

1994-1996年澳大利亚北领地偏远土著社区儿童和成人肠道寄生虫病

Jennifer Shield^a, Kieran Aland^b, Thérèse Kearns^c, Glenda Gongdjalk^d, Deborah Holt^e, Bart Currie^{ce}和 Paul Prociw^f

通讯作者: Jennifer Shield (邮箱: J.Shield@latrobe.edu.au)。

介绍: 寄生虫感染可以对健康、营养状态和教育认知效果产生不利影响。本研究对1994年至1996年的澳大利亚土著社区的钩虫和其他肠道寄生虫病情况进行调查。

方法: 采用定量甲醛乙醚法对粪便样本进行检测, 共开展7次肠道寄生虫调查。通过酶链免疫吸附测定法对粪类圆线虫和犬弓蛔虫特异性抗体IgG进行血清学检测。

结果: 314名参与者感染状况如下: 毛首鞭形线虫(86%), 钩虫主要是十二指肠钩虫(36%), 阿米巴属(溶组织阿米巴络合物[溶组织内阿米巴、大肠杆菌毒蛾阿米巴和moshkovski阿米巴], 大肠杆菌和大肠杆菌)(25%), 粪类圆线虫(19%), 绦虫(16%), 十二指肠贾第虫(10%)。29名参与者的血清学诊断显示, 28%为粪类圆线虫感染, 21%为犬弓蛔虫感染。2年间调查人群的钩虫感染比例不断降低, 而其它寄生虫感染则不然。5-14岁年龄组($n = 87$)的钩虫、毛首鞭形线虫和阿米巴属寄生虫感染率明显高于0-4岁年龄组($n = 41$), 而5-14岁年龄组的粪类圆线虫、绦虫和十二指肠贾第虫感染率也明显高于15-69岁年龄组($n = 91$)。

讨论: 粪便检测显示肠道寄生虫的患病率非常高, 尤其是在在校学生中。钩虫感染率的降低可能是由于阿苯达唑驱虫项目实施的效果。最近的证据表明, 目前钩虫病的患病率较低, 但是其他肠道寄生虫感染率并未出现持续下降。

寄 生虫感染会对健康产生不利影响。严重的寄生虫感染可以引发贫血、腹泻和营养不良等严重的临床疾病^[1-5]。中度和轻度感染可以造成营养不良^[6]并可以通过削弱认知过程而影响教育效果^[7]。毛首鞭形线虫感染与接种卡介苗导致的免疫原性差有关^[8]。

部分种类的肠道寄生虫在澳大利亚农村和偏远土著社区的感染率非常高。钩虫(主要是十二指肠钩口线虫)主要发生在南纬22°以北接近海岸线的地区^[9-12]。鞭虫(毛首鞭形线虫)在澳大利亚西部^[9]比较罕见, 但在昆士兰^[10]比较常见, 同时也存在于北部领地^[10,13,14]。粪类圆线虫比较常见, 分布在整个北部, 占澳大利亚领土的三分之二(Jennifer Shield, 拉筹伯大学, 未发表的数据)。矮绦虫(微小膜壳绦虫)和十二指肠贾第虫在澳大利亚西部、昆士兰州^[11]和北部领地的土著社区较为常见^[9,10,13]。阿米巴属寄

生虫在全澳大利亚均有发生^[1,15,16]。在肠道寄生虫所有致病种属中, 溶组织阿米巴病是全球引发死亡的第二大原因, 仅次于疟疾^[15], 十二指肠假第虫可引起慢性腹泻、吸收不良和体重下降, 甚至会导致儿童发育迟缓和认知功能障碍^[17]。

过去, 对寄生虫感染患病率的评估是以单一寄生虫为基础进行。然而, 目前的证据显示, 当一个人感染了2种及以上的寄生虫时, 那么对营养和器官病理学的负面影响会产生额外或叠加效应^[18]。

澳大利亚肠道寄生虫调查的相关文章发表较少。本文对1994年至1996年澳大利亚偏远土著社区的肠道寄生虫患病情况进行描述。此类研究的历史数据非常少见, 因此具有较高价值。此外, 本文建立了有关肠道寄生虫感染的基线数据, 通过将其与当前情况进行比较, 可以对驱虫策略效果进行评价。

