

- [M]. New York: Marcel Dekker NC, 1984: 447-457.
- [14] CORNELL R G, WOLFE R A, SANDERS P G. Aspartame and brain tumours: statistical issues[M]. New York: Marcel Dekker NC, 1984: 459-479.
- [15] FLAMM W G. Increasing brain tumour rates: is there a link to aspartame[J]. J Neuropathol Exp Neurol, 1997, 56(1): 105-106.
- [16] OLNEY J W, FARBER N B, SPIZNAGEL E. Increasing brain tumor rates: is there a link to aspartame[J]. J Neuropathol Exp Neurol, 1996, 55(11): 1115-1123.
- [17] LEVY P, HEDEKER D. Statistical and epidemiological treatment of the SEER incidence data[J]. J Neuropathol Exp Neurol, 1996, 55(12): 1280.
- [18] LNER M S, RIESL A, SMITH M A, et al. Cancer surveillance series: recent trends in childhood cancer incidence and mortality in the United States[J]. J Natl Cancer Inst, 1999, 91(12): 1382-1390.
- [19] ROSS J A. Brain tumours and artificial sweeteners[J]. Med Pediatr Oncol, 1998, 30(1): 7-8.
- [20] GURNEY J G, FOGODA J M, HOLLY E A, et al. Aspartame consumption in relation to childhood brain tumour risk: results from a case-control study[J]. J Nat Cancer Inst, 1997, 89(14): 1072-1074.
- [21] JECFA. Aspartame: Evaluation of certain food additives Technical Report Series 653[R]. Geneva: WHO, 1980.
- [22] FDA. Food additives permitted for direct addition to food for human consumption: aspartame[R]. Silver Springs: FDA, 1984, 49: 6672.
- [23] SCF. Sweeteners: reports of the scientific committee for food (sixteenth series), EUR 10210 EN [R]. Luxembourg: Scientific Committee on Food, 1985.
- [24] SCF. Sweeteners: reports of the scientific committee for food (twenty-first series), EUR 11617 EN [R]. Scientific Committee on Food, 1985.
- [25] SCF. Opinion of the Scientific Committee on Food: update on the safety of aspartame [EB/OL]. [2008-10-20]. <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/aspartameopinion.pdf>

综述

部分国家母乳中黄曲霉毒素 M₁ 的污染状况

高秀芬 荫士安 计 融

(中国疾病预防控制中心营养与食品安全所, 北京 100021)

摘 要: 为了解母乳中黄曲霉毒素 M₁ 的污染状况, 并为控制我国母乳中黄曲霉毒素 M₁ 的污染和降低对婴幼儿的危害提供借鉴和依据, 本文从研究对象及采样、污染状况、对健康的影响等方面进行了综述。

关键词: 黄曲霉毒素 M₁; 黄曲霉毒素; 母乳; 婴儿; 食品污染

中图分类号: R15; R155.57; TS201.6; R996.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-8456(2010)01-0087-05

Occurrence of Aflatoxin M₁ in Breast Milk in Some Countries

GAO Xiu-fen, YN Shir-an, JI Rong

(National Institute for Nutrition and Food Safety, Chinese CDC, Beijing 100021, China)

Abstract: To understand the occurrence of aflatoxin M₁ in breast milk in some countries, and to provide reference and basis for the control of aflatoxin M₁ contamination in breast milk of mother in China. The subjects of the studies, sampling methods, the situation of contamination and the impact on health were reviewed.

Key words: Aflatoxin M₁; Aflatoxins; Breast Milk; Infant; Food Contamination

黄曲霉毒素是某些真菌产生的有毒代谢产物, 其中黄曲霉毒素 B₁ (AFB₁) 的毒性和污染程度最

高, 黄曲霉毒素 M₁ (AFM₁) 是 AFB₁ 的羟化代谢产物, 在人体内由细胞色素 P450 1A2 催化形成, 对于哺乳动物和人, AFM₁ 是 AFB₁ 在乳中的主要代谢形式^[1]。乳及乳制品的 AFM₁ 污染及婴幼儿的 AFM₁ 暴露已受到广泛关注, 到 2003 年底, 已有 60 多个国家制定了乳及乳制品与相关食品中 AFM₁ 的限量标准。母乳是婴儿的最佳食物, 但母乳也可能受到

