

文章编号: 1000-8020(2018)05-0733-08

·论著·

营养包改善贫困地区婴幼儿 贫血状况的成本效益

霍军生¹ 孙静¹ 常素英^{1,2} 刘克军³

中国疾病预防控制中心营养与健康所 北京 100050



摘要:目的 对营养包在贫困地区6~24月龄婴幼儿贫血改善进行成本效益分析研究。方法 2010年在甘肃、陕西和四川省的8个县免费发放营养包,并取得基线和1年后血红蛋白和贫血率。总计覆盖婴幼儿25 125人,抽取其中1200名婴幼儿进行调查和检验,通过贫血率变化计算改善人数。运用微观经济学 PROFILING 和 DALY 模型进行分析。结果 项目营养包发放工作成本总计6 134 871元;人均成本244元,其中营养包成本121元、办公成本104元、人力成本19元。干预1年后贫血率从干预前的52.8%显著下降至26.3%。项目挽回的贫血对生命质量的影响和未来认知能力的降低对生命质量的影响总计为4863.08人·年。通过 PROFILES 模型计算,营养包干预1年为项目县带来的效益总计为6930.65万元;而通过 DALY 计算,营养包为项目县带来的效益总计为6068.74万元。项目每避免1例贫血的发生所需投入的成本8个项目县平均为938.46元,每避免1个DALY损失所需投入的成本8个项目县平均为1261.52元。成本效益分析结果为,成本效益比至少是1:10。敏感性分析表明,成本效益比具有稳定性,项目具有较为广泛的适用性。结论 采用营养包对贫困地区6~24月龄婴幼儿进行早期营养干预具有良好的经济效益。

关键词: 营养包 婴幼儿 营养干预 成本效益 贫血

中图分类号: R151.4 R174 R556

文献标志码: A

Research on cost-benefit analysis of improved nutrition status by infants Ying Yang Bao intervention in poor rural regions

Huo Junsheng, Sun Jing, Chang Suying, Liu Kejun

National Institute for Nutrition and Health, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China

Abstract: Objective To study on the cost-benefit from anemia reduction of 6-24 months infants in poor rural regions by Ying Yang Bao (YYB) intervention. **Methods** YYB was donated and distributed to 6-24 months infants in 8 counties in provinces of Sichuan, Gansu and Shaanxi. Total covered infants were 25 125 within them 1200 were sampled and measured hemoglobin levels and change of anemia prevalence in the baseline and after 1 year intervention. Total recovered infants number from anemia was calculated with decrease of anemia rate. The cost-benefit was analyzed with PROFILING and DALY models. **Results** The total cost estimated was 6 134 871 RMB, average cost per person was 244 RMB among which costs of YYB, administration and manpower were 121 RMB,

基金项目: 国家卫生计生委和联合国儿童基金会联合实施的贫困地区儿童营养改善项目

作者简介: 霍军生,男,研究员,研究方向: 营养干预, E-mail: jshuo@263.net.cn

1 通信作者: 孙静,女,研究员,研究方向: 营养改善, E-mail: sjing@263.net; 常素英,女,研究员,研究方向: 儿童营养, E-mail: schang@unicef.org

2 联合国儿童基金会中国办事处

3 国家卫生健康委发展研究中心

104 RMB and 19 RMB respectively. After 1 year intervention, the anemia rate significantly declined from 52.8 % to 26.3 %. The recovered DALYs from present anemia and future cognition was 4863.08 person · year. Benefit from 1 year YYB intervention in the counties was 69.3065 million RMB from PROFILING model and 60.6874 million RMB from DALY model. The average cost of the intervention was 938.46 RMB in saving 1 anemic and 1261.52 RMB in saving 1 DALY loss in YYB intervention project. The cost-benefit ratio was 1:10 at least. Sensitivity analysis showed stability of this cost-benefit analysis acceptable. **Conclusion** The nutrition intervention using YYB for poor rural region showed high economic benefit.

