

投入于儿童和青少年健康和发展：来自《疾病控制优先项目计划》第3版的关键信息



Donald AP Bundy、Nilanthi de Silva、Susan Horton、George C Patton、Linda Schultz、Dean T Jamison，《疾病控制优先项目计划》-3，《儿童和青少年健康和发展》作者团体*

《柳叶刀》2017年，390

*成员名单列于附录中

英国伦敦比尔及梅琳达·盖茨基金会（Donald A P Bundy 教授，哲学博士）；斯里兰卡拉加马凯拉尼亚大学（Nilanthi de Silva 教授，医学博士）；加拿大滑铁卢滑铁卢大学（Susan Horton 教授，哲学博士）；澳大利亚维多利亚州墨尔本墨尔本大学默多克儿童研究所

（George C Patton 教授，医学博士）；美国哥伦比亚特区华盛顿世界银行《健康、营养和人口》（Linda Schultz，公共卫生硕士）；以及美国加利福尼亚州旧金山加利福尼亚大学（Dean T Jamison 教授，哲学博士）

通讯方式：Donald AP Bundy 教授，比尔及梅琳达·盖茨基金会，London SW1E 6AJ, UK donald.bundy@gatesfoundation.org

实现人类发展潜力需要在整个 8000 多天的童年和青春期间针对特定年龄实现一定投入。关注重点在前 1000 天是一个必要但不充足的投入。在后期的三个阶段也需要干预措施：童年中期的发育和巩固阶段（5-9 岁），在此期间感染和营养不良对发育产生抑制作用，死亡率比此前认识的要高；青春期发育高峰（10-14 岁），在此期间实质性变化对良好的饮食和健康有相应的要求；以及青春期发育和巩固阶段（15-19 岁），在此期间需要新的反应来支持大脑成熟，密集的社交活动和情绪控制。两种成本效益高的方案（一种通过学校提供，一种专注于青春期后期）将在整个生命周期提供阶段性的支持，确保前 1000 天的投入收益，实现早期生长不足的大幅追赶，利用来自伴随教育投资的改进学习能力。

简介

社会和普通的法律定义似乎已经正确定义了成熟：一个人成年大约需要 18-21 年的时间。证据显示需要投资于从受孕到 2 岁（前 1000 天）的关键发育阶段，以及在未来 7000 天的重要阶段。婴儿不只是小型人类（即他们需要特殊和不同类型的照顾），同样成长中的儿童和青少年也不仅仅是矮小的成年人，他们也具有发育的关键阶段，需要特定的干预。确保人生旅途正确开始是必不可少的，但在未来 7000 天内提供指导发育的支持对于实现作为成年人的完全潜力来说也是必不可少的。我们的论点是，关于儿童健康发展的研究和行动应该从前 1000 天（一种孤立的方法）的狭窄重点演进到对前 8000 天的全面关注（一种涵盖整个生命周期需求的方法）。

我们概述了世界银行出版的题为《儿童和青少年健康和发展》¹ 的《疾病控制优先项目计划》第 3 版第 8 卷的分析。该卷介绍了童年中期（5-9 岁）和青春期（10-19 岁）期间具有成本效益、可扩展的健康干预措施，可以促进身体、认知和智力的发育。该卷共 30 章，探讨了童年中期和青春期个人的健康和发展需求，并呈列了一系列投入以应对优先项目健康需求的证据，扩大了该领域的其他工作，如《柳叶刀》委员会关于青少年健康和福祉的看法。^{1,2} 分析表明，适度的卫生投入对于从 5-19 岁个人中获得最大的教育

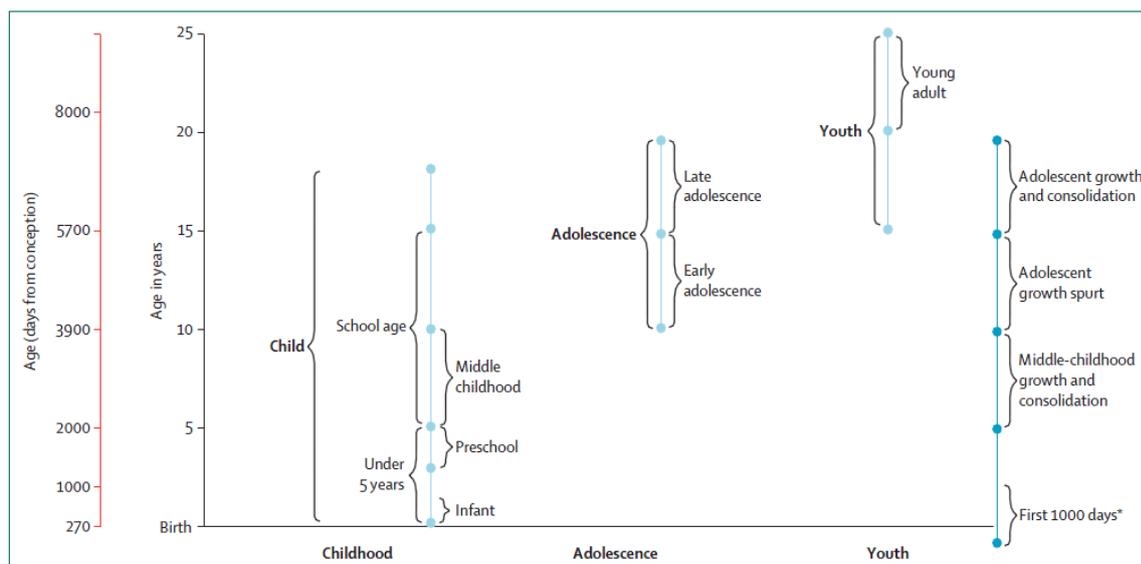
投资收益是必不可少的，比如全球教育机会融资国际委员会提出的教育投资。³ 第 8 卷的作者来自这两个委员会，补充了题为《生育、孕产妇、新生儿和儿童健康》的 DCP-3 系列第 2 卷^{4,5}，第 2 卷重点关注 5 岁以下儿童的健康。图 1 列出了发育的连续阶段，并提出了一个标准化的年龄命名法；目前缺少命名法有助于强调对一些年龄段的忽视。

关键信息

- 大约需要 8000 天的时间才能发育成为一个成年人。在整个过程中，敏感的阶段会影响发育，如果希望一个孩子能够充分发挥成人的潜力，则需要适当的年龄和条件支持。
- 前 1000 天对健康的投入经广泛认为是重中之重，但是在接下来的童年中期和青春期的 7000 天，投入往往会被忽视。这种忽视也反映在对这些年龄段研究的投入上。
- 至少有三个阶段对于未来 7000 天的健康和发展至关重要，每个阶段都需要针对具体情况和具体年龄作出反应：童年中期的发育和巩固阶段（5-9 岁），在此期间感染和营养不良对发育产生抑制作用，死亡率比此前认识的要高；青春期发育高峰（10-14 岁），在此期间身体质量迅速增加，并伴随青春期发生相当大的生理和行为变化；以及青春期发育和巩固阶段（15-19 岁），在此期间脑部结构进一步调整，与决定终生健康行为的探索、实验和产生相关联。
- 在未来 7000 天内扩大对人类发展的投入，包括可扩展的干预措施可以经济有效地实现。确定了两个基本方案：第一种方案是通过基于学校的方法处理童年中期和青春期早期的需求；第二种重点是年龄较大的青少年（15-19 岁），主要通过混合的方法进行，也涉及到社区、媒体和卫生体系。两种方案都具有很高的成本效益和收益成本比。
- 精心设计的童年中期和青春期健康干预措施可以利用目前对教育的大量投入，教育计划的改进设计可以改善健康状况。卫生和教育之间潜在的协同作用目前仍处于被低估的状态，联合投资的回报很少得到优化。

