

炊事工人尿浓缩物的诱变性研究*

衡阳医学院卫生学教研室 (421001) 汤平涛 周少琴

提 要 本文应用 TA₉₈、TA₁₀₀ 菌株微量波动试验对20名长期从事炊事的工人尿浓缩物诱变性进行了检测。其浓缩物对 TA₉₈、TA₁₀₀ 诱变阳性率分别为35.0%、20.0%；加 S₀ 后阳性率明显提高，分别为95.0%、85.0%。提示尿中主要含有碱基移码型和碱基置换型的间接诱变物；油烟对工人的远期效应不容忽视。

关键词 油烟 尿 微量波动试验 诱变性

近年来烹调油烟污染是肺癌非吸烟病因研究中的一个热点。很多研究表明炊事工人肺癌死亡率有显著的增加^[1]。在烹调过程中有大量的致癌或致突变化合物形成，污染了作业环境^[2]，致使尿中多环芳烃的代谢产物明显增加^[3]。目前，文献对其炊事工人诱变性作用研究甚少，更缺乏尿浓缩物诱变性研究的文献报道。我们利用 Ames 试验的微量波动试验对炊事工人尿浓缩物诱变性进行了检测，从而为探讨油烟的诱变性危害和对炊事工人的生物监测提供了资料。

1 材料与方法

1.1 研究对象

选择在未受大气污染的学校、机关从事烹调作业者20人做为研究对象，男女各半，烹调作业平均13年（6~34年），平均年龄38岁（25~53岁），无吸烟嗜酒习惯，无肝肾肺部疾病，近期无服药史和放射性核素与 X 线检查史。所用燃料为煤，由辅助人员在室外操作，其烟气从烟道排出。

1.2 尿样收集与浓缩

取新鲜晨尿 120ml 过滤，-25℃速冻过夜，过滤取 100ml，按照尿液中诱变物的检测方法^[4]，XAD-2 树脂吸附，丙酮洗脱，吹纯氮气浓缩，最后用二甲基亚砜(DMSO Sigma 产品)定容至每 0.1ml 含尿 15.0ml，10.0ml 试验浓度，封存置 4℃冰箱备用。

1.3 菌种

选择较敏感的 TA₉₈、TA₁₀₀ 经性状鉴定，

选择合格单个菌落接种于主平板上，37℃培养 48 小时后保持于 4℃冰箱备用。

1.4 选择指示生长培养液的配制^[6]

1.4.1 DM 盐溶液 将 3.5g 的 K₂HPO₄、1.0gKH₂PO₄、1.0g(NH₄)₂SO₄、0.25g 柠檬酸钠及 0.1g MgSO₄·7H₂O 逐一溶于 1L 双蒸水中，混匀高压灭菌，保存于 4℃冰箱。

1.4.2 取上述 DM 盐液 8.50ml，加入 3.2% D-生物素 0.25 ml，5% 葡萄糖水溶液 1ml，1.6% 的 L-组氨酸 0.25ml，50μg 溴酚蓝紫，混匀后即为选择指示生长培养液 (pH7.2)。

1.5 微量波动试验方法^[5~7]

从主平板上挑选出单个菌落，接种于装有 5ml 营养肉汤管中，37℃条件下振荡培养 9 小时，细菌浓度为 1~2×10⁸个/ml，用生理盐水将菌液稀释 10 倍后，取 0.1ml 稀释菌液加入 10ml 选择指示生长培养液中，再向其中加 0.10ml 尿浓缩物。加 S₀ 试验时，需加 S₀ 混合液 1.15ml，选择指示生长培养液中 DM 盐溶液为 7.35ml。设阳性对照 (+S₀ 用 2-Aminofluorene, 2AF, -S₀ 用 2,4,7-Trinitro-9-fluorenone, 2,4,7-TNFone 均为 Sigma 产品) 和溶剂对照 (DMSO, Sigma 产品；+S₀ 或 -S₀ 两种)。上述溶液分别混匀后加入 96 孔塑料培养板中，每孔中加入 0.2ml，每一系列共 48 孔，37℃培养 4 天观察结果。培养液呈黄色浑浊者为阳性反应孔，仍保持紫色透明者为阴性反应孔。

