

# 出生季节与女性初潮年龄及绝经年龄的关联分析

司佳卉 孟若谷 吕筠 郭彧 卞铮 余灿清 杨玲 谭云龙 裴培 陈君石 陈铮鸣 李立明 代表中国慢性病前瞻性研究项目协作组

100191 北京大学公共卫生学院流行病与卫生统计学系(司佳卉、孟若谷、吕筠、余灿清、李立明); 100010 北京, 中国医学科学院(郭彧、卞铮、谭云龙、裴培、李立明); 100020 北京, 国家食品安全风险评估中心(陈君石); OX1 3QR 牛津大学临床试验中心和流行病研究中心/纳菲尔德人群健康部(杨玲、陈铮鸣)

通信作者: 吕筠, Email: lvjun@bjmu.edu.cn

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.07.006

**【摘要】** 目的 分析出生季节与初潮年龄、绝经年龄及生育年限间的关联。方法 研究对象来自中国慢性病前瞻性研究的基线调查数据, 剔除初潮年龄在生理范围外(<9岁或>18岁)的个体后, 纳入285 186名女性进行初潮年龄相关分析; 在已绝经的女性中排除因施行子宫切除术或卵巢摘除术绝经者, 纳入132 373人进行绝经年龄及生育年限相关分析。统计分析采用多元线性回归模型。结果 在调整了可能的混杂因素后, 与春季出生的女性相比, 出生于夏、秋及冬季的女性初潮年龄平均晚0.14(95%CI: 0.13~0.16)、0.26(95%CI: 0.24~0.27)及0.10(95%CI: 0.08~0.12)岁, 绝经年龄依次晚0.14(95%CI: 0.08~0.20)、0.18(95%CI: 0.12~0.24)及0.09(95%CI: 0.03~0.16)岁。生育年限与出生季节无关。上述关联在城市和农村地区、不同出生年代的女性中均是一致的。结论 出生于春季的女性初潮年龄及绝经年龄均更早。本研究结果提示生命早期某些与季节相关的因素可能会影响女性生殖系统的发育。

**【关键词】** 出生季节; 生命早期; 初潮年龄; 绝经年龄; 生育年限

**基金项目:** 国家自然科学基金(81373082); 国家科技支撑计划(2011BAI09B01); 中国香港Kadoorie Charitable基金; 英国Wellcome Trust(088158/Z/09/Z, 104085/Z/14/Z)

**Associations between season of birth and age both at menarche and at menopause** Si Jiahui, Meng Ruogu, Lyu Jun, Guo Yu, Bian Zheng, Yu Canqing, Yang Ling, Tan Yunlong, Pei Pei, Chen Junshi, Chen Zhengming, Li Liming, for the China Kadoorie Biobank (CKB) Collaborative Group  
Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Peking University, Beijing 100191, China (Si JH, Meng RG, Lyu J, Yu CQ, Li LM); Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100010, China (Guo Y, Bian Z, Tan YL, Pei P, Li LM); China National Center for Food Safety Risk Assessment, Beijing 100020, China (Chen JS); Clinical Trial Service Unit and Epidemiological Studies Unit (CTSU), Nuffield Department of Population Health, University of Oxford, Oxford OX1 3QR, UK (Yang L, Chen ZM)

Corresponding author: Lyu Jun, Email: lvjun@bjmu.edu.cn

**【Abstract】 Objective** To examine the associations between season of birth and factors as age at menarche, age at menopause and reproductive span. **Methods** A total of 285 186 female from the China Kadoorie Biobank, with complete data on critical variables and had menarche at 9–18 years old, were included. A total of 132 373 female with natural menopause were included for the analysis on age at menopause and reproductive span. Multiple linear regression models were used to assess the associations of birth season and the age at menarche, menopause, and reproductive span. Subgroup analyses were performed on birth cohorts and urban/rural residence. **Results** Compared with the Spring-born (March, April, and May), participants who were born in Summer (June, July, and August), Autumn (September, October, and November), and Winter (December, January, and February) appeared late on both age at menarche and menopause. Multivariable-adjusted coefficients (95% CI) appeared as 0.14 (95% CI: 0.13–0.16), 0.26(95% CI: 0.24–0.27), 0.10 (95% CI: 0.08–0.12) for age at

menarche respectively and 0.14 (95%CI: 0.08–0.20), 0.18 (95%CI: 0.12–0.24), 0.09 (95%CI: 0.03–0.16) for age at menopause respectively. No statistically significant association was found between the season of birth and reproductive span. The association was consistent between urban and rural residents and across the birth cohorts. **Conclusions** female born in spring showed both earlier age on both menarche and menopause, compared to the ones born in other seasons. Our findings suggested that exposures in early life with some degree of seasonal variation might influence the development of female reproductive system.

