

般毒性作用。

射线与化学致癌物联合作用时, 致癌效应取决于化学致癌物的剂量、辐照剂量和剂量率

培养基中的细胞转化率, 在受射线照射时或照射后, 可被另一些促癌变因子(如巴豆油中的活性成分12-O-十四酰-佛波醇-13-醋酸盐T Φ A)促进。Vit A类物质可以阻止细胞转化的出现和进程, 也抑制促癌剂T Φ A的作用。C3H10T1/2小鼠胚胎细胞转化的必要前提是有甲状腺素存在, 它是射线照射之后几小时期间蛋白质合成所必需的物质。凡能阻断蛋白质合成的试剂就可消除甲状腺素的作用。

射线诱发体外培养细胞恶性变的剂量-效应关系, 与对机体致癌的剂量-效应关系一样, 受射线类型、剂量率和剂量分次给予的情况影响。但是, 现在若将射线对体外培

养细胞转化实验的结果直接用以估计对体内细胞诱发肿瘤的情况, 为时尚早。

活体和离体细胞实验以及流行病学调查都已断定小剂量(0.001~0.1Gy)高LET射线照射是有致癌作用的。并且表明, 剂量率在诱发肿瘤上有重要作用。小剂量高LET射线的致癌作用取决于辐射类型和所论的肿瘤类型。这就是高LET射线的RBE随剂量和剂量率的降低而升高的根据; 而在低LET射线的作用下, 降低剂量率一般只会使肿瘤的发生率减小。在剂量负荷最低的情况下, 剂量率对射线致癌作用的影响如何, 以及哪些条件可使机体有较高的修复能力来克服低LET射线的作用, 而没有能力克服高LET射线的作用, 尚不了解。这些问题均待进一步研究。

[阎效珊节译 麦智广审]

重水的代谢动力学及生物效应

Пуляевский АГ: Гиг и Сан(3):63~66, 1986(俄文)

氘(D)是氢的同位素, 由美国学者F·尤雷于1932年发现。氘的原子质量为2.01471, 它的原子核(氘核)由1个质子和一个中子组成。氘(重氢)与氧生成重水(D₂O)和过氧化物(D₂O₂)。

氘的氧化物(重水)除在核反应堆中作中子的慢化剂外, 又可作为制取人工放射性同位素的氘核源。D₂O的冰点是3.8℃, 沸点是101.4℃。D₂O比水(H₂O)重10%, 密度是1.1, 粘度比普通水大20%。D₂O不能维持动植物的生命: 将鱼放在重水中可导致死亡, 重水浸泡的种子不能发芽, 因D₂O具有强烈的吸湿性, 能大量吸收水分。在普通水中含有0.02%的D₂O。

目前, 国内外对可控性热核反应正在进行广泛的研究, 许多国家的科学工作者在努

力研制自动控制氘-氚混合物合成反应的新装置。对进入机体的氘-氚混合物所引起的后作用资料进行分析具有重要的放射毒理学意义。在氘-氚混合物进入机体的情况下, 氘的化学作用能够改变氘的辐射作用。因此, 氘及其氧化物的代谢动力学及生物效应的研究工作具有重要的学术和实际意义。

D₂O能迅速地被胃肠道吸收, 并与体液达到平衡。D₂O与普通水一样, 主要通过肾脏排出体外。D₂O的代谢在年幼大鼠体内比年长的快。例如, 3~5个月龄的大鼠连续饮用D₂O 15天, 体内D₂O的浓度为25%; 而8个月龄的大鼠达到该数值需要24天。许多学者已经查明, 尽管不同组织中的D₂O含量不同, 进入血流的D₂O与细胞外水和细胞内水处于平衡状态。血清和骨骼中的D₂O含量

在4小时内可达完全平衡状态。用1%或2%的 D_2O 灌注犬的小肠2小时,测得肠系膜静脉血、粘膜和肌肉的 D_2O 浓度分别是灌注液浓度的5%、25%和6%。许多学者的研究工作表明, D_2O 在体内的分布主要决定于它的血管外转运,目前认为血浆和尿液之间的 D_2O 浓度没有差别。

