化酶活性的降低和自由基作用的增强是电离辐射引起机体过氧化损伤重要原因, 因此, 大量的实验均指出应用超氧化物歧化酶有明显的抗辐射保护作用。目前, 重组人超

氧化物歧化酶已经商品化,含超氧化物歧化酶的化妆品也随时都可以到。

六、其他抗放射药品和保健品

(1) 香菇是我国人民喜爱的干菜,有人发现香菇有一定的抗辐射作用,在小鼠受照射前多次给予香菇煮提液,表明香菇煮提液有一定的抗辐射致突变的作用;香菇煮提液还有抵抗遗传物质损伤的作用,并有助于放射损伤的修复。

(2) 茶叶是我国人民饮用最多的保健品,茶叶中的多酚类物质能清除体内放射性引起的自由基,间接起到抗放射损伤的作用。

(3) 蔬菜中的卷心菜在动物实验中证实对放射性损伤有一定的防护作用,其有效成分尚不明了。胡萝卜对放射性引起的白细胞降低有一定的提升作用。

(4) 蜂蜜、杏仁、人参等也有一定的抗放射性损伤作用,机理尚不明了。

第四节 放射性工作人员的健康管理

一、常规医学监督

放射性工作单位应组织从事放射性工作的人员进行就业前体检和就业后的定期体检;体检应在主管放射卫生防护部门指定的医疗机构进行。甲种工作条件下人员每年体检1次,其他放射工作人员每2~3年体检1次;放射工作单位对每位放射工作人员必须建立个人健康档案和个人剂量档案;对放射病的诊断,应在具有个人健康档案和个人剂量档案的前提下,由指定的专业机构进行。

二、放射工作人员的健康要求

放射性工作人员除按一般工作人员健康标准要求外,具有以下情况不宜从事放射工作。若已参加工作可根据情况建议给予减少接触、短期脱离、疗养或调离等处理。

- | | |
|---------|--|
| 1. 血红蛋白 | 男: $< 120\text{g/L}$ 或 $> 160\text{g/L}$
女: $< 110\text{g/L}$ 或 $> 150\text{g/L}$ |
| 2. 红细胞数 | 男: $< 4 \times 10^{12}/\text{L}$ 或 $> 5.5 \times 10^{12}/\text{L}$
女: $< 3.5 \times 10^{12}/\text{L}$ 或 $> 5 \times 10^{12}/\text{L}$ |

3. 准备从事放射工作的人员, 白细胞总数 $< 4.5 \times 10^9/L$ 或 $> 10 \times 10^9/L$ 者, 已从事放射工作的人员白细胞总数持续 (指 6 个月) $< 4 \times 10^9/L$ 或 $> 1.1 \times 10^9/L$ 者。

4. 准备从事放射工作人员, 血小板 $< 110 \times 10^9/L$; 已从事放射工作的人员血小板持续 $< 100 \times 10^9/L$ 。

5. 患有心血管、肝、肾、呼吸系统疾患、内分泌疾患、血液病、皮肤疾患和严重的晶体混浊或高度近视者。患有严重的神经官能症或精神疾患, 如癫痫、癔病等。

6. 其他器质性或功能性疾患, 卫生部门可根据病情或接触放射性的具体情况 (包括放射性工作种类、水平等), 本人工作能力, 专业技术需要等综合衡量确定。

三、特殊受照人员的管理

放射性工作单位要关心从事过放射性工作的 (包括应急照射) 现已离退休或因健康原因调离放射性工作岗位人员的健康。对于从事放射性工作累计工龄超过 15 年以上, 内照射年摄入量限值 $\geq 2ALI$, 铀矿工氡子体累积照射量 ≥ 100 工作水平月 (WLW) 者和 1 次或几天内照射剂量 $\geq 0.1Sv$, 全身累积照射当量剂量 $\geq 1Sv$ 者, 要做定期医学随访观察, 原则上每 2~3 年 1 次。

从事放射性工作的哺乳期妇女妊娠初期 3 个月孕妇应尽量避免接受照射, 在妊娠或哺乳期间不得参与造成内照射的工作, 并不得接受事先计划的特殊照射。

四、放射性工作人员的保健待遇

放射性工作人员的保健休假根据受照射剂量的大小与工龄长短, 可享受保健假 2~4 周。放射工龄大于 25 年的在职者, 每年由所在单位安排利用休假时间享受 2~4 周的疗养待遇, 享受寒暑假的放射性工作人员不再享受保健休假。