**【Key words】** Birth season; Early life; Age at menarche; Age at menopause; Reproductive span

**Fund programs:** National Natural Science Foundation of China (81373082); National Science and Technology Support Project of China (2011BAI09B01); Kadoorie Charitable Foundation in Hong Kong of China; Wellcome Trust in the UK (088158/Z/09/Z, 104085/Z/14/Z)

女性月经初潮年龄、绝经年龄与心脑血管疾病、妇科恶性肿瘤等一系列不良健康结局有关<sup>[1-3]</sup>。除遗传及环境等影响因素外,越来越多的研究关注胚胎在生长发育关键期经历的环境因素对青春期的初潮年龄及成人期的自然绝经年龄的影响<sup>[4-5]</sup>。除饥荒等特殊事件及出生体重外,出生季节或月份也常被作为胚胎期环境因素的代理指标。日照时间及强度、食物供给及饮食习惯、以及室外体力活动等因素都存在一定的季节变异<sup>[6-10]</sup>。目前此类研究较少且结论不一致<sup>[11-16]</sup>,而基于亚洲人群的研究几近空白。本研究利用中国慢性病前瞻性研究(China Kadoorie Biobank, CKB)的基线调查数据分析出生季节对女性初潮年龄、绝经年龄及生育年限的影响。

## 对象与方法

1. 研究对象:CKB项目于2004—2008年在5个城市和5个农村项目地区招募调查对象并完成基线调查,项目具体信息可参见文献[17]。本文以城市名称表示城市项目点,以省份名称表示农村项目点。有完整基线调查数据的女性研究对象共302 632人,剔除初潮年龄及绝经年龄缺失者44人,BMI信息缺失者2人,或初潮年龄在生理范围外(<9岁或>18岁)<sup>[18]</sup>者17 401人,最终纳入285 186人进行出生季节与初潮年龄的分析。在144 917名已绝经的女性中,排除因施行子宫切除术或卵巢摘除术绝经的研究对象12 423人,存在逻辑错误的134人,最终纳入132 373人进行出生季节与绝经年龄及生育年限的分析。

2. 研究内容与定义:一般人口社会学信息(出生日期、项目地区、教育程度),生活方式特征(吸烟、饮酒、膳食、体力活动)及女性生育史信息(初潮年龄、绝经年龄、是否自然绝经、妊娠次数及是否口服避孕药)通过调查员面对面询问获得。身高(身高仪)、坐高(从臀部到头颅顶部的躯干长度)、体重(TANITA TBF-300GS体质构成分析仪)等体格指标由经过统

一培训的调查员采用统一工具测量获得。上述测量指标读数分别以cm或kg为单位,具体数值精确到0.1。

根据出生月份将研究对象分为春季(3、4、5月)、夏季(6、7、8月)、秋季(9、10、11月)及冬季(12、1、2月)出生组。生育年限以绝经年龄减去初潮年龄计算。腿长值以身高减坐高计算。

基线调查结束后,CKB项目于2008年抽取了约5%的研究对象进行了重复调查。重复调查中包括12 018名女性,生育史变量与基线调查的一致性良好,自报初潮年龄和绝经年龄的组内相关系数(intra-class correlation coefficients, ICC)及其95%CI分别为0.83 (95%CI: 0.82 ~ 0.85)和0.78 (95%CI: 0.76 ~ 0.81)。

3. 统计学分析:本研究数据分析采用Stata 13.1软件,使用双侧检验,显著性水平为 $\alpha=0.05$ 。比较不同出生季节研究对象的社会人口学特征、生活方式等分布有无统计学差异,连续型变量采用协方差分析,分类变量采用logistic回归模型,报告调整年龄及地区后的均数或构成比。采用多元线性回归模型,在以初潮年龄为结局的分析中调整年龄及项目地区。在以绝经年龄或生育年限为结局的分析中调整年龄、地区、教育程度、婚姻状况、吸烟、饮酒、膳食摄入频率(蔬菜、水果和红肉)、体力活动及BMI,在此基础上进一步调整初潮年龄,判断初潮年龄是否为出生季节与绝经年龄间的中介因素。

为检验结果的稳健性,在初潮年龄的分析中,增加调整反映生命早期营养状况的腿长<sup>[19-20]</sup>。在绝经年龄或生育年限的分析中增加调整腿长、妊娠次数及口服避孕药情况;或进一步排除基线时患有冠心病、中风/短暂性脑缺血发作及恶性肿瘤的研究对象重复上述分析。此外,采用似然比检验,比较有交互项模型和无交互项模型的差异,分析城市或农村地区、不同出生年代的女性出生季节与初潮年龄、绝经年龄及生育年限的关联是否存在差异。分析初潮年

