

# 体部伽玛刀非治疗部位敏感器官 放射防护的意义

葛宁 韩栋梁 易峰涛 辜石勇 陈福慈 王志斌

430070 武汉, 广州军区武汉总医院放射治疗科(葛宁、韩栋梁、易峰涛、辜石勇、陈福慈); 510000 广州军区疾病预防控制中心(王志斌)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2016.06.012

**【摘要】 目的** 研究体部伽玛刀非治疗区域屏蔽前后敏感器官辐射剂量及影响因素。**方法** 选取实体肿瘤最大径 < 5 cm 的 20 例患者。将刻度之后的热释光片置于患者非治疗敏感部位(眼晶状体、甲状腺及性腺)。测量敏感器官屏蔽前接受的辐射剂量。针对肺部及肾上腺肿瘤患者使用不同大小准直器制定治疗计划, 利用水模体测量辐射剂量大小。选取肺部肿瘤患者治疗计划, 覆盖 1、2 及 4 cm 铅挡块后, 测量水模体上相应敏感器官位置处受照剂量的变化值。**结果** 实际患者治疗完成后, 眼晶状体最大剂量为 1 023.3 mGy, 甲状腺最大剂量为 1 235.7 mGy, 性腺最大剂量为 1 176.8 mGy; 且左侧敏感器官辐射剂量比右侧敏感器官高。利用水模体测量同一病例靶点数越多, 敏感器官所受辐射剂量越大。覆盖 1、2 及 4 cm 铅挡块后, 敏感器官受照剂量减少 55%~91%, 屏蔽前后辐射剂量差异有统计学意义( $t=14.4, 12.9, 13.3, P<0.05$ )。**结论** 体部伽玛刀治疗过程中由于附加效应影响会增加敏感器官辐射剂量, 对处于成长发育的青少年及有生育需要的成年人患者应附加铅挡块进行屏蔽保护。**临床试验注册号** 中国临床试验注册中心, ChiCTR-OOC-16008259。

**【关键词】** 体部伽玛刀; 铅屏蔽; 敏感器官; 放射防护

**Significance of radiological protection of sensitive organs in non-treated region in body  $\gamma$ -knife treatment** Ge Ning, Han Dongliang, Yi Fengtao, Gu Shiyong, Chen Fuci, Wang Zhibin  
Department of Radiotherapy, Wuhan General Hospital of Guangzhou Command, Wuhan 430070, China (Ge N, Han DL, Yi FT, Gu SY, Chen FC); Center for Disease Control & Prevention of Guangzhou Command, Guangzhou 510000, China (Wang ZB)

**【Abstract】 Objective** To explore the radiation dose from body  $\gamma$ -knife treatment to the non-targeted region's sensitive organs before and after shielding. **Methods** 20 patients suffering tumors less than 5 cm were selected. Calibrated thermoluminescence dosimeters (TLD) were placed above the sensitive organs, such as lens, thyroid gland and sexual gland, to measure the radiation dose received before shielding. Different plans were prepared for the patients with lung and renicapsule tumors using calibrators of different size. Radiation dose was measured by the aid of water phantom. For selected lung-tumor treatment plan, the radiation doses were measured at the same location on the water phantom shielded with and without 1, 2 and 4 cm lead, respectively. **Results** The maximum doses were 1 023.3 mGy for lens, 1 235.7 mGy for thyroid gland and 1 176.8 mGy for sexual glands after treatment, respectively, being higher on the left site than the right. The radiation doses to the sensitive organs were higher for the water phatom with more tartgted points, decreasing by 55%~91% after being covered with 1, 2 and 4 cm lead shieldings. There were significant differences in doses received before and after lead shielding ( $t=14.4, 12.9, 13.3, P<0.05$ ). **Conclusions** In the course of body  $\gamma$ -knife treatment, the additional factors would increase the dose to the sensitive organs. Therefore, it is necessary to provide lead shielding protection to the teenagers and adults with fertility when they undergo body  $\gamma$ -knife treatment. **Trial registration** Chinese Clinical Trial Registry, ChiCTR-OOC-16008259.

