

中国土壤中元素经膳食向人体转移的研究

诸洪达, 樊体强, 武 权, 刘庆芬, 张 维

中图分类号: X591 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X(2007)04-0385-03

【摘要】 目的 计算元素从我国土壤经膳食向成年男子全身的转移系数和碱土元素、碱金属元素 DF值。方法 依据本系列研究所获我国成年男子膳食元素摄入量更新值和 68例尸体全身负荷量, 并引用我国土壤背景值, 按照 UNSCEAR环境转移模式和观察比法分别计算了元素在土壤、膳食和全身三环节间转移系数和 DF值。结果 获得了 50种元素由土壤经膳食向全身的转移系数, 碱土元素 (包括 Pb)和碱金属元素在这三环节间 DF值。结论 这些元素的 P_{23} 或 P_{234} 都比 P_{34} 小得多; P_{23} 、 P_{34} 和 P_{234} 分别以 Hg、Ca 和 Se 最高, 而以 Ce、In 和 Y 最低; 稀土元素的 P_{23} 和 P_{234} 都小于碱金属或碱土元素。碱土元素从土壤—膳食—全身的 DF都小于 1, 自钙随原子序的增大或减小, DF值都呈递减趋势, 铅 DF值在锶和钡之间。碱金属元素铷或铯从土壤向膳食转移 DF小于 1 而由膳食向全身转移 DF大于 1。

【关键词】 元素转移; 土壤; 膳食摄入量; 全身负荷量

Elemental Transfer from Chinese Soil Via Diet to Whole Human Body ZHU Hong-da, FAN Ti-jiang, WU Quan, et al. Institute of Radiation Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Tianjin 300192, China

【Abstract】 Objective To calculate elemental transfer coefficients from soil via diet to whole human body and DFs of alkaline earth and alkaline metal elements in these transfers. Methods Based on the results in this research series, including updated values of elemental dietary intakes and whole body burdens for Chinese adult man as well quoted national elemental background values in Chinese soil, their transfer coefficients and DFs of alkaline earth and alkaline metal elements in these transfers were calculated by using UNSCEAR model and Observed Ratio Method. Results Both the transfer coefficients of 50 elements and the DF values of alkaline earth elements with Pb and alkaline metal elements in these transfers have been obtained. Conclusion The obtained P_{23} or P_{234} were all much less than P_{34} for these elements. For the observed elements, the highest P_{23} , P_{34} and P_{234} were for Hg, Ca and Se respectively, while the lowest for Ce, In and Y. The P_{23} and P_{234} of rare earth elements were all less than those of alkaline metal or alkaline earth elements. All of these DFs for alkaline earth elements were all smaller than 1, with increasing or decreasing atomic order, the DF values of alkaline earth elements for these transfers were successfully decreasing. The DFs of Pb seem to be between Sr and Ba. For alkaline metal element, DF of Rb or Cs from soil to diet was smaller than 1, but that from diet to whole human body more than 1.

【Key words】 Elemental Transfer; Soil Dietary Intake; Whole Body Burden

1996~2006年间在完成国际原子能机构 (IAEA)主持的《亚洲参考人解剖、生理和代谢参数编辑》国际协作研究基础上, 陆续完成了三项关于中国成年男子元素摄入量和器官、组织负荷量研究的国家自然科学基金研究项目, 共获得我国四个主要膳食类型地区成年男子 55种元素膳食摄入量^[1,2]和 68例生前健康急死成年男子尸体 18种器官组织中 60种元素浓度和负荷量代表值, 为中国参考人相应参数参考值确定提供了依据^[1-8], 在我国辐射防护领域有多方面应用前景^[9]。作为系列研究结果在辐射防护领域应用总结的专题补充, 笔者依据所获结果和引用了我国全国土壤元素浓度本底值^[10]和新近发表的全国食品消费量代表值^[11], 探讨了元素由我国土壤经膳食向成年男子全身转移的规律。

1 材料和方法

膳食和器官组织采样、测定和数据处理和负荷量估算方法已在总结其他文章发表过^[1-8], 这里仅就转移研究作补充说明。

1.1 研究元素 由于放射性核素除辐射特性外, 理化和生物学性质都与相应元素一致, 与其类似元素相似, 现行参考人参数除无稳定性核素的元素 (如 ^{226}Ra) 外都按元素表达。笔者对具备三个转移环节可比资料的 50种元素 (重点是辐射防护重