龄时, 出生年代分为 1925—1939、1940—1949、1950—1959 及 1960—1978 年 4 组; 分析绝经年龄及生育年限时, 因出生于 1960—1978 年的研究对象绝经女性较少, 故将最后两组合并。

结 果

本研究共纳入分析 285 186 名女性, 平均年龄 (50.6±10.5) 岁。表 1 为调整年龄和项目地区后, 不同出生季节研究对象的基本特征。与春季出生的女性相比, 秋、冬季节出生的女性摄入新鲜水果更多, 体力活动更少, BMI 更小; 夏季出生的研究对象教育程度相对较低, 摄入红肉更多。

出生季节与女性初潮年龄、绝经年龄及生育年限关联的多因素分析结果见表 2。在调整了可能的混杂因素后, 与春季出生的女性相比, 出生于夏、秋及冬季的女性初潮年龄平均晚 0.14 (95%CI: 0.13~0.16)、0.26 (95%CI: 0.24~0.27) 及 0.10 (95%CI: 0.08~0.12) 岁; 绝经年龄相应平均晚 0.14 (95%CI: 0.08~0.20)、0.18 (95%CI: 0.12~0.24) 及 0.09 (95%CI: 0.03~0.16) 岁。进一步调整初潮年龄时, 关联略有减小, 但差异有统计学意义。多因素调整后并未发现出生季节与生育年限间存在有统计学显著性的关联。图 1 进一步展示了不同出生月份的调整后平均值, 与上述结果类似, 3 月出生的研究对象初潮及绝经年龄较早, 出生月份与生育年限间差异无统计学意义。

敏感性分析中, 回归系数均未发生明显改变 (结果未展示)。在亚组分析中, 出生季节与初潮年龄、绝经年龄及生育年限的关联在城乡地区及不同出生年代间差异均无统计学意义 (交互检验 P 值均 >0.05), 回归系数及 95%CI 见图 2, 3。

讨 论

本研究利用覆盖我国 10 个地区近 30 万规模的女性人群调查数据分析出生季节与女性初潮年龄、绝经年龄及生育年限间的关联。结果显示, 在调整了可能的影响因素后, 出生于春季的女性初潮年龄及绝经年龄均更早, 生育年限与出生季节无关。这种现象在农村或城

表 1 不同出生季节女性的基线特征分布 (n=285 186)

特 征	出生季节			
	春	夏	秋	冬
人数	66 700	69 350	78 415	70 721
绝经人数	29 884	32 290	36 501	33 698
基本特征				
年龄(岁)	50.39 <sup>a</sup>	50.61 <sup>b</sup>	50.47 <sup>ab</sup>	50.81
城市(%)	44.08 <sup>a</sup>	44.70 <sup>a</sup>	45.81	44.18 <sup>a</sup>
初中以上教育程度(%)	44.88 <sup>ac</sup>	44.28 <sup>b</sup>	44.59 <sup>bc</sup>	45.18 <sup>a</sup>
已婚(%)	89.23 <sup>a</sup>	89.37 <sup>a</sup>	89.36 <sup>a</sup>	89.01 <sup>a</sup>
生活方式及 BMI				
每日吸烟(%)	2.33 <sup>a</sup>	2.28 <sup>a</sup>	2.27 <sup>a</sup>	2.35 <sup>a</sup>
每周饮酒(%)	2.02 <sup>a</sup>	2.06 <sup>a</sup>	2.08 <sup>a</sup>	1.97 <sup>a</sup>
红肉(天/周)	3.55 <sup>ab</sup>	3.58 <sup>b</sup>	3.57 <sup>ab</sup>	3.55 <sup>a</sup>
新鲜蔬菜(天/周)	6.84 <sup>a</sup>	6.84 <sup>a</sup>	6.84 <sup>a</sup>	6.84 <sup>a</sup>
新鲜水果(天/周)	2.81 <sup>a</sup>	2.83 <sup>ab</sup>	2.84 <sup>ab</sup>	2.85 <sup>b</sup>
体力活动(MET-h/d)	20.70 <sup>a</sup>	20.64 <sup>ab</sup>	20.46 <sup>c</sup>	20.52 <sup>bc</sup>
BMI	23.90 <sup>a</sup>	23.87 <sup>a</sup>	23.81 <sup>b</sup>	23.80 <sup>b</sup>
女性生育史				
初潮年龄	15.06	15.20	15.32	15.16
绝经年龄 <sup>d</sup>	48.41	48.56 <sup>ab</sup>	48.62 <sup>b</sup>	48.51 <sup>a</sup>
生育年限 <sup>d</sup>	32.93 <sup>a</sup>	32.96 <sup>a</sup>	32.91 <sup>a</sup>	32.95 <sup>a</sup>