Key words: Ying Yang Bao (YYB), infants, nutrition intervention, cost-benefit, anemia

早期儿童营养不良是亟待解决的营养问题,我国早期儿童普遍存在生长发育迟缓、低体重、消瘦以及贫血等营养问题,这将影响这些儿童一生的健康^[1-2]。不合理辅食喂养是早期儿童营养问题的重要原因,数据显示辅食喂养阶段是我国6~24月龄婴幼儿营养不良高发期^[3]。早期儿童的营养干预具有成本低收益大的特点,被认为是营养改善的窗口期。针对我国,特别是贫困农村的辅食喂养问题,王玉英等^[4-6]采用全豆粉添加维生素和微量营养素,形成了被叫做营养包(Ying Yang Bao, YYB)的营养粉产品,并观察到营养包对贫困地区4~12月龄婴儿干预1年具有改善贫血、促进生长发育和智力发育的作用。此后我国颁布辅食营养补充品国家标准,营养包被定义为大豆或乳粉为基础的添加多种营养素的辅食营养补充品^[7]。多项报告显示营养包进行的6~24月龄婴幼儿营养干预,贫血改善效果显著^[8-10]。然而从经济学方面对营养包作为公共营养的改善方法尚待探讨。本研究采用营养包对3省8县婴幼儿进行营养干预,观察研究营养包改善贫血的成本效益。

1 对象和方法

1.1 研究对象

采用按规模大小成比例概率(PPS)抽样法,于2010年5月在四川省汶川县、彭州市、青川县、茂县、理县,甘肃省文县、康县和山西省宁强县免费为6~24月龄婴幼儿提供营养包产品1.5年。当地疾病预防控制中心或妇幼保健站及村医经项目培训后,向婴幼儿家庭发放营养包和食用指导手册,并按月调查营养包食用情况。期间达到6月龄的婴儿和超过24月龄幼儿纳入和退出营养包发放。本研究选择发放营养包1年间数据进行研究。

本研究由中国疾病预防控制中心营养与健康所人体实验伦理委员会审核批准,监护人充分知情同意后签署知情同意书。

1.2 营养包产品

干预用营养包产品由青岛百乐麦食品有限公司提供,产品符合《GB/T 22570—2008 辅食营养补充品通用标准》要求并具有产品生产的各项许可。产品营养素含量见表1。

表1 干预用营养包营养配方

营养素	每日用量/ (人·袋)	6~11月龄		12~35月龄	
		RNI/AI	r/%	RNI/AI	r/%
蛋白质/g	3.0				
铁/mg	7.5	10	75	12	63
锌/mg	5	9	56	9	56
钙/mg	200	500	40	600	33
维生素A/ μg	250	400	62	500	50
维生素D/ μg	5	10	50	10	50
维生素B ₁ /mg	0.5	0.3	167	0.6	83
维生素B ₂ /mg	0.5	0.5	100	0.6	83
维生素B ₁₂ / μg	0.5	0.5	100	0.9	56
叶酸/ μg	75	80	94	150	50

注:RNI:推荐摄入量;AI:适宜摄入量

1.3 贫血检测

营养包发放前进行基线监测,2010年11月、2011年5月进行干预半年、1年后监测。监测人员为县乡具有资质的专业医生和护士。采用HemocueHb 201+型血红蛋白便携式分析仪测定,用酒精棉签对婴幼儿左手无名指进行消毒,专用刺针刺血,棉球擦去前2滴血后,用微量化学反应片取第3滴血测定,读取并记录血红蛋白数值。按WHO贫血指南进行海拔校正并判断贫血^[11],本研究采用干预前和干预1年的检测数据进行分析,纳入婴幼儿月龄分组及性别构成见表2。

1.4 成本

项目成本包含项目启动活动、营养包的采购与运输、营养包发放与咨询活动、营养包培训会议

表2 营养改善干预前后各监测婴幼儿数及性别构成比

组别	干预前		干预后	
	n	r/%	n	r/%
月龄				
6~11	477	37.0	264	23.6
12~17	502	38.9	454	40.6
18~23	311	24.1	367	32.8
性别				
男	630	48.8	543	48.6
女	660	51.2	575	51.4
合计	1290		1118	

和宣传教育资料与活动、专家督导旅差、生物学监测所需的耗材及人员差旅、数据收集与分析等7方面的费用。根据营养包项目期间上述投入的人力和财力进行实际成本的记录和测算。所有的成本分项资金均由项目参加单位填报调查表获得。各项目单位均以本单位财务账目数据为依据填报。

计算公式:

(1) 总成本_{项目} = 总成本_{儿基会} + 总成本_{国家级项目单位} + 总成本_{省级项目单位} + 总成本_{县级项目单位} = Σ总成本_a。a = 某项目县; 总成本: 由总人力成本、总营养包成本、总办公成本组成; 总办公成本: 含上述会议费、培训费、宣传教育费、差旅费、交通费、资料费、血红蛋白检测费。

