

须制备薄样且在真空条件下进行放射性测定。其分析流程是：在样品中加入 ^{242}Pu 示踪剂，而后对样品进行预处理、放化分离、电沉积，最后用 α 谱仪测定电沉积样品中 ^{238}Pu 、 ^{240}Pu 、 ^{244}Pu 的放射性。

分析上有待解决的课题

环境、生物样品中微量钚的分析方法虽已大体建立，但用 α 谱仪尚不能分别对 ^{238}Pu 和 ^{240}Pu 进行定量测定。其它锕系核素（ ^{241}Am ， ^{228}Th 和 ^{238}U 等）的系统测定方法目前正在进行研究。另外，由于钚的分析数据非常重要，所以大家对国际间的质量保证特别关心。目前除与IAEA组织的相互比对分析外，也开始制作、发放天然基质的放射性标准样品。这种行之有效的方法希望不仅用于钚元素，而且也能应用于其它锕系元素。

（邹文良摘 刘颢 章仲侯审校）

放射生物学

011 照射后造血基质祖细胞的再生（Гуревич ОА и др. Радиобиология 5:659, 1983（俄文））

造血器官基质有较高的抗辐射性。大剂量（20 Gy）照后也能支持造血细胞生长。可转移造血微环境的造血基质祖细胞的辐射敏感性较高，6~15 Gy照后即有严重损伤。奇怪的是虽然造血微环境支持造血的功能在照后可迅速而完全恢复，但造血基质祖细胞的再生却很弱或完全不能再生。然而，用机械方法除空骨髓腔时，基质祖细胞自我维持力强，可反复再生。本文用显示基质建立造血微环境的有效方法专门研究了基质祖细胞照射后的再生能力。

实验用8~12周龄（CBA × C57Bl） F_1 雄性小鼠。 ^{137}Cs 射线照射动物11~13 Gy，剂量率为0.25 Gy/分。照后2小时给小鼠输注同系骨髓细胞 $3 \sim 5 \times 10^6$ 个。将正常、照射及骨髓刮除术后不同时间的小鼠股骨骨髓细胞移植到未受照射的受体肾被膜下，1~1.5月后按异位造血灶中骨髓有核细胞数测定所形成的异位造血灶的大小。

结果发现，11~13 Gy照射小鼠后即刻，股骨骨髓中基质祖细胞数便下降到照前的5~6分之一。以后出现加速恢复期，基质祖细胞数达到照前的二分之一。其后再生速度减慢。6个月时恢复达最大程度，为照前的3/4。而后出现第二次衰竭，14个月辐射损伤细胞仍很多，基质祖细胞数不超过正常值的1/3。如在照后1.5个月（加速再生期）再给小鼠照射11~13 Gy，则基质祖细胞数急剧下降，5分钟后尚不到原

来的10%。以后基质祖细胞数变化与一次照射后的变化很相似，1年后转移造血微环境基质祖细胞数仍不超过原来的20%。

将照射后小鼠股骨骨髓行二次刮除后，其基质祖细胞数极度减少，仅为正常的1%左右。甚至在如此严重的损伤后，基质祖细胞仍能再生。尽管基质再生速度变慢（与未照小鼠骨髓刮除者相比），8个月后可达原基质祖细胞数的1/3。应当指出，基质祖细胞的再生特点是在致死剂量照射后，回输造血细胞且出现一定造血恢复情况下观察的。在这种条件下可能会出现基质祖细胞数的恢复。

本文作者指出，可转移造血微环境的基质祖细胞照射后能够再生。基质祖细胞虽然有较高的自我维持能力，但不是无限的。在本实验条件下，它的恢复力不如多能造血干细胞。基质祖细胞自我更新能力的缺乏在第一次照射后容易出现，而在二次照射及骨髓刮除术后看来已丧失再生能力，基质祖细胞的恢复不超过正常的1/3。基质祖细胞的减少也表现在一次尤其是二次照射后。这可能是由于基质祖细胞再生不明显——远期观察时其再生期可能被忽视。

（于洪臣摘 刘 及 李光宇审校）

012 长期培养的骨髓的造血基质祖细胞的辐射敏感性（Гуревич ОА и др. Радиобиология 4:521, 1983（俄文））

骨髓长期培养体系可支持各类造血细胞，其中包括造血干细胞达数周之久。这一理想的结果是基于在培养中可形成起造血微环境作用的贴壁细胞层。将贴壁细胞层回植给同系小鼠肾被膜下时，造血基质祖细胞可形成异位造血灶。问题是，这种基质祖细胞是否与能转移造血微环境的原初骨髓基质细胞相同。细胞最重要的特征之一是其辐射敏感性。曾报告机体内转移造血微环境的新鲜骨髓细胞的辐射敏感性 D_0 值为 4.44 ± 0.05 Gy。本文以同法研究了长期培养的小鼠骨髓造血基质祖细胞的辐射敏感性。

实验用C57Bl/6系8~12周龄雌性小鼠。在移植贴壁细胞前，用 ^{137}Cs 辐射源（ ^{137}Cs ）将装有培养物的培养瓶直接照射5~20 Gy，剂量率为5 Gy/分。受体小鼠同辐射源照射10.5 Gy，剂量率为0.25 Gy/分，而后静脉输注同系小鼠骨髓有核细胞 $3 \sim 5 \times 10^6$ 个。培养物移植到至少照后一个月的受体小鼠肾脏被膜下。小鼠股骨骨髓细胞冲入底面积为 25cm^2 平底瓶的10ml完全培养液中，33℃进行培养，每周换半液。（完全培养液组成：费氏液，加左旋谷酰胺、氢化考的松半琥珀酸盐 10^{-7}M ，2-巯基乙醇 $5 \times 10^{-6}\text{M}$ ，青霉