收稿日期: 2009-05-11

作者简介: 高秀芬 女 助理研究员 研究方向为食品卫生微生物

E-mail: gaofen5220@163.com

通信作者: 计 融 男 研究员

AFM₁ 污染,危害婴幼儿健康,因此研究母乳的 AFM₁ 污染问题,对降低其可能对婴幼儿造成的危害,具有非常重要的意义。本文从研究对象及采样、污染状况、对健康的影响等方面进行了综述。

1 研究对象及采样

在母乳污染物研究中,采样主要涉及两方面,一是选择受试者,即提供母乳的人群;二是采集母乳的具体方式。对于受试者的选择,在报道的文献中,通过医院或相关医疗机构是研究者采用最多的方式,即从到相关医疗机构就医或获取卫生服务的人群中选择符合要求的受试者,由医护人员按照标准进行筛选,告知备选对象相关研究内容并获得书面知情同意。Galvano等^[2]研究母亲膳食与母乳 AFM₁ 关系时,从母婴健康门诊筛选受试人群,并取得母乳样品。在埃及开展的母乳 AFM₁ 与婴儿肝肾功能研究中则从当地两家医院的儿科门诊病人中选择母婴受试者^[3]。另一项研究通过医院母乳库获得受试者及样品^[4]。除了通过医疗机构选择受试者,通过个人方式获得受试者也是一种选择。El-nezami等^[5]的研究共采集了 73 份母乳样品,其中有 15 份通过澳大利亚乳母协会获得,44 份从某医院住院及门诊病人中获得,另有 14 份就是通过个人方式获得。可见,通过医疗机构获得受试人群是主要的选择方式。

对于受试者的选择标准,多数研究没有制定统一标准,哺乳期妇女可自愿参加^[5-7]。而在意大利开展的一项研究则对纳入及排除标准做了详细规定,纳入标准包括单胎、采样时母亲临床检查正常;排除标准包括多胎、妊娠高血压、糖尿病、传染病、发热、染色体异常、代谢疾病、乳房及中枢神经系统疾病、营养不良、过敏、嗜烟、嗜酒、嗜可卡因、新生儿营养不良、心脏或血液疾病^[2]。

对于母乳采集,一些研究规定了采样与分娩之间的时间间隔。如一项评价母乳污染物及新生儿摄入情况的研究要求采集产后 3 或 4 d 的母乳^[6]。一项研究成熟乳 AFM₁ 与母亲膳食关系的研究则要求采集产后 30 d 的母乳^[2]。另有研究母乳 AFM₁ 对婴儿肝肾功能的研究则要求纯母乳喂养 4 个月以上^[3]。而大多数研究对此没有明确要求,可以采集任何哺乳阶段的母乳^[4,5]。

采集母乳的具体方式,主要涉及采样前的准备,包括对乳房、采样过程中接触乳汁的器具的清洗;采样时间,如一天中的时间段或者与哺乳过程相关的时间,哺乳前、哺乳中或哺乳后;采集方式,包括手动或挤奶器等协助;采样量;储存方式等。所报道的研究采样方法各不相同,有些研究对此几乎没做任何

介绍^[5],进行了采样方法描述的研究其信息详细程度也不同,下面几项研究的采样方法虽不全面,但较为详细。一项研究要求对吸奶器进行冲洗和消毒,受试妇女用水清洗乳房,之后采集 20 ml 母乳置于聚丙烯试管中,储存于 -20℃^[6]。另一项研究要求在给婴儿哺乳前采样,样品储存于消毒塑料容器中,4℃ 保存,但不得超过 1 天,1 天以上需保存至 -20℃^[7]。还有一项研究,要求在正常哺乳过程中,用电子吸奶器吸取 10 ml 母乳至不含锌的塑料容器中保存^[8]。

2 污染状况

乳及乳制品的 AFM₁ 污染一直是一个重要的食品安全问题,全球范围内进行了大量调查,不同地区、不同年份的污染情况差别很大,从低于 10⁻² μg/kg 到几个 μg/kg 不等^[9]。目前对母乳 AFM₁ 污染状况的研究相对还比较有限,涉及的地区以非洲国家为主,如埃及、尼日利亚、塞拉利昂等,意大利、巴西、泰国、阿拉伯联合酋长国等也有相关报道,多数报道对污染状况进行了横断面调查,某些研究还探讨了影响母乳 AFM₁ 的因素。

