

DB32

江苏省地方标准

DB32/T 4973.4—2024

核与辐射突发事件卫生应急处置
技术规范 第4部分：人体体表
放射性核素污染监测与去污

Technical specifications of health response to nuclear or
radiological emergency—Part 4: Monitoring and decontamination of
radionuclides contaminated human body surface

2024-12-27 发布

2025-01-27 实施

江苏省市场监督管理局 发布
中国标准出版社 出版

目 次

前言 III

引言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 监测 1

5 去污 2

6 记录 4

附录A（资料性） 人体体表放射性核素污染测量程序 5

附录B（资料性） 固定去污场所设置 6

附录C（资料性） 临时去污场所设置 7

附录D（资料性） 人体体表放射性核素污染的主要检测设备、去污剂、药品和去污用品 8

附录E（资料性） 人体体表伤口和局部污染处理程序和方法 9

附录F（资料性） 人体体表放射性核素污染分布及去污记录表 11

参考文献 12

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 DB32/T 4973《核与辐射突发事件卫生应急处置技术规范》的第 4 部分。DB 32/T 4973 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：应急队伍建设；
- 第 2 部分：应急人员防护与个人剂量监测；
- 第 3 部分：现场流行病学调查；
- 第 4 部分：人体体表放射性核素污染监测与去污；
- 第 5 部分：食品和饮用水监测；
- 第 6 部分：辐射防护站设置；
- 第 7 部分：稳定性碘的使用指导；
- 第 8 部分：外周血采集和生物剂量估算。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏省卫生健康委员会提出并组织实施。

本文件由江苏省卫生健康标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：江苏省疾病预防控制中心、苏州市疾病预防控制中心、苏州苏大卫生与环境技术研究有限公司。

本文件主要起草人：许哲、周媛媛、宋彬、刘芳、王进、杨小勇、陈维、蒋正、缪雨季、马小丹。

引 言

随着我国经济的发展和科技的进步,核与辐射技术在各行各业的应用日益广泛。然而,核与辐射突发事件时有发生,对人类的生命和健康造成了危害,对社会稳定和发展构成了威胁。

为确保核能与核技术应用的安全发展,我国制定了一系列的法律和法规,出台了大量的安全防护和应急标准等,做到安全防护和应急有法可依、规则先行,为我国核与辐射技术应急发展提供了坚实保障。核与辐射突发事件卫生应急是该类事件应急的重要组成部分,为人民群众的身体健康和生命安全提供重要保障。

DB32/T 4973《核与辐射突发事件卫生应急处置技术规范》为完善江苏省核与辐射卫生应急队伍建设,规范应急处置工作流程,最大限度减少人员伤亡而制定,由八个部分构成。

- 第1部分:应急队伍建设;
- 第2部分:应急人员防护与个人剂量监测;
- 第3部分:现场流行病学调查;
- 第4部分:人体体表放射性核素污染监测与去污;
- 第5部分:食品和饮用水监测;
- 第6部分:辐射防护站设置;
- 第7部分:稳定性碘的使用指导;
- 第8部分:外周血采集和生物剂量估算。

核与辐射突发事件中,人员面临体表污染风险,即放射性核素沾附于人体表面(皮肤或黏膜),所沾附的放射性核素对局部构成外照射源,同时可经过体表吸收进入人体,构成内污染和内照射。体表污染监测能够及时发现受到体表污染的人员,辅助应急人员开展去污洗消,保护其健康。人员的去污洗消不仅能迅速、有效地去除放射的体表及伤口污染,避免或减少污染吸收形成内污染,造成辐射的持续伤害,而且能有效减少核辐射伤员流动引起放射性物质扩散对其接触人员及环境的污染。该标准的制定有助于完善核与辐射突发事件的应急管理体系,规范人员体表污染监测和去污洗消的流程和方法,提高应急响应的效率和准确性,为应急队员和污染人员提供更加可靠的保护。

