



● 综述与发展 Mini Reviews

身体活动干预的时间成本—效果分析研究评述

李文川^{1,2}

摘要 当前,慢性非传染性疾病已构成全球50%的疾病负担,而身体活动不足是慢性疾病高发的重要风险因素之一,由身体活动不足导致的直接和间接医疗费用占医疗总支出的3%左右。身体活动干预成为各国政府应对由身体活动不足引起的公共健康危机的重要手段。在社会资源有限的前提下,政府决策者需要在多种健康发展策略中做出选择,这就需要引入效益评价工具。成本-效果分析法是从经济学、社会学角度评价不同健康政策的重要工具,并在身体活动领域得到了广泛应用。通过梳理经典文献,从慢性疾病的经济成本、成本-效果计算方法、QALY、DALY的引入以及身体活动干预成本-效果中的时间成本计算入手,分析了成本-效果在身体活动干预领域的运用以及存在的问题。研究认为:身体活动干预具有一定的成本-效果,不同的干预方法产生的成本-效益具有差异性;与医疗手段相比,身体活动干预具有成本-效果优势,对身体活动干预成本-效果影响最大的是时间成本的计算。建议,身体活动研究应建立跨学科的研究平台,在成本-效果计算中应引入“偏好”系数和折现率,在横向比较过程中应计算不同货币的汇率水平。

关键词 身体活动;成本-效果;质量调整生命年

中图分类号:G 80-05 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-0000(2014)02-155-06

Research Progress on Cost-Effectiveness of Physical Activity Intervention: Effectiveness and Time Cost

LI Wenchuan^{1,2}

(1.Post-doctor Station of Sociology, Shanghai University, Shanghai 200444, China; 2.Dept. of PE, China Jiliang University, Hangzhou 310018, China)

Abstract Currently, chronic non-communicable diseases constituted 50% of the global burden of disease, and physical inactivity was one of high important risk factors for chronic disease. The direct and indirect medical cost about 3% of total health expenditure was caused by physical inactivity. Physical activity intervention had become an important tool to public health crisis by government. On the premise of our social resources are limited, the government had many choices among variety of health policies, so it would need an evaluation tools. Cost-effectiveness was an important tool to evaluation difference health policies from economic and society point. It had been widely applied in the physical activity intervention. This paper analyzed the classic literatures, including the costs of chronic disease, cost-effectiveness calculation, QALY, DALY and the time cost, which thought that physical activity intervention had the cost-effectiveness, having discrepancy among difference interventions. And physical activity intervention had an advantage of cost-effectiveness compared with the medical means. Time cost was the biggest factors which affected the intervention effectiveness. The paper recommended that multidisciplinary research platform should be established. The "preference" coefficient and discount rate should be introduced in the course of calculation. Lastly, exchange rate should be evaluated for different currencies for comparison.

Key words physical activity; cost-effectiveness; QALYs

缺乏身体活动已成为全球范围死亡的第4位主要危险因素,仅次于高血压(13%)、烟草使用(9%)、高血糖(6%)、超重和肥胖(5%),占全球死因的5%^[1]。据估计,大约21%~25%的乳腺癌和直肠癌、27%的糖尿病和30%缺血性心脏病可以归因于缺乏身体活动。此外,慢性非传染性疾病目前已构成全球近50%的疾病负担,每10例死亡中约有6例归因于慢性非传染性疾病^[2]。有规律的身体活动具有广泛的健康效益,对于预防高血压、心

血管疾病、2型糖尿病、肥胖等慢性疾病具有重要的作用^[3]。尽管有规律的身体活动具有显著的健康效益,但久坐的生活方式仍然是一个重要的社会问题。近10年来,能够达到中等以上活动水平的人数比例持续下降^[4],身体活动不足增加了大多数发达国家的经济负担,因此提高身体活动行为和水平,对于增进健康和降低因慢性疾病高发引起的经济负担至关重要。当前,身体活动干预成为各国政府提高身体活动水平的重要手段,为

收稿日期:2013-12-23;**修回日期:**2014-02-15;**录用日期:**2014-02-16

基金项目:中国博士后科学基金项目(项目编号:2013M531158)