本综述总结了第 8 卷的主要结论，旨在提供 30 章内容中详细公布的证据和分析。分析中使用了四种关键工具——成本效益、扩展的成本效益、收益成本分析以及投入回报——以确认并确定不同年龄段投入的优先顺序，并建议已评估成本、可扩展以及与低资源设定相关的交付平台和基本方案。此类分析显示，因为对 5 岁以后年龄层投入的减少，针对健康的现有公共投入的回报远落后于其潜力。

这种投入偏见与对于研究兴趣的类似偏见相符。Google 学术搜索中大约 99% 的出版物以及 PubMed 中大约 95% 的出版物具体说明生命前 20 年期间的年龄段，重点关注于 5 岁以下儿童（表 1）。健康文献中这种对于童年早期的强烈偏见可能有助于顺利推动千年发展目标，降低 5 岁以下儿童的死亡率，但是也可能致使公共健康社区忽视这样一个事实：过渡到成年阶段的之后数十年的成长和发育同样涉及对干预措施较为敏感的复杂过程和关键时期。



Age (days from conception)	年龄（从怀孕之日的天数计）
Age in years	年龄按年计
Child	儿童
School age	学龄
Under 5 years	5 岁以下
Middle childhood	童年中期
Preschool	学龄前
Infant	婴儿
Adolescence	青春期
Late adolescence	青春期后期
Early adolescence	青春期早期
Youth	青年
Young adult	青壮年
Adolescent growth and consolidation	青少年发育和巩固
Adolescent growth spurt	青春期发育高峰
Middle-childhood growth and consolidation	童年中期发育和巩固
First 1000 days	前 1000 天
Birth	出生
Childhood	童年
Adolescence	青春期
Youth	青年

图1：有关儿童和青少年发育的年龄和四个关键阶段的命名法。

前 1000 天和 8000 天通常是从受孕开始计算。其他年龄范围从出生开始计算。年龄段和四个关键阶段相符对于发育至关重要。这些阶段在第 8 卷通篇用作干预的组织原则。令人惊讶的是，描述童年阶段使用的语言仍然缺乏一致性，或许反映了历史上对于早期年龄段的狭隘关注。对于 5-9 岁年龄段儿童缺乏关注，反映于缺乏普遍认可的、针对这一年龄段的名称。该图说明了本综述中使用的命名法，在命名法方面，我们与 2016 年《柳叶刀》委员会关于青少年健康和福祉中概述的定义和用法相符，使用“童年中期”指代 5-9 岁年龄段。我们同时把 5 至 14 岁的儿童和青少年称为“学龄”，因为在低收入和中低收入国家，由于高年级留级、晚入学和辍学，这个年龄段代表小学的儿童。随着收入水平的提高和中学入学率的提高，上学的儿童通常会包括 14 岁以上的儿童。数据通常以年龄五分位数来报告，因此青少年中报告的年龄最大的年龄段为 15-19 岁，这也是此处分析报告中包含的最年长的年龄段。实际上，发育的一些方面在 20 多岁仍在继续，一直持续到青年晚期或年壮年类别之中，而这在目前分析中并未考虑到。资料来源：Bundy 等人，2017 年⁶

	Google 学术搜索						PubMed					
	死亡率		死亡原因		健康		死亡率		死亡原因		健康	
	序号	%	序号	%	序号	%	序号	%	序号	%	序号	%
<5 岁*	939400	98-81	55 900	94.62	2 705 100	99.17	59 836	93.95	8374	94.29	129332	95.33
5-9 岁	1520	0.16	405	0.69	3240	0.12	3262	5.12	383	4.31	4751	3.50
10-14 岁	2760	0.29	784	1.33	6120	0.22	333	0.52	65	0.73	750	0.55
15-19 岁	7050	0.74	1990	337	13 300	0.49	261	0.41	59	0.66	829	0.61
总计	950 730	100	59 079	100	2 727 760	100	63 692	100	8881	100	135 741	100

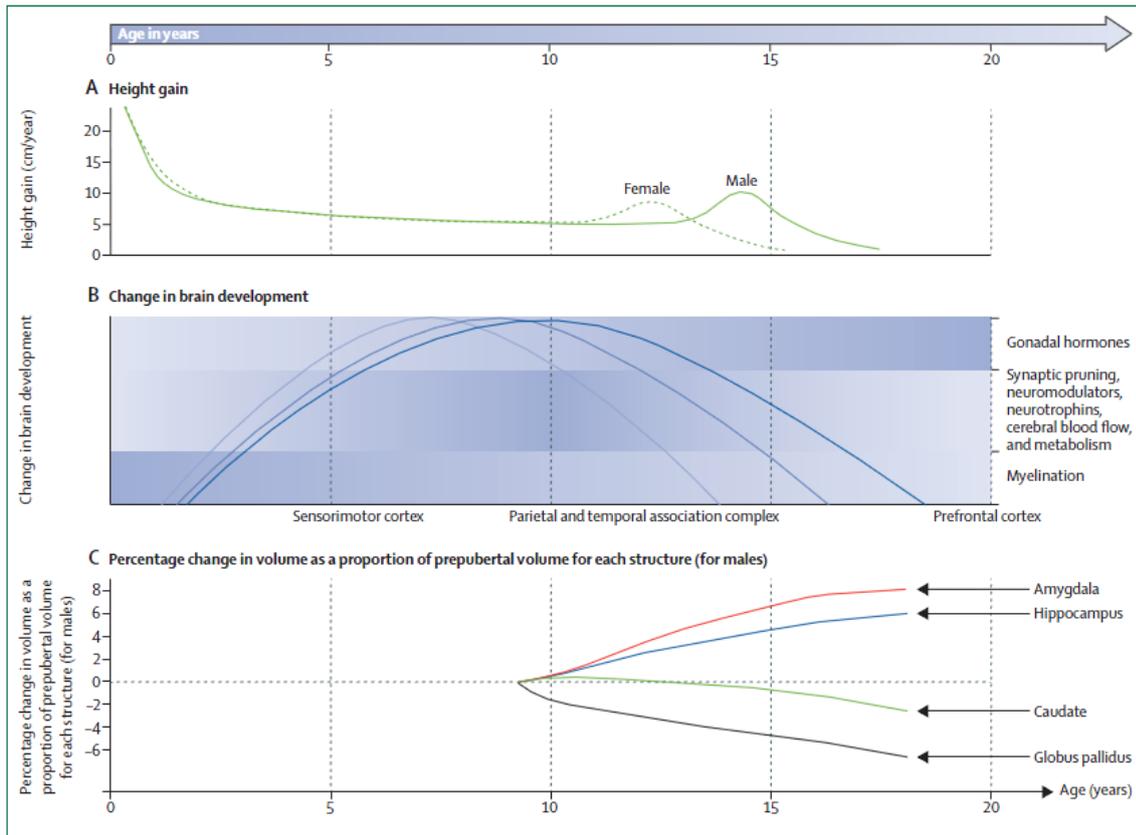
LLMIC=低收入和中低收入国家。自 2004 年以来出版物的详细信息，包括健康、死亡率或死亡原因，并指定年龄范围。出版物的年龄特定性可能反映了缺乏对童年中期和青春期健康的兴趣，或缺乏研究经费和关注，导致数据不足。对 2013 年全球疾病负担的分析得出了类似的结论，并强调：15-19 岁年龄段的风险因素的绝大多数独特数据来源均来自基于学校的调查；关于 5 岁以下儿童的资料最多；10-14 岁的青少年的数据来源最少。⁷ 2007 年世界发展报告《发育与下一代》也发现了严重缺少这些年龄段数据，⁸ 而 Hill 及其同事⁹ 在缺乏人口动态统计的国家中未发现年龄在 5-14 岁之间死亡率的实证研究，而这些国家大多数是低收入和中低收入国家。