注: MET: 代谢当量; MET-h/d: MET-h/d; <sup>abc</sup>标有相同字母的百分比或均值表明经 Bonferroni 多重校正后, 两者间的差异无统计学意义; Bonferroni 校正水平: 0.008 (4 个出生季节之间两两比较); <sup>d</sup>只在已绝经的 132 373 名女性中进行分析, 除各出生季节人数及绝经人数外, 表中报告均值或构成比, 其中除基线年龄与城乡构成比外, 其他变量均调整了基线年龄和项目地区

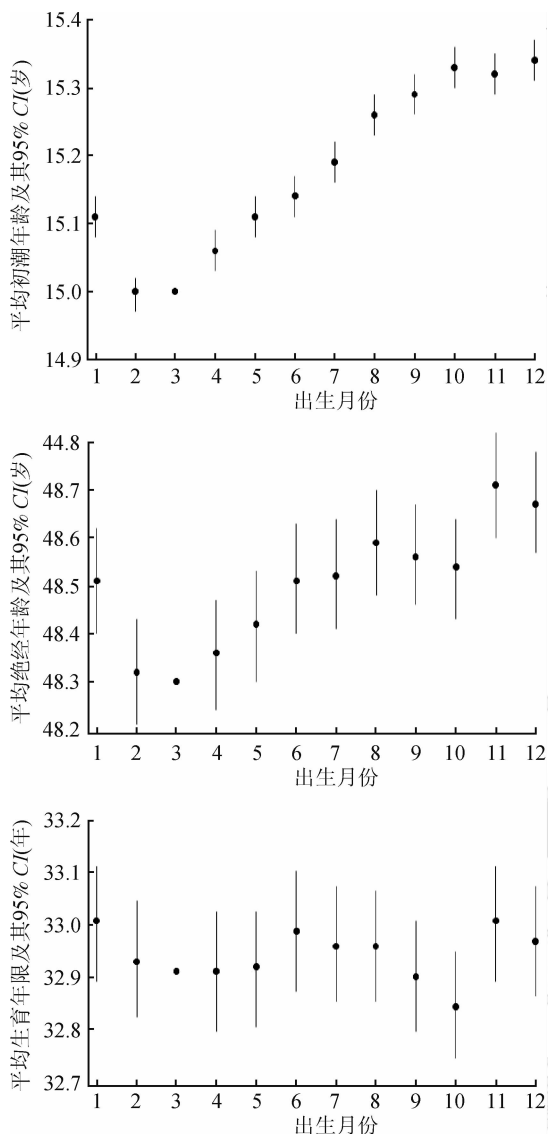
市及不同出生年代的女性中相近。

既往关注出生季节与初潮年龄的研究较少, 且结果多不一致<sup>[11-16]</sup>。例如, 基于英国生物银行 (UK Biobank) 的研究表明出生于夏季的女性初潮年龄晚 0.11 岁<sup>[16]</sup>; 而波兰的研究则发现出生于夏季的女性初潮年龄早 0.22 岁<sup>[14]</sup>。关于绝经年龄的研究则更

表 2 不同出生季节与女性初潮年龄、绝经年龄及生育年限的关联

特 征	出 生 季 节			
	春	夏	秋	冬
初潮年龄 (n=285 186)				
人数	66 700	69 350	78 415	70 721
未调整任何因素	0.00	0.16(0.14~0.17)	0.26(0.25~0.28)	0.13(0.11~0.14)
调整年龄、地区	0.00	0.14(0.13~0.16)	0.26(0.24~0.27)	0.10(0.08~0.12)
绝经年龄 (n=132 373)				
人数	29 884	32 290	36 501	33 698
未调整任何因素	0.00	0.17(0.10~0.23)	0.25(0.19~0.32)	0.14(0.08~0.20)
调整年龄、地区	0.00	0.16(0.10~0.22)	0.22(0.15~0.28)	0.10(0.04~0.17)
多因素调整 <sup>a</sup>	0.00	0.16(0.10~0.22)	0.22(0.16~0.28)	0.11(0.04~0.17)
+初潮年龄	0.00	0.14(0.08~0.20)	0.18(0.12~0.24)	0.09(0.03~0.16)
生育年限 (n=132 373)				
人数	29 884	32 290	36 501	33 698
未调整任何因素	0.00	0.03(-0.03~0.10)	0.02(-0.05~0.08)	0.04(0.02~0.11)
调整年龄、地区	0.00	0.03(-0.04~0.10)	-0.02(-0.09~0.05)	0.02(-0.04~0.09)
多因素调整 <sup>a</sup>	0.00	0.03(-0.03~0.10)	-0.02(-0.08~0.05)	0.02(-0.05~0.09)