* 湖南省教委资助课题

微量波动试验结果判断,用卡方检验,公式: $\chi^2 = \frac{2n(t-c)^2}{(t+c)(2n-t-c)}$,式中 n 为反应板孔数, t 为试验板阳性反应孔数, c 为阴性对照板阳性反应孔数。试验板与对照板经卡方检验,若 $P < 0.05$,有剂量-反应关系,试验结果可以重复,则判断为阳性。

2 结果

炊事工人尿浓缩物 Ames 微量波动试验阳性率随尿浓缩物浓度增加而升高,加 S_9 能明显提高其阳性率($P < 0.01$) (见表 1)。

表 1 炊事工人尿浓缩物诱导 TA_{98} 、 TA_{100} 微量波动试验阳性率(%)

样本数	尿浓缩物浓度 (ml/ml)	TA_{98}		TA_{100}	
		- S_9	+ S_9	- S_9	+ S_9
20	150	35.0	95.0	20.0	85.0
20	100	15.0	60.0	5.0	65.0

性别间无明显差异。 TA_{98} 菌株不加 S_9 试验时男性阳性率 5/10 高于女性 2/10,但经直接概率法计算 $P > 0.05$,差异无显著性(见表 2)。此外不同接触工龄之间未见明显差异。

表 2 不同性别尿浓缩物诱导 TA_{98} 、 TA_{100} 微量波动试验阳性数

性别	样本个数	TA_{98}		TA_{100}	
		- S_9	+ S_9	- S_9	+ S_9
女	10	2	10	2	9
男	10	5	9	2	10

3 讨论

烹调油烟物质是在烹饪过程中食用油脂高温热分解及食品在高温下热分解产生的挥发性物质,其成份相当复杂,且随加热温度、食用油种类及食物成份的不同而变化。在实验条件下持续高温产生的食用油油烟具有诱变性^[6],烹饪时厨房空气中苯并(a)芘在气相中占 40%,颗粒物苯并(a)芘可高达 46ng/m³ 并绝大部分集中在 $< 10\mu m$ 颗粒物上^[3],极易被呼吸道吸入,使尿中苯并(a)芘的代谢产物 1-羟基芘明显增高。作者用较灵敏的 Ames 微量波动试验对油烟接触工人尿浓缩物进行检测。结果

表明,尿浓缩物对 TA_{98} 、 TA_{100} 诱变作用明显,其高浓度组高于低浓度组;加入肝 S_9 后其诱变性明显增加,表明尿中含有诱变物主要是碱基移码型和碱基置换型的间接致突变物且与油烟中含有多环芳烃等诱变物有关。据报道,接触室内燃料燃烧废气人群尿样诱变性主要以加 S_9 TA_{98} 回复突变阳性率高^[4],而本次实验加 S_9 TA_{98} 、 TA_{100} 诱变的阳性率均明显增高分别达到 95.0%, 85.0%。提示油烟中的诱变物与燃料燃烧烟所产生的诱变物存在差异,其 Ames 微量波动试验灵敏度较常规 Ames 试验灵敏度高^[5,6]。

作者以前研究表明,香烟主流烟气中含苯并(a)芘 32.3ng/支、 ^{32}P 11.4mBq/支、焦油 25mg/支等多种强诱变物^[7,8],长期吸烟与油烟对炊事工人诱变效应的协同作用不容忽视。尽管被调查的数家厨房均有部分抽油烟装置,或装置不当、或功率不匹配,操作过程仍有大量油烟弥出。因此,改进厨房抽油烟装置、加强戒烟等卫生宣传教育、探寻简便灵敏的生物监测指标是十分必要的。

此外,与常规的 Ames 试验相比其微量波动试验方法本身具有灵敏、简便、节约试剂、省时等优点,在生物监测方面的应用值得进一步研究。

(本研究得到周君茗、桂羽、吴成秋、让蔚清等同志大力协助,致谢。)

4 参考文献

- 1 汪国雄,等.肺癌配对病例对照研究中烹调油烟等致病因子的多因素分析.中华预防医学杂志 1992;26:89
- 2 赵振华,等.厨房空气中多环芳烃及炊事人员尿 1-羟基芘的测定.中华预防医学杂志 1992;26:193
- 3 Rappaport SM, et al. Volatilization of mutagens from beef during cooking. Cancer Lett 1979; 8:139
- 4 唐明德,等.室内燃料燃烧的废气致突变性研究.癌变.畸变.突变 1992;4:42
- 5 Maron DM, et al. Revised methods for the salmonella mutagenicity test. Mut Res 1983; 113: 173
- 6 胡长灯,等.微量波动试验的影响因素及灵敏度研究.卫生毒理学杂志 1990;4:115