*包括婴儿和新生儿。

表 1：对于描述 0-19 岁人群健康和死亡率的文献的分析

本卷着重于科学证据；但是当地情况对于制定实际政策（包括文化、信仰、生活方式和卫生制度）以及性别、种族、民族、性别、地理、社会经济状况和残疾等其他重要决定因素也很重要。¹⁰ 部分群体（如少数民族、同性恋、双性恋或变性者、残疾人或冲突地区的青年和难民等）在规划干预时往往被边缘化和忽视，可能更需要健康和发展支持。为了支持这些分析，我们制定了一个概念框架，以探索确立从出生到成年的身体和认知发展的过程和投入（图 2）。该框架强调，在前 1000 天后的几个关键发展阶段，针对特定年龄段的干预是必要的。世界银行制定了图 3，用于指导人类发展的战略和政策¹⁶，并说明了根据不同年龄段的不同敏感程度，重要的卫生和教育干预措施是如何安排时间的。图 3 还显示了低收入和中低收入国家不同年龄段的入学率，显示了为什么学校和教育部门可以成为接触童年中期和青春期儿童的重要交付平台。

早期干预对于将人类发展置于有效的轨迹是至关重要的。但是，强调早期经历的伤害不可逆转这一主张，不仅无法得到证据的有力支持，而且导致对童年后期干预措施的重视不足。专家小组概述了用于纠正现存文献证据薄弱的研究议程。同样，广泛引用的概念框架随着年龄不断下降的回报率与现有的大脑发育可塑性知识^{17,18} 以及童年中期大部分时期的身体生长相矛盾，^{12,19} 且没有考虑童年后期和青春期行为的代际效益。有证据表明，在生命的整个前二十年中，潜在的投入回报是可观的。

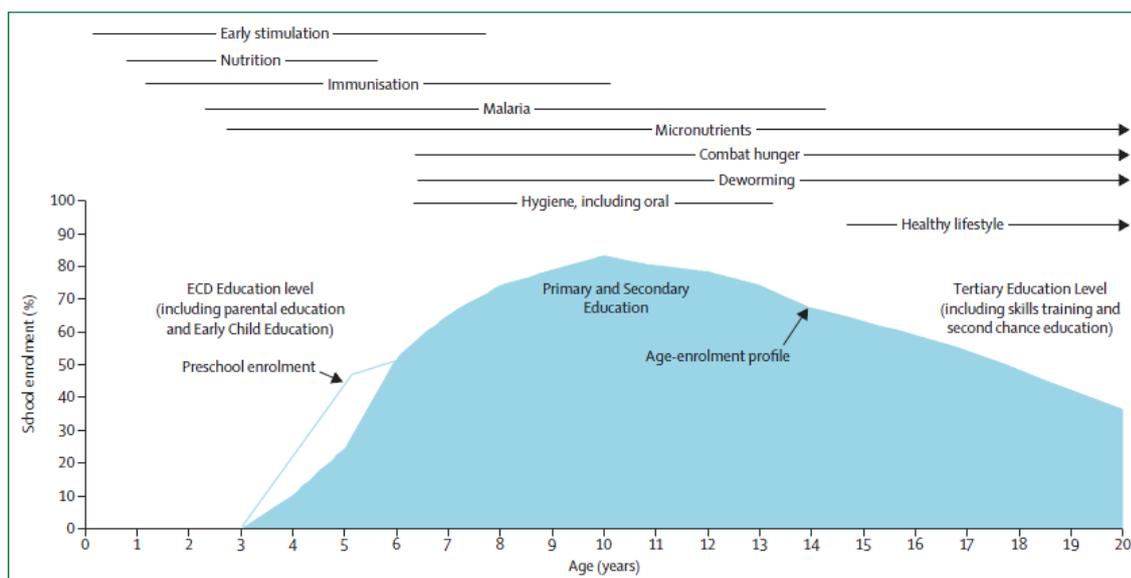


Age in years	年龄按年计
A Height gain	增高
Female	女性
Male	男性
B Change in brain development	B 大脑发育的变化
Sensorimotor cortex	感觉运动皮层
Parietal and temporal association complex	顶叶和颞联合复合体
Prefrontal cortex	前额叶皮层
C Percentage change in volume as a proportion of prepubertal volume for each structure (for males)	C 每一结构的前青春期比例变化（男性）
Gonadal hormones	促性腺激素
Synaptic pruning, neuromodulators, neurotrophins, cerebral blood flow, and metabolism	突触修剪、神经调质、神经营养、脑血流和新陈代谢
Myelination	髓鞘形成
Amygdala	杏仁核
Hippocampus	海马体
Caudate	尾状核
Globus pallidus	苍白球
Age (years)	年龄（岁）
Height gain (cm/year)	增高（厘米/年）
Change in brain development	大脑发育的变化
Percentage change in volume as a proportion of prepubertal volume for each structure (for males)	每一结构的前青春期比例变化（男性）

图2：20年间的人类发展。

（A）身体生长率在2岁以下最高，强调了前1000天的重要性。然而，在青春期发育高峰时期，女孩的生长率与2岁时的相似，而男孩的生长率则超过2岁，其方式各有不同。¹¹ 第8卷的证据表明，人类的生长是可塑的，不仅存在于整个童年，还有潜在的重要生长追赶期。¹² （B）过去15年的研究表明，大脑的关键发育时期是前1000天以上，某些情况还会更长。到了第6年，大脑的大小已经达到了成人大脑的95%。此后，神经连

接变得越来越重要¹³，大脑的不同部分以不同的速率发展。（C）大脑发生了一系列发育，并且童年中期和青春期的发育与早期生长发育不同。¹⁴ 专家小组展示了青春期男孩的皮质下区域大小之间的关系；由于青春期模式不同，女孩的模式类似于男孩，但比男孩早。与运动有关的区域（如尾状核和苍白球）会在青春期早期收缩，因为它们的效率会随着功能的成熟而提高。相反，与记忆、决策和情绪反应有关的区域（海马体和杏仁核）会在青春期期间继续生长发育。童年中期的青春期荷尔蒙变化的发生会开启大脑发育的新阶段。在新阶段中，个体与社会、文化和教育环境的相互作用，形成了涉及情绪处理和高执行功能的中心的髓鞘形成和突触修剪的过程。¹⁵ *渐变阴影表示活动最强烈时（最暗的阴影）。资料来源：（A）改编自 Tanner（1990 年）¹¹；（B）改编自 Grigorenko（2017 年）；¹³ （C）改编自 Goddings 及其同事（2014 年）。¹⁴



Early stimulation	早期刺激
Nutrition	营养
Immunisation	免疫接种
Malaria	疟疾
Micronutrients	微量营养素
Combat hunger	对抗饥饿
Deworming	驱虫
Hygiene, including oral	包括口腔在内的卫生
Healthy lifestyle	健康的生活方式
ECO Education level (including parental education and Early Child Education)	早期儿童发育教育水平（包括家长教育与幼儿教育）
Preschool enrolment	幼儿园入学
Primary and Secondary Education	小学与中学教育
Age-enrolment profile	入学年龄状况
Tertiary Education Level (including skills training and second chance education)	高等教育水平（包括技能培训和第二机会教育）
School enrolment (%)	入学率（%）
Age (years)	年龄（岁）