注: 表中各模型报告回归系数及其 95%CI; <sup>a</sup>调整因素包括年龄、项目地区、教育程度、婚姻状况、吸烟、饮酒、膳食频率 (蔬菜、水果和红肉)、体力活动及基线时 BMI



注:圆点表示调整后均值;竖线表示95%CI。初潮年龄调整年龄及地区;绝经年龄及生育年限调整年龄、项目地区、教育程度、婚姻状况、吸烟、饮酒、膳食摄入频率(蔬菜、水果和红肉)、体力活动、基线时BMI及初潮年龄

图1 不同出生月份女性的调整后平均初潮年龄、绝经年龄及生育年限

少。一项基于意大利医院登记系统开展的研究发现,春季出生的女性绝经年龄比秋季出生女性早0.93岁<sup>[15]</sup>。这可能是由于日照强度、食物供给等因素随季节的变异情况与地理位置密切相关,因此不同地区发现的关联及关联强度并不一致;不同地区人口特征不一致也可能产生不同结果。

大量动物实验和人群研究表明,胚胎期神经内分泌系统的发育易受到营养不足的影响<sup>[21]</sup>,如宫内营养不足会导致胎儿肾上腺皮质功能亢进<sup>[22]</sup>,刺激雄激素的分泌<sup>[23-25]</sup>,进而影响胎儿生殖系统的发育。同时胚胎期营养不足的个体在儿童期存在生长追赶现象<sup>[26-27]</sup>,导致儿童期体重增长较快,进而使初

潮年龄提前。既往研究也证实出生体重较轻的女性,其初潮年龄较早<sup>[28-29]</sup>。但是在胚胎发育的哪个阶段营养摄入不足可能会影响女性的初潮年龄则尚未明确。本研究的结果提示在胚胎发育5个月起可能是这一效应的关键期。女性卵巢发育期为胚胎发育5个月至出生前的一段时间<sup>[30]</sup>。而春季出生女性的卵巢发育期大约从前一年晚秋持续至第二年春季,这段时间我国大部分地区食物供给均较少<sup>[31]</sup>,孕妇更可能营养摄入不足,与本研究发现春季出生的女性初潮年龄更早相符。有研究表明女性在儿童期体内维生素D水平越低,初潮年龄越早<sup>[32]</sup>,而母亲在孕期体内维生素D的水平可能会影响子代新生儿期乃至儿童期的维生素D水平<sup>[33]</sup>。本研究纳入的女性基本上出生于20世纪30—70年代,在此期间维生素D营养补充剂尚未普及,因此其母亲怀孕期间体内的维生素D水平与紫外线暴露有着较强的相关性。在我国大部分地区,晚秋及冬季的阳光照射时间短、紫外线强度较低<sup>[34]</sup>。出生季节与女性初潮年龄之间的关联,也可能与其母亲在孕中后期体内的维生素D含量不足有关。

本研究还发现出生于春季的女性绝经年龄更早,季节变异趋势基本与初潮年龄一致。在绝经年龄的分析中,额外调整初潮年龄,出生季节对绝经年龄的回归系数仅略微减小,提示绝经年龄早不完全是由于初潮年龄早而导致的。目前关注生命早期相关因素与绝经年龄的研究较局限,机制也不清楚,可能的解释是卵巢发育期胚胎营养摄入不足,或母亲体内的维生素D含量不足,可能对子代生殖系统发育过程中的某个环节产生影响,进而影响子代成年后的绝经年龄。本研究并未发现出生季节与女性生育年限有关,提示卵巢发育过程中卵细胞数量可能不受季节相关因素的影响。对此还需要进一步的研究对其内在机制进行探索。

既往关于出生季节或出生月与初潮及绝经年龄的关联研究多基于欧洲人群,在我国乃至亚洲人群中该类研究尚处于空白阶段。本研究样本量大,且选择的10个项目地点位于季节变异较大的中低纬度地区、覆盖5个城市地区和5个农村地区。本研究也有一定的局限性。首先,初潮及绝经年龄是通过研究对象自报得到的,可能存在一定的回忆偏倚。第二,本研究未收集研究对象围生期、儿童及青少年时期的家庭社会经济状况及营养摄入等信息。这主要是因为我国早年缺乏完善的围产期保健记录,同时研究对象自报信息由于相隔时间较远,可能存在

