

《计量经济学》，第 72 卷，第 1 期（2004 年 1 月），第 159–217 页

蠕虫：确定存在治疗外部性对教育和健康的影响

BY EDWARD MIGUEL 和 MICHAEL KREMER¹

肠道蠕虫（包括钩虫、蛔虫、鞭虫和血吸虫病）感染了世界四分之一以上的人口。在个体水平上随机进行药物治疗的研究可能加倍低估了治疗的益处，错过了减少疾病传播对比较组的外部性益处，因此也低估了治疗组的益处。我们评估了肯尼亚的一个项目，其中以学校为基础的驱虫德鲁格大规模治疗被随机分阶段进入学校，而不是个人，从而可以估计整体计划效果。该计划将治疗学校的缺勤率降低了四分之一，并且比促进学校参与的替代方法便宜得多。驱虫治疗大大改善了治疗学校和邻近学校中未经治疗的儿童的健康和入学率，这些外部性足以证明完全补贴治疗是合理的。然而，我们并没有发现驱虫提高了学业成绩。

KEYWORDS：健康，教育，非洲，外部性，随机评估，蠕虫。

1. 引言

HOOKWORM, ROUNDWORM, WHIPWORM和血吸虫病感染全球四分之一的人。它们在发展中国家的学龄儿童中尤为普遍。我们研究了一项计划的影响，该计划按随机顺序将75所肯尼亚农村小学分阶段进行驱虫治疗。我们发现，该计划将缺勤率降低了至少四分之一，最年幼儿童的参与率提高了特别大，这使得驱虫成为提高幼儿入学率的一种非常有效的方法。然后，我们使用学校水平随机化产生的当地治疗学校密度的外源性来确定跨学校外部性

¹ 作者感谢ICS非洲，肯尼亚卫生部病媒传播疾病司，Donald Bundy和Paul。格列威感谢他们在项目各个阶段的合作，并特别要感谢伊丽莎白·比斯利，拉班的归属贝纳亚，帕斯卡林杜帕斯，西蒙·布鲁克，阿尔弗雷德罗巴，西尔维·穆兰，罗伯特纳蒙尤，鲤鱼瓦斯瓦，以及PSDP现场工作人员和数据组，没有他们，项目将无法实现。感恩也是扩展到Busia的教师和学童参加这项研究。乔治阿克洛夫，哈罗德·奥尔德曼，蒂莫西贝斯利彼得霍特兹，卡罗琳·霍克斯比，劳伦斯·卡茨，道格·米勒，克里斯乌德里，并有编辑和四名匿名裁判证明ided 有价值的评论。梅丽莎·冈萨雷斯-布雷内斯，安德鲁·弗朗西斯，布莱恩·格雷厄姆，蒂娜·格林，杰西卡莱诺，艾米莉·奥斯特，安贾利奥扎和Jon Robinson提供了出色的研究帮助。评价由世界银行和合作伙伴赞助。hip for Child Development，但所有观点，以及任何错误，都是我们自己的。

脱膨对位于治疗学校附近的学校学生的影响， 并发现驱虫可以减轻蠕虫负担并增加学校参与。

邻近小学的儿童。也有一些证据表明学校内治疗的外部性，尽管考虑到随机化发生在学校之间，而不是学校内的学生之间，我们不能使用实验识别技术将治疗学校的整体影响分解为直接效应和校外外部效应，并且必须依靠必然更试探性的非经验性方法。

包括外部性惠益在内，每增加一年入学费用仅为3.50美元，因此驱虫比提高学校入学率的替代方法（如学校补贴）更具成本效益（见Kremer

（2003））。此外，将这些外部性内部化可能不仅需要全额补贴驱虫，而且实际上需要付钱给人们接受治疗。

我们没有发现任何证据表明驱虫提高了学业成绩。然而，鉴于观察到的学校出勤率与考试成绩之间的交叉剖面关系，我们估计的学校参与度增益不足以产生具有统计显著性的测试分数增益。

有大量文献记录了健康与经济结果之间的正相关关系。我们的研究结果表明，从健康到教育之间存在因果关系。²

治疗外部性很大的发现也表明，治疗补贴具有潜在的重要作用，特别是考虑到非洲近一半的疾病负担是由于传染性和寄生虫性分散症造成的（卫生组织（1999年））。

我们的方法可以与最近的几项研究区分开来，在这些研究中，治疗通常在个体水平上随机化，并且通过比较参加后期测试的治疗和Comparison学生的认知能力来估计其教育影响。Dickson等人（2000）回顾了这些研究，并得出结论，它们没有为驱虫的教育益处提供令人信服的证据。然而，这些研究未能解释对照组因疾病传播减少而产生的潜在外部因素。此外，如果外部性使对照组受益，则治疗组和比较组之间的结果差异将低估治疗对治疗的益处。这种识别问题与活跃的劳动力市场中实验性工作计划的污染问题密切相关

，其中计划对计划非参与者具有外部性影响（通常是通过恶化其结果，如Heckman, LaLonde和Smith（1999）所讨论的那样）。

² 参考施特劳斯和托马斯（1998）对健康和收入文献的调查。虽然非经验性研究发现，儿童早期营养不良与小学延迟有关招生和降低的学术成就在加纳（格列威和雅各比（1995））和菲律宾（格列威，Jacoby和King（2001）），以及一些前瞻性研究表明，补充铁可以改善学业。的贫血儿童（诺克斯，van den Bosch, and Bundy（1998）），Behrman（1996）的综述认为，鉴于实验证据有限，除了非经验数据中的相关性推断因果关系的难度之外，还存在贫血，exis关于儿童健康和教育的文献尚无定论。

我们使用两种方法来处理存在局部外部性的身份识别问题。首先，由于随机化发生在学校层面，我们能够估计驱虫对学校的总体影响，即使学校内的学生之间存在治疗外部性。其次，我们利用学校随机化所关注的当地治疗学校学生密度的外源性变化来确定跨学校外部性驱虫对位于治疗学校附近的学校学生的影响。如上所述，我们发现驱虫治疗在健康和教育方面都存在很大的外部性，我们的分析表明，如果不考虑这些外部性，将导致大大低估驱虫的影响。

本文组织如下。第2节回顾了关于蠕虫和教育的现有文献。第3部分描述了我们在肯尼亚农村地区评估的项目，并介绍了基线教育和医学特征。第4部分描述了估算策略。第5、6和7节分别讨论了该计划对健康、学校参与和考试成绩的影响。第8节研究了驱虫相对于改善驱虫和学校参与的其他方法的成本效益，并认为估计的外部性证明完全补贴驱虫是合理的。最后一部分总结并讨论了结果的影响。

2. 肠道蠕虫感染

钩虫和蛔虫分别感染全世界约13亿人，而鞭虫影响9亿人，2亿人感染血吸虫病（Bundy（1994年））。虽然大多数有轻度感染，可能无症状，但少数人有重度感染，可导致缺铁性贫血，蛋白质能量营养不良，腹痛和无精打采。³血吸虫病也可能产生更严重的后果，例如，导致肝脏和脾脏肿大。

低成本的单剂量口服疗法可以杀死蠕虫，将钩虫、蛔虫和血吸虫病感染减少99%，尽管单剂量治疗对严重鞭虫感染只有中等效果（Butterworth等人（1991），Nokes等人（1992），Bennett和Guyatt（2000））。然而，再感染是迅速的，蠕虫负担通常在一年内恢复到其原始水平的百分之八十或更高（Anderson和May（1991）），因此地食素药物必须每六个月服用一次，血吸虫病药物必须每年服用一次。世界卫生组织已经批准了在蠕虫感染率高的地区开展大规模的学校驱虫计划，因为这消除了对昂贵的个体寄生虫学筛查的需求（Warren et al.（1993），WHO（1987）），将cost降至最低

³ 参见Adams et al.（1994），Corbett et al.（1992），霍特兹和普里查德（1995）和波利特（1990）。

在非洲，每人每年49美分（PCD（1999年））。已知的药物副作用是轻微的，在某些情况下包括胃痛，腹泻，头晕和呕吐（WHO（1992））。然而，由于担心这些药物可能导致birth缺陷（WHO（1992年），Cowden和Hotez（2000年）），大规模驱虫计划的标准做法是不治疗育龄女孩（Bundy和Guyatt（1996年））。⁴

药物治疗可能会干扰疾病传播，从而产生积极的外部性。学龄儿童可能占蠕虫传播的大部分（Butterworth等人（1991年））。Muchiri, Ouma和King（1996）发现，在肯尼亚东部村庄，学龄儿童占有重度血吸虫病感染的85%至90%。此外，以感染水平为条件，儿童最有可能传播蠕虫感染，因为他们不太可能使用厕所，而且通常卫生习惯较差（Ouma（1987），Butterworth et al.（1991））。⁵

由于疾病传播模式不同，血吸虫病的治疗外部性可能发生在比典型的地人类外部性更大的区域。当儿童雷恩在家庭或学校周围的“灌木丛”中排便时，地食虫卵会沉积在当地环境中，而血吸虫病寄生虫则通过接触受感染的淡水传播。该地区的儿童经常通过在维多利亚湖洗澡或钓鱼而感染血吸虫病，而彼此相距一定距离的children可能会在湖上的同一点洗澡或钓鱼。此外，水传播的血吸虫可能被溪流和湖流带走相当长的距离，作为其中间宿主的蜗牛是流动的。

在没有频繁再感染的情况下，鉴于肠道蠕虫的典型寿命相对较短，个体蠕虫负担可能会迅速下降：蛔虫和鞭虫为12个月，钩虫为2年，血吸虫病为3年（Bundy和Cooper（1989），Anderson和May（1991）），因此，如果人类宿主体内蠕虫的年龄均匀分布，根据蠕虫的不同，蠕虫负担可能会在六到十八个月内减半。关于驱虫治疗的外部性，现有的只有有限的经验证据，但现有的证据表明，基于学校的驱虫可能会产生大量的外部性。⁶然而，这些研究依赖于前期

⁴随着安全使用记录的延长，这种做法现在正在发生变化。

⁵ 动物嗡嗡声在钩虫、鞭虫和血吸虫病（剑桥大学血吸虫病研究小组（2000年）、Corwin（2000年））的传播领域并不是一个严重的问题，也不太可能成为蛔虫的主要问题。一种蛔虫物种主要感染猪（蛔虫苏姆）有时也可能感染人类，但不太可能成为这一领域的主要问题，因为只有不到15%的家庭在家里养猪。

⁶ 成虫负担在十五个月后下降了近百分之五十在蒙特塞拉特岛上，儿童大规模接受蠕虫治疗的社区（Bundy等人（1990年））。我们研究了其他四项相关研究 - 其中两项没有明确讨论外部性，但其发表的结果使我们能够计算它们 - 以及发现减少高达百分之五十感染-

在同一村庄进行比较，以估计未经治疗的个体的外部性。这使他们没有一个合理的比较组，这尤其成问题，因为由于降雨量变化和其他因素，感染率在季节性和每年之间变化很大（Kloos等人（1997年））。我们研究的驱虫干预在学校之间的随机逐步实施使我们能够捕获驱虫的整体效果，即使在学校内个体之间存在外部性的情况下也是如此。学校层面的随机化也会自然地产生治疗密度的局部变化，我们用它来估计学校之间的溢出效应。我们对75所学校的样本也比现有的研究大得多，这些研究通常在五个或更少的村庄进行。

驱虫的教育影响被认为是评估最贫穷国家是否应给予驱虫的重视的一个关键问题（Dickson等人（2000年））。据推测，强烈的蠕虫感染会降低教育成就（Bundy（1994），Del Rosso, Miller和Marek（1996），Drake等人（1999），Stoltzfus等人（1997）），要么通过诱导贫血，已知会影响教育成果（Nokes, van den Bosch和Bundy（1998）），要么通过其他渠道，包括蛋白质-能量营养不良。然而，在《英国医学杂志》上发表的一篇有影响力的Cochrane综述中，Dickson等人（2000）声称，“对儿童进行大规模[驱虫]治疗的益处的证据与对[身体]生长和认知表现的积极影响有关。鉴于这些数据，我们不愿意建议国家或地区投资于常规使用驱虫药物治疗儿童的规划。

然而，Dickson等人（2000）的结论所依据的现有对蠕虫和教育的随机评估存在一些缺点。首先，现有的梭哈将学校内提供驱虫治疗随机分配给治疗组和安慰剂组，然后检查驱虫对认知结果的影响。他们的校内随机化设计阻止了现有研究可信地估计永恒性益处。此外，如果安慰剂组的学生由于局部治疗的极端性也获得健康收益，则治疗组和安慰剂组之间教育结果的差异低估了驱虫对治疗组的实际影响。事实上，对这些近期随机研究的重新检查表明，未经治疗的安慰剂学生经常经历蠕虫负荷的大幅减少，这与校内假设一致。外部。⁶

在学龄儿童接受大规模驱虫的社区，未经治疗的个人的强度（Butterworth等人（1991年），Holland等人（1996年），Muchiri, Ouma和King（1996年），Thein-Hlaing, Than-Saw和Myat-Lay-Kyin（1991年））。

⁷在Simeon, Grantham-McGregor, Callender和Wong（1995）中，所有学生都开始感染严重的鞭虫（每克超过1200个卵，epg）。研究进行三十二周后，治疗组的重度感染下降了95%，安慰剂组下降了43%，治疗和安慰剂学生的体重指数相同，为0.3（低体重指数与急性营养缺乏有关）。西蒙、格兰瑟姆-麦格雷戈和黄

现有随机研究的第二个缺点是，尽管它们报告了驱虫对认知表现测试（如回忆测试）的影响，但它们通常不会检查政策制定者感兴趣的其他结果，包括出勤率、

入学率、学术考试成绩或成绩提升。只有两项研究审查了对出勤率的影响，这两项研究都应谨慎对待，因为数据来自出勤登记簿，而在许多发展中国家，这些登记簿是出了名的不准确。治疗患有严重鞭虫感染的生长发育迟缓的牙买加儿童使入学率提高了9.9%的百分点，将缺勤率降低了三分之一（Simeon, Grantham-McGregor,

Callender和Wong（1995））。35%的学生缺少出勤数据。Watkins, Cruz和Pollitt（1996a, 1996b）发现蛔虫和鞭虫的治疗

对小学出勤率没有影响。然而，长时间缺课的时间被缩短，导致记录的出勤率很高（90%）。如果接受治疗的学生更健康，不活动期更少，这会产生损耗偏差，从而揭示驱虫对学校出勤率的真正影响。然而，非经验研究表明，蠕虫确实会影响学校的参与。⁸

正如我们所建议的那样，驱虫增加了学校的参与度，其他现有研究也可能消除严重的损耗偏差。例如，Nokes等人（1992）报告了治疗组中89%的学生的测试分数数据，但对照组中只有59%。

（1995年）在Simeon, GranthamMcGregor, Callender和Wong（1995）的研究人群中进行了一个子样本，发现鞭虫负荷中位数从治疗前的 2523 epg下降到32周后的0 epg，而在安慰剂学生中，中位鞭虫负荷从2946下降到1724 epg，安慰剂学生的下降大约是三分之一。在Nokes等人（1992年）中，安慰剂学生的平均钩虫感染强度下降了百分之五十（尽管安慰剂学生的蛔虫或鞭虫感染没有变化）。由于这些研究中的样本是根据高蠕虫负荷选择的，因此安慰剂瞳孔中蠕虫负荷的下降可能是由于均值回归以及外部性。然而，Watkins, Cruz和Pollitt（1996a）没有根据蠕虫面包选择他们的样本，并且发现 在用阿苯达唑治疗二十四周后，安慰剂学生的平均蛔虫epg下降了约25%。

8Geissler等人（2000年）采访了来自肯尼亚西部附近地区的学童，并认为蠕虫可能导致所有访谈的百分之五缺课（占有缺勤的近一半）。Bleakley（2002）发现，在1910-1920年洛克菲勒卫生委员会驱虫运动之前，美国南部钩虫感染水平较高的地区在干预后入学率有了更大的提高，并估计每例钩虫使上学的儿童人数减少了0.23（这与我们下面给出的估计值相似）。虽然很难使用非经验方法完全排除省略的变量偏差，但Bleakley（2002）的一个重要优势是Rockefeller运动在整个大片地理区域内引入，因此估计值不受医学研究所面临的偏见的影响，这些研究将个体水平的治疗随机化。（布林克利（1994）认为洛克菲勒的竞选活动也很戏剧化地提高了农业生产力。

3. 肯尼亚布西亚小学驱虫项目

我们评估了由荷兰非营利组织International Christelijk Steunfonds Africa (ICS) 与Busia区卫生部办公室合作开展的小学驱虫项目 (PSDP)。该项目在肯尼亚西部一个贫穷且人口稠密的农业区布西亚南部进行，该地区是布西亚地区蠕虫感染率最高的地区。75所项目学校由该地区几乎所有的农村小学组成，总入学人数超过30 000名，年龄在6至18岁之间。

1998年1月，75所PSDP学校被随机分为三组，每组二十五所学校：这些学校首先按行政子单位（区）和参与其他非政府援助计划进行分层，然后按字母顺序列出，每三所学校被分配到一个特定的项目组。⁷

由于ICS的行政和财政限制，卫生干预措施在几年内进行了大量工作。第1组学校在1998年和1999年都接受了免费驱虫治疗，第2组学校在1999年接受了治疗，而第3组学校在2001年开始接受治疗。因此，1998年，第1组学校是治疗学校，而第2组和第3组学校是比较学校，1999年，第1组和第2组学校是治疗学校，第3组学校是比较学校。

3.1. 基准特征

公务员制度的外地工作人员分别于1998年初和1999年初对学生和学校进行了调查。在治疗之前，这些组在大多数人口统计学，营养学和社会经济特征上是相似的，但尽管随机分配 - 这促使具有相似特征的组期望 - 第1组学生在某些方面似乎比第2组和第3组学生更糟糕，可能会对发现显著的计划效果产生偏见（表I）。第1组、第2组和第3组学校在入学率、到维多利亚湖的距离、学校卫生设施、学生年龄别体重、⁸ 资产所有权、自我报告的疟疾或位于三公里或三到六公里内的其他小学生的当地密度方面没有统计学上的差异。周围地理区域的蠕虫感染率在三组中也几乎相同。在1998年初第一轮医疗治疗之前，入学率没有很大差异，尽管这一基线出勤率

7

七十五个项目学校中有二十七所也参与了其他非政府组织项目，其中包括为教科书购买和建造教室提供财政援助，以及教师绩效奖励。附录 表 AI 给出了详细的 project timeline.