^a La Trobe 大学, 澳大利亚维多利亚本迪戈。

^b 昆士兰博物馆, 澳大利亚昆士兰布里斯班。

^c Menzies健康研究学院, 澳大利亚北领地达尔文。

^d Ngalkanbuy卫生中心, 澳大利亚北领地Galiwin'ku。

^e 皇家达尔文医院, 澳大利亚北领地达尔文。

^f 昆士兰大学, 澳大利亚昆士兰布里斯班。

投稿日期: 2015年1月15日; 发表日期: 2015年3月6日

doi: 10.5365/wpsar.2015.6.1.008

方法

对象和现场

本研究于1994年7月至1996年10月在澳大利亚东北部阿纳姆地的一个偏远乡镇实施。该地区大部分居民属于澳大利亚土著雍古族。

粪便标本的收集

由寄生虫病技术人员和健康教育专业人员对每户家庭进行走访调查。使用当地语言收集有关钩虫感染、传播和诊断的信息，并对被调查者采集粪便标本。每名受调查者均分发一个标记好的带有搭扣式盖子的长方形塑料容器和一个牛皮纸袋。次日早晨收集容器。标本在以下7个时间段采集：1994年7月（7月1日到18日），1994年10月（9月30日至10月19日），1994年12月（12月8日至19日），1995年5月（5月5日至22日），1995年8月（8月4日至19日），1995年12月（11月20日至12月19日），1996年10月（确切日期未记录）。其中，11月和12月处于雨季，其余样本收集时间均处于旱季。

粪便标本检测

在现场实验室，尽快对加入盐水湿处理的粪便标本进行显微镜检，0.91毫升的等份粪便加入5–10毫升4%的甲醛，之后采用定量甲醛乙醚计数法进行检验。对钩虫和毛首鞭形线虫虫卵进行计数以及对粪类圆线虫、十二指肠贾第虫、阿米巴虫属等进行记录。每毫升粪便中的虫卵数通过公式计算（粪便悬浮液/[粪便样本的容积*样本的体积]）。增殖因子的大小在10到42之间。使用斯托尔校正因子对计数进行调整，以保持不同粪便标本的一致性^[19]。

钩虫种类的确定

将蛭石培养的10份粪便样本以及大量的虫卵直接涂片以确定基于丝状蚴形态上的钩虫种类^[20]。

通过尸检流浪狗的消化系统收集成年钩虫。对12份成虫样本进行详细检测以确定具体种类。

血清学检测（特异性血清免疫球蛋白G（IgG）检测）

抽取39名成人和儿童的静脉血进行常规检测并使用酶联免疫吸附测定法检测线虫和蛔虫的IgG水平。使用*S.ratti* L3作为抗原对粪类圆线虫属进行测定，该检测的

灵敏度估计为93%，特异度估计为95%^[21]。使用犬弓首线虫的排泄物/分泌物作为抗原对弓蛔虫属进行测定，其灵敏度估计为91%，特异度估计为86%^[22]。

统计分析

只有采用定量甲醛乙醚法检测出阳性标本，才判定为寄生虫感染。参加1次及以上调查的参与者才被计入最终调查结果，而调查对象仅计入其第1次检测结果。感染者的虫卵计数的几何平均数使用对数e作为底数进行数据转换并使用反对数反算卵数。当十二指肠钩口线虫和毛首鞭形线虫卵数通过对数刻度进行分组时，绘制的频率呈正态分布，表明当对卵数数据进行对数转化时，适用于正态分布的统计方法是有效的。感染强度根据世界卫生组织分类进行归类^[23]（假定卵数/毫升约等于卵数/克）。

两个独立样本比例间的差异比较采用Z检验，P值采用双侧截尾值（概率）。如果感染数或阴性数太少，则采用Fisher确切概率法。独立样本卵数的自然对数转化均数比较采用双侧t检验。频率数据分析采用Yates'卡方检验。P值<0.05表示差异有显著性意义。所有统计计算均采用VassarStats网站提供的在线计算器进行(<http://www.vassarstats.net/>)，用Excel绘制图表。

伦理声明

本研究已获得澳大利亚北领地卫生署和Menzies健康研究学院（注册号：EC00153）人类研究伦理委员会的授权，批准号为94/19。每一位现场涂片寄生虫检测阳性的调查对象均会接到告知，并要求前往医疗中心进行治疗。

结果

肠道寄生虫病：所有调查的综合粪便计数

314名调查者中，肠道寄生虫检测阳性所占比例为89%，一种及以上蠕虫感染阳性所占比例为88%。最常见的寄生虫种类为毛首鞭形线虫（86%阳性），其次为钩虫（36%）、内阿米巴属[溶组织内阿米巴：大肠杆菌等]（29%），粪类圆线虫（19%）、绦虫（16%）、十二指肠贾第虫（10%）、蛲虫、唇鞭毛虫、肠内滴虫、以及芽囊原虫属在少数调查者中检出。