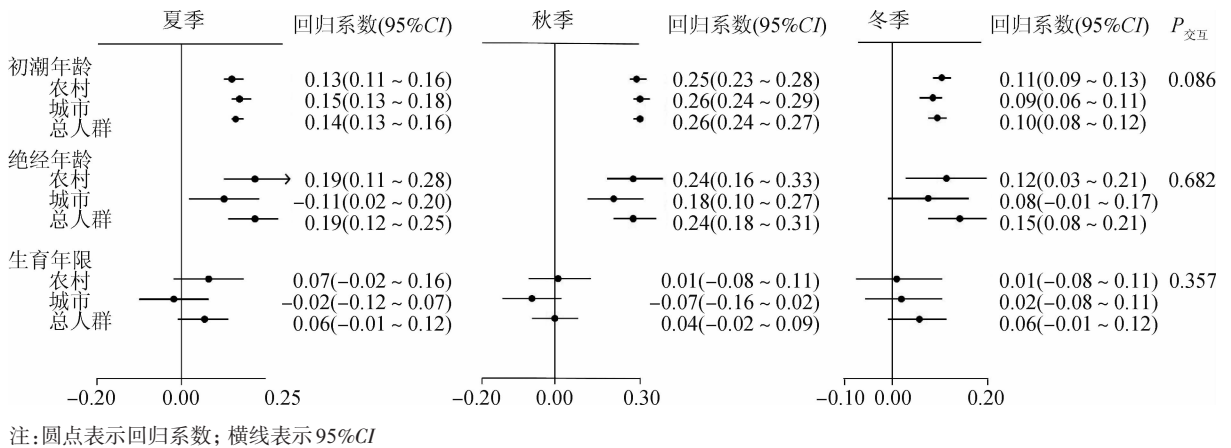


图2 城市及农村地区出生季节与女性初潮年龄、绝经年龄及生育年限的关联

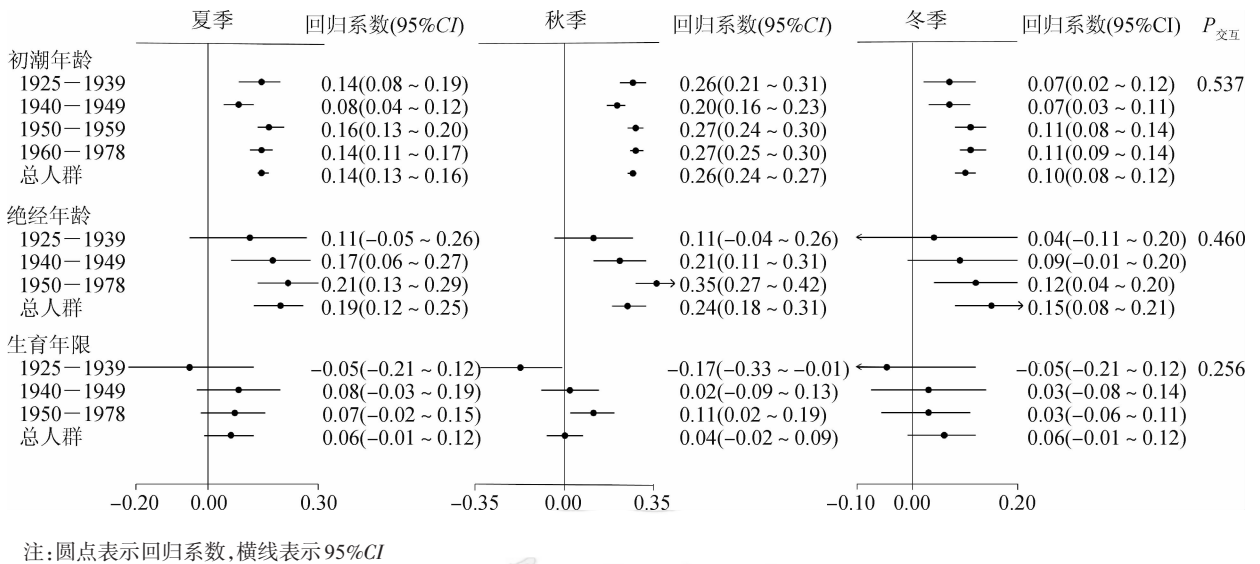


图3 不同出生年代出生季节与女性初潮年龄、绝经年龄及生育年限的关联

较大的回忆偏倚。虽然在敏感性分析中调整了腿长这一可以反映生命早期营养状况的变量<sup>[19-20]</sup>,结果并未发生明显改变,但仍有可能存在残余混杂。既往研究表明额外调整反映儿童期经济水平或营养条件的变量后关联值基本不变<sup>[35]</sup>,也提示这些因素引起的混杂作用可能不大。