图3：低收入和中低收入国家入学率指示。

ECD=早期儿童发育。ECE=早期儿童教育。本图由世界银行制定和发布，以协助各国采取跨部门和全生命周期的方法促进人类发展，特别是教育和卫生成果。与年龄相关的位置及线段的长度，主要用于解说这种方法，并不精确。资料来源：经世界银行批准改编。¹⁶

未完成的降低死亡率的议程

在童年中期和青春期，健康不良的主要后果与发病率有关，而并非与死亡率有关。然而，这一关联并非确定 5 岁以上儿童和青少年的死亡率并不重要。正如使用相似数据来估算 5 岁以下儿童的死亡率一样，本卷通过使用人口统计数据和健康调查，估算 5-19 岁儿童的死亡率，对死亡率进行了新的分析。⁹ 对 2010 年的估算显示，低收入和中低收入国家中，5-19 岁儿童的年死亡人数总计约为 230 万。5-9 岁儿童估算的死亡人数，比该年龄段此前估算的死亡人数高出约 935,000 人。新估算值与联合国和健康指标与评估研究所的数据一致，这一新估算值与 10 至 14 岁儿童接近，与 15 至 19 岁儿童最为接近。这些结果表明，需要做更多工作来了解和控制 5-19 岁年龄段的死亡率，尤其是 5-9 岁时的死亡率。政策方面得出的一个自然的结论是：主要国家和国际方案在 5 岁以下儿童的死亡率和死因评估方面要加大努力，纳入从出生到 19 岁的整个年龄范围。联合国儿童死亡率估算机构间小组通过儿童死亡率估算数据库提供了相关估算值，而儿童健康流行病学参比群组则将重点放在 5 岁以下的儿童。联合国儿童死亡率估算机构间小组现在计划从 2017 年起将分析范围扩大到包括 5-19 岁的儿童。²⁰

发病率的记载甚至比 5 岁以上儿童的死亡率更为缺乏。本卷研究了四项主要成果（教育、人体状况、微量营养素缺乏和青少年健康）中地理和社会差异的证据，并描述了所有四项发展成果的主要地理差异。²¹⁻²³ 然而，这个年龄段发病率数据并未得到系统性收集，尤其在低收入和中低收入国家中。在探索发病率时，我们发现健康和教育与 5-19 岁的儿童密切相关；教育分析表明，学生之间健康方面的个体差异促成了教育成果之间的差异，而健康方面的差异在短期内是可以干预的。

学龄儿童及青少年的干预措施基本方案

DCP-3⁴ 的《生育、孕产妇、新生儿和儿童健康》卷，重点在于三套基本健康方案：5 岁以下儿童的健康；生育健康；以及孕产妇和新生儿保健。我们确认了针对学龄儿童（5-14 岁）、儿童（表 3）和青春期后期（15-19 岁；表 4）的两套干预方案（概述见表 2），以及经济影响（表 5）。实际上，这两套方案均需满足 10 至 19 岁青少年的需求。针对学龄儿童和青少年，图 4 和图 5 对此方案的相关范围进行了说明，表明这两个年龄段组合在所有国家总人口中占了相当大的比例，最贫穷国家的比例最高：高收入国家占 17%，低收入国家则上升到 37%。

学龄儿童的干预措施基本方案

针对学校的健康计划是低收入和中低收入国家中学龄儿童最普遍的健康服务形式之一。自从 2000 年将学校健康计划列入全民教育之后，几乎所有国家都在一定程度上提供了学校保健服务，但覆盖面往往并不均衡。²⁷ 据世界粮食计划署估算，每天有超过 3.6 亿名学校儿童接受学校膳食，²⁸ 其中许多儿童来自低收入和中低收入国家。世界卫生组织估计，每年有超过 4.5 亿名学校儿童（超过目标人口的一半）需驱虫，²⁹ 这些儿童几乎全部来自低收入和中低收入国家。这些公共工作大部分在质量和覆盖范围方面是有所差异的，但大规模的现有计划表明，政府愿意为此年龄段的人在健康和教育方面进行投资。

学校体系代表了一个具有较高成本效益的平台，为这个年龄段的人群提供了一套基本的保健服务方案，这在高收入国家中是有详细记录的。³⁰ 学校提供的保健服务也趋于公平，尤其是自小学入学率和出勤率提高，以及性别差距的缩小成为了千年发展目标中最大成就之一以来。³¹ 在低收入和中低收入国家中，有限地域范围内的保健体系并不发达，教育系统尤其适合促进可能无法获得保健服务的在校儿童和青少年的健康。通常情况下，所有收入地区中的学校都比医疗机构多，在农村和贫困地区，比起健康中心，则更有可能设立学校。

在本节的其余部分中，我们将对投资案例进行研究。该投资案例为低收入和中低收入国家中的上学儿童提供了一套综合的基本保健服务方案（表 3；图 1）。

专家小组：针对儿童和青少年健康和研究发展重点

收集 5-19 岁个人健康和发展需求的高质量数据

- 如表 1 所示，该研究强调了 5 岁以下儿童的健康和发展，同时相对缺乏对童年中期和青春期需求的研究。关于 5-9 岁儿童的资料尤其缺乏。

童年中期和青春期干预方案的试点和评估

- 第 8 卷中提出的个人干预方案以已发表的文献为基础。在许多情况下，证据在一定程度上过度依赖于高收入国家的成果。这种依赖意味着在扩大规模之前，需在当地情况下仔细试验和评估干预方案。

进行更多的长期纵向研究

- 大多数现有的分析过于短期（通常 <1 年），无法为发展提供有用的指导，而这是一个长期的问题。为了提供有用指导，研究需常年追踪结果。关键问题是不同阶段中干预措施发展成果的相对重要性。

衡量干预措施的多个成果

- 研究通常评估一个或几个结果，而发展的重点则是多部门和多因素的。需要更多的研究来评估身体发育和认知发展，以了解健康和教育成果的互利性。

追踪 5 岁以后的死亡率

- 有证据显示，5-14 岁儿童的死亡率明显高于之前认定的死亡率，这表明需要对该年龄段采取适当的生存干预措施。出发点是评估干预措施的适用性，这些干预措施已经证明成功降低了 5 岁以下儿童死亡率；然而，14 岁以上青少年的死亡原因可能大不相同。

考察童年和青春期干预措施的社会层面

- 低收入和中低收入国家对儿童生活的社会生态知之甚少。因此需要对家庭、教师及性别背景的重要性进行当地相关研究。

了解生物差异是一个发展问题

- 两性之间的成长和发展不同。例如，在生长陡增期间，发育高峰的时间及伴随的生理变化发生的时间和规模都有所不同。大脑发育也有明显差异；然而，对行为干预的影响却知之甚少。

估算残疾人群对发展的贡献程度

残疾儿童不大能从经济繁荣中受益。残疾问题仍然是一个隐藏较深的主题，这对于低收入和中低收入国家的心理健康挑战尤其如此，在包括自闭症在内的行为和社会挑战方面更是如此。健康指标与评估研究所的估计显示，五岁至十九岁的孩子中有六分之一残疾严重或非常严重。

童年中期发育和巩固阶段

针对学龄儿童健康和发展的一项重要经济原理就是促进儿童学龄阶段的学习，这个阶段的学习通常仅有一次机会，即入学。身体不健康可导致旷课或者辍学：例如，疟疾和蠕虫感染可降低出勤率，疟疾或者蠕虫感染导致的贫血可损害认知能力、注意力持续时间和学习能力。^{28,29,32-35} 评估显示，在疟疾和蠕虫感染流行的地区，如果得到正确的健康干预，贫困学生可以获得相当于 0.5 至 2.5 年的学校教育。此外，多年学校教育中持续受益可以平均改善认知能力 0.25 标准差。改善人力资本积累的好处可转换为生命历程中盈利能力增长约 5%。³⁶