核与辐射突发事件卫生应急处置 技术规范 第4部分：人体体表 放射性核素污染监测与去污

1 范围

本文件规定了核与辐射突发事件卫生应急处置中的人体体表放射性核素污染的个人监测、去污和记录。

本文件适用于核与辐射突发事件卫生应急处置情况下使用便携式表面污染仪对人体体表放射性核素污染的监测,以及对遭受放射性核素体表污染人员的去污。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 5202 辐射防护仪器 α 、 β 和 α/β (β 能量大于 60 keV)污染测量仪与监测仪

GBZ/T 216 人体体表放射性核素污染处理规范

3 术语和定义

GBZ/T 216 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

人体体表放射性核素污染 radionuclides contamination of human body surface

放射性核素沾附于人体表面(皮肤或黏膜),或为健康的体表,或为创伤的表面。所沾附的放射性核素对沾附局部构成外照射源,同时可经过体表吸收进入人体,构成内污染和内照射。

[来源:GBZ/T 216—2009,2.2]

3.2

去污 decontamination

通过物理、化学过程去除人体体表放射性核素污染。

[来源:GBZ/T 216—2009,2.3,有修改]

4 监测

4.1 仪器设备

4.1.1 监测仪器应符合 GB/T 5202 的要求。

4.1.2 表面污染仪应至少每年进行一次检定。

4.2 监测内容

手、足、面、颈、躯干及头发等暴露部位的放射性表面污染监测。

4.3 监测方法

4.3.1 体表放射性表面污染水平监测的面积取 100 cm²,手部按 30 cm²面积监测。

4.3.2 人体表面放射性污染测量的顺序一般应是先上后下,先前后背,详细测量步骤见附录 A。在全面巡测的基础上,再重点测量暴露部位(如手、脸、颈和头发等部位),特别要注意发生严重污染的部位。必要时,测量结果宜用图示方式表示污染分布及污染水平。

4.3.3 控制好表面污染仪探头离被测表面的距离和移动速度,测量 α 核素污染的距离为 0.5 cm,测量 β 核素污染时以 1 cm 为宜,以约 5 cm/s 速度移动,并注意与所用表面污染仪的读数响应时间相匹配。如果发现污染热点,为了准确确定该点的污染水平,宜在该点停留增加监测时间。

4.3.4 测量时避免表面污染仪探头的污染,必要时可采用定位架。

4.3.5 对 α 核素和 β 核素混合污染的场合,可通过带和不带薄吸收体的检测手段进行鉴别。测量时注意它们之间的互相干扰,尤其是对低能 β 污染的测量,要注意 α 辐射的干扰。

4.3.6 实施污染测量的具体地点尽量避开 γ 辐射场的干扰。如带有 γ 辐射的核素污染,在测量时可采用遮挡法等甄别 γ 辐射的干扰。

4.3.7 每次测量前后应对表面污染仪做本底测量。

4.4 监测结果计算

4.4.1 体表污染水平 L ,可根据表面污染仪读数用式(1)计算:

$$L = \frac{n_c - n_b}{R_a} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

L ——体表污染水平,单位为贝可每平方厘米(Bq/cm²);

n_c ——表面污染仪测得污染的计数率,单位为计数每秒(计数·s⁻¹);

n_b ——表面污染仪测得本底的计数率,单位为计数每秒(计数·s⁻¹);

R_a ——表面污染仪的表面活度响应,单位为平方厘米每秒贝可[cm²/(s·Bq)]。

4.4.2 如仪器检定或校准给出的是表面发射率响应,可按式(2)计算表面污染仪表面活度响应 R_a :

$$R_a = R_q \times s \times \epsilon \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

R_a ——表面污染仪的表面活度响应,单位为平方厘米每秒贝可[cm²/(s·Bq)];

R_q ——表面污染仪的表面发射率响应,无量纲;

s ——表面污染仪探测面积,单位为平方厘米(cm²);

ϵ ——测量表面发射率响应所用标准平面源的效率,单位为计数每秒贝可[计数/(s·Bq)]。对于 α 平面源, $\epsilon(\alpha)=0.51$;对于 β 平面源, $\epsilon(\beta)=0.62$ 。

5 去污

5.1 基本要求

5.1.1 现场应急人员应穿戴呼吸装备、连体式防护服、防护面罩、手套、靴,佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。