314名参与者感染钩虫的强度：阴性：64%；弱阳性（1–1999卵数/毫升粪便）：35%；中度阳

表1. 1994年7月至1996年10月澳大利亚北领地肠道寄生虫调查人群阳性病例数及比例, $n = 383$

调查日期	受检人数	任一寄生虫		钩虫		毛首鞭形线虫		粪类圆线虫		绦虫		十二指肠贾第虫		内阿米巴属	
		阳性数 (%)	阳性数 (%)	几何平均数 (卵数/毫升) [Exp (CI)]	阳性数 (%)	几何平均数 (卵数/毫升) [Exp (CI)]	阳性数 (%)	阳性数 (%)	阳性数 (%)	阳性数 (%)	阳性数 (%)	阳性数 (%)	阳性数 (%)	阳性数 (%)	
1994年7月	62	57 (92)	19 (31)	200 [120–350]	53 (86)	820 [520–1300]	13 (21)	15 (24)	10 (16)	18 (29)					
1994年10月	76	73 (94)	43 (57)*	180 [120–250]	68 (89)	560 [390–800]	13 (16)	13 (16)	9 (11)	22 (27)					
1994年12月	37	31 (84)	17 (46)	110 [61–190]	29 (78)	400 [260–620]	4 (11)	3 (8)	3 (8)	11 (30)					
1995年5月	48	44 (92)	16 (33)	120 [73–200]	40 (83)	800 [460–1400]	17 (35)*	7 (15)	0 (0)	10 (21)					
1995年6月	单剂量阿苯达唑驱虫治疗方案替代噻吩嘧啶和甲苯咪唑治疗方案														
1995年8月	63	57 (90)	7 (11)*†	130 [42–420]	53 (84)	520 [360–740]	6 (19)*	12 (19)	4 (6)	23 (37)					
1995年12月	44	41 (93)	15 (34)*	140 [79–250]	38 (86)	2200*‡ [1400–3300]	13 (30)*	12 (27)	5 (11)	17 (27)					
1996年10月	53	46 (87)	13 (25)†	100 [53–180]	44 (83)	380 [230–640]	4 (8)*	7 (13)	5 (9)	21 (40)					
总计§	383	349 (91)	130 (34)	100 [110–190]	325 (85)	650 [550–780]	70 (18)	69 (18)	36 (9)	122 (32)					

Exp (CI), 置信区间; 几何均数, 受感染的几何平均数。

* 与以前的调查相比显著差异。

† 与一年前调查相比具有显著差异。

‡ 与所有其它调查的几何均数相比有显著差异。

§ 某些调查者参与多次调查。

性 (2000–3999卵数/毫升粪便): 1%。7.鞭虫: 阴性: 16%, 弱阳性 (1–999卵数/毫升); 中度阳性 (1000–9999卵数/毫升): 30%, 强阳性 ($\geq 10\ 000$ 卵数/毫升): 4%。

39名参与者的血清学诊断显示28%为粪类圆线虫感染阳性, 18%为可疑阳性, 21%为疑犬蛔虫感染阳性, 5%为可疑阳性。年龄中位数为32岁 (四分位数间距为24–41)。

7次调查比较

55 (18%) 名参与者参加调查次数超过1次。钩虫阳性率与粪类圆线虫阳性率之间的差异具有显著性意义 (表1)。钩虫阳性率在1994年10月雨季前较高, 可能由于阿苯达唑驱虫治疗项目的实施, 故1995年8月阳性率较低, 1995年12月雨季时较高。1994年10月与1996年10月相比, 钩虫阳性率有明显降低 ($P < 0.002$; 表1)。粪类圆线虫阳性率于1995年5月时较高, 可能随着阿苯达唑驱虫治疗项目的实施, 1995年8月时较低, 1995年12月雨季时较高, 1996年10月较低 (表1)。毛首鞭形线虫、十二

