

药(毒)物对尸食性蝇类生长发育影响的研究进展

吕 宙¹, 李学博^{1,2}, 莫耀南^{1,*}

(1. 河南科技大学法医学院, 河南洛阳 471003; 2. 沂南县公安局, 山东沂南 276300)

摘要: 药(毒)物对尸食性蝇类生长发育影响是法医昆虫毒理学领域里一个十分重要的研究方向, 其研究结果可对与药(毒)物相关死亡案件的死亡时间作出修正。随着近年来全球毒品及药物滥用情况的日趋严重, 其所导致的死亡案件也越来越多。这类案件常常需要应用尸食性蝇类生长发育历期来推算死后经历时间 (postmortem interval, PMI)。为了阐明该领域的研究进展以及未来研究的焦点和难点, 本文在阐述法医昆虫毒理学概念和特点的基础上, 按照不同的药(毒)物分类, 对近年来药(毒)物对尸食性蝇类生长发育影响在国内外的研究进展进行了综述。研究表明, 某些药(毒)物对尸食性蝇类生长发育具有一定的影响, 且这种影响存在种属差异。目前, 该领域的研究尚限于宏观现象观察阶段, 其研究范围在不断拓宽, 既有的研究也在进一步深化, 但还有许多问题有待进一步探讨。

关键词: 法医昆虫学; 法医昆虫毒理学; 药物滥用; 尸食性蝇类; 死后经历时间

中图分类号: Q965.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 0454-6296(2010)04-0464-06

Research advances in the effects of drugs and poisons on the growth and development of necrophagous flies

LÜ Zhou¹, LI Xue-Bo^{1,2}, MO Yao-Nan^{1,*} (1. Department of Forensic Medicine, Henan University of Science and Technology, Luoyang, Henan 471003, China; 2. Public Security Bureau of Yinan County, Yinan, Shandong 276300, China)

Abstract: The effects of drugs and poisons on the growth and development of necrophagous flies is an important research direction in the field of forensic entomotoxicology. The results of these researches can correct the time of death in cases associated with drugs and poisons. With the global abuse of drugs in recent years increasing, death caused by drugs and poisons becomes more frequent. It often requires application of necrophagous flies to estimate the postmortem interval (PMI) in such cases. In order to illustrate the research advances, future focuses and difficulties of this field, this paper defined and characterized forensic entomotoxicology, and then reviewed the international research progress in recent years according to different drug and poison classification. These studies indicate that some drugs and poisons have a certain impact on the growth and development of necrophagous flies, and this impact has differences among species. At present, the research of this field is still at the stage of macro-observation. This research field is continually widening, and the existing researches are deepening. However, there are many more issues which need to be further studied and discussed.

Key words: Forensic entomology; forensic entomotoxicology; drug abuse; necrophagous flies; postmortem interval

20 世纪 80 年代以来, 法医昆虫学得到了迅速发展, 国内外许多学者对此进行了大量相关研究, 其中相当一部分研究集中于法医昆虫毒理学 (forensic entomotoxicology) 方面。以与死亡相关的昆虫作为毒理学材料有两大优点: ①当传统的毒理学材料如血液、尿液和固体器官等无法取得时, 以

尸体为食的昆虫如蝇蛆、甲虫及其蛹等仍可能在相当长的时间内存在; ②以昆虫作为检材, 在药物分析中不会受到尸体分解产物如尸碱等的干扰 (胡萃, 2000), 例如以蝇类幼虫提取物进行色谱分析时, 其内源性色谱峰比以组织器官为检材少 (Goff *et al.*, 1997)。法医昆虫毒理学诞生后, 其最早的

作者简介: 吕宙, 男, 1984 年生, 湖北武汉人, 硕士研究生, 主要从事法医病理学研究, Tel.: 15037960295; E-mail: st.michael@qq.com

* 通讯作者 Corresponding author, Tel.: 13703882728; E-mail: forensic@mail.haust.edu.cn