要元素) 的转移进行了研究。

1.2 资料依据 1990年全国总膳食研究首次将我国划分为 4个膳食类型地区, 为其后膳食营养质量和污染长期监测奠定基础, 并报道了这些地区 ^{226}Ra 膳食摄入量结果^[12]。近年所完成系列研究总结我国 55种元素膳食摄入量^[1-2]和最多达 68例尸体 18种器官组织样品中所测 60种元素浓度^[7]及这些器官组织及全身相应负荷量估算值^[8]。上世纪 80年代 30个省、市、自治区所开展全国土壤中元素背景值研究也包括了大部分这些元素^[10]。全国土壤放射性调查还报道过全国土壤 ^{226}Ra 浓度人口加权平均值^[13], 这就为这些元素转移规律研究提供了可用依据。考虑多数微量元素浓度不符合正态分布, 采用中位数作为代表值比算术均值能更好表示集中趋势。

1.3 膳食摄入量的更新 在正常条件下, 各类食物和土壤元素浓度都不会有大变动而接近平衡, 而各类食物消费量应是元素膳食摄入量主要变化因素。本研究过去采用了 1992年全国第三次营养调查全国食物 (未包括饮水) 消费量。新近公布的 2002年第四次营养调查各类食品全国平均消费量是我国最新代表性资料^[11]。为达到时间一致性, 这里采用总膳食研究 11类的食物分类, 按本系列研究所测定浓度^[1-2]的中位值和 2002年第四次全国营养调查食品全国平均消费量, 饮料和水仍采用两次总膳食研究全国平均日消费量 (736.0g/标准人)^[11], 更新估算了 2002年元素日膳食摄入量代表值。

1.4 转移模式和参数 UNSCEAR报告书描述的放射性核素陆地环境转移模式和定义 (有关部分见图 1)^[15], 其基本参数是转移系数 (Transfer Coefficient) P_{ij} 。膳食摄入量是膳食组成和食品浓度的综合反映, 代替膳食浓度更为合理和有较好可比

基金项目: 国家自然科学基金 (30370443, 39970234 和 39570234)

作者单位: 中国医学科学院, 中国协和医科大学放射医学研究所, 天津 300192

作者简介: 诸洪达 (1940~), 男, 江苏苏州人, 研究员, 主要研究方向: 放射卫生和放射化学分析。

性。关键器官或全身负荷量是可测量,表达人体隔室和人体含量更为确切。

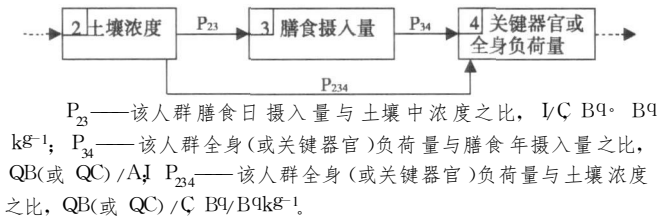


图 1 天然放射性核素由土壤向人体的转移

UNSCEAR 2000年报告书指出:“在大多数情况下,委员会侧重评价环境中天然存在和人工实践或事件释放放射性核素所致平均年剂量。使用转移系数或平衡模式已足够,不需使用复杂的时间相关剂量模式”^[14]。这表明元素和天然放射性核素也应可采用该转移模式。另一种常用转移模式是 DF和 OR值法:即对化学性质类似的一对微量和常量元素(如 Sr/Ra/Ba与 Cs和 K),了解常量元素环境行为及其与相应微量元素的关系对于了解相应微量元素的放射性核素环境行为很有意义。表示这些成对元素环境行为为差异的参数称为差别因子(Discrimination Factor DF),如 Sr和 Ca从 A环节转移到 B环节的差别因子 DF_A 就等于是 B环节的 Sr/Ca 与 A环节的 Sr/Ca 之比。观察比(Observed Ratio OR)则是表示各转移阶段差别因子之积,可预估终点结果。此法常用于表达碱土或碱金属放射性核素与钙、钾的转移差异。