2.1 污染程度

与一般食品中黄曲霉毒素的污染状况相似,母乳 AFM₁ 也呈现明显的地域差异,气候湿热地区污染比较重,如非洲地区,而气候温和的地区如欧洲地区,污染则比较轻。

2.1.1 非洲 多数研究表明非洲地区母乳中 AFM₁ 的污染较为严重。54 份津巴布韦农村地区的母乳样品中有 6 份检出 AFM₁, 浓度达到 50 ng/kg^[11]。Polychronaki 等^[10]在埃及采集了 388 份母乳,36.1% 的样品检出 AFM₁, 中位数为 13.5 ng/L。另一项在埃及的研究,50 名妇女提供了母乳,48.0% 的样品检出 AFM₁, 平均浓度为 1.9 μg/L^[3]。尼日利亚的一项研究发现了 AFM₁ 高达 4 μg/L 的母乳样品^[11]。塞拉利昂 113 份母乳样品中,89.4% 检出黄曲霉毒素^[12]。99 份苏丹母乳样品,26 份检出 AFM₁, 阳性率 26.3%^[13]。

2.1.2 亚洲 亚洲地区的阿拉伯联合酋长国和泰国开展了相关研究,这些地区母乳中的 AFM₁ 污染率和污染浓度都非常高,尤其是阿拉伯联合酋长国的两项研究结果显示,母乳 AFM₁ 污染相当严重。其中一项研究中,阿布扎比 445 份妇女提供了母乳样品,99.5% 的样品检出 AFM₁, 浓度 0.002 ~ 3.000 μg/L^[14];另一项研究,从 1999 年 1 月至 2000 年 12 月期间,共收集了 140 份母乳,92.0% 检出 AFM₁^[8]。泰国的一项研究,测定了 11 份样品,有 5

份阳性,阳性率 45.5%,浓度为 0.039 ~ 1.736 $\mu\text{g}/\text{kg}$,中位数为 0.664 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ^[5]。Sadeghi 等^[15]在伊朗德黑兰进行了母乳 AFM₁ 污染调查,2006年5月至9月期间,采集了160份母乳,只有3份样品未检出 AFM₁,阳性率达 98.1%,阳性样品浓度为 0.0003 ~ 0.0267 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。

2.1.3 其他地区 相比非洲及亚洲部分地区的情况,欧洲、澳大利亚等地区的研究结果显示,这些地区的污染情况比较轻。2006年,Galvano 等^[2]从意大利采集了82份母乳,5%检出 AFM₁,浓度为 7 ~ 140 ng/L,平均浓度为 55.35 ng/L。另一项在意大利北部的研究中23名妇女提供了母乳样品,其中只有1份检出黄曲霉毒素,所含 AFB₁ 和 AFM₁ 分别为 11.4和 194 ng/L^[6]。42份法国妇女的母乳样品,均未检出 AFM₁^[11]。El-nezami 等^[5]在澳大利亚采集73份样品,其中有11份检出 AFM₁,浓度为 0.028 ~ 1.031 $\mu\text{g}/\text{kg}$,中位数为 0.071 $\mu\text{g}/\text{kg}$,对巴西北部地区的50份母乳进行 AFM₁ 测定,发现只有1份阳性样品,浓度为 20 ng/L^[4]。

食品中黄曲霉毒素污染受气候条件的影响,母乳中的 AFM₁ 反映膳食中的 AFB₁ 污染,因此,母乳 AFM₁ 污染应该和食品黄曲霉毒素污染呈现基本一致的规律,即食品黄曲霉毒素污染重的地区,母乳 AFM₁ 污染也较重,研究结果证实了这一点。非洲及亚洲南部地区气候条件适合黄曲霉毒素的产生,黄曲霉毒素污染较严重,因此这些地区母乳 AFM₁ 的污染率及污染水平都较高。与上述污染较重的地区相比,欧洲地区的母乳 AFM₁ 污染相对轻微得多,对该地区的研究显示污染率在 5%以下,而澳洲的污染情况则略高于欧洲。当然上面提到的数据只是涉及较小范围的地区,要更全面地了解母乳 AFM₁ 的污染状况,还要开展更为广泛的研究。