⁸不幸的是，由于现场数据收集的问题，我们没有可用的基线高度数据。

表一

| 1998 AVERAGE PUPIL AND SCHOOL CHARACTERISTICS, PRE-TREATMENT A | | | | | |
|--|---------|---------|---------|-----------------|-----------------|
| | 第1组 | 第2组 | 第3组 | 第1组 - | 第2组 |
| | (25所学校) | (25所学校) | (25所学校) | 第3组 | 第3组 |
| <u>圆桌论坛A：学前班至8年级</u> | | | | | |
| 雄 | 053 | 051 | 052 | 001 (002) | -00 (002) |
| 比例 女孩 <13岁, 所有男孩 | 089 | 089 | 088 | 000 (001) | 000 (001) |
| 年级进展 (= 年级 - (年龄 - 6)) | -21 | -19 | -21 | -00 (01) | -00 (01) |
| 出生年份 | 19862 | 19865 | 19858 | 04** (02) | 04** (02) |
| <u>小组B：3至8年级</u> | | | | | |
| 学校登记册中记录的出勤率 (在学生调查前的四周内) | 0973 | 0963 | 0969 | 0003 (0004) | -003 (0004) |
| 在家中使用厕所 | 082 | 081 | 082 | 000 (003) | -003 (003) |
| 家里有牲畜 (牛, 山羊, 猪, 绵羊) | 066 | 067 | 066 | -000 (003) | -000 (003) |
| 年龄别体重 Z 评分 (低分表示营养不良) | -139 | -140 | -144 | 005 (005) | 005 (005) |
| 便血 (自我报告) | 026 | 022 | 019 | 007** (003) | 007** (003) |
| 经常生病 (自我报告) | 010 | 010 | 008 | 002** (001) | 002** (001) |
| 过去一周的疟疾/发烧 (自我报告) | 037 | 038 | 040 | -003 (003) | -003 (003) |
| 清洁 (由现场工作人员观察) | 060 | 066 | 067 | -007** (003) | -007** (003) |
| <u>小组C：学校特征1996年地区考试成绩, 5-8b年级</u> | | | | | |
| 到维多利亚湖的距离 | -010 | 009 | 001 | -011 (012) | -011 (012) |
| 学生人数 | 100 | 99 | 95 | 06 (19) | 06 (19) |
| | 3927 | 4038 | 3759 | 168 (575) | 218 (575) |

| | | | | | |
|---------------|------|------|------|----------------|--------------|
| 每个学生的学校厕所 | 0007 | 0006 | 0007 | 0001 (0001) | -00 (|
| 区中度至重度感染比例 | 037 | 037 | 036 | 001 (003) | (|
| 3公里以内的第1组学生 | 4611 | 4083 | 3445 | 1166 (1202) | 6 (12 |
| 第1组3-6公里以内的学生 | 8445 | 6520 | 8697 | -251 (1409) | -2170 (14 |

| | 表一 | | | | |
|---------------|---------|---------|---------|----------------|----------------|
| | 第1组 | 第2组 | 第3组 | 第1组 - | 第2组 - |
| | (25所学校) | (25所学校) | (25所学校) | 第3组 | 第3组 |
| 3公里以内的小学学生总数 | 12291 | 13643 | 11519 | 772 (2054) | 2124 (2054) |
| 3-6公里以内的小学生总数 | 23707 | 23242 | 24017 | -311 (2095) | -776 (2095) |

^a 按 学生人数加权的学校平均数。括号中的标准错误。在 99 (***)、95 (**) 和 90 (*) % 置信度时与零明显不同。数据来自1998年ICS学生 名单，1998年学生问卷和1998年学校问题。

^b 1996 年地区考试成绩已归一化为以个人水平标准差为单位，因此在单位上与 1998 年和 1999 年 ICS 考试成绩相当（假设 1996 年、1998 年和 1999 年学校内部和 中学内部考试分数的差异分解相同）。^c 这包括13岁以下的女孩和所有男孩（有资格在治疗学校驱虫的人）。

信息来自学校登记册，这在肯尼亚被认为是不可靠的。

由于治疗学校和比较学校之间存在显著差异，治疗学校最初的情况有些差。第1组学生的粪便中自我报告的血液（血吸虫病感染的症状）明显多，报告比第3组学生更常生病，并且不如第2组和第3组学生干净（如非政府组织现场工作人员所观察到的）。他们在1996年肯尼亚小学考试中的平均分数也大大低于第2组和第3组学校，尽管在传统信心水平上差异不大。

1998年1月和2月，在治疗前，随机抽样调查了25所第1组学校中每所学校的90名三年级至8名学生（每个年级15名），以参加肯尼亚卫生部病媒传播疾病司进行的寄生虫学调查。⁹ 百分之九十二的受访学生至少有一次蠕虫感染，百分之三十七的学生至少有一次中度至重度蠕虫感染（表二），¹⁰ 尽管这些数字低估了实际感染率，以至于受感染最严重的儿童更有可能在调查当天缺课。

按照国际标准，该地区的蠕虫感染率相对较高，但许多其他非洲地区也有类似的感染率。

⁹ 根据先前的文献，感染强度以每克（断续器）在凳子上（Medley和Anderson（1985））.寄生虫样本中的每个孩子都得到一个塑料容器，并要求提供粪便样本;使用Kato-Katz方法在二十四小时内一式两份地检查样品。第2组和第3组学校未列入1998年寄生虫学调查，因为从当年没有计划接受治疗的学生那里收集详细的健康信息被认为是不道德的。

¹⁰ 继Brooker, Miguel, et al. （2000）之后，中度感染的阈值 ar和250断续器为血吸虫病。曼索尼和5, 000断续器对于蛔虫，世界卫生组织标准和750断续器用于钩虫和400断续器对于Whipworm，两者都略低于WHO标准。

表二

| JANUARY 1998 HELMINTH INFECTIONS, PRE-TREATMENT, GROUP 1 SCHOOLS ^a | | | |
|---|------|------|----------------|
| | 患病率 | 患病率 | 平均感染 |
| | 感染 | 中度重度 | 强度, 在 |
| | | 感染 | 鸡蛋每克 (s.e.) |
| 钩虫 | 0.77 | 0.15 | 426 (1055) |
| 蛔虫 | 0.42 | 0.16 | 2337 (5156) |
| 血吸虫病, 所有学校 | 0.22 | 0.07 | 91 (413) |
| 血吸虫病 距离维多利亚湖 <5 公里的学校 | 0.80 | 0.39 | 487 (879) |
| 鞭虫 | 0.55 | 0.10 | 161 (470) |
| 至少一次感染 | 0.92 | 0.37 | — |
| 出生年份 1985 | 0.92 | 0.40 | — |
| 1985年以前出生 | 0.91 | 0.34 | — |
| 女性 | 0.91 | 0.34 | — |
| 雄 | 0.93 | 0.38 | — |
| 至少两次感染 | 0.31 | 0.10 | — |
| 至少三次感染 | 0.28 | 0.01 | — |

^a这些是个人水平数据的平均值, 如Brooker, Miguel等人 (2000) 所述;校正 (数字上较小的) 高年级的过采样不会实质性地改变结果。括号中的标准错误。样本量: 1894名学生。第1组学校的3至8年级每个标准有15名学生被随机抽样。"中度重度感染的流行率"一栏的底部两行应解释为至少两次或至少三次中度至重度蠕虫感染的比例。

这些数据于1998年1月至3月由肯尼亚卫生部病媒传播疾病司 (DVBD) 收集。各种肠道蠕虫的中度感染阈值为: S 为 250 epg。 *mansoni*和蛔虫的5, 000 epg, 都是WHO标准, 钩虫为750 epg, 鞭虫为 400 epg, 均略低于WHO标准。请参阅Brooker, Miguel, et al. (2000) 对这种寄生虫学调查和感染截止时间的讨论。所有血吸虫病病例均为 *S. 曼索尼*。

感染概况 (Brooker, Rowlands, et al. (2000))。中度至重度蠕虫感染在低年级学生和男孩中更为可能发生。在维多利亚湖附近上学的学生的血吸虫病发病率要高得多。厕所所有权与中度至重度感染呈负相关 (结果未显示) 。

3.2. 干预

根据世界卫生组织的建议（卫生组织（1992年）），地食症流行率超过50%的学校每六个月接受一次阿苯达唑的大规模治疗，血吸虫病流行率超过30%的学校每年接受普拉喹酮的大规模治疗。¹¹ 所有治疗

¹¹医疗方案是与伙伴关系合作设计的或儿童发展，并得到肯尼亚卫生和布西亚部道德委员会的批准

学校在1998年和1999年都达到了地球人类边界。1998年，25所治疗学校中有6所达到了血吸虫病临界值，50所治疗学校中有16所达到了1999年的临界值。¹⁴

Kenya卫生部公共卫生护士和ICS公共卫生官员向学校提供了医疗服务。按照标准做法（Bundy和Guyatt（1996年）），由于担心药物的潜在致畸性，医疗方案没有要求治疗十三岁及以上的女孩（世卫组织（1992））。¹⁴

此外，治疗学校通过定期的公共卫生讲座、挂图和每所治疗学校的教师预防蠕虫的培训，接受了预防蠕虫的教育。健康教育强调洗手的重要性，以避免摄入蛔虫和鞭虫幼虫，穿鞋以避免钩虫感染，不要在受感染的淡水中游泳以避免血吸虫病。

1998年，ICS在所有治疗学校都获得了社区的同意。在治疗学校举行了一系列社区和家长会议，会上描述了该项目，并要求不希望孩子参加该项目的父母通知校长。根据肯尼亚卫生部的建议，从1999年1月开始，ICS要求所有儿童都签署父母同意书才能接受治疗；同意书的形式通常是父母在学校校长保存的笔记本上签名。对于许多家庭来说，这不是一个微不足道的要求：去学校签字可能很耗时，有些家长在拖欠学费时可能不愿意见校长，这是这些学校的常见问题。

地区卫生医务官。大规模吡喹酮治疗的30%阈值低于世卫组织50%的标准，尽管在实践中很少有学校将血吸虫病的患病率控制在30%至50%之间。寄生虫学亚样本中被发现感染血吸虫病的学生，但就读于不符合吡喹酮大规模治疗资格的学校，接受单独治疗。然而，这样的学生很少：在1999年低于30%阈值的34名学生中，中度至重度血吸虫病的比例仅为0.02。¹⁴

1998年，根据肯尼亚政府卫生部早先在夸莱区开展驱虫项目的议定书，学生在每一轮治疗期间接受600毫克阿苯达唑剂量；1999年，学生接受400毫克阿苯达唑治疗（卫生组织（1992年））。1998年和1999年，吡喹酮的剂量约为40毫克/千克（卫生组织（1992年））。该非政府组织于1998年使用仿制药，SmithKline Beecham的 Zentel（阿苯达唑）和拜耳的 Biltricide（吡喹酮）于1999年使用。

¹⁵妊娠试验试剂条在大规模处理过程中不实用（Bundy和Guyatt（1996年））。在这种情况下，个人访谈（即询问女孩最近一次月经期）可能无法有效确定怀孕情况，因为怀孕女孩可能担心这些信息不会保密；怀孕的女孩经常被肯尼亚小学开除（尽管这不是政府的官方政策）。

3.3. 指定和实际的驱虫治疗

1998年，被分配接受治疗的学生中有78%（即十三岁以上的女孩和治疗学校的所有男孩）通过该方案至少接受了一些治疗（表三）。¹⁶
由于大约80%的学生在专业开始之前注册

表三
在 PSDPA 中传播的幼崽的传播

| | 组 1 | | 组 2 | | 组 3 | |
|----------------------------|--------|-------------|-------------|-------------|------|------|
| | 女孩 <13 | 女孩 ≥ 女孩 <13 | 女孩 ≥ 女孩 <13 | 女孩 ≥ 女孩 <13 | 女孩 ≥ | 女孩 ≥ |
| | 年, 以及 | 13年 年, 以及 | 13年 年, 以及 | 13年 年, 以及 | 13年 | 13年 |
| | 所有男孩 | 所有男孩 | 所有男孩 | 所有男孩 | 所有男孩 | 所有男孩 |
| | 治疗 | 比较 | 比较 | 比较 | 比较 | 比较 |
| 1998年的任何医疗 | 0.78 | 0.19 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| (1998年初1-8年级) | | | | | | |
| 第一回合 (1998年3月至4月), 阿苯达唑 | 0.69 | 0.11 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 第一回合 (1998年3月至4月), 普拉齐泉特尔布 | 0.64 | 0.34 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 第二回合 (1998年10月-11月), 阿苯达唑 | 0.56 | 0.07 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 治疗 | 治疗 | 比较 | 比较 | 比较 | 比较 |
| 1999年的任何医疗 | 0.59 | 0.07 | 0.55 | 0.10 | 0.01 | 0 |
| (1998年初1-7年级) | | | | | | |
| 第一回合 (1999年3月至6月), 阿苯达唑 | 0.44 | 0.06 | 0.35 | 0.06 | 0.01 | 0 |
| 第一回合 (1999年3月至6月), 普拉齐泉特尔布 | 0.47 | 0.06 | 0.38 | 0.06 | 0.01 | 0 |
| 第二回合 (1999年10月-11月), 阿苯达唑 | 0.53 | 0.06 | 0.51 | 0.08 | 0.01 | 0 |
| 1999年的任何医疗 | 0.73 | 0.10 | 0.71 | 0.13 | 0.02 | 0 |
| (1998年初1-7年级), 1999年入学学生 | | | | | | |
| 第一回合 (1999年3月至6月), 阿苯达唑 | 0.55 | 0.08 | 0.46 | 0.08 | 0.01 | 0 |
| 第一回合 (1999年3月至6月), 普拉齐泉特尔布 | 0.53 | 0.07 | 0.45 | 0.07 | 0.01 | 0 |

| | | | | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|------|---|
| 第二回合（1999年10月-11月），阿苯达唑 | 0.65 | 0.09 | 0.66 | 0.11 | 0.01 | 0 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|---|

a1-8年级的数据。由于大多数学生缺少出生月份信息，因此往往不可能为在"阈值"年份出生的女孩准确分配治疗资格状态;所有在某一年内年满13岁的女孩都被视为12岁（有资格接受驱虫治疗），以保持一致性。

b表三中的吡喹酮数字仅指当年达到血吸虫病治疗阈值（30%患病率）的学校儿童。

在下文中，"待遇"学校是指1998年的所有二十五所第1类学校，以及1999年所有五十所第1组和第2类学校。

gram在1998年的典型日子出现在学校，药物管理当天缺课是药物不合规的主要原因。1998年，19岁或13岁以上的女孩中有19%也接受了治疗。这

部分是因为该领域对学生年龄的困惑，部分原因是在该计划的早期阶段，肯尼亚卫生部的几名护士向一些年龄较大的女孩施用药物，判断治疗的好处超过了风险。这在湖附近的学校尤其常见，那里的血吸虫病更是一个问题。

1999年，在校学生中学习该药的比例略低。在1999学年13岁以下的女孩和在1999学年辍学部分就读的男孩中，总体治疗率约为72%（第1组为73%，第2组学校为71%），这表明尽管变化，但两年来选择接受治疗的过程相当相似。^e

在同意规则中。当然，相对于1998年初入学的基线学生人数而言，1999年仍在上学 的学生比例较小，因此，1999年这一基线样本的治疗率大大低于1998年：在十三岁以下的女孩和治疗学校的所有男孩中，基线样本中，大约57%的人在1999年的某个时候接受了治疗，而十三岁及以上的女孩中只有9%接受了治疗。¹⁸

根据1999年的学生问卷，只有5%的比较学校学生在前一年独立于该计划接受了蠕虫治疗。¹² 一项人类学研究检查了肯尼亚邻近地区的蠕虫治疗实践（Geissler等人（2000年）），发现儿童用当地草药自我治疗蠕虫感染的症状，但没有发现儿童或父母购买驱虫剂的病例。

177%和57%的数字之间的差异是由于第2组学生在项目的第1年和第2年之间辍学（或者尽管非政府组织外地工作人员的努力，他们无法在数据中匹配）。下面，我们比较了参加1999年寄生虫学调查的学生的感染结果，他们都是在1999年入学的。因此，寄生虫学调查样本包括1998年和1999年在校就读治疗和比较学校的学生。从驱虫方案本身影响入学结果的程度来看——1999年治疗学校的入学率比较学校高出大约四个百分点——

1999年接受治疗的学校与比较学校的学生将具有不同的特点。然而，由于治疗学校的辍学率较低，这可能导致校内健康外部性估计值偏向于零，在这种情况下，我们的估计值对真正的校内效应的影响较低。

¹² 1999年5月至7月进行的一项评估该地区驱虫药物供应情况的调查发现，接受调查的当地商店也没有携带驱虫药物。世卫组织推荐的广谱地食素（阿苯达唑和甲苯咪唑）或血吸虫病（吡喹酮）在调查当天有库存，尽管少数人携带更便宜但效果较差的药物（盐酸左旋咪唑和哌嗪）一些诊所和药店销售广谱药物，但这些药物的价格远远超出了大多数人的定价范围。

表四

| PROPORTION OF PUPIL TRANSFERS ACROSS SCHOOLS | | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1998年初入学 (预处理) | 1998年转入 | | | 1999年转入 | | |
| | 第1组 学校 | 第2组 学校 | 第3组 学校 | 第1组 学校 | 第2组 学校 | 第3组 学校 |
| 第1组 | 0.005 | 0.007 | 0.007 | 0.032 | 0.026 | 0.027 |
| 第2组 | 0.006 | 0.007 | 0.008 | 0.026 | 0.033 | 0.027 |
| 第3组 | 0.010 | 0.010 | 0.006 | 0.022 | 0.036 | 0.022 |
| 总转账 | 0.021 | 0.024 | 0.021 | 0.080 | 0.095 | 0.076 |

药物。在某种程度上，Busia的儿童也用草药自我治疗蠕虫症状，在这项研究中，我们衡量了驱虫药物的净益处，超出了草药和任何单独购买的药物的影响。

虽然被分配到

比较学校的学生也可能通过该计划转移到治疗学校接受驱虫治疗，但没有证据表明学生大量不对称地涌入治疗学校，这可能会对结果产生偏见（Table IV）。在抽样学生中，大约2%的学生在1998年转入不同的学校，转入第1、2和3组学校的比例几乎相等，大约8%的学生到1999年底转入不同的学校，同样，转学到所有三组的比例也差不多（从1998年初到1999年底的转学率大大高于1998年底的转学率，因为大多数转学发生在学年之间）。正如我们在第4节中讨论的那样，我们还使用了一种标准意向治疗（ITT）估计策略，其中学生被分配到1998年初最初入学的学校的治疗状态，即使他们后来换了学校，以解决潜在的转学偏见。

第 1 组和第 2 组学校之间的健康结果差异

在进行第4部分的正式估计之前，我们提出了治疗和比较学校之间健康结果的简单差异，尽管我们在下面讨论，但如果学校之间存在驱虫治疗外部性，这些差异低估了整体治疗效果。肯尼亚卫生部于1999年1月和2月对第1组和第2组学校的3至8年级学生进行了寄生虫学调查，该调查在第一轮治疗后一年，但在第2组学校接受治疗之前。总体而言，1999年初，第1组（1998年治疗）学校中有27%的学生患有中度至重度蠕虫感染，而在第2组（1998年比较）学校中，这一差异与零有很大不同，置信度为99%（表五）。中度至重度钩虫、蛔虫、血吸虫病和鞭虫感染的患病率在第1组（1998年治疗）学校均低于第2组。

表五

JANUARY TO MARCH 1999, HEALTH 和 HEALTH BEHAVIOR DIFFERENCES BETWEEN GROUP 1
(1998 TREATMENT) 和 GROUP 2 (1998 COMPARISON) SCHOOLS A

| 第1组 第2组 第1组 - 第2组 | | | |
|--|-----------|-----------|-----------------------|
| <u>小组A：蠕虫感染率</u> | | | |
| 任何中度重度感染，1998年1月至3月 | 03 8 | — | — |
| 任何中度重度感染，1999年 | 02 7 | 05 2 | -025*** (006) |
| 钩虫中度重度感染，1999年 | 00 6 | 02 2 | -016*** (003) |
| 蛔虫中度重度感染，1999年 | 00 9 | 02 4 | -015*** (004) |
| 血吸虫病中度重度感染，1999年 | 00 8 | 01 8 | -010* (006) |
| 鞭虫中度重度感染，1999年 | 01 3 | 01 7 | -004 (005) |
| <u>小组B：1999年过去一周生病的其他营养和健康结果（自我报告）</u> | | | |
| 经常生病（自我报告），1999年 | 04 1 | 04 5 | -004** (002) |
| 1999年年龄别身高Z评分（低分表示营养不良） | 01 2 | 01 5 | -003** (001) |
| 1999年年龄别体重Z评分（低分表示营养不良） | -113 | -122 | 009* (005) |
| 血红蛋白 浓度（克/升），1999年 | -125 | -125 | -000 (004) |
| 比例 贫血（Hb <100g/L），1999年 | 1248 2 | 1232 4 | 16 -002** (001) |
| <u>面板C：蠕虫预防行为</u> | | | |
| 清洁（由现场工作人员观察），1999年 | 05 9 | 06 0 | -001 (002) |
| 穿鞋（由现场工作人员观察），1999年 | 02 4 | 02 6 | -002 (003) |
| 过去一周内与淡水接触的天数 （自我报告），1999年 | 24 | 22 | 02 (03) |