收稿日期 Received: 2009-10-29; 接受日期 Accepted: 2010-02-24

研究重点并非药(毒)物对尸食性蝇类生长发育影响,而是药(毒)物在昆虫体内的测定。随着近年来全球毒品的泛滥,其所导致的死亡案件也越来越多(朱玉等,2006; Hadidi *et al.*, 2009)。由于这类死亡案件往往在死后几天才被人发现,尸体可能已经腐烂,因此常常需要应用尸食性蝇类的生长发育历期来推算死后经历时间(postmortem interval, PMI)。在药(毒)物对蝇类生长发育有影响这一现象被发现之前,法医昆虫学者对不同环境温湿度下蝇类的生长发育情况已经做了大量的基础性研究(Goff and Odom, 1987; Goff and Flynn, 1991; Catts and Goff, 1992)。这些研究表明,在一定的气候条件下,蝇蛆的生长速度是有规律的。然而在法医学实践中发现,当组织中含有某些药(毒)物的时候,在其上取食的蝇蛆生长速度和发育历期会受到影响。为了阐明药(毒)物对尸食性蝇类生长发育影响以及未来该领域研究的焦点和难点,本文在阐述法医昆虫毒理学概念和特点的基础上,按照不同的药(毒)物分类,对近年来药(毒)物对尸食性蝇类生长发育影响在国内外的研究进展进行综述。

1 毒品对尸食性蝇类生长发育影响

1.1 毒品对尸食性蝇类生长发育影响早期研究

最早研究毒品对尸食性蝇类生长发育影响的是 Goff 等(1989)。他们以家兔为材料,对取食含有可卡因及其代谢产物苯甲酰爱康宁(benzoylcegonine, BZE)组织的棕尾别麻蝇 *Bottcherisca peregrine* 生长发育进行了初步研究。他们用心脏穿刺法分别给予3组家兔0.5倍最小致死量、1倍最小致死量和2倍最小致死量的可卡因,并在22~24℃室温下对棕尾别麻蝇幼虫的生长发育进行了跟踪观察。观察结果表明,产卵后30~70 h间,取食含有可卡因及BZE组织的棕尾别麻蝇幼虫生长速度显示加快,且生长发育速度从对照组到35 mg实验组、69 mg实验组、137 mg实验组依次递增。实验结果表明,实验组棕尾别麻蝇成蛹和羽化的时间相对缩短了,在推算腐败尸体死亡时间时需要将其提前24 h。

取食含有可卡因组织能加快蝇蛆的生长发育,这在 Lord(1990)报道的一个相关案例中得到了初步证实。此案例报道称,在一具年轻女尸鼻腔内发现一头长达17.7 mm的蝇蛆,根据现场采集的蝇蛆种属鉴定结果推算此蝇蛆已生长约3周,但死者

实际死亡时间并未达到3周。其经调查后发现死者有可卡因滥用史,另外有人证实死者在死前不久曾吸食可卡因。这一案例是对取食含有可卡因人体组织能促进蝇蛆生长发育的有力佐证。

除可卡因外,许多其他类别的毒品后来都被证实能对尸食性蝇类的生长发育产生影响,从而影响 PMI 的推断。

1.2 传统毒品对尸食性蝇类生长发育影响

目前,传统的鸦片类毒品对尸食性蝇类生长发育影响研究得最多。Goff 等(1991)采用与 Goff 等(1989)年实验类似的方法,对海洛因对棕尾别麻蝇生长发育的影响进行了研究。实验结果表明,海洛因显著地促进了棕尾别麻蝇幼虫的生长速度,但相应延长了其蛹期。海洛因对棕尾别麻蝇生长发育的这种影响,导致实际 PMI 提前了29 h,但是蛹期却较对照组延后了18~38 h。Bourel 等(1999)研究了最常见的鸦片类毒品吗啡对丝光绿蝇 *Lucilia sericata* 幼虫生长发育的影响。与 Goff 等(1991)的实验不同的是,该实验通过家兔耳缘静脉给药,并在幼虫培养方式上采用了一种新的实验模型,即将丝光绿蝇的卵置于家兔尸体的口、鼻、耳等自然开口处。这种实验模型更加接近现实中蝇类在尸体上产卵的情况。研究显示,吗啡会减慢丝光绿蝇幼虫的生长发育速度,从而使实际 PMI 较理论值延长了24 h。对于该实验结果与 Goff 等(1991)关于海洛因对棕尾别麻蝇生长发育影响的研究结果不一致, Bourel 等(1999)认为,这可能是丽蝇科与麻蝇科对同类药物存在种属差异造成的。田洁等(2004)研究了吗啡对大头金蝇 *Chrysomya megacephala* 生长发育的影响。该实验应用了与 Bourel 等(1999)实验相类似的给药方法,但将各组家兔处死后分成了肌肉饲养和肝脏饲养两组。结果显示,高浓度吗啡实验组大头金蝇幼虫体长显著大于低浓度实验组和对照组,且幼虫最大体长随吗啡浓度的增高而增加。这种影响使以幼虫体长为依据推断 PMI 时,肌肉饲养组 PMI 推断值与对照组可相差14 h,而肝脏饲养组 PMI 推断值则相差达18 h。该实验结果证实了上述 Bourel 等(1999)认为丽蝇科与麻蝇科对同种药物存在种属差异的推断。赵文爱等(2005)结合发育积温(accumulated degree hour, ADH),在 Bourel 等(1999)研究的基础上进一步研究了吗啡对丝光绿蝇生长发育的影响。其结果显示,吗啡对取食期幼虫生长速度影响不明显,但实验组幼虫的离食期较对照组缩短了

