

文章编号: 1000-8020(2017)04-0550-07

·调查研究·

2014—2015年马鞍山市学龄前儿童饮食模式 及与执行功能的相关性研究



陶勇浩 倪玲玲 严双琴¹ 陶慧慧 顾春丽¹ 邵婷
曹慧¹ 孙艳丽 童世庐^{2,3} 陶芳标^{3,4}

安徽医科大学公共卫生学院儿少卫生与妇幼保健学系,合肥 230032

摘要:目的 描述学龄前儿童饮食模式的类型,了解其执行功能异常的发生状况,探讨二者之间的关联性。方法 于2014年4月—2015年6月,对就读于马鞍山市91所幼儿园12363名3~5岁学龄前儿童进行问卷普查,运用学龄前儿童执行功能评定量表(BRIEF-P)评估儿童的执行功能发育状况,运用自编食物频率表(FFQ)评估儿童的饮食模式。运用二分类非条件回归模型分析学龄前儿童饮食模式与其执行功能发育异常的关联。结果 学龄前儿童年龄越大、父母亲文化程度越高,执行功能得分越低(功能越好),差异有统计学意义($P < 0.05$)。学龄前儿童饮食模式可分为5种类型。“加工型”、“饮料型”和“零食型”饮食摄入越少,“素食型”和“健康型”饮食摄入越多,执行功能得分越低($P < 0.05$)。Logistic回归分析显示,“加工型”饮食($OR = 1.44$, 95% CI 1.20 ~ 1.72)、“饮料型”饮食($OR = 1.22$, 95% CI 1.03 ~ 1.46)和“零食型”饮食($OR = 1.28$, 95% CI 1.08 ~ 1.52)是执行功能的危险因素,“素食型”饮食($OR = 0.80$, 95% CI 0.67 ~ 0.95)和“健康型”饮食($OR = 0.84$, 95% CI 0.71 ~ 0.98)是执行功能的保护因素。结论 学龄前儿童执行功能与饮食模式密切相关,“素食型”和“健康型”的饮食模式对其执行功能的发育有益。

关键词: 饮食模式 认知功能 学龄前儿童
中图分类号: R153.2 文献标志码: A

Correlation of dietary patterns and cognitive function among preschool children in Ma'anshan City in 2014 – 2015

Tao Yonghao, Ni Lingling, Yan Shuangqin, Tao Huihui, Gu Chunli, Shao Ting, Cao Hui, Sun Yanli, Tong Shilu, Tao Fangbiao

Department of Maternal, Child & Adolescent Health, School of Public Health, Anhui Medical University, Hefei 230032, China

Abstract: Objective To classify the dietary patterns in preschoolers and explore the correlation between dietary patterns and executive functions. **Methods** Between April 2014 and June 2015, 12363 preschoolers were selected from 91 kindergartens of Ma'anshan City. The classification of dietary patterns and executive functions by Brief-P were evaluated. Unconditional binary logistics regression model was used to analyze the effects

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(No. 91330068)

作者简介: 陶勇浩,男,硕士研究生,研究方向: 妇幼卫生, E-mail: 723459775@qq.com

1 马鞍山市妇幼保健院

2 澳大利亚昆士兰理工大学公共卫生和生物医学创新研究所

3 通信作者: 童世庐,男,教授,博士生导师,研究方向: 环境与人口健康, E-mail: s. tong@qut.edu.au; 陶芳标,男,教授,博士生导师,研究方向: 儿童早期环境与健康, E-mail: fbtao@126.com

