

中华人民共和国国家标准

放射性碘污染事故时碘化钾的使用导则

GB/T 16138—1995

Guide for the use of potassium iodide
in accident of radioiodine contamination

1 主题内容与适用范围

本标准提出了放射性碘污染事故时使用碘化钾的原则和方法。
本标准适用于各种原因引起的放射性碘污染事故。

2 引用标准

GB 4792 放射卫生防护基本标准
GB 8703 辐射防护规定
GB 9662 电离辐射事故干预水平及医学处理原则

3 使用碘化钾的一般原则

- 3.1 凡确定、估计或预计体内放射性碘污染量超过1个年摄入量限值(ALI)(见附录A、B)、或疑体内放射性碘污染量较高的人员,必须尽早服用碘化钾(见附录C)。
- 3.2 对婴儿和孕妇,必须慎用碘化钾(见附录D)。确需服用时,须严密观察,如有不良反应或副作用,应立即停药。
- 3.3 对碘过敏者以及严重肾脏、心脏疾病及肺结核病患者,不宜服用碘化钾(见附录D)。

4 使用碘化钾的方法

4.1 服用碘化钾的时机

在放射性碘进入体内之前或同时服用碘化钾的防护效果最佳。通常要求在放射性碘进入体内后6小时内服用碘化钾(见附录C);但在放射性碘持续或多次进入体内的情况下,服用碘化钾的时间可不受上述限制。

4.2 服用碘化钾的剂量

成人一次服用量以130 mg(相当于稳定性碘100 mg)为宜,每日1次,连续服用不应超过10次;或每日2次,每次130 mg,总量不超过1.3 g。儿童用药量为成人服用量的1/10~1/3。

4.3 碘化钾必须密封、防潮及避光保存。

4.4 在缺乏碘化钾供应的情况下,可改服用碘酸钾,其用量为170 mg碘酸钾(相当于100 mg稳定性碘)。若无碘酸钾亦可用其他含碘药品或食物代替,如碘含片、卢戈氏液及海带等。用碘酒涂抹皮肤,也可取得一定的防护效果。

在本例中,受检者接受了两个投照项目和每项两个投照方位的检查,其器官所受剂量应为各次摄影所受剂量之和。该受检者器官累积剂量列于表 E2 最后一栏中。

表 E2 胸椎和腰椎检查器官剂量

mGy

器官	胸椎检查		腰椎检查		总的器官剂量
	AP	LAT	AP	LAT	
甲状腺	1.04	0.32	0.00	0.00	1.36
红骨髓	0.15	0.77	0.38	1.30	2.60
肺	1.11	6.43	0.79	0.71	9.04
卵巢	0.01	0.02	2.17	2.81	5.00
乳腺	3.98	0.42	— ¹⁾	— ¹⁾	4.40 ¹⁾
子宫(胚胎)	0.01	0.02	2.68	1.89	4.78
全身	0.39	1.54	1.01	2.14	5.08

注: 仅计及胸椎 x 线摄影所致的剂量,腰椎 X 线摄影所致的剂量可以忽略不计。

附录 F

胸部透视皮肤剂量与器官剂量转换系数

(参考件)

胸部 X 线透视,受检者皮肤剂量与器官剂量转换系数见表 F1。

表 F1 胸部 X 线透视皮肤剂量与器官剂量转换系数 C_f

mGy/Gy

器官(组织)	红骨髓	骨表面	甲状腺	乳腺	卵巢	睾丸	肺	其余五器官平均 ¹⁾
C_f	13.75	30.50	1.75	7.25	0.18	0.23	39.50	22.5

注: 1) 选取其他五个在表中尚未指明的受到剂量当量最大的器官和组织。

附加说明:

本标准由中华人民共和国卫生部提出。

本标准由北京放射医学研究所和北京市防疫站负责起草。

本标准主要起草人薛永库。

本标准由卫生部委托技术归口单位卫生部工业卫生实验所负责解释。

附录 A

几种放射性碘同位素的年摄入量限值(ALI)

(补充件)

A1 在人类环境中存在着 26 种碘同位素,其质量数由 117 至 140,其中仅 I-127 为稳定性碘同位素,其余均为放射性碘同位素。在医学和生物学上较有意义的有 8 种,它们的物理半衰期均大于 0.8 h(见表 A1)。