(下转第221页)

4.2 入院后即对重度中毒病人给予高流量吸氧, 静脉推注硫代硫酸钠 2~3 克, 并静脉滴注硫代硫酸钠。第 1 天总量达到 10~25 克 (0.25~0.5mg/kg), 第 2 天起每日给予 0.64~3 克, 维持 7~10 天。

4.3 抗感染及预防并发症。对合并烧伤病人, 除隔离、清创等治疗外, 给予大剂量抗生素联用; 并注意水电解质紊乱及酸碱平衡, 防止急性肾功能衰竭及中毒性心肌炎、坠积性肺炎和泌尿系统感染。这类病人在爆炸现场还同时吸入了大量一氧化碳混合性气体及刺激性气体, 在治疗中还应注意防治病人发生脑水肿、肺水肿, 如早期给予足量的皮质激素等。

4.4 对症支持治疗。如细胞素 C、维生素 C、ATP、辅酶 A、复合维生素 B 等, 对病人的康复和减少后遗症有一定帮助。

4.5 高压氧治疗。重度中毒病人, 应尽早给予高压氧治疗, 对病情恢复 (特别是神经系统恢复) 和减少后遗症大有益处。

经过上述治疗, 谷丙转氨酶、蛋白尿一般在一星期内恢复正常, 心电图 ST 段下移也多在 15~30 天内恢复正常。本组病人死亡 3 例, 均为合并大面积烧伤者, 其余经 1~90 天治疗后均痊愈出院。有后遗症者 4 例, 2 例为中毒性脑病, 2 例有植物性神经系统及周围神经损害。

5 讨论

5.1 急性有机氰化物中毒的特点 由于毒物进入人体后可分解游离出一定数量的氰根, 所以与急性无机氰化物中毒机理基本相似, 临床表现也大致相同。但急性有机氰化物中毒可有数小时至 24 小时的潜伏期, 故不可单从现场抢救时的临床表现来判断中毒程度的轻重, 本组病例中就有 1 例由于没有出现急危症状, 忽视了及时治疗, 而导致后遗症发生。

5.2 关于解毒药的应用 本组病例除现场吸入亚硝酸

异戊脂 1~4 支外, 入院后并未常规使用亚硝酸钠。

因为重度中毒患者往往伴有休克或血压偏低, 使用亚硝酸钠可能会加重休克, 不利于抢救。通常只使用硫代硫酸钠作为解毒剂, 也取得满意效果, 关键是用药的剂量要足, 疗程要长。一般用 10~15% 的浓度每次 10~15g 以 2~3ml/min 速度静脉推注; 浓度过高或速度过快都可引起头痛、呕吐及血压下降。

5.3 注意混合性中毒 混合性中毒多发生于大型爆炸等恶性事故中。如本组有些病例参加了现场抢救工作, 未戴防毒面具, 而吸入大量一氧化碳及厂内因素故而引起溢漏的其它刺激性气体, 此时要警惕脑水肿和肺水肿的发生。

5.4 预防后遗症的发生 由于急性有机氰化物中毒时, 首先受损的是中枢神经系统, 抢救措施不得力或用药不当, 均是造成后遗症的常见原因。本组 4 例后遗症中, 有 1 例中毒性脑病患者与不及时使用解毒药物有关, 其余 3 例与使用维持量解毒药物疗程不够及/或未投足够的神经营养药有关。高流量吸氧可使氰化物与细胞色素氧化酶的结合逆转, 并可促进硫代硫酸钠与氰化物结合生成硫氰酸盐。吸氧还可以提高动脉分压, 增加组织供氧量, 有利于患者治疗和恢复。

5.5 硫代硫酸钠试验 硫代硫酸钠临床副作用较少, 主要有头晕及血压下降等, 但有人在注射后发生休克、恶心呕吐、心动过速等表现。由于硫代硫酸钠是氰化物中毒的特效解毒药, 所以有机氰化物作业新工人上岗前, 均应做硫代硫酸钠试验。方法是: 把硫代硫酸钠配成 10~15% 左右的溶液, 每人缓慢静脉注射 0.25~0.32g, 观察 15 分钟。凡出现明显的眩晕、头痛、恶心呕吐、血压低于 12/8kPa (90/60mmHg) 或心率超过 110 次/分者, 应建议厂方将其调离氰 (腈) 化物工作岗位。