**【Key words】** Body  $\gamma$ -knife; Lead shielding; Sensitive organs; Radiation protection

立体定向放射治疗的特点是精确定位, 采用每次大剂量及照射次数少的独特模式进行治疗, 在

肺、肝、胰等肿瘤治疗中取得了骄人的成绩<sup>[1-3]</sup>。体部伽玛刀在每次治疗过程中, 均要做进/退床的操

作、准直器和源体的启动/停止、屏蔽放射源的开关体的开/关以及屏蔽门的开/关等动作,每种动作均需要一定的时间,给患者带来一定的附加辐射剂量,称之为附加剂量或终端效应。 $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  射线能够穿透细胞破坏 DNA,对遗传分子产生难以修复的终身性破坏,甚至诱发细胞癌变。本研究探讨体部伽玛刀治疗过程中非治疗区域屏蔽前后敏感器官表面剂量及影响因素,为患者增加防护提供科学依据。

## 资料与方法

1. 病例纳入标准及剂量设置:选取肿瘤最大径  $< 5$  cm 的患者 20 例,包括肺转移癌 5 例,肝原发癌及转移癌 6 例,胰腺癌 4 例,肺和肾上腺转移癌 5 例。其中,男性 14 例,女性 6 例;年龄 38 ~ 60 岁,平均 45 岁。鉴于病例肿瘤体积较小,针对不同位置靶区,采用 50% 剂量线包绕 95% 的计划靶区,4 Gy/次,1 次/d,每周 5 次,照射 10 次,总剂量 40 Gy。本研究获得广州军区武汉总医院伦理委员会批准,批号 [2014]014,所有患者均签署知情同意书。

2. 非治疗部位各敏感器官的选取:暴露在辐射环境中的敏感器官,包括眼晶状体、甲状腺、性腺(卵巢及睾丸),其中,眼晶状体选取眼睑正上方中间位置;甲状腺选取甲状软骨上方位置;性腺(卵巢选取仰卧位脐与髂前上棘连线的中点与耻骨联合连线的中点,睾丸选取腹股沟下缘)。

3. 热释光剂量计刻度:经广州军区疾病预防控制中心筛选的同批次北京防化研究院生产的 GR-200A 型 LiF(Mg, Cu, P) 热释光片(探测器规格:圆片,  $\phi 4.5$  mm  $\times$  0.8 mm),其一致性与重复性均优于  $\pm 3\%$ 。使用中核(北京)核仪器厂生产的 FJ427A1 型热释光测量系统刻度后,使得测量  $\gamma$  射线剂量准确性误差  $< \pm 5\%$ 。

4. 测试用水模:选用 20 cm  $\times$  20 cm  $\times$  10 cm 水模置于真空袋上患者敏感区域位置,将实际患者敏感器官位置进行标注作为热释光片测量感兴趣点,针对不同病例分别使用  $\phi 15$ 、30 及 50 mm 准直器,

做出 3 套满足靶区剂量要求且靶点数分别为 5、10、15 的放疗计划,并传至体部伽玛刀治疗机,测量不同靶点数条件下水模体上感兴趣点位置处的辐射剂量。选取肺转移瘤患者计划,覆盖 1、2 及 4 cm 铅挡块后,测量水模体上感兴趣点位置处辐射剂量的变化值。

5. 治疗机及患者体位:选用国产玛西普公司生产的 GMBS 型立体定向体部伽玛刀,2006 年初装机,2014 年 9 月换源,新源总活度  $> 2.41 \times 10^{14}$  Bq,  $\phi 50$  mm 准直器下焦点位置水吸收剂量率 2.786 Gy/min。由于治疗机机械限制,选择靠近躯干左侧及体中线附近病例,治疗体位选择头前位,真空负压垫固定。

6. 统计学处理:结果用  $\bar{x} \pm s$  表示。采用 SPSS 18.0 软件,对屏蔽前后敏感器官辐射剂量差异进行配对  $t$  检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结果