作者简介:李文川(1975-),男,山东栖霞人,副教授,在站博士后,研究方向为身体活动与健康促进。

作者单位:1.上海大学社会学博士后流动站,上海 200444;2.中国计量学院体育军事部,浙江杭州 310018。

人们行为方式的改变和公共健康政策的制定提供了丰富的经验依据。公共政策与经济是2个既相互联系又相互对立的分析框架,重要区别在于二者所关心的问题的性质不同。公共健康关心的是健康效益的优化,而经济关心的是人们如何分配(如时间、金钱等)有限的资源以使自身的幸福感最大化,即个人利用有限的资源最大化当前的贴现价值。由此导致公共健康产生“采取哪些措施以提高健康效益”等规范化处理。相反,经济提供了一个“是什么”的明确性描述,特别有助于计算各种政策的成本或效益。因此,从经济学角度分析身体活动干预的成本-效果成为身体活动干预研究的重要视角,身体活动的成本-效果成为从国家立场制定公共健康政策的重要依据。本文从典型的前沿文献入手,分析成本-效果在身体活动干预中的应用及存在的问题。

1 身体活动不足的经济成本

慢性非传染性疾病及其危险因素患病率的增长成为全球性的问题,不但对发达国家,也对低收入和中等收入国家构成了威胁,这些国家接近45%的成人疾病负担归因于慢性非传染性疾病。许多中、低收入国家开始面临传染病和非传染性疾病的双重负担,其医疗体系也被迫同时应付这2类疾病的治疗费用。其中,冠心病或缺血性心脏病、中风、高血压、结肠癌、2型糖尿病是最主要的慢性疾病。目前,慢性非传染性疾病在我国的致死病因中占85%(MOH & China CDC, 2011)。2010年,18岁以上的成年人仅有11.9%参与有规律的身体活动,83.8%的人不参与身体活动^[5]。由此导致了从1993-2003年10年间,心血管疾病发病从31.4%上升到50.0%,糖尿病从1.9%上升到5.6%^[6]。仅2007年,我国因身体活动不足导致的5大慢性疾病治疗的直接和间接费用为67亿美元,占全部医疗支出的3.8%,英国、加拿大分别占6.5%和3.8%(见表1)。

表1 身体活动不足导致的5大疾病的经济成本

疾病	中国/美元 ^[7]	英国/英镑 ^[8]	加拿大/美元 ^[9]
冠心病	120	542	2 712
中风	200	117	1 137
高血压	130	—	748
癌症	160	65(结肠癌)	344(结肠癌)
2型糖尿病	70	158	1 350
占医疗总支出比例%	3.8	6.5	3.8

据预测,在发展中国家,因慢性疾病导致的死亡率将由2005的56%上升到2030年的65%,而在发达国家这一比率将高达88.5%,由身体活动不足导致的直接医疗费用占整个医疗支出的1.5%~3%^[10]。通过对比发现,慢性致病导致的间接医疗费用占整个医疗支出的比例甚至高过直接费用。2005年,在美国西弗吉尼亚因身体活动不足导致的直接医疗支出为1 309 554 068美元。据推算,如果身体活动不足人群减少5%,相应的医疗支出将降低108 048 190美元^[11]。RONALD^[12]研究认为,每周锻炼一次以上的老年人医疗支出为不锻炼老年人的79.3%。2006—2007年度,英国因身体活动不足导致的国民健康保险直接支出为9亿英镑,仅次于不健康饮食(58亿英镑)、吸烟(35亿

英镑)和饮酒(33亿英镑)^[13]。由此可见,身体活动不足已成为威胁不同国家人群公共健康的重要因素。STEVEN^[14]甚至认为,身体活动不足将成为21世纪最大的公共健康问题。

2 身体活动干预的成本-效果研究

2.1 关键概念

2.1.1 成本-效果分析法 成本-效果分析(Cost-effectiveness analysis, 简称CEA)是一种评价各种健康干预项目结果与成本的方法。通过比较不同项目之间的结果与成本,以成本-效果比率(cost-effectiveness ratio)的形式为各类决策者(包括医生、卫生机构、健康保险组织、卫生行政部门或政府等)选择最佳的健康干预项目提供重要依据^[15]。CEA的福利经济学基础是基于以下2个假设:(1)个人最大化既定的偏好系数,即他们的效用或福利水平取决于物质消费,这个效用或函数遵从一定的合理性和逻辑一致性条件;(2)社会的总福利是社会所有个人偏好的函数^[16]。CEA的超福利主义观点认为,其理论框架为在给定预算情况下最大化(加权)健康产出,它不关注个人效用,而只是用健康替代效用作为项目评价用的主要结果,以最大化健康结果或调整质量生命年(Quality-adjusted Life Year, 简称QALY)作为社会政策的评价标准^[17]。成本-效果计算公式:

