

三色迷彩油添加避蚊胺对白纹伊蚊驱避效果的实验室评价^{*}

余 静 邱 薇 叶锋平 周卫国 冯子良 范泉水^{**}

(成都军区疾病预防控制中心博士后工作站 昆明 650118)

摘 要 参照中华人民共和国国家标准 GB/T 17322.10 - 1998 和《军队特需药品研发勤务技术指导原则(试行)》规定的测试方法,测试了避蚊胺和水溶性二氧化钛处理迷彩油(CFP)对白纹伊蚊 *Aedes albopictus* 的驱避效果,为研发我军专用的防蚊虫迷彩油提供依据。结果表明:在 3 种颜色迷彩油中加入 DEET 后,不影响 DEET 的驱蚊效果;添加不同浓度 DEET 对蚊虫的驱避效果差异显著,20% DEET 和 25% DEET + 迷彩油对白纹伊蚊的平均防护时间均达到或超过 10 h,达到《军队特需药品研发勤务技术指导原则(试行)》规定的标准,15% DEET + 迷彩油平均防护时间不足 10 h,未达《军队特需药品研发勤务技术指导原则(试行)》规定的标准。研究表明:将适量 DEET 与迷彩油混合涂抹于皮肤可能作为演习或战时的伪装和防蚊的一种有效的综合保护措施。

关键词 DEET, 迷彩油, 白纹伊蚊, 驱避效果

The laboratory evaluation of repellent effect of camouflage face paint mixed with DEET to *Aedes albopictus*

YU Jing QIU Wei YE Feng-Ping ZHOU Wei-Guo FENG Zi-Liang FAN Quan-Shui^{**}

(Center for Disease Control and Prevention of Chengdu Command, Kunming 650118, China)

Abstract In accordance with the national standards of the People's Republic of China, GB/T 17322.10 - 1998, and the "supporting technology guideline of special pharmaceutical research and development for the People's Liberation Army" (hereafter 《the guideline》), we evaluated the effectiveness of a combination of the insect repellent N, N-diethyl-3-methylbenzamide (DEET) and camouflage face paint (CFP) in repelling mosquitoes in a laboratory. The results show that CFP mixed with DEET provided effective protection against mosquitoes. CFP mixed with 20% and 25% DEET provided protection against mosquitoes for 10 hours or more, which met the requirement of the guideline. However, CFP mixed with 15% DEET provided protection against mosquitoes for no more than 10 hours, which didn't meet the guideline's requirements. The results indicate that CFP mixed with DEET could provide both camouflage and mosquito protection during field exercises and in wartime.

Key words DEET, camouflage face paint, *Aedes albopictus*, repellent effect

热带丛林、海湾岛屿等特殊环境下温度高、湿度大适宜蚊虫及病原菌的孳生,包括蚊虫、蠓等吸血性昆虫及其传播的虫媒病对野战部队是一种潜在威胁,因此,蚊虫及蚊媒病的控制一直是部队卫生防疫的重点。

针对野战人员采取的蚊虫防控措施以单兵防护为主,除了使用蚊帐、防护服外,涂抹驱避剂是

一种较为灵活的不影响单兵作战的个人防蚊措施。军用面部迷彩妆具有隐蔽、保护、震慑等作用,在各国特种部队、维和部队以及野战官兵中广泛使用。将防蚊虫的驱避剂与迷彩油混合研发出具有驱避效果的面部油彩,是许多国家部队科研人员一直进行的一项研究。美军早在 20 世纪 90 年代就开始进行驱避油彩的研发,至今仍在

* 资助项目:全军医药卫生面上项目(06MA136)。

** 通讯作者, E-mail: fqs168@126.com

收稿日期:2011-01-17, 接受日期:2011-05-27

对不同驱避剂与迷彩油混合后使用的驱避效果进行研究,以改善目前产品的驱避效果(Gupta *et al.*, 1989; Gupta and Rutledge, 1993; Debboun *et al.*, 2001, 2005; Lawrence *et al.*, 2009)。本研究将不同浓度 DEET 和黑色、绿色、棕红色迷彩油混合,在实验室观察其驱蚊效果及保护时间,为研发我军专用的对蚊虫等有害昆虫具有驱避效果的迷彩油奠定基础。