24 ~ 48 h, 积温减少了 672 ~ 1 344 ADH; 实验组蛹期较对照组缩短了 12 ~ 24 h, 积温减少了 336 ~ 672 ADH。吗啡这种对丝光绿蝇生长发育的促进作用可导致以幼虫或蛹为依据的 PMI 推断最大偏差达 80 h 左右。对于该实验结果与 Bourel 等(1999)的研究结论相悖是因昆虫的地域性还是药物剂量所导致, 他们认为这有待进一步研究。Kharbouche 等(2008)以止咳药中常含有的鸦片类药物可待因为实验药物, 研究了其对丝光绿蝇生长发育的影响。该实验结果显示, 可待因对丝光绿蝇幼虫生长发育的影响显示出一种“全或无”的现象, 即高浓度可待因实验组丝光绿蝇幼虫生长速度显著大于对照组, 而低浓度实验组与对照组间没有明显差异。另外, 实验组与对照组蛹期并没有显著差异。他们认为该实验结果与 Goff 等(1991)的研究不一致, 是因为同一物种对结构近似的不同药物也存在不同的反应。George 等(2009)研究了吗啡对一种澳大利亚和新西兰特有的尸食性蝇类幽暗丽蝇 *Calliphora stygia* 生长发育的影响。该实验不但观察幽暗丽蝇幼虫生长发育的指标, 还观察了成虫的肋脉和胫骨发育情况。实验结果表明, 3 种不同浓度吗啡处理组的幼虫生长发育速度、蛹期时间及成虫发育情况与对照组之间没有统计学差异。他们认为, 对于含有不同浓度吗啡的尸体, 利用幽暗丽蝇的发育历期来推断 PMI 是一种可靠的办法。

1.3 新型毒品对尸食性蝇类生长发育影响

近年来, 传统毒品逐渐被一些隐蔽性较强的新型毒品如冰毒、摇头丸等所替代, 而吸食这类毒品死亡的人数也逐年上升。Goff 等研究了苯丙胺类毒品甲基苯丙胺(methamphetamine, MA, 俗称冰毒)(Goff *et al.*, 1992)和 3, 4-亚甲基二氧基甲基苯丙胺(3,4-methylenedioxy-methamphetamine, MDMA, 摇头丸主要成分)(Goff *et al.*, 1997)对另一种夏威夷常见的尸食性蝇类绯角亚麻蝇 *Parasarcophaga ruficornis* 生长发育的影响。该实验方法同前两次实验相类似, 只是给药方式改为耳缘静脉注射。实验结果表明, MA 和 MDMA 均能使绯角亚麻蝇幼虫生长速度显著加快。但前者可增长绯角亚麻蝇的蛹期, 而后者对蛹期长短没有显著影响。另外, 高浓度 MDMA 使幼虫最大体长较低浓度实验组和对照组均有增长, 幼虫存活率也有显著提高。取食含有 MA 的组织导致了以绯角亚麻蝇生长发育为依据推断出的 PMI 与实际值最大相差达 48 h。Goff 等(1994)还研究了致幻剂类毒品苯环利定