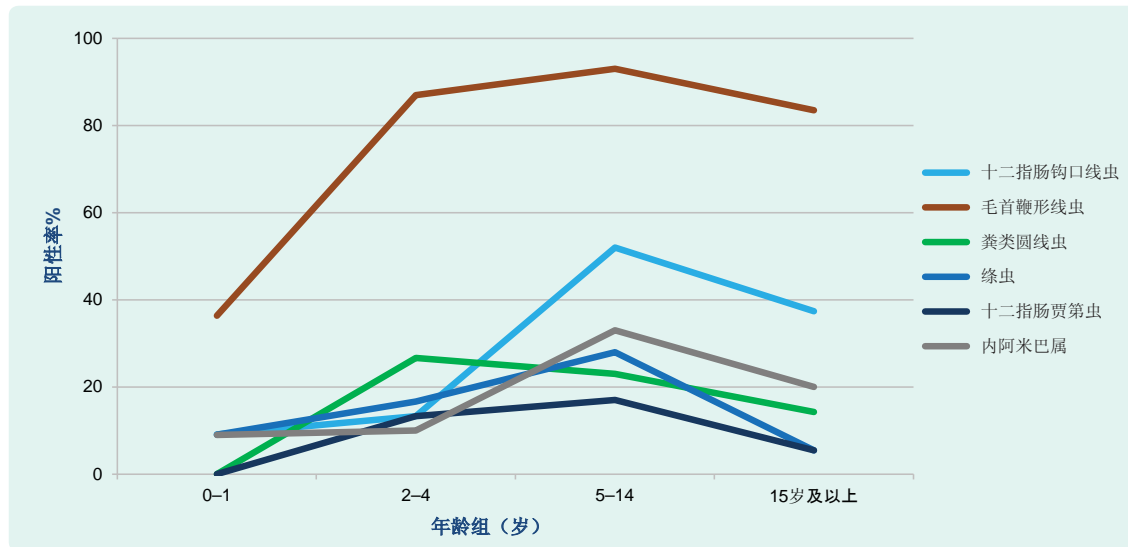
指肠贾第虫和溶组织内阿米巴感染阳性率之间的差异无显著性意义。

7次调查中钩虫阳性标本卵数几何平均数无显著性差异 (表1)。1995年2月调查的毛首鞭形线虫卵数几何平均数显著高于其他调查的水平 ($P < 0.001$) (表1)。这个结果可能与调查儿童 (0–14岁) 的虫卵计数高有关。

年龄和性别比较

219名受调查者的年龄中位数为11岁 (四位分数间距为6–29岁) (表1); 129名儿童年龄在0–14岁之间 (大约占儿童人口数的37%), 91名受调查成人年龄在15岁及以上 (大约占成人人口数的12%)。学龄儿童 (5–14岁) 的任一寄生虫感染率均高于学龄前儿童 (0–4岁), 如钩虫、毛首鞭形线虫和阿米巴属类寄生虫。与学龄儿童相比, 成人 (≥ 15 岁) 的粪类圆线虫、绦虫、十二指肠贾第虫、阿米巴属类寄生虫感染率较低 (表1)。钩虫、毛首鞭形线虫、绦虫和阿米巴属类寄生虫存在于0–1岁儿童体内。所有6种寄生虫均存在于2–4岁儿童体内 (图1)。

表1. 1994年7月至1996年10月澳大利亚北部领地各年龄组调查者中不同肠道寄生虫阳性率



* 年龄组提供219参与者 (70%)，0-4岁年龄组分为0-1和2-4。

学龄儿童的毛首鞭形线虫卵数的几何平均数 (1200卵/毫升) 显著高于学龄前儿童 (400卵/毫升) 和成人 (410卵/毫升) ($P < 0.001$)。各年龄段钩虫卵数的几何平均数之间的差异无显著性。

有明确性别记录的调查者中，男性100名，女性115名。男性受调查者中钩虫感染率 (47%对比30%， $P = 0.012$)、毛首鞭形线虫感染率 (92%对比79%， $P = 0.0082$) 和十二指肠贾第虫 (17%对比6%； $P = 0.011$) 感染率显著高于女性。

多重寄生虫感染

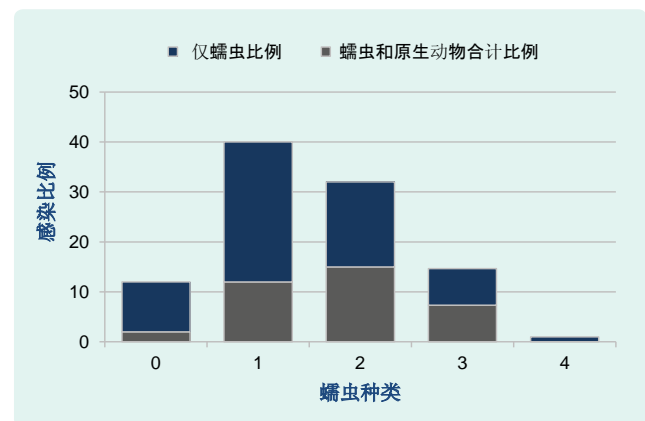
314名被调查者中，152人 (48%) 感染多种寄生虫，109人 (35%) 不仅感染一种及以上的寄生虫而且感染多种原虫 (表2)。寄生虫与原虫感染之间具有统计学关联 ($P = 0.0039$)。