	低收入国家	中低收入国家	低收入和中低收入国家总计
基础教育*	19	190	210
前 1000 天	4.4	24	29
孕产妇和新生儿保健	1.3	8.1	9.4
儿童健康	3.1	16	19
学龄儿童方案 (不包括学校供膳)	0.13	0.38	0.51
学龄儿童方案 (包括学校供膳) ‡	0.47	2.8	3.3
青少年方案‡	0.88	2.7	3.6

LLMIC=低收入和中低收入国家。HPV=人乳头状瘤病毒*来自学习一代（全球教育机会融资国际委员会 2016）³ 的评估，其评估了低收入和中低收入国家中公共部门在学前、初等和中等教育上的投入。报告呼吁到 2030 年分别增加至 720 亿美元和 5080 亿美元。评估是基于第 2 卷中的干预措施，且是针对两个方案的成本：孕产妇和新生儿保健，以及 5 岁以下儿童健康。这些干预措施评估在低收入和中低收入国家的投入。根据目前价格，要达到 80% 的覆盖率⁴，估计需要增加年度投入分别为 53 亿美元和 220 亿美元。评估总结见表 5 低收入和中低收入国家中学龄儿童和青少年方案实施的总估计成本。没有正式评估目前的覆盖范围，我们估计目前服务达成了目标的 20-50%。

表 2：低收入和中低收入国家中公共部门对人类发展的投入评估（每年十亿美元）

初级保健中心 学校			在学校中实施干预措施的好处
生理健康			
驱虫	驱虫	驱虫	在地方病流行区，学校内开展定期驱虫（根据世界卫生组织指引）成本低廉，因为大部分驱虫药物是捐献的；报告指出学校出勤率因此提升
推广驱虫蚊帐	推广驱虫蚊帐	推广驱虫蚊帐	在地方病流行区推广使用驱虫蚊帐很重要，因为比起母亲和幼儿，学校儿童更少使用蚊帐。
破伤风菌疫苗和人乳头状瘤病毒接种	破伤风菌疫苗和人乳头状瘤病毒接种	破伤风菌疫苗和人乳头状瘤病毒接种	学校是管理破伤风疫苗加强针的好地方，有利于年轻人和那些年轻妇女产下的婴儿。

	病毒 接种		
推广口腔健康	口腔健康推广 与治疗	推广口腔健康	口腔健康教育很重要；贫穷家庭一般不能承担口腔医疗费用。
屈光矫正	视力 普查及提供眼 镜	视力普查及提供眼 睛	视力普查和提供低廉现成眼镜有助于提升在学校里的学习表现
饮食			
微量营养素 补充	..	微量营养素 补充	支持学习
多元素强化 食品	..	多元素强化食品	支持学习
饮食提供	..	学校供膳	学校膳食有助于提高出勤率和教育成果
HPV=人乳头状瘤病毒。除非寻求治疗，否则学龄前儿童不会定期与健康系统打交道。千年发展目标在提高入学率和参与度以及在设立可持续发展目标，持续关注全民教育等方面取得了显著成功。千年发展目标通过学校促进该年龄段人群的健康，提供健康预防和治疗干预措施的做法十分明智。因为在健康和教育方面带来的益处，这些实惠的干预措施被列为最高优先事项。表 5 列出了学龄儿童基本投资方案各组成部分的成本。数据来源于 Fernandes 和 Aurino。 ²⁴			

表 3：社区学龄儿童（5~14 岁）的干预措施基本方案

童年中期的部分干预措施在维持和支撑此前投资成果中扮演着重要角色，逾越早期安全网的儿童，依然可以在童年中期通过干预措施实现生长陡增。¹² 此外，最新的死亡率分析显示⁹，5~9 岁的儿童存活依然是一个重大挑战，主要由于传染病持续高发，包括肺炎、腹泻和疟疾。因此，这一年龄段人群的传染病控制依然是一项重要干预措施。

在很多疟疾流行区，成功的控制方案已经大大降低了传播率，³⁷⁻³⁹ 但是因为传播率和后天性免疫水平构成临床疟疾的年龄模式^{40, 41}，5~9 岁较大龄儿童的临床发作情况正在增长。在冈比亚，医院接收严重疟疾病人的峰值年龄段从 1999~2003 年间的 3~9 岁增长至 2005 年 7 月的 5~6 岁；⁴² 肯尼亚面临相似的变化³⁸。这些变化已成为干预措施的一项新挑战，因为针对学龄儿童没有推荐基于人口的推断治疗方法，且针对恶性疟疾的青蒿素结合疗法的试验和治疗制度在这个年龄段显得并不具有成本效益。^{33,43}

同样，肠内蠕虫也经常是学龄儿童的一项重大负担。虽然治疗感染儿童的好处得到了广泛认可，但是在好处和计划性方法评估方面仍存在争议²⁹。最新（2017 年 9 月发布）的世卫组织指导方针明确建议，当流行程度超过 20% 时，⁴⁴ 这一年龄段人群驱虫时无需进行筛查。希望这项指导方针能明确这个地区的政策并持续保持覆盖。

在 2015 年，全球有超过 4.5 亿学龄儿童得到了治疗，2016 年仅在印度就报告有超过 3 亿儿童得到治疗。

青春期发育高峰阶段

青春期生长陡增是从儿童转变为青少年的分水岭；这个过程在女孩子中出现得比男孩子要早，且可以通过饮食等外部因素得到调整。这个阶段是生长陡增的最好时机，成长速度可相当于 2 岁儿童速度。

人口	社区	初级保健中心	学校	在学校中实施干预措施的好处	
生理健康	健康生活信息：烟草、酒精、受伤和事故避免以及安全教育	青少年保健服务：提供避孕套防止性传播感染；提供可逆避孕措施；治疗受伤和虐待伤害；以及性传播感染的筛查和治疗	健康生活教育包括事故避免和安全教育	国家媒体传播专为青少年设计的健康生活选择信息，同时国家政策上对健康选择给予支持（即限制青少年接触对健康伤害最大的产品）	
性健康信息	性健康教育	在学校提供的额外健康教育主要针对中等教育普及性较高国家中与较大年龄段（15~19岁）相关的问题，旨在学龄方案中补充针对10~14岁儿童的较早期信息。	
营养	营养教育信息	青少年友好健康服务	在校内提供青少年健康服务，或提供尊重青少年需求的保健设施
心理健康	心理健康信息	心理健康治疗	心理健康教育与咨询	

STI=性传播感染。青少年是最难覆盖的人群，因为很多青少年已不在学校，以及对获得主要为成年人设计的健康服务感到不安。他们可能会担心保密做得不足，以及在某些情况中（例如青少年怀孕）可能会受到保健工作人员的指责。学龄人群方案的总成本约为每位5~14岁的儿童10美元，每位10-19岁的青少年9美元。表5列出了青少年基本投资方案的组成部分成本。数据来源于Horton及其同事。²⁵