(phencyclidine, PCP, 俗称“天使尘”)对绯角亚麻蝇生长发育的影响。实验结果显示, PCP 对绯角亚麻蝇幼虫的生长速度和最大体长无显著影响, 但会使 3 龄幼虫的离食期缩短, 并相应地延长蛹期时间。以上研究结果提示, 新型毒品虽然在药理作用及成瘾性上不同于传统毒品, 但也会影响与之相关的死亡案件的 PMI 推断。

2 医用合成药物对尸食性蝇类生长发育影响

2.1 成瘾性医用合成药物对尸食性蝇类生长发育影响

除毒品外, 一些成瘾性的医用合成药物滥用情况也日趋严重, 由于自杀或服药过量而死亡的案例屡见不鲜。因其场所较隐蔽, 这类死亡案件同吸毒死亡者一样难以用传统的法医病理学方法来推断较准确的 PMI。因此, 在研究毒品对尸食性蝇类生长发育影响的基础上, 医用合成药物对尸食性蝇类生长发育影响成为了本领域一个新的研究热点。

在自杀案件中, 自杀者通常选用一些对中枢神经系统有抑制作用的药物如三环类、苯二氮卓类等。Goff 等(1993)首先研究了夏威夷自杀案件中常见的三环类药物阿米替林(amitriptyline, AMT)对绯角亚麻蝇生长发育的影响。其结果显示, AMT 对绯角亚麻蝇幼虫的生长速度和最大体长均无显著影响, 但显著地延长了绯角亚麻蝇幼虫期及蛹期历期, 且极大地增加了幼虫的死亡率。这种影响导致实际 PMI 延后达 77 h。Carvalho 等(2001)以另一种自杀案件中常见的苯二氮卓类药物安定为实验药物, 研究了其对尸食性蝇类白头裸金蝇 *Chrysomya albiceps* 和蛆症金蝇 *C. putoria* 生长发育的影响。其结果显示, 安定显著地提高了两种金蝇幼虫的生长速度, 并相应地延长了蛹期和成虫存活时间。这种生长发育速度的改变对 PMI 的推断有较大的影响。Pien 等(2004)在 Carvalho 等(2001)的研究基础上又研究了去甲安定对欧美最常见的尸食性蝇类红头丽蝇 *Calliphora vicina* 生长发育的影响。研究显示, 去甲安定及其代谢产物去甲羟安定对红头丽蝇生长发育没有明显影响。戴军(2005)研究了安定对丝光绿蝇生长发育的影响。结果表明, 在一定的剂量范围内, 安定可使丝光绿蝇幼虫生长速度加快。但随着剂量的增加, 幼虫到达最大体长和最大体重的时间延长。在 28℃ 条件下, 安定明显缩短了 2 龄

幼虫时间和化蛹时间。另外,安定对蛹期时间长短及其羽化率没有显著影响。以上研究显示,同样是安定类药物,其对不同种属蝇类生长发育的影响也不同。这再一次证实了 Bourel 等(1999)的推断。