4 人口健康与优生安徽省级重点实验室

of different dietary patterns and executive functions in preschool children. **Results** The higher the parents' education level, the lower the executive functions scores, the difference was statistically significant in preschoolers ($P < 0.05$). The less intake of "processed model", "drinks model" and "snacks model", the more "vegetarian model" and "health model" intake, executive functions score was lower, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). Logistic regression analysis showed that dietary patterns of "processed model" ($OR = 1.44, 95\% CI 1.20 - 1.72$), "drinks model" ($OR = 1.22, 95\% CI 1.03 - 1.46$) and "snacks model" ($OR = 1.28, 95\% CI 1.08 - 1.52$) were risk factors of cognitive functions, and the dietary patterns of "vegetarian model" ($OR = 0.80, 95\% CI 0.67 - 0.95$) and "health model" ($OR = 0.84, 95\% CI 0.71 - 0.98$) were protective factors. **Conclusion** The present study suggests that cognitive functions might be closely related with dietary pattern. The more "vegetarian model" and "health model" intake, the better cognitive functions developed in preschool children.

Key words: dietary pattern, cognitive functions, preschoolers

既往关于学龄前儿童的饮食模式研究多集中于肥胖、营养不良、龋齿等方面,与其认知功能情绪行为的研究较少^[1-2]。执行功能是神经认知发育的一个重要组成部分,是对认知、情绪反应和行为的控制、监督和自我管理功能的总称,学龄前期是其关键发育期,直接影响到儿童的智力、学业成绩和入学准备度等^[3]。饮食模式会直接影响到被试对象的认知过程和大脑结构^[4]。研究发现摄入充足水果蔬菜、瘦肉蛋白和粗粮的饮食模式,通过改变细胞进程神经可塑性或者表观遗传机制来提升认知能力^[1,5];营养素贫乏、高糖高脂的饮食模式会损害儿童的认知和学业成绩,可能与炎症、氧化应激、肠道菌群和海马体的参与等机制有关^[6]。鉴于以上背景,本研究采用食物频率问卷调查马鞍山市91所幼儿园的学龄前儿童各类食物最近一周的食用频率,分析饮食模式与执行功能之间的关联性,为学龄前儿童的膳食选择提供依据。

1 对象与方法

1.1 对象

采用普查的方法,于2014年4月—2015年6月选择马鞍山市内93所幼儿园中的91所幼儿园就读的13289名3~5岁学龄前儿童为研究对象,回收有效问卷12363份,有效应答率为93.03%。

本研究方案通过安徽医科大学伦理委员会审查(批号:2008020),所有研究对象及其监护人均知情同意。

1.2 调查内容和方法

1.2.1 基线资料 采用自制的《学龄前儿童健康与行为记录表》,调查内容包括:儿童的一般人口学特征,包括性别、年龄、父母文化程度及自评

家庭经济状况等。

1.2.2 执行功能评估 运用GIOIA等^[7]于2003年编制的父母版学龄前儿童执行功能评定量表(Behavior Rating Inventory of Executive Functioning-Preschool, BRIEF-P)的中文版。由儿童主要监护人回忆儿童在过去6个月里日常生活中发生某些行为的频率对其执行功能进行评估,共计包含63个条目。每个条目按1、2、3三级评分(1分:没有;2分:有时;3分:经常)。该量表包含5个维度:抑制、转换、情绪控制、工作记忆和计划/组织;4个综合指标:自我抑制控制指数、认知灵活性指数、元认知指数和执行功能总分。采用执行功能总分的T分来评价学龄前儿童的执行功能状况,分数越低,执行功能越好。对原始评分进行“不一致率”和“负性评价率”计算来剔除不合格问卷。最后T分 ≤ 65 为正常组,T分 > 65 为异常组^[8]。BRIEF-P量表内部一致性较好,各维度Cronbach α 系数范围为0.76~0.95,具有良好的信度与效度。

1.2.3 饮食模式评估 根据学龄前儿童的膳食特点,在翁婷婷等膳食频率表(food frequency questionnaire, FFQ)的基础上进行修改,包括主食、蔬果、肉类、奶类、饮料类和腌制食品等28类食物项目,该量表Cronbach α 系数为0.861^[9]。FFQ是半定量的调查问卷,要求儿童主要监护人回答过去一个月儿童摄入相应项目的食物频率,条目采用6级评分,分别是:①没有;②1~3次/周;③4~6次/周;④1次/天;⑤2次/天;⑥3或3次以上/天,选项①~⑥分别赋值0~5分^[10]。