^a这些是 3-8 年级学生个人水平数据的平均值;干扰术语在学校内聚集。括号中的鲁棒标准错误。在 99 (***)、95 (**) 和 90 (*) % 置信度时与零明显不同。

寄生虫学结果：2328 (862组1, 1467组2) ;血红蛋白

结果：778 (292组1, 486组2) ;1999 年学生问卷健康结果的Obs.：9, 102 (3562组1, 5540组2和组3)。

继Brooker, Miguel等人 (2000) 之后, 各种肠道蠕虫的轻度至重度感染阈值为：S为250 epg。

*mansoni*和蛔虫的5, 000 epg, 都是WHO标准。钩虫为750 epg, 鞭虫为400

epg, 均略低于WHO标准。肯尼亚卫生部官员收集了1998年1月至3月在第1组学校以及1999年1月至3月在第1组和第2组学校收集的寄生虫学数据。1999年重新调查了1998年原始第1组寄生虫学样本的随机子集。Hb数据由肯尼亚卫生部官员和ICS现场官员使用便携式Hemocue机器收集。作为学生问卷管理的一部分, 收集了所有三组学校的自我报告健康结果。

(1998年比较)学校。如上所述,该方案对鞭虫的效果较差,可能是由于单剂量阿苯达唑治疗鞭虫感染的疗效较低。¹³

请注意,在1998年驱虫治疗和1999年寄生虫学调查之间的三到十二个月内,很可能发生了大量的再感染,因此治疗和比较学校之间的蠕虫负担差异在治疗后不久可能更大。此外,由于驱虫健康收益,在第1组学校进行寄生虫学调查的当天,容易感染蠕虫的学生比第2组学校更有可能出现在学校,因此第1组和第2组学校的这些平均差异可能会进一步低估真正的驱虫治疗效果。

第1组学生在驱虫治疗的第一年后也报告了更好的健康结果:第1组学生过去一周内报告生病的学生减少了4%,报告经常生病的学生减少了3%(这些差异与95%置信度为零显著不同)。到1999年初,第1组学生的年龄别身高(衡量营养状况的指标)也明显更好,尽管平均年龄别体重并不高。¹⁴

虽然1999年初第1组学生的血红蛋白浓度高于第2组学生,但差异在统计学上与零没有差异。回想一下,贫血是蠕虫感染和认知表现之间最常见的假设联系(Stoltzfus等人(1997))。严重贫血在布西亚相对罕见:在驱虫治疗之前,第2组学校(1998年比较学校)中不到4%的学生在1999年初低于肯尼亚卫生部100克/升的贫血阈值。与非洲许多其他地区相比,这一数字较低,其中许多地区存在严重的蠕虫问题:最近对欠发达国家学龄儿童贫血研究的调查(Hall和儿童发展伙伴关系(2000年))表明,布西亚的贫血程度大大低于加纳、马拉维、马里、莫桑比克和坦桑尼亚的样本。¹⁵

¹³ 1998年至1999年期间,中度至重度蠕虫感染总数上升(见表二)可能是由于1998年与厄尔尼诺天气系统有关的异常洪水增加了对受感染淡水的暴露(注意中度至重度血吸虫病感染的特别大增加),造成了潮湿的条件有利于地理精灵幼虫,并导致厕所溢出,顺便也造成了严重的暴发粪便-传播的霍乱。

¹⁴ 虽然发现年龄别的身高增加而不是年龄别的体重增加有些令人惊讶,因为后者通常是相关的随着短期营养的改善,值得注意的是登-莱因,塔内托,坦锯,米亚特-铺设-恺族和敏特Lwin(1991)在缅甸的研究发现,在蛔虫治疗后六个月内,接受治疗的儿童身高增加很大。e体重增加仅在二十四个月后观察到,Cooper等人(1990)对鞭虫也有类似的发现,因此结果并非史无前例。

¹⁵ 低水平的一种可能的解释贫血在这个地区是地食(吃土):盖伊ssler等人(1998)报告说,73%的10-18岁儿童的随机样本

健康教育对行为的影响很小，因此，就该计划改善健康的程度而言，它几乎肯定是通过驱虫药的效果而不是通过健康教育来实现的。1999年初，治疗和比较学校学生在三种蠕虫预防行为方面没有显著差异：观察到学生清洁度、²² 学生穿鞋的比例或自我重新接触淡水（表五）。

4. 估算策略

4.1. 计量经济学规格

学校间驱虫治疗的随机化允许通过比较治疗和比较学校来估计该计划的总体效果，即使在存在校内外部性的情况下也是如此。²³

然而，外部性不仅可能发生

在学校内部，而且可能发生在学校之间，特别是因为这个地区的大多数人生活在他们的农场，而不是集中在村庄里，

（甚至兄弟姐妹）经常在不同的学校上学，因为步行距离内通常有一个以上的小学。Miguel和

Gugerty（2002年）发现，该地区近四分之一的家庭都有一个孩子在小学就读，而这所小学离他们家最近的学校不是最近的学校。我们通过随机化诱导的治疗学校局部密度的变化来估计跨学校的外部性。虽然跨学校的随机化使得可以通过实验确定整体项目效应和跨学校外部性，但我们必须依靠非经验性方法将对所治疗学校的影响分解为直接效应和校内外部效应。

我们首先估计治疗学校的计划影响，以及跨学校治疗的外部性：²⁴

$$(1) \quad Y_{ijt} = a + \beta_1 \cdot T_{1it} + \beta_2 \cdot T_{2it} + X'_{ijt} \delta + \sum (\gamma_d \cdot N_{dit}^T) + \sum (\phi_d \cdot N_{dit}) + u_i + e_{ijt}$$

断续器

肯尼亚西部的邻近地区报告每天吃土壤。鉴于土壤儿童每天吃东西的平均量，以及该地区土壤的测量平均铁含量，Geissler等人得出结论，土壤平均每天提供4.7毫克铁，超过推荐的儿童每日铁摄入量的三分之一。不幸的是，地噬也可能增加对地食幼虫的暴露，促进再感染。

²²这还控制了1998年的初始清洁度水平，或使用差分不等式规范。

²³Manski（2000）建议使用实验方法来识别同伴有效。最近使用组级随机化治疗来估计同伴效应的其他论文包括Duflo和Saez（2002）以及Miguel和Kremer（2002）。Katz, Kling和Liebman（2001），Kremer和Levy（2001）以及Sacerdote（2001）在同伴组组成中使用随机变异来估计同伴效应。

²⁴为简单起见，我们提出线性形式，但我们在下面对离散因变量使用概率估计。

$$\in \{1, 2\}$$

Y_{ijt} 是个人健康或教育成果，其中我指的是学校， j 指的是学生，而 t 是课程的年份；

T_{1it} 和 T_{2it} 分别是学校分配到驱虫治疗第一年和第二年的指标变量； X_{ijt} 是学校和学生的特征。

N_{dit} 是 t 年级与学校 i 相距 d 的小学生总数， N_{ditT} 是随机分配到驱虫治疗的学校中这些学生的总数。例如，在第5节和第6节中， $d = 03$ 表示位于学校 i 三公里范围内的学校， $d = 36$ 表示位于3至6公里之间的学校。¹⁶假设个体干扰项在各个学校之间是独立的，但允许与同一学校内的观察结果相关联，其中学校效应在 u_i 项中捕获。

由于当地人口密度可能影响疾病传播，并且由于在治疗学校附近生活或上学的儿童在环境中暴露于蠕虫的风险较低，这将导致更少的再感染和更低的蠕虫感染，蠕虫负担可能取决于小学生总数（ N_{dit} ）和随机分配到驱虫治疗的学校学生人数（ N_{ditT} ）在课程 t 年级距学校 i 的一定距离内。¹⁷鉴于在离学校一定距离内上小学的儿童总数，这些上学的学校中分配接受治疗的人数是外生的和随机的。由于当地学校密度的任何独立影响都包含在 N

$$\beta_1 + \sum_d (\gamma_d \bar{N}_{dit}^T)$$

dit 项中，因此 γ 系数测量学校之间的驱虫治疗外部性。

在此框架中，驱虫治疗的第一年对治疗学校总体感染率的平均影响，其中

$$\beta_2 + \sum_d (\gamma_d \bar{N}_{dit}^T)$$

N_{dit} 是距离学校 d 的治疗学校学生的平均人数，是驱虫第二年的类似效果。 β_1 和 β_2

¹⁶ 在空间外部性模型下，其中一所学校蠕虫患病率的降低影响邻近学校，这反过来又影响他们的邻居，一些前任特伦比将超过六公里。在超过六个外部性的范围内公里从治疗学校来看，等式（1）产生了治疗效果的下限，但我们认为任何这样的溢出效应很可能是相关的在这种情况下，非常次要。

¹⁷ 由于跨校外外部性取决于有资格接受治疗的学生人数，而不是学生总数，因此我们使用13岁以下女孩和所有男孩（有资格接受驱虫治疗的学生）的数量。在治疗学校）作为学校人口（ N_{dit} 和 N_{dit}^T ）适用于本文其余部分的所有学校。由于美国政府在2000年5月之前将GPS精度降级，GPS位置的测量误差会导致衰减偏差，从而更难找到治疗外部性。

也捕获了驱虫治疗对接受治疗者的直接影响，也捕获了治疗学校内未经治疗的学生的任何外部性。¹⁸

¹⁸ 不幸的是，我们这样做没有关于学生家位置的数据，因此无法检查住在治疗学校附近的学生是否真的获得了更大的外部性利益。

指定的驱虫治疗组与三公里或三至六公里内的其他当地治疗学校学生的密度没有显著关联（表I）；换句话说，在第1组学校附近找到的接受治疗的学生数量与在第2组或第3组学校附近一样多。1998年和1999年的驱虫依从率与以当地总密度为条件的治疗学校学生的当地密度也没有显著关联（附录表AI I）。

随着接受驱虫治疗的当地人口比例的增加，跨校驱虫的外部性可能会增加。尽管学校水平的随机化在我们的样本中引起了局部治疗密度的一系列变化，但只有49所学校，我们无法估计边际外部性如何随当地治疗水平而变化。¹⁹

然而，由于大多数贫穷国家的大规模驱虫计划可能会使用社区同意进行治疗，而不是个人父母同意——就像我们研究该计划的第一年一样——我们估计了在公共卫生政策制定者感兴趣的条件下治疗外部性的可能程度。

包括学校和学生变量 x_{ijt} 控制了尽管随机化仍然存在的学校之间的治疗前差异，从而提高了统计精度。这些控制措施包括1996年肯尼亚政府5至8年级地区考试的平均学校成绩；1996年肯尼亚政府5至8年级地区考试的平均成绩；1996年肯尼亚政府5至8年级地区考试的平均学校成绩；1996年肯尼亚政府5至8年级地区考试的平均学校成绩；1996年肯尼亚政府5至8年级学生年级和地理区域²⁰中度至重度蠕虫感染的流行率（治疗前平均值）；学校参与其他非政府组织援助项目的指标；时间控制（每六个月的指标变量捕捉因辍学而导致的学校参与率下降趋势）；以及年级队列指标变量。

4.2. 校内外外部性估算

由于随机化是在学校一级进行的，而不是在学校内的个人进行的，因此既可以估计对所治疗学校的总体流失影响，也可以使用等式（1）进行成本效益分析。然而，不可能通过实验将治疗学校的影响分解为对治疗学校内接受治疗的学生的直接影响和对未接受治疗的学生的外部性影响。将分配到治疗学校用作实际医疗的工具变量是无效的

¹⁹ 局部处理密度的二次项与任何 m 的速率没有显著相关性从低脂到重度蠕虫感染（结果未显示），因此我们选择关注线性规范，如等式（1）。。

²⁰ 从1996年开始（项目第一年前两年）的平均学校成绩被雇用，因为地区考试没有1997年由于全国教师罢工而提供。之所以使用学校平均考试成绩，是因为1996年个别考试成绩不完整。但是，1996年的分数被更正为以单个水平标准偏差为单位，因此1998年和1999年考试成绩的比喻，假设1996年、1998年和1999年学校内部和学校之间的考试成绩差异的分解相同。

在存在这种外部性的情况下 (Angrist, Imbens和Rubin (1996))，因为排斥限制未能成立：分配到治疗学校通过外部性影响学生的健康，而不仅仅是通过接受医疗治疗的可能性。

在考虑这种分解的非经验方法时，值得记住的是，没有证据表明生病的学生更有可能获得驱虫治疗；事实上，如果有的话，证据似乎更符合这样的假设，即蠕虫负荷较高的学生不太可能获得治疗，要么是因为他们不太可能在治疗当天上学，要么是因为他们的家庭不太愿意和能够投资于健康。如

表六A组和B组所示，在13岁以下的女孩和所有男孩中，在干预前仍未得到治疗的儿童比最终获得治疗的儿童

(1998年)和第2组学校(1999年)中度至重度感染的可能性略高。在至少13岁的女孩中，后来接受治疗的第1组学生和没有接受治疗的第1组学生在1998年(治疗前)的感染率差别不大，而后来接受治疗的第2组幼崽在1999年初受到中度至重度感染的可能性大大低于后来未接受治疗的同龄人。

如上所述，缺课治疗的一个主要原因是缺课：2001年的一项家长调查表明，大多数不遵守出勤规定是由于学生生病造成的，我们在第6节中显示，有蠕虫的学生更经常缺课。如果没有支付学费的父母愿意去看望校长表示同意，较差的学生也可能具有较低的依从性。

我们假设，如果治疗的净收益超过临界成本，儿童将获得治疗。形式上，
$$D_{ijt} = 1 \left(S_{ijt} + \varepsilon_{ijt} > C_t \right)$$
，其中 D_{ijt} 在学校 i 中采用 1 if individual j 的值在她的学校有资格接受治疗的第一年接受治疗(1998年第1组，1999年第2组)，否则为零；这里， $1(\cdot)$ 是指标函数， c_t 是家庭获得治疗的总成本，in 年 t (由于同意要求的变化，两年之间有所不同)， ε_{ijt} 是一个未观察到的随机变量，可能取决于学生家与学校的距离，或者学生在治疗当天是否生病，为了出格。

鉴于学校内部没有随机治疗，将1998年未接受治疗的第1组学生与1999年(第2组学校被纳入治疗的那一年)未接受治疗的第2组学生进行比较，以至少部分处理由于选择接受治疗而产生的潜在偏见。对于健康结果，我们比较了1999年1月至2月的这两组，当时第1组学校已经接受治疗(1998年)，但第2组学校

没有接受治疗，而对于学校参与，我们比较了第一年治疗的第一年和第2组。

表六

DEWORMING HEALTH EXTERNALITIES IN SCHOOLS, JANUARY TO MARCH 1999a

| | 第1组, 治疗 1998年 | 第1组, 治疗 1998年 | 第2组, 治疗 1999年 | 第2组, 治疗 1999年 | (第1组, 治疗 1998年) — (第2组, 治疗 1999) | (第1组, 治疗 1998年) — (第2组, 治疗 1999) |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--|--|
| <u>小组A：选择进入治疗</u> | | | | | | |
| 任何中度重度感染，1998年 | 039 | 044 | — | — | — | — |
| 追踪到1999年寄生虫学样本的比例 ^b | 036 | 036 | — | — | — | — |
| 1998年，在家中获得厕所 | 084 | 080 | 081 | 086 | 003 (004) | -006 (005) |
| 年级进展 (= 年级 - (年龄 - 6))，1998年 | -20 | -18 | -18 | -18 | -02** (01) | -00 (02) |
| 年龄别体重 (Z评分)，1998年 (低分表示营养不良) | -158 | -152 | -157 | -146 | -001 (006) | -006 (011) |
| 1998年过去一周的疟疾/发烧 (自我报告) | 037 | 041 | 040 | 039 | -003 (004) | -001 (006) |
| 清洁 (由现场工作人员观察)，1998年 | 053 | 059 | 060 | 066 | -007 (005) | -007 (010) |
| <u>小组B：健康结果</u> | | | | | | |
| <u>女孩 < 13 岁，所有男孩</u> | | | | | -027*** | -021** |
| 任何中度重度感染，1999年 | 024 | 034 | 051 | 055 | (006) | (010) |
| 钩虫中度重度感染，1999年 | 004 | 011 | 022 | 020 | -019*** (003) | -009* (005) |
| 蛔虫中度重度感染，1999年 | 008 | 012 | 022 | 030 | -014*** (004) | -018** (007) |
| 血吸虫病中度重度感染，1999年 | 009 | 008 | 020 | 013 | -011* (006) | -005 (006) |
| 鞭虫中度重度感染，1999年 | 012 | 016 | 016 | 020 | -004 (016) | -005 (009) |
| <u>女孩 ≥ 13 岁</u> | | | | | | |
| 任何中度重度感染，1998年 | 031 | 028 | — | — | — | — |
| 任何中度重度感染，1999年 | 027 | 043 | 032 | 054 | -005 (017) | -010 (009) |
| <u>小组C：学校参与 学校参与率，</u> | | | | | | |
| | 0872 | 0764 | 0808 | 0684 | 0064** | 0080** |

1998 年 5 月至 1999 年 3 月^c

(0032)

(0039)

a这些是寄生虫学调查子样本中3-

8年级学生个人水平数据的平均值;干扰项在学校内聚集。括号中的鲁棒标准错误。在 99 (***)、95 (**) 和 90 (*) %

置信度时与零明显不同。1999年寄生虫学调查的表五Obs.的脚注中描述了这些数据：1998年治疗的670组1，1998年未处理的77组1，1999年治疗的873组2，1999年未处理的352组2。

b我们 试图追踪 1998年原始寄生虫学样本的一半的随机样本。因为有些学生缺席，辍学或毕业，我们只能重新调查72%的子样本。

c

按

学生人数加权的学校平均数。参与率是按1998年初在学校就读的学生计算的。在未经宣布的非政府组织访问期间在校的学生被视为参与者。学生平均每年有3.8次参与观察。1至7年级的参与率;8年级的学生被排除在外，因为许多学生在1998学年之后毕业，在这种情况下，他们1999年的待遇状况无关紧要。学龄前学生被排除在外，因为他们通常缺少合规性数据。所有1998年学生特征（A组）均适用于3至7年级，因为年龄较小的学生没有接受学生问卷调查。

正如我们上面所讨论的, 父母同意规则在1998年至1999年期间发生了变化, 导致在治疗学校内接受治疗的学生比例下降。因此, 将样本重新规定为第1组和第2组学校(为清楚起见, 暂时保持 x_{ijt} 项不变):

$$\begin{aligned}
 (2) \quad & E(\text{易杰} | T_{1i1}=1, X_{ij1}, D_{1ij}=0) - E(\text{恩迪特} | T_{1i1}=0, X_{ij1}, D_{1ij}=0) \\
 &= \beta_1 + \sum_d \gamma_d \cdot [E(\text{恩迪特} | T_{1i1}=1, D_{1ij}=0) \\
 &\quad - E(\text{恩迪特} | T_{1i1}=0, D_{1ij}=0)] \\
 &\quad + \sum_d \gamma_d \cdot [E(\text{Ndie} | T_{1i1}=1, D_{1ij}=0) - E(\text{Ndie} | T_{1i1}=0, D_{1ij}=0)] \\
 &\quad + [E(\text{易杰} | T_{1i1}=1, X_{ij1}, D_{1ij}=0) - E(\text{恩迪特} | T_{1i1}=0, X_{ij1}, D_{1ij}=0)]
 \end{aligned}$$