2.2 影响因素

研究者对影响母乳中 AFM₁ 的因素进行了探讨,主要包括膳食状况、社会经济状况、人口学资料以及与哺乳相关的其他情况等。在报道的相关研究中,Polychronaki 等^[7, 10]在埃及开展的研究最为典型。首先,在2003年5月至9月期间,对388名哺乳期妇女进行了母乳 AFM₁ 污染调查,结果表明,36.1%的样品为阳性。统计分析发现,失业 ($P = 0.018$, $OR = 2.87$)、肥胖 ($P = 0.004$, $OR = 3.01$)、玉米油摄入量 ($P = 0.002$, $OR = 2.21$)、多个子女 ($P = 0.025$, $OR = 1.99$)以及哺乳早期 (<1月, $P = 0.028$, $OR = 3.57$)与 AFM₁ 的检出有关。从上述研究对象中选取50名 AFM₁ 阳性妇女,进行了为期1年的随访,共采得443份母乳样

品。56%检出 AFM₁,夏季检出率和检出浓度高于其他季节,其中6月份检出率最高,7月份浓度最高。Logistic回归分析了影响 AFM₁ 是否检出的因素,分析的因素包括母亲的年龄、工作情况、子女数、采集母乳的时间(月份)、授乳期(月数),还考虑了采集母乳前一周母亲的膳食情况,包括玉米油、棉籽油和花生。模型中,影响 AFM₁ 是否检出的因素有母乳采集时间 ($P < 0.001$)、授乳期 ($P = 0.0035$)和花生消费量 ($P = 0.06$)。夏季(5-9月)AFM₁ 检出风险最高,6月的 OR 为 63,冬季(12月-次年2月)最低,12月的 OR 为 1.59,2月为 0.51。授乳期延长,AFM₁ 检出风险增加,每增加1个月,增加8%的风险 ($OR = 1.08$)。采样前1个月的花生消费量增加,母乳 AFM₁ 检出风险也增加 ($OR = 1.69$)。

此外,还有几项研究涉及母乳中 AFM₁ 的影响因素。在伊朗开展的母乳 AFM₁ 研究,Logistic回归分析发现,母乳 AFM₁ 与母亲怀孕年龄、受教育程度以及婴儿年龄、性别、临床状况等情况无关,与谷物摄入量显著性相关。Galvano^[2]等试图研究母亲膳食与成熟乳 AFM₁ 的关系,每位被访者完成1份问卷,问卷主要针对可能含有 AFB₁ 的食品的食用习惯,包括玉米、大米、花生、豆类等,并根据食用频率将受试者分为一般食用者和经常食用者。但由于母乳污染率很低,无法进行统计学处理,因此没有得出不同膳食习惯对母乳 AFM₁ 的影响。在阿拉伯联合酋长国开展的另一项研究中,单变量和多变量分析都没有发现母乳 AFM₁ 与怀孕年龄、婴儿年龄、性别以及临床状况有显著性相关关系^[8]。对99名苏丹妇女进行母乳研究后发现,母乳中的黄曲霉毒素与泌乳期、婴儿营养状况、母血中的黄曲霉毒素、婴儿血液或尿液中的黄曲霉毒素没有相关关系^[13]。

上述研究结果提示,在涉及的众多因素中,膳食很可能是影响母乳 AFM₁ 水平的重要因素,但由于研究的数量还比较有限,要明确此问题以及确定其他可能的影响因素,还需开展更多的研究工作。

2.3 其他黄曲霉毒素

据报道母乳中除检出 AFM₁ 外,还可能检出其他黄曲霉毒素,冈比亚5名妇女中,3人乳汁中检出 AFG₁^[16],Polychronaki 等^[7]发现母乳中 AFB₁、AFB₂ 和 AFG₂ 检出率都很低,在2%左右,AFG₁ 检出率稍高,为6.8%,且多数 AFG₁ 阳性样品 AFM₁ 也呈阳性。苏丹99名妇女的母乳,有13份同时检出 AFM₁ 和 AFM₂,11份只检出 AFM₂^[13]。意大利一项研究发现,1份 AFM₁ 阳性样品中同时含有 AFB₁,浓度分别为 194和 11.4 ng/L^[6],AFM₁ 浓度是 AFB₁ 浓度