放射性工作人员的保健津贴仍按国家和地方有关规定执行, 国家人事部、卫生部已发布了《关于印发卫生事业单位贯彻〈事业单位工作人员工资制度改革方案〉实施意见的通知》, 要求各省、市贯彻执行。1994 年广东省人事厅、卫生厅粤人薪字 (1994) 25 号文件规定, 专职从事放射专业的技术人员, 其津贴部分 (活工资) 可提高 5%~8%, 提高津贴从 1993 年 10 月起执行。目前全国各地发放标准不统一, 卫生部已将放射性工作人员的卫生津贴由二类调整为一类, 放射性工作人员的卫生津贴应按月发给, 临时调离放射性工作岗位者可继续享受保健津贴 3 个月, 正式调离者只能继续享受 1 个月。

关于放射性人员的工龄计算问题, [65] 中劳薪字第 248 号文件认为可暂时把从事 X 射线工作列为有害工种, 从事此种工作 1 年可以计算 1 年零 6 个月的工龄。1991 年卫

生部办公厅在答复放射性专业医务人员的工龄问题时指出,在没有新文件规定时,仍按此文件规定执行。

放射性工作人员在健康体检、休假、住院检查或患病治疗期间照常享受保健津贴,患放射性职业病确诊所需的挂号费、住院费、就医路费和符合规定的医药费全部报销。因职业放射损伤致残者,退休工资和医疗卫生津贴照发,因患放射疾患医治无效死亡者,按因公牺牲处理。

第六章 医学影像检查的安全防护标准规范

医用 X 射线治疗放射卫生防护要求

GB 18464—2001

1 范围

本标准规定了医用 X 射线治疗机的辐射防护性能及其检验要求、治疗室的辐射防护条件和使用治疗机实施放射治疗的安全操作与质量保证要求。

本标准适用于标称 X 射线管电压为 10kV ~ 1MV 的医用 X 射线治疗机（以下简称治疗机）的生产和使用，不适用于医用加速器的 X 射线治疗。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB9706.10—1997 医用电气设备 第二部分：治疗 X 射线发生装置安全专用要求

GB9706.12—1997 医用电气设备 第一部分：安全通用要求 三、并列标准诊断 X 射线设备辐

射防护通用要求

3 总则

3.1 医用 X 射线治疗必须遵循放射防护基本原则，要求照射正当化，辐射防护最优化，并使工作者和公众的受照不超过规定的剂量限值；患者所受的医疗照射，应遵循实践的正当性和防护的最优化原则。

3.2 医用 X 射线治疗必须采取安全措施，尽可能减少或避免导致重大照射事件的发生及不良后果。

4 治疗机防护性能的技术要求

4.1 治疗机泄漏辐射的限制

4.1.1 治疗状态下, X 射线源组件的泄漏辐射应按表 1 控制。

表 1 治疗状态下 X 射线源组件 1) 泄漏辐射控制值

X 射线管额定电压, kV	空气比释动能率控制值, mGy/h
> 150	距源组件表面 50mm 300
	距 X 射线管焦点 1m 10
≤ 150	距 X 射线管焦点 1m 1
≤ 502)	距源组件表面 50mm 1

1) X 射线源组件包括固定在 X 射线管套上的限束器。

2) 适于可手持的治疗设备。

4.1.2 非治疗状态下, X 射线源组件的泄漏辐射和非有用辐射的控制值

当 X 射线源处于以手动中断治疗而 X 射线管高压仍通电, 或预定的治疗终止且 X 射线管高压断电的非治疗状态时, 自中断或终止辐射束发射后 5s 开始, 空气比释动能率控制值: 在距 X 射线管焦点 1m (包括治疗束方向) 处, 不得超过 0.02mGy/h; 在距 X 射线源组件表面 50mm 处, 不得超过 0.2mGy/h。

4.1.3 可卸式限束器的泄漏辐射控制水平

可卸式限束器仅指直接与 X 射线管组件连接但可拆卸的集光筒或可调限束器的整体固定部分。在可卸式限束器出口照射野全屏蔽条件下, 限束器照射野外的相对空气比释动能率不得超过表 2 的控制水平。

表 2 可卸限束器的相对泄漏辐射控制水平

限束器出线口处屏蔽铅板的尺寸为照射野横 (纵) 向相应尺寸的倍数	可卸限束器的 相对泄漏辐射 1) 的控制水平, %
1.5 倍	0.5
1.1 倍	2
1) 在距铅板边缘 20mm 以外任何位置的最大空气比释动能率占同一平面上无铅板时射线束中点处空气比释动能率的百分数。	