表 A1 8 种放射性碘同位素对放射工作人员的年摄入量限值

碘核素 质量数	物理半衰期	放射工作人员的 ALI, Bq	
		食入	吸入
123	13.2h	1.1E8	2.3E8
125	60d	1.5E6	2.3E6
129	1.9E7a	2.0E5	3.1E5
131	8.06d	1.0E6	1.7E6
132	2.28h	1.8E8	2.9E8
133	20.3h	5.5E6	1.0E7
134	52.5min	8.1E8	1.7E9
135	6.8h	2.8E7	5.9E7

注: 1.1E8 相当于 1.1×10^8 , 以下同。

A2 放射性同位素年摄入量限值(ALI)是一个次级限值,它是指工作人员一年内摄入的放射性核素的活度不应超过的限值。在此限值(见表 A1)以下,放射工作人员一年内摄入的放射性碘同位素的活度对甲状腺所致的 50 年待积剂量当量不会超过 GB 4792 规定的工作人员职业性照射的年剂量当量限值为 0.5 Sv。对于公众个人,年剂量当量限值取职业性工作人员的 1/10。

A3 当摄入几种放射性碘同位素通常要求时,

$$\sum I(i)/ALI(i) < 1 \quad \dots\dots\dots (A1)$$

式中: I(i)——一年内第 i 种同位素的年摄入量, Bq;

ALI(i)——i 种碘同位素的年摄入量限值。

正常情况下,一年内的 V(ALI)应小于 1。

附录 B

放射性碘摄入量及其剂量的估算

(参考件)

B1 目的和意义

在放射性碘污染事故的情况下,对工作人员以及公众体内放射性碘污染量估算的基本目的是确定体内污染所致的待积剂量当量,并与 GB 4792 规定的剂量限值以及导出干预水平(GB 9662)进行比较,为判断或考虑是否采取必要的卫生防护及医学处理措施(包括使用碘化钾)提供依据。

B2 原则

B2.1 对工作人员进行放射性碘摄入量的估算是针对个体的,监测结果将主要用于判断受检者是否需

要服用碘化钾。但估算其摄入量应视受检者当时具体情况而定,如事故后果涉及到受污染人员的生命时,首先应当抢救生命,其他处理应当服从前者。

B2.2 对公众的放射性碘摄入量的估算一般是针对群体的,它多籍助于环境监测资料来估计公众可能造成的体内放射性碘污染水平以及甲状腺待积剂量当量。主管部门通常根据环境监测结果,遵循权衡利弊和代价利益分析的原则,确定是否对受监测地区公众采取相应的对策,包括给公众服用碘化钾片。

B3 估算方法

B3.1 对个人体内的放射性碘污染量的测量方法一般是在甲状腺部位体外直接测量和进行尿的分析。在事故情况下,摄入时刻通常是已知的,测量通常是在摄入后几天内进行的。此时可利用这些核素一次摄入后不同天数 t 在甲状腺内的有效滞留分数 $r(t)$ 及尿日排出分数 $y(t)$,根据测量结果 $M(t)$ 求得摄入量 I ;它们间的关系方程是

$$I = M(t)/r(t) \dots\dots\dots (B1)$$

$$\text{或 } I = M(t)/y(t) \dots\dots\dots (B2)$$

依实际工作中的意义及物理半衰期范围,表 B1 给出了 $t=1\sim 7$ 天的四种碘核素的 $r(t)$ 及 $y(t)$ 。

表 B1 四种碘核素的 $r(t)$ 和 $y(t)$ 值

核 素	物理半衰期	摄入后天数 t, d						
		1	2	3	4	5	6	7
一、食入, $r(t)$								
I-125	60d	2.7E-1	2.9E-1	2.8E-1	2.8E-1	2.7E-1	2.7E-1	2.6E-1
I-129	1.9E7a	2.8E-1	3.0E-1	3.0E-1	2.9E-1	2.9E-1	2.9E-1	2.8E-1
I-131	8.06d	2.5E-1	2.5E-1	2.3E-1	2.1E-1	1.9E-1	1.7E-1	1.6E-1
I-133	0.846d	1.2E-1	5.8E-2	2.6E-2	1.1E-2	4.8E-3	2.1E-3	9.0E-4
二、食入, $y(t)$								
I-125	60d	6.2E-1	4.4E-2	2.9E-3	4.3E-4	3.5E-4	4.1E-4	4.7E-4
I-129	1.9E7a	6.5E-1	4.6E-2	3.1E-3	4.7E-4	3.8E-4	4.6E-4	5.5E-4
I-131	8.06d	6.0E-1	3.9E-2	2.4E-3	3.3E-4	2.5E-4	2.7E-4	2.9E-4
I-133	0.846d	2.9E-1	8.9E-3	2.6E-4	1.8E-5	6.3E-6	3.4E-6	1.8E-6
三、吸入, $r(t)$								
I-125	60d	1.5E-1	1.8E-1	1.9E-1	1.9E-1	1.9E-1	1.8E-1	1.8E-1
I-129	1.9E7a	1.5E-1	1.8E-1	2.0E-1	2.0E-1	2.0E-1	1.9E-1	1.9E-1
I-131	8.06d	1.4E-1	1.6E-1	1.5E-1	1.4E-1	1.3E-1	1.2E-1	1.1E-1
I-133	0.846d	6.6E-2	3.5E-2	1.7E-2	7.5E-3	3.3E-3	1.4E-3	6.1E-4
四、吸入, $y(t)$								
I-125	60d	3.2E-1	7.0E-2	2.0E-2	5.6E-3	1.8E-3	7.0E-4	4.0E-4
I-129	1.9E7a	3.2E-1	7.1E-2	2.0E-2	6.1E-3	1.9E-3	7.4E-4	4.2E-4
I-131	8.06d	2.9E-1	5.9E-2	1.6E-2	4.4E-3	1.3E-3	4.5E-4	2.4E-4
I-133	0.846d	1.4E-1	1.4E-2	1.7E-3	2.3E-4	3.2E-5	5.4E-6	1.4E-6