1 材料与方 法

1.1 测试材料

98% 避蚊胺 (DEET) 原药 (98%, New Jersey, USA), 迷彩油 (黑色、绿色、棕红色) (OBSIDIAN SYSTEM INC. USA)。

用无水乙醇将 98% 避蚊胺原药分别稀释为 15%、20% 和 25% 3 种浓度的测试液。迷彩油的涂抹剂量为 1.5 mg/cm^2 , 以迷彩油的涂抹剂量为基数, 按照 $1.5 \text{ }\mu\text{L/cm}^2$ 的 DEET 涂抹量和 0.25 mg/cm^2 的二氧化钛涂抹量分别将 15% DEET、20% DEET 和 25% DEET 溶液加入到迷彩油中, 配成 15% DEET + 迷彩油、20% DEET + 迷彩油和 25% DEET + 迷彩油混合物, 用于以下测试。

1.2 测试蚊虫

白纹伊蚊 *Aedes albopictus* 江苏株 (2009 年 4 月引自军事医学科学院微生物流行病学研究所媒介生物学与控制研究室)。蚊虫在养虫室内常规养殖, 室内温度 (25 ± 1) $^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 $70\% \pm 10\%$, 光照 L:D = 14:10。蚊虫羽化后供以 10% 蔗糖水。测试蚊虫为羽化后 5~10 d 未吸血的雌蚊, 测试前断糖水饥饿 24 h, 实验室温度 (25 ± 1) $^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 $70\% \pm 10\%$ 。

1.3 测试方法

参照中华人民共和国国家标准 GB/T 17322.10-1998 和《军队特需药品研发勤务技术指导原则 (试行)》规定的测试方法进行 (张金桐等, 1998; 试行编写组, 2010)。

1.3.1 准备试虫 将羽化后 5~10 d 的蚊虫置于长 \times 宽 \times 高为 $40 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ 的蚊笼中, 每笼 600 只。实验室温度为 (25 ± 1) $^{\circ}\text{C}$, 相对湿度为 $70\% \pm 10\%$ 。

1.3.2 蚊虫攻击力及迷彩油的防护效果测试 3 名实验人员均戴上背面剪出 $4 \text{ cm} \times 4 \text{ cm}$ 大小窗口

的一次性手套, 左手为空白对照, 右手在窗口处的手背上分别涂抹迷彩油、20% DEET、20% DEET + 迷彩油, 将双手同时伸入蚊笼中, 观察 3 min 内蚊虫在窗口处的停落只 (次) 数。空白对照前来停落的蚊虫多于 30 只 (次) 者为攻击力合格。实验数据用均数 \pm 标准差 (mean \pm SD) 表示。

1.3.3 驱避实验 3 名实验人员同样戴上 1.3.2 的手套, 3 人的左手窗口处随机的分别涂以 15% DEET、20% DEET 和 25% DEET, 涂药剂量为 $1.5 \text{ }\mu\text{L/cm}^2$, 左手作为对照。右手的窗口处对应左手分别涂抹 15% DEET + 迷彩油 + 二氧化钛混合物、20% DEET + 迷彩油 + 二氧化钛混合物、25% DEET + 迷彩油 + 二氧化钛混合物, 混合物中 DEET 的涂抹量保持不变, 右手作为处理。涂药后 1 h, 将双手伸入放有攻击力合格蚊虫的蚊笼中 3 min, 观察有无蚊虫前来叮咬, 以后每隔 1 h 测试 1 次, 只要 1 次观察有 2 只蚊虫叮咬或累计 3 只以上蚊虫叮咬即判作驱避失效, 停止实验, 此时的实验时间为测试物对蚊虫的有效保护时间, 分别记录左手 (对照, 即单纯的 3 种浓度的 DEET) 和右手 (处理, 即 3 种浓度 DEET + 迷彩油 + 二氧化钛混合物) 对蚊虫的有效防护时间 (h)。采用方差分析 (ANOVA) 比较 DEET 与 DEET + 迷彩油 + 二氧化钛混合物对蚊虫的驱避效果之间的差异水平。