其中 T_{1i1} 是学校在1998年的处理分配 ($t=1$), 对于第1组学校, 这取值为1, 对于第2组学校, 值为0。等式右侧的第一项 (β_1) 是校内外效应。第二和第三个术语是由于治疗学校和比较学校之间小学的当地密度不同而产生的影响; 这些大约为零(如表I所示), 在任何情况下, 我们都能够在估计中控制这些密度。关键的最后一项, 可以重写为

$$\begin{aligned}
 & E(e_{ij1} | T_{1i1}=1, X_{ij1}C1 - S(X_{ij1}e_{ij1}) > \varepsilon_{ij1}) \\
 & - E(e_{ij1} | T_{1i1}=0, X_{ij1}C2 - S(X_{ij2}e_{ij2}) > \varepsilon_{ij2})
 \end{aligned}$$

捕获第1组和第2组学校中未经治疗的学生之间任何未观察到的差异。如果 $C1 = C2$, 则通过随机化, 此项等于零, (2) 可用于估计 β_1 。但是, 由于1999年实施了已签署的父母同意要求, $C2$ 很可能 $> C1$ 。在我们的样本中, 感染者不再可能接受治疗 - 事实上似乎不太可能接受治疗 - 这对于上述全套 x_{ijt} 变量的调节是稳健的 (结果未显示)。²¹ 如果 S 在 e_{ijt} 中实际上是非递减的 (这可以被认为与规范中良好的健康结果相关的未观察到的特征), 那么 $C2 > C1$ 意味着最终项将为零或负数, 因此等式的左侧将低估了 within-school 的外部性, β_1 。²² 换言之, 由于选择治疗过程的变化, 一些如果属于第1组本来会接受治疗的第2组学生实际上在1999年没有得到治疗, 这意味着第2组中未接受治疗的平均不可观察性 e_{ijt} 至少与第1组中未接受治疗的学生一样大 (并且还

²¹ 将1998年第1组学生的数据和第2组学生的1999年数据汇总起来, 估计数中度至重度感染对药物吸收的边际影响是-0.008, 并且这种效应与零没有显著差异。

²² 这一说法还依赖于以下假设: e_{ijt} 术语在两年内是自相关的。

在接受治疗的第2组中，平均 e_{ijt} 也将至少与在接受治疗的第1组中一样大）。

该计划前两年（在上述模型中以 x_{ijt} 捕获）之间总体感染率的变化也影响了个体驱虫治疗决策。感染率在几年内发生了变化，这既是由于与该计划相关的相当大的跨学校治疗外部性，这降低了感染水平，也归因于自然的腮间变化（例如，1998年的洪水），这导致了更高的中度至重度感染率。第二种影响似乎占主导地位，导致1999年的总体感染率高于1998年（表二和表五），并使在校内外部性估计数中标明偏倚方向的努力复杂化。然而，2年级接受治疗的人数少于1年级的事实表明，总体而言，鉴于同意要求的改变，选择治疗的过程变得更加严格，因此，在资格的第一年未接受治疗的第2组学生中， e_{ijt} 至少与在资格的第一年未接受治疗的第1组学生一样重要。

关于data，表明1998年未接受治疗的第1组学生和1999年未接受治疗的第2组学生实际上是相似的，任何偏见都可能很小。首先，如前所述，中度至重度感染的学生并不比感染较少的学生更有可能寻求治疗。其次，1998年未接受治疗的第1组学生和1999年未接受治疗的第2组学生在可能与儿童健康相关的五个基线特征（latrine所有权，年级进展，年龄别体重，自我报告的健康状况和清洁度）方面没有统计学上的显著差异，并且点估计表明，第1组未经治疗的学生实际上健康状况较差，

与第2组中的同行相比，清洁程度较低，并且不太可能使用厕所（表VI，图A）。²³

这些结果与以下假设一致，即 e_{ijt} 部分反映了家庭在采取行动改善子女健康的能力和意愿方面的差异，并且那些具有高 e_{ijt} 值的学生更有可能获得治疗。^{24,25}

另一个证据来自对1998年接受治疗的第1组学生的初始中度至重度感染率（1998年初）的比较。

²³

与学校参与估计中使用的较大样本（表九）的类似比较也表明，1998年未接受治疗的第1组学生和1999年未接受治疗的第2组学生在这些特征上是相似的（结果未显示n）。

²⁴ 换句话说，随着治疗费用在第1年和第2年之间增加，仍然选择在第2年接受治疗的人——那些高等 e_{ijt} ，以可观察量为条件——具有更高的值 e_{ijt} 比在第2年没有接受治疗的人，但would已经接受了治疗，给出了第1年的费用。因此 e_{ijt} 和 ε_{ijt} 在接受治疗的边缘，这些个体之间必须呈正相关。

²⁵

我们还计算了曼斯基在选择接受治疗的情况下，校内外部性受到限制，但鉴于1998年至1999年期间接受情况的变化（结果未显示），这些因素在很大程度上是没有信息的。

1999年接受治疗, 1998年接受治疗但1999年未接受治疗的学生;这不是一个完美的比较, 因为第1组学生在1999年处于治疗的第二年, 而第2组学生在1999年经历了他们的第一年治疗, 但它仍然提供了关于如何改变治疗费用的有用信息^{nt}

影响吸收。我们发现, 1999年接受治疗的第1组学生和1999年未接受治疗的最初1998年感染率相差不到一个百分点(结果未显示), 这进一步证明, 1998年和1999年同意规则的变化并没有实质性地改变那些选择通过该方案接受治疗的人的健康状况。

如果 e_{ijt} 的期望对于1998年第一年错过第一年治疗的第1组学生和1999年错过治疗的第2组学生是相同的, 那么我们可以使用等式(3)估计1998年校内和校际治疗的外部性:

$$(3) \quad \text{伊吉特} = a + \beta_1 \cdot T_{1it} + b_1 \cdot D_{1ij} + b_2 \cdot (T_{1it} * D_{1ij}) + X'_{ijt} \delta + \sum (\gamma_d \cdot N_{dit}^T) + \sum (\phi_d \cdot N_{dit}) + u_i + e_{ijt}$$

断续器

在这里, β_1 是校外外部性对未治疗者的影响, $(\beta_1 + b_2)$ 是校外外部效应加上治疗对治疗对象的额外直接效应的总和。如果像我们上面建议的那样, 等式(2)中的最后一项是负数, 那么该规范低估了校内的外部性, 并夸大了对治疗学校内治疗效果的影响;当然, 基于等式(1)的整体计划效果的估计与分解为对治疗学校内接受治疗和未治疗的影响无关。治疗学校中未经治疗者的总外部性效应是等式(3)中校外外部性项和跨校外外部性的总和。在某些规范中, 我们将本地学生密度项与治疗学校指标进行交互, 以估计治疗和比较学校中潜在的差异跨学校外部性。

4.3. 校内驱虫外部性的初步证据

在第5、6和7节中提出使用这一统一估计框架的结果之前, 我们通过比较1998年未接受治疗的第1组学生和1999年(第2组学校被纳入治疗组的那一年)的1999年1月至3月的感染水平来预览校外外部性结果。在13岁以下的女孩和所有男孩(那些应该通过该项目接受治疗的儿童)中, 1998年没有接受治疗的第1组学生(34%)的中度至重度感染率比1999年没有接受治疗的第2组学生(55%)低21个百分点。这种差异在95倍置信度时是显著的(表VI)。这些差异对于钩虫和蛔虫是阴性的, 并且具有统计学意义,

血吸虫病和鞭虫阴性但无显著;由于第1组和第2组学校之间鞭虫感染的总体差异很小,并且有证据表明单剂量阿苯达唑治疗有时对鞭虫无效,因此,学校内外部性的证据对鞭虫较弱也就不足为奇了。相比之下,1998年接受治疗的第1组学生在1999年1月至2月有24%的机会发生中度至重度感染,而1999年晚些时候接受治疗的第2组学生感染的机会为51%,相差27个百分点。因此,在1999年初测量感染状况时,未接受治疗者中度至重度感染患病率的差异大约是接受治疗者患病率差异的四分之三(21个百分点与27个百分点)。

鉴于1998年治疗和1999年寄生虫学调查的时间安排,外部性惠益与接受治疗者的益处的比例相对较大是合理的。在以稳态蠕虫感染强度治疗部分人群后,治疗组将随着时间的推移再次感染,并且其蠕虫负荷将逐渐适应到其原始水平。如第2节所述,其他研究发现,钩虫、蛔虫和血吸虫病的患病率在治疗后立即下降99%以上,但再感染发生得很快。另一方面,由于感染传播率下降,未治疗组的蠕虫负荷将在治疗组驱虫后逐渐下降。然而,最终,未经治疗的蠕虫负荷将再次上升,随着接受治疗的人群再次受到感染,蠕虫负荷将逐渐达到其原始稳态水平。随着时间的推移,处理过的蠕虫负荷与未处理者之间的蜗杆负荷之比接近一。由于我们在治疗后一段时间内收集了有关蠕虫感染的数据

1999年1月至3月的寄生虫学手术是在第一轮治疗后近一年进行的,距离第二轮治疗已有三到五个月

并且此时接受治疗的蠕虫负荷很大,因此似乎有理由认为再感染亚类型到治疗日期为止,观察到的蠕虫负荷占大部分,而且一年中治疗学校和比较学校之间患病率的平均差异可能比1999年初观察到的差异大得多。

另外两个证据来源与校内驱虫治疗的阳性外部性一致。首先,尽管13岁及以上的女孩基本上被排除在驱虫治疗之外,但第1组学校中年龄较大的女孩的中度至重度感染率比第2组学校的类似女孩低10个百分点,尽管这种差异与零没有显著差异(表六, B)。²⁶

²⁶ 毫不奇怪,年龄较大的女孩的校内外部性程度略小于整个人口,因为这些女孩的中度至重度感染率较低(表II),而且也是其两倍。

穿鞋(结果未显示),限制再感染。作为鲁棒性检查,我们还使用工具变量估计方程(3)

其次，对557名尚未有机会通过该计划接受治疗的学龄前儿童进行的寄生虫学调查发现，2001年初，在第3组学校开始接受驱虫治疗之前，第1组和第2组学校中学前班的儿童比进入第3组学校的儿童少7.1个百分点，在90%置信度下显著不同于零的效应（结果未显示）。鉴于只有18.8%的第3组学龄前儿童患有中度至重度钩虫感染，这相当于此类感染比例下降了40%。对其他蠕虫的影响在统计学上并不显著，这对鞭虫来说并不奇怪，因为直接治疗效果很小，或者对于血吸虫病 - 其外部性可能不太局部，并且可能与可能呆在家里的幼儿不那么相关，而不是在维多利亚湖里吃东西 - 但对于蛔虫来说有些出乎意料（注意，然而，Nokes 等人（1992）也发现了钩虫的外部性，但没有其他地食体）。

5. 驱虫治疗对健康和营养的影响

正式的估计证实，驱虫治疗学校的儿童经历了一系列健康益处，并提供了证据表明，这些益处既蔓延到治疗学校中未接受治疗的学生，也蔓延到邻近学校的学生。与不同的疾病传播方式一致，地人类外部性主要在学校内，而血吸虫病的外部性主要在学校之间。

对等式（1）的估计表明，1999年初，第1组学校中度至重度感染的学生比例比第2组学校低25个百分点，这种影响在99%置信度时具有统计学意义（表七，回归1）。我们接下来估计等式（3），它将治疗学校的计划效应分解为对受治疗学生的影响和校外外部性效应。由第1组指标变量的系数估计值给出的校外外部效应是运动至重度感染的比例降低了12个百分点，而驱虫治疗的额外直接效应约为14个百分点，并且这两个系数估计值都明显不同于零（表七，回归2）。

1999年初，在第1组学校附近的小学上学的儿童中度至重度蠕虫感染率较低：控制着

方法，用于实际驱虫治疗的仪器，其指示变量对13岁以下的女孩和所有男孩的值为1，与学校治疗分配指标相互作用。这产生了对学员治疗对高龄女孩感染的负面但统计学上微不足道的的影响（附录表AIV）。我们不能拒绝这样一种假设，即校外外部性的IV估计值与下面提出的概率估计值相同。

表七

D驱虫H断续器E和内部的四元性A渡S乔尔斯J阿努阿瑞尔至M拱1999²⁷

| | 任何中度重 | | | 度节制重 | | | 度 | | |
|--------------------------|------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|---------------|
| | 蠕虫感染, 1999年 | | (3) | 血吸虫病感染, 1999 | | (6) | 年地球蠕虫感染, 1999年 | | (9) |
| | (1) | (2) | | (4) | (5) | | (7) | (8) | |
| 第1组 (1998年治疗) 学校的指标 | -025*** (005) | -012* (007) | -009 (011) | -003 (003) | -002 (004) | -007 (006) | -020*** (004) | -011** (005) | -003 (009) |
| 3公里以内的第1组学生 (每1000名学生) | -026*** (009) | -026*** (009) | -011 (013) | -012*** (004) | -012*** (004) | -011** (005) | -012* (006) | -012* (007) | -001 (007) |
| 3-6公里以内的第1组学生 (每1000名学生) | -014** (006) | -013** (006) | -007 (014) | -018*** (003) | -018*** (003) | -027*** (006) | 004 (006) | 004 (006) | 016 (010) |
| 3公里以内的学生总数 (每1000名学生) | 011*** (004) | 011*** (004) | 010** (004) | 011*** (002) | 011*** (002) | 013*** (002) | 003 (003) | 004 (003) | 002 (003) |
| 3-6公里以内的学生总数 (每1000名学生) | 013** (006) | 013** (006) | 012* (007) | 012*** (003) | 012*** (003) | 016*** (003) | 004 (004) | 004 (004) | 001 (004) |

蠕虫：识别影响

²⁷ 3-8年级学生。概率估计，括号中的鲁棒标准误差。干扰项与i一起聚集n所学校。观测值按学校总人口加权。在 99 (***)、95 (**) 和 90 (*) % 置信度时与零明显不同。1999年的寄生虫学调查数据是第1组和第2组学校的数据。学生人数数据为 1998年学校问卷。地蠕虫是钩虫、蛔虫和鞭虫。我们使用13岁以下的女孩和所有男孩（有资格在治疗学校驱虫的学生）的数量作为所有学校的在校人数。

| | | | | | | | |
|--------------------------------|--|-------|------|-------|------|---------|------|
| 接受驱虫治疗的第一年（1998年第1组， 1999年第2组） | | -006* | | 003** | | -004** | |
| | | (003) | | (002) | | (002) | |
| （第1组指标） * 在提供时接受治疗 | | -014* | | -002 | | -010*** | |
| | | (007) | | (004) | | (004) | |
| （第1组指标） | | -025* | | -004 | | -018** | |
| 3公里以内的第一组学生（每1000名学生） | | (013) | | (007) | | (008) | |
| （第1组指标） | | -009 | | 011 | | -015 | |
| 6公里以内的第1组学生（每1000名学生） | | (013) | | (007) | | (010) | |
| 成绩指标、学校援助控制、地区考试成绩控制 | | 是的 | 是的 | 是的 | 是的 | 是的 | 是的 |
| 观测值 | | 2328 | 2328 | 2328 | 2328 | 2328 | 2328 |
| 因变量的平均值 | | 0.41 | 0.41 | 0.41 | 0.16 | 0.16 | 0.32 |

（年龄和性别合格）在三公里内的任何小学就读的儿童，在距离学校三公里范围内的1组学校就读的另外一千名（年龄和性别合格）学生的存在与中度至重度感染减少26个百分点相关，并且该系数估计值在99%置信度时与零显着不同。在3至6公里外的1组学校就读的1000名学生

中，中度至重度感染每增加14个百分点，如预期的那样，这比3公里内学生的影响要小，并且在95%置信度时与零显着不同（表七，回归1）。³⁶

由于研究区域相对较小，我们无法精确估计距离学校六公里以外的学校学生的额外治疗的影响

，因此不能排除在距离六公里以外的地方存在外部性的可能性，并且可能对整个研究区域存在外部性，

在这种情况下，表七中提出的估计数（以及下文讨论的估计数）将是实际外部性收益的下限。^{37, 28}

³⁶我们尝试了感染状况的替代措施。一种这样的测量方法是将每种感染的卵子计数除以该蠕虫的中度至重度感染阈值，然后汇总所有四种感染（钩虫、蛔虫、血吸虫病和鞭虫）的标准化egg计数，以得出总体感染“评分”。使用该测量的结果与使用中度至重度感染指标的结果相似，尽管

由于校外外部性而估计的蠕虫流行率降低在统计上变得微不足道（可根据要求提供结果）。

³⁷使用意向治疗估计法可能会产生跨学校除水体外部性的虚假发现，因为最初在比较学校中及时转入治疗学校接受治疗的学生仍被归类为比较学生。然而，我们并不认为这是一个严重的问题，因为当我们不是按原来的学校，而是按寄生虫学调查时实际就读的学校对学生进行分类时，我们的结果几乎是相同的（结果可根据要求提供）。1998年3月至1998年11月之间的相关转学率太小，无法解释我们所发现的外部性：1998年，第2组和第3组只有1.6%的学生转学到第1组学校，第1组只有1.4%的学生转学到第2组或第3组（表四）。鉴于第2组和第3组的一些儿童可能在学年转学太晚而无法从治疗中受益，并且一些早期转学的儿童没有接受治疗，因此只有不到1%的比较学生接受了治疗（表III）。

²⁸ 这些结果在很大程度上是稳健的将周边地区第1组学生的比例作为解释变量，而不是周边地区第1组学生的总数（见附录表AIII中的回归3和7）。空间相关区间的使用城市学术语不会导致标准误差和置信水平的实质性变化（见附录表AIII中的回归2和6）。表IX中的学校参与结果对于空间相关干扰项的使用也很可靠（结果未显示）。我们使用Conley（1999）和Chen and Conley（2001）的半参数框架检查了学校之间的空间相关性程度，并且正如预期的那样，发现了感染r相关性之间的正相关关系和下降关系。学校之间的距离和距离，尽管一旦我们以学校水平特征为条件，空间相关性就相对较小。这跨学校外部性结果对于控制样本中1998年的初始感染水平也很可靠。同时具有1998年和1999年寄生虫学数据的第1组学生（见回归4和8

我们估计，1999年初，由于学校间的健康溢出效应，该地区儿童的中度至重度蠕虫感染平均低23个百分点（标准误差7个百分点），超过第2组学校中度至重度感染率的40%。要看到这一点，请注意，平均溢出盖是平均数字 -

位于三公里以内的第1组学生

除以1000 (N_{03}) 的T倍是位于三公里内的额外1000名第1组学生 对感染率 (γ_{03}) 的平均影响，加上由于位于三到六公里之间的学校引起的类似溢出效应 远离学校（参考等式 (1) ）。根据表七回归1中的外部性估计值，这意味着估计的平均跨学校外部性减小-

中度-

重度蠕虫感染的 TT 为 $0.23 \cdot [\gamma_{03} * \bar{N}_{03,1} + \gamma_{36} * \bar{N}_{36,1}] =$
 $[0.26 * 454 + 0.14 * 802]/1000 =$

请注意，驱虫药物可以杀死体内已有的蠕虫，但这些药物不会留在体内，也不会提供对未来再感染的免疫力，因此，减少再感染源的好处与当前的感染状态合理地正交是合理的。然而，自身治疗和局部治疗强度不一定仅仅对中度至重度感染产生累加效应：如果单独使用跨校外来通常不能将感染水平降低到截至寄生虫学调查之日的比较中度至重度感染阈值以下，则相互作用效应将是负面的，但自身治疗与外部性的相互作用通常确实会减少感染。

低于治疗学校学生的门槛。³⁹

我们发现，比较学校（第2组）学生中度至重度感染的平均跨校外外部性减少为9个百分点，而治疗学校（第1组）幼崽的效果要大得多，接近29个百分点（表七，回归3）。如下文所述，这种差异主要是由于地生体的外部性，因为更严重的血吸虫病感染的外部性与呼吸和比较学校的外部性相似。

跨学校健康外部性的存在意味着治疗和比较学校之间平均结果的差异 - 一种“天真”的治疗效果估计器 -

低估了大规模脱水治疗对接受治疗者的实际影响。如果外部性在六公里后完全消失，则第1组学校学生中度至重度感染率的真正下降是比较学校学生的平均跨学校外部性（9个百分点）和表七回归1所示的1999年初在治疗学校的影响的总和。回归1（25百分比）