1.3 质量控制

经过培训的儿少卫生与妇幼保健学系的研究

生分派到各个幼儿园,在幼儿园老师的配合下,以家长会的形式将被调查儿童的家长集中在教室,统一发放问卷,说明调查目的和填写方法,家长知情同意下填写问卷,可拒绝填写或中途退出。家长自行填写完毕后交由调查员审核,对有遗漏及填写不清的地方现场及时进行补充或更正,问卷合格后收回。

1.4 统计分析

运用 Epi Data 3.0 软件建立数据库并进行双录入,运用 SPSS 13.0 软件进行数据分析。本研究中执行功能总分的 T 分不服从正态分布,因此执行功能采用分类变量评估(即 T 分 \leq 65 为正常组,T 分 $>$ 65 为异常组)。运用 χ^2 检验进行学龄前儿童执行功能异常检出率的单因素分析;运用主成分分析和因子分析方法归纳学龄前儿童饮食模式;运用 χ^2 检验比较不同饮食模式下执行功能异常检出率的分布差异,控制混杂因素后,建立 Logistics 回归模型分析两者的关联性, $P < 0.05$ 差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 学龄前儿童的一般人口学特征

由表 1 可见,纳入本研究的马鞍山学龄前儿童共有 12 363 例,月龄为 36~71 个月,平均月龄(54.94 \pm 9.61)月。其中男童 6649 人(53.8%),女童 5714 人(46.2%);独生子女 9235 人(74.7%)。家庭人均月收入 \leq 3000 元的儿童 6148 人(49.7%),近半年来主要居住在市区的儿童 8960 人(72.5%)。母亲和父亲文化程度初中及以下儿童 5106 人(41.3%)和 4133 人(33.4%),高中或中专分别为 3109 人(25.1%)和 3411(27.6%),大专及以上学历的分别为 4148 人(33.6%)和 4819 人(39.0%)。剖宫产儿童 6246 人(59.0%),参加过兴趣班儿童 8463 人(74.3%)。低出生体重($<$ 2500 g)儿童 382 人(3.7%),巨大儿(\geq 4000 g) 1077 人(10.4%)。被试儿童的执行功能总分的异常检出率为 8.77%。

表 1 2014—2015 年马鞍山市学龄前儿童执行功能异常检出的单因素分析

因素	调查人数	异常人数	异常率/%	χ^2	P
性别					
男	6649	648	9.7	16.90	<0.001
女	5714	437	7.6		
年龄/岁					
3~4	3396	333	9.8	35.50	<0.001
4~5	4525	452	10.0		
5~6	4442	300	6.8		
独生子女					
是	9235	782	8.5	4.34	0.037
否	3128	303	9.7		
家庭人均月收入/元					
\leq 3000	6148	566	9.2	2.83	0.093
$>$ 3000	6215	519	8.4		
近半年儿童主要居住地					
市区	8960	717	8.0	24.36	<0.001
非市区 ⁽¹⁾	3403	368	10.8		
母亲文化程度					
初中及以下	5106	572	11.2	83.13	<0.001
高中或中专	3109	272	8.7		
大专及以上	4148	241	5.8		
父亲文化程度					
初中及以下	4133	470	11.4	64.97	<0.001
高中或中专	3411	300	8.8		
大专及以上	4819	315	6.5		
剖宫产 ⁽²⁾					
是	6246	519	8.3	8.913	0.003
否	4341	434	10.0		
参加兴趣班 ⁽³⁾					
是	8463	656	7.8	34.77	<0.001
否	2927	331	11.3		
出生体重 ⁽⁴⁾ /g					
$<$ 2500	382	35	9.2	0.193	0.908
2500~3999	8884	820	9.2		
\geq 4000	1077	95	8.8		