$$CEA = \frac{C_1 + C_2 - B_1 - B_2}{E} \quad (1)$$

式中: C_1 和 C_2 代表直接和间接成本,以货币为单位; B_1 和 B_2 代表直接与间接效果,以货币为单位均; E 代表效果,用临床或生物学单位表示。

成本-效果比率计算公式:

$$ICER = \frac{P_1 - P_2}{E_1 - E_2} \quad (2)$$

式中: P_1 和 P_2 代表不同项目的成本; E_1 、 E_2 代表不同项目的效果。

成本-效果分析法已被应用于身体活动、体育锻炼等与健康的成本效果评价,如体育锻炼与冠心病^[18]、体重控制^[19]、降低应力^[19]、糖尿病^[19]、高血压^[19]等,以及身体活动干预的成本效果评价^[20-22]。对于如何进行身体活动干预的成本-效果分析,LARS^[23]提出了如下研究模型(见图1)。

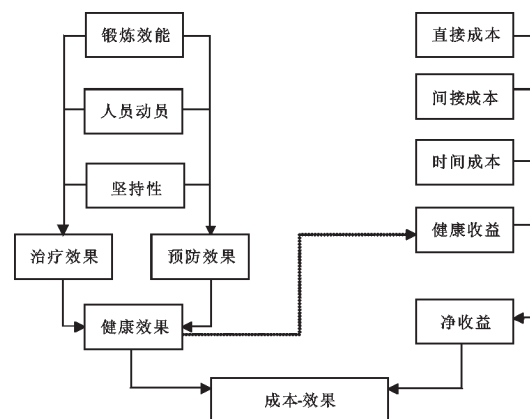


图1 身体活动干预成本-效果分析模型

图1是身体活动干预成本效果最常用的分析模型,左侧代表身体活动所带来的健康效益(包括治疗和预防效果2部分),

健康效益一般用健康相关生活方式或质量调整生命年(*QALYs*)、伤残调整生命年(*DALYs*)来测量,右侧表示在干预过程中花费的经济成本,一般用货币表示。直接成本包括,在干预中装备、信息、个人支付的费用等,间接成本包括疾病护理成本、由锻炼引起的损伤等,也有把时间成本列入其中的。然后,通过成本与健康效益的比值来计算成本-效果,或者通过比较来计算净收益,得出每获得一个*QALY*或避免一个*DALY*的成本。

2.1.2 质量调整生命年(*QALYs*)和伤残调整生命年(*DALYs*)
*QALYs*是一个统计量,代表着调整生活质量预期寿命。在健康经济学中,*QALYs*根据对生活质量不同方面和寿命的影响对不同治疗方案进行比较。*QALYs*提供了一种评价受益程度的方法,这种受益源于健康生活质量和患者生存的医疗干预的范围^[24]。

*QALYs*的计算公式^[25]如下:

$$QALYs = \sum_{i=1}^M q_i T_i \quad (3)$$

式中: q_i 代表健康相关生活质量权重, q 介于0~1之间; T_i 代表处于*i*状态的生命年限。

*DALYs*代表着伤残调整生命年,用来说明患有失能或者说造成疾病负担的年限,是对*QALYs*概念的补充。*DALYs*包括早

死所致的寿命损失年(*YLLs*)和伤残所致的寿命损失年(*YLDs*)2个部分,是指疾病从发生到死亡所损失的全部健康年限。JA FOX-RUSHBY等^[26]学者详细分析了*DALYs*在成本-效果中的运用并给出了计算公式。

随着人们对生存质量的重视,*QALYs*和*DALYs*被运用到身体活动干预中,如REGER^[27]、KNOELER^[28]和LARISSA^[29]对身体活动干预成本-效果的研究。

2.2 身体活动干预能否产生成本-效果

通过SSCI、SCI、CNKI数据库检索,选取美国、瑞典、澳大利亚、英国、加拿大、中国具有代表性的身体活动与成本-效果研究成果8篇(见表2)。研究对象主要涉及一般人群、老年人、患病群体(CHD);干预方法采用运动干预和一般建议干预2种;研究设计大部分都包括对照组;研究对象随机选择。在文献中,由于计算效果的年代不同,以及货币之间的汇率差异使不同研究成果之间难以横向比较,研究结果的比较仅局限于干预活动的前后。