1. 患者实际治疗时敏感器官辐射剂量:20 例患者病变最大径  $< 5$  cm,制定放疗计划靶点数控制在 15 个左右,平均治疗时间 20 min,分别测量肺、肝脏及胰腺、肾上腺 3 类患者非照射敏感器官辐射剂量,结果列于表 1。由表 1 可知,左侧敏感器官辐射剂量高于右侧值;肺部肿瘤患者甲状腺剂量最高;肾上腺肿瘤患者性腺剂量最高,且女性患者剂量高于男性患者。眼晶状体、甲状腺和性腺最大剂量分别为 1 023.3、1 235.7 和 1 176.8 mGy。

2. 水模体上不同靶点数计划敏感器官位置处辐射剂量:选用 20 cm  $\times$  20 cm  $\times$  10 cm 水模体置于真空袋上患者敏感区域位置,针对肺转移瘤及肾上腺转移瘤两类患者靶区,使用  $\phi 15$ 、30 及 50 mm 准直器做出 3 套满足靶区剂量要求且靶点数分别为 5、10 及 15 的放疗计划,肺部及肾上腺肿瘤患者不同靶点数计划敏感器官位置处辐射剂量结果列于表 2、3。由表 2、3 可知,敏感器官辐射剂量与靶点数成正比,靶点数越多,附加剂量会相应增多。

表 1 非照射部位敏感器官辐射剂量(mGy,  $\bar{x} \pm s$ )

Table 1 Radiation dose to sensitive organs in non-treated parts(mGy,  $\bar{x} \pm s$ )

部位	例数	眼晶状体		甲状腺	左侧性腺		右侧性腺	
		左侧	右侧		男	女	男	女
肺	5	1 018.3 $\pm$ 9.2	998.7 $\pm$ 8.3	1 232.7 $\pm$ 6.9	780.9 $\pm$ 7.3	825.6 $\pm$ 6.2	762.8 $\pm$ 5.8	790.4 $\pm$ 4.9
肝胰	10	935.7 $\pm$ 8.7	912.5 $\pm$ 5.9	998.5 $\pm$ 4.6	868.3 $\pm$ 6.9	899.6 $\pm$ 8.2	853.1 $\pm$ 7.2	858.9 $\pm$ 6.9
肾上腺	5	885.2 $\pm$ 7.9	873.6 $\pm$ 6.2	926.3 $\pm$ 8.3	1 125.7 $\pm$ 9.2	1 172.6 $\pm$ 7.1	1 082.4 $\pm$ 8.1	1 115.6 $\pm$ 7.6

表 2 水模体上肺部肿瘤患者不同靶点数计划敏感器官位置处辐射剂量(mGy,  $\bar{x} \pm s$ )Table 2 Doses to sensitive organs of patients with lung tumors using different number of targets on water phantom (mGy,  $\bar{x} \pm s$ )

靶点数	例数	眼晶状体		甲状腺	左侧性腺		右侧性腺	
		左侧	右侧		男	女	男	女
10	5	557.5 ± 5.8	532.1 ± 6.0	668.6 ± 5.2	529.2 ± 7.2	565.3 ± 6.5	499.5 ± 5.3	536.6 ± 5.8
15	5	976.3 ± 5.3	957.4 ± 6.2	1 165.6 ± 9.4	725.6 ± 3.7	781.4 ± 5.9	706.3 ± 6.8	745.9 ± 5.9

表 3 水模体上肾上腺肿瘤患者不同靶点数计划敏感器官位置处辐射剂量(mGy,  $\bar{x} \pm s$ )Table 3 Doses to sensitive organs of patients with adrenal tumors using different number of targets on water phantom (mGy,  $\bar{x} \pm s$ )