表4：青少年（约10-19岁）的基本投资方案

生长陡增期肌肉、骨骼、器官重量和饮食需求迅速增加。满足这一需求的方法之一是提供学校膳食，这可以说是全球最普遍的众筹资源转移计划，每天有3.6亿儿童在学校用餐。对健康结果的狭隘关注低估了多个跨部门结果的好处，包括：促进学校的参与（特别对女孩而言），在难以到达的社区提供生产性社会安全网，并通过采购当地农产品刺激农村经济。²⁸ 学校供膳应被视为其他具有多成果的转移方案的选择之一。⁴⁵ 从社会角度来看（通常以经济评估的形式），转移的净成本通常接近交付成本的10-15%。因此，学校膳食计划可以被视为有条件的（因为学校出勤率会触发转移）非现金转移项目。评估表明，学校供膳通常会使出勤率提高8%，而且，²⁸ 仅从这一效应，就可以推断出两个或更多的收益成本比率。

以学校为基础的疫苗接种对学龄儿童（5-14岁）特别经济，尤其对女孩而言。破伤风类疫苗降低接受疫苗者和青春期少女的子女的破伤风性痉挛的风险，从而产生实际效益。在撒哈拉以南的非洲地区，如果为青春期少女连续接种终生有效的乳头状瘤病毒疫苗，达到70%的覆盖率，可以有效预防超过67万例宫颈癌。³⁴ 此外，有证据表明，以学校为基础的疫苗接种方案可以实现有效的覆盖。³⁰

青春期早期是最常见的视力问题（即屈光不正）出现的年龄。以学校为基础对10-14岁左右的儿童进行筛查是检测和纠正视力屈光不正的经济做法，否则可能会增加辍学的概率和终身视力损害的风险。⁴⁶ 青春期早期也是培养终身健康行为习惯的关键阶段，⁸ 包括口腔卫生和良好的饮食习惯。这一阶段可能对饮食特别敏感，因为它与微量营养素缺乏导致的疾病有关，如贫血和碘缺乏。

青春期后期的干预措施基本方案

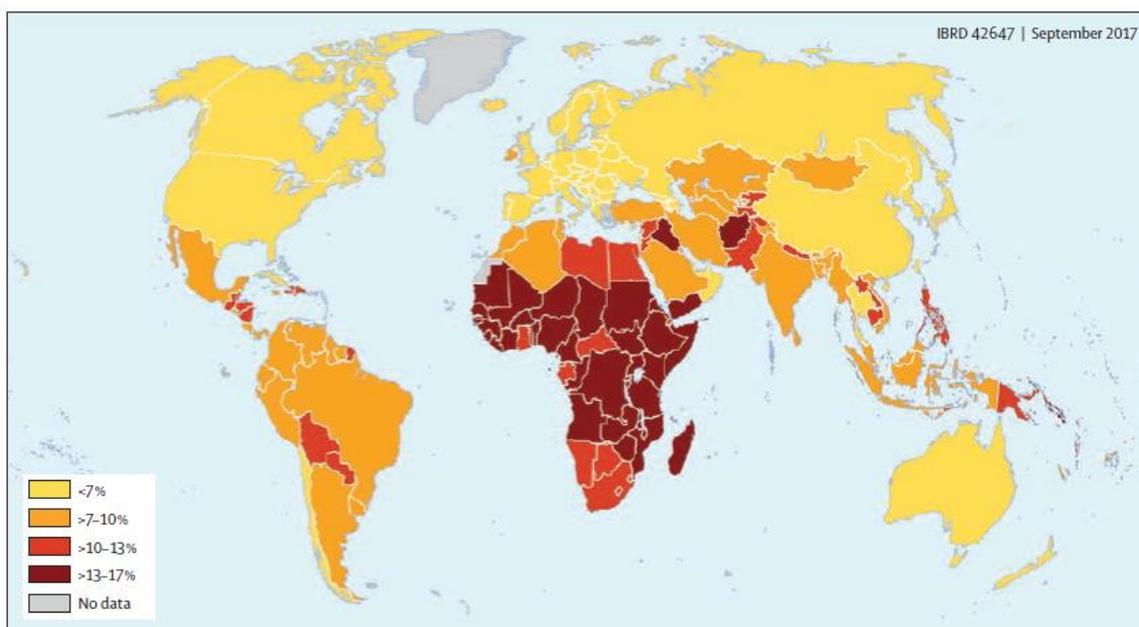
青春期生长陡增后，青春期的发育和巩固开始于 15 岁左右，持续至 20 岁。这一阶段需要一套针对特定年龄的干预方案（表 4）。这一阶段是健康和发展的关键时期，一直以来都被认为具有社会重要性，但尚未得到足够的一致关注。15-20 岁是自我能动性变得越来越重要的时候，尽管青少年友好型健康服务的概念已经被广泛采用，但质量和覆盖面几乎不能满足需求，往往无法确保青少年能够自己对自身健康做决定。以学校为基础的干预措施超越了课堂上的健康教育范畴，包括对课程的改变和广泛的社会环境，与家庭和社区一起努力，更有可能改善性健康，减少暴力和药物使用。^{30,47} 在拥有众多人口的国家中，跨部门行动对于公众健康至关重要，包括运输部门采取行动减少道路交通伤害和收税以实现烟草控制。^{48,49}

干预措施	提供模式	低收入和中低收入国家受益儿童的人均近似成本（美元）	相关年龄段儿童的人均近似成本（美元）	低收入国家的累计成本（每年百万美元计）	中低收入国家的累计成本（每年百万美元计）
学龄儿童					
学校供膳	校餐（添加微量营养素）	41（针对大多数粮食缺乏或贫困地区的人口）	6-12 岁之间的儿童人均 8.20	340	2400
健康教育（口腔健康、生育健康和驱虫蚊帐使用）	仅在地方病流行区进行驱虫蚊帐教育	每条教育信息 0.50（仅在地方病流行区进行驱虫蚊帐教育；假定低收入和中低收入国家有 50% 的儿童）	6-12 岁之间的儿童人均 0.75	31	110
视力检查	通过教师和视力测试提前筛查，并由眼科专家现场提供现成眼镜	接受筛查，并为年龄段中需要眼镜的儿童提供眼镜的儿童人均 3.60	6-12 岁之间的儿童人均 0.60	25	90
驱虫	在地方病流行区每年由教师提供土壤传播的寄生虫和血吸虫病的药物治疗	在地方病流行区儿童人均 0.70；流行地区的 50%	6-12 岁之间的儿童人均 0.35	14	52
破伤风菌疫苗注射	由护士之类的人员对一年级的所有儿童注射一剂	儿童人均 2.40	6-12 岁之间的儿童人均 0.40	16	59
人乳头状瘤病毒疫苗	癌症基本方案的一部分	完全接种疫苗女孩人均 10（全球疫苗免疫联盟-合格国家）	6-12 岁之间的儿童人均 0.83	43	74
没有接种人乳头状瘤病毒疫苗的累计成本	..	48	10	430	2700
没有学校供膳和人乳头状瘤病毒疫苗接种的累计成本	..	17	2	130	390
青少年					
有关健康的媒体信息或国家政策	关于使用烟草、酒精和非法药物的信息；性和生育健康；心理健康；健康饮食或运动	青少年人均 1	10-19 岁年龄段的青少年人均 1
学校的健康教育	目标年龄段的教育	14-16 岁青少年人均每年 9	10-19 岁年龄段的青少年人均 3	90	450
青少年友好健康服务	健康服务为青少年提供尊重、保密的服务	青少年人均 5	10-19 岁年龄段的青少年人均 5	790	2300
累计成本	..	10-19 岁年龄段的青少年人均 15	10-19 岁年龄段的青少年人均 9	880	2700
LLMIC=低收入和中低收入国家。ITN=驱虫蚊帐 HPV=人乳头状瘤病毒学方案的费用：5-14 岁年龄段的儿童每名约为 10 美元，10-19 岁年龄段的青少年每名约为 9 美元。与 2013 年人均公共健康支出 31 美元左右相比，这一成本看似合理，但对 2013 年人均健康支出只有 14 美元的低收入国家来说，已经算高的了。数据来自 2007 年 Fernandes 和 Aurino ²⁴ 和 2017 年 Horton 等。 ²⁵					
表 5：基本套餐中促进低收入和中低收入国家学龄儿童和青少年健康的组成部分成本					