2 结果

2.1 我国元素的土壤浓度和更新到 2002年的成年男子日膳食摄入量 现按本研究所测定各类食品浓度中位值^[12]和 2002年第四次全国营养调查全国平均食品消费量^[11],更新估算了 2002年我国成年男子元素日膳食摄入量代表值,并和全国土壤相应含量代表值^[10]和全身负荷量结果^[8]一并列于表 1 更新的元素日摄入量改善了与器官含量的时间一致性,更适于转移规律研究。

2.2 元素转移系数

2.2.1 碱金属、碱土和稀土元素 这三类元素包含许多重要裂变产物和核应急所关注放射性核素(如 Sr-90, Cs-137, Ce-144, Ba-140, La-140和 Ir-192等)的元素^[15]。采用表 1 结果和引用资料,计算出相应转移系数 P_{23} 、 P_{34} 和 P_{234} ,列于表 2。

2.2.2 其他元素 同样将其他元素在这三环节间的转移系数列于表 3。

2.3 Q/R值法 在应用总结中^[9]已讨论过从膳食到关键器官的转移,本文进一步讨论从土壤到膳食和从膳食到全身的转移。铅的化学和生物学性质类似碱土元素,碱土元素最新的生物动力学模型适用于铅^[16]。同样采用表 1 资料可计算出我国成年男子碱土(包括铅)和碱金属元素相应的 DF值,分别列于表 4和表 5。

3 讨论

(1)由表 2可见,这三类元素转移系数都以 P_{34} 最大, P_{234} 其次,而 P_{23} 最小;稀土元素的 P_{23} 和 P_{234} 都小于碱金属和碱土元素,表明其最难从土壤转移出;这三类元素转移系数范围大体上以碱土元素最宽,碱金属其次,稀土元素最窄,表明各类元素内部转移能力的差异性。

(2)表 3同样表明,这些元素的 P_{23} 或 P_{234} 也都比 P_{34} 小得多,显示其从土壤比从膳食可转移性小得多。从表 2和表 3显示,所有这些元素中, P_{23} 、 P_{34} 和 P_{234} 分别以 Hg, Ca和 Se最高,而以 Ce, In和 Y为最低,表示这些元素间可转移性的差异。至于辐射防护重要元素从膳食到关键器官组织的情况已在总结其他文章^[9]讨论过。

表 1 我国土壤元素浓度、成年男子 2002 年日膳食摄入量和全身负荷量估算值¹⁾

元素	土壤浓度 $\mu g \cdot kg^{-1}$	摄入量 μg	全身负荷量 估算值 μg
Ag	1.00×10^2	25.1	1.14×10^2
Al	6.65×10^7	14.4×10^3	1.96×10^5
As	9.6×10^3	111	2.14×10^3
B	4.10×10^4	1.31×10^3	4.26×10^3
Ba	4.54×10^5	3.24×10^2	4.20×10^4
Br	3.63×10^3	1.17×10^3	3.06×10^4
Ca	9.3×10^6	5.09×10^5	8.83×10^8
Cd	79	51.8	6.38×10^3
Ce	6.52×10^4	9.33	7.26×10^2
Co	1.16×10^4	27.2	8.52×10^2
Cr	5.73×10^4	115	4.26×10^3
Cs	7.02×10^3	9.29	7.28×10^2
Cu	2.07×10^4	9.04×10^2	7.03×10^4
Dy	4.03×10^3	0.769	23.2
Er	2.47×10^3	0.411	9.28
Eu	1.00×10^3	0.26	32
Fe	2.97×10^7	1.91×10^4	5.03×10^6
Gd	4.44×10^3	1.19	35.2
Hg	38	30.6	3.63×10^2
Ho	8.4×10^2	0.142	4.77
I	2.20×10^3	331	2.59×10^4
In	64	22.4	4.86
K	1.88×10^7	1.71×10^5	8.34×10^7
La	3.68×10^4	22.6	5.22×10^2
Lu	3.5×10^2	6.43×10^{-2}	5.25
Mg	7.4×10^6	2.15×10^5	1.76×10^7
Mn	5.40×10^5	4.49×10^3	1.48×10^4
Mo	1.1×10^3	1.84×10^2	1.98×10^3
Na	1.11×10^7	3.22×10^5	6.4×10^7
Nd	2.52×10^4	6.29	1.95×10^2
Ni	2.49×10^4	154	2.28×10^4
Pb	2.35×10^4	2.83×10^2	1.41×10^4
Pr	6.57×10^3	1.80	60.4
²²⁶ Ra ¹⁾	39.0	5.20×10^{-4}	/
Rb	1.06×10^5	2.35×10^3	2.03×10^5
Sb	1.07×10^3	6.60	2.65×10^2
Sc	1.08×10^4	2.13	92.2
Se	2.07×10^2	44.7	7.84×10^3
Sn	4.99×10^3	1.70	29.5
Sr	1.47×10^5	2.14×10^3	4.34×10^5
Tb	5.9×10^2	0.163	10.7
Th	1.24×10^4	1.98	39
Ti	3.8×10^6	1.06×10^3	8.42×10^4
Tm	3.6×10^2	5.78×10^{-2}	2.18
U	2.72×10^3	3.57	41.3
V	7.68×10^4	2.3×10^2	1.06×10^3
Y	2.21×10^4	19.7	63.2
Yb	2.35×10^3	0.340	10.9
Zn	6.80×10^4	9.90×10^3	1.97×10^6
Zr	2.28×10^5	121	1.32×10^3