的 17 倍。

这些研究结果说明, AFM_1 是母乳中最重要的黄曲霉毒素, 母乳中同时还可能含有其他黄曲霉毒素, 需要对其他黄曲霉毒素的污染情况进行进一步研究, 尤其是毒性最强的 AFB_1 。

3 健康影响

黄曲霉毒素是毒性很强的物质, 人体的暴露可能发生在从胚胎期开始的整个生命过程。研究发现, 在某些地区, 出生前后长期黄曲霉毒素暴露可能是生长迟缓和肝细胞癌早发的一个贡献因素^[7]。 AFM_1 虽然是 AFB_1 的解毒代谢产物, 但并不是完全没有活性, 而是还具有相当的毒性, 并且在动物实验中发现其有致癌性^[5]。生命早期的黄曲霉毒素暴露主要有几种途径, 在胎儿期通过母体暴露于黄曲霉毒素, 出生后的前几个月内主要通过母乳或婴儿配方乳暴露于 AFM_1 , 添加辅食后, 膳食结构逐渐多样化, 除了奶类, 还通过多种食物暴露于黄曲霉毒素。可见母乳是生命早期黄曲霉毒素暴露的重要途径, 因此研究婴儿的母乳 AFM_1 暴露对于研究生命早期黄曲霉毒素暴露具有重要意义。目前对于婴幼儿母乳 AFM_1 暴露的研究还很有限, 为了有助于理解母乳 AFM_1 暴露的危害, 现将有关生命早期黄曲霉毒素暴露危害的研究进行介绍, 根据主要暴露途径将上述 3 个阶段的暴露依次称为母体暴露、母乳暴露和膳食暴露。

3.1 母体暴露

有关胎儿通过母体暴露于黄曲霉毒素的研究, 多数以孕妇血清或脐带血清黄曲霉毒素或其蛋白加合物作为暴露指标, 以出生体重、身高或其增长值作为效应指标。在冈比亚开展的一项研究, 对宫内黄曲霉毒素暴露与婴儿 1 岁内生长状况的关系进行了探讨。测量了 138 名母亲孕期血液、脐带血及婴儿 16 周血液的黄曲霉毒素白蛋白加合物 (AF-alb) 含量, 记录婴儿出生体重和身高, 并在 1 岁以内每月测量 1 次。母亲、脐带及婴儿血中 AF-alb 浓度的几何均数分别为 40.4、10.1、8.7 pg/mg。母亲血液 AF-alb 与婴儿体重 ($P = 0.012$) 和身高 ($P = 0.044$) 增长具有显著性相关关系, 高暴露者增长慢。母亲血液 AF-alb 从 110 pg/mg 降至 10 pg/mg, 婴儿第 1 年的身高和体重增长将分别增加 2 cm 和 0.8 kg^[17]。Vries 等^[18] 对肯尼亚的 125 名孕妇进行血液黄曲霉毒素检测, 阳性率 53%, 比较了阳性组和阴性组婴儿的出生体重, 结果发现, 阳性组女婴出生体重比阴性组低 225 g ($P < 0.05$)。在阿拉伯联合酋长国的研究发现, 脐带血黄曲霉毒素水平与婴儿出生体重

之间呈负相关 ($P < 0.01$)^[19]。

3.2 母乳暴露

对于母乳 AFM_1 对婴儿健康危害的研究还比较有限, 现有的几项研究结果也不尽一致, 但有两项研究结果提示, 母乳 AFM_1 可能抑制婴儿生长。一项在伊朗大不里士 (Tabriz) 开展的研究, 以 182 对纯母乳喂养 3 - 4 月的母婴为研究对象, 发现母乳 AFM_1 污染与婴儿的年龄别身高有关, 而没有发现与年龄别体重有关^[20]。另一项在伊朗德黑兰开展的研究发现, 母乳 AFM_1 与婴儿的出生身高有关^[15]。此外, 在埃及开展了一项针对母乳 AFM_1 对婴儿肝肾功能影响的研究。研究中选择了 50 名妇女及其婴儿作为研究对象, 所有婴儿接受纯母乳喂养至少 4 个月。对母婴进行了细致的临床及实验室检查, 并着重针对于血清胆红素、白蛋白、转氨酶、尿素和肌酐, 还进行了新鲜尿样、微球蛋白和微量白蛋白尿检测。按照黄曲霉毒素的检出与否分组和按照黄曲霉毒素检出浓度的高低分组, 两组的肝肾功能状态差异没有统计学意义^[3]。