靶点数	例数	眼晶状体		甲状腺	左侧性腺		右侧性腺	
		左侧	右侧		男	女	男	女
10	5	445.2 ± 5.3	423.7 ± 6.2	506.7 ± 7.1	542.6 ± 6.4	574.7 ± 4.8	511.3 ± 7.6	546.7 ± 5.2
15	5	829.6 ± 5.5	814.2 ± 7.0	878.9 ± 8.4	1 100.3 ± 9.1	1 146.4 ± 8.5	1 052.6 ± 5.8	1 098.5 ± 7.6

表 4 水模体上非照射部位敏感器官覆盖铅挡块前后辐射剂量值(mGy,  $\bar{x} \pm s$ )Table 4 Doses to sensitive organs in non-treated parts with and without lead block on water phantom (mGy,  $\bar{x} \pm s$ )

挡块厚度	例数	眼晶状体		甲状腺	左侧性腺		右侧性腺	
		左侧	右侧		男	女	男	女
1 cm <sup>a</sup>	5	440.2 ± 6.9	423.6 ± 6.2	519.2 ± 8.7	312.0 ± 5.9	355.7 ± 9.2	296.5 ± 8.7	312.9 ± 8.2
2 cm <sup>b</sup>	5	273.4 ± 5.2	256.8 ± 4.9	314.7 ± 6.8	202.3 ± 6.2	228.8 ± 3.9	181.1 ± 4.9	220.8 ± 7.1
4 cm <sup>c</sup>	5	117.2 ± 7.0	99.3 ± 3.8	128.2 ± 6.5	78.2 ± 4.4	108.2 ± 5.8	65.8 ± 5.2	86.5 ± 6.9

注:与无挡块组相比较,<sup>a</sup> $t=14.4, P<0.05$ ; <sup>b</sup> $t=12.9, P<0.05$ ; <sup>c</sup> $t=13.3, P<0.05$

3. 水模体上覆盖铅挡块前后敏感器官位置处辐射剂量测试结果:非照射部位敏感器官覆盖铅挡块前后辐射剂量值列于表 4。由表 4 可知,覆盖铅挡块后敏感器官辐射剂量明显减小。1、2、4 cm 铅屏蔽后与无屏蔽相比,敏感器官辐射剂量差异有统计学意义( $t=14.4, 12.9, 13.3, P<0.05$ )。

4. 患者和模体的测试结果的相关性:研究选用水模体替代人体进行实验,散射主射束中散射体不同,产生的散射辐射也将改变;但由于患者在实际治疗时不能随意更改靶点数及覆盖铅屏蔽物,实验数据与实际患者测量结果存在剂量偏低的差异。

## 讨 论

1990 年国际放射防护委员会(ICRP)出版的 60 号报告,根据辐射效应的发生与剂量之间的关系,把辐射对人体的危害分为确定性效应和随机性效应<sup>[4]</sup>。随机性效应的发生概率与剂量大小有关,但严重程度并无多大关系。将随机性效应发生概率与剂量关系假设为“线性”、“无阈”,是确定辐射防护原则的重要依据<sup>[5]</sup>。

临床中较为关注的辐射敏感器官包括眼晶状体、甲状腺及性腺,眼晶状体剂量 > 5 Gy 即有可能产生白内障,甲状腺过度照射可引发甲状腺癌,辜

丸剂量 > 1.5 Gy,卵巢剂量 > 2.5 Gy 即有可能永久性不育<sup>[6]</sup>。本研究探讨有源放射治疗模式下下部肿瘤患者非照射敏感器官的辐射剂量,包括<sup>60</sup>Co 源屏蔽体外漏射线及患者自身散射线的影响。结果提示,剂量均在耐受值以内,且随着敏感部位距受照部位距离的增加而减少,随着靶点数的增加而增加,靶点数越多,靶区周边 50% 等剂量线适形度越好,但随着治疗时间的增加,附加剂量会相应增大。