5.1.2 生命体征不稳定的人员应尽快送往医院,控制污染的措施可在救护车上进行。

5.1.3 生命体征稳定且现场条件允许,脱去遭受污染人员外衣,用棉被单或毯子裹住,具体操作步骤参照 WS/T 467。去污前,先检测放射性污染水平,初步去污,至医疗单位后再进行全面去污。去污后再进行放射性污染检测并记录结果,保存所有的衣物、被褥和金属物件。

5.2 现场去污场所

5.2.1 去污场所应具备一定的抗恶劣天气性能,在夜间等特殊情境下可保持持续供电能力。

5.2.2 条件允许,应首选邻近的可利用建筑物作为固定去污场所。固定去污场所设置见附录 B。

5.2.3 若无条件,应设置满足环境安全的临时去污场所。临时搭建去污场所设置见附录 C;也可使用具有洗消功能的应急车辆或应急帐篷等设施搭建临时去污场所。

5.2.4 去污场所应具备规范的洗消操作程序。

5.3 设备和用品

去污主要检测设备、去污剂、药品和去污用品见附录 D。

5.4 污染人员分类

5.4.1 单纯体表污染人员

5.4.1.1 局部体表污染人员

未受伤且局部遭受放射性核素污染的人员。

5.4.1.2 大面积或全身体表污染

未受伤且体表大部分(头颈、躯干、四肢)或全身遭受放射性核素污染的人员。

5.4.2 体表污染合并损伤人员

有常规损伤(如创伤、外伤、烧伤等)且遭受放射性核素污染的人员。

5.5 去污方法

5.5.1 单纯体表污染人员

5.5.1.1 头面部的去污应防止放射性核素进入眼、耳、鼻、口,并防止沾染身体其他部位。眼部污染宜用洗眼壶冲洗,防止损伤眼部组织。鼻腔污染宜剪去鼻毛,湿棉签擦洗,去污时应注意防止鼻腔组织的损伤。头部、眼、耳、口、鼻和颈面部具体污染处理程序和方法见附录 E。

5.5.1.2 大面积或全身体表污染的去污宜按照以下程序进行:

- a) 用毛巾或擦拭纸从头部到足底顺序擦拭皮肤;
- b) 根据头发污染程度及洗消效果,采用头部后仰位温水冲洗头发、部分剪除头发或剃除头发方式进行去污,用温水冲洗全身一次;
- c) 用去污剂或肥皂按顺序均匀快速涂抹头皮、面部、耳后、颈部、上肢、腋窝、上身躯干(借助柔软搓澡巾或长条纱布涂抹后背)、会阴、臀部、下肢,再用温水直立位快速冲洗。

5.5.1.3 每次去污后应监测去污效果,并记录。

5.5.2 体表污染合并损伤人员

5.5.2.1 生命体征不稳定的污染人员,应先抢救生命,待生命体征稳定后按单纯体表污染人员的去污方

式处置,去污时持续观察生命体征。

5.5.2.2 生命体征稳定的污染人员,按伤口、眼耳鼻口、高水平皮肤污染区和低水平皮肤污染区顺序清除放射性污染,具体去污处理见附录 E。在有条件的情况下,应优先使用局部伤口洗消器,洗消器工作水温应低于 40℃。

6 记录

6.1 记录检测部位、监测结果、去污方法、去污效果等内容,并妥善保管。

6.2 人体体表放射性核素污染分布及去污记录表要素参见附录 F。

附录 A
(资料性)

人体体表放射性核素污染测量程序

- A.1 根据污染放射性核素种类选择恰当的表面污染测量仪器。注意低能 β 核素污染的可能性,选用低能 β 核素专用探测器。核素种类不明时,先选用 β - γ 表面污染仪测量。必要时作核素识别。
- A.2 对无伤和轻伤员,让受污染人员站在一张干净的垫子上,采用直立、四肢和手指分开的姿势。首先测量手和手臂,重复一次;再从身体前面头顶开始至全身,仔细测量前额、鼻、口、颈、躯干、膝和踝部等;转身按同样顺序测量身体的背面;最后测量脚底。详见图 A.1。
- A.3 对重伤员监测首先应获医生同意。重伤员仰卧在担架或床上,监测步骤同 A.2;如身体状况允许,再测量背面,详见图 A.2。应注意个人监测不可影响对生命垂危伤员的救治和转送。