表 B1 内未列出的碘同位素(i)的 $r(t)$ 或 $y(t)$ 可由下式求出:

$$r(t, i) = r(t, I-129) \times \exp[-0.693t/T(i)] \dots\dots\dots (B3)$$

或 $y(t,i) = y(t,I-129) \times \exp[-0.693t/T(i)] \dots\dots\dots (B4)$

式中, $r(t,I-129)$ 和 $y(t,I-129)$ 为表 B1 中 I-129 相应的数值; $T(i)$ 为碘同位素 i 的物理半衰期,以天计。

B3.2 根据个人摄入量的估算值 I ,由表 B2 可分别求得成人的甲状腺的待积剂量当量,由表 B3 可获得三个不同年龄组相应的数值。

表 B2 8 种碘核素对成人的甲状腺内照射剂量换算因子 DCF Sv/Bq

核 素	食 入	吸 入
I-123	4.5E-9	2.2E-9
I-125	3.3E-7	2.2E-7
I-129	2.5E-6	1.6E-6
I-131	5.0E-7	2.9E-7
I-132	2.8E-9	1.7E-9
I-133	9.1E-8	5.0E-8
I-134	6.2E-10	2.9E-10
I-135	1.8E-8	8.5E-9

注:引自 GB 4792。

表 B3 不同年龄人员摄入碘核素所致甲状腺内照射剂量换算因子 DCF Sv/Bq

核 素	吸 入			食 入		
	1 岁	10 岁	成人	1 岁	10 岁	成人
I-131	2.3E-6	7.4E-7	2.7E-7	3.7E-6	1.2E-6	4.4E-7
I-133	4.6E-7	1.2E-7	4.4E-8	8.6E-7	2.3E-7	8.3E-8

注:与表 B2 引自不同资料,故成人的数值略有差别。

B3.3 对公众群体,可根据对空气、食品或牧草的监测结果,在给定的剂量模式条件下,由甲状腺内照射剂量换算因子 DCF 求得该器官的待积剂量当量:

a. 由空气时间积分浓度($Bq \cdot s/m^3$)估算成人甲状腺内照射剂量当量(Sv)的剂量换算因子 DCF ($Sv/(Bq \cdot s/m^3)$),见表 B4。

b. 由新鲜食品、罐装食品或牧草峰值浓度(Bq/kg 或 Bq/L)估算成人甲状腺内照射剂量当量(Sv)的剂量换算因子 DCF ($Sv \cdot (Bq/kg)^{-1}$ 或 $Sv \cdot (Bq/L)^{-1}$),见表 B5。

表 B4 由空气时间积分浓度估算人甲状腺内照射剂量换算因子 DCF Sv/($Bq \cdot s/m^3$)

核 素	1 岁	10 岁	成人
I-131	1.0E-10	1.2E-10	7.3E-11
I-133	2.0E-11	2.0E-11	1.2E-11

注:三个年龄组的呼吸率依次为 3.8,15 和 23 m^3/d 。

表 B5 由新鲜食品、罐装食品或牧草峰值浓度估算的成人甲状腺内照射
剂量当量的剂量换算因子 DCF⁵⁾ Sv · (Bq/kg)⁻¹或 Sv · (Bq/L)⁻¹