测量中发现散射线及漏射线的射线质类似原射线,常规 0.5 mm Pb X 射线辐射防护产品不能起到防护作用。 $\gamma$  射线平均能量 1.25 MeV,查表得到宽束 X( $\gamma$ ) 光子辐射铅屏蔽的半价层(HVL)和十分之一价层(TVL)分别为 12 和 40 mm<sup>[5]</sup>,对处于生长发育的青少年及有生育需要的成年患者应使用铅来屏蔽。由于铅的密度为  $11.34 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,40 mm 厚铅挡块进行屏蔽患者会十分不舒服,实际应用中可根据患者耐受情况进行选择。目前,商业上已有售辜丸罩及眼防护罩。

从 1998 年我国体部伽玛刀用于临床至今,已有不同类型设备,使用医院百余家,治疗病例数万例。关于敏感器官的放射防护多见于 CT 检查相关文献报道<sup>[7-10]</sup>,放射治疗方面相关研究极少<sup>[11-12]</sup>,且年代

比较久远,实验数据是在<sup>60</sup>Co 机条件下进行测量,非治疗部位的辐射剂量是以相对处方量的百分比给出,得到辐射防护的必要性,但没有具体防护措施。体部伽玛刀属于有源照射,治疗时间较长,且存在附加剂量,对患者正常器官的辐射剂量大于相应的直线加速器和<sup>60</sup>Co 治疗机。随着肿瘤治疗水平的提高,目前有部分患者可以长期存活,为了提高生存质量需要对正常敏感器官进行重点保护,本研究就 3 个部位的肿瘤患者正常敏感器官辐射剂量进行测量,得到的结果虽然在耐受值之内,但是最大值已有 1 Gy 以上;得到漏射线及散射线的射线质类似原射线,需要用铅挡块进行屏蔽。但本研究仍存在一定的局限性,所选择的患者病变大小比较单一;其次,对于患者敏感器官,实际辐射剂量的影响因素直接测量比较困难。使用水模体进行模拟测量,难免有剂量偏低的差异。本研究将热释光片置于水模体表面研究敏感器官位置处辐射剂量,没有进行在体剂量测量,不同的敏感器官与不同厚度的挡铅屏蔽的关系,只能用作参考。

体部伽玛刀适应证为最大径 < 5 cm 的实体瘤,病变越小,靶点数越少,治疗时间越短,效果越好。临床上使用时应以大准直器布靶点为主、小准直器为辅的原则,在满足靶区剂量的同时,尽可能少布靶点,缩短治疗时间,以减少正常器官受到的辐射剂量。

**利益冲突** 本文内容不涉及商业机构;作者无利益冲突,排名无争议。作者的配偶、工作伙伴或子女均不存在影响研究结果的财务关系

**作者贡献声明** 葛宁负责数据的整理和分析、论文起草和最终版本修订;韩栋梁、易峰涛、辜石勇、王志斌负责进行样品的采集、前处理和实验;陈福慈提出研究思路和设计研究方案

## 参 考 文 献

[1] 夏廷毅,李宏奇,王颖杰,等. 全身 $\gamma$ 刀治疗不能手术 I 和 II 期非小细胞肺癌的临床结果[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2007, 16(2): 91-97. DOI: 10.3760/cma.j. issn. 1004-4221. 2007. 02. 003.  
Xia TY, Li HQ, Wang YJ, et al. Clinical outcome of whole body  $\gamma$  knife therapy inoperable stage I/II non-small cell lung cancer [J]. Clin J Radiat Oncol, 2007, 16(2): 91-97. DOI: 10.3760/cma.j. issn. 1004-4221. 2007. 02. 003.

[2] 康静波,聂青,张雨萍,等. 体部 $\gamma$ 刀配合介入化疗栓塞治疗原发性肝癌的临床研究[J]. 中国肿瘤, 2006, 15(8): 515-517. DOI: 10.3969/j. issn. 1004-0242. 2006. 08. 007.

Kang JB, Nie Q, Zhang LP, et al. A clinical study of whole body  $\gamma$  knife combined with transcatheterarterial chemoembolization for primary hepatocellular carcinoma [J]. Chin Cancer, 2006, 15(8): 515-517. DOI: 10.3969/j. issn. 1004-0242. 2006. 08. 007.