(2) 总成本_a = 总成本_{儿基会} × (目标人群数_a / 项目覆盖目标人群总数) + 总成本_{国家级项目单位} × (目标人群数_a / 项目覆盖目标人群总数) + 总成本_{省级项目单位} × (目标人群数_a / 本省项目覆盖目标人群总数) + 总成本_{县级项目单位}。a = 某项目县。

(3) 人均成本_{项目} = 总成本_{项目} / 项目覆盖目标人群总数

(4) 人均成本_a = 总成本_a / 目标人群数_a。a = 某项目县

1.5 效果

效果指标: 贫血率是反映婴幼儿营养状况的重要指标。研究项目干预前后贫血率的变化作为衡量干预效果的评价指标。

贫血率变化_{项目(a)} = 第三次生物学监测 [(某项目(县) 样本贫血目标人群数 / (该项目(县) 样本目标人群总数) - 基线 [(某项目(县) 样本贫血目标人群数 / (该项目(县) 样本目标人群总数)]。a = 某项目县。

贫血判断标准: 按 WHO 贫血指南^[11], 轻度贫血 [90, 110 g/L], 中度贫血 [60, 90 g/L], 重度贫血 < 60 g/L。

对贫血率在干预前后的变化进行统计推断, 计算效用和效益值。

1.6 效益

效益指标: 效益测量采用两种方式, (1) 使用 PROFILES 模型, 计算因贫血而造成的认知能力的下降对未来劳动生产力的影响(以货币表示), 以干预挽回的劳动生产力损失作为衡量干预效益的评价指标。其中避免一例贫血可提高该例劳动生产能力 5%, 则算为劳动收入增加; (2) 使用残疾调整生命年(disability adjusted life year, DALY) 计算模型, 利用上述效用指标的计算结果, 结合人均国内生产总值(gross domestic product, GDP) 来揭示贫血给社会带来的经济负担, 并以干预避免的疾病经济负担作为衡量干预效益的评价指标。

2 结果

2.1 营养包干预效果

由表3可见, 辅食营养包发放工作实施1年后, 4个监测县平均贫血率显著下降(P < 0.01)。而且, 无论干预前各县贫血率的水平如何, 干预后均回落至 20% ~ 30%。

表3 干预前后血红蛋白水平和贫血发生率的变化

月龄	血红蛋白				贫血率			
	干预前		干预后		干预前		干预后	
	n	浓度/(g/L)	n	浓度/(g/L)	n	r/%	n	r/%
6~11	460	10.5 ± 1.3	264	11.1 ± 1.6	185	61.2	166	37.4
12~17	484	10.8 ± 1.3	416	11.5 ± 1.2	244	50.8	312	25.7
18~23	300	11.1 ± 1.3	436	11.8 ± 1.2	179	43.0	351	20.2
合计	1244	10.8 ± 1.3	1116	11.6 ± 1.1 ⁽¹⁾	608	52.8	829	26.3 ⁽¹⁾

注: (1) 与干预前比较 P < 0.01

以第三次生物学监测4个样本监测县的贫血率下降平均值(合计 26%, 其中轻度贫血下降 20%、中度贫血下降 6%、重度贫血下降 0%) 乘以 8 县项目实施 1 年时覆盖的实际人群数, 即 25125 人, 可得到因项目的实施而改善的贫血人数总计

为 6535 人, 其中轻度贫血 5025 人、中度贫血 1508 人、重度贫血 0 人(表 4)。

2.2 营养包干预成本

1 年营养包干预中, 营养包干预成本总计 6 134 871 元。其中, 人力成本 487 933 元、营养包

表 4 营养包干预县 6~23 月龄婴幼儿改善的贫血人数⁽¹⁾

项目县	轻度贫血	中度贫血	合计
理县	163	49	212
茂县	383	115	498
汶川县	490	147	637
彭州市	847	254	1101
青川县	908	273	1181
文县	579	174	753
康县	657	197	854
宁强县	998	299	1297
合计	5025	1508	6535

注: (1) 观察中未发现重度贫血婴幼儿

成本 3 040 538 元、办公成本 2 606 400 元,营养包成本占项目总成本的 49.56%。

各类组织总体投入为 6 134 871 元(表 5)。

各县由于覆盖婴幼儿数不同投入差别较大,其中宁强和青川较高,分别达到 1 180 753 和 1 126 847 元。理县人均发放成本为 277 元,居各县之首,而人均成本最低的宁强为 236 元。8 个项目县的平均成本为 244 元/人,即在数据统计期间分摊到项目县每个入组婴幼儿的项目成本平均为 244 元。其中,营养包成本 121 元、办公成本 104 元、人力成本 19 元(表 6)。