(上接第 206 页)

- 7 Levin D E, et al. Modified fluctuation test for the direct detection of mutagens in foods with *Salmonella typhimurium* TA₉₈, *Mu Res* 1981; 85: 309
- 8 刘占琴, 等. 厨房煎炒油烟致突变性研究. *环境与健康杂志* 1987; 4: 10

- 9 李丽, 汤平涛. 醋酸纤维滤嘴对香烟主流烟气苯并(a)芘、烟碱、焦油的滤除效果及意义. *卫生毒理学杂志* 1992; 6: 108

- 10 汤平涛, 周少琴. 香烟和主流烟气颗粒物中 ²¹⁰Po、Cd、Pb 检测及醋酸纤维滤除效果与意义. *卫生毒理学杂志* 1992; 6: 109

(上接第 208 页)

4 参考文献

- 1 江鱼. 精液的生物化学. 见: 谢文英等, 主编. 男性学. 第 1 版. 上海: 上海科学技术出版社, 1991: 150~162

- 2 熊汝发, 等. 11 例正常男子精浆中无机元素锌、铜、镁、钙、钾、钠含量测定. *生殖与避孕* 1986; 6: 28
- 3 吴明章, 等. 我国正常生育力男子精浆微量元素研究. *生殖与避孕* 1984; 6: 5

be studied further whether it is used as a diagnostic index for subclinical poisoning.

Key words: lead, event-related potential, ERP, P_{300} , P_3 , cognitive potential latency, amplitude

A Retrospective Cohort Study on patients with Coal Mine Pneumoconiosis in Zibo Coal Mining District

Guo Ping, et al

A retrospective cohort study of cause of death was carried out in 2037 cases of coal mine pneumoconiosis in Zibo coal mining area. All subjects were followed up to 1986. 443 cases were known having died at the end of the study period. Mortality of all cause of death was 2408.8/100,000 with SMR 235, 95% CI=214~258, which was significantly higher than the expected value based on the general mortality in Shandong Province. The nonmalignant respiratory diseases, the patients with pneumoconiosis were the majority of these patients, were the leading cause of deaths (25.1% of total deaths), the follows were cancer, cardio-vascular diseases and pulmonary tuberculosis. The risk of cancer was significantly elevated SMR 1190, primary due to lung cancer, which accounts for 59.2% with SMR 556. Mortality from cor pulmonale and pulmonary tuberculosis were also distinctly increased. In tunnelers' and coal workers' pneumoconiosis significantly elevated SMRs were found at $P<0.01$ level for all causes, respiratory diseases, cancer and pulmonary tuberculosis. In tunnelers' pneumoconiosis an increased number of death was also seen for cardiovascular diseases, especially for cor pulmonale (SMR217, $P<0.01$).

Key words: SMR, coal mine, pneumoconiosis

Mutagenicity of Condensed Urine of Cooks

Tang Pingtao, et al

Mutagenicity of condensed urine of 20 workers engaged long-term in cooking on the Salmonella tester strains of TA_{98} , TA_{100} were determined by modified fluctuation test. The mutagenic rates of condensed urine were 35.0%, 20.0%, and the mutagenic rates increased in adding liver S₉, were 95.0%, 85.0%. It indicated that the indirect mutagens on base frame shift and base-pair substitution were mainly contained in the urine of the worker engaged in cooking, oil smoke was highly mutagenetic. Long-term effects of oil smoke on the worker are not ignored by us.

Key words: oil smoke, urine, modified fluctuation test, mutagenicity

Analysis of Some Inorganic Ion Contents in the Blood and Semen of Lead-exposed Workers

He Qun, et al

The blood and semen of 51 lead-exposed workers and 35 non-exposed were investigated. Blood lead (BPb), blood cadmium (BCd), blood calcium (BCa), blood magnesium (BMg), and blood copper (BCu) of the lead-exposed group were significantly higher than that of the non-exposed ($P<0.05$), the semen lead of the lead-exposed group was also significantly higher than that of the control ($P<0.05$), while semen cadmium and semen magnesium were markedly lower than that of the non-exposed ($P<0.01$); semen lead, semen calcium, semen zinc and semen magnesium of two group were statistically higher than blood contents ($P<0.01$), while semen cadmium was much lower than that of blood ($P<0.01$).

Key words: lead-exposed, semen, inorganic ion