[3] 常冬妹,李平,王颖杰,等. 全身 $\gamma$ 刀治疗局限期胰腺癌临床结果分析[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2009, 18(6): 470-473. DOI:10.3760/cma.j. issn. 1004-4221. 2009. 06. 470.  
Chang DS, Li P, Wang YJ, et al. Clinical outcome of whole body  $\gamma$ -knife for limited pancreatic carcinoma [J]. Clin J Radiat Oncol, 2009, 18(6): 470-473. DOI: 10.3760/cma.j. issn. 1004-4221. 2009. 06. 470.

[4] International Commission on Radiological Protection. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 60 [R]. Oxford: Pergamon Press, 1991.

[5] 胡逸民,张红志,戴建荣. 肿瘤放射物理学[M]. 北京:原子能出版社, 1999: 641-649.  
Hu YM, Zhang HZ, Dai JR. Radiation oncology physics [M]. Beijing: Atomic Energy Press, 1999: 641-649.

[6] 李玉,徐慧军. 现代肿瘤放射物理学[M]. 北京:中国原子能出版社, 2015: 981-982.  
Li Y, Xu HJ. The modern physics of radiation oncology [M]. Beijing: Atomic Energy Press, 2015: 981-982.

[7] 杨福奎. 患者 CT 检查非检查部位放射防护的价值和意义 [J]. 中国辐射卫生, 2008, 17(4): 429-430. DOI: 103969/j. issn. 1004-714X. 2008. 04. 025.  
Yang FK. The radiation protection of non-examination area [J]. Chin J Radiol Health, 2008, 17(4): 429-430. DOI: 103969/j. issn. 1004-714X. 2008. 04. 025.

[8] 戈明媚,吴冰,陈华,等. 婴儿头颅 CT 中铋屏蔽对辐射剂量和影像质量的影响 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2013, 33(6): 668-670. DOI: 10.3760/cma.j. issn. 0254-5098. 2013. 06. 028.  
Ge MM, Wu B, Chen H, et al. Effect of bismuth shielding for eye-lens in infant head CT on radiation dose and image quality [J]. Chin J Radiol Med Prot, 2013, 33(6): 668-670. DOI: 10.3760/cma.j. issn. 0254-5098. 2013. 06. 028.

[9] 牛延涛,尉可道,王振常. 鼻窦、眼眶和颞骨 CT 扫描的低辐射剂量研究现状 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2011, 31(3): 376-378. DOI: 10.3760/cma.j. issn. 0254-5098. 2011. 03. 037.  
Niu YT, Wei KD, Wang ZC. The low radiation dosage research status of paranasal sinus, orbit and temporal bone in CT scanning [J]. Chin J Radiol Med Prot, 2011, 31(3): 376-378. DOI: 10.3760/cma.j. issn. 0254-5098. 2011. 03. 037.

[10] 孟俊非,范森. 重视 CT 检查中的辐射剂量 [J]. 中华放射学杂志, 2008, 42(10): 1015-1017. DOI: 10.3321/cma.j. issn. 1005-1201. 2008. 10. 002.  
Meng JF, Fan S. To emphasize the importance of dose control in CT exams [J]. Chin J Radiol, 2008, 42(10): 1015-1017. DOI: 10.3321/cma.j. issn. 1005-1201. 2008. 10. 002.

[11] 张国亮, 王伟. 放疗患者非治疗部位的受照剂量分析[J]. 宁夏医学杂志, 2006, 28(3): 214. DOI: 10.3969/j. issn. 1001-5949. 2006. 03. 022.  
Zhang GL, Wang W. Exposure dose analysis of the non-treated area in patients undergoing radiotherapy [J]. Ningxia Med J, 2006, 28(3): 214. DOI: 10.3969/j. issn. 1001-5949. 2006. 03. 022.