2.2 非成瘾性医用合成药物对尸食性蝇类生长发育影响

目前,除了自杀或成瘾性药物使用过量,医疗过程中非成瘾性药物使用过量所导致的死亡也成为了法医昆虫毒理学的研究对象。Sherman 等(1995)研究了不同抗菌浓度的 7 种常用抗生素:氨苄青霉素、头孢唑啉、头孢唑肟、克林霉素、庆大霉素、美洛西林以及万古霉素对丝光绿蝇生长发育的影响。实验结果表明,高浓度的庆大霉素及头孢唑啉均显著地降低了丝光绿蝇幼虫存活率,而氨苄青霉素、头孢唑肟、克林霉素、美洛西林以及万古霉素对丝光绿蝇幼虫的存活率、成熟率和蛹重没有显著影响。Musvasva 等(2001)以鸡肝为培养基质研究了氢化可的松和美索比妥钠对麻蝇 *Sarcophaga (Curranella) tibialis* 生长发育的影响。实验结果显示,两种药物都显著地延长了毛胫麻蝇幼虫期,而美索比妥钠还缩短了蛹期时间。两种药物的浓度与幼虫期及蛹期时间长短之间没有显著联系,两种药物对毛胫麻蝇从产卵到羽化的总生长发育时间也没有显著影响。此结果提示,在这两种药物相关的死亡案件中,药物对 PMI 的推断无影响。他们认为这个发现可与其他药物对其他种属的尸食性蝇类生长发育影响进行对照。O'Brien 和 Turner(2004)以红头丽蝇为研究对象,研究了解热镇痛药对乙酰氨基酚(paracetamol, PCT)对其生长发育的影响。研究显示,PCT 仅在产卵后 2-4 d 对红头丽蝇的生长发育产生轻微影响,并使此期间的实际 PMI 较理论值提前了 12 h。Oliveira 等(2009)研究了解痉药丁溴东莨菪碱对大头金蝇生长发育的影响。其结果表明,丁溴东莨菪碱会减慢大头金蝇幼虫生长发育速度,且药物浓度越高,其生长发育速度受到的影响也越大。另外,丁溴东莨菪碱降低了幼虫的最大体重和最大体长,还改变了幼虫死亡率。

3 其他药(毒)物对尸食性蝇类生长发育影响

欧美发达国家自杀人群中服用催眠镇静类药物较多,而发展中国家则吞服农药者较多(甘窃和况利,2009)。Rumiza 等(2008)、Liu 等(2009)研究

了马拉硫磷对大头金蝇生长发育的影响。Rumiza 等(2008)的实验结果显示,在 $33 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 下,马拉硫磷极大地减慢了大头金蝇产卵后 6-30 h 幼虫的生长发育速度,但并不改变幼虫的最大体长和最大体重。这种改变使得以马拉硫磷处理组大头金蝇从产卵到羽化成熟的时间较对照组增加了 3 d。另外,马拉硫磷也极大地增加了大头金蝇幼虫的死亡率。Liu 等(2009)的实验与 Rumiza 等(2008)不同在于分别用马拉硫磷处理过的家兔肌肉和肝脏对大头金蝇进行了饲养。其结果显示,马拉硫磷减慢了大头金蝇幼虫生长发育速度,这与 Rumiza 等(2008)的实验结果相同。但是 Liu 等(2009)实验结果显示,在 25°C 下马拉硫磷使大头金蝇幼虫的最大体长有所减小,且使其幼虫期及蛹期均延长,这种影响使得推算出的 PMI 较真实值偏离了 28 h。

相较于自杀及药物使用过量导致的死亡案件,酒后猝死的数量则更高。鉴于这点,Tabor 等(2005)研究了乙醇对典型尸食性蝇类伏蝇 *Phormia regina* 生长发育的影响。与前人不同的是,他们选择了与人体型更加接近的家猪作为实验动物。其研究结果显示,乙醇显著地延长了伏蝇 3 龄幼虫离食期生长发育速度,使实际 PMI 较理论值延后了约 11.9 h。

4 结语与展望

20 世纪 90 年代以来,随着法医昆虫毒理学在解决实际案件中应用价值的提升,许多学者加入了药(毒)物对尸食性蝇类生长发育影响的研究行列。

药(毒)物对尸食性蝇类生长发育影响的研究范围在不断地拓宽,既有的研究也在进一步深化。但是,目前还有许多问题有待进一步探讨。首先,不同的药(毒)物,即使二者结构相似,其对同一种蝇类的影响也不同。随着新型毒品致死案件越来越多,必须进一步研究更多种类的药(毒)物尤其是新型毒品对尸食性蝇类生长发育影响;其次,同种药(毒)物对不同种属的蝇类生长发育的影响也不同,因此还需要对更多种类的常见尸食性蝇类进行深入研究;此外,有研究表明,在不同尸体材料上孳生的丝光绿蝇幼虫,其生长发育速度本身就存在一定的差异(王江峰等,1999;Clark *et al.*, 2006)。其他种属的尸食性蝇类是否存在这种与丝光绿蝇相类似差异,以及其所导致现有研究结果能否应用于司法实践中,还有待进一步论证。