研究成果显示,除FINKELSTEIN^[30]外,不同的身体活动干预策略在不同条件下对提高身体活动都具有成本效果。大多数研究设计中,身体活动干预时间在1年内,有的甚至在2个月

表2 身体活动干预成本-效果研究文献分析

作者信息	国家	干预方法	研究对象	研究设计	成本	效果	成本效果
FINKELSTEIN ^[30]	美国	提高身体活动水平的群体干预	1 586名女性≥50岁	随机,有对照组	191美元	5 000美元/ <i>QALY</i> (1996年)	有,但无显著性差异
LINDGREN ^[31]	瑞典	锻炼预防CHD	35~60岁男性160人	随机,有对照组	2 358瑞典克朗	127 000~142 000瑞典克朗/ <i>QALY</i> (2000年)	有
SIM ^[32]	澳大利亚	运动干预	20~75岁不经常活动670人	有对照组	552 845美元(总计)	3 640美元/ <i>DALY</i> (1996年)	有
MUNRO ^[33]	英国	每周2次有氧运动干预	≥65岁	心血管病患者,有对照组	86英镑	330英镑/ <i>QALY</i> (1994年)	有
LOWENSTEYN ^[34]	加拿大	每周3次	35~74岁有心血管疾病风险人群	有对照组	678美元	340~11 200美元/ <i>QALY</i> (1996年)	有
李文川 ^[35]	中国	每周3次,12个月	55~79岁,1 407人	随机,有对照组	270人民币元/年	437元/年(2010年)	有
OLDRIDGE ^[36]	美国	8周	201名急性心肌梗死后焦虑病人	随机,有对照组	790美元	6 800美元/ <i>QALY</i> (1999年)	有
LEVIN ^[37]	瑞典	每周2次以上,3个月	305名心肌梗死患者,<65岁	有对照组	3 460瑞典克朗	73 500瑞典克朗/年(1991年)	有

内完成。HAGBERG^[23]认为,如果这一时间能够持续2年或更长时间,效果将会达到当前的2倍以上。对于身体活动干预的健康效果,HAGBERG认为,应从治疗效果和预防效果来进行评价(见图1)。这一假设建立在健康意味着更少的疾病,虽然WHO把健康定义为生理、心理和社会性3个维度,但从疾病角度评价身体活动干预效果更容易量化,也对公共政策制定更具有实际和宏观意义。从文献分析来看,大部分学者的效果评估是从预防角度分析,如FLINKELSTEIN^[30]、LINDGREN^[31]、SIM^[32]、MUNRO^[33]、LOWENSTEYN^[34]和李文川^[35]。文献中,只有OLDRIDGE^[36]对治疗和预防效果进行了双重分析,发现,8周的身体活动干预在第1年内获得治疗效果0.052*QALY*,预防效果3年内挽救0.022*QALY*。虽然对预防和治疗进行双重评估在方法上具有一定的难度,但如果从2个角度评估,身体活动干预将会具有

更加显著的成本效果。另外,在预防效果的研究中,也往往存在效果评估不充分的现象,大多评价都是建立在一种疾病的假设基础上。如在针对CHD这一特殊疾病的研究中,在效果评估中仅包含了CHD的运动预防,没有对糖尿病、骨质疏松等慢性疾病的预防效果进行评估,这在某种程度上减少了身体活动干预的效果。

身体活动干预成本包括直接成本(包括参与过程中产生的成本)和间接成本(包括时间等成本)。时间成本在多数研究中没有被列为干预成本,休闲时间成本是否列入成本成为影响身体活动干预成本效果的关键因素。对于如何计算时间成本,GRAMLICH^[38]认为,休闲时间边际机会成本应低于工资率,在经验研究过程中,建议用工资率的一半来计算时间成本。如果按照他的建议,成本效果将大幅降低,甚至不会产生成本效果。

2.3 不同身体活动干预方法的成本-效果比较

虽然成本-效果分析研究具有某些缺陷,但为比较不同干预策略的经济效益提供了可能,使针对不同人群的干预策略具有了选择性,为公共健康政策制定提供了依据。不同干预策略成本比较包括2类,不同运动干预策略对相同人群的影响和不同干预方法对同一疾病的影响。