[12] 卢桂才, 彭易扬. 放射治疗患者非治疗部位剂量调查[J]. 中

华放射医学与防护杂志, 1998, 18(6): 421-422. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0254-5098. 1998. 06. 020.  
Lu GC, Peng YY. Dosage investigation of the non-treated section in patients undergoing radiotherapy[J]. Chin J Radiol Med Prot, 1998, 18(6): 421-422. DOI:10.3760/cma. j. issn. 0254-5098. 1998. 06. 020.

(收稿日期:2016-01-21)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

## 《中华放射医学与防护杂志》关于量和单位的规范

1. 执行 GB 3100 ~ 3102—1993《量和单位》中有量、单位和符号的规定及其书写规则,具体执行可参照中华医学会杂志社编写的《法定计量单位在医学上的应用》第 3 版(人民军医出版社 2001 年出版)。

2. 各种量和单位除在无数值的叙述性文字和科普期刊中可使用中文符号外,均应使用量和单位的国际符号。非物理量的单位(例如个、次、件、人等)用汉字表示。

3. SI 词头符号用正体,并与紧接其后的单个单位符号构成一个新的单位符号,且两者间不留空隙。10<sup>6</sup> 以上的词头符号(例如 M、G、T 等)大写,其余为小写。词头不能单独使用(例如“ $\mu\text{m}$ ”不能写作“ $\mu$ ”),也不能重叠使用(例如“nm”不应写作“m $\mu\text{m}$ ”)。

4. 表示量值时,单位符号应置于数值之后,数值与单位符号之间留 1/4 汉字空。但平面角的单位度(°)、分(')和秒("),数值和单位符号之间不留空隙。

5. 一般不能对单位符号进行修饰,如加缩写点、下标、复数形式,或在组合单位符号中插入化学元素符号等。但 mm Hg(毫米汞柱)、cm H<sub>2</sub>O(厘米水柱)例外,书写时单位符号与化学元素符号之间应留 1 个字母的空隙。根据国家质量技术监督局和卫生部联合发出的质技监局量函[1998]126 号文件《关于血压计量单位使用规定的补充通知》,凡是涉及人体及动物体内的压力测定,可以使用毫米汞柱(mm Hg)或厘米水柱(cm H<sub>2</sub>O)为计量单位,但首次使用时应注明 mm Hg 或 cm H<sub>2</sub>O 与 kPa 的换算系数(1 mm Hg=0.133 kPa,1 cm H<sub>2</sub>O=0.098 kPa)。

6. 在图、表中表示数值的量和单位时,对量符号明确的物理量可采用量符号与单位符号相比的形式。例如:m/kg,t/min。鉴于医学专业领域中很多检测指标难以规范量的符号,仍然可以沿用国际通用的表达方式,即列出检测指标名称,在括号内写出单位符号。例如:血糖(mmol/L);或在检测指标名称与单位符号之间隔以“,”。

7. 一般情况下,统一用 L(升)作为表示人体检验组分浓度单位的分母,而不使用 ml(毫升)、dl(分升)、mm<sup>3</sup>(立方毫米)等作分母。但涉及高精度测试时,可以用 ml、 $\mu\text{l}$ (微升)等作分母。

8. 单位符号可以与非物理量的单位(例如件、台、人等)的汉字构成组合形式的单位。例如:件/d。

9. 在一个组合单位符号中,斜线不应多于 1 条。例如:mg/kg/d 应写为 mg · kg<sup>-1</sup> · d<sup>-1</sup>。

10. 时间的表示方法:作为单位修饰词仅为数字时,天(日)用“d”,小时用“h”,分钟用“min”,秒用“s”。非单位时可用天、小时、分钟、秒。如:在描述第 x 天、第 x 小时、第 x 分钟,或每天、每小时、每分钟等时,均用汉字。

11. 表示离心加速作用时,应以重力加速度(g)的倍数形式表达。例如:6000 × g 离心 10 min。或者在给出离心机转速的同时给出离心半径。例如:离心半径 8 cm,12 000 r/min 离心 10 min。

(本刊编辑部)