3.3 膳食暴露

对婴幼儿及儿童黄曲霉毒素暴露危害的研究发现, 黄曲霉毒素暴露可能与生长迟缓有关。Gong 等^[21] 开展了一项纵向研究, 主要研究黄曲霉毒素暴露对断乳后幼儿及儿童成长的影响。以 200 名 16 - 37 月龄幼儿及儿童作为研究对象, 以血清黄曲霉毒素白蛋白加合物为黄曲霉毒素暴露标志物, 进行了人体参数测量, 结果发现, 经年龄、性别、纳入时的身高、社会经济状况、生长地以及断乳情况校正后, 黄曲霉毒素暴露与 8 个月的随访期中身高的增长值呈负相关 ($P < 0.0001$), 黄曲霉毒素暴露的最高四分位数组的身高增长比最低四分位数组少 1.7 cm。在贝宁和多哥开展的一项研究中, 479 名婴幼儿及儿童 (9 月龄至 5 岁), 生长迟缓及低体重者血液 AF-alb 水平比其他高 30% ~ 40%^[22]。

有关黄曲霉毒素暴露与儿童免疫功能的研究发现, 黄曲霉毒素暴露能显著降低唾液分泌性 IgA 的量 ($P < 0.0001$)^[23], 对细胞免疫功能产生显著的抑制作用^[24]。另外, 在埃及开展的一项研究发现, 恶性营养不良婴儿血清黄曲霉毒素检出率 (80%) 高于消瘦性营养不良婴儿 (46.7%)^[25]。一项关于儿童智力的研究发现, 食用大量的玉米、大米、花生和牛奶与智力迟钝具有显著的相关关系^[26]。

有关黄曲霉毒素暴露对健康的危害, 已经开展了大量研究, 但生命早期黄曲霉毒素暴露对婴幼儿生长发育的危害以及对成年后患某些疾病的风险有何影响, 目前仍不清楚, 还需进一步深入研究, 而前

