

## · 临床流行病学 ·

# 孕期妇女膳食指南依从性指数与子代先天性心脏病的关系

常倩倩 党少农 颜虹 曾令霞 杨姣梅

西安交通大学医学部公共卫生学院流行病与卫生统计学教研室, 西安 710061

通信作者: 杨姣梅, Email: violetym18@xjtu.edu.cn

**【摘要】 目的** 研究孕期妇女膳食指南依从性指数(CDGCI\_PW)与子代先天性心脏病(先心病)的关系。**方法** 在陕西省西安市开展以医院为基础的病例对照研究, 采用半定量食物频率问卷调查孕妇整个孕期的饮食情况。应用修订的 CDGCI\_PW 评分评估孕期膳食质量, 运用 logistic 回归分析其与子代先心病的关系, 采用受试者工作特征曲线(ROC)构建 CDGCI\_PW 对子代先心病患病的预测模型。**结果** 共纳入 1 422 名研究对象, 病例组 474 名, 对照组 948 名。病例组 CDGCI\_PW 评分  $M(Q_1, Q_3)$  为 46.0(26.0, 65.0) 分低于对照组 60.0(40.0, 77.0) 分, 两组间差异有统计学意义( $P < 0.001$ )。与 CDGCI\_PW 评分  $Q_1$  组相比, CDGCI\_PW 评分  $Q_2$ 、 $Q_3$  和  $Q_4$  组的子代总先心病发生风险均降低( $OR = 0.60$ ,  $95\%CI: 0.43 \sim 0.83$ ;  $OR = 0.64$ ,  $95\%CI: 0.45 \sim 0.89$ ;  $OR = 0.29$ ,  $95\%CI: 0.19 \sim 0.44$ ) (趋势检验  $P < 0.001$ )。CDGCI\_PW 评分每增加 10 分, 子代总先心病的发生风险降低 17% ( $OR = 0.83$ ,  $95\%CI: 0.79 \sim 0.88$ )。构建 ROC 预测的曲线下面积为 0.793 ( $95\%CI: 0.768 \sim 0.818$ ), 约登指数最大处的灵敏度为 0.740、特异度为 0.725。**结论** 本研究提示改善妇女孕期膳食质量可降低子代先心病的发生风险。

**【关键词】** 先天性心脏病; 孕期妇女膳食指南依从性指数; 膳食质量

**基金项目:** 国家自然科学基金(82103852, 81230016); 中国博士后科学基金(2019M663751); 陕西省卫生和计划生育委员会基金(Sxwsjswzfcg2016-013)

## Relationship between Chinese dietary guidelines compliance index for pregnant women and congenital heart disease in offspring

Chang Qianqian, Dang Shaonong, Yan Hong, Zeng Lingxia, Yang Jiaomei

Department of Epidemiology and Health Statistics, School of Public Health, Xi'an Jiaotong University Health Science Center, Xi'an 710061, China

Corresponding author: Yang Jiaomei, Email: violetym18@xjtu.edu.cn

**【Abstract】 Objective** To study the relationship between the Chinese dietary guidelines compliance index for pregnant women (CDGCI\_PW) and congenital heart disease (CHD) in offspring. **Methods** In a hospital-based case-control study conducted in Xi'an, Shaanxi province, semi-quantitative food frequency questionnaires were used to investigate the diets of pregnant women throughout pregnancy. The modified CDGCI\_PW score was used to evaluate dietary quality during pregnancy, logistic regression was applied to analyze the relationship between CDGCI\_PW score and offspring CHD, and the ROC curve was adopted to construct the prediction model of CDGCI\_PW for offspring CHD. **Results** A total of 1 422 subjects were enrolled, including 474 in the case group and 948 in the control group. The CDGCI\_PW score in the case group  $M(Q_1, Q_3)$  was 46.0 (26.0, 65.0) lower than that in the control group, which was 60.0 (40.0, 77.0). The difference

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220429-00358

收稿日期 2022-04-29 本文编辑 张婧

引用格式: 常倩倩, 党少农, 颜虹, 等. 孕期妇女膳食指南依从性指数与子代先天性心脏病的关系[J]. 中华流行病学杂志, 2022, 43(12): 1979-1985. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220429-00358.