在附录表AIII中）。我们只能控制第1组学校的子样本中1998年的初始感染水平，因为这些数据不是为其他学校收集的。

³⁹一般来说，个体蠕虫感染相对于阈值水平的分布对于衡量自身治疗与局部治疗强度之间可能的相互作用效应也很重要。

点)，总共为35个百分点（标准误差为9个百分点，考虑到表七中回归3中系数估计值的协方差结构）。因此，跨学校的外部性是治疗对象总效应的四分

之一多。因此，通过该计划消除的中度至重度蠕虫感染的估计数量

$$(0.35) * (9, \text{Group 1 学校的 817 名学生}) + (0.09) * (19, \text{第 2 组和第 3 组学校的 493 名学生}) = 5190 \text{ 例感染。}$$

这几乎是第1组学校中每个接受治疗的儿童消除了一次感染。即使这个数字也低估了该计划的实际总治疗效果，因为它排除了距离治疗学校六公里以上的学校的任何福利，以及未入学的学龄儿童，其他非学龄社区成员（例如上面讨论的学龄前儿童）以及居住在与研究区域接壤的村庄的人们的福利，我们没有调查过谁。

如第2节所述，血吸虫病的外部性可能比地食肉体的距离更大。事实上，跨学校外部性效应主要是由中度至重度血吸虫病感染的减少（表七，回归4）驱动的，而跨学校地人类外部性为负且在三公里内略微显著，但与3至6公里的零没有显著差异

（回归7）。校内效应由地食素感染驱动（系数估计值-0.10，标准误差0.04，回归8），而校内血吸虫病的外部性为负但微不足道（回归5）。

最后，对于中度至重度血吸虫病感染，治疗组与局部治疗强度之间相互作用项的系数估计值在统计学上与零无统计学意义差异（表七，回归6），但治疗组与局部治疗强度之间的侵扰从0到3公里为负，中度至中度为显著-重度地食尸虫感染（回归9）。换句话说，在减少血吸虫病感染方面，比较学校和治疗学校的学生在接近治疗学校方面受益相似，但治疗学校的学生比较学生经历更大的跨学校地息性外部性。²⁹

6. 驱虫治疗对学校参与的影响

这一分离认为，驱虫使学校在治疗学校的参与率提高了至少七个百分点，减少了四分之一

²⁹ 对于血吸虫病，对这一结果的一种解释是，跨校外外部性足够大，足以将治疗学校和比较学校中许多学生的感染水平降低到中度至重度阈值以下，因此对相互作用项的合理估计并不显著。

学校旷课。⁴¹

驱虫运动可能通过允许以前虚弱和无精打采的儿童定期上学或通过提高儿童集中注意力的能力来提高入学率，这可能使上学相对于其他活动，如农业劳动、呆在家里或钓鱼，越来越有价值。

与健康影响一样，驱虫在学校内部和学校之间的学校参与中造成了外部性；在考虑了外部性之后，我们估计，通过该计划实际治疗的每个学生，这一领域的整体学校参与率可能至少增加了0.14年。正如我们在下面讨论的那样，这种影响大于从蠕虫负担与学校参与之间相关性的非经验估计中得出的影响。

我们的样本包括1998年第一学期在校就读或列入学校登记册的所有学生。

³⁰

由于许多幼崽上学不稳定，缺勤学生和辍学之间的区别往往从学校记录中看不清，因此很难区分辍学和长期缺勤；此外，衡量学生不辍学的出勤条件没有吸引力，因为辍学是内生的。因此，我们专注于学校参与的全面衡量标准：如果学生在某一天在学校，则将其视为参与者，如果他或她当天不在学校，则被视为非参与者。

由于上学记录往往保存不善，因此在非政府组织实地工作人员突击访问学校期间衡量了学校的参与情况。1998年和1999年，学校平均每年接受3.8次学校参与检查。请注意，由于医疗的日子是预先宣布的，并且学校

⁴¹该地区的学校参与是不规则的，我们估计的巨大影响与假设一致，即由于学费和校服的成本，低廉的学校质量以及教育回报率的下降，许多儿童处于是否上学的边缘（Mensch和Lloyd（1997））。许多儿童处于是否上学的边缘的进一步证据被同一地区的一项计划所破坏，该计划支付了所需的校服，使入学率提高了15%（Kremer，Moulins和Namunyu（2002））。

³⁰ 由于许多在1998年初被记录为辍学的学生在1998年或1999学年的某个时候重新入学，因此我们将他们纳入样本。但是，许多初始d非政府组织外地工作人员没有给离职人员指定一个等级，使按职等分列的参与率分析复杂化。表九中为这些学生分配了自己的成绩指标变量。部分学生因缺席而缺少出生年份信息从学校开始问卷调查或考试管理，并且需要对缺少年龄信息的女孩的治疗分配状态做出某些假设（因为年龄较大的女孩应该被排除在治疗之外）。女孩在t学前班和1年级、2年级和3年级的再教育学校被认为有资格接受治疗，而7年级和8年级的学校则被认为没有资格，因为除了一小部分女孩外，这些年级的所有女孩都符合各自的年龄资格标准。我们做到了不知道4年级、5年级和6年级失踪年龄的女孩是否小于13岁，因此应该接受治疗，因此我们从样本中删除她们，从大约30,000名儿童的样本中剔除99名女孩。额外1由于缺少年龄和性别信息，19名学生从样本中掉落。

参与人数不包括这些日子的出勤率，对出勤率的影响不是由于儿童来上学希望接受药物。

学校参与率的区别与比较学校

在使用方程式（1）和（3）进行正式估计之前，我们首先介绍了项目组和时间内学校参与度的差异。由于这些没有考虑到跨学校的外部性，它们可能低估了整体治疗效果。在13岁以下的女孩和所有男孩中，在接受治疗后的第一年，五次阳性治疗参与观察的入学率差异为9.3个百分点，这与99%置信度的零显著不同（表八）。男孩和年轻女孩的差异大于年龄较大的女孩（5.7个百分点），这与实际接受治疗的年龄较大的女孩比例要小得多的事实相一致（表三）。

1999年男生和低年级女生入学率的差异也与零大相径庭，第1组（1998年和1999年治疗学校）和第2组（1999年治疗学校）的置信度为90%，分别为5.0和5.5个百分点。平均入学率在研究的第二年下降，因为原始样本中的儿童——特别是那些年龄较大的儿童——在毕业或辍学前离开学校。

1999年该方案对学校参与的影响较小，一个可能的解释是，与1998年相比，服用驱虫药物的学生比例较低（表三），这应该会减少治疗对治疗效果和外部性影响的影响。1998年，由于1998年初该地区普遍发生厄尔尼诺洪水，1998年初的虫害数量大大增加，1998年治疗学校和比较学校之间的参与差异可能更大（见此，比较表二和表五）。最后，这种差异可能部分归因于偶然：我们不能假设1998年和1999年的治疗和比较学校之间的差距是相同的。

学校参与时间模式的差异与驱虫对学校参与的因果效应是一致的。图1显示了1998年5月至1999年11月十三岁以下女孩和所有男孩的学校入学率。菱形表示第1组和第3组学校之间平均入学率的差异，方块表示第2组和第3组学校之间的差异。1998年和1999年，第1组学校的入学率一直高于第3组学校的入学率，到1999年11月，这一差距接近10个百分点。

1998年，第2组学校的入学率低于第3组学校，当时两组学校都是比较学校，但开始显示

表八

学校参与，学校级DATAa

| | 组 1 (25所学校) | 组 2 (25所学校) | 组 3 (25所学校) | | |
|-----------------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|-------------------|
| <u>小组A：</u> | | | | | |
| 治疗后第一年 (1998年5月至1999年3月) | 第一 | 治疗比较 比较 (第2组和第3组) | | 年级组 1 - | 第2组 - |
| 女孩 <13岁，所有男孩 | 0.841 | 0.731 | 0.767 | 0093*** (0031) | -0037 (0036) |
| 女孩 ≥13 岁 | 0.864 | 0.803 | 0.811 | 0057** (0029) | -0008 (0034) |
| 1998年初学前班，1年级，2年级 | 0.795 | 0.688 | 0.703 | 0100*** (0037) | -0018 (0043) |
| 1998年初的3年级、4年级、5年级 | 0.880 | 0.789 | 0.831 | 0070*** (0024) | -0043 (0029) |
| 1998年初的6年级，7年级，8年级 | 0.934 | 0.858 | 0.892 | 0059*** (0021) | -0034 (0026) |
| 1998年初被记录为"辍学" | 0.064 | 0.050 | 0.030 | 0022 (0017) | 0020 (0017) |
| 雌性 ^b | 0.855 | 0.771 | 0.789 | 0076*** (0027) | -0018 (0032) |
| 男性 | 0.844 | 0.736 | 0.780 | 0088*** (0031) | -0044 (0037) |
| <u>小组B：</u> | | | | | |
| 治疗后第二年 (1999年3月至11月) | 第1年 | | | 第1组 - | 第2组 - |
| 女孩 <13岁，所有男孩 | 第二年护理治疗 | 比较 | | 第3组 | 第3组 |
| | 0.713 | 0.717 | 0.663 | 0050* (0027) | 0055* (0027) |
| 女孩 ≥14 岁 ^c | 0.627 | 0.649 | 0.588 | 0039 (0035) | 0061* (0035) |
| 1998年初学前班，1年级，2年级 | 0.692 | 0.726 | 0.641 | 0051 (0034) | 0085** (0034) |
| 1998年初的3年级、4年级、5年级 | 0.750 | 0.774 | 0.725 | 0025 (0022) | 0049** (0023) |
| 1998年初的6年级，7年级，8年级 | 0.770 | 0.777 | 0.751 | 0020 (0027) | 0026 (0027) |
| 1998年初被记录为"辍学" | 0.176 | 0.129 | 0.056 | 0120* (0062) | 0073 (0052) |
| 雌性 ^b | 0.716 | 0.746 | 0.648 | 0067** (0027) | 0098*** (0027) |
| 男性 | 0.698 | 0.695 | 0.655 | 0043 | 0041 |

(0027) (0028)

^a结果是按学生人数加权的学校平均数。括号中的标准错误。在 99 (***)、95 (**) 和 90 (*) % 置信度时与零明显不同。入学率是1998年初在校所有学生的入学率计算的。在非政府组织未事先通知的访问当天在校的学生被视为参与者。学生平均每年有3.8次参与观察。“学前班-2年级”的数字;“3-5年级”;“6-8年级”;和“辍学”行是为 <13岁的女孩和所有男孩准备的。

^b样本中的b396名学生缺少有关性别的信息。因此，女性和男性的平均值参与率不等于总体平均数。^c对14岁的女孩，可以减少第1组学校中本应在1998年接受驱虫治疗的女孩群体（1998年为12岁）。

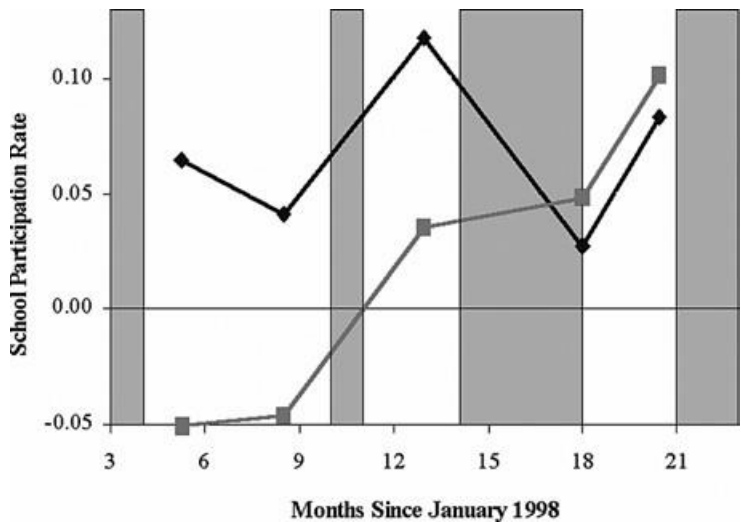


FIGURE 1.—
1998年5月至1999年11月，13岁以下女孩和所有男孩的入学率（第1组和第3组（钻石）之间的差异，以及组之间的差异
Group 2 和 Group 3（正方形））。一个

a
阴影区域是提供医疗的时期（1998年3月至4月和11月向第1组学校提供医疗，1999年3月至6月和10月至11月向第1组和第2组学校提供）。

1999年初参与增加。到1999年年中，当1999年第一轮治疗结束时，第2组学校的参与人数大大超过第3组学校。这些增长主要是由于参与率超过80%的学生比例增加，尽管辍学率也大大减少（结果未显示）。

最年轻学生的入学率提高特别大：1998年，学龄前班至2年级的治疗组和对照组在参与方面的平均差异为10.0个百分点（与零大相差，置信度为99%），而6至8年级学生的入学率为5.9个百分点，1999年，第2组学生的可比收益为8.5p。分别为2.6个百分点。低年级学生治疗的较大影响可能部分归因于低年级学生中度至重度感染率较高（表II）。还有一种可能是，在低年级学生的健康方面，学校的参与更具弹性；许多肯尼亚儿童在进入小学高年级之前就辍学了，因此留在学校的年龄较大的儿童可能是学业上最严重的人，尽管生病了，他们仍然决心上学。

第1组（1998年治疗）中未经治疗的学生的入学率高于后来在1999年未经治疗的第2组学校的同龄人，这与学校参与的驱虫外部性相一致。1998年5月至3月，在十三岁以下的女孩和所有男孩中

1999年，未经治疗的第1组学生的入学率高出8.0个百分点，与95%置信度的零有很大不同（表六，图C）。1998年至1999年3月接受治疗的第1组学生的入学率比1999年接受治疗的第2组学生高出6.4个百分点。³¹

1998年和1999年，年龄较大的女孩（本不应通过该方案接受治疗）的参与率大幅提高，这也表明，学校参与的外部福利是巨大的（表八）。虽然1998年高龄女孩的入学率可能部分是由非平凡的医疗率推动的，但1999年第2组学校中年龄较大的女孩的参与率也大大提高，尽管其中只有10%的人接受了治疗（表三）。

对于年龄较大的女孩参与率的提高，另一种不健康的解释是，弟弟妹妹入学率的提高使她们能够定期上学，正如我们在下面讨论的那样。

估计整体学校参与的影响

使用个人层面数据对学校参与外部性进行估计，见表九。因变量是项目第一年（1998年5月至1999年3月）或第二年（1999年4月至1999年11月）个别学校的平均成绩。回归1和2呈现了“幼稚”的治疗效果，忽略了外部性的可能性。在项目两年中，治疗学校相对于比较学校的平均学校参与收益为5.1个百分点，这与99%置信度的零显著不同（回归1）。治疗第一年的点估计值为6.2个百分点，第二年为4.0个百分点，显著性水平分别为99%和90%（回归2），尽管置信区间足够宽，我们不能拒绝假设两年的效果相同。当最初记录为1998年初辍学的学生被排除在样本之外时，影响的程度几乎保持不变（结果未显示）。

对于测量的学校参与，外部性与直接效应的比率可能小于测量的蠕虫负荷，因为外部性与直接效应的比率在治疗后立即非常低，但随后逐渐接近到1。正如我们在第4节中讨论的那样，蠕虫负荷是在驱虫治疗后每年三个月之间测量的，而学校参与率

³¹ 对于未经治疗的人来说，入学率绝对增加的点估计值更大，这似乎很奇怪，但值得注意的是，比例下降在学校，接受治疗的学生的不参与率为三分之一，而未接受治疗的学生的下降率为四分之一，我们不能拒绝接受治疗的学生的差异略大于未接受治疗的学生的假设。

SCHOOL PARTICIPATION, DIRECT EFFECTS AND EXTERNALITIESA

因变量：按年份划分的个别学校平均参与率

| | 奥尔索尔 | 斯 | 奥尔索尔 | 斯 | |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|
| | (1) | (二) | (3) | (4) | (5) |
| | | | | | 98年5月- 98年5月- 月- |
| | | | | | 99年3月 3月99 年3 |
| 1999年初，中度重度感染 | | | | | |
| 治疗学校 (T) | 0051*** (0022) | | | | |
| 治疗学校第一年 (T1) | | 0062*** (0015) | 0060*** (0015) | 0062* (0022) | 0056*** (0020) |
| 治疗学校第二年 (T2) | | 0040* (0021) | 0034* (0021) | | |
| 治疗学校学生在3公里内 (每1000名学生) | | | 0044** (0022) | | 0023 (0036) |
| 治疗学校3-6公里以内的学生 (每1000名学生) | | | -0014 (0015) | | -0041 (0027) |
| 3公里以内的学生总数 (每1000名学生) | | | -0033** (0012) | | -0035* (0019) (0021) |
| 3-6公里以内的学生总数 (每1000名学生) | | | -0010 (0012) | | 0022 (0027) (0012) |
| 指标在提供驱虫治疗的第一年 (1998年第1组, 1999年) 第2组) | | | | | 0100*** (0014) |
| (第一年作为治疗学校指标) * (接受治疗时) | | | | | -0012 (0020) |
| 1996年地区考试成绩，学校平均成绩 | 0063*** (0021) | 0071*** (0020) | 0063*** (0020) | 0058 (0032) | 0091** (0038) |

在治疗后立即开始连续测量，包括外部性与直接效应之比可能为的时期

低。³²

³² 跨学校学校参与的外部性也可能弱于蠕虫感染的外部性，因为只有血吸虫病在学校之间具有强大的健康外部性，并且中度至重度血吸虫病感染比地食素感染更罕见（67%的1组学生在治疗前有中度至重度血吸虫病感染，而

| | 表九 | | | | | | |
|-------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| | 断续器 | 断续器 | 断续器 | 断续器 | 断续器 | 断续器 | IV-2SLS |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
| | 98年5月– 98年5月– 98年5月– 98年5月– | | | | | | |
| | 99 年 3 月99 年 3 月99 年 3 月 99 年 3 月 | | | | | | |
| 成绩指示器、学校援助控制和时间控制 | 是的 | 是的 | 是的 | 是的 | 是的 | 是的 | 是的 |
| R2型 | 0.23 | 0.23 | 0.24 | 0.33 | 0.36 | 0.28 | – |
| 根 MSE | 0.273 | 0.272 | 0.272 | 0.223 | 0.219 | 0.150 | 0.073 |
| 观测值 | 56487 | 56487 | 56487 | 18264 | 18264 | 2327 | 49 |
| | | | | | | | (学校) |
| 因变量的平均值 | 0.747 | 0.747 | 0.747 | 0.784 | 0.784 | 0.884 | 0.884 |

^a因变量是个别学校每年参加该方案的平均人数（第1年为1998年5月至1999年3月，第2年为1999年5月至1999年11月）；干扰条款在学校内聚集。括号中的鲁棒标准错误。在 99 (***)、95 (**) 和 90 (*) % 置信度时与零明显不同。其他解释变量包括女孩<13岁和所有男孩的指标变量，以及按年级划分的地理区域中度重度感染率

（3年级和4年级学生的区域感染率用于4年级及以下的学生和最初记录为辍学的学生，因为没有3年级以下学生的寄生虫学数据；5年级和6年级学生的区域感染率是你吗？适用于5年级和6年级的学生，7年级和8年级的学生也是如此）。参与情况是按1998学年开始时入学的所有学生计算的。在未经宣布的非政府组织学校访问期间到场的学生被视为参与者。学生每年有大约3.8次出勤观察。回归6和7包括具有1999年初寄生虫学信息的学生，将样本限制为第1组和第2组学生的随机子集。1998年5月至1999年3月的治疗学校学生人数是第1组学生人数，1999年3月以后的治疗学校学生人数是第1组和第2组学生人数。

回归 7 中的工具变量是第 1 组（治疗）指标变量、3 公里以内的治疗学生、3-6 公里内的治疗学校学生以及其余解释变量。我们使用13岁以下的女孩和所有男孩（有资格在治疗学校驱虫的学生）的数量作为学校人口和所有学校。