2 结果与分析

2.1 蚊虫攻击力及迷彩油防护效果

3 min 内, 空白对照组和迷彩油组的蚊虫停落只 (次) 数均大于 30 只 (次); 迷彩油组的蚊虫停落次数与空白对照组比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 3 min 内, 20% DEET 组和 20% DEET + 迷彩油 (黑) 组均没有蚊虫停落, 与空白对照组比较, 有显著性差异 ($P < 0.001$) (表 1)。

2.2 DEET 和三色迷彩油混合物对蚊虫的防护时间

15%、20% 和 25% DEET 以及 3 种浓度的 DEET + 迷彩油 (黑、绿或棕红) 混合物对测试蚊虫均有驱避作用, 且 DEET 组与相应浓度 DEET + 迷彩油 (黑、绿、棕红) 混合物组之间相比, 对白纹伊蚊的有效防护时间没有显著差异 ($P > 0.05$) (图 1)。测试的 3 个浓度中, 20% DEET 和 25% DEET 以及相应浓度的混合物组对白纹伊蚊的平均防护

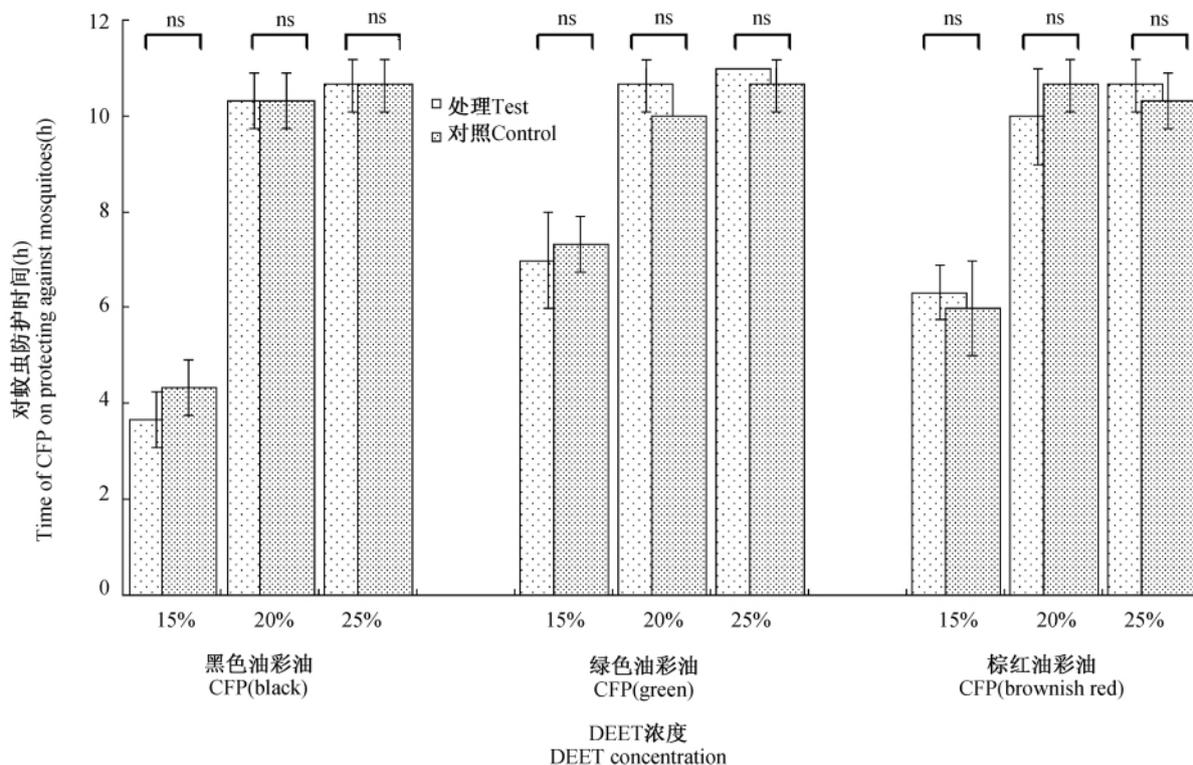


图 1 不同浓度 DEET 与 DEET + 三色迷彩油混合物对白纹伊蚊防护效果的对比

Fig. 1 The effect of a combination of DEET with different concentration, with CFP on protecting against *Aedes albopictus*

ns 表示经 ANOVA 方差分析在 0.01 水平上差异不显著。
 ns means no significantly different at 0.01 level (ANOVA).