LINDA^[39]分析了6种身体活动干预方法对150名澳大利亚成年人的成本效果,避免失能从基于互联网干预的740澳元到基于大众传媒干预的23 000澳元,干预成本从基于大众传媒干预的13 000 000澳元到积极交通方式的410 000 000澳元(见表3)。对避免失能效果中计步器和大众传媒干预最为显著。干预成本中,大众传媒和基于互联网干预方法成本最低,计步器和大众传媒成本效果可能性最高,具有100%的成本节约可能。在避免失能的成本效果可能性上,来自医生和运动专家的处方方法最低。LINDA分析,其中主要的成本为时间成本和交通成本,来自运动专家的建议需要时间和交通成本160 000 000澳

表3 不同身体活动干预方式的成本-效果比较

干预方法	避免失能	干预成本/百万澳元	成本效果可能	<50 000澳元/DALY的可能
计步器	20 000(9 100~33 000)	54(4~170)	100%	100%
基于大众传媒	23 000(7 600~40 000)	13(11~16)	100%	100%
积极的交通方式	9 300(-1 400~22 000)	410(210~570)	10%	74%
一般运动处方	7 100(1 000~13 000)	250(190~310)	15%	89%
来自医生和锻炼专家的处方	1 900(1 000~3 000)	190(150~240)	0%	13%
基于互联网干预	740(110~1 900)	21(2~64)	47%	84%

研究中认为,有规律的体育锻炼将使今后30年中冠心病的发病率降低78.1%,节约了1 138.3 QALYs,直接成本740 000美元,总成本6 000 000美元。每获得一个QALY需要的直接成本和间接成本分别为1 139和11 313美元。通过与WEINSTEIN(1985)、DAVID(2011)对冠心病成本效果研究结果的比较发现,体育锻炼在预防冠心病方面具有非常显著的成本效果优势,每获得一个QALY所需要的成本远低于CHD的手术和药物治疗(见表4)^[41]。

表4 CHD不同干预策略之间的成本-效果比较

方法	干预成本/QALYs/美元
体育锻炼	1 395(1988)
心脏搭桥	5 000(1985)
心绞痛治疗	40 000(1985)
高血压治疗	25 000~65 000(1985)
HMG-CoA ^[42]	20 882~36 627(1995)
药物治疗 ^[43]	他汀类药物 5 941(2011)
	卡拉匹多 15 689(2011)

注:*表示2011年10月美元与英镑的汇率约为:1英镑=1.578 3美元。

体育锻炼成本中主要包括锻炼器材、锻炼时间成本、锻炼损伤、疾病等。EVRIDIKI以慢跑为例计算了成本、损伤率、坚持性和时间价值,结果显示,体育锻炼间接成本在总成本占较大比例,其中时间成本占总成本的48.6%(见表5)。在ICER计算过程中,如果把时间成本计算在内,每获得一个QALY成本将上升为11 313美元,因此,如何计算时间成本对于体育锻炼干预的ICER至关重要。EVRIDIKI根据人们对体育锻炼参与的兴趣,把时间成本分为3类:喜好体育锻炼的人群时间成本为3.57美元/h;中立人群时间成本为4.5美元/h;不喜好体育锻炼人群的时间成本为9.0美元/h。EVRIDIKI认为,对于喜爱体育锻炼的人来说,时间的边际成本甚至可以忽略,毫无疑问,他们的锻

元,如果把这2种成本排除,将具有100%的成本效果可能。在50 000澳元/DALY的阈值以下,基于医生和运动专家的干预产生成本效果的可能性最低,主要原因同样是时间和交通成本较高。总体来看,6种身体活动干预方法将避免61 000 DALYs。理论上推测,如果34%的澳大利亚成年人达到WHO身体活动的建议要求,干预成本将达到940 000 000澳元(其中时间和交通成本占90 000 000澳元),但能够降低因身体活动缺乏导致的疾病成本1400 000 000澳元。LINDA研究认为,虽然干预效果具有很大的易变性,而且人们在较长时期内行为改变存在不确定性,但6种身体活动干预方法具有明显的成本效果,对于提升健康具有显著效果。但研究者同样认为,身体活动干预对行为改变的效果会随着时间的衰减,成本效果也会随之降低,但即使如此,基于计步器、大众传媒、互联网和运动处方的干预成本依然在50 000澳元/DALY以下。