我们在回归3中估计了等式（1），发现每增加一千名（可能符合年龄和性别条件）的学生在三公里内就读治疗学校，平均学校分诊率增加4.4个百分点（在95%置信度下显着增加）。位于三到六公里之间的治疗瞳孔的效果是负面的，但与零没有显着差异。鉴于平均小学三公里范围内的第1组学生 and 第2组学生的数量，以及三到六公里之间的学生人数，回归3的结果意味着学校

超过百分之三十的人有一些中度至重度的地食素感染（表II））。关于呕吐指标与到维多利亚湖的距离之间相互作用的系数估计值（与该地区血吸虫病的患病率高度相关（表II））没有

显着差异，表明血吸虫病和地粘病感染者的学校参与治疗效果并不比单独对地粘虫感染儿童的影响大得多。 并支持学校参与效应主要通过地缘蠕虫起作用的观点。

1998年和1999年，由于驱虫的外部性，整个地区的参与率平均高出约2.0个百分点（标准误差1.3个百分点），这在统计上是微不足道的显著性。回归3还意味着，1998年和1999

33

年驱虫对学校入学率的总影响为7.5个百分点（标准误差2.7个百分点）。

为了估计该计划导致的整体入学率增加，回想一下，该计划在比较学校的学生中平均将入学率提高了约2.0个百分点

，而治疗学校的儿童的入学率提高了约7.5个百分点。在治疗学校中，每两名接受治疗的儿童，1998年和1999年平均只有一名未经治疗的儿童，而在治疗学校的每名儿童中，1998年和1999年每有一名比较学校儿童（因为1998年有三分之一的学校接受治疗，1999年有三分之二的学校接受治疗）。因此，治疗一个孩子导致估计下限增加的学校分婉

$$(1 \times 0.075) + (0.5 \times 0.075) + (1.5 \times 0.020) = 0.14$$

学年（标准误差

0.05）。为了使用等式（3）估计学校内的外部性，我们只能使用治疗第一年的数据，因此出于比较目的，回归4提出了data第一年的基本规范，并估计了6.2个百分点的学校参与率。在方案第一年，在治疗学校中，未经治疗的学生的校内参与外部性益处是积极的，具有统计学意义，为99%（5.6个百分点），并且这些学校中接受治疗和未治疗的学生之间的入学率没有显著差异（这与表VI中的外部性结果一致，小组C，报告的above）。在这个受限制的1998年样本中，估计的跨学校外部性效应在统计上是微不足道的。³⁴

实验 性估计值和非实验性估计值的比较

1999年初中度或重度感染的学生在1998年5月至3月期间入学率降低了2.8个百分点。

³³ 与感染率不同，学校治疗指标与局部治疗学校学生密度之间相互作用的系数估计值学校参与率与零没有显著差异（结果未显示），因此在计算整体计划影响时，我们不考虑三个项目处理组的差异外部性收益。至少有两个

r为什么跨学派的外部性关系不同。首先，如果学校参与率随感染水平而不断变化，则中度至重度感染的阈值效应可能不适用。二、出勤率是衡量的在研究期间，感染水平仅测量一次，在初始治疗后长达一年。

³⁴ 我们使用第5节中讨论的工具变量方法获得定性相似的结果，该方法比较了o的结果。在治疗和比较学校中，女孩（她们在很大程度上被排除在驱虫治疗之外）以估计校内的外部性。学校参与的校外外部性的IV结果是微不足道的，但我们也n不拒绝IV估计值与表IX中的OLS结果相同的假设（请参阅附录表AIV，回归4）。

1999年（回归6，表九）。这种非经验性估计仅限于有1999年寄生虫学数据的三至八年级的2327名学生的子样本，因此我们缺乏有关表现出最大实验治疗效果估计的学龄前，1年级和2年级学生的信息。相比之下，一个工具变量规范-

强加的条件是所有学校参与都通过测量的蠕虫感染状态的变化来获得工作-表明，每次适度到重度蠕虫感染都会导致平均低20.3个百分点的学校参与率（回归7）。回归 7 中的工具变量是第 1 组（治疗）指标变量、3公里以内的治疗学校学生和 3-6 公里内的治疗学校学生。

至少有三个原因可以解释为什么IV估计中重度感染对学校参与的影响远远大于OLS的估计。首先，由于我们在治疗后一年内测量感染，当许多学生已经再次感染蠕虫时，在从驱虫治疗到寄生虫学检查的间隔内，接受治疗和未治疗的瞳孔之间的感染水平差异可能比

寄生虫学检查时平均大得多（鉴于药物的有记录的疗效和高再感染率）。正如我们在第4节中讨论的那样，寄生虫学检查数据几乎肯定低估了治疗后立即由于该计划而消除的中度至重度感染的总数。如果99%的中度至重度感染学生实际上最初被清除了感染，那么每个清除中度至重度感染的学生的隐含入学率增加（在回归7中出现）将减少大约一半。

其次，由于学校参与的互补性，排除限制 - 该计划仅通过改变学生的健康来影响学生的出勤率 - 可能不成立。例如，如果我们估计上学前儿童、一年级学生和二年级学生在比较学校中因蠕虫而留在家中，他们的姐姐也可能留在家里照顾他们，这可能部分地揭示了我们发现的³⁵对年龄较大的女孩的相对较大的治疗效果。

更一般地说，如果同班同学也在上学，如果儿童更倾向于上学，那么入学率的提高可能具有互补性，因此，在打击学校中上学的提高可能部分反映了未感染蠕虫的儿童³⁵的入学率增加。这种影响将影响大规模驱虫计划对学校参与的影响，并在前瞻性评估（如我们）中捕获，其中治疗在学校一级随机化，但不会在蠕虫水平上学校参与的个体水平回归中发现，或者在个体水平上随机治疗的前瞻性研究中。

³⁵由于我们没有关于家庭关系的数据，因此我们无法在这种情况下直接检验这一假设。

驱虫效应的工具变量估计值大于我们的非经验估计值所建议的最后一个原因是由于测量疾病严重程度的错误而导致的衰减偏倚。⁴⁷

7. 驱虫治疗对考试成绩的影响

驱虫可以通过增加在学校的时间和改善学生在校期间的学习来提高考试成绩，但也可以通过拥堵或负面的同伴效应来降低考试成绩。我们在 7.1 节中描述了这些不同的积极和消极机制，然后在 7.2 中呈现测试分数结果。

7.1. 驱虫与测试成绩表现的机制

驱虫可以通过增加在学校度过的总时间来提高考试成绩，但考虑到观察到的驱虫对学校参与的影响以及学校参与与考试成绩之间的横截面关系，这种效果可能很弱。1998年和1999年，ICS为3至8年级的学生举办了英语、数学和科学农业考试。限制对这些等级的关注会减少表X中相对于表IX的样本量。考试以教育部地区办事处的考试为蓝本，并使用相同的程序进行准备。所有科目的平均分数被用作每组测试的主要测试分数结果度量，尽管基本结果是

⁴⁸二进制变量中的测量误差导致OLS规范中的偏差为零，证明误差不太极端（Aigner（1973），Kane et al.（1999））；技术条件是 $\Pr(\text{Type I Error}) + \Pr(\text{Type II Error}) < 1$ ，这在我们的例子中是合理的。不幸的是，二进制变量中的测量误差也可能导致IV估计值中的偏差偏离零，这将导致我们在某种程度上夸大了蠕虫感染对表IX回归7中出勤率的影响；因此，中度重度蠕虫感染对学校参与的影响可能介于OLS和IV系数估计值之间。测量误差可能有多种形式：在实验室中进行卵子计数的纯测量误差；蠕虫负担的时间变化，因此那些在1999年初受到中度至重度感染的人不一定是在学年期间感染最严重的人；我们二元测量蠕虫负担的粗糙性；不同蠕虫物种对学校参与的不一致性；以及我们测量未捕获的蠕虫之间的相互作用，因此，一些被归类为患有多种光虫感染的人实际上患有严重的发病率。此外，epidemiologists认为，蠕虫卵计数（感染强度的标准衡量标准）与实际蠕虫感染负担之间存在不完美的关系（Medley和Anderson（1985）），进一步加剧了错误。异质性治疗效果也可能与样本损耗相互作用，进一步加剧估计偏差，因为那些高测量蠕虫负荷与缺勤无关的学生更有可能在寄生虫学检查当天上学，因此进入我们的样本。但请注意，这种测量误差和由此产生的偏差不会影响我们对上述程序影响的主要实验估计，但确实有助于解释实验和非经验估计之间的差异。

表 X

学术考试， 个人水平的DATAa

| | 因变量：ICS 考试分数（按标准标准化） | | |
|----------------------|----------------------|-----------------|-----------------------|
| | (1) | (2) | (3) |
| | | | 在那些填写的人中 1998年学生调查 |
| 平均入学率（考试当年） | 063*** (007) | | |
| 治疗学校第一年（T1） | | -0032 (0046) | -0030 (0049) |
| 治疗学校第二年（T2） | | 0001 (0072) | 0009 (0081) |
| 1996年地区考试成绩， 学校平均成绩 | 074*** (007) | 071*** (007) | 075*** (007) |
| 成绩指标、学校援助控制和当地学生密度控制 | 是的 | 是的 | 是的 |
| R2型 | 0.14 | 0.13 | 0.15 |
| 根 MSE | 0.919 | 0.923 | 0.916 |
| 观测值 | 24958 | 24958 | 19072 |
| 因变量的平均值 | 0.020 | 0.020 | 0.039 |

^a每个

数据点是该计划给定年份（1998年或1999年）的个人水平考试结果;干扰术语在学校内聚集。线性回归， 括号中的鲁棒标准误差。在 99 (***)、95 (**) 和 90 (*) % 置信度时与零明显不同。回归3仅包括完成1998年学生问卷的学生。其他解释变量包括女孩 <13岁和所有男孩的指标变量， 以及按年级分列的地理区域中度至重度感染率（3年级和4年级学生的区域感染率用于4年级及以下的学生和最初记录为辍学的学生， 因为没有3年级以下学生的寄生虫学数据;区域感染率5年级和6年级学生中的s用于5年级和6年级的学生， 同样用于7年级和8年级的学生）。当地学生密度术语包括3公里以内的治疗学校学生（每1000名学生）， 3公里内的学生总数（每1000名学生）， 3-6公里（每1000名学生）内的治疗学校学生和3-6公里内的总学生（每1000名学生）。我们使用13岁以下的女孩和所有男孩（有资格在治疗学校驱虫的学生）的数量作为所有学校的在校人数。

1998年和1999年的ICS测试在内容上相似， 但在两个重要方面有所不同。首先， 1998年的考试以多项选择题为特色， 而1999年的考试以简短的答案为特色。其次， 虽然1998年每个年级都进行了不同的考试， 但在1999年， 3至8年级的所有学生都参加了同样的考试， 其中包括一系列难度级别的问题。在这两年中， 还举办了英语， 数学， 科学 - 农业， 斯瓦希里语， 地理历史， 家庭科学和艺术 - 克拉夫茨的政府地区考试。两组检查的治疗效果估计值相似（结果未显示）。

如果单独检查受试者（未显示回归），则保持不变。1998年和1999年，在1998年初最初就读于同一年级的比较学生中，考试成绩归一化为零，标准差为1。

测量的学校参与度增加一个百分点与考试成绩增加0.63个标准差相关（表X, regression

1）。由于抽样误差，系数估计值受到衰减偏差的影响，因为每个人的学校参与度量是每年只有3.8个参与观察的平均值，但它很简单

正确，因为每个学生的参与率和参与观察次数是已知的。³⁶
校正后的系数估计值为 2.17，这意味着出勤率提高 10 个百分点与 ICS 考试分数高出 0.217

个标准差相关。如果驱虫仅通过提高出勤率来提高考试成绩，并且由于1998年和1999年的驱虫，学校对治疗学校的平均参与率比相比之下学校高出约5.1个百分点（表九），那么在省略变量偏差的情况下，驱虫对考试分数的估计"影响"将是 $(0.051) \times (2.17)$ ：或大约

0.11 标准偏差。

然而，由于两个原因，这种回归中平均学校参与率的系数估计可能会夸大参与率增加对考试成绩的真实影响。首先，它不仅反映了较高参与率对考试成绩的因果影响，还反映了与考试成绩和学校参与率相关的未观察到的学生特征。其次，在相关的观点中，对学校参与率的系数估计可能反映了在儿童整个学校生涯中出勤率提高的影响，而本研究仅检查了一到两年的出勤率增长；两年入学率提高5.1个百分点意味着不到二十天的上学时间，这可能对学业成绩的影响有限。例如，如果省略的变量偏差占观察到的考试成绩与学校出勤率之间相关性的一半，并且如果其余的相关性反映了过去五年学校教育对学业成绩的影响，那么人们会期望在两年内将出勤率提高5.1个百分点将使考试成绩增加不到0.02个标准差，一个非常小的影响。

驱虫可以提高分数的第二个渠道是提高在学校度过的每单位时间的学习效率。然而，由于严重贫血在这一领域很少见，并且治疗和比较学校之间的贫血只有很小的差异（表五），蠕虫感染与认知表现之间最常假设的联系可能在幼崽期间没有起作用。一系列认知考试提供了一些证据，证明该计划没有提高学习效率，包括图片搜索，Raven矩阵，语言流利度，数字跨度，西班牙语学习以及使用三段论的"动态"测试 - 这些测试在2000年期间在所有三组学校中进行。对于认知检查的任何组成部分，驱虫治疗效果与零没有显著差异（可根据要求提供结果）。

³⁶ TR平均年出勤率的 β 系数估计值B与系数估计值相关b通过标准衰减偏置公式： $\hat{b} = b_1^2 / (s^2 - s_s^2)$ ，其中年平均参与的抽样方差为 σ_s 和中的总方差平均每年入学率为 σ_1^2 。在计算衰减偏差校正时，我们考虑到参与观察的数量因人而异。

另一方面，驱虫可能会通过治疗和同伴效应降低治疗学校的考试成绩。治疗学校的教室更拥挤，因为以前生病的儿童更经常上学，这些额外的学生在教室里的存在可能给其他学生带来了负面的学习外部性。³⁷

7.2. 测试分数结果

治疗和比较学校学生之间考试成绩的估计差异是治疗后第一年为-0.032个标准差，第二年为0.001个标准差，两者均不显著差异为零（表X，回归2）。平均跨学校驱虫外部性效应在-0.049时在统计上不显著（标准误差0.052），校内外外部性效应估计值在统计上也微不足道（结果未显示）。

如果驱虫后参加考试的额外治疗学校学生的表现低于平均水平，则结果可能会受到治疗和比较学校之间的差异损耗的影响。

85%的第1组学生参加了1998年的ICS考试，而第2组和第3组学生的这一比例为83%，这一事实表明这是一种可能性，尽管流失偏差可能很小。³⁸

为了解决这个问题，我们将sample限制在接受1998年学生问卷调查的学生身上，消除了超过百分之二十的样本和许多潜在的考试参与偏见，因为这些学生在治疗和比较学校参加了ICS考试的比例几乎相同

。使用这种限制性样本的治疗效果估计值与使用完整样本的估计值相似，并且在传统置信水平下仍与零没有显著差异（表X，回归3），这表明至少在这种subsample中，驱虫并没有显著提高测试分数。

在错过ICS考试的15%的学生中，仍然有可能不成比例地获得益处，特别是如果他们患有最强烈的蠕虫感染。然而，我们没有发现寄生虫负担与寄生虫学样本中学生样本中错过考试的可能性之间存在很强的关联（结果未显示）。³⁹

37

假设安格里斯特的以色列学校的班级规模与学术成果之间的关系拉维（1999年）在肯尼亚举行，我们发现的驱虫参与率的幅度增长将导致平均下降0.02-

0.05个标准偏差考试成绩（可根据要求从作者处获得计算结果）。

³⁸ Lee（2002）对驱虫治疗效果的界限接近于零，并且在统计上是微不足道的，无论是对于该测试还是对于认知检查，因为差异相对较小在治疗和比较学校之间的损耗中（可根据要求提供结果）。

³⁹ 一部分没有参加1998年ICS考试的学生（包括辍学）在20所驱虫学校接受随访，并鼓励他们参加考试，使我们能够参加考试。o

归咎于辍学的考试成绩。这些学校总共有214名学生接受了后续考试。中

如果驱虫增加了未参加ICS考试的弱势学生的学习，则也会产生更高的年级晋升率。虽然1998年至1999年期间，治疗学校的晋升率实际上比比较学校的升学率高出两个百分点，但这一差异与零没有显著差异（结果未显示）。

鉴于观察到的参与和考试成绩之间的横截面关系，缺乏对考试成绩的强烈在校时间影响可能并不令人意外。然而，这些数据并不支持这样一种假设，即参加测试的子样本对学校每单位时间的学习效率有很大影响。值得一提的是，肯尼亚这一地区的其他几项小学干预措施——

包括教科书提供（Glewwe, Kremer和Moulin（1999））和学校补助金提供

在提高学业考试成绩方面也取得了有限的成功。请注意，在关于欠发达国家健康和劳动生产率的文献中有一个类似的结果，即尽管健康状况不佳通常会减少劳动力供应的时间，但关于健康状况不佳对工资率（个人生产率的代理）的影响的现有经验证据在很大程度上是不确定的（Strauss and Thomas（1998））。

8. 成本效益与福利分析

我们探讨了关于大规模学校驱虫治疗是否应该成为最贫困国家的公共政策优先事项的争议，使用四种不同的方法。根据*卫生成本有效性方法*，卫生项目被认为是具有成本效益的，最高可达每节残疾调整生命年（DALY）节省的一些门槛成本，在最贫穷国家，每DALY可能为25至100美元。我们还考虑了

通过驱虫而不是通过替代性教育干预措施促进学校参与的教育成本效益。人力资本投资方法估计了驱虫未来收益的回报率。外部性方法试图确定导致个人将治疗外部性完全内部化的补贴。

本文研究的健康外部性和学校参与效应在多种方法下发挥了重要作用。例如，如下所述，我们发现在健康成本效益方法下，血吸虫病的治疗具有极高的成本效益，但天真

3-
8年级缺少ICS考试的学生，在第1组（治疗）学生（34%）和第2组和第3组（比较）学校（32%）进行了类似比例的后续检查，这表明流失偏差不太可能很大。缺少的1998年ICS测试分数数据被归咎为两个步骤。首先，对第1组、第2组和第3组学校，随访学生的标准化考试成绩分别对年级、地理区域和学校援助小组（来自其他非政府组织项目的援助）的一组变量进行退步。其次，对于缺少测试的其他学生，缺少测试的测试分数值被归因为该回归的预测值，同样对于第1组、第2组和第3组学校，将分别归因此回归值。使用这种增强样本的治疗效果估计值仍然与零没有显著差异（结果未显示）。

估计忽略外部性将严重低估其成本效益。

在最贫穷国家，仅就其对健康的影响而言，地海豚的处理不符合标准的成本效益标准，但相对于增加入学率的其他方式而言，具有极高的成本效益，这些方式也在肯尼亚这一地区进行了前瞻性评价。虽然对

驱虫对劳动力市场长期影响的估计当然是推测性的，但我们最好的估计是，驱虫是一种极好的人力资本投资，因为它对学校参与的影响，而且驱虫的极端情况证明完全补贴治疗是合理的。

健康成本效益

从1990年到1997年，肯尼亚政府每年在卫生方面的支出约为人均5美元（世界银行（1999年）），因此大规模驱虫只是许多争夺稀缺公共资源的卫生干预措施的产物。例如，1997年，肯尼亚一岁以下婴儿的麻疹和百日咳（白喉、百日咳和破伤风）疫苗接种率仅为32%（世界银行（1999年）），这些疫苗接种被认为具有很高的成本效益，每伤残调整生命年（DALY）仅节省12至17美元。