表 1 攻击力测试和迷彩油的防护效果

Table 1 The test of mosquitoes' attacking and the effect of CFP on protecting against *Aedes albopictus*

组别 Classification	攻击蚊虫只(次)数 Number of attacking	P
对照 Control	147 ± 6.89	
迷彩油 CFP	138 ± 12.13	P > 0.05
20% DEET	0	P < 0.001
20% DEET + 迷彩油(黑) 20% DEET + CFP (black)	0	P < 0.001

时间均达到或超过 10 h, 15% DEET 以及相应浓度的混合物组的平均防护时间未达 10 h。此外, 当 DEET 浓度为 20% 和 25% 时, 3 种颜色迷彩油混合物对蚊虫的防护时间之间没有显著差异, DEET 浓

度为 15% 时, 黑色迷彩油混合物对蚊虫的防护时间与绿色和棕色迷彩油混合物之间相比, 对蚊虫的防护时间之间有显著差异(图 2)。

3 讨论

攻击力测试结果显示, 3 min 内空白对照组蚊虫停落只(次)数均 > 30 只(次), 表明本实验所采用的白纹伊蚊的攻击力合格。迷彩油组的蚊虫停落只(次)数与空白对照组比较没有显著差异, 表明迷彩油本身对蚊虫无驱避作用; 而 20% DEET 组和 20% DEET + 迷彩油混合组在测试时间内均没有蚊虫停落, 与空白对照组比较, 蚊虫停落只(次)数具有显著差异, 结果再次证明 DEET 的驱避效果, 同时说明迷彩油加入到 DEET 中后, 不影响 DEET 的驱避效果。

本研究进一步测试了 DEET 浓度以及迷彩油颜色对蚊虫防护效果的影响, 结果表明, 在相同的

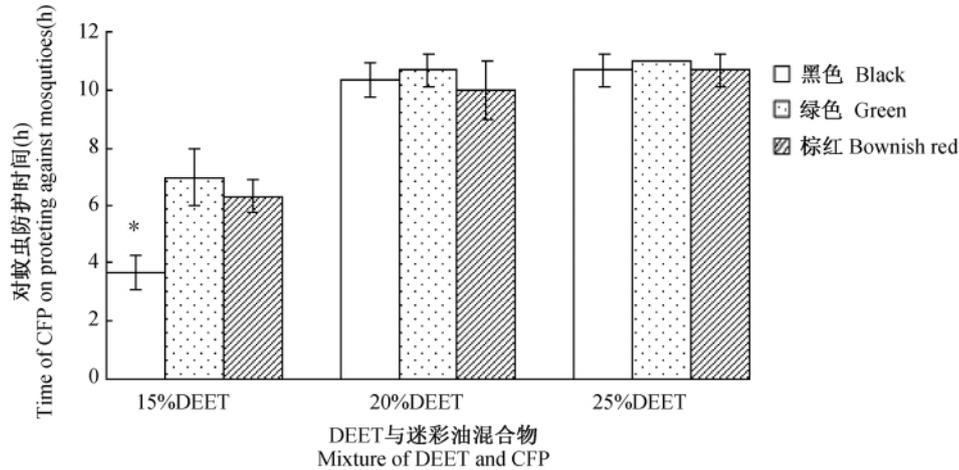


图 2 油彩颜色对白纹伊蚊防护效果的影响

Fig. 2 The influence of the color of CFP on protecting against *Aedes albopictus*

* 表示经 ANOVA 方差分析在 0.01 水平上差异显著。

Values marked by an asterisk are significantly different at 0.01 level (ANOVA).