表 5 不同类别单位营养包干预总成本 元

项目单位	人力成本	营养包成本	办公成本	合计
国际组织		3040538		3040538
国家级单位	157933		1074150	1232083
省级单位	90000		252000	342000
县级单位	240000		1280250	1520250
合计	487933	3040538	2606400	6134871

表 6 各项目县营养包干预工作总成本及人均成本 元

项目县	人力成本		营养包成本		办公成本		合计	
	总成本	人均成本	总成本	人均成本	总成本	人均成本	总成本	人均成本
理县	36889	45	98835	121	111	90955	226679	277
茂县	46165	24	231905	121	111	212998	491068	256
汶川县	50676	21	296626	121	100	246264	593566	242
彭州市	65703	16	512200	121	99	417509	995412	236
青川县	68300	15	549460	121	112	509087	1126847	248
文县	62260	21	350459	121	109	315821	728541	251
康县	66592	20	397518	121	100	327895	792004	241
宁强县	91349	18	603535	121	97	485869	1180753	236
合计	487933	19	3040538	121	104	2606400	6134871	244

2.3 辅食营养包发放工作效益

2.3.1 通过 PROFILES 模型计算的效益根据表 4 所列项目县避免的贫血人数,并根据《中国统计年鉴 2011》提供的数据,包括经济活动人口数和 15~64 岁人口数,二者之比计算我国 2010 年就业率为 76.15%^[12],以此推算因贫血改善增加的劳动收入。

婴幼儿贫血若不能在 2 岁以内及时纠正,则其认知能力损害将携带终生,从而影响其未来劳动生产力。HORTON 等^[13]基于以往研究,保守地估计认知分值每降低 0.5SD,小时收入将降低 4%。JENSEN^[14]认为 6~8 岁时的 IQ 值与 17 岁时的交互相关值为 0.62~0.65。因此 HORTON 等^[14]估计,儿童时期的贫血会导致成年后工资下降 2.50% (4% × 0.62)。

平均每个目标人群未来工资总额的贴现值,是利用各项目县的城镇单位就业人员平均工资乘以 2 岁幼儿未来劳动生产年龄(15~64 岁)的生存贴现值(18.05 年)得到的。

由上述 4 个指标值计算,即可得到干预 1 年后为项目县带来的效益总计为 6930.65 万元,其中宁强县最高为 1334.61 万元,而理县最低为 234.61 万元(表 7)。

2.3.2 通过 DALY 计算的效益 根据表 8 列出的干预县干预后避免的 DALY 损失,结合各项目县 2010 年人均 GDP,即可得到至 2011 年 4 月项目实施 1 年时,营养包为项目县带来的效益总计为 6068.74 万元。

2.4 成本效益分析

通过上述分析,得到了各项目县辅食营养包发放工作的总成本和总效益值。根据“数据整理和分析方法”中的计算方法,以总成本除以总效益,即可得到项目的成本效益比。由表 9 可见,通过 PROFILES 法和 DALY 法计算出的成本效益比差距不显著,分别约为 1:11 和 1:10。即汶川地震灾区婴幼儿营养改善项目每投入 1 元钱,即可得到 11 或 10 元的效益回报。

表 7 PROFILES 模型计算的项目县营养包干预效益

项目县	项目避免的 贫血人数	就业率/%	成年后工资	平均每人未来工资总额的	效益值/万元
			下降%	贴现值/万元	
理县	212	76.15	2.5	58.13	234.61
茂县	498	76.15	2.5	56.92	539.61
汶川县	637	76.15	2.5	56.92	690.23
彭州市	1101	76.15	2.5	55.70	1167.54
青川县	1181	76.15	2.5	56.92	1279.68
文县	753	76.15	2.5	55.06	789.32
康县	854	76.15	2.5	55.06	895.19
宁强县	1297	76.15	2.5	54.05	1334.47
合计	6535				6930.65

表 8 依据 DALYs 计算的项目县营养包干预效益

项目县	DALY/(人·年)	人均 GDP/(元/人)	效益值/万元
理县	157.81	19398	306.12
茂县	370.71	13489	500.05
汶川县	474.18	31801	1507.94
彭州市	819.56	19343	1585.27
青川县	879.12	7206	633.49
文县	560.52	4727	264.96
康县	635.71	4835	307.37
宁强县	965.47	9980	963.54
合计	4863.08		6068.74