我们使用儿童发展伙伴关系（PCD，1999年）的驱虫方案成本估算，该估算在坦桑尼亚的大规模政府干预中，每名学生每年的费用为0.49美元。与PSDP成本相比，这些成本可能与潜在的大规模计划更相关，因为PSDP无法在药物购买和交付中完全实现scale经济，并且很难在PSDP中解开评估和交付成本。⁴⁰

根据世界卫生组织的数据，平均而言，血吸虫病感染与每个受感染个体的疾病负担比地食动物大得多。⁴¹

全球大约18%的蠕虫感染者被认为因感染而发病，在我们的成本效益计算中，我们假设整个疾病

40

除去与评价最明显相关的费用，1999年通过PSDP治疗的每名学生的费用为1.46美元，其中近一半用于药品采购。然而，PSDP使用训练有素的护士，举行会议解释同意。程序，单独记录了所有服用药物的学生的姓名，总部设在布西亚镇，距离许多项目学校有几个小时的车程。在不包括eva的大规模计划中，这些成本可能是不必要的润滑组件。

⁴¹ 根据关于世卫组织疾病负担（2000年）和全世界感染人数的数据，血吸虫病的隐含平均DALY人均负担为血吸虫病0.0097，钩虫0.0013，鞭虫0.0005，鞭虫0.0004蛔虫。

负担集中在中度至重度感染的个体中（Bundy等人（2001））。⁴²

在计算由于该计划导致的疾病负担总体减少时，我们考虑了治疗学校中治疗学校治疗的总体治疗效应（针对跨学校外部性进行了校正），对治疗学校中未治疗的学生的外部性效应（针对跨学校外部性进行了校正），以及比较学校中未治疗学生的外部性，使用类似于回归的规范结果。

表七中有3个，但包括表七中的校外外部性项，回归2（针对每种类型的蠕虫感染单独估计）。鉴于随机设计，我们假设第3组学校（缺乏1999年寄生虫学数据）在1999年初与第2组学校具有相同的外部性益处，当时两组都没有接受过驱虫治疗。

将治疗效果的这三个组成部分相加，由于该计划而避免的DALY总数为649，这意味着使用坦桑尼亚PCD计划的成本，每次避免DALY的成本约为5美元。这一估计仍然忽视了治疗区其他未经治疗的儿童和成人的健康溢出效益，从而低估了成本效益。即使多氯联苯丙胺的成本被低估了两倍，驱虫仍然是欠发达国家最具成本效益的卫生干预措施之一。

治疗的外部性益处（无论是在舒尔斯内部还是跨舒尔斯）占DALY减少的76%。没有考虑外部性的天真治疗效果估计将低估计划治疗效果，不仅因为外部性会被遗漏，而且因为治疗组的收益将被低估。因此，朴素的估计会高估每一个DALY避免的成本四倍，从而导致错误的结论，即驱虫不符合最严格的成本效益标准。

健康收益绝大多数可归因于中度至重度血吸虫病患病率的降低：DALY总减少的99%是由于避免了血吸虫病。我们可以单独计算每个DALY避免的地质出血颗粒的成本；

根据世界卫生组织的说法，地中海豚感染导致发病率较低，但治疗成本也比血吸虫病便宜得多。假设药物输送成本保持不变，但仅考虑这项工作中的阿苯达唑药物成本，避免的每次地食腐病DALY的成本将为280美元，这意味着在没有血吸虫病的地区进行大规模地食尸病治疗将不符合严格的成本效益。

⁴² 请注意，这意味着我们样本中每个感染个体的疾病负担大于世界平均水平，这是适当的，因为在这种情况下，中度至重度感染的水平相对较高。

最贫穷国家的茶馆完全基于健康影响。
然而，如下文所述，这很可能以其他理由为理由。

43

教育成本效益

驱虫是迄今为止提高入学率的最具成本效益的方法，在ICS在肯尼亚这一地区实施的一系列教育干预措施中，这些干预措施需要进行随机评估。ICS实施并评估了教科书的提供，向学校委员会提供补助金，对教师进行培训，并根据学生考试成绩和辍学率对教师进行奖励。鉴于驱虫计划使每个接受治疗的儿童的入学率增加了约

0.14年（见第6节），坦桑尼亚PCD成本为每名儿童0.49美元的大规模计划将花费约0.49美元/

0.14美元，或每增加一年入学费用3.50美元，包括对再现和外部性的好处。

除了驱虫之外，在提高学校参与度方面最成功的计划是ICS儿童赞助计划（CSP）。该计划有许多组成部分，但关键组成部分是通过支付肯尼亚儿童必须穿的校服来大幅降低上学成本。即使在乐观的假设下，以这种方式减少学校教育的成本，每增加一年的参与费用约为99美元（参见Kremer, Moulin和Namunyu。

(2002)).^{44, 45}

驱虫作为人力资本投资

鉴于PSDP提高了学校参与度，但没有提高考试成绩，并且关于学校教育影响的实证文献研究了学校教育的年份

⁴³ 每个戴利的成本为地球蠕虫如果在正在治疗血吸虫病的地区，作为正在进行的学校项目的一部分，阿苯达唑的治疗将会更低，尽管学校仍然需要每年至少再访问一次才能增加一次。1轮阿苯达唑治疗。

⁴⁴ 关于通过降低学校成本吸引孩子上学的成本的假设是乐观的，因为我们假设CSP对学校参与的影响这完全是由于降低了学校成本。该计划还提供了教科书和新教室；同一领域的另一项评价发现，教科书的提供并不影响学校的参与。学校参与度立即得到改善通过CSP，而教室只在CSP计划中提供了几年。无论如何，如果CSP中包括教科书或课堂费用，驱虫似乎更具成本效益。

⁴⁵ 即使在制服是pu的极端假设下重新转移给父母，因此CSP的社会成本只是与提高税收收入相关的无谓损失，并且家庭没有从驱虫计划中获得任何消费收益，每年额外学校的驱虫的社会成本伪装程度可能远低于购买校服。

完成而不是上学的天数，任何关于其对人力资本积累的影响的计算都必须是推测性的。尽管如此，粗略的计算表明，驱虫的劳动力市场效益可能远远超过成本。Knight和Sabot（1990）估计肯尼亚的教育回报率控制了包括认知测试在内的各种变量。他们将教育回报分解为认知表现的回归（在识字，算术和推理测试中）和直接回归学校教育年限，发现仅受教育年限就占17%教育回报率的约40%。⁴⁶

如果将此解释为人力资本效应而不是信号效应，那么再回到小学一年级的回报率约为7%。

如第6节所述，包括外部因素在内，该方案使每名学生的入学率提高了0.14学年。肯尼亚每名工人的产出为570美元（世界银行（1999年））。为了计算对贴现工资净现值的影响，我们假设肯尼亚每个工人产出的百分之六十是工资，并且从更高的学校参与中获得的工资收益在劳动力中四十年内获得，并以每年5%的折扣率贴现。我们假设工资不会随着时间的推移而增长。针对这种长期的工资增长，我们设定了上学的机会成本，因为孩子们可能会工作而不是上学。然而，严重感染蠕虫的儿童不太可能作为工人特别有生产力，甚至可能根本不工作。我们假设，由于蠕虫而缺课的普通小学生的生产力是普通成年人的一半；这可能代表了一般学龄儿童生产力的上限，更不用说生病的孩子了。⁴⁷

根据这些假设，驱虫使每个接受治疗的儿童的工资净现值增加了30多美元，而成本仅为0.49美元。

即使入学率的提高通过增加班级规模导致负面的拥堵外部性，但收益也足以支付抵消班级规模增加所需的额外教师。要看到这一点，请注意，该计划将每名学生的学校参与率提高了0.14学年，并且每30名学生中有一名教师，这将需要额外的0.0047名教师。我们估计教师薪酬为每年1942美元（见Kremer, Moulin和Namunyu（2002）），因此这相当于每个接受治疗的学生9.06美元。因此，该计划提供了驱虫和额外的教师

46

Knight

and

Sabot（1990）对返回中学教育进行了这种分解，但在小学教育没有类似的分解的情况下，它作为一个有用的近似值。

47

乌德里（1996）发现c希尔德伦的农业劳动生产率远低于成人农业的一半劳动非洲另一个农村地区（布基纳法索）的生产力。如果假设因蠕虫而缺课的儿童只有五分之一作为成年人，即使额外学年的回报率仅为1.5%（未显示计算），该计划的收益成本比仍然超过十个。

将产生至少30美元的未来工资福利，成本约为906美元+ 049美元= 955美元。⁴⁸

外部性与最佳驱虫补贴

驱虫的外部性好处仅就未来工资（如第8.3节计算）而言，远大于驱虫的成本，这表明即使在正统的外部性分析下，补贴的理由也是合理的。每个接受治疗的儿童的总净外部性收益（在学校内部和学校之间）是每个接受治疗的儿童15.90美元，是

驱虫0.49美元成本的三十倍多。这个数字很可能再次低估了真正的外部性效益，因为它排除了未入学的学龄儿童和年龄较小的儿童、这些社区的青少年以及研究区域附近地区的个人可能获得的实质性好处。即使学校参与度的增加通过增加班级规模导致负面的拥堵外部性，正外部性（15.90美元）也比抵消班级规模增加所需的额外教师成本以及药物成本（9.55美元）高出50%以上，这表明政府的大型驱虫补贴是最佳的。⁴⁹

总而言之，根据较不发达国家的标准卫生成本效益标准，血吸虫病的治疗似乎是一种极具成本效益的健康干预措施，尽管仅针对地食尸动物的治疗就不那么真实了。然而，即使在地生有地生但血吸虫病很少的地区，与在同一地区评估的其他教育干预措施相比，驱虫也是一种具有成本效益的方式，可以提高入学率，例如通过提供校服直接降低学校教育成本。驱虫似乎也可能被证明是一项人力资本投资。最后，在我们研究的计划中，驱虫的外部性益处可能足以证明完全补贴治疗是合理的。由于学校之间的外部性很大，公共补贴应该在高于地方学校委员会的级别确定，例如地区或省级。

请注意，虽然我们可以得出结论，通过PSDP提供的驱虫治疗存在很大的外部性，但在没有完全成熟的行为和流行病学模型的情况下，很难就最佳驱虫补贴得出明确的结论，因为治疗的边际正外部性取决于有多少其他外部性

⁴⁸ 在未来的工作中，我们希望在这项研究中跟踪孩子们，因为他们输入劳动市场，以估计驱虫对儿童健康收益如何影响成人收入和其他社会经济结果。

⁴⁹ 即使在假设10%的贴现率下，并保持保守的假设，即儿童一生产力是成年人的一半，外部性收益 - 成本比约为1。

治疗。虽然PSDP的正外部性很大，但很难衡量替代覆盖率水平下的治疗外部性有多大。从理论上讲，根据流行病学参数，一些不完整的覆盖率可能足以从人群中消除这种疾病，在这种情况下，将补贴提高到产生这种覆盖率的金额是没有意义的。然而，Miguel和Kremer（2002）发现，即使在适度的正价格下，驱虫药物的使用也非常低，因此驱虫的外部性益处似乎足以保证零价格。在将这些结果推断到具有不同蠕虫流行率的区域时需要谨慎，因为虽然驱虫的明显益处可能与蠕虫负担成正比，但外部性益处可能随蠕虫负担而非线性变化。显然，需要进一步的研究来确定在这种环境和其他环境中的最佳驱虫补贴。

9. 结论

肯尼亚的一项以学校为基础的驱虫计划使小学在治疗学校的入学率平均提高了7.5个百分点，将整体缺课率降低了至少四分之一。治疗为未经治疗的学生创造了积极的健康和学校参与的外部性。粗略的计算表明，仅凭这些溢出效应就足以证明不仅足以充分补贴驱虫治疗，甚至可能支付人们接受治疗的费用。

我们的结果对驱虫教育效果的文献以及更普遍的随机评估设计具有方法学意义。现有的估计，来自随机治疗的学校内治疗的医学研究，加倍低估了驱虫计划的影响。首先，他们完全忽略了驱虫的外部影响，其次，他们低估了直接影响，以至于比较组从外部性中受益，使现有的治疗效果估计偏向于零。这个问题可以通过在较大的单位一级（如学校）而不是在个人一级随机化来解决。如果溢出效应发生在组内，组级随机化允许识别组内的整体程序不合格。此外，根据大数定律，组级随机化比个体级随机化在局部处理密度中产生更多的变化，并且这种随机变异可用于估计跨组外部性。虽然群体一级的随机化可用于其他具有外部性的地方，无论是在地理上还是在其他方面，例如对学校代金券的分析或信息传输和技术传播，但它不能用于诱发更多的全球溢出效应，例如通过一般均衡价格效应产生的溢出效应。

当预期局部治疗外部性时，可以有目的地设计现场实验，通过随机分配治疗来估计外部性

各种级别。

50

用于确定肯尼亚农村学校内部和学校之间的外部性的前瞻性研究设计将随机分配学校内学生，学校“集群”内的学校，然后这些集群之间的随机治疗。治疗率可能因集群而异，以估计不同治疗水平的外部性。然而，这种多层次的设计可能并非在所有情况下都可行：例如，在我们的环境中，不可能在学校内随机化治疗。

学校集群层面的随机化也大大增加了足够的统计能力所需的样本量，从而增加了项目成本。本研究估计，驱虫后入学率的大幅提高表明，肠道蠕虫等热带疾病在降低撒哈拉以南非洲的受教育程度方面可能发挥的重要作用，并为非洲高热带疾病负担是导致其低收入的因果因素的说法提供了微观经济支持。⁵¹

我们的研究结果还表明，估计健康对收入的影响的微观经济和宏观经济研究可能会系统性地低估其影响，因为一些整体健康影响是通过教育渠道产生的。由于其他热带传染病的治疗也产生了

类似于驱虫的溢出效益，本研究的外部性结论为在欠发达国家的传染病医疗补贴方面发挥实质性公共作用提供了另一个理由。Miguel和Kremer（2002）研究了促进驱虫计划的设计，为什么绝大多数儿童不服用免费的驱虫药物，以及药物成本，社会学习和其他行为因素在影响驱虫药物吸收中的作用。

经济系，549 Evans Hall #3880，加州大学伯克利分校，伯克利，CA 94720-3880，美国和NBER;Emiguel@econ.Berkeley.edu;
<http://elsa.berkeley.edu/~emiguel/index.shtml> 和

经济系，利陶尔中心207，1875剑桥街，哈佛大学，剑桥，马萨诸塞州02138，美国;布鲁金斯学会，NBER，全球发展中心和世界银行;
mkremer@fas.harvard.edu; <http://post.economics.harvard.edu/faculty/kremer/>。

2001年8月收到稿件;2003年1月收到最后修订本。

⁵⁰看杜弗洛和赛斯(2002)。

⁵¹当然，蠕虫通过教育对工资的影响只能解释非洲和非洲之间巨大收入差距的一小部分。尘埃化的国家。

附录 表格 AI

| PRIMARY SCHOOL DEWORMING PROJECT (PSDP) TIMELINE, 1997–1999 | |
|---|--|
| 日期 | 活动 |
| <u>1997</u> | |
| 十月 | 试点肯尼亚卫生部病媒传播疾病司寄生虫学调查。试点学生问卷 |
| <u>1998</u> | |
| 1月至3月 | 第1组学校的家长会 3至8年级的学生问卷管理，以及所有学校的学校问卷管理 第1组学校3至8年级的DVBD寄生虫学调查 |
| 1月至5月 | 与厄尔尼诺天气系统有关的强降水和大范围洪水 |
| 3月至4月 | 1998年第一轮治疗（使用阿苯达唑、吡喹酮）在第1组学校 |
| 10月至11月 | ICS（非政府组织）考试在所有学校的3至8年级进行 |
| 十一月 | 1998年第二轮治疗（阿苯达唑）在第1组学校 |
| <u>1999</u> | |
| 1月至3月 | 第1组和第2组学校的家长会 3至8年级的学生问卷管理，以及所有学校的学校问卷管理 DVBD寄生虫学和 血红蛋白 调查，用于1组和2组学校的3至8年级 |
| 3月至6月 | 1999年第一轮治疗（使用阿苯达唑、吡喹酮）在第1组和第2组学校 |
| 5月至7月 | 对当地商店、诊所和药店进行驱虫药物可用性调查 |
| 十月 | ICS（非政府组织）考试在所有学校的3至8年级进行 |
| 10月至11月 | 1999年第二轮治疗（使用阿苯达唑）在第1组和第2组舒尔 |

附录 表 AII

OTHER PRIMARY SCHOOLS和DEWORMING COMPLIANCE RATES的LOCAL DENSITIES ⁵²

| | 因变量： | |
|----------------------------|-------------------|-------------------|
| | 1998 年 遵守率 | 1999 年 遵守率 |
| | (任何医疗) | (任何医疗) |
| | 断续器 | 断续器 |
| | (1) | (2) |
| 3公里以内的治疗学校学生（每1000名学生） | -004 (006) | -008 (009) |
| 3-6公里以内的治疗学校学生（每1000名学生） | 004 (007) | -001 (005) |
| 3公里以内的学生总数 （每1000名学生） | 005 (005) | 005 (008) |
| 3-6公里以内的学生总数（每1000名学 生） | -006 (006) | -002 (005) |
| 成绩指标、学校援助控制、地区考试成绩控制 | 是的 | 是的 |
| R ² 型 | 0.60 | 0.57 |
| 根 MSE | 0.082 | 0.131 |
| 观测值 | 25 | 49 |
| 因变量的平均值 | 0.66 | 0.42 |

⁵² 括号中的鲁棒标准错误。观测值按学校总人口加权。在 99 (***)、95 (**) 和 90 (*) % 置信度时与零明显不同。1998年的合规数据是针对第1组学校的，1999年的合规数据是针对第1组和第2组学校的。学生人数数据来自1998年学校问卷。我们使用13岁以下的女孩和所有男孩（有资格在治疗学校驱虫的学生）的数量作为所有学校的学校人口。1998年治疗学校学生人数是第1组学生人数，1999年3月治疗学校学生人数是第1组和第2组学生人数。

附录 表 AIII
D驱虫H断续器E四元数—ROBUSTNESSC斯特恩斯⁵³

| | 任何中度重度蠕虫感染，1999 | | | | 年中重度血吸虫病感染，1999年 | | | |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------|------------------|
| | 概率 | OLS， | 概率 | 概率 | 概率 | OLS， | 概率 | 概率 |
| | 空间 s.e. | | (仅限第 1 组) | | 空间 s.e. | | (仅限第 1 组) | |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) |
| 第1组（1998年治疗）学校的指标 | -025*** (005) | -024*** (005) | -028*** (005) | | -003 (003) | -008* (004) | -004 (004) | |
| 3公里以内的第1组学生（每1000名学生） | -026*** (009) | -017** (007) | | -030*** (007) | -012*** (004) | -013*** (004) | | -006*** (002) |
| 3-6公里以内的第1组学生（每1000名学生） | -014** (006) | -018*** (004) | | -007 (006) | -018*** (003) | -020** (007) | | -005*** (001) |
| 3公里以内的学生总数 | 011*** | 009 | 007 | 004 | 011*** | 014*** | 010*** | 003*** |