值得一提的是,法医昆虫学本身具有一些难以解决的问题,而这些问题也是法医昆虫毒理学无法逃避的。其一,在大多数情况下,蝇类在死亡发生不久即可到达尸体,随后产下卵。但有些因素可以影响它们的侵袭,如黑夜、强降雨、相对封闭环境等(吕宙等,2010)。其二,尸食性昆虫的生长发育速率主要由环境温湿度决定,而药(毒)物对尸食性蝇类生长发育的影响则相对显得微不足道(王江峰等,2000)。其三,蝇蛆对尸体的侵袭改变了微气候,尸体温度会变得比环境更高一些。当蝇蛆成蛹后,尸体上的微气候环境会因蝇蛆新陈代谢的减少而再次发生改变。因此,当地气象站的气温记录仅仅只能作为尸体内部真实环境温度的粗略参考。其四,关于法医昆虫学以及法医昆虫毒理学的研究,目前仅限于宏观现象的观察,对于毒品或药物通过何种机制来影响昆虫的生长发育,国内外尚未见相关报道。研究表明,某些药(毒)物在人类和实验动物体内的代谢过程及代谢产物存在一定差异(Campobasso *et al.*, 2004; Tutka *et al.*, 2008)。另外,由于昆虫 P450 基因的动态表达能诱导其对药物产生耐药性(Bergé *et al.*, 1998; 邱星辉等, 2008),所以即便是同种昆虫,其对各种药毒物的代谢也存在种间及个体差异。因此不能将药(毒)物对蝇类生长发育的影响简单地归因为一种或几种受体、酶类或其他类型药物作用靶点的作用。对于这一复杂的作用机制,尚待今后分子水平的研究。

参 考 文 献 (References)

- Bergé JB, Feyereisen R, Amichot M, 1998. Cytochrome P450 monooxygenases and insecticide resistance in insects. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, 353(1376): 1701–1705.
- Bourel B, Hedouin V, Martin BL, Becart A, Tournel G, Deveaux M, Gosset D, 1999. Effects of morphine in decomposing bodies on the development of *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae). *J. Forensic Sci.*, 44(2): 354–358.
- Campobasso CP, Gherardi M, Caligara M, Sironi L, Introna F, 2004. Drug analysis in blowfly larvae and in human tissues: a comparative study. *Int. J. Legal Med.*, 118(4): 210–214.
- Carvalho LM, Linhares AX, Trigo JR, 2001. Determination of drug levels and the effect of diazepam on the growth of necrophagous flies of forensic importance in southeastern Brazil. *Forensic Sci. Int.*, 120: 140–144.
- Catts EP, Goff ML, 1992. Forensic entomology in criminal investigations. *Annu. Rev. Entomol.*, 37: 253–272.
- Clark K, Evans L, Wall R, 2006. Growth rates of the blowfly, *Lucilia sericata*, on different body tissues. *Forensic Sci. Int.*, 156: 145–149.
- Dai J, 2005. Effect of Diazepam on the Growth and Development of *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) and Its Forensic Importance. MSc Thesis, Hebei Medical University, Hebei. 1–4.
- [戴军, 2005. 安定对丝光绿蝇幼虫生长发育的影响及其法医学意义. 河北: 河北医科大学硕士学位论文. 1–4]
- Gan Y, Kuang L, 2009. The current situation of suicidal behavior in Eastern and Western countries. *Chongqing Medicine*, 38(7): 791–793. [甘竊, 况利, 2009. 东西方国家自杀行为的研究现状. 重庆医学, 38(7): 791–793]
- George KA, Archer MS, Green LM, Conlan XA, Too PT, 2009. Effect of morphine on the growth rate of *Calliphora stygia* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae) and possible implications for forensic entomology. *Forensic Sci. Int.*, 193: 21–25.