注: 1) ²²⁶Ra单位中以 Bq代替 μg

表 2 碱金属、碱土和稀土元素由土壤经膳食向人体全身转移系数

元素	$P_{23}^*, \text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$	P_{34}^*, d	P_{234}^*, kg
碱金属: Na	0.290	19.9	5.76
K	9.10×10^{-2}	48.8	4.44
Rb	2.22×10^{-2}	86.4	1.92
Cs	1.32×10^{-3}	78.4	0.104
碱土: Mg	2.90×10^{-2}	81.9	2.38
Ca	5.47×10^{-2}	1.73×10^3	94.9
Sr	1.46×10^{-2}	2.03×10^2	2.95
Ba	7.14×10^{-4}	1.30×10^2	9.25×10^{-2}
²²⁶ Ra	1.33	/	/
Pb	1.20×10^{-2}	49.8	0.600
稀土: Sc	1.97×10^{-4}	43.3	8.54×10^{-3}
La	6.14×10^{-4}	23.1	1.42×10^{-2}
Ce	1.43×10^{-4}	77.8	1.11×10^{-2}
Pr	2.74×10^{-4}	33.6	9.16×10^{-3}
Nd	2.50×10^{-4}	31.0	7.74×10^{-3}
Sm	3.41×10^{-4}	17.4	5.91×10^{-3}
Eu	2.6×10^{-4}	1.23×10^2	3.2×10^{-2}
Gd	2.68×10^{-4}	29.6	7.93×10^{-3}
Tb	2.76×10^{-4}	65.6	1.81×10^{-2}
Dy	1.91×10^{-4}	30.2	5.76×10^{-3}
Ho	1.69×10^{-4}	33.6	5.68×10^{-3}
Er	1.66×10^{-4}	22.6	3.76×10^{-3}
Y	8.91×10^{-4}	3.21	2.86×10^{-3}
Tm	1.6×10^{-4}	37.7	6.1×10^{-3}
Yb	1.45×10^{-4}	32.0	4.64×10^{-3}
Lu	1.8×10^{-4}	81.6	1.5×10^{-2}

表 3 其他元素由土壤经膳食向人体全身转移系数			
元素	$P_{23}^*, \text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$	P_{34}^*, d	P_{234}^*, kg
Ag	0.251	4.54	1.14
Al	2.16×10^{-4}	13.6	2.95×10^{-3}
As	1.16×10^{-2}	19.3	0.223
B	3.20×10^{-2}	3.25	0.104
Br	3.63×10^3	1.17×10^3	3.06×10^4
Cd	0.66	1.23×10^2	80.8
Co	2.34×10^{-3}	31.3	7.34×10^{-2}
Cr	2.01×10^{-3}	37.0	7.43×10^{-2}
Cu	4.37×10^{-2}	77.8	3.40
Fe	6.43×10^{-4}	2.63×10^2	0.169
Hg	0.805	11.9	9.55
I	2.20×10^3	331	2.59×10^4
In	0.35	0.217	7.59×10^{-2}
Mn	8.31×10^{-3}	3.30	2.74×10^{-2}
Mo	0.167	10.8	1.8
Ni	6.18×10^{-3}	1.48×10^2	0.919
Sb	6.17×10^{-3}	40.2	0.248
Se	0.216	1.75×10^2	37.9
Th	1.60×10^{-4}	20	3.15×10^{-3}
Ti	2.79×10^{-4}	79.4	2.22×10^{-2}
U	1.31×10^{-3}	11.6	1.52×10^{-2}
V	2.99×10^{-3}	4.61	1.38×10^{-2}
Zn	0.146	1.99×10^2	29.0
Zr	5.31×10^{-4}	10.9	5.79×10^{-3}