2.4 不同干预策略的成本-效果比较

EVRIDIKI^[40]在对1 000名冠心病患者运用体育锻炼干预的

炼会产生净经济价值。对于另外一些不愿意参加体育锻炼的人来说,按照边际时间机会成本的计算,将会产生很高的时间间接成本,因此锻炼将会产生负经济效益,获得一个QALY的成本将高达48 775美元,与其他CHD预防措施(5 000~30 000美元/QALY)对比毫无优势。因此,如何提高人们参与体育锻炼的兴趣,让人们主动参与体育锻炼,对于锻炼的经济价值具有重要的意义。

表5 体育锻炼成本/百万美元(n=1 000)

	参与锻炼人群			对照组		
	直接成本	间接成本	总成本	直接成本	间接成本	总成本
锻炼器材	1.670	—	1.670	—	—	—
锻炼时间	—	15.450	15.450	—	—	—
锻炼损伤	0.052	0.006	0.058	—	—	—
疾病	1.410	13.200	14.610	2.390	23.400	25.790
总成本	3.132	28.656	31.788	2.390	23.400	25.790

注:每年的贴现价值为3%。

在经常参加体育锻炼人群与对照组的比较中可以发现,对照组的医疗费用远高于经常参加体育锻炼的人群,这一结果间接支持了体育锻炼能够有效降低医疗支持的假设。

3 研究中存在的问题与建议

3.1 存在问题

研究证明,身体活动干预具有显著的成本效果,在与其他干预策略的比较中也显示出成本优势,这对于公共健康政策的制定具有重要的价值,但这一研究在国内身体活动领域还未得到足够的重视。在对国外研究成果综述的基础上发现,当前的研究有几个需要引起重视的问题。

(1) QALYs 和 DALYs 概念的伦理性。QALYs 和 DALYs 试图由不同干预方案提供的生活质量标准化, 试图达到医疗实践成本和收益比例的平衡, 并试图用一种“普通货币”来表述“疾病负担”。但 CUMMINS^[44] 对这一假设提出了质疑, 认为没有人能够有效回答这些假设的情景, 所以这又如何与人们能够有效报告失能的同感经验的观点相符合呢? NORD^[45] 也认为, ALY 最主要的弱点是研究者们要求健康的人去想象他们处于不健康状态, 然后要求他们描述他们在医疗资源分配中的位置。但毫无疑问, QALYs 和 DALYs 的引入得到了世界卫生组织和世界银行的广泛重视, 尽管在方法和实践上存在着一定的问题, 但这一技术的前景是确定的。

(2) 成本计算。从 EVRIDIKI 研究中可以看到, 时间成本对于身体活动干预效果十分重要。但时间成本如何计算, 他虽然提到了感兴趣的问题, 但这里应该引入一个更加专业化的名词——“偏好”, CEA 福利经济学的基本前提是个人最大化的既定偏好系数。闲暇和收入之间的偏好, 在短期内更加倾向于收入, 但随着闲暇或者在健康上投资的增加, 在长期效益上会形成健康存量, 减少了可能会损失在疾病上的时间。通过经济模型, 如格罗斯曼模型等可以更加深入地了解闲暇和工作取舍的经济效果。另外, 在成本计算过程中, 更多的是使用直接成本, 如果再综合间接成本, 计算过程将会更加复杂。

(3) 效果计算。由于研究设计、参与者等差异导致成果之间缺乏可比性, 也会受经济因素影响, 如在一个国家的结论可能不适用于另外一个国家。由于各国社会保障体系不同, 涉及到汇率的计算和通胀的考虑, 成本效果分析可能会产生不同的结果。成本效果与身体活动持续时间有显著的关系, 但在大多数研究中, 身体活动干预时间都在 1 年内, 效果将受到较大的限制。

3.2 建议

(1) 跨学科研究的必要性。身体活动与健康已经成为从自然科学到社会科学跨学科研究的领域。当前我国身体活动干预研究偏重于生物性评价, 经济学和社会学成果较少, 这对于制定公共政策具有较大的局限性。因此, 应搭建跨学科平台, 开展身体活动干预的多学科领域研究。