- Goff ML, Brown WA, Hewadikaram KA, Omori AI, 1991. Effect of heroin in decomposing tissues on the development rate of *Boettcherisca peregrina* (Diptera: Sarcophagidae) and implications of this effect on estimation of postmortem intervals using arthropod development patterns. *J. Forensic Sci.*, 36(2): 537–542.
- Goff ML, Brown WA, Omori AI, 1992. Preliminary observations of the effect of methamphetamine in decomposing tissues on the development rate of *Parasarcophaga ruficornis* (Diptera: Sarcophagidae) and implications of this effect on the estimations of postmortem intervals. *J. Forensic Sci.*, 37(3): 867–872.
- Goff ML, Brown WA, Omori AI, LaPointe DA, 1993. Preliminary observations of the effects of amitriptyline in decomposing tissues on the development of *Parasarcophaga ruficornis* (Diptera: Sarcophagidae) and implications of this effect to estimation of postmortem interval. *J. Forensic Sci.*, 38(2): 316–322.
- Goff ML, Brown WA, Omori AI, LaPointe DA, 1994. Preliminary observations of the effects of phencyclidine in decomposing tissues on the development of *Parasarcophaga ruficornis* (Diptera: Sarcophagidae). *J. Forensic Sci.*, 39(1): 123–128.
- Goff ML, Flynn MM, 1991. Determination of postmortem interval by arthropod succession: a case study from the Hawaiian Islands. *J. Forensic Sci.*, 36(2): 607–614.
- Goff ML, Miller ML, Paulson JD, Lord WD, Richards E, Omori AI, 1997. Effects of 3, 4-methylenedioxymethamphetamine in decomposing tissues on the development of *Parasarcophaga ruficornis* (Diptera: Sarcophagidae) and detection of the drug in postmortem blood, liver tissue, larvae, and puparia. *J. Forensic Sci.*, 42(2): 276–280.
- Goff ML, Odom CB, 1987. Forensic entomology in the Hawaiian Islands: Three case studies. *Am. J. Forensic Med. Pathol.*, 8(1): 45–50.
- Goff ML, Omori AL, Goodbrod JR, 1989. Effect of cocaine in tissue on the development rate of *Boettcherisca peregrina* (Diptera: Sarcophagidae). *J. Med. Entomol.*, 26(2): 91–93.
- Hadidi MS, Ibrahim MI, Abdallat IM, Hadidi KA, 2009. Current trends in drug abuse associated fatalities – Jordan, 2000–2004. *Forensic Sci. Int.*, 186: 44–47.
- Hu C, 2000. Forensic Entomology. Chongqing Press, Chongqing. 271.
- [胡萃, 2000. 法医昆虫学. 重庆: 重庆出版社. 271]