食品名称	由新鲜食品或牧草峰值		由食品罐装时刻浓度或牧草浓度	
	I-131	I-133	I-131	I-133
牛 乳	2.9E-06(8.5)	1.4E-07(11)	3.5E-06(8.8)	7.1E-08(11)
牧草 ¹⁾	8.6E-07(8.6)	1.3E-08(11)	1.0E-06(9.0)	6.4E-09(11)
乳制品	4.6E-07(3.4)	2.3E-08(4.2)	5.6E-07(3.4)	1.1E-08(4.0)
水果蔬菜 ²⁾	1.2E-06(3.2)	3.6E-08(4.0)	1.8E-06(3.2)	3.7E-08(4.1)
水果蔬菜 ³⁾	1.8E-06(3.2)	3.7E-08(4.1)	1.8E-06(3.2)	3.7E-08(4.1)
肉 类	2.5E-06(2.0)*	1.2E-07(2.2)*	2.8E-06(2.1)*	5.6E-08(2.1)*
牧草 ⁴⁾	2.2E-07(2.0)*	2.8E-09(2.1)	2.5E-07(2.0)*	1.3E-09(2.1)
水、饮料	8.4E-06(3.7)	1.7E-07(4.5)	8.4E-06(3.7)	1.7E-07(4.5)
谷物	—	—	2.1E-06(2.8)	4.2E-08(3.5)

- 注：1) 指供乳牛食用的；若为供乳羊食用的，其 DCF 值约为表内数值的 10 倍；
 2) 指可能直接受到表面污染的；
 3) 指不直接受到表面污染的；
 4) 指供肉牛食用的；若为供肉羊食用的，其 DCF 值约为表内数值的 10 倍；
 5) 括号内为非成人组的最大的年龄依赖校正倍数，属于 10 岁组后附以星号，否则是 1 岁组的。

附 录 C
 不同服药时间碘化钾的防护效果
 (参考件)

C1 摄入 I-131 后 1~2 天，甲状腺中放射性碘活度达到高峰，约在摄入后 6 h 达到峰值的 50%，一般在服用稳定性碘(每 100 mg 相当于 130 mg 碘化钾)5 min 后就能发挥阻断甲状腺对放射性碘的吸收作用，约在 1 周后，甲状腺对碘的吸收恢复正常。不同服药时间对碘化钾防护效果影响很大(见表 C1)。当放射性碘进入体内之前用药防护效果优于进入之后用药；与放射性碘进入同时用药，防护效果最佳。当放射性碘进入体内后用药时，防护效果随服药时间后延而下降，至 24 小时后用药已基本无效。

表 C1 正常人摄入 I-131 前后不同时间服用 KI100 mg 的防护效果

服 KI 时间 h	甲状腺的防护效果 %	24 小时尿排出量 服药组/对照组
前 24	87	1.8
前 12	95	1.9
同时	97	2.0
后 2	64	1.6
后 4	42	1.4

注：甲状腺的防护效果是指服用 I-131 后 24 h 对照组甲状腺活性与服药组活性的差值(以对照组活性为 100%)。

C2 碘酸钾和碘化钾同样具有阻断甲状腺吸收放射性碘的作用,但因碘酸钾只有在体内被还原为碘化物后才能发挥其防护作用,所以碘酸钾的防护作用出现时间较晚,但二者防护效果相当。

附录 D

碘化钾的毒副作用

(参考件)

D1 碘化钾已长期在临床上用于治疗内科和儿科中各种疾病(如梅毒、高血压、支气管扩张、气喘、支气管肺炎及甲状腺疾病等),证明口服常用量是安全的。碘被吸收后能积极影响物质代谢,加强异化过程。它对甲状腺机能的影响特别明显,参与甲状腺素的合成。机体内的碘主要通常由肾脏排出;碘可反射地引起呼吸道腺体的粘液分泌增加,故可用作祛痰药。

D2 但长期和大量(如每天达 10 g)服用碘化钾时,可出现碘中毒症状,如流涕、荨麻疹、Quincke 水肿、流涎、流泪、皮肤小丘疹等。静脉注入或吸入给药的毒性比口服给药的毒性大。个别人长期服用碘化物后出现毒性与副反应症状,如加重心脏病、肾病及肺结核病情,因此对患这些疾病的人不宜服用碘化钾;婴儿或胎儿对碘较敏感,因此,对婴儿及孕妇要慎用碘化钾。

附加说明:

本标准由中华人民共和国卫生部提出。

本标准由北京放射医学研究所负责起草。

本标准主要起草人:刘国廉。

本标准由卫生部委托技术归口单位卫生部工业卫生实验所负责解释。