素和链霉素。培养液含17%马血清和8%胎牛血清)。培养5周后,将对照组和照射不同剂量的贴壁细胞层用橡皮刮刮下并移植到同系照射小鼠肾脏被膜下。1.5个月后依灶中造血细胞总数来判定形成的异位造血灶大小。

作者曾报道,以灶中造血细胞数测定的灶大小与植入的基质祖细胞数呈线性关系。这对培养的祖细胞也适用。尤其是移植整个瓶底面积贴壁层所形成的异位造血灶数几乎比半个瓶底贴壁层所形成的高一倍——其值分别为58.1和35.6百万个细胞。这就为研究可转移造血微环境的贴壁细胞的辐射敏感性提供了可能。培养的造血基质祖细胞 D_{50} 值平均为 4.86 ± 0.15 Gy,外推数为2.4。因此,长期培养(5周)的骨髓贴壁层中的造血基质祖细胞辐射敏感性实际上与未经培养小鼠的无差别。可以推测,在这两种情况下,异位的造血微环境是由同一种祖细胞建造的。长期培养并没有改变其特性,其辐射敏感性无论何时都是同样的。骨髓长期培养中起造血微环境作用的贴壁细胞层是由机体中能形成造血微环境的细胞建造的。

(于洪臣摘 刘 及 李光宇审校)

013 X线诱发子代鼠肿瘤的种系突变(生后小鼠以豚脂处理的表 现) [Nomura T: Mutation Res 121(1):59~65, 1983(英文)]

辐射和许多化学物质能诱发突变已为大家所熟知。本文着重报道了经X线和豚脂处理ICR系亲鼠,获得的遗传性肿瘤显著增加的材料。大约诱发肿瘤的90%在肺内,并且似乎有约40%外显率的显性突变是经遗传获得的。根据有关鼠肺的报道,如果种系突变可导致遗传性肿瘤,那么,组成器官的任何细胞都可能发生变异,并均有形成肿瘤的可能性。父母受X线照射其后代所诱发的突变,很可能受年龄,自然界致癌剂,食物中的促发物和环境等的影响。如果这种假说正确,那么,经X线照射并导致肿瘤突变的生殖细胞所产生的后代,对其它致癌剂将有较高的敏感性。

照射用东芝KC-18-2A型X线机,电流20mA,电压180kVp。父母为ICR系小鼠。全身剂量216拉德,剂量率为每分钟72拉德,照射距离45厘米,滤板为0.5毫米铜和0.5毫米铝。受照雄鼠和雌鼠用未经照射的鼠交配,以出现阴道栓定为受孕第1天。亲鼠和生殖细胞受照时间:成年雄鼠的减数分裂后期(配对前1~20天);成年雌鼠的卵泡后期(排卵前1~14天);15天胎儿原始生殖细胞;15天胚胎的卵细胞;

9天胚胎的原始雄性生殖细胞。照射怀孕15天和9天的小鼠以使胚胎的生殖细胞受到照射。受照动物的子1代鼠分二组:1组出生后未作豚脂处理,于8个月时处死;另一组于生后21天按每公斤体重5克分子的豚脂行皮下注射,注射后5个月处死。未照动物的后代也用豚脂作相应处理为对照组。按肿瘤小结数分为二组:大于对照组肿瘤数(每肺11.54)的95%置信限者为一组,低于此值的为另一组。超过12个肿瘤小结称为簇状肿瘤。

结果表明,在93只未用豚脂处理的后代中,88只肺内只有1个肿瘤小结,其余为2个。患簇状肿瘤的仅占2.8%,而用豚脂处理的后代,肺肿瘤发生率显著增加,患簇状肿瘤的也有统计学意义的增多。亲鼠受照射暴露于子宫内的鼠,患肿瘤的稍有增加,但无统计学意义。而用豚脂处理后,患簇状肿瘤的后代的外显率是明显增加的。难以理解的是,受孕15天受照的雄鼠未见肿瘤发生,具有诱变活性的豚脂对这种动物在15天也显示了相似的效应(0/53)。这就说明,无肿瘤突变时,致癌剂也很少引起肿瘤。这种现象很可能与选择性杀死细胞有关。从文章的图例表明,在15天和17天受照鼠的睾丸重量,大约是对照组的1/5,且精细胞在显微镜下很难找到,而此时的卵母细胞对X线却有耐受力。文章将对照组结果与本室的实验数据进行了综合分析,发现只有2.9%的后代患簇状肿瘤,此值低于4.7%的自然出现率。这个结果是由于自发肿瘤主要是通过体细胞突变而不是通过生殖细胞突变所引起的,亦即,自发肿瘤的高出现率是不能遗传的。

综合所有数据,患簇状肿瘤的后代占18%,未作豚脂处理的占11%,扣除对照组值,则出生后以豚脂处理后代的值(15.2%)是未以豚脂处理后代的值(6.3%)的2.41倍。由于肿瘤突变的遗传性带有约40%的显性外显率,因而,这种差异是容易解释的。在X线诱发遗传性肿瘤的剂量效应数据中,已包括了豚脂处理所增加的外显率。由于生殖细胞突变引起肿瘤的自然出现率已成为雄辨的数据,所以,文章估算的精细胞和精原细胞的加倍剂量分别为25和50拉德。此值接近于其它类型生殖细胞的突变值。即:半去势突变(31R),特定部位突变(32R),显性骨骼突变(26R)和隐性常染色体致死量(51R)。文章认为,在ICR系小鼠中,可能有更多的基因点或某些部位特别容易发生肺肿瘤突变,并可能与增加DNA重排,或与基因调节等因素有关。此外,使用这种方法,对于研究癌之发生与促进因素是有益的。因为,