Chang QQ, Dang SN, Yan H, et al. Relationship between Chinese dietary guidelines compliance index for pregnant women and congenital heart disease in offspring[J]. Chin J Epidemiol, 2022, 43(12): 1979-1985. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220429-00358.



between the two groups was significant ( $P < 0.001$ ). Compared with those in the  $Q_1$  of CDGCI\_PW, the offspring in the  $Q_2$ ,  $Q_3$ , and  $Q_4$  of CDGCI\_PW had a lower risk of total CHD ( $OR = 0.60$ , 95%CI: 0.43-0.83;  $OR = 0.64$ , 95%CI: 0.45-0.89;  $OR = 0.29$ , 95%CI: 0.19-0.44), with the trend test  $P < 0.001$ . The risk of total CHD was reduced by 17% ( $OR = 0.83$ , 95%CI: 0.79-0.88) when 10 points increased the CDGCI\_PW score. The area under curve predicted by constructing the ROC curve was 0.793 (95%CI: 0.768-0.818), and at the maximum of the Youden index, the sensitivity was 0.740, and the specificity was 0.725. **Conclusion** This study suggests that improving dietary quality during pregnancy may reduce the risk of CHD in offspring.

**【Key words】** Congenital heart disease; Chinese dietary guidelines compliance index for pregnant women; Diet quality

**Fund programs:** National Natural Science Foundation of China (82103852, 81230016); China Postdoctoral Science Foundation (2019M663751); Fund of Shaanxi Health and Family Planning Commission (Sxwsjswzfcg2016-013)

先天性心脏病(先心病)是常见的出生缺陷,占出生缺陷的 30% 左右。全球研究显示 1970-2017 年先心病发病率逐步上升,在 2010-2017 年达 9.41%<sup>[1]</sup>。先心病通常会导致流产、死胎、死产和新生儿死亡,是新生儿非感染性死亡以及 5 岁以下儿童总死亡的首位原因<sup>[2]</sup>,已成为重要的公共卫生问题。

孕期营养是影响胎儿生长发育的重要可控因素。越来越多的研究开始关注孕期营养与先心病的关系,但是大部分研究聚焦于某些特定营养素,如叶酸、铁、锌、硒等<sup>[3-4]</sup>,没有综合考虑整体膳食质量对先心病的影响。膳食指数可用来评估和量化整体膳食质量,更适合于探究膳食与健康结局之间的关联<sup>[5]</sup>。一项在美国开展的病例对照研究通过孕期饮食质量指数和地中海饮食评分评估孕妇膳食质量,结果显示良好的膳食质量与心脏间隔缺损的发生风险降低有关<sup>[6]</sup>。最近有研究依据《中国居民膳食指南(2016)》中孕期妇女膳食原则,建立了一种简单有效的中国孕妇膳食评估方法—孕期妇女膳食指南依从性指数(CDGCI\_PW),该指数对中国孕期膳食指南具有较好的依从性,可筛查出需要进行膳食指导的重点孕妇<sup>[7-8]</sup>。但是,新建立的 CDGCI\_PW 应用还有待进一步验证推广。因此,本研究探索 CDGCI\_PW 与子代先心病的关系,并构建 CDGCI\_PW 对子代先心病患病的预测模型,为开展先心病早期营养干预提供科学依据。

## 资料与方法

1. 资料来源:2014 年 8 月至 2016 年 8 月在陕西省西安市进行的以医院为基础的病例对照研究。研究对象为居住在陕西省且在 6 家三甲医院产科

待产的孕妇。这 6 家三甲医院是国家出生缺陷监测医院或具有出生缺陷监测资质。胎儿诊断为先心病且无基因或染色体异常的孕妇纳入病例组,未诊断出生缺陷胎儿的孕妇纳入对照组。每月在医院随机抽取对照,对照人数与当月纳入病例人数之比为 2:1。先心病由超声科、儿科和产科的专家通过超声心动图、心导管检查和/或手术诊断确定,对每名出生后的婴儿进行详细的体格检查,以确认产前诊断,出生后一年电话随访以再次确认诊断。