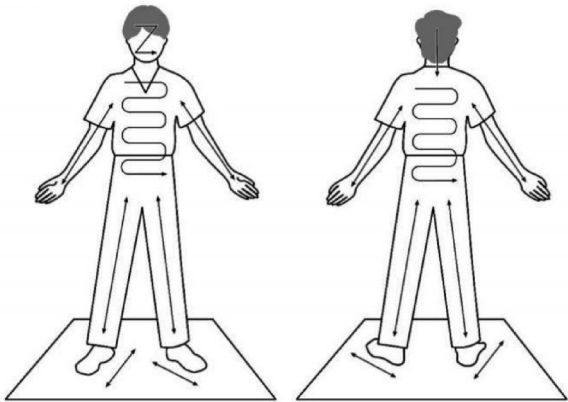


图 A.1 无伤和轻伤员人体体表面放射性污染测量

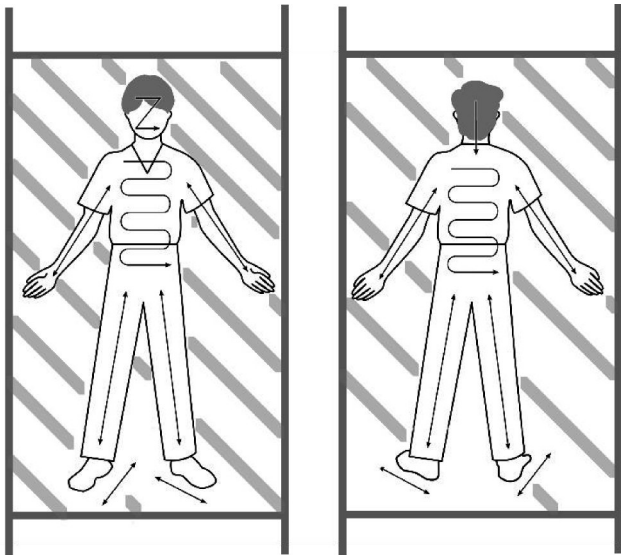


图 A.2 重伤员人体体表面放射性污染测量

附 录 B

(资料性)

固定去污场所设置

- B.1** 有独立的污染区、缓冲区、清洁区(3个区域地面分别用红、黄、绿色进行标识),流程采用从污染区、再到缓冲区、最后从清洁区撤离的独立空间一体化设计。有独立的空调新风设计,保证独立空间气流从低污染区向高污染区流动。医务人员和伤员通道设计遵循独立不重叠的原则。
- B.2** 污染区的功能设置应包括登记及检伤分类、样品采集、换衣间、污染检测、重伤员去污、局部去污、全身去污、手术(急救)室等区域。
- B.3** 缓冲区的功能设置应包括浴巾摆放橱柜、设备储存间、样品采集处、全身或局部内污染检测处、换衣间、卫生间等。
- B.4** 清洁区的功能设置一般包括治疗室、卫生间、设备储存间、观察室等。
- B.5** 去污场所排污系统应独立设计。衰变池结构设计可参照核医学衰变池设计要求。
- B.6** 去污区内部应采用表面光滑、不易沾污、易于去污、耐磨抗腐蚀的建筑材料装修,四周及地面表面应光滑无缝隙;去污场所内部四周、顶棚、地面表面应耐腐蚀、边角圆弧状、内嵌式电源插座和喷淋去污装置。去污场所内部不应有与去污无关的设施,去污用水龙头、去污剂存储与取用设施尽量减少暴露部分。
- B.7** 温度通过恒温控制系统控制保持在25℃左右。
- B.8** 空调新风系统的新风出口应有过滤装置,通风换气次数不小于每小时4次。
- B.9** 独立的医务人员通道与污染人员通道。固定去污场所设施示意图见图B.1。