本研究利用CKB项目近30万女性的基线调查数据,发现出生于春季的女性初潮年龄及绝经年龄均更早。提示生命早期某些存在季节变异的因素如营养摄入等可能会影响女性生殖系统的发育,目前仍需进一步的研究对此结果进行验证及对这一关联的内在机制进行解释。因此,孕期合理饮食及保健关系到后代生殖系统的发育乃至终身健康。慢性病的预防不应局限于成年期,而应着眼于整个生命历程。  
志谢 所有参加CKB项目的队列成员和各项目地区的现场调查队调查员,感谢项目管理委员会、国家项目办公室、牛津协作中心和10个项目地区办公室的工作人员

利益冲突 无

### 参 考 文 献

- [1] Stoll BA, Vatten LJ, Kvinnsland S. Does early physical maturity influence breast cancer risk? [J]. Acta Oncol, 1994, 33 (2) : 171-176.
- [2] Feng Y, Hong XM, Wilker E, et al. Effects of age at menarche, reproductive years, and menopause on metabolic risk factors for cardiovascular diseases [J]. Atherosclerosis, 2008, 196 (2) : 590-597. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2007.06.016.
- [3] Fox KM, Magaziner J, Sherwin R, et al. Reproductive correlates of bone mass in elderly women. Study of Osteoporotic Fractures Research Group [J]. J Bone Miner Res Off J Am Soc Bone Miner Res, 1993, 8 (8) : 901-908. DOI: 10.1002/jbmr.5650080802.
- [4] Sloboda DM, Hart R, Doherty DA, et al. Age at menarche: Influences of prenatal and postnatal growth [J]. J Clin Endocrinol Metab, 2007, 92 (1) : 46-50. DOI: 10.1210/jc.2006-1378.
- [5] Treloar SA, Sadrzadeh S, Do KA, et al. Birth weight and age at menopause in Australian female twin pairs: exploration of the