注:(1)包括市郊、县(镇)、农村;(2)缺失 1776 例,应答率为 85.6%;(3)缺失 973 例,应答率为 92.1%;(4)缺失 2020 例,应答率为 83.7%

2.2 学龄前儿童的饮食模式

采用主成分分析和因子分析方法归纳学龄前儿童饮食模式。通过 4 次方最大化正交旋转,确定保留因子分以 0 为中心,标准差为 1 分布。根

据主成分分析所得碎石图共提取 5 种因子,累计贡献率为 47.58%,并在数据库中将因子得分保存成为新变量用于分析(表 2)。

表 2 主成分分析的解釋总方差表

成分	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
	特征根	方差贡献率/%	累积贡献率/%	特征根	方差贡献率/%	累积贡献率/%	特征根	方差贡献率/%	累积贡献率/%
1	6.760	24.142	24.142	6.760	24.142	24.142	3.648	13.028	13.028
2	2.794	9.980	34.122	2.794	9.980	34.122	2.548	9.101	22.129
3	1.486	5.306	39.428	1.486	5.306	39.428	2.511	8.970	31.099
4	1.228	4.386	43.814	1.228	4.386	43.814	2.389	8.533	39.632
5	1.055	3.769	47.583	1.055	3.769	47.583	2.226	7.951	47.583

食物条目在某一主成分的因子载荷的绝对值 ≥ 0.3 被认为其在该主成分上有良好的代表性。根据各主成分所包含的若干代表食物将其命名可分为“加工型”、“健康型”、“饮料型”、“素食型”和“零食型”5 种饮食模式。第一主成分主要为油炸、烟熏和腌制食品,饮料和蜜饯等;第二主成分

主要为大米及其制品、蔬菜、蛋类、水果红肉、禽肉和鱼虾等水产品;第三主成分主要为碳酸饮料、乳饮料和果蔬汁等各类饮料;第四主成分主要为小麦及其制品、豆类及其制品和蔬菜等;第五主成分主要为糖类、巧克力及其制品、点心和膨化食品等(表 3)。

表 3 2014—2015 年马鞍山市学龄前儿童 5 种饮食模式和因子载荷分布

食物	加工型饮食	健康型饮食	饮料型饮食	素食型饮食	零食型饮食
油炸素食	0.768	-0.023	0.146	0.113	0.094
油炸米/面食品	0.709	0.028	0.086	0.135	0.119
油炸肉类	0.687	0.033	0.185	0.055	0.164
烟熏食品	0.684	0.022	0.105	0.084	0.073
腌制食品	0.665	0.081	0.058	0.022	0.130
西方快餐	0.531	0.001	0.322	0.131	0.150
红肉	0.115	0.726	-0.024	0.087	0.029
禽肉	0.223	0.595	0.217	0.218	0.037
蛋类	-0.023	0.570	0.039	0.125	0.195
大米及制品	-0.097	0.554	-0.214	-0.160	0.087
新鲜水果	-0.123	0.529	0.124	0.213	0.064
鱼虾等水产品	0.162	0.475	0.324	0.265	0.064
果蔬汁饮料	0.328	0	0.664	0.054	0.212
乳饮料	0.292	-0.024	0.622	0.030	0.281
碳酸饮料	0.399	-0.052	0.583	-0.033	0.175
酸奶	-0.047	0.303	0.487	0.085	0.080
蜜饯类(果脯、话梅、蜜饯等)	0.325	0.087	0.361	0.313	0.220
奶及奶制品(奶酪、奶油、冰激凌等)	0.075	0.222	0.359	0.068	0.357
粗粮	0.100	-0.031	0.038	0.710	0.120
小麦面粉及制品	0.041	0.022	-0.109	0.591	0.237
豆类及其制品	0.110	0.231	0.072	0.552	0.125
深颜色蔬菜	0.052	0.361	0.070	0.542	-0.053
其他的蔬菜	0.076	0.369	0.125	0.523	-0.028
鲜榨果蔬汁	0.158	0.044	0.407	0.488	-0.088
糖类(糖果、白糖、红糖等)	0.176	0.109	0.086	0.105	0.746
巧克力及其制品	0.217	0.076	0.267	0.086	0.682
点心(蛋糕、饼干、沙琪玛等)	0.178	0.169	0.141	0.149	0.636
膨化食品(如虾条、薯片等)	0.380	0	0.385	0.008	0.463