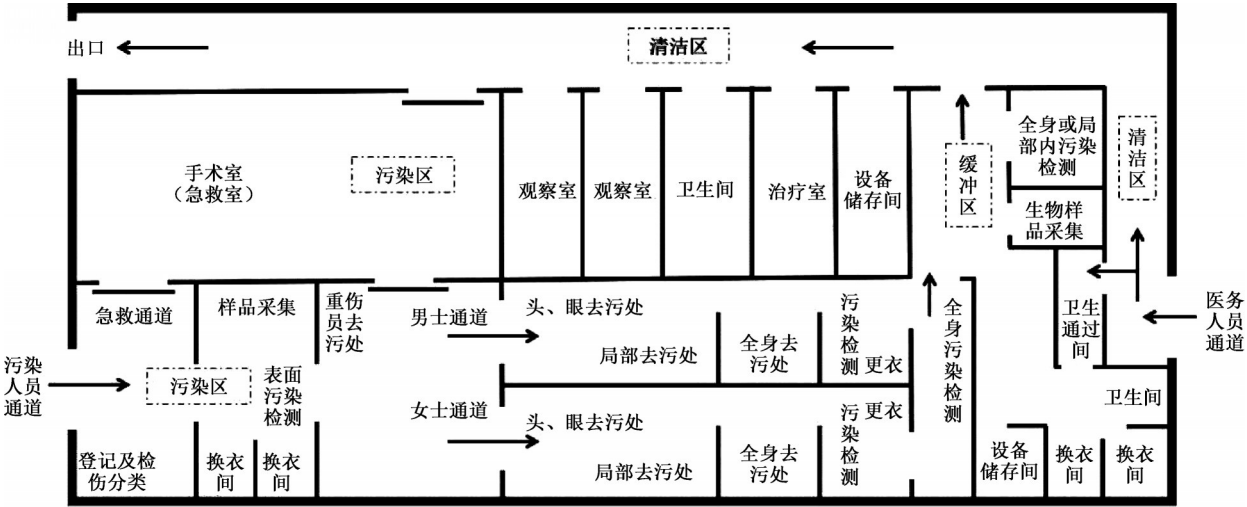


图 B.1 固定去污场所设施示意图

附录 C
(资料性)
临时去污场所设置

- C.1 去污洗消流程一体化布局,设置污染区、去污区、检测区、清洁区。
- C.2 场所内部宜有空调新风、温度和照明设计,并满足可调节的要求。
- C.3 去污区与检测区之间应设有场所外照射剂量率报警器,安装于检测区一侧。
- C.4 去污区宜有头部、眼部、局部去污、全身去污位的设计,可满足5人同时去污处理空间大小需求。
- C.5 污染区与检测区之间应有对讲通讯设施;污染区应有污物存放设施;去污后的检测区应有浴中或换洗衣物储存橱,同时配备表面污染测量仪、伤口监测仪等。
- C.6 去污区内四周与地面表面应光滑无缝隙;不同区域之间的推拉门或隔断等装置应保证密封,防止不同区域相互溢水或溅水;去污位顶棚、边角应为圆弧形状,保证去污过程中顶棚水雾顺四周流淌汇入排水孔。
- C.7 去污区应有污水收集及排放系统,污水存放设施应满足至少100人份全身或局部去污用水的收集需求。
- C.8 出、入口应独立设置。临时去污场所设施示意图见图C.1。