注: DALY: 残疾调整生命年; GDP: 国内生产总值

2.5 敏感性分析

上述结果表明,汶川地震灾区婴幼儿营养改善项目每避免 1 例婴幼儿贫血事件的发生所需投入的成本小于该贫血事件的发生带来的经济损失。但这是在既定的营养包单价、既定的干预前后贫血率变化、既定的人均 GDP 或城镇单位就业人员平均工资等情况下得出的结论。当上述指标值在一定范围内变化时,项目的成本效益比也将随之变化,需要详细分析其变化规律。

表 9 各项目县辅食营养包干预成本效益分析

项目县	总成本/元	总效益/万元		成本效益比	
		PROFILES 法	DALY 法	PROFILES 法	DALY 法
理县	22.67	218.56	306.12	1:9.6 ⁽¹⁾	1:13.5 ⁽¹⁾
茂县	49.11	512.82	500.05	1:10.4	1:10.2
汶川县	59.36	655.94	1507.94	1:11.1	1:25.4
彭州市	99.54	1132.64	1585.27	1:11.4	1:15.9
青川县	112.68	1215.03	633.49	1:10.8	1:5.6
文县	72.85	774.98	264.96	1:10.6	1:3.6
康县	79.20	879.04	307.37	1:11.1	1:3.9
宁强县	118.08	1334.61	963.54	1:11.3	1:8.2
合计	613.49	6723.62	6068.74	1:11.0	1:9.9

注: (1) 便于读取,特将成本效益取小数点后一位,即取到 0.1 元位数

营养包单价: 汶川地震灾区婴幼儿营养改善项目营养包单价采购单价为 0.39 元/包,辅食营养包甘肃贫困农村干预项目的营养包单价为 0.5 元/包,考虑到未来通货膨胀的压力,本研究将观察当营养包单价在 0.39 元/包的基础上分别上涨 50% 和 100% 时,项目成本效益比的变化情况。

干预前后贫血率变化: 第 3 次生物学监测 4 个样本项目县中,贫血率在干预前后降幅最大的接近 40 个百分点。于是,本研究将观察当贫血率在干预后分别下降 40%、35%、30%、25%、20%、15%、10% 和 5% 百分点时,项目成本效益比的变化情况。

人均 GDP 或城镇单位就业人员平均工资: 8

个项目县均为国家级贫困县,其人均 GDP 最低者是甘肃的文县 2010 年人均 GDP 为 4727 元; 又据《中国统计年鉴 2011》,2010 年省市级人均 GDP 在 10 000 ~ 80 000 元波动。而城镇单位就业人员平均工资陕西省宁强县 2010 年为 29 942 元,2010 年省市级城镇单位就业人员平均工资在 24 000 ~ 59 000 元波动。于是,本研究将观察当人均 GDP 或城镇单位就业人员平均工资分别为 3000、5000、10 000、20 000、30 000、40 000、50 000 和 60 000 元时,项目成本效益比的变化情况。