2.3 学龄前儿童的执行功能状况

根据学龄前儿童饮食模式的因子得分,采用百分位数法将每种饮食模式类型进行三分类(三分位数),分别为低分组、中分组、高分组^[9-10]。结

果显示,“加工型”、“饮料型”和“零食型”饮食摄入比例越高,执行功能异常率显著提高($P < 0.05$);“素食型”和“健康型”饮食摄入比例越低,执行功能异常率显著提高($P < 0.05$) (表 4)。

表 4 2014—2015 年马鞍山市学龄前儿童不同饮食模式下执行功能总分的分布

饮食模式类型		执行功能总分			χ^2	P
		正常	异常	异常率/%		
加工型	低分组	3835	286	6.9	38.580	<0.001
	中分组	3767	354	8.6		
	高分组	3676	445	10.8		
健康型	低分组	3692	429	10.4	20.667	<0.001
	中分组	3796	325	7.9		
	高分组	3790	331	8.0		
饮料型	低分组	3795	326	7.9	13.860	<0.001
	中分组	3778	343	8.3		
	高分组	3705	416	10.1		
素食型	低分组	3709	412	10.0	12.320	0.002
	中分组	3773	348	8.4		
	高分组	3796	325	7.9		
零食型	低分组	3795	326	7.9	18.333	<0.001
	中分组	3787	334	8.1		
	高分组	3696	425	10.3		

2.4 学龄前儿童饮食模式与其执行功能发育的关系

人口学特征中的性别、年龄、近半年儿童主要居住地和父母亲文化程度与执行功能总分的关联具有统计学意义($P < 0.05$);在各类饮食模

式中,“加工型”、“饮料型”和“零食型”饮食摄入比例越高,执行功能异常的发生风险越高($P < 0.05$),“健康型”和“素食型”饮食摄入比例越低,执行功能异常的发生风险越高($P < 0.05$) (表 5)。

表 5 饮食模式与执行功能异常关联的 Logistic 回归分析

饮食模式类型		模型 1 ⁽¹⁾		模型 2 ⁽²⁾	
		β	OR(95% CI)	β	OR(95% CI)
加工型	低分组		1.00		1.00
	中分组	0.28	1.33(1.12 ~ 1.57) ⁽³⁾	0.19	1.21(1.01 ~ 1.45) ⁽⁴⁾
	高分组	0.51	1.66(1.42 ~ 1.94) ⁽³⁾	0.36	1.44(1.20 ~ 1.72) ⁽³⁾
健康型	低分组		1.00		1.00
	中分组	-0.29	0.75(0.64 ~ 0.87) ⁽³⁾	-0.24	0.79(0.66 ~ 0.93) ⁽³⁾
	高分组	-0.29	0.75(0.64 ~ 0.87) ⁽³⁾	-0.17	0.84(0.71 ~ 0.98) ⁽⁴⁾
饮料型	低分组		1.00		1.00
	中分组	0.10	1.11(0.94 ~ 1.30)	0.09	1.09(0.91 ~ 1.30)
	高分组	0.31	1.36(1.17 ~ 1.59) ⁽³⁾	0.20	1.22(1.03 ~ 1.46) ⁽⁴⁾
素食型	低分组		1.00		1.00
	中分组	-0.15	0.86(0.74 ~ 1.00)	-0.15	0.86(0.73 ~ 1.02)
	高分组	-0.21	0.81(0.70 ~ 0.95) ⁽³⁾	-0.22	0.80(0.67 ~ 0.95) ⁽⁴⁾
零食型	低分组		1.00		1.00
	中分组	0.07	1.08(0.92 ~ 1.27)	0.04	1.04(0.87 ~ 1.25)
	高分组	0.36	1.44(1.23 ~ 1.67) ⁽³⁾	0.25	1.28(1.08 ~ 1.52) ⁽³⁾