瞻性队列研究对了解黄曲霉毒素暴露的危害尤为重要。

参考文献

- [1] WLD C P, PDNNEAU F A, MONTESANO R, et al. Aflatoxin detected in human breastmilk by immunoassay [J]. *Int J Cancer*, 1987, 40(3): 328-333.
- [2] GALVANO F, PIETRIA, BERTUZZI T, et al. Maternal dietary habits and mycotoxin occurrence in human mature milk [J]. *Mol Nutr Food Res*, 2008, 52(4): 496-501.
- [3] HASSAN A M, SHEASHAA H A, ABDEL FATAH M F, et al. Does aflatoxin as an environmental mycotoxin adversely affect the renal and hepatic functions of Egyptian lactating mothers and their infants? A preliminary report [J]. *Int Urol Nephrol*, 2006, 38(2): 339-342.
- [4] NAVAS S A, SAB NO M, RODRIGUEZ-AMAYA D B. Aflatoxin M₁ and ochratoxin A in a human milk bank in the city of Sao Paulo, Brazil [J]. *Food Addit Contam*, 2005, 22(5): 457-462.
- [5] EL-NEZAM I H S, N COLETTI G, NEAL G E, et al. Aflatoxin M₁ in human breast milk samples from Victoria, Australia and Thailand [J]. *Food Chem Toxicol*, 1995, 33(3): 173-179.
- [6] TURCONI G, GUARCELLO M, LVIERIC, et al. Evaluation of xenobiotics in human milk and ingestion by the newborn—an epidemiological survey in Lombardy (Northern Italy) [J]. *Eur J Nutr*, 2004, 43(4): 191-197.
- [7] POLYCHRONAKIN, WEST R M, TURNER P C, et al. A longitudinal assessment of aflatoxin M₁ excretion in breast milk of selected Egyptian mothers [J]. *Food Chem Toxicol*, 2007, 45(7): 1210-1215.
- [8] ABDULRAZZAQ Y M, OSMAN N, YOUSIF Z M, et al. Aflatoxin M₁ in breast-milk of UAE women [J]. *Ann Trop Paediatr*, 2003, 23(3): 173-179.
- [9] JECFA. Food additives series 47 aflatoxin M₁ [EB/OL]. [2009-04-01]. <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v47je02.htm>.
- [10] POLYCHRONAKIN, TURNER P C, MYKKANEN H, et al. Determinants of aflatoxin M₁ in breast milk in a selected group of Egyptian mothers [J]. *Food Addit Contam*, 2006, 23(7): 700-708.
- [11] ATANDA O, OGUNTUBO A, ADEJUMO O, et al. Aflatoxin M₁ contamination of milk and ice cream in Abeokuta and Odeda local governments of Ogun State [J]. *Nigeria Chemosphere*, 2007, 68(8): 1455-1458.
- [12] JONSYN F E, MAXWELL S M, HENDRICKSE R G. Ochratoxin A and aflatoxins in breast milk samples from Sierra Leone [J]. *Mycopathologia*, 1995, 131(2): 121-126.
- [13] COULTER J B, LAMPLUGH S M, SULMAN G I, et al. Aflatoxins in human breast milk [J]. *Ann Trop Paediatr*, 1984, 4(2): 61-66.
- [14] SAAD A M, ABDELGADIR A M, MOSS M O. Exposure of infants to aflatoxin M₁ from mothers' breast milk in Abu Dhabi, UAE [J]. *Food Addit Contam*, 1995, 12(2): 255-261.
- [15] SADEGHIN, OVEISIM R, JANNAT B, et al. Incidence of aflatoxin M₁ in human breast milk in Tehran, Iran [J]. *Food Control*, 2009, 20: 75-78.
- [16] ZARBA, WLD C P, HALL A J, et al. Aflatoxin M₁ in human breast milk from the Gambia, west Africa, quantified by combined monoclonal antibody immunoaffinity chromatography and HPLC [J]. *Carcinogenesis*, 1992, 13(5): 891-894.
- [17] TURNER P C, COLLINSON A C, CHEUNG Y B, et al. Aflatoxin exposure in utero causes growth faltering in Gambian infants [J]. *Int J Epidemiol*, 2007, 36(5): 1119-1125.
- [18] de VRIES H R, MAXWELL S M, HENDRICKSE R G. Foetal and neonatal exposure to aflatoxins [J]. *Acta Paediatr Scand*, 1989, 78(3): 373-378.
- [19] ABDULRAZZAQ Y M, OSMAN N, BRAHMA. Fetal exposure to aflatoxins in the United Arab Emirates [J]. *Ann Trop Paediatr*, 2002, 22(1): 3-9.
- [20] MAHDAVIR, NIKNAZ L, AREFHOSSENI S R, et al. Determination of aflatoxin M₁ in breast milk samples in Tabriz-Iran [J]. *Matern Child Health J*, Dec 18 2008.
- [21] GONG Y, HOUNSA A, EGAL S, et al. Postweaning exposure to aflatoxin results in impaired child growth: a longitudinal study in Benin, West Africa [J]. *Environ Health Perspect*, 2004, 112(13): 1334-1338.
- [22] GONG Y Y, EGAL S, HOUNSA A, et al. Determinants of aflatoxin exposure in young children from Benin and Togo, West Africa: the critical role of weaning [J]. *Int J Epidemiol*, 2003, 32(4): 556-562.
- [23] TURNER P C, MOORE S E, HALL A J, et al. Modification of immune function through exposure to dietary aflatoxin in Gambian children [J]. *Environ Health Perspect*, 2003, 111(2): 217-220.
- [24] WILLIAMS J H, PHILLIPS T D, JOLLY P E, et al. Human aflatoxicosis in developing countries: a review of toxicology, exposure, potential health consequences, and interventions [J]. *Am J Clin Nutr*, 2004, 80(5): 1106-1122.
- [25] HATEM N L, HASSAB H M, ABD AL-RAHMAN E M. Prevalence of aflatoxins in blood and urine of Egyptian infants with protein-energy malnutrition [J]. *Food Nutr Bull*, 2005, 26(1): 49-56.
- [26] CASTER W O, BURTON T A, RVN T R, et al. Dietary aflatoxins, intelligence and school performance in southern Georgia [J]. *Int J Vitam Nutr Res*, 1986, 56(3): 291-295.