表 4 我国成年男子碱土和碱金属元素从土壤经膳食向全身转移的 DF 值

元素	土壤浓度 $\text{g}(\text{kg})^{-1}$	膳食日摄入量 $\text{g}(\text{kg})^{-1}$	全身负荷量 $\text{g}(\text{kg})^{-1}$	$\text{DF}_{\text{土} \rightarrow \text{膳}}$	$\text{DF}_{\text{膳} \rightarrow \text{全身}}$
Mg	0.796	0.422	1.99×10^{-2}	0.53	4.7×10^{-2}
Ca	1.00	1.00	1.00	1.0	1.0
Sr	1.58×10^{-2}	4.20×10^{-3}	4.92×10^{-4}	0.27	0.12
Ba	4.88×10^{-2}	6.36×10^{-4}	4.76×10^{-5}	1.3×10^{-2}	7.5×10^{-2}
²²⁶ Ra ^[1]	4.19×10^{-6}	1.02×10^{-4}	/	2.4×10^{-3}	/
Pb	2.53×10^{-3}	5.56×10^{-4}	1.60×10^{-5}	0.22	2.9×10^{-2}

注: 1) ²²⁶Ra 浓度和日摄入量单位为 (BqCa)⁻¹。

表 5 我国成年男子碱金属元素从土壤经膳食向全身转移的 DF 值

元素	土壤浓度 $\text{g}(\text{kg})^{-1}$	膳食日摄入量 $\text{g}(\text{kg})^{-1}$	全身负荷量 $\text{g}(\text{kg})^{-1}$	$\text{DF}_{\text{土} \rightarrow \text{膳}}$	$\text{DF}_{\text{膳} \rightarrow \text{全身}}$
Na	0.590	1.88	0.767	3.2	0.41
K	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Rb	5.64×10^{-3}	1.37×10^{-3}	2.43×10^{-3}	0.24	1.77
Cs	3.73×10^{-4}	5.43×10^{-6}	8.73×10^{-6}	1.4×10^{-2}	1.61

(3)表 4 表明,其他碱土元素和铅从土壤到膳食和从膳食向全身转移的 DF 都小于 1 表明这些元素被膳食和全身的吸收能力都比钙差。自钙随原子序增大或减小,DF 值都呈递减趋势,铅的 DF 值都在铯和钡之间。这与另文与国外这些元素从膳食向骨骼转移比较结果^[9]和国外报道资料^[18-19]一致。而表 5 结果表明,与碱土元素不同,碱金属元素从土壤到膳食转移的 DF 自钠开始就随原子序增大而下降。但进而从膳食向全身转移的 DF 值呈上升趋势,与已报道的膳食向肌肉组织转移情况^[9]一致。表明人体全身(或肌肉组织)甄别能力降低,即被全身吸收能力上升。笔者对碱金属元素在两阶段 DF 值总趋势和差异应进一步验证。

参考文献:

[1] 诸洪达,王继先,陈如松,等. 中国人食品中元素浓度和膳食摄入量研究[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2000 20: 378-384

[2] 诸洪达,欧阳荔,张永保,等. 中国人镧系元素膳食摄入量 and 主要器官、组织负荷量研究[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2004 24: 1-5

[3] 诸洪达,陈如松,王继先,等. 31例中国人主要器官组织中 42种元素浓度和含量研究[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2001 21(1): 1-8