当上述三项指标值在给定的范围内同时变化时,项目成本效益比的变化结果由表 10 可见,营养包单价越高,项目成本效益比值越大,项目倾向

于不具有经济效率;而干预前后贫血率变化越大 项目成本效益比值越小,项目倾向于具有经济或人均 GDP/城镇单位就业人员平均工资越高, 效率。

表 10 不同营养包单价时项目不同效果和不同城镇单位就业人员平均工资下的成本效益比

营养包单价/元	贫血率变化/%	2010 年城镇单位就业人员平均工资/人均 GDP/(元/年)							
		3000	5000	10000	20000	30000	40000	50000	60000
0.39	5	1:0.2	1:0.4	1:0.7	1:1.4	1:2.1	1:2.8	1:3.5	1:4.2
	10	1:0.4	1:0.7	1:1.4	1:2.8	1:4.2	1:5.6	1:7.0	1:8.5
	15	1:0.6	1:1.1	1:2.1	1:4.2	1:6.3	1:8.5	1:10.6	1:12.7
	20	1:0.8	1:1.4	1:2.8	1:5.6	1:8.5	1:11.3	1:14.1	1:16.9
	25	1:1.1	1:1.8	1:3.5	1:7.0	1:10.6	1:14.1	1:17.6	1:21.1
	30	1:1.3	1:2.1	1:4.2	1:8.5	1:12.7	1:16.9	1:21.1	1:25.3
	35	1:1.5	1:2.5	1:4.9	1:9.9	1:14.8	1:19.7	1:24.6	1:29.6
	40	1:1.7	1:2.8	1:5.6	1:11.3	1:16.9	1:22.5	1:28.2	1:33.8
0.59	5	1:0.2	1:0.3	1:0.6	1:1.1	1:1.7	1:2.3	1:2.8	1:3.4
	10	1:0.3	1:0.6	1:1.1	1:2.3	1:3.4	1:4.5	1:5.6	1:6.8
	15	1:0.5	1:0.9	1:1.7	1:3.4	1:5.1	1:6.8	1:8.5	1:10.2
	20	1:0.7	1:1.1	1:2.3	1:4.5	1:6.8	1:9.0	1:11.3	1:13.5
	25	1:0.9	1:1.4	1:2.8	1:5.6	1:8.5	1:11.3	1:14.1	1:16.9
	30	1:1.0	1:1.7	1:3.4	1:6.8	1:10.2	1:13.5	1:16.9	1:20.3
	35	1:1.2	1:2.0	1:4.0	1:7.9	1:11.9	1:15.8	1:19.7	1:23.7
	40	1:1.4	1:2.3	1:4.5	1:9.0	1:13.5	1:18.1	1:22.6	1:27.1
0.78	5	1:0.1	1:0.2	1:0.5	1:0.9	1:1.4	1:1.9	1:2.4	1:2.8
	10	1:0.3	1:0.5	1:0.9	1:1.9	1:2.8	1:3.8	1:4.7	1:5.7
	15	1:0.4	1:0.7	1:1.4	1:2.8	1:4.2	1:5.7	1:7.1	1:8.5
	20	1:0.6	1:0.9	1:1.9	1:3.8	1:5.7	1:7.5	1:9.4	1:11.3
	25	1:0.7	1:1.2	1:2.4	1:4.7	1:7.1	1:9.4	1:11.8	1:14.1
	30	1:0.9	1:1.4	1:2.8	1:5.7	1:8.5	1:11.3	1:14.1	1:16.9
	35	1:1.0	1:1.7	1:3.3	1:6.6	1:9.9	1:13.2	1:16.5	1:19.8
	40	1:1.1	1:1.9	1:3.8	1:7.5	1:11.3	1:15.1	1:18.8	1:22.6

注: GDP: 国内生产总值

当营养包单价维持 0.39 元/包不变时,在人均 GDP 或城镇单位就业人员平均工资在 15000 元以上的地区实施干预,就能确保项目具有经济效率(假设干预后贫血率的下降至少在 5 个百分点以上);或是在那些干预后贫血率的下降能达到 25 个百分点以上的地区实施干预,也能确保项目具有经济效率。

当营养包单价上升 50% 时,在人均 GDP 或城镇单位就业人员平均工资在 18 000 元以上的地区实施干预,就能确保项目具有经济效率(假设干预后贫血率的下降至少在 5 个百分点以上);或是在那些干预后贫血率的下降能达到 30 个百分点以上的地区实施干预,也能确保项目具有经济效率。

当营养包单价上升 100% 时,在人均 GDP 或城镇单位就业人员平均工资在 21 000 元以上的地区实施干预,就能确保项目具有经济效率(假设干预后贫血率的下降至少在 5 个百分点以上);或是在那些干预后贫血率的下降能达到 35

个百分点以上的地区实施干预,也能确保项目具有经济效率。

3 讨论

营养不良会造成儿童夭折,孕产妇死亡,致使患病率上升,还可以降低成人劳动生产力,影响儿童智商以致学习能力及成年后劳动生产能力下降^[15]。缺乏维生素和其它矿物质使社会经济损失十分巨大。实践证明,有针对性的营养干预措施的实施对改善目标人群营养水平、提高其劳动生产能力发挥了显著作用。营养包干预对我国贫困地区早期儿童血红蛋白水平具有显著的作用,与对照组相比干预人群的贫血发生率明显下降^[16]。但以往研究均为未对营养包干预的卫生经济学作用进行过评估,本研究通过成本效益的 PROFILING 模型和 DALY 模型分别进行了分析,得到比较一致的结论。