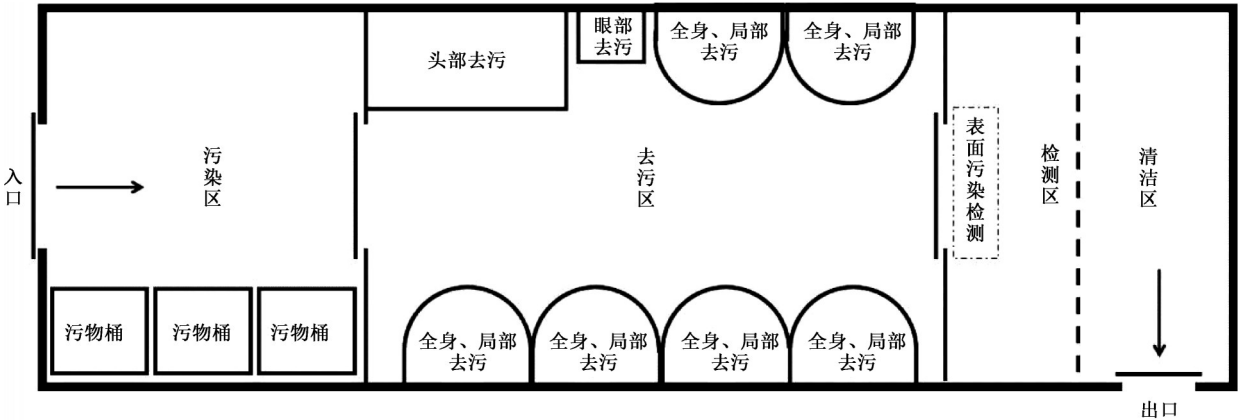


图 C.1 临时去污场所设施示意图

附录 D

(资料性)

人体体表放射性核素污染的主要检测设备、去污剂、药品和去污用品

D.1 检测设备

表面污染测量仪、巡测仪(探测下限: ≤ 10 nSv/h;量程: ≥ 1 Sv/h)、伤口监测仪(探测窗面积小于 2 cm^2)、 γ 报警仪、场所外照射剂量率报警器。

D.2 去污剂、药品

5%(质量分数)柠檬酸钠或5%(质量分数)碳酸氢钠、3%(质量分数)枸橼酸溶液、1.4%(质量分数)碳酸氢钠溶液、3%(质量分数)过氧化氢溶液、含乙二胺四乙酸(ethylenediaminetetraacetic acid, EDTA)或含二乙烯三胺五乙酸(Diethylene Triamine Pentacetic Acid, DTPA)的专用肥皂、含二乙烯三胺五乙酸三钠(Trisodium Diethylene Triamine Pentacetic Acid, DTPA-3Na)的溶液、2%(质量分数)碳酸氢钠溶液、鲁戈氏(Lugol's)液、醋酸溶液(pH 4~5)或食用醋、高锰酸钾、玫瑰酸钾、1%~2%(质量分数)利多卡因、无菌生理盐水或蒸馏水、抗生素眼药水、1%(质量分数)麻黄素、维生素C溶液、消炎药膏、肥皂。

D.3 去污用品

软毛刷;毛巾,浴巾,擦拭纸,搓澡巾,长条纱布;洗眼壶;鼻毛剪,鼻拭子;手术器械;理发工具,指甲剪,剃须刀,剪刀;牙刷,牙膏;清创包;棉签,棉球,去污海绵,吸水纸;创可贴;口罩,护目镜;手套,橡胶手套;手术衣,手术帽;隔离布,隔离衣,连体式防护服,隔离帽;纱布,不透性敷料,一次性敷料;污物存放设施,污物袋;生物样品采集器具;体表放射性核素污染人员更换衣物;样本采集工具;放射性废物桶;去污记录表格和记录用笔。

附录 E

(资料性)

人体体表伤口和局部污染处理程序和方法

E.1 体表伤口污染

E.1.1 遵守无菌操作原则。在保护创面清洁的前提下,脱掉或剪除衣物,暴露创面。

E.1.2 尽早使用蘸有无菌去污剂的棉球擦洗,再用无菌生理盐水冲洗,也可用无菌生理盐水(或蒸馏水、清水)直接冲洗创面。

E.1.3 创面剧痛时,可用1%~2%(质量分数)利多卡因进行局部麻醉。

E.1.4 去污同时直接测量体表创面污染,必要时采样测量。 α 核素污染需用伤口监测仪测量定位。

E.1.5 必要时手术去污。体表创面污染的清创手术除遵循一般外科手术规程外,也应遵循放射性核素污染手术的处理规则:在污染部位每进一刀,或更换刀片,或边测量污染水平边进行手术,以避免因手术器械导致放射性核素污染的扩散;对深部刺破伤,且怀疑有残留物或严重残留污染,在伤口监测仪准确定位下实施手术。