⁵³ 3-8年级学生。坚固耐用的标准d 括号中的错误。干扰项在学校内对回归 1、3、4、5 和 7 进行聚类。允许使用Conley（1999）中回归2和6中的方法在空间之间关联干扰项。观测值按 t 加权otal 学校人口。在 99 (***)、95 (**) 和 90 (*) % 置信度时与零明显不同。1999年的寄生虫学调查数据是第1组和第2组学校的数据。学生人数数据来自1998年学校问卷。我们我们e 13岁以下女孩和所有男孩（有资格在治疗学校驱虫的学生）作为所有学校的在校人数。

| | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------|--------|---------|--------|--------|-------|---------|--------|
| (每1000名学生) | (004) | (006) | (005) | (004) | (002) | (003) | (003) | (001) |
| |) | | | | |) | | |
| 3-6公里以内的学生总数 | 013** | 016*** | 008 | 003 | 012*** | 013** | 008** | 004 |
| (每1000名学生) | (006) | (004) | (005) | (006) | (003) | (005) | (003) | (001) |
| |) | | | | |) | | |
| (3公里以内第1组学生) / (3公里以内学生总数) | | | -029*** | | | | -013** | |
|) | | | (011) | | | | (007) | |
| (3-6公里以内的第1组学生) / (3-6公里以内的学生总数) | | | -012 | | | | -041*** | |
| | | | (022) | | | | (011) | |
| 任何中度重度蠕虫感染, 1998年 | | | | 025*** | | | | |
| | | | | (003) | | | | |
| 中度重度血吸虫病感染, 1998年 | | | | | | | | 022*** |
| | | | | | | | | (010) |
| | | | | | | | |) |
| 成绩指标、学校援助控制、地区考试成绩控制 | 是的 | 不 | 是的 | 是的 | 是的 | 不 | 是的 | 是的 |
| R2型 | — | 0.57 | — | — | — | 0.48 | — | — |
| 根 MSE | — | 0.177 | — | — | — | 0.168 | — | — |
| 观测值 | 2326 | 49 | 2326 | 602 | 2326 | 49 | 2326 | 603 |
| | (学生 | (学校) | (学生 | (学生) | (学生 | (学校) | (学生 | (学生) |
| |) | |) | |) | |) | |
| 因变量的平均值 | 0.41 | 0.41 | 0.41 | 0.25 | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.08 |

附录表 AIV

IV HEALTH和SCHOOL PARTICIPATION EXTERNALITIES的ESTIMATES ⁵⁴

| | 任何中度重度 个体蠕虫感染， 学校参与，1月至3月99 年5月98日至3月99日 | | | |
|-------------------------|---|----------------------|---------------------------|----------------------|
| | 概率 | IV-2SLS | 断续器 | IV-2SLS |
| | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 第1组（1998年治疗）学校的指标 | -012* (007)) | -004 (010)) | 0056** * (0020) | 0024 (0027) |
| 3公里以内的第1组学生（每1000名学生） | -026*** (009) | -022*** (007) | 0023 (0036) | 0020 (0035) |
| 3-6公里以内的第1组学生（每1000名学生） | -013** (006) | -011** (005) | -0041 (0027) | -0041 (0026) |
| 3公里以内的学生总数（每1000名学生） | 011*** (004) | 011*** (004) | -0035* (0019) | -0034* (0019) |
| 3-6公里以内的学生总数（每1000名学生） | 013** | 011** | 0022 | 0021 |

⁵⁴ 干扰术语在学校内聚集。括号中的鲁棒标准错误。标志在 99 (***)、95 (**) 和 90 (*) % 置信度时与零完全不同。这两个工具变量是13岁以下女孩和所有男孩（ELG）和（ELG）的指标。* （第 1 组指标）。第 1 组学校指标变量上的系数iable是对1998年校外外部效应的估计。如果治疗效果是异质性的，并且如果1岁以上的女孩从治疗中受益最多，则这种IV方法可能会高估治疗效果。3、病情最严重的女孩最有可能在治疗学校接受治疗。然而，在年龄较大的女孩子样本中，依从率与1998年的感染状况没有显著关系（表六），而在1999年，年龄较大的女孩不到10%。e处理过（表三）。即使我们排除了湖边的学校，我们发现类似的效果，那里的年龄较大的女孩可能会接受治疗（结果未显示）。请注意，对校内参与外部性的IV估计数应解释为当地对年龄较大的女孩的平均治疗效果。由于学校参与治疗对低年级学生的影响最大，因此年龄较大的女孩的IV外部性估计值小于OLS估计值也就不足为奇了，后者是用于整个人口。我们使用13岁以下的女孩和所有男孩（有资格在治疗学校驱虫的学生）的数量作为所有学校的在校人数。

引用

A大坝, E. J., L. S.S特芬森, 先生.C. L阿瑟姆,和S. N. K伊诺蒂 (1994年) : "肯尼亚钩虫学龄儿童的身体活动和成长, 特里丘里斯特里丘拉和蛔虫用阿苯达唑治疗后感染得到改善, " *营养学杂志*, 124, 1199–1206.

| | | | | |
|------------------------------------|--------------|--------------|------------------|--------------|
| | (006) | (005) | (0027) | (0027) |
| 指标在提供驱虫治疗的第一年（第1组为1998年，第2组为1999年） | -006* (003) | -006 (005) | 0100** * (0014) | 0013 (0030) |
| （第一年作为治疗学校指标） * （接受治疗时） | -014* (007) | -021* (012) | -0012 (0020) | 0059 (0046) |
| 成绩指标、学校援助控制、地区考试成绩控制 | 是的 | 是的 | 是的 | 是的 |
| 时间控制 | 不 | 不 | 是的 | 是的 |
| R2型 | — | — | 0.36 | — |
| 根 MSE | — | 0.446 | 0.219 | 0.221 |
| 观测值 | 2326 | 2326 | 18264 | 18264 |
| 因变量的平均值 | 0.41 | 0.41 | 0.784 | 0.784 |

AIGNER, DENNIS

J. (1973) : "受观察误差影响的二进制自变量回归", *计量经济学杂志*, 1, 49-50.

ANDERSON, R.M., AND R.M.M AY (1991) : *人类传染病*. 纽约: 牛津大学出版社.

安格里斯特, J., G. W. IMBENS, AND D. RUBIN (1996) : "Identification of Causal Effects using Instrumental Variables, " *Journal of the American Statistical Association*, 91, 444-472.

ANGRIST, JOSHUA D.和VICTOR

LAVY (1999) : "使用迈蒙尼德规则来估计班级规模对学术成就的影响", *Quarterly Journal of Economics*, 114, 533-575.

BEHRMAN, JERE (1996) : "健康和营养对教育的影响", *世界银行研究观察员*, 11, 23-37.

BENNETT, ANDREW和HELEN

GUYATT (2000) : "减少肠道蛔虫感染: 阿苯达唑和甲苯咪唑的功效", *今日寄生虫学*, 16, 71-75.

BLEAKLEY, HOYT (2002) : "疾病与发展: 美国南部钩虫根除的证据", mimeo, 麻省理工学院.

BRINKLEY, GARLAND (1994) : "美国南部疾病的经济影响, 1860-1940", 博士论文, 加州大学戴维斯分校.

BROOKER, S., E. A. M IGUEL, S. M OULIN, A. I. LUOBA, D. A. P. B UNDY, AND M. KREMER (2000) :

"肯尼亚布西亚区学童中单一和多物种蠕虫感染的流行病学", *东非医学杂志*, 77, 157-161.

BROOKER, SIMON, MEGAN ROWLANDS, LAURENCE HALLER, LORENZO SAVIOLI和DONALD BUNDY (2000) : "Towards an Atlas of Helminth Infection in-Saharan Africa: The Use of Geographic Information Systems (GIS)", *Parasitology Today*, 16, 303-307.

BUNDY, D. A. P. (1994) : "肠道线虫病的全球负担", *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 88, 259-261.

BUNDY, D. A. P., M. S. C HAN, G. F. M EDLEY, D. JAMISON, AND L. SAVIOLI (2001) : "肠线虫感染", 《传染病的全球流行病学》, 由C. J. L. Murray和A. D. Lopez编辑. 剑桥: 哈瓦德大学出版社.

BUNDY, D. A. P., AND E. S. C OOPER (1989) : "Trichuris", 在*热带和地理医学*中, 由K. S. Warren和A. A. F. Mahmoud编辑. 纽约: 麦格劳-希尔.

BUNDY, D. A. P., AND H. L. GUYATT (1996) : "Schools for Health: Focus on Health, Education, and the School-Age Child", *Parasitology Today*, 12, 1-16.

BUNDY, D. A. P., M. S. WONG, L. L. LEWIS, AND J. HORTON (1990) : "通过学校提供靶向化疗来控制地食尸动物", 《皇家热带医学与卫生学会学报》, 第84期, 第115-120页.

BUTTERWORTH, A. E., R. F. STURROCK, J. H. OUMA, G. G. M BUGUA, A. J. C. FULFORD, H. C. KARIUKI, AND D. KOECH (1991) :

"肯尼亚马查科斯区不同化疗策略对曼索尼肉管吸虫病的比较: 对人类感染和发病率的影响", *寄生虫学*, 103, 339-355.

CAMBRIDGE UNIVERSITY SCHISTOSOMIASIS RESEARCH GROUP (2000) : "寄生虫学讲义", <http://www.path.cam.ac.uk/~血吸虫/>.

CHEN, X., AND T.C ONLEY (2001) : "A New Semiparametric Spatial Model for Panel Time Series", *Journal of Econometrics*, 105, 59-83.

CONLEY, TIMOTHY G. (1999) : "GMM Estimation with Cross Sectional Dependency", *Journal of Econometrics*, 92, 1-45.

库珀, E. S., D. A. P.BUNDY, T. T.M ACDONALD, AND M. H. N. GOLDEN (1990) : "Growth

抑制在Trichuris痢疾综合征, " *欧洲临床营养学杂志*, 44, 285-291。

CORBETT, E. L., A. E.B UTTERWORTH, A. J.C. FULFORD, J. H. OUMA, AND R. F. STUROCK (1992年) : "肯尼亚马查科斯区两个不同地区曼索尼血吸虫病儿童的营养状况", *皇家热带医学和卫生学会学报*, 86, 266-273。

CORWIN, ROBERT

M. (2000) : "密苏里大学哥伦比亚兽医学院兽医和人类寄生虫学讲座笔记", <http://www.parasitology.org/>。

COWDEN, JOHN和PETER

HOTEZ (2000) : "甲苯达唑和阿苯达唑治疗儿童和孕妇的地食偶病感染", *儿科传染病杂志*, 19, 659-660。

DEL ROSSO, JOY MILLER和TONIA

MAREK (1996) : *集体诉讼：通过更好的健康和营养改善发展中国家的学校表现*。华盛顿特区.C：世界银行。

DICKSON , RUMONA, SHALLY AWASTHI, PAULA WILLIAMSON, COLIN DEMELLWEEK和PAUL

GARNER (2000) : "肠道蠕虫感染治疗对儿童生长和认知表现的影响：随机试验的系统综述", *英国医学杂志*, 320 (6月24日), 1697-1701。

DRAKE, L. J., M.C. H. JUKES, R. J. STERNBERG, AND D. A. P.B UNDY (1999) : "地食管病 (蛔虫病、三楚虫病和钩虫)：认知和发育影响", *儿科传染病研讨会*, 11, 1-9。

DUFLO, ESTHER和EMMANUEL

SAEZ (2002) : "信息和社会互动在退休计划决策中的作用：来自随机实验的证据", 未发表的工作论文, 麻省理工学院和加州大学伯克利分校。

Geissler, P. W., D. L.M WANIKI, F. THIONGO, K. F.M ICHAESEN, AND H. FRIIS (1998) : "肯尼亚西部小学生的地食、铁状况和贫血", *热带医学和国际卫生*, 3, 529-534。

盖斯勒, P. W., K. 诺克斯, R. J. 普林斯, R.ACHIENG' ODHIAMBO, J. OCHIENG' MAENDE, AND J. AAGAARD-HANSEN (2000) :

"儿童和药物：肯尼亚西部罗学童常见疾病的自我治疗", *社会科学和医学*, 50, 1771-1783。

GLEWWE, PAUL和HANAN

JACOBY (1995) : "低收入国家延迟小学奖学金入学的经济分析：幼儿营养的作用", *经济学和统计学评论*, 77, 156-169。

GLEWWE, PAUL, HANAN G. JACOBY和ELIZABAETH M.

KING (2001) : "幼儿营养和学术成就：纵向分析", *公共经济学杂志*, 81, 345-368。

GLEWWE, PAUL, MICHAEL KREMER和SYLVIE

MOULIN (1999) : "教科书和考试成绩", 哑剧, 哈佛大学和世界银行。

HALL, ANDREW, AND THE PARTNERSHIPFOR CHILD DEV DEVELOPMENTMENT

(2000) : "非洲和亚洲八个国家的学龄儿童贫血", 哑剧, 牛津大学。

HECKMAN, J., R. LALONDE, AND J. SMITH (1999) : "The Economics and Econometrics of

Active Labor Market Programs", 载于《*劳动经济学手册*》, 第3卷, 由O编辑。

Ashenfelter和D. Card.阿姆斯特丹：北荷兰, 1865-2086。

霍兰, C. V., S. O.ASAOLU, D. W. T.C ROMPTON, R. R. WHITEHEAD, AND I.C OOMBS

(1996) : "学龄儿童的靶向驱虫治疗：应用频率对尼日利亚农村儿童蛔虫感染强度的影响", *寄生虫学*, 113, 87-95。

HOTEZ, P. J., AND D. I. PRITCHARD (1995) : "Hookworm Infection", *Scientific American*, 272, 68-75.

KANE, THOMAS J., CECEILA ELENA ROUSE和DOUGLAS

STAIGER (1999) : "当学校教育被误报时估计学校教育的回报", NBER工作文件编号。w7235.

KATZ, L., J. KLING, AND J. LIEBMAN (2001) : "Moving to Opportunity in Boston : Early Results of a Randomized Mobility Experiment", *Quarterly Journal of Economics*, 116, 607-654.

- KLOOS, H., A. J.C. FULFORD, A. E.B UTTERWORTH, R. F. STURROCK, J. H. OUMA, H.C. KARIUKI, F. W. THIONGO, P. R. DALTON, AND R. KLUMPP (1997) : "人类水接触和曼索尼血吸虫的空间模式 肯尼亚马查科斯区四个农村地区的传播和感染, " *社会科学与医学*, 44, 949-968。
- KNIGHT, J.B., AND R. H. SABOT (1990) : *教育, 生产力和不平等*。华盛顿特区：牛津大学出版社。
- KREMER, MICHAEL (2003) : "发展中国家教育计划的随机评估：一些教训", *美国经济评论 论文和会议记录*, 93, 102-106。

- KREMER, MICHAEL和DAN M.
LEVY (2001) : "大学生饮酒的同伴影响", 未发表的手稿, 哈佛大学。
- KREMER, MICHAEL, SYLVIE MOULIN和ROBERT
NAMUNYU (2002) : "肯尼亚学校金融的政治经济学", 未发表的手稿, 哈佛大学。
- LEE , DAVID (2002) : "修剪缺失结果治疗效果的界限", 工作文件#51,
加州大学伯克利分校劳动经济学中心。
- MANSKI, CHARLES (2000) : "社会互动的经济分析", *经济展望杂志*, 14, 115-136。
- MEDLEY, G., 和 R.M.ANDERSON (1985) : "人类血吸虫
感染中的密度依赖性虚弱性", *皇家热带医学和卫生学会学报*, 79, 532-534。
- MENSCH, BARBARA S.和CYNTHIA B.
LLOYD (1997年) : "低收入国家青少年受教育经历中的性别差异: 肯尼亚的案例", 政策研究
司工作文件第95号。纽约: 人口委员会。
- MIGUEL, EDWARD和MARY KAY
GUGERTY (2002) : "肯尼亚的种族多样性, 社会制裁和公共产品", mimeo, 加州大学伯克
利分校和Washington大学。
- MIGUEL, EDWARD和MICHAEL
KREMER (2002) : "为什么人们不吃药? 来自肯尼亚的实验证据", 哑剧, 加州大学伯克利
分校和哈佛大学。
- MUCHIRI, ERIC M., JOHN H. OUMA和CHARLES H.
KING (1996) : "肯尼亚血吸虫血吸虫传播的动态技术和控制: Mwambweni项目的概
述", *美国热带医学与卫生杂志*, 55, 127-134。
- NOKES, C., S.M. GRANTHAM-MCGREGOR, A. W. SAWYER, E. S.C OOPER, B. A. ROBINSON,
AND D. A. P.B UNDY (1992) : "Trichuris Trichiura的中度至重度感染
影响牙买加学龄儿童的认知功能", *寄生虫学*, 104, 539-547。
- 诺克斯 VAN DEN BOSCH, AND D. A. P.B UNDY
(1998) : 《*缺铁和贫血对儿童精神和运动表现、教育成就和行为的影响: 国际营养贫
血协商小组的报告*》。美国国际开发署: 华盛顿特区。
- OUMA, J. H.
(1987) : "曼索尼血吸虫在肯尼亚流行地区的传播, 特别提到人类排便行为和卫生习惯
的作用", 利物浦大学博士论文。
- CHILD DEVELOPMENT (PCD) (1999) :
"在加纳和坦桑尼亚提供驱虫药的大规模学校卫生计划的成本", *Acta Tropica*, 73, 183-
204。
- POLLITT, E.
(1990) : "感染: 血吸虫病", *教室里的营养不良和感染*。巴黎: 联合国教科文组织。
- SACERDOTE, BRUCE (2001) : "随机分配的同伴效应: 达特茅斯室友的结果", *Quarterly
Journal of Economics*, 116, 681-704。
- SIMEON, D. T., S.M. GRANTHAM-MCGREGOR, AND M. S. WONG (1995) :
"儿童三头肌感染和认知: 随机临床试验的结果", *寄生虫学*, 110, 457-464。
- SIMEON, D. T., S.M. GRANTHAM-MCGREGOR, J. E.C ALLENDER, AND M. S.
WONG (1995) : "Trichuris

Trichiura感染的治疗改善了一些儿童的生长, 拼写分数和出勤率", *营养学杂志*, 125, 1875-1883。

STOLTZFUS, R. J., H.M.C HWAYA, J.M. TIELSCH, K. J. SCHULZE, M.ALBONICO, 和L. SAVIOLI (1997) : "桑给巴尔学龄儿童缺铁性贫血的流行病学: 钩虫的重要性", *美国临床营养学杂志*, 65, 153-159。

STRAUSS, JOHN和DUNCAN THOMAS (1998) : "健康, 营养和经济发展", *Economic Literature杂志*, 36, 766-817。

THEIN-HLAING, THAN-SAW和MYAT-LAY-KYIN (1991) : "三个月年龄的影响 - 针对蛔虫感染的靶向化疗", *皇家热带医学和卫生学会学报*, 85, 519-522。

- THEIN-HLAING, THANE-TOE, THAN-SAW, MYAT-LAY-KYIN和MYINT-LWIN (1991) : "关于蛔虫感染与营养不良之间关系的对照化疗干预试验在儿童中", *皇家热带医学和卫生学会学报*, 85, 523-528。
- UDRY, CHRISTOPHER (1996) : "性别, 农业生产力和家庭理论", *政治经济学杂志*, 104, 1010-1046。
- WARREN, K. S., D. A. P. B. UNDY, R. 恩. ANDERSON, A. R. DAVIS, D. A. HENDERSON, D. T. JAMISON, N. PRESCOTT, AND A. SENFT (1993) : "Helminth Infections", 载于《发展中国家疾病控制优先事项》, 由 D. T. Jamison、W. H. Mosley、A. R. Measham 和 J. L. Bobadilla 编辑。牛津: 奥克斯福德大学出版社, 131-160。
- WATKINS, W. E., J. R. C. RUZ, AND E. POLLITT (1996a) : "驱虫对危地马拉学校表现指标的影响", 《皇家热带医学与卫生学会学报》, 90, 156-161。
-
- (1996b) : "驱虫是否改善或损害信息处理取决于蛔虫感染的强度", 哑剧, 雅礼协会, 香港。
- WORLD BANK (1999年) : "世界发展指标", www.worldbank.org。
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (1987) : *预防和控制肠道寄生虫感染*。
世卫组织科学小组的报告。世卫组织技术报告系列: 749。日内瓦: 世卫组织。
- (1992年) : *描述信息的模型。用于寄生虫病的药物*。日内瓦: 世卫组织。
- (1999年) : 《1999年世界卫生报告》。日内瓦: 世卫组织。
- (2000年) : 《2000年世界卫生报告》。日内瓦: 世卫组织。