D_2O 能迅速地进入到所有的细胞内,并与细胞内水达到平衡。但是,氘向细胞其它成分的掺入过程是十分缓慢的。脑组织中含有大量的脂质,这些脂质中的氢是不能交换的,因此氘在这种组分中的含量不超过15~20%。在连续摄入 D_2O 的条件下,掺入到小鼠肝、肾和脾中的氘浓度是体内水中的50%;在一次摄入 D_2O 的条件下,小鼠各种组织中的氘含量是体内水氘浓度的18%。这些资料表明,在 D_2O 对机体长期作用下,与一次摄入 D_2O 相比,氘向细胞结构的掺入过程发生得更为强烈,器官中的氘含量也呈现明显的增高。

给大鼠饮入含有氘和氚的水之后,在头几天内,血浆的氘水平是2%。饮用水中的氘/氕比值为3.47时,肝糖元和肝脂肪酸的氘/氕比值分别是3.2和2.96。在犬的实验中 also 观察到类似的结果。

Katz将自己的观察结果与其他作者的资料加以比较,得出的结论是,氢的代谢不依赖于输入的氘所引起的生理变化。在文献中,已记载有关 D_2O 对动物机体的生物效应资料。例如,将 D_2O 与饮用水一并输入到小鼠和大鼠的体内时,发现体内水有15~20%被重水所取代,此时,大鼠表现为过度兴奋。当体内水有20~25%被 D_2O 取代时,大鼠的表现是过分敏感和出现抽搐;小鼠表现为代谢速率加快、体温升高和竖毛肌活力增加。显然,这些变化与交感神经系统的过度兴奋有关。另外,还发现大鼠的皮肤受损伤,表现为脚爪和鼻面部的皮肤出现溃疡及尾巴坏死;雌鼠变得凶猛好斗,雄鼠胆怯畏缩。当

30%的体内水被 D_2O 取代时,动物进入昏睡状态、拒食和体重急剧下降。当体内水 D_2O 浓度达到30~35%,小鼠和大鼠开始死亡。若饮用水中含有50%的 D_2O 时,经过4~5天,动物开始死亡。动物对 D_2O 的作用没有耐受性。

非胃肠道给小鼠输入99.5%的 D_2O 溶液,剂量为每天0.1ml/g体重,在输入后5~6天动物开始死亡。此时,体内水有40~50%被 D_2O 取代。小鼠的中毒症状与加在饮用水中的 D_2O 引起的中毒症状相同;但是,中毒症状的发展明显加快。饮用40% D_2O 的小鼠,平均寿命是60天;饮用75% D_2O 的小鼠,平均寿命是11天;饮用50% D_2O 的小鼠,由于输入各种维生素和激素,它们的寿命显著延长,但常有白内障发生。在50% D_2O 的作用下,发现动物的红细胞数量减少;在30% D_2O 作用下,可见睾丸萎缩。在 D_2O 作用下,小鼠白内障发生率增高这一事实值得注意。

饮用 D_2O 的大鼠,除观察到血浆葡萄糖和蛋白质含量降低外,肌酸酐和氨基酸的含量也是降低的。给动物输入 D_2O 时,观察到乳酸和无机磷的含量增加,碳水化合物的代谢紊乱。这些资料表明,肾上腺的功能受抑制。

体内水有1/5被 D_2O 取代时,代谢过程的速度加快,相当于体温升高1℃,而且切除甲状腺不影响 D_2O 的产热作用。再增加体内 D_2O 的水平,导致代谢速度和体温降低。代谢速度的加快和体温增高显然与肾上腺皮质受刺激有关。体液中的 D_2O 含量达到28~30%,肾小球的滤过能力和肾小管的重吸收功能下降,仅为原有水平的40%。