E.1.6 留存切除的创面组织,做放射性核素测量和分析。

E.2 局部污染

E.2.1 头部污染

头部污染处理如下:

- 取仰卧位,闭眼,用棉球塞住鼻孔与双耳道;
- 用温水冲洗头皮2次,涂抹去污剂,揉洗头皮2次,冲洗时紧闭嘴巴;
- 无法去除的污染,应剃除头发,重复E.2.1 b)的程序;
- 用温水冲洗去除去污剂;
- 擦干头皮。

E.2.2 眼部污染

眼部污染处理如下:

- 用棉球塞住双耳道;
- 取下颌上抬、头后仰位或俯面位缓慢冲洗眼部;
- 用洗眼壶加无菌生理盐水冲洗眼结膜与巩膜,注意冲洗穹隆部位;
- 必要时可用1%(质量分数)的利多卡因作眼球表面麻醉和局部使用抗生素眼药水;
- 用干棉签擦拭眼部水滴。

E.2.3 鼻腔污染

鼻腔污染处理如下:

- 使用鼻拭子轻轻擦拭鼻腔后,测量放射性核素污染水平;
- 用口深吸气,先后按住左、右单侧鼻孔,用力呼气,清除鼻道内分泌物,反复多次;
- 取下颌上抬、头后仰位;
- 取无菌生理盐水浸湿的棉签,分别擦拭两侧鼻孔,剪去鼻毛;

- e) 用蘸有去污剂的棉签分别擦拭两侧鼻孔；
- f) 用蘸有无菌生理盐水的棉签分别擦拭两侧鼻孔；
- g) 必要时,可用1%(质量分数)麻黄素滴鼻或使用其他血管收缩剂。

E.2.4 口腔污染

口腔污染处理如下：

- a) 先用饮用水漱口多次；
- b) 用牙膏刷牙2次,不应吞咽,避免牙龈出血；
- c) 必要时,用3%(质量分数)枸橼酸溶液或2%(质量分数)碳酸氢钠溶液冲漱口腔；
- d) 必要时,用3%(质量分数)过氧化氢溶液口腔含漱,冲洗咽部污染。

E.2.5 耳部污染

耳部污染处理如下：

- a) 取半侧卧位；
- b) 用软毛刷对外耳廓由内向外刷2次；
- c) 用蘸有无菌生理盐水的棉签顺时针擦拭外耳道和耳廓2次；
- d) 用蘸有去污剂的棉签分别擦拭外耳道和耳廓1次；
- e) 用蘸有无菌生理盐水的棉签分别擦拭外耳道和耳廓2次。

E.2.6 颈面部污染

颈面部污染处理如下：

- a) 取仰卧位,闭眼,用棉球塞住鼻孔与双耳道；
- b) 用去污海绵或蘸有去污剂的棉球在污染部位小心擦洗起泡沫,必要时用剃须刀剃掉胡须；
- c) 用吸水纸或干棉球将去污剂擦拭干净；
- d) 重复E.2.6 b)和c)步骤2次；
- e) 去掉耳、鼻处棉球,用温水洗脸,擦干。

E.2.7 其他部位污染

其他部位污染处理如下：

- a) 用温水冲洗,或用湿纱布轻轻擦拭；
- b) 用软毛刷将去污剂均匀地涂抹于污染处,轻轻刷洗；刷洗时沿皮纹方向；手部注意指缝、甲沟与皮肤皱褶处的刷洗,必要时剪去指甲；
- c) 用温水冲洗,擦干。

参 考 文 献

- [1] JJG 478—2016 α 、 β 表面污染仪
 - [2] WS/T 467—2014 核和辐射事故医学响应程序
 - [3] T/WSJD 7—2020 核辐射突发事件放射性污染人员洗消流程及技术要求
 - [4] 刘长安,刘英,苏旭.核与放射突发事件医学救援小分队行动导则[M],北京:北京大学医学出版社,2005
 - [5] IAEA. General Safety Guide, No. GSG-7, Occupational Radiation Protection, 2018
-