注:(1)模型 1 未经调整;(2)模型 2 调整了性别、年龄、父母亲文化程度、近半年儿童主要居住地、是否剖宫产和是否参加兴趣班;(3) $P < 0.01$;(4) $P < 0.05$

3 讨论

NEWBY 等^[11]和 CASTRO 等^[12]研究表明,饮食模式派生的数量为 2 ~ 25 个,因子累积贡献率

为 15% ~ 93%,不同的膳食模式与健康乃至心理行为的关系呈现不同的关联。本研究运用主成分分析和因子分析法将学龄前儿童饮食模式分为

“加工型”、“饮料型”、“零食型”、“素食型”和“健康型”5种,发现“加工型”、“饮料型”和“零食型”等不健康的饮食模式会显著增加学龄前儿童执行功能异常检出的发生风险。“素食型”和“健康型”等相对健康的膳食模式会显著降低学龄前儿童执行功能异常检出的发生风险。本研究显示,不健康的膳食行为除了影响身体健康外,还可能影响到认知发育,这从相对健康的膳食模式对执行功能的促进作用相对应。

本研究与国内外相关研究结果基本一致。COHEN等^[13]的系统综述显示,健康食品(例如全谷物、鱼、水果和/或蔬菜)的充足摄入有助于执行功能发育,而零食、糖甜饮料和红/加工肉的充足摄入会对执行功能发育造成负面影响。NURLIYANA等^[14]研究发现,“高能食物模式”(“加工型”)和“精细粮食模式”的儿童的一般认知能力、感知推理和信息处理速度显著低于“植物性食物模式”的儿童。智利的一项研究显示,多高糖高脂、少纤维的饮食模式的青少年多项学业成绩显著低于健康饮食组,包括语言测试、数学测试和学业平均分^[15]。希腊的Rhea亲子出生队列的一次学龄前阶段的随访研究揭示,“零食模式”(高脂、高盐、高糖)的儿童口语能力和一般认知能力显著低于健康饮食组^[16]。

另外,关于饮食模式与认知功能的纵向研究中也类似结果。SMITHERS等^[17-18]研究发现,儿童摄入充足的瘦肉蛋白、豆类及其制品、新鲜水果蔬菜会对其智力发育产生促进作用,过多的饼干、巧克力、糖果、苏打、薯片等(“零食型”)会对其智力发育产生负面影响。澳大利亚的Raine队列研究表明,儿童多摄入奶类和新鲜水果会提升其语言认知能力,而过量的甜饮料摄入(“饮料型”)会降低其非语言推理能力^[19]。GALE等^[20]研究发现婴儿期多摄入蔬菜、水果和家庭预制食品的儿童4岁时的总智商和言语智商显著高于对照组。英国Avon亲子出生队列研究显示,儿童摄入过多的加工食品与其较低的智商和学业成绩直接相关^[21]。注重健康意识的饮食可促进儿童智力发育^[22]。JACKSON等^[23-24]研究发现不健康饮食模式(少蔬菜,多快餐)的受试对象语言障碍和病态人格发生率高于健康饮食组。

“加工型”饮食含有大量高脂高盐成分,过量摄入会使机体能量代谢系统失衡(胰岛素、胃饥饿素和瘦素等)。摄入过量的“饮料型”饮食后,二氧化碳会直接破坏线粒体,影响消化系统;磷酸会降低钙、铁等多种微量元素的吸收利用,导致骨