(2) 时间边际成本的计算应引入“偏好”系数, 并结合模型增强研究结果的解释性, 如格罗斯曼模型和 SLOTH 时间模型等。

(3) 成本效果的横向比较。在成本效果的计算过程中, 为了便于横向和不同国家干预绩效之间的比较, 应在比较过程中引入汇率计算和折现率。

参考文献:

- [1] WHO. Global health risks[R]. WHO, 2009.
- [2] WHO. 关于身体活动有益健康的全球建议[R]. WHO, 2010.
- [3] 李文川. 身体活动干预与老年人健康促进研究进展[J]. 中国体育科技, 2010, (46)6: 129-137.
- [4] BROWNSON R C, BOEHMER T K, LUKE D A. Declining rates of physical activity in the United States: what are the contributors? [J] Annu Rev

- Public Health, 2005, 26: 421-443.
- [5] The Report of 2010 Behavioral Risk Factors Surveillance of PRC[EB/OL]. <http://www.chinacdc.cn/zxdt/201109/t20110906>.
- [6] WANG Y, MI J, SHAN X Y, et al. Is China facing an obesity epidemic and the consequences? The trends in obesity and chronic disease in China [J]. Int.J.Obes, 2007, 31(1): 177-188.
- [7] ZHANG J, CHAABAN. The economic cost of physical inactivity in China [J]. Preventive Medicine, 2013, 56: 75-78.
- [8] PETER SCARBOROUGH, PRACHI BHATNAGAR, KREMLIN K WICKRAMASINGHE, et al. The economic burden of ill health due to diet, physical inactivity, smoking, alcohol and obesity in the UK[J]. Journal of Public Health, 2011, 33(4): 527-537.
- [9] JANSSEN I. Health care costs of physical inactivity in Canadian adults [J]. Appl. Physiol. Nutr. Metab, 2012, 37: 803-806.
- [10] Oldridge N B. Economic burden of physical inactivity: healthcare costs associated with cardiovascular disease[J]. European Journal of Preventive Cardiology, 2008, April, 15(2): 130-139.
- [11] KELLEY G A, KELLEY K S. Costs of physical activity in West Virginia[J]. W V Med J, 2009, 105(3): 23-25.
- [12] ACKERMANN R T, CHEADLE A, SANDHU N, et al. Community exercise program use and changes in healthcare costs for older adults[J]. American Journal of Preventive Medicine, 2003, 25(3): 232-237.
- [13] SCARBOROUGH P, BHATNAGAR P, WICKRAMASINGHE K K, et al. The economic burden of ill health due to diet, physical inactivity, smoking, alcohol and obesity in the UK: an update to 2006-07 NHS costs[J]. J Public Health, 2011, 33(4): 527-535.
- [14] STEVEN N B. Physical inactivity: the biggest public health problem of the 21st century[J]. Br J Sports Med, 2009, 43: 1-2.
- [15] 陈文, 应晓华, 刘杭生. 成本效果分析的理论基础[J]. 卫生经济研究, 2002, 19: 9-10.
- [16] SHERMAN F, ALLEN C G. The economics of health and health care [M]. Pearson Prentice Hall, 2007.
- [17] 樊宏, 刘越泽. 成本-效果分析和成本-效用分析研究进展及应用[J]. 国外医学卫生经济分册, 2007, 24(1): 7-11.
- [18] HATZIANDEU E I, KOPLAN J P, WEINSTEIN M C, et al. A cost-effectiveness analysis of exercise as a health promotion activity[J]. AJPH, 1988, 78(11): 1417-1421.
- [19] MASON J O, POWELL K E. Physical activity, behavioral epidemiology, and public health[J]. Public Health Rep, 1985, 100: 113-115.
- [20] ROBROEK S J, POLINDER S, BREDT F J, et al. Cost-effectiveness of a long-term internet-delivered worksite health promotion programme on physical activity and nutrition: a cluster randomized controlled trial [J]. Advance Access public, 2012(3): 399-410.
- [21] BERNAARDS C M, ARIËNS G A, HILDEBRANDT V H. The cost-effectiveness of a lifestyle physical activity intervention in addition to a work style intervention on the recovery from neck and upper limb symptoms in computer workers[J]. BMC Musculoskeletal Disorders, 2006, 7: 80.
- [22] COBIAC L J, VOS T, BARENDRECHT J J. Cost-effectiveness of interventions to promote physical activity: A modeling study[J]. Plos Medicine, 2009, 7: 1-11.