[4] 诸洪达. 中国人器官组织中天然放射性含量及与膳食摄入量的关系[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2002 22(2): 134-136

[5] 诸洪达,张永保,王松君,等. 52例中国人主要器官、组织中 37种元素浓度[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2004 24(4): 304-307

[6] 诸洪达,张永保,王松君等. 52例中国人主要器官、组织中 37种元素的负荷量研究[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2004 24(3): 211-216

[7] 诸洪达,王京宇,武权,等. 中国成年男子器官、组织元素浓度研究[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2007 27(4): 353-361

[8] 诸洪达,王京宇,武权,等. 中国成年男子器官、组织和全身元素负荷量研究[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2007 27(4): 362-368

[9] 诸洪达,王京宇,武权,等. 中国成年男子膳食、器官组织和尿中元素含量研究的辐射防护应用[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2007 27(4): 373-380

[10] 王云,魏复盛,杨国治,等. 土壤环境元素化学[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1995: 27-37

[11] 王陇德. 中国居民营养与健康状况调查报告之一, 2002 综合报告[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005: 20-25

[12] 陈君石,高俊全. 1990年中国总膳食研究——化学污染物[M]. 卫生研究, 1993 22(增刊 1): 1-12

[13] 张淑蓉,潘宗全,李允兴,等. 我国土壤中放射性核素水平及分布. 中华放射医学与防护杂志, 1988 8(增刊 2): 1-15

[14] United Nations Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. 2000 Report to the General Assembly with scientific annexes. Volume 1. Sources. United Nations sales publication E.00.X.3. New York: United Nations, 2000

手机辐射对 Mark45 细胞生长的影响

李瑞芳, 孙 婕, 杨丽丽

中图分类号: R135.99 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X(2007)04-0388-02

【摘要】 目的 探讨手机辐射对生物细胞生长的影响。方法 以手机工作 25min 后休息 5min 作为一个循环。将 Mark45 单体细胞分三组, 辐射时间分为: 二个循环、四个循环、五个循环三种, 分别将手机贴近细胞瓶和放在距离细胞瓶 10cm 处进行辐射处理。结果 经过辐射后培养 3d 细胞明显死亡。继续培养 3d 后, 细胞几乎没有存活。结论 手机的辐射作用对单层细胞具有致死作用, 并且辐射时间越长, 距离越近, 细胞死亡的数量也越多。

【关键词】 手机; 辐射; Mark45 细胞; 生长; 影响

The Influence of the Cellular Phone Radiation on the Growth of Mark45 Cell LI Rui-fang, SUN Jie YANG Lili School of Bioengineering Henan University of Technology Zhengzhou Henan 450001 China

【Abstract】 Objective To explore the effects of radiation of cellular phone on the growth of cells. Methods A radiation cycle was designed as working 25 minutes and then resting for 5 minutes for cellular phone. The Mark45 cell bottles were divided into six groups. The first two groups were radiated for two cycles and the second two groups for four cycles and the third two groups for five cycles. Each two groups were put 10 cm far away from cellular phone and attach to it separately. Results After culturing for 3 days there are many dead cells in the bottles. After culturing for 6 days there is few living cells. Conclusions cellular phone radiation is fatal to Mark45 cells and the quantity of the dead cells change with the radiation time and the distance to radiation. That is to say with the prolonging of radiation time and the shortening of the distance the quantity of the dead cells is increasing.

【Key words】 Cellular Phone; Radiation; Mark45 Cell; Growth; Influence

手机是现代人们生活和工作中常用的一种新型通讯工具。随着现代通讯技术的发展, 手机因其具有有线电话所无法比拟的便利性而受到越来越多的人喜爱, 其地位越来越重要, 其普及程度也越来越广泛。然而, 利用超高频段电磁波传输信号的移动电话会对周围空间产生电磁辐射, 让人们对其“是否影响人类和动物的正常生活, 是否潜移默化地对生物产生负作用”等一系列问题产生了广泛关注。到目前为止, 几乎所有的相关研究对使用移动电话是否会危害人体健康都无法得出最终结论^[1-8], 就连世界卫生组织至今都没有提出手机危害健康的证据。本实验用西门子 8008 手机辐射 Mark45 单体细胞, 探讨手机的辐射作用对单体细胞生长的影响。本实验设计为: 选取距细胞瓶 10cm 和贴近细胞瓶的距离, 以手机工作 25min 后休息 5min 作为一个循环, 总共做二、四、五三个循环。通过距离辐射源的远近和辐射时间的长短, 比较手机辐射对单层细胞生长的影响。