## 2. 膳食调查内容与方法:

(1)膳食调查内容:采用半定量食物频率问卷(FFQ)调查在医院待产且符合条件的孕妇整个孕期的饮食情况。由于既往研究表明孕妇的膳食习惯在整个孕期较稳定<sup>[9]</sup>,本研究一次性调查其整个孕期的膳食摄入<sup>[10]</sup>。病例组和对照组从访谈结束到分娩的中位时间均为 2 d。该 FFQ 经过现场使用和评价,具有良好的重复性和有效性<sup>[11]</sup>。调查包括了陕西省当地居民普遍食用的 111 类食物。孕妇根据 8 个预定义类别报告孕期食物的消费频率,并在食物份量图像的帮助下回忆份量大小。

(2)膳食评估方法:①CDGCI\_PW 的构成:对孕早期和孕中晚期分别构建 CDGCI\_PW,共有 13 个关键考核点,总分 100 分<sup>[7-8]</sup>。孕早期和孕中晚期 CDGCI\_PW 的共同关键考核点有 12 个,包括:考核点 1 和 2 反映了膳食多样性,膳食指南建议平均每人每周需摄入 11 大类食物,每天摄入大于 12 种;中间的 9 种考核点根据膳食指南的推荐摄入量和建议摄入频率,涉及主食、深色蔬菜、畜禽肉和鸡蛋的每日摄入量,牛奶及其制品、大豆及其制品、坚果及其制品、动物血/肝脏和海产品的每周摄入频率,以及家庭碘盐的摄入;考核点 13 反映了个人的饮食习惯。其中,孕早期的 CDGCI\_PW 考核点增加了叶

酸摄入,孕中晚期的 CDGCI\_PW 考核点增加了全谷物和杂豆摄入。由于本研究对象整个孕期叶酸摄入水平都远低于 400 g/d(病例组为 219.4 g/d,对照组为 244.2 g/d)<sup>[10]</sup>,且深色蔬菜考核点可反映叶酸摄入情况,因此在本研究中去掉原来存在于孕早期的叶酸摄入考核点。考虑到本研究收集的是整个孕期膳食情况,因此需要调整原来的孕早期和孕中晚期 CDGCI\_PW 考核点以综合反映整个孕期的膳食摄入。中国妇幼人群膳食指南建议中主食等在孕早、中和晚期的推荐摄入量不一致,为了综合评估取 3 个时期同一指标摄入量的平均数,孕早期 150 g、孕中期 200 g 和孕晚期 200 g 取平均值为 183.3 g,同样瘦肉、水产品或鸡蛋摄入量 3 个时期取平均值为 116.7 g,其他组分 3 个时期摄入量和摄入频率评价标准相同直接沿用。本研究没有专门询问含碘食盐摄入情况,而既往研究显示西北地区含碘食盐摄入基本普遍<sup>[12]</sup>,因此给研究对象的含碘食盐考核点赋值为满分。②CDGCI\_PW 的评分标准:考虑到本研究最后构建的孕期 CDGCI\_PW 考核点与原来的孕中晚期 CDGCI\_PW 考核点类似,故采用 CDGCI\_PW 孕中晚期评分标准。考核点 1 和 2 根据个人平均每周摄入的食物大类数和个人平均每天摄入的食物种类数进行赋值,分别最低分 0 分,最高分 25 分,中间随着食物种类增加分值增大。针对考核点 5、8、10 和 12,对其赋值 0~5 分,回答“是”得 5 分。考核点 3、4、6、7、9 和 11,分值范围 0~4 分,随着食物摄入频率增加分值增大。个人饮食习惯,平均每周食用 3 次以上高油、高盐、高糖食品时,得 0 分,反之 6 分。修订的 CDGCI\_PW 具体评分标准见表 1。