- [23] HAGBERG L. Cost-effectiveness of the promotion of physical activity in health care[D]. Sweden: Umea niversity, 2007.
- [24] 吴晶. 质量调整生命年的定义和计算[J]. 中国药物经济学, 2008(4): 20-26.
- [25] HAMMIT J K. QALYs Versus WTP[J]. *Risk Analysis*, 2002, 22(5): 985-1001.
- [26] FOX-RUSHBY J A, HANSON K. Calculating and presenting disability adjusted life years in cost-effectiveness analysis[M]. Oxford University Press.
- [27] REGER B, COOPER L, BOOTH-BUTTERFIELD S, et al. Wheeling Walks: a community campaign using paid media to encourage walking among sedentary older adults[J]. *Prev Med*, 2002, 35: 285-392.
- [28] KNOWLER W C, BARRETT-CONNOR E, FOWLER S E, et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin[J]. *N Engl J Med*, 2002, 346: 393-403.
- [29] ROUX L. Cost Effectiveness of Community-Based Physical Activity Interventions[J]. *Am J Prev Med*, 2008, 35(6): 11.
- [30] FINKELSTEIN E A, TROPED P J, WILL J C, et al. Costeffectiveness of a cardiovascular disease risk reduction program aimed at financially vulnerable women: The Massachusetts Wiswoman project[J]. *J Women's Health Gend Based Med*, 2002, 11: 519-526.
- [31] LINDGREN P, FAHLSTADIUS P, HELLENIUS M L, et al. Cost-effectiveness of primary prevention of coronary heart disease through risk factor intervention in 60-year-old men from the county of Stockholm—a stochastic model of exercise and dietary advice[J]. *Prev Med*, 2003, 36: 403-409.
- [32] SIMS J, HUANG N, PIETSCH J, et al. The Victorian Active Script Programme: promising signs for general practitioners, population health, and the promotion of physical activity[J]. *Br J Sports Med*, 2004, 38: 19-25.
- [33] MUNRO J, BRAZIER J, DAVEY R, et al. Physical activity for the over-65s: Could it be a cost-effective exercise for the NHS?[J]. *J Public Health Med*, 1997, 19: 397-402.
- [34] LOWENSTEYN I, COUPAL L, ZOWALL H, et al. The costeffectiveness of exercise training for the primary and secondary prevention of cardiovascular disease[J]. *J Cardiopulmonary Rehabil*, 2000, 20: 147-155.
- [35] 李文川. 上海市老年人体育生活方式构建[D]. 上海: 上海体育学院, 2011.
- [36] OLDRIDGE N, FURLONG W, FEENY D, et al. Economic evaluation of cardiac rehabilitation soon after acute myocardial infarction [J]. *Am J Cardiol*, 1993, 72: 154-161.
- [37] LEVIN L A, PERK J, HEDBÄCK B. Cardiac rehabilitation—a cost analysis[J]. *J Intern Med*, 1991, 230: 427-434.
- [38] GRAMLICH E M. Benefit-cost analysis of government programs[M]. NJ: Prentice-Hall.
- [39] COBIAC L J, VOS T, BARENDRECHT J J. Cost-effectiveness of interventions to promote physical activity: A modeling study[J]. *Plos Medicine*, 2009, 7: 1-11.
- [40] HATZIANDREU, E. A Cost-Effectiveness Analysis of Exercise as a Health Promotion Activity[J]. *Am J Public Health*, 1988, 78: 5.
- [41] WEINSTEIN M C, STASON W B. Cost-effectiveness of intervention to prevent or treat coronary heart disease[J]. *Annul Rev Public Health*, 1985, 6: 41-63.
- [42] VIVIAN H H. The cost-effectiveness of HMG-CoA reductase inhibitors to prevent coronary heart disease[J]. *Journal of the American Medicine Association*, 1995, 273(5): 1032-1038.
- [43] TURNER D, RAFTERY J, COOPER K, et al. The CHD challenge: Comparing four cost-effectiveness models[J]. *Value in health*, 2011, 14: 53-60.
- [44] CUMMINS R A. Assessing Quality of life. Quality of life for people with disabilities: Models, Research and Prattice, 2nd[M]. Cheltenham: Stanley Thornes, 1997.
- [45] NORD E. cost-value analysis in health care[M]. Cambridge University Press, 1999.