1 材料与方法

- 1.1 试剂及材料 0.25% 胰蛋白酶溶液; D-Hank 液; RPMI-1640 培养基; Mark45 细胞。
- 1.2 实验设备 手机 (西门子 8008); Nikon 数码相机。
- 1.3 单层细胞和细胞悬液的准备 选取生长良好的 Mark45 细胞一瓶, 于超净工作台加入 2~3ml 的 D-Hank 液, 轻轻震荡漂洗细胞一次, 以除去悬浮在细胞表面的碎片; 加入 1ml 0.25% 胰蛋白酶消化液, 37℃ 下消化 2~3min 在倒置显微镜

基金项目: 河南工业大学人才引进基金项目 (150156)

作者单位: 河南工业大学生物工程学院, 河南 郑州 450001

作者简介: 李瑞芳 (1971~), 女, 河南南乐人, 副教授, 博士, 从事生物技术研究。

下观察细胞, 待细胞单层收缩突起出现空隙时, 倒去胰蛋白酶消化液; 用 Hank 液清洗一次, 加入 3ml 培养液, 反复吹打细胞, 使其成细胞悬液; 将细胞悬液分装五个细胞瓶中, 补加新鲜的 RPMI-1640 培养基至每瓶 10~15ml, 盖好瓶塞备用。

1.4 辐射实验 用记号笔在细胞瓶上作好标记。将标记为空白的细胞瓶放于室温下, 并远离手机放置。将其他的细胞瓶按标记分别放于贴近手机处和距离手机 10cm 处。将手机调至通话状态, 待两个循环的结束后将标记为两个循环的细胞瓶拿开远离手机。待四个循环结束后将标记为四个循环的细胞瓶拿开远离手机。待五个循环的结束后关闭手机, 并在七个细胞瓶中补加 10~15ml 新鲜培养液放于 37℃ 的 CO₂ 培养箱培养。培养 3d 后, 在倒置显微镜下观察细胞的生长情况, 并比较不同细胞瓶中细胞的形状及数量变化。用数码相机对准目镜给细胞拍照, 然后放入 37℃ 的 CO₂ 培养箱继续培养。继续培养 3d 后, 再次在倒置显微镜下观察细胞的生长情况, 并比较不同细胞瓶中细胞的形状及数量变化。

2 结果

2.1 手机辐射后细胞生长 3d 时的状态 根据实验方法 1.3 和 1.4 进行实验, 被手机辐射后培养 3d 的细胞得到结果如图 1 和图 2 所示:

从图 1 图 2 可以看出: 对照的细胞 (图 1 A) 经过 3d 的培养后, 生长状况良好, 细胞形状清晰可见, 且死细胞很少。在贴近手机处, 经过 2 个循环 (图 1 B) 的细胞培养 3d 后死亡较多, 且细胞变圆。4 个循环 (图 1 C) 的细胞死亡比 2 个循环的要明显, 与对照比起来, 细胞边界不明显。而经过五个循环 (图 1 D) 辐射后的细胞培养 3d 后, 细胞的数量大量减少, 可以清晰地看出有大量漂浮的死细胞, 贴壁的细胞明显减少。

[15] 苏旭, 刘英主编. 核辐射恐怖事件医学应对手册 [M]. 第一版. 北京: 人民卫生出版社, 2005
[16] ICRP. Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides. Part 2. Ingestion Dose Coefficients [R]. ICRP Publication 67. Annals of the ICRP. 23 (3/4): 95-139. 1993

[17] SHIRASHI K, YAMAMOTO M, YOSHIMIZU K, et al. Daily intakes of alkaline earth metals in Japanese males [J]. Health Phys. 1994. 66(1): 30-35
[18] Muth H, Gebel B. Age dependent concentration of ²²⁶Ra in human bone and some transfer factors from diet to human tissues. Health Phys. 1983. 44 (Suppl. 1): 113-121.

(收稿日期: 2007-07-16)