3. 协变量:采用统一设计的家庭调查问卷,在符合条件的待产孕妇中面对面收集其孕期信息。①社会人口学特征:母亲年龄、居住地、职业、文化程度、产次;②孕早期健康相关因素:被动吸烟、药物使用、贫血、叶酸或铁补充剂使用。

4. 质量控制:调查员均由西安交通大学医学部公共卫生学院的研究生担任,且在项目开始前经过了统一培训,熟知调查内容和注意事项,掌握问卷询问技能和信息采集方法。调查前告知调查对象研究内容;调查过程中保持客观科学的态度,按问卷内容逐项询问并准确填写;调查完后及时检查问卷,确认无误后统一收回,并采用双录入的方法进行数据录入,以保证数据的真实可信。调查对象均签署知情同意书。

5. 统计学分析:采用 EpiData 3.1 软件建立数据库进行双录入,采用 Stata 15.0 软件进行统计学分析。计数资料采用频数和构成比进行描述,率的比较采用  $\chi^2$  检验。Shapiro-Wilk 检验显示连续型变量呈非正态分布,故连续型变量采用  $M(Q_1, Q_3)$  描述,组间比较采用非参数检验 Mann-Whitney  $U$  检验。将 CDGCI\_PW 评分按对照组四分位数整理成四分类变量,通过 logistic 回归模型分析母亲 CDGCI\_PW 评分与子代先心病的关系,并进行趋势检验。采用受试者工作特征曲线(ROC),以约登指数(即灵敏度与特异度之和减去 1)最大确定 CDGCI\_PW 评分对先心病的最佳截断值。在这个最佳截断值处,CDGCI\_PW 发现真正的先心病胎儿和非先心病胎儿的总能力最强、真实性最好。ROC 曲线下面积(AUC)显示母亲 CDGCI\_PW 作为子代先心病预测指标的准确性,在  $AUC > 0.5$  的情况下,  $AUC$  越接近 1,说明预测效果越好。 $AUC$  在 0.5~0.7 时有较低准确性,0.7~0.9 时有一定准确性,  $> 0.9$  时有较高准确性。双侧检验,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

1. 基本特征:共纳入 1 422 名研究对象,其中病例组 474 名,对照组 948 名。病例组和对照组研究对象在家庭居住地、母亲文化程度、母亲职业、产次、孕早期被动吸烟、贫血、用药和增补叶酸/铁的差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。对照组居住在城市、母亲文化程度高中及以上、母亲有工作、初产以及有增补叶酸/铁的比例比病例组高,而病例组孕早期被动吸烟、贫血和用药的比例比对照组高。见表 2。

2. CDGCI\_PW 各组分分布情况:病例组 CDGCI\_PW 评分  $M(Q_1, Q_3)$  为 46.0(26.0, 65.0) 分低于对照组 60.0(40.0, 77.0) 分,差异有统计学意义( $P < 0.001$ )。其中病例组研究对象在每周食物大类、每天食物种类、主食、牛奶及其制品、大豆及其制品、瘦肉、水产品 and 鸡蛋、坚果、动物血和肝脏、海鲜的评分也显著低于对照组( $P < 0.05$ )。见表 3。

3. CDGCI\_PW 评分与子代先心病关系:调整协变量后的多因素 logistic 回归分析结果显示,与 CDGCI\_PW 评分  $Q_1$  组相比,CDGCI\_PW 评分  $Q_2$ 、 $Q_3$  和  $Q_4$  组的子代总先心病的发生风险均降低( $OR = 0.60$ , 95%CI: 0.43~0.83;  $OR = 0.64$ , 95%CI: 0.45~0.89;  $OR = 0.29$ , 95%CI: 0.19~0.44)(趋势检验  $P <$