- Kharbouche H, Augsburg M, Cherix D, Sporkert F, Giroud C, Wyss C, Champod C, Mangin P, 2008. Codeine accumulation and elimination in larvae, pupae, and imago of the blowfly *Lucilia sericata* and effects on its development. *Int. J. Legal Med.*, 122(3): 205–211.
- Liu XS, Shi YW, Wang HY, Zhang RJ, 2009. Determination of Malathion levels and its effect on the development of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) in South China. *J. Forensic Sci.*, 192(1): 14–18.
- Lord WD, 1990. Case histories of the use of insects in investigations. In: Catts EP, Haskell NH eds. *Entomology and Death: A Procedure Guide*. Forensic Entomology Specialties, Joyce's Print Shop, Clemson SC. 9–37.
- Lv Z, Li XB, Liu J, Mo YN, 2010. Analysis of result deviation of estimation of postmortem interval of putrefied cadaver according to insect development duration with 3 case reports. *Chin. J. Forensic Med.*, 25(1): 51–52. [吕宙, 李学博, 刘军, 莫耀南, 2010. 根据昆虫发育历期推断腐败尸体死亡时间的偏差分析3例. 中国法医学杂志, 25(1): 51–52]
- Musvasva E, Williams KA, Muller WJ, Villet MH, 2001. Preliminary observations on the effects of hydrocortisone and sodium methohexital on development of *Sarcophaga (Curranella) tibialis* Macquart (Diptera: Sarcophagidae), and implications for estimating post mortem interval. *Forensic Sci. Int.*, 120: 37–41.
- O'Brien C, Turner B, 2004. Impact of paracetamol on *Calliphora vicina* larval development. *Int. J. Legal Med.*, 118(4): 188–189.
- Oliveira HG, Gomes G, Morlin JJ Jr, Von ZCJ, Linhares AX, 2009. The effect of Buscopan on the development of the blow fly *Chrysomya megacephala* (F.) (Diptera: Calliphoridae). *J. Forensic Sci.*, 54(1): 202–206.
- Pien K, Lalou PM, Pipeleers-Marichal M, Grootaert P, De Boeck G, Samyn N, Boonen T, Vits K, Wood M, 2004. Toxicological data and growth characteristics of single post-feeding larvae and puparia of *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) obtained from a controlled nordiazepam study. *Int. J. Legal Med.*, 118(4): 190–193.
- Qiu XH, Li M, He FQ, 2008. Evolutionary plasticity of cytochrome P450 mediated insecticide resistance. *Chinese Bulletin of Entomology*, 45(4): 660–622. [邱星辉, 李梅, 何凤琴, 2008. 细胞色素 P450 介导抗性的进化可塑性. 昆虫知识, 45(4): 660–622]
- Rumiza AR, Osman K, Mohd II, Raja MZ, Rogaya AH, 2008. Determination of malathion levels and the effect of malathion on the growth of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) in malathion-exposed rat carcass. *Trop. Biomed.*, 25(3): 184–190.
- Sherman RA, Wyle FA, Thrup PL, 1995. Effects of seven antibiotics on the growth and development of *Phaenicia sericata* (Diptera: Calliphoridae) larvae. *J. Med. Entomol.*, 32(5): 646–649.
- Tabor KL, Fell RD, Brewster CC, Pelzer K, Behonick GS, 2005. Effects of antemortem ingestion of ethanol on insect successional patterns and development of *Phormia regina* (Diptera: Calliphoridae). *J. Med. Entomol.*, 42(3): 481–489.
- Tian J, Zhang MY, He B, Li ZM, Wang BX, 2004. Effect of morphine in rabbit tissues on growth of *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae) and its implication for estimation of postmortem intervals. *Acta Entomol. Sin.*, 47(6): 715–718. [田洁, 张孟余, 何斌, 李泽民, 王伯霞, 2004. 盐酸吗啡对大头金蝇生长发育的影响及其对死者死亡时间推断的意义. 昆虫学报, 47(6): 715–718]
- Tutka P, Dempsey D, Jacob III P, Benowitz N, Kroetz D, 2008. Nicotine metabolism in pregnant and nonpregnant rabbits. *Nicotine and Tobacco Research*, 10(8): 1385–1390.
- Wang JF, Chen YC, Hu BJ, 2000. Forensic entomotoxicology. *Guangdong Gongan Keji*, (Suppl.): 210–230. [王江峰, 陈玉川, 胡丙杰, 2000. 法医昆虫毒物学. 广东公安科技, (增刊): 210–213]
- Wang JF, Hu C, Min JX, 1999. Comparison of growth rates of *Lucilia sericata* on different body tissues. *Acta Parasitol. Med. Entomol. Sin.*, 6(1): 52–57. [王江峰, 胡萃, 闵建雄, 1999. 不同尸体材料上蝇类滋生及丝光绿蝇 *Lucilia sericata* 生长发育比较. 寄生虫与医学昆虫学报, 6(1): 52–57]
- Zhao WA, Hu SA, Zhang MY, Feng XY, Wang BX, 2005. Effects of morphine on *Lucilia sericata* growth accumulated degree hour and deduction of decedent post-mortem interval. *Chinese Journal of Ecology*, 24(11): 1361–1364. [赵文爱, 胡圣爱, 张孟余, 冯小勇, 王伯霞, 2005. 吗啡对丝光绿蝇发育积温的改变与死者死亡时间推断的相关研究. 生态学杂志, 24(11): 1361–1364]
- Zhu Y, Yin L, Ruan YH, Hao C, Yao HM, Yang XG, Bian HZ, Chen KL, Liu L, Feng CY, Qin GM, Shao YM, 2006. A 3-year prospective cohort study on mortality among injecting drug users in Xichang County. *Chin. J. Nat. Med.*, 8(3): 170–174. [朱玉, 尹璐, 阮玉华, 郝春, 姚辉鸣, 杨学贵, 边会珍, 陈康林, 刘莉, 冯成玉, 秦光明, 邵一鸣, 2006. 四川省西昌市静脉吸毒人群3年随访的死亡情况分析. 中国自然医学杂志, 8(3): 170–174]

(责任编辑: 袁德成)