钙流失^[25]。“零食型”饮食含有大量糖分和多种食品添加剂,过量摄入会引起糖尿、中毒等多种不良结局^[26]。“素食型”饮食中含有丰富的维生素、矿物质、纤维素和对人体有益的活性成分,具有抗癌、抗氧化、免疫调节、抗微生物、降胆固醇等多种有益作用^[27]。“健康型”饮食的特点是食物多样,谷类为主,适量粗粮替代;多吃蔬菜、水果、奶类和大豆及制品,适量吃坚果;适量吃鱼、禽、蛋、瘦肉;尽量不吃加工食物和高糖高脂食物,不喝或少喝含糖饮料等,与《中国居民膳食指南(2016)》的膳食模式建议基本一致^[28]。

本研究的不足之处包括:首先,本研究采用的食物频率表法(FFQ)属于定性方法,无法准确获得儿童的具体营养素摄入量。其次,主成分分析方法进行饮食模式分类时主要取决于分组数据,某些成分归类可能存在争议。同时,认知功能的评价缺少相关认知能力测试实验。最后,本文为样本量较大的横断面研究,旨在探索饮食模式和执行功能的关系。如果开展前瞻性队列研究,无疑对解释不同的饮食模式与儿童执行功能发育的因果关系提供说服力。这是本团队今后努力的方向。

参考文献

- [1] KUSSMANN M, KRAUSE L, SIFFERT W. Nutrigenomics: where are we with genetic and epigenetic markers for disposition and susceptibility [J]. *Nutr Rev*, 2010, 68(1): 38-47.
- [2] 夏浩业,代旭,王良,等. 小学生营养午餐微量营养素摄入情况评价 [J]. *卫生研究*, 2016, 45(4): 593-598.
- [3] TANDON P S, TOVAR A, JAYASURIYA A T, et al. The relationship between physical activity and diet and young children's cognitive development: a systematic review [J]. *Prev Med Rep*, 2016, 22(3): 379-390.
- [4] GÓMEZ-PINILLA F. Brain foods: the effects of nutrients on brain function [J]. *Nat Rev Neurosci*, 2008, 9(7): 568-578.
- [5] BRYAN J, OSENDARP S, HUGHES D, et al. Nutrients for cognitive development in school-aged children [J]. *Nutr Rev*, 2004, 62(8): 295-306.
- [6] JACKA F N, CHERBUIN N, ANSTEY K J, et al. Western diet is associated with a smaller hippocampus: a longitudinal investigation [J]. *BMC Med*, 2015, 13: 215.
- [7] GIOIA G A, ESPY K A, ISQUITH P K. The behavior rating inventory of executive function-