表 1 修订的孕期妇女膳食指南依从性指数(CDGCI\_PW)构成及评分标准

| 关键推荐                          | CDGCI_PW 考核点                                             | 分值范围 <sup>[7]</sup> |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------|
| 均衡饮食建议每周吃 11 类食物, 每天吃 >12 种食物 | 你平均每周吃多少类食物                                              |                     |
|                               | ≤6                                                       | 0                   |
|                               | 7~                                                       | 5~20(每增加 1 类 5 分)   |
|                               | ≥11                                                      | 25                  |
|                               | 你平均每天吃多少种食物                                              |                     |
|                               | ≤4                                                       | 0                   |
|                               | 5~                                                       | 1~6(每增加 1 种 1 分)    |
| 每天碳水化合物摄入量超过 130 g            | 11~                                                      | 7~24(每增加 1 种 2 分)   |
|                               | ≥20                                                      | 25                  |
|                               | 你每天主食的平均摄入量是否达到 183.3 g                                  |                     |
|                               | 否                                                        | 0                   |
| 全谷物和杂豆不少于主食的 1/3              | 是                                                        | 4                   |
|                               | 全谷物和杂豆占你主食摄入量的 1/3 以上吗                                   |                     |
|                               | 否                                                        | 0                   |
| 应每天食用绿叶蔬菜和彩色(红色和黄色)蔬菜         | 是                                                        | 4                   |
|                               | 你平均每天吃超过 200 g 的绿叶蔬菜和彩色蔬菜(红色和黄色)吗(原始重量)                  |                     |
|                               | 否                                                        | 0                   |
| 确保摄入足够的牛奶及其制品、大豆及其制品          | 是                                                        | 5                   |
|                               | 你平均每周喝多少次牛奶及其制品?(当每次饮用相当于 250 ml 新鲜液态牛奶时, 乳制品的摄入量被认为有意义) |                     |
|                               | ≤1                                                       | 0                   |
|                               | 2~                                                       | 1~3(每周增加 1 次 1 分)   |
|                               | ≥5                                                       | 4                   |
|                               | 你平均每周吃多少次大豆及其制品(当每次食用相当于 15 g 干大豆时, 豆制品摄入量被认为有意义)        |                     |
|                               | ≤1                                                       | 0                   |
| 适量食用瘦肉(畜禽肉类)、蛋类和坚果            | 2~                                                       | 1~3(每周增加 1 次 1 分)   |
|                               | ≥5                                                       | 4                   |
|                               | 你是否平均每天吃 116.7 g 瘦肉(畜禽肉类)、水产品(鱼、虾、贝类)或鸡蛋                 |                     |
|                               | 否                                                        | 0                   |
|                               | 是                                                        | 5                   |
|                               | 你平均每周吃几次坚果(当每次食用相当于 10 g 干坚果时, 坚果的摄入量被认为有意义)             |                     |
|                               | ≤1                                                       | 0                   |
| 每周吃 1~2 次富含铁的食物, 如动物血或肝脏      | 2~                                                       | 1~3(每周增加 1 次 1 分)   |
|                               | ≥5                                                       | 4                   |
|                               | 你平均每周吃多少次动物血和肝脏(动物血液和肝脏的摄取量每次达到 20~50 g 被认为有意义)          |                     |
|                               | 从不吃                                                      | 0                   |
| 每周吃 2~3 次加碘食盐和富含碘的海鲜, 如深海海鱼   | 1                                                        | 3                   |
|                               | ≥2                                                       | 5                   |
|                               | 你每天都吃加碘的食盐吗                                              |                     |
| 养成健康的饮食习惯                     | 否                                                        | 0                   |
|                               | 是                                                        | 4                   |
|                               | 你平均每周吃多少次含碘丰富的海鲜(包括海带、紫菜、裙带菜、贝类、海鱼等)                     |                     |
|                               | 从不吃                                                      | 0                   |
|                               | 1~                                                       | 1~4(每周增加 1 次 1 分)   |
|                               | ≥5                                                       | 5                   |
|                               | 你经常吃高油、高盐、高糖的食物吗                                         |                     |
|                               | 是                                                        | 0                   |
|                               | 否                                                        | 6                   |