钩虫种类

从蛭石粪便培养获得的感染性幼虫均确认为钩口线虫属，最有可能为十二指肠钩虫。从狗身上收集到的成虫确认为犬复孔绦虫。

讨论

以上结果表明，尽管在研究开始前已经开展了儿童驱虫计划，但1994年至1996年调查社区中人群感染一种或多种肠道寄生虫病的患病率仍然非常高。1994年，肠道寄生虫病的标准治疗方案为噻吩嘧啶

表2. 1994年7月到1996年10月澳大利亚北领地蠕虫合并原生/非原生动感染所占比例 ($n = 314$) *

* 有寄生虫感染原虫感染 ($P = 0.0039$) 的统计上显著关联

单剂量20毫克/千克，或甲苯咪唑每日100毫克，一日两次，连续使用3天。自1995年5月起，阿苯达唑 (体重在8–10公斤之间的儿童单剂量200毫克，超过10公斤的儿童单剂量为400毫克) 开始作为每年儿童体检的常用驱虫药；成人和儿童疑似/确诊肠道寄生虫病感染者，标准治疗程序是每日400毫克阿苯达唑，连续使用3天。粪便检测出的寄生虫种类在同一地区同时开展的两个小型研究中相似 [10,13]，但是本研究得出的阳性率更高。这可能是因为甲醛乙醚定量法的灵敏度更高所致。尽管这种方法的灵敏度大大高于直接涂片法，但是这也有可能与粪便检查的数量相对大有关，并且该方法很可能低估了实际患病率；例如，小组 ($n = 39$) 血清学检测阳性的粪类圆线虫患病率为

28%，而大组 ($n = 314$) 通过甲醛乙醚法检测显示患病率则为19%。另一个相似研究显示，使用乙酸乙酯代替乙醚后灵敏度显著低于使用琼脂平板培养法^[24]。血清学检测阳性试验表明如果粪类圆线虫驱除，通过3–6个月的有效治疗抗体可以转阴^[25,26]。

虽然从蛭石培养中获得的幼虫为钩虫种属，且最大可能为十二指肠钩虫，但是美洲钩虫亦不能排除。十二指肠钩虫也可能存在，因为澳大利亚狗体内存在该寄生虫^[27]，人体内亦检测出该寄生虫^[28]。我们观察到钩虫感染阳性率随着季节而变化，这一证据表明十二指肠钩虫很可能为钩虫感染的主要种属。这种季节性变化很可能是因为，幼虫在旱季活动力低，而在雨季传播相对增强^[29]。十二指肠钩虫成虫的寿命大概为6个月。幼虫在雨季后期进入身体蛰伏，于旱季后期成熟。噻吩嘧啶可以杀死十二指肠钩虫成虫，但无法消灭休眠期的幼虫^[29]。阳性率的高峰位于1994年10月，其次为旱季后期。钩虫在雨季传播力增强可能是造成1994年和1995年的12月份十二指肠钩虫感染阳性率高的原因。

本研究发现两种或以上多种肠道寄生虫感染的患病率高，值得关注。由于不同的寄生虫物种可引发不同病理学改变，从而导致具有多重寄生虫感染的个体的发病率增高^[18]。男性较女性更易感染钩虫、毛首鞭型线虫和十二指肠贾第虫，其他地区也曾观察到类似结果^[30]。

与其他研究相似，本研究也发现在校儿童的肠道寄生虫感染率高于其他年龄组^[18]。2–4岁年龄组寄生虫感染的阳性率也很高，而这一年龄正处于关键的发育阶段。绦虫和十二指肠贾第虫主要感染15岁以下儿童，这与在澳大利亚西部土著社区的研究结果一致^[9]。参与调查的在校儿童与成人在钩虫、毛首鞭型线虫感染率之间的差异无统计学意义，但是在校儿童的毛首鞭型线虫感染强度显著高于成人。

成人调查对象中也有相当部分感染钩虫、毛首鞭型线虫和人体粪类圆线虫，说明了常规驱虫治疗在成人和儿童中均应开展。与学龄儿童相比，成人调查对象中感染粪类圆线虫的阳性比例较低，这一结果引人关注，因为如果不采取有效治疗，粪类圆线虫可终生感染^[31]。单剂量阿苯达唑治疗并不能有效消除感染^[25]。

犬只的犬新孢子虫感染可以增加人感染的可能性，人类可表现为无症状感染或发生嗜酸性肠炎^[32]。血清流行病学研究表明90年代在昆士兰地区该感染较为常见^[32]。虽然在北部地区的非土著人群中已经发现嗜酸性肠炎，但是并没有土著人群患病的临床记