本研究中营养包干预 1 年后,贫血率从干预前的 52.8% 降至 26.3%,8 个县因项目的实施有

6535 人的贫血状况得到改善。通过 DALY 模型估算项目干预挽回的健康生命年损失总计为 4863.08 人·年,带来的效益总计为 6068.74 万元。通过 PROFILES 模型计算,带来的效益总计为 6930.65 万元。两种计算模型的结果虽然有所差别,但差别较小。成本效果分析结果为,项目每避免 1 例贫血的发生所需投入的成本 8 个项目县平均为 938.46 元。成本效用分析结果为,项目每避免 1 个 DALY 损失所需投入的成本 8 个项目县平均为 1261.52 元。该值远低于各项目县人均 GDP 的 3 倍,因此研究认为该项目具有经济效率。成本效益分析结果为,成本效益比至少是 1:10。即在现有条件不变的情况下,实施辅食营养包干预项目每投入 1 块钱就能获得至少 10 元的效益产出,说明项目有着良好的经济效益。

MASON 等^[17]研究认为碘强化的成本效益为 1:26.5,铁强化的成本效益比为 1:8。WHO 的分析也表明通过维生素 A 强化面粉,减少一例因维生素 A 缺乏导致死亡的成本为 18.16 美元/年,而采用铁营养补充剂减少一例孕妇缺铁性贫血死亡的成本为 176.5 美元/年^[18]。我国铁强化酱油项目在不同地区的多项研究显示,铁酱油改善人群贫血的成本效益为 1:6.62~1:79.7^[19-21],可见营养干预是成本效益较高的方法,而营养包对早期儿童贫血改善的成本效益与铁酱油项目相近。营养包是辅食营养补充食品,2008 年卫生部批准了推荐性的通用标准,2014 年批准了国家食品安全标准,其他国家还没有相关产品的应用。本研究所获得的营养包成本效益数据为此后在更大范围开展相关研究提供了方法和经验。对于本次调查的某些成本发生单位,由于受到卫生经济学评价报告完成时间的限制,项目相关单位的固定成本并未予以计算。只是经各方确认,这些成本所占比重有限,对成本测算的准确度影响不大。本研究仅对贫血改善进行了成本效益的研究,而营养对其他方面的营养改善作用,如蛋白质、维生素 A、维生素 D、维生素 B₁、维生素 B₂、叶酸、尼克酸、钙和锌,由于缺乏监测数据,未能进行评估,对减少生病和就诊负担等方面的收益也未进行评价。因此对营养包总体的成本效益研究还应继续开展。

参考文献

- [1] LINDA S A, CAROLINE H D F, CLIVE O, et al. Associations of linear growth and relative weight gain during early life with adult health and human capital in countries of low and middle income: findings from five birth cohort studies [J]. *Lancet*, 2013, 382: 525-534.
- [2] STUART G, LAWRENCE H, VENKATESH M, et al. Maternal and child nutrition 4: the politics of reducing malnutrition: building commitment and accelerating progress [J]. *Lancet*, 2013, 382: 552-569.
- [3] ZHANG Y F, WU Q, WANG W, et al. Effectiveness of complementary food supplements and dietary counselling on anemia and stunting in children aged 6-23 months in poor areas of Qinghai Province, China: a controlled interventional study [J]. *BMJ Open*, 2016(10): e011234.
- [4] 王玉英,陈春明,王福珍,等. 营养强化辅助食品补充物对甘肃贫困农村婴幼儿体格生长的影响[J]. *卫生研究*, 2007, 36(1): 78-81.
- [5] 王玉英,王福珍,王克安,等. 营养强化辅食补充对甘肃贫困农村婴幼儿智力发育的影响[J]. *卫生研究*, 2006, 36(6): 772-774.
- [6] 王玉英,陈春明,贾梅,等. 辅助食品补充物对婴幼儿贫血的影响[J]. *卫生研究*, 2004, 33(3): 334-335.
- [7] 中华人民共和国卫生部. 辅食营养补充品通用标准: GB/T 22570—2008 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [8] 王丽娟,霍军生,孙静,等. 营养包对汶川地震后四川省理县 6~23 月龄婴幼儿干预效果研究[J]. *卫生研究*, 2011, 40(1): 60-64.
- [9] HUO J S, SUN J, FANG Z, et al. Effect of home-based complementary food fortification on prevalence of anemia among infants and young children aged 6 to 23 months in poor rural regions of China [J]. *Food Nutr Bull*, 2015, 36(4): 405-414.
- [10] WANG J, CHANG S Y, ZHAO L Y, et al. Effectiveness of community-based complementary food supplement (Yingyangbao) distribution in children aged 6-23 months in poor areas in China [J]. *PLoS One*, 2017, 12(3): e0174302.
- [11] WHO. Iron deficiency anaemia: assessment, prevention, and control: a guide for programme managers [R]. Geneva: WHO, 2001: 17.
- [12] 国家统计局. 2011 中国统计年鉴 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2011.
- [13] HORTON S, ROSS J. The economics of iron deficiency [J]. *Food Policy*, 2003, 28(1): 51-75.
- [14] JENSEN A R. The suppressed relationship between IQ and the reaction time slope parameter of the Hick function [J]. *Intelligence*, 1998, 26(1): 43-52.
- [15] 霍军生. 微量营养素食物强化指南 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2009.