4.1.4 除 X 射线源组件外其余部件的泄漏辐射控制值

除 X 射线源组件外,距 X 射线机的任一部件表面 50mm 的任何位置上,空气比释动能率不得超过 0.02mGy/h。

4.2 与有用线束辐射输出量相关的技术要求

4.2.1 累积辐射输出量的重复性

照射野内有用线束累积空气比释动能的重复性应不大于 5% (X 射线管电压 $\leq$ 150kV) 和 3% (X 射线管电压 $>$ 150kV)。

4.2.2 累积辐射输出量的线性

照射野内有用线束累积空气比释动能的非线性应不大于 5%。

4.3 治疗机控制台

控制台应具有下列安全控制设备:

4.3.1 主电源锁。

4.3.2 预置的照射条件的确认设备。

4.3.3 在确认照射条件无误后启动照射的设备。

4.3.4 在紧急情况下中断照射的设备。

4.3.5 辐射安全与联锁装置 (详见第 4.5 条)。

4.4 计时器和剂量监测仪

治疗机的计时器和剂量监测仪,应能防止自动终止照射的意外故障,其要求如下:

4.4.1 当治疗机同时设有计时器 (两台) 或剂量监测仪 (两台) 时,必须以并列或主/次组合方式配置。其中每一台必须能够独立终止照射。

4.4.2 当达到预置值时,并列组合的两套系统或主/次组合的主系统必须终止照射。因主次组合的主系统故障未终止照射并超过了预置值的 10%,或计时器超过 0.1min,或剂量监测仪在相应标称距离处的吸收剂量超过 0.1Gy 时,次级系统必须立即终止照射。

4.5 辐射安全与联锁要求

4.5.1 治疗机必须具有安全设备,当出现第 4.5.2 ~ 4.5.5 中任何一项错误或故障时,能中断照射,并有相应故障显示。

4.5.2 对 X 射线源组件移动设备故障的保护

治疗机照射时,X 射线源组件相对患者的移动设备在执行预置的移动指令过程中,受到卡、阻或发生其他移动故障时,应由保护设备强制自动中断照射。

4.5.3 防止 X 射线管通电时误照射

此项设备可以是辐射吸收部件 (如快门),其工作应当:

4.5.3.1 若吸收部件工作不正常,不可能使 X 射线管通电。

4.5.3.2 当 X 射线管通电时,吸收部件出现故障应导致 X 射线管断电。

4.5.3.3 当辐射束停止发射时,吸收部件应工作到位。

4.5.4 防止组合照射条件误置时误照射

组合照射条件包括 X 射线管电压、X 射线管电流、固定与附加过滤、限束器（可制限束器或集光筒），以及 X 射线源组件移动设备等与病人治疗相关的诸照射条件的组合。

控制台设置的组合照射条件有下列情况之一时，治疗机不能输出辐射：

4.5.4.1 没有按治疗计划预置。

4.5.4.2 预置超过了设备的性能指标。

4.5.4.3 预置条件不正确（如过滤器、限束器安放位置不当或安放方向错误）。

4.5.4.4 当组合照射条件能够在治疗室内和治疗室外的控制台设置时，控制台的设置与机旁的设置不一致。

4.5.4.5 预置未经控制台确认检验。

4.5.5 防止人员误入治疗室

治疗室的防护门必须与治疗机的工作状态联锁，只有关闭治疗室门时才能照射；在治疗机照射状态下意外开启防护门则中断照射。应当采取预防措施，防止照射中意外开启防护门，且此时在控制台应有相应显示。

4.6 辐射束发射的启动与中止

4.6.1 正常情况下，必须按顺序设置第 4.5.4 条所述的组合条件，并经控制台确认验证设置无误时，由“启动”键启动照射。在完成预置的照射后自动终止照射。

4.6.2 正常情况下，再次发射辐射束，必须按上述步骤重新设置与操作。

4.6.3 在异常情况下，由第 4.5 条的安全设备中断照射。此时，必须在排除故障并在控制台“复原”后才可由“启动”键启动照射，继续完成原预置的照射；或者在重新设置后才能再次启动照射。

4.7 手持治疗机的特殊要求

4.7.1 治疗机的 X 射线管标称电压不得大于 50kV。

4.7.2 X 射线管组件除手持外还应有其他的固定方法。

4.7.3 只能由手持 X 射线管组件的工作人员控制 X 射线管的通电。

4.7.4 必须具有表征 X 射线管通电的声响和灯光警告信号。

4.7.5 治疗机必须配备个人防护用帽子、手套和围裙，其对 X 射线的衰减不小于 0.25mm 铅当量，并在随机文件中给出提醒操作者使用这些防护用品的要求。

4.8 部件规格标识和随机文件

4.8.1 部件规格标识

治疗机及其部件必须具有牢固、清晰易认的下列标识：

4.8.1.1 在 X 射线源组件表面，标识出焦点的位置和固定过滤的材料与厚度。