录^[33]，这也可能是由于土著人群中实施了阿苯达唑驱虫项目。

犬蛔虫常寄生于狗，产卵成虫主要寄生于狗幼崽。我们对21%的受检人群进行犬蛔虫特异性LgG抗体检测，结果显示人类暴露感染率较高（可能由于虫卵摄入所致）。相比之下，20世纪90年代的调查显示，在较远的澳大利亚东北部阿纳姆地区的另一土著人群中血清阳性率为43%^[10]，北领地的另一族群血清阳性率为11.1%，而澳大利亚普通人群血清阳性率为5.7%^[34]。土著人口中的毛首鞭形线虫感染的临床严重性尚不清楚。幼虫可引起肝脏疾病（内脏幼虫移行症）或眼部病变（眼幼虫移行症）^[19]。内脏幼虫移行症曾经在北部地区非土著人群中发现，但是近几年并没有发现土著居民确诊病例（Bart Currie，达尔文皇家医院，未发表数据）。

粪类圆线虫感染阳性率的变化很难解释。曾有记录显示此物种可间歇排出幼虫^[35]，可能用于解释感染率变化。另一种可能性是噻吩嘧啶、甲苯咪唑或阿苯达唑等药物不能根除感染，仅能暂时性的减少幼虫排出。目前，使用伊维菌素可以大大提高治疗功效^[25]。对全社区使用伊维菌素治疗粪类圆线虫感染的有效性评估正在实施^[26]。

1996年10月的调查结果显示，阿苯达唑治疗项目正在降低钩虫的患病率，原因是在一年中十二指肠钩虫休眠幼虫成熟期间调查者的钩虫感染率显著降低。这一结果也与接受阿苯达唑治疗者可以消除休眠幼虫是一致的。1995年8月钩虫阳性率出现降低与阿苯达唑治疗项目开始实施有关。近期工作显示，十二指肠钩虫已得到很好的控制^[36,37]，但是儿童感染毛首鞭形线虫和绦虫的比例仍然很高^[37]。最近的一篇基于实验室数据的综述显示，北部领地毛首鞭形线虫的检出率在过去10年呈明显下降趋势^[14]。单剂量阿苯达唑消除儿童毛首鞭形线虫的有效性低于成人^[38]，同时也低于消除绦虫有效性^[39]。我们的结果与此是一致的。连续3天每天使用阿苯达唑可以提高消除毛首鞭形线虫、绦虫和十二指肠贾第虫等的有效性^[38,39]。

研究中观测到的阿米巴菌属寄生虫感染不能确定是否具有公共卫生意义。要确定被调查者中感染溶组织阿米巴和moshkovski阿米巴病原体的感染程度需要进行粪便分子检测，虽然现在可以实施这项检测技术，但在当时是无法进行的。

另一个可能导致高患病率的因素是每户调查家庭中有大量人员居住在一起^[40]，难以保证食物准备和清洗过程的卫生，消毒设施也不完善^[41]。最近，当地正在试图通过增加和翻新住房来解决这一问题。

目前迫切需要采用健康促进和全程治疗等综合性防治手段来进行寄生虫控制。其中一项重要手段就是通过成人社区教育进行社区动员、参与防治。

本研究中，样本没有经过随机抽样，样本量较小，并且参与者多为新招募对象。在调查过程中，儿童所占比例不断变化（45–70%），男女性别比例也在变化（0.8–1.7）。用于比较不同年龄、性别、多重感染的合并值并没有考虑钩虫和粪类圆线虫的季节变化。来源于健康中心的文档记录并不完整，无法了解个人的驱虫治疗实施情况；因此我们仅分析了治疗干预项目对寄生虫患病率的影响。在调查中并未试图区分新发感染者和既往感染者。

结论

尽管存在诸多限制，但是本研究重点发现了上世纪90年代偏远土著社区尤其是在校学生中肠道寄生虫感染的患病率高，且多重寄生虫感染率高。调查数据显示，随着每年一次对儿童开展单剂量阿苯达唑治疗干预项目，调查者中钩虫病的阳性率有显著降低，但是其他种类的肠道寄生虫病感染率没有显著变化。该历史数据弥补了我们对上世纪90年代有限的寄生虫感染认识，并提供了与目前情况进行比较的基线，使得对驱虫干预策略的评估成为可能。

利益冲突

无

资金支持

本研究由Galiwin'kude的Ngalkanbuy健康中心公共卫生研究和发展委员的钩虫病研究专项资金支持，该资金来源于国家卫生和医疗研究委员会项目。Kieran Aland获得昆士兰大学博士后奖学金支持。

致谢

感谢Galiwin'ku社区居民提供了粪便和血样使得本研究可以顺利进行；感谢临床病理和医学研究所的John Walker 和 Rogan Lee为本研究提供了血清学结果以及具体操作方法。感谢David Shield为本研究的数据分析提供统计学支持。