除了性和生育健康，预防干预的可用证据主要来自高收入国家，特别是美国。决定青少年健康和福利的社会和环境因素在不同层次和跨部门间运作。最有效的方法可能是在多水平的特定环境下运作。⁵⁰ 年轻人的生活受到社区行为规范以及成人和其他青少年的价值观的影响。社区干预通常涉及到地方政府、家庭、青年中心和宗教组织、还有学校。

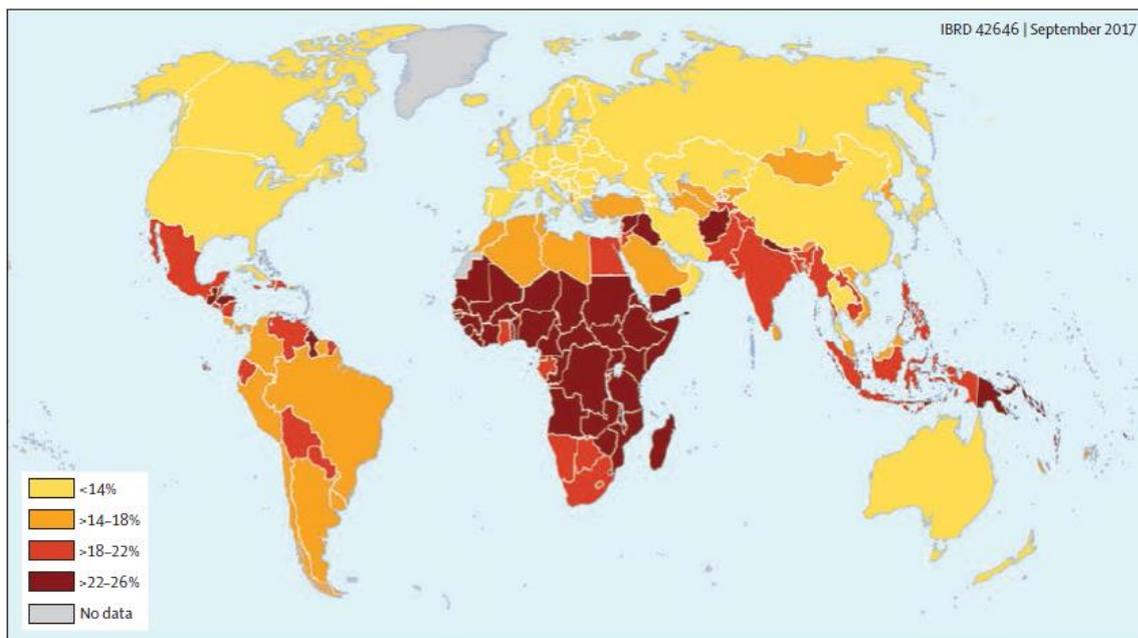
对青少年的全民健康教育要求对保健服务提供者进行培训，不仅要性对性和生育健康以外的卫生问题作出响应，而且要采取非审判性态度，保守秘密，并与青少年互动，同时保持与家庭的沟通。解决对青少年特别重要的财政障碍，如垫付支付，有助于为这个年龄段的人群提供有效的卫生服务平台。越来越多的人认识到，能动性对青少年的重要性，对健康的确认方法能促使青少年在自我健康和保健方面做出决策并参与其中。在低收入和中低收入国家中，青少年能动性尤其不发达，且没有得到足够支持。

扩大中学教育，特别是女孩的中学教育，是 2030 年可持续发展目标之一，并为改善青少年健康和福祉提供机会。中等教育有效地提高了结婚和首次怀孕的年龄。⁵¹ 接受优质中学教育会提高认知能力，改善心理、性和生育健康，降低了日后患非传染性疾病的风险，并提供了大量的代际福利。⁵² 中学还提供了一个促进健康的平台，可以加强健康方面的自我能动性，提供包括全面的性教育的必要的健康知识，有助于保持健康风险最小化的生活方式。实现中学所提供的教育和经济利益，要求避免早孕、传染病、精神障碍、伤害相关的残疾和营养不良。



No data	无数据
IBRD 42647 September 2017	IBRD 42647 2017 年 9 月

图4：童年中期（5-9岁）占国家人口比例²⁶



No data	无数据
IBRD 42646 September 2017	IBRD 42646 2017 年 9 月

图5：青少年（10-19 岁）占国家人口比例²⁶

媒体信息对青春期影响显著，为健康行为提供了必要平台，这点在高收入国家得到了有效证明。^{30,53-55} 青少年在生理上、心理上和发展上寻求家庭之外的接触，而媒体，尤其是社交媒体，提供了这个机会。社交媒体也可能带来危害，其中最引人注目的是网络诱骗、网络欺凌和对外貌的过分在意；因此，任何干预都应该考虑到这些消极影响。

基本方案的经济分析

表2总结了低收入和中低收入国家的儿童和青少年健康和发展的三个重要领域公共投资的现有年度水平：基础教育（幼儿园、小学和中学）、出生 1000 天的健康状况和针对 5-19 岁（学龄和青春期）的两大基本套餐。在这三个领域中，2015 年教育吸引的年投资额最大，为 2100 亿美元，其中大部分来自公共部门，旨在免费提供学前教育、小学教育和中等教育。全球教育机会融资国际委员会呼吁低收入和中低收入国家政府增加国内公共支出，到 2030 年实现小学教育普及，³ 这需要国内生产总值从 4% 增加到 5.8%，相当于过去 15 年间每年 7% 的公共教育支出的增长速度。除了教育干预之外，委员会还将 13 个非教学干预措施称为“增进接触和学习成果的高效做法”，³ 其中包括 3 项健康干预措施：学校供膳、疟疾预防和微量营养素干预。《柳叶刀》委员会在关于青少年健康福祉的报告中亦指出，到 2030 年实现中学教育普及是一个可持续发展目标，也是青少年成长和发展阶段的关键。

与这些用于教育的巨额公共开支相比，低收入和中低收入国家的 5 岁以下儿童的年度健康投资估计为 290 亿美元（表 2），^{56, 57} 其中包括孕产妇和新生儿保健以及 5 岁以下幼儿健康的投资。根据现有价格，增加至 80% 的覆盖率估计需要每年增加 270 亿美元支出。⁵⁷

三个投资领域的最后一项是对低收入和中低收入国家的5-19岁儿童的健康和发展进行干预，没有对目前的支持作出直接估计。⁵⁸覆盖该年龄段80%的儿童的学习方案和青少年方案的估计总费用和增加费用见表2和表5。我们估计总费用为69亿美元，包括低收入国家的14亿美元和中低收入国家的55亿美元。我们估计目前的服务经费是所要求覆盖率的20%到50%，建议每年增加34亿美元和55亿美元，占国内生产总值的0.03%至0.07%。这大大低于为教育和5岁以下儿童制定的健康计划所增加的金额。