DEET 浓度下,单纯的 DEET 组与加入迷彩油后的 DEET 混合物组比较,防护时间差异不显著,表明在迷彩油中混入 DEET 后,并不影响 DEET 的驱蚊效果;但是,DEET 浓度对蚊虫的驱避效果有影响,20% DEET 和 25% DEET 对白纹伊蚊的平均防护时间达到或超过 10 h,15% DEET 的平均防护时间未达 10 h。同样,20% DEET + 迷彩油混合物和 25% DEET + 迷彩油混合物,对白纹伊蚊的实验室平均防护时间均达到 10 h,达到国家 A 级标准和《军队特需药品研发勤务技术指导原则(试行)》中规定的实验室标准;15% DEET + 迷彩油混合物对白纹伊蚊的实验室平均防护时间未达 10 h,未达到《军队特需药品研发勤务技术指导原则(试行)》中规定的实验室标准。

分析油彩颜色可能对蚊虫驱避效果产生的影响发现,黑色、绿色、棕红色迷彩油与 20% 和 25% DEET 混合,对蚊虫的防护时间之间没有显著差异;黑色、绿色、棕红色迷彩油与 15% DEET 混合,黑色迷彩油组与绿色、棕红色迷彩油组对蚊虫的防护时间之间差异显著,但是,3 组对蚊虫的防护时间均未达 10 h。结合 20% 和 25% DEET 组实验结果,作者认为油彩颜色对 DEET 的驱避效果没有显著影响。

DEET 的安全性经人类 40 多年的使用证明,在皮肤上使用时是安全的。但是,如果以混合物使用,有可能发生某些物理或化学变化。例如,

Kasichayanula 等(2005)曾报道化学防晒剂羟苯甲酮 oxobenzene 与 DEET 混合使用的效果,结果显示羟苯甲酮会增加皮肤对 DEET 吸收能力,而导致测试人员感到不适。

在本研究结果的基础上,作者将进一步在野外测试 3 种迷彩油混合物对蚊虫、蠓等媒介昆虫的驱避效果。将 DEET 与迷彩油的混合物涂抹于皮肤可能是作为野外演习或战时的伪装和防蚊的一种有效的综合保护措施。

参考文献(References)

- Debboun M, Burge R, Klun JA, Lee HC, Kim HC, Klein TA, 2005. Field-user acceptability of new camouflage face paint formulations in the Republic of Korea. *Mil. Med.*, 170(10):831—835.
- Debboun M, Coleman RE, Sithiprasasna R, Gupta RK, Strickman D, 2001. Soldier acceptability of a camouflage face paint combined with DEET insect repellent. *Mil. Med.*, 166(9):777—782.
- Gupta RK, Rutledge LC, 1993. Compatibility of army face paint and insect repellent formulation. *Mil. Med.*, 158(1):12—13.
- Gupta RK, Rutledge LC, Frommer RL, 1989. Laboratory evaluation of face paint repellent formulation using human volunteers under three climatic regimens. *J. Med. Entomol.*, 26(5):468—470.
- Kasichayanula S, House JD, Wang T, Gu X, 2005.

- Simultaneous analysis of insect repellent DEET, sunscreen oxybenzone and five relevant metabolites by reversed-phase HPLC with UV detection: application to an in vivo study in a piglet model. *J. Chromatogr. B Analyt. Technol. Biomed. Life Sci.*, 822 (1/2):271—277.
- Lawrence KL, Benante JP, Close NC, Achee NL, 2009. Evaluation of efficacy and duration of the stick camouflage face paint with 30% deet against mosquitoes in Belize. *US Army Med. Dep. J.*, (7/9):84—90.
- 试行编写组, 2010. 军队特需药品研发勤务技术指导原则(试行), 第 26 章, 驱避消毒杀虫剂. 110—111.
- 张金桐, 缪武阳, 吴士雄, 孙晨熹, 何上虹, 林立丰, 姜辉, 1998. GB/T 1732221998 农药登记用驱避剂的室内药效评价. 北京: 国家质量技术监督局.