引用本文地址：

Shield J et al. Intestinal parasites of children and adults in a remote Aboriginal community of the Northern Territory, Australia, 1994–1996. *Western Pacific*

Surveillance and Response Journal, 2015, 6(1):44–51. doi:10.5365/wpsar.2015.6.1.008

参考文献

1. Jose DG, Welch JS. Growth retardation, anaemia and infection, with malabsorption and infestation of the bowel. The syndrome of protein-calorie malnutrition in Australian Aboriginal children. *The Medical Journal of Australia*, 1970, 1:349–356. PMID:5439141
2. Layrisse M, Roche M. The relationship between anemia and hookworm infection. Results of surveys of rural Venezuelan population. *American Journal of Hygiene*, 1964, 79:279–301. PMID:14159948
3. Lucas SB et al. Aberrant form of *Hymenolepis nana*: possible opportunistic infection in immunosuppressed patients. *Lancet*, 1979, 2:1372–1373. doi:10.1016/S0140-6736(79)92859-9 PMID:92715
4. Cooper ES, Bundy DA, Henry FJ. Chronic dysentery, stunting, and whipworm infestation. *Lancet*, 1986, 2:280–281. doi:10.1016/S0140-6736(86)92093-3 PMID:2874297
5. Speare R. Fatal strongyloidiasis: lessons from the literature. In: *Second National Workshop on Strongyloidiasis*. Brisbane, Queensland, 2003 (<http://www.jcu.edu.au/school/phtm/PHTM/ss/acrrm-cd/CD-Index.pdf>, accessed 11 February 2015).
6. Stephenson LS et al. Treatment with a single dose of albendazole improves growth of Kenyan schoolchildren with hookworm, *Trichuris trichiura*, and *Ascaris lumbricoides* infections. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 1989, 41:78–87. PMID:2764230
7. Ezeamama AE et al. Helminth infection and cognitive impairment among Filipino children. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 2005, 72:540–548. PMID:15891127
8. Elias D et al. Poor immunogenicity of BCG in helminth infected population is associated with increased in vitro TGF-beta production. *Vaccine*, 2008, 26:3897–3902. doi:10.1016/j.vaccine.2008.04.083 PMID:18554755
9. Jones HI. Intestinal parasite infections in Western Australian Aborigines. *The Medical Journal of Australia*, 1980, 2:375–380. PMID:7453610
10. Flannery G, White N. Immunological parameters in northeast Arnhem Land Aborigines: consequences of changing settlement patterns and lifestyles. In: Schell M, Bilsborough A, editors. *Urban Ecology and Health in the Third World. Society for the Study of Human Biology Symposium Series*. Melbourne, Cambridge University Press, 1993, pp. 202–220.
11. Prociw P, Luke RA. The changing epidemiology of human hookworm infection in Australia. *The Medical Journal of Australia*, 1995, 162:150–154. PMID:7854229
12. Hopkins RM et al. The prevalence of hookworm infection, iron deficiency and anaemia in an aboriginal community in north-west Australia. *The Medical Journal of Australia*, 1997, 166:241–244. PMID:9076267
13. Fryar D, Hagan S. Pilot screening program for intestinal parasites and anaemia in adults in a Top End Aboriginal community. *Northern Territory Communicable Diseases Bulletin*, 1997, 4:20–21.
14. Crowe AL et al. Decreasing prevalence of *Trichuris trichiura* (whipworm) in the Northern Territory from 2002 to 2012. *The Medical Journal of Australia*, 2014, 200:286–289. doi:10.5694/mja13.00141 PMID:24641155
15. van Hal SJ et al. Amoebiasis: current status in Australia. *The Medical Journal of Australia*, 2007, 186:412–416. PMID:17437396