- [16] 霍军生,孙静,黄建,等. 婴幼儿辅食营养补充品技术指南[M]. 北京:中国标准出版社,2013.
- [17] MASON J B, LOTFI M, DALMIYA N, et al. The micronutrient report: current progress and trends in the control of vitamin A iodine and iron deficiencies [R]. Ottawa: the Micronutrient Initiative/International Development Research Centre, 2001.
- [18] 霍军生,孙静,黄建. 食物强化成本-效果及成本-效益分析[J]. 卫生研究,2008,37(51):60-63.
- [19] ROSS J, CHEN C M, HE W, et al. Effects of malnutrition on economic productivity in China as estimated by PROFILES [J]. Biomed Environ Sci, 2003,16(3):195-205.
- [20] 王波,霍军生,孙静. 成本-效益分析法在食物铁强化项目中的应用现状[J]. 卫生研究,2010,39(3):396-398.
- [21] 魏艳丽,霍军生,殷继永,等. 2004-2013年铁强化酱油对我国贫血预防控制作用的评估[J]. 卫生研究,2017,46(1):123-129.

收稿日期:2017-08-23

文章编号:1000-8020(2018)05-0740-04

·调查报告·

上海市水产品中重金属污染情况

蔡华 罗宝章 熊丽蓓 路刚 邢之慧 刘弘¹ 贾晓东¹
上海市疾病预防控制中心,上海 200336

摘要:目的 了解上海市市售水产品中重金属含量水平。方法 在上海市采集具有代表性的水产品6类685件,测定铅、镉、总汞和总砷(部分无机砷)的含量。采用重金属污染指数(MPI)评价其污染程度。结果 不同种类水产品中重金属水平存在差异,其中铅均未超标,镉的超标率依次为海水甲壳类(28.1%)、头足类(20.0%)和双壳类(13.6%),海水甲壳类中海水蟹中镉污染较为严重,平均值为0.913 mg/kg(超标率61.7%)。大闸蟹分组研究结果显示,肌肉组织和蟹膏蟹黄的重金属(镉、总汞、总砷)污染水平差异有统计学意义($P < 0.05$)。MPI评价重金属污染总体程度为双壳类 > 海水甲壳类 > 头足类 > 淡水甲壳类 > 海水鱼类 > 淡水鱼类。结论 上海市市售水产品有一定程度的重金属污染,尤其以双壳类、海水甲壳类和头足类中镉超标比较严重。

关键词:水产品 重金属 食品污染物
中图分类号:R155.5 TS207.51

文献标志码:A

铅、镉等重金属在生物体内半衰期长达数年甚至是数十年,能在体内不断蓄积,对人体健康有明显的毒性作用。海洋河流等水体及其沉积物中的重金属可经食物链传递作用而逐渐富集于水生生物体内,上海地处江南水乡,同时也属沿海城市,居民尤爱食用鱼类、甲壳类、贝类等水产品,对水产品的日均摄入量达64.9 g^[1],高于中国广

东^[2]、北京^[3]等地区,与中国厦门地区^[4]、日本^[5]接近,处于国内外较高水平,因此通过水产品途径摄入人体的重金属安全问题不容忽视。本研究系统采集了本市各类市售水产品,对样品中的铅、镉、总汞和总砷4项重金属进行了检测,同时以大闸蟹为例,测定了不同部位、生熟和雌雄样品中重金属的分布,评价水产品中重金属污染状况,为水产品的膳食摄入和重金属污染防控提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

在上海市10个区共采集685件水产品,包括淡水鱼、海水鱼、淡水甲壳类、海水甲壳类、双壳类和头足类6类,样品来源于不同规模的超市和农

基金项目:上海市公共卫生体系建设三年行动计划-健康危险因素监测及相关疾病预防控制(No. GWIV27.1)

作者简介:蔡华,男,主管医师,研究方向:食品安全风险监测与评估,E-mail:caihua@scdc.sh.cn

¹通信作者:贾晓东,男,博士,主任医师,E-mail:ji Xiaodong@scdc.sh.cn;刘弘,男,硕士,主任医师,E-mail:liuhong@scdc.sh.cn