- fetal origin hypothesis [J]. *Hum Reprod*, 2000, 15 (1) : 55-59. DOI: 10.1093/humrep/15.1.55.
- [6] Reffellmann T, Ittermann T, Empen K, et al. Is cardiovascular mortality related to the season of birth? evidence from more than 6 million cardiovascular deaths between 1992 and 2007 [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2011, 57 (7) : 887-888. DOI: 10.1016/j.jacc.2010.10.021.
- [7] Muñoz-Tuduri M, García-Moro C. Season of birth affects short-and long-term survival [J]. *Am J Phys Anthropol*, 2008, 135 (4) : 462-468. DOI: 10.1002/ajpa.20770.
- [8] Krenz-Niedbala M, Puch EA, Kościński K. Season of birth and subsequent body size: the potential role of prenatal vitamin D [J]. *Am J Hum Biol*, 2011, 23 (2) : 190-200. DOI: 10.1002/ajhb.21101.
- [9] Murray LJ, O'Reilly DP, Betts N, et al. Season and outdoor ambient temperature: effects on birth weight [J]. *Obstet Gynecol*, 2000, 96 (5 Pt 1) : 689-695. DOI: 10.1016/S0029-7844 (00) 01022-X.
- [10] Waldie KE, Poulton R, Kirk IJ, et al. The effects of pre-and post-natal sunlight exposure on human growth: evidence from the Southern Hemisphere [J]. *Early Hum Dev*, 2000, 60 (1) : 35-42. DOI: 10.1016/S0378-3782(00)00102-X.
- [11] Huber S, Fieder M, Wallner B, et al. Brief communication: birth month influences reproductive performance in contemporary women [J]. *Hum Reprod*, 2004, 19 (5) : 1081-1082. DOI: 10.1093/humrep/deh247.
- [12] Albright DL, Voda AM, Smolensky MH, et al. Seasonal characteristics of and age at menarche [J]. *Chronobiol Int*, 1990, 7(3) : 251-258. DOI: 10.3109/07420529009056983.
- [13] Boldsen JL. Season of birth and recalled age at menarche [J]. *J Biosoc Sci*, 1992, 24(2) : 167-173.
- [14] Kliś K, Jarzebak K, Borowska-Strugińska B, et al. Season of birth influences the timing of first menstruation [J]. *Am J Hum Biol*, 2016, 28(2) : 226-232. DOI: 10.1002/ajhb.22783.
- [15] Cagnacci A, Pansini FS, Bacchi-Modena A, et al. Season of birth influences the timing of menopause [J]. *Hum Reprod*, 2005, 20 (8) : 2190-2193. DOI: 10.1093/humrep/dei040.
- [16] Day FR, Forouhi NG, Ong KK, et al. Season of birth is associated with birth weight, pubertal timing, adult body size and educational attainment: a UK Biobank study [J]. *Heliyon*, 2015, 1 (2) : e00031. DOI: 10.1016/j.heliyon.2015.e00031.
- [17] Chen ZM, Chen JS, Collins R, et al. China Kadoorie Biobank of 0.5 million people: survey methods, baseline characteristics and long-term follow-up [J]. *Int J Epidemiol*, 2011, 40 (6) : 1652-1666. DOI: 10.1093/ije/dyr120.
- [18] Onland-Moret NC, Peeters PH, van Gils CH, et al. Age at menarche in relation to adult height: the EPIC study [J]. *Am J Epidemiol*, 2005, 162(7) : 623-632. DOI: 10.1093/aje/kwi260.
- [19] Wang N, Zhang XL, Xiang YB, et al. Associations of adult height and its components with mortality: a report from cohort studies of 135 000 Chinese women and men [J]. *Int J Epidemiol*, 2011, 40(6) : 1715-1726. DOI: 10.1093/ije/dyr173.
- [20] Bogin B, Varela-Silva MI. Leg length, body proportion, and health: a review with a note on beauty [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2010, 7(3) : 1047-1075. DOI: 10.3390/ijerph7031047.
- [21] Clark PM, Hindmarsh PC, Shiell AW, et al. Size at birth and adrenocortical function in childhood [J]. *Clin Endocrinol (Oxf)*, 1996, 45(6) : 721-726. DOI: 10.1046/j.1365-2265.1996.8560864.x.
- [22] Ibáñez L, Potau N, Francois I, et al. Precocious pubarche, hyperinsulinism, and ovarian hyperandrogenism in girls: relation to reduced fetal growth [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 1998, 83 (10) : 3558-3562. DOI: 10.1210/jcem.83.10.5205.
- [23] Ibáñez L, Potau N, Marcos MV, et al. Exaggerated adrenarche and hyperinsulinism in adolescent girls born small for gestational age [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 1999, 84 (12) : 4739-4741. DOI: 10.1210/jcem.84.12.6341.
- [24] Francois I, de Zegher F. Adrenarche and fetal growth [J]. *Pediatr Res*, 1997, 41(3) : 440-442. DOI: 10.1203/00006450-199703000-00023.
- [25] Dahlgren J, Boguszewski M, Rosberg S, et al. Adrenal steroid hormones in short children born small for gestational age [J]. *Clin Endocrinol (Oxf)*, 1998, 49 (3) : 353-361. DOI: 10.1046/j.1365-2265.1998.00514.x.
- [26] Fall CH, Pandit AN, Law CM, et al. Size at birth and plasma insulin-like growth factor-1 concentrations [J]. *Arch Dis Child*, 1995, 73(4) : 287-293. DOI: 10.1136/adc.73.4.287.
- [27] Adair LS, Popkin BM. Birth weight, maturity and proportionality in Filipino infants [J]. *Hum Biol*, 1988, 60(2) : 319-339.
- [28] Terry MB, Ferris JS, Tehranifar P, et al. Birth weight, postnatal growth, and age at menarche [J]. *Am J Epidemiol*, 2009, 170(1) : 72-79. DOI: 10.1093/aje/kwp095.
- [29] Adair LS. Size at birth predicts age at menarche [J]. *Pediatrics*, 2001, 107(4) : E59.
- [30] Simoons FJ. *Food in China: a cultural and historical inquiry* [M]. Boca Raton: CRC Press, 1990.
- [31] Lampl M, Jeanty P. Timing is everything: a reconsideration of fetal growth velocity patterns identifies the importance of individual and sex differences [J]. *Am J Hum Biol*, 2003, 15(5) : 667-680. DOI: 10.1002/ajhb.10204.
- [32] Villamor E, Marin C, Mora-Plazas M, et al. Vitamin D deficiency and age at menarche: a prospective study [J]. *Am J Clin Nutr*, 2011, 94(4) : 1020-1025. DOI: 10.3945/ajcn.111.018168.
- [33] Kassab M, Shaban I, Mohammad K, et al. Prevalence of hypovitaminosis D among Jordanian healthy infants: a descriptive cross sectional study [J]. *J Pediatr Nurs*, 2016, 31(2) : e119-125. DOI: 10.1016/j.pedn.2015.10.004.
- [34] Webb AR. Who, what, where and when-influences on cutaneous vitamin D synthesis [J]. *Prog Biophys Mol Biol*, 2006, 92(1) : 17-25. DOI: 10.1016/j.pbiomolbio.2006.02.004.
- [35] Schooling CM, Jiang CQ, Lam TH, et al. Leg length and age of puberty among men and women from a developing population: the Guangzhou Biobank Cohort study [J]. *Am J Hum Biol*, 2010, 22(5) : 683-687. DOI: 10.1002/ajhb.21067.

(收稿日期: 2016-12-12)

(本文编辑: 王岚)