16. McCarthy JS et al. Endemic invasive amoebiasis in northern Australia. *The Medical Journal of Australia*, 2002, 177:570. pmid:12429010
17. Ali SA, Hill DR. *Giardia intestinalis*. *Current Opinion in Infectious Diseases*, 2003, 16:453–460. doi:10.1097/00001432-200310000-00012 pmid:14501998
18. Drake LJ, Bundy DA. Multiple helminth infections in children: impact and control. *Parasitology*, 2001, 122 Suppl;S73–81. doi:10.1017/S0031182000017662 pmid:11442199
19. Beaver PC, Jung RC, Cupp EW. *Clinical Parasitology*. 9th ed. Philadelphia, Lea & Febiger, 1984.
20. *Basic laboratory methods in medical parasitology*. Geneva, World Health Organization, 1991.
21. Grove DI. Diagnosis. In: Grove DI, editor. *Strongyloidiasis a major roundworm infection of man*. London, Taylor and Francis, 1989, pp. 175–197.
22. Jacquier P et al. Immunodiagnosis of toxocarosis in humans: evaluation of a new enzyme-linked immunosorbent assay kit. *Journal of Clinical Microbiology*, 1991, 29:1831–1835. pmid:1774303
23. Montresor A et al. *Guidelines for the evaluation of soil-transmitted helminthiasis and schistosomiasis at community level: a guide for managers of control programmes*. Geneva, World Health Organization, 1998.
24. Intapan PM et al. Comparison of the quantitative formalin ethyl acetate concentration technique and agar plate culture for diagnosis of human strongyloidiasis. *Journal of Clinical Microbiology*, 2005, 43:1932–1933. doi:10.1128/JCM.43.4.1932-1933.2005 pmid:15815023
25. Page WA, Dempsey K, McCarthy JS. Utility of serological follow-up of chronic strongyloidiasis after anthelmintic chemotherapy. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 2006, 100:1056–1062. doi:10.1016/j.trstmh.2005.12.006 pmid:16551471
26. Kearns T et al. Ivermectin mass drug administration program to treat endemic scabies and strongyloidiasis in a remote aboriginal community in northern Australia. *Tropical Medicine & International Health*, 2011, 16 S1:198–199.
27. Palmer CS et al. The veterinary and public health significance of hookworm in dogs and cats in Australia and the status of *A. ceylanicum*. *Veterinary Parasitology*, 2007, 145:304–313. doi:10.1016/j.vetpar.2006.12.018 pmid:17276602
28. Koehler AV et al. Genetic characterization of selected gastrointestinal parasites associated with humans using a mutation scanning-coupled approach. *Electrophoresis*, 2013, 34:1720–1722. doi:10.1002/elps.201300100 pmid:23592267
29. Prociw P, Luke RA. Evidence for larval hypobiosis in Australian strains of *Ancylostoma duodenale*. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 1995, 89:379. doi:10.1016/0035-9203(95)90016-0 pmid:7570868
30. Zuk M, McKean KA. Sex differences in parasite infections: patterns and processes. *International Journal for Parasitology*, 1996, 26:1009–1023. doi:10.1016/S0020-7519(96)00086-0 pmid:8982783
31. Adams M, Page W, Speare R. Strongyloidiasis: an issue in Aboriginal communities. *Rural and Remote Health*, 2003, 3:152. pmid:15877491
32. Prociw P. Zoonotic hookworm infections (ancylostomosis). In Palmer SR, Lord Soulsby, Simpson DIH, editors. *Zoonoses: biology, clinical practice, and public health control*. Oxford, Oxford University Press, 1998, p. 803–822.
33. Currie B, Anstey N. *Eosinophilic enteritis in the Northern Territory*. *The Medical Journal of Australia*, 1991, 154:71. pmid:1984596
34. Conner G. Diagnosis and epidemiology of *Toxocara canis* infection in humans (Masters of Applied Science thesis). Sydney, University of Technology, 1990.
35. Dreyer G et al. Patterns of detection of *Strongyloides stercoralis* in stool specimens: implications for diagnosis and clinical trials. *Journal of Clinical Microbiology*, 1996, 34:2569–2571. pmid:8880521
36. Davies J et al. Hookworm in the Northern Territory: down but not out. *The Medical Journal of Australia*, 2013, 198:278–281. doi:10.5694/mja12.11615 pmid:23496406
37. Kearns T et al. Faecal parasitology of human specimens collected from a remote Aboriginal community in the Northern Territory. ASM/ACTM Poster abstract, Parasitology Masterclass 14–17 July, 2011, Cairns. *Annals of the ACTM*, 2011, 12:55.
38. Horton J. Albendazole: a review of anthelmintic efficacy and safety in humans. *Parasitology*, 2000, 121 Suppl;S113–132. doi:10.1017/S0031182000007290 pmid:11386684
39. Reynoldson JA et al. Efficacy of albendazole against *Giardia* and hookworm in a remote Aboriginal community in the north of Western Australia. *Acta Tropica*, 1998, 71:27–44. doi:10.1016/S0001-706X(98)00048-5 pmid:9776141
40. Castles I. *Census counts for small areas: Northern Territory – 1991 Census of Population and Housing*. Canberra, Australian Bureau of Statistics, 1993.
41. Li SQ et al. *From infancy to young adulthood: health status in the Northern Territory*. Darwin, Northern Territory Government Department of Health and Community Services, 2006.