公共部门最昂贵的开销是学校膳食，这几乎占了所需额外投资的一半。由于学校膳食构成了一个转移计划，学校膳食的价值与家庭开销相抵，导致了政府的净成本接近于零。我们认为学校膳食是一种特殊的情况，既不是由卫生部支付，也非主要针对健康改善。按照DCP-3的标准，区分卫生部门内的干预措施和在该部门之外提供和资助的措施。虽然学校膳食是基础健康方案的一部分，但起始于跨部门运作。表2显示了有学校膳食和没有学校膳食的费用。

这些分析为5-19岁儿童的健康投资提供了重要的结论。在生命的头二十年里，教育投资在人类发展的所有其他公共投资中占主导地位。根据我们对现有年度开支的估计，低收入和中低收入国家提供基础教育和针对5岁以下婴幼儿（包括孕产妇和新生儿保健）的保健服务方案费用分别为2100亿美元和290亿美元。5-19岁儿童的额外基本健康和发展方案的年费用在34亿美元和55亿美元之间，这取决于目前的经费是占目标的50%还是20%。如果不把学校膳食费用计算在内，那么每年的费用就会变成21亿美元或34亿美元。5-19岁的年度投资目标与每年2100亿美元的教育投资目标相同，而且是协同增效的。这两种基本方案的适度成本（学龄和青少年）表明，扩大5-9岁儿童的健康方案的投资是低成本、高回报的，能满足生命中头20年里最迫切的发展需求。

健康和教育的不可分割，正如一枚硬币的两面

有观点认为教育与健康在人类发展进程中是孤立的，这种观点反应了行政作风和官僚主义的现实，但并不能最好地满足儿童和青少年的成长需求。也有观点认为儿童成长过程中既需要健康，也需要教育。有健全的身体才能有健全的精神，健康状况和教育程度之间^{31,59}、教育程度与健康状况之间的关联性支持了这一说法。⁶⁰

旱灾和社会动荡对青少年青春期的身高有着不利的影响，进而会对教育产生不利影响。这种影响可能很大，例如，在津巴布韦的一项关于旱灾的研究中⁶¹，达到中等身高的人会比同龄人高出3-4cm，也会提前6个月上学，比同龄人中没有达到中等身高的人在学业上能多得0.85分。在高收入的国家中，尤其是美国，健康干预措施对教育成果的影响已经得到充分证实。^{30,53-55}在低收入和中等收入的国家中，也已经有一些试验能反映出这种影响。例如，在菲律宾，饮食良好的幼儿能够较早地进入学校学习，相比起他们饮食较差的兄弟姐妹，他们的学习成效会更好⁶²。缺乏微量营养素，尤其是会对认知产生影响的碘和铁，在认知测验中会对得分有不利的影响。⁶³然而，2015年一项对大部分低收入和中低收入国家系统的审查⁶⁴有不同的发现。一个关键的结论是，发育状况最主要还是依赖于特定年龄段的干预及其持续时间，纵向试验在这个领域的研究是极其重要的，但是非常罕有。研究重点的专家小组指出需要进一步研究的重点领域。

有大量的文献记录了高水平的教育和低死亡率、疾病、健康风险之间的关联性。一个新成立的跨国专家小组^{3,60}对特定国家成人死亡率变化水平及变化率实施强有力的控制，结果显示教育具有统计学意义和重要效果。教育对成人死亡率的影响几乎与对儿童死亡

率的影响相当，每增加一年的教育，和测试分数中标准差提高一分，死亡率随之减少大约 2-3%。如果考虑到死亡率下降的估值来重新计算教育投资的回报率，则教育的回报率会增加约三分之一。例如，在中低收入国家，如果把教育对死亡率的影响纳入考虑范围，则每增加一年的教育，内部回报率估计会增加 7% 至 9.3%。

结论

把投资重点放在人类发展的前 1000 天是非常必要的，然而这一理由不够充分。这种狭隘的重点会使儿童和青少年在前 20 年的其他关键阶段得不到充分的支持，并且不能保障早期的成果。这种不平衡的做法不仅会忽视了前 1000 天的健康服务，也会使研究偏离了童年中期和青春期。

问题不在于前 1000 天不如先前预想的那么重要，而在于接下来的 7000 天的重要程度远远比原以为的重要。在成本效益和收益成本分析的基础上，我们确认了两个重要的干预方案，可以帮助解决童年中期和青春期的健康和发展需求。一是学龄方案，该计划主要建立在学校基础上实现，这能满足童年中期和青春期发育高峰时期的许多需求，该计划主要通过学校实现。一是青少年期的方案，该计划围绕中学时期建立，且能获得非侮辱性、能负担得起、保密的医疗保健，有助于进一步满足青春期发育高峰时期的需求以及青春期后期的特殊需求。这两个方案的目的和目标人群的年龄范围是重叠的，因此，这两个计划在支持童年中期和青春期的成长中都是必须的。目前，健康和教育之间的协同作用尚未得到充分利用。学校和教育部门应该是促进健康的关键参与者。学校可以提供健康基础设施，以及学习和理解生活技能的基础设施。这些技能的获得使得孕期死亡率自 1990 年下降了大约 30%。相反，适龄儿童和青少年的健康，尤其是在低收入和中低收入国家中，是教育成果的一个重要决定因素，它会对教育的获取和学习能力有影响。我们分析了前 8000 天的分析表明，对健康的投资对教育成效有影响，对教育的投资也影响健康。

现在的观点认为教育才是重要优先问题，千年发展目标有助于确保免费初级教育几乎在全球得到普及。到 2030 年实现中等教育普及是一个可持续发展目标。人们逐渐认识到在生命的前 1000 天，生育、孕产妇、新生儿和儿童的健康需求应当视为重要优先问题。我们认为，由于类似的原因，在解决童年中期和青春健康和发展需求时不断增加的成本也应当视为重要优先问题。

我们的计算表明，我们提出的两个基本方案是可行的，也是可负担得起的投资，即便对于低收入和中低收入国家也是如此。支持作出直接估计。覆盖该年龄段 80% 的儿童和青少年的学龄套餐和青少年套餐的估计总费用和增加费用见表 2 和表 3。基于目前全球在低收入和中低收入国家的支出，为 5 岁以下的儿童提供医疗服务的年度费用为 290 亿美元，提供基础教育的成本为 2100 亿美元。对于同一个国家来说，为 5-19 岁的儿童提供重要的健康和发展方案预计会增加 34-55 亿美元的成本（如果不包括学校伙食，则为 21-34 亿美元），这取决于目前提供的服务占所需总量的 20% 还是 50%。少量增加儿童早期和教育的投资，能确保下一代获得健康和发展。基于前 1000 天和教育的发展援助水平和国内投资水平，这些投资和接下来 7000 天进行的重要但较为适度的健康投资之间的杠杆作用是一个强有力的经济论据。这将有利于下一代的公平、个人潜能的实现和机会的最大化。

公共政策需与父母的投入相一致，来满足生命的前 20 年的健康、发展和教育需求。很多国家已经在强调 18 岁和 21 岁生日在社会和法律上的重要性，我们的分析表明，在童

年中期和青春期以实际投资来反映这种重要性是非常有价值的，而且在所有国家中也是可负担得起的。

投稿人

《疾病控制优先项目计划，儿童和青少年健康和发展》合订本第 3 版的所有作者。DAPB 完成第一稿，其他所有作者进行修改。本手稿的主要信息来源于该合订本的分析。

利益声明

SH 声明华盛顿大学为研究提供资助。DAPB 声明其受雇于比尔和梅琳达·盖茨基金，该基金资助了 DCP3。所有其他作者声明没有竞争利益。

致谢

我们要感谢编辑团队的 Qi Jinyuan 为表 2 中的出版物搜索谷歌学术和 PubMed。

我们要感谢审稿人在本综述前几版中提出的周密的评论。