在评价 D_2O 对动物机体作用的机理时,内分泌素变化的测定具有重要意义。动物实验表明, D_2O 能导致肾上腺肥大和内分泌代谢的改变。切除垂体的大鼠对 D_2O 的敏感性增高。

解剖死于氘中毒的动物时,发现肝脏和肾脏的重量增加,与对照动物相比,肝重量增加50%,而且肝脏的脱氧核糖核酸(DNA)含量也增多。肾上腺中,皮质增生,髓质变化不大。病理形态学的研究结果与观察到的功能改变十分吻合。肾上腺功能的破坏造成内分泌平衡的改变,破坏了机体的神经内分泌调节。肝脏的病理变化影响到机体的代谢过程,并伴随有碳水化合物代谢的紊乱、肝脏合成功能和糖元形成功能的降低以及肾上腺皮质固醇类代谢的改变。血液内的肾上腺皮质固醇类含量与激素在肝脏的化学转化过程以及确保激素由胆汁排入肠道的功能状态等有关,这些对啮齿类动物来说尤其重要。

有些学者认为,氘具有某些辐射防护性能。小鼠连续12天得到30%的 D_2O ,又接受6、7、8和9 Gy的 γ 射线照射后,存活率比对照小鼠高。小鼠连续30天得到30%的 D_2O ,接受同样剂量的 γ 射线照射后,死亡

率未见降低,动物开始死亡的时间与肠综合症的发生时间差不多。后一组的实验小鼠,由于较长时间地饮用30%的 D_2O ,产生了毒性,它们的死亡时期与对照小鼠相同。

因此,以上所引证的资料表明, D_2O 对动物机体显示出明显的生物学效应。文献资料涉及到的主要是在机体水中含有的,能够迅速进行交换的那部分 D_2O 。至于有机结合的氘代谢资料在文献中尚未提及,这些资料对评价氘中毒具有特别重要的意义,因为损伤的远期效应取决于氘的缓慢排出的那部分。研究 D_2O 在各个器官和组织中的分布以及测定它的半排出期是很有意义的。

鉴于氘的小剂量慢性作用和氘中毒的晚期效应实际上尚未进行研究,以及 D_2O 对机体作用机理的研究资料也很少,因此,对这些问题的研究不仅是需要的,而且具有巨大的学术意义和实际意义。

〔苏昆源节译 欧阳光明校〕



放射卫生学

022 视频显示终端和彩色电视机发射的低能X线有效剂量当量的测定〔Doerfel HR et al; Radiat Protect Dosimetry 14(2): 123~126, 1986(英文)〕

虽然70年代彩色电视机发射的低能光子已经减少很多,最近仍有一些关于视频显示终端操作人员受辐射危险方面的报道。82年加拿大航空公司13名怀孕的视频显示终端操作者中有7人流产,这是由于视频显示终端发射的X线所致引起了争论。最近在美国完成的一项研究中,125台视频显示终

端有8台剂量率大于0.5mR/小时。为了搞清这些事实,本文作者走访了视频显示终端和电视机工作场所,并用高灵敏的剂量测量技术进行了测量。此技术可测的低剂量当量率约为1nSv/小时。

测量技术:需要测量的X线剂量率水平至少比天然本底辐射低4个数量级。大多数国家标准实验室没有配备足够灵敏的仪器来进行这种测量。本文作者在进行调查时使用了两种不同的技术,(1)双晶体 γ 谱仪:装在钢屏蔽室内使天然本底减少到原来的1/200;(2)大面积氚正比计数器:用氚气作为计数气体。没有采用任何屏蔽来减少天然本底的贡献。

双晶体探测器是由一个10mm厚的NaI(Tl)和一个5cm厚的CsI(Tl)闪烁晶体组成。氚正比计数器的面积为200cm²,灵敏厚度为2cm。此计数管没有任何屏蔽,用于现场快速测量。

两种技术有相似的探测下限,其比较结果列于表1。