- preschool version (BRIEF-P) [M]. USA , Psychological Assessment Resources ,2003: 8-10.
- [8] SPIEGEL J A , LONIGAN C J , PHILLIPS B M . Factor structure and utility of the Behavior Rating Inventory of Executive Function-Preschool Version [J]. *Psychol Assess* ,2017 ,29(2) : 172-185.
- [9] WENG T T ,HAO J H ,QIAN Q W , et al . Is there any relationship between dietary patterns and depression and anxiety in Chinese adolescents [J]. *Public Health Nutr* ,2012 ,15(4) : 673-682.
- [10] 蔡传兰. 孕期饮食模式、母乳喂养与婴幼儿智力发育的队列研究 [D]. 合肥: 安徽医科大学 2013.
- [11] NEWBY P K , TUCKER K L . Empirically derived eating patterns using factor or cluster analysis: a review [J]. *Nutr Rev* ,2004 ,62(5) : 177.
- [12] CASTRO M A , BALTAR V T , SELEM S S , et al . Empirically derived dietary patterns: interpretability and construct validity according to different factor rotation methods [J]. *Cad Saude Publica* ,2015 ,31(2) : 298-310.
- [13] COHEN J F , GORSKI M T , GRUBER S A , et al . The effect of healthy dietary consumption on executive cognitive functioning in children and adolescents: a systematic review [J]. *Br J Nutr* ,2016 ,116(6) : 989-1000.
- [14] NURLIYANA A R , MOHD NASIR M T , ZALILAH M S , et al . Dietary patterns and cognitive ability among 12- to 13 year-old adolescents in Selangor , Malaysia [J]. *Public Health Nutr* ,2015 ,18(2) : 303-312.
- [15] CORREA-BURROWS P , BURROWS R , BLANCO E , et al . Nutritional quality of diet and academic performance in Chilean students [J]. *Bull World Health Organ* ,2016 ,94(3) : 185-192.
- [16] LEVENTAKOU V , ROUMELIOTAKI T , SARRI K , et al . Dietary patterns in early childhood and child cognitive and psychomotor development: the Rhea mother-child cohort study in Crete [J]. *Br J Nutr* ,2016 ,115(8) : 1431-1437.
- [17] SMITHERS L G , GOLLEY R K , MITTINTY M N , et al . Dietary patterns at 6 , 15 and 24 months of age are associated with IQ at 8 years of age [J]. *Eur J Epidemiol* ,2012 ,27(7) : 525-535.
- [18] SMITHERS L G , GOLLEY R K , MITTINTY M N , et al . Do dietary trajectories between infancy and toddlerhood influence IQ in childhood and adolescence? Results from a prospective birth cohort study [J]. *PLoS One* ,2013 ,8(3) : e58904.
- [19] NYARADI A , LI J , HICKLING S , et al . Diet in the early years of life influences cognitive outcomes at 10 years: a prospective cohort study [J]. *Acta Paediatr* ,2013 ,102(12) : 1165-1173.
- [20] GALE C R , MARTYN C N , MARRIOTT L D , et al . Dietary patterns in infancy and cognitive and neuropsychological function in childhood [J]. *J Child Psychol Psychiatry* ,2009 ,50(7) : 816-823.
- [21] GOLLEY R K , SMITHERS L G , MITTINTY M N , et al . Diet quality of U. K. infants is associated with dietary , adiposity , cardiovascular , and cognitive outcomes measured at 7-8 years of age [J]. *J Nutr* ,2013 ,143(10) : 1611-1617.
- [22] NORTHSTONE K , JOINSON C , EMMETT P , et al . Are dietary patterns in childhood associated with IQ at 8 years of age? A population-based cohort study [J]. *J Epidemiol Community Health* ,2012 ,66(7) : 624-628.
- [23] JACKSON D B , BEAVER K M . The influence of nutritional factors on verbal deficits and psychopathic personality traits: evidence of the moderating role of the MAOA genotype [J]. *Int J Environ Res Public Health* ,2015 ,12(12) : 15739-15755.
- [24] JACKSON D B , BEAVER K M . The role of adolescent nutrition and physical activity in the prediction of verbal intelligence during early adulthood: a genetically informed analysis of twin pairs [J]. *Int J Environ Res Public Health* ,2015 ,12(1) : 385-401.
- [25] O'CONNOR T M , YANG S J , NICKLAS T A . Beverage intake among preschool children and its effect on weight status [J]. *Pediatrics* ,2006 ,118(4) : e1010-1018.
- [26] FORESTELL C A , LAU P , GYUROVSKI I I , et al . Attentional biases to foods: The effects of caloric content and cognitive restraint [J]. *Appetite* ,2012 ,59(3) : 748-754.
- [27] POLIDORI M C , PRATICÓ D , MANGIALASCHE F , et al . High fruit and vegetable intake is positively correlated with antioxidant status and cognitive performance in healthy subjects [J]. *J Alzheimers Dis* ,2009 ,17(4) : 921-927.
- [28] 杨月欣,张环美. 《中国居民膳食指南(2016)》简介 [J]. *营养学报* ,2016 ,38(3) : 209-217.

收稿日期:2016-10-13