表2 研究对象的基线特征

| 基线特征        | 病例组 |         | 对照组 |         | $\chi^2$ 值 | P值     |
|-------------|-----|---------|-----|---------|------------|--------|
|             | 人数  | 构成比 (%) | 人数  | 构成比 (%) |            |        |
| 社会人口学特征     |     |         |     |         |            |        |
| 母亲年龄组(岁)    |     |         |     |         | 0.05       | 0.812  |
| <30         | 315 | 66.5    | 624 | 65.8    |            |        |
| ≥30         | 159 | 33.5    | 324 | 34.2    |            |        |
| 家庭居住地       |     |         |     |         | 4.68       | 0.030  |
| 农村          | 161 | 34.0    | 269 | 28.4    |            |        |
| 城市          | 313 | 66.0    | 679 | 71.6    |            |        |
| 母亲文化程度      |     |         |     |         | 77.20      | <0.001 |
| 初中及以下       | 195 | 41.1    | 183 | 19.3    |            |        |
| 高中及以上       | 279 | 58.9    | 765 | 80.7    |            |        |
| 母亲职业        |     |         |     |         | 118.05     | <0.001 |
| 务农          | 234 | 49.4    | 201 | 21.2    |            |        |
| 有工作         | 240 | 50.6    | 747 | 78.8    |            |        |
| 产次          |     |         |     |         | 80.53      | <0.001 |
| 0           | 274 | 57.8    | 761 | 80.3    |            |        |
| ≥1          | 200 | 42.2    | 187 | 19.7    |            |        |
| 母亲孕早期健康相关因素 |     |         |     |         |            |        |
| 被动吸烟        |     |         |     |         | 129.59     | <0.001 |
| 是           | 159 | 33.5    | 88  | 9.3     |            |        |
| 否           | 315 | 66.5    | 860 | 90.7    |            |        |
| 贫血          |     |         |     |         | 10.18      | 0.001  |
| 是           | 80  | 16.9    | 103 | 10.9    |            |        |
| 否           | 394 | 83.1    | 845 | 89.1    |            |        |
| 用药          |     |         |     |         | 17.57      | <0.001 |
| 是           | 197 | 41.6    | 288 | 30.4    |            |        |
| 否           | 277 | 58.4    | 660 | 69.6    |            |        |
| 增补叶酸/铁      |     |         |     |         | 39.75      | <0.001 |
| 是           | 363 | 76.6    | 846 | 89.2    |            |        |
| 否           | 111 | 23.4    | 102 | 10.8    |            |        |

0.001)。CDGCI\_PW 评分每增加 10 分,子代总先心病的发生风险降低 17% ( $OR=0.83$ ,  $95\%CI: 0.79\sim 0.88$ )。CDGCI\_PW 评分与子代室间隔缺损、房间隔缺损和动脉导管未闭的关系同样存在此种趋势(趋势检验  $P<0.05$ )。CDGCI\_PW 评分每增加 10 分,子代室间隔缺损、房间隔缺损和动脉导管未闭的发生风险分别降低 17% ( $OR=0.83$ ,  $95\%CI: 0.77\sim 0.90$ )、15% ( $OR=0.85$ ,  $95\%CI: 0.79\sim 0.91$ ) 和 18% ( $OR=0.82$ ,  $95\%CI: 0.73\sim 0.92$ )。见表 4。

4. ROC 预测结果:构建 ROC 验证 CDGCI\_PW 评分对子代总先心病发病风险的预测,经调整协变量的多因素 logistic 回归分析结果显示,AUC 为 0.793( $95\%CI: 0.768\sim 0.818$ ),子代发生总先心病的 CDGCI\_PW 最佳截断评分为 62,其中灵敏度为

表3 孕期妇女膳食指南依从性指数(CDGCI\_PW)评分  
各组分分布 [ $M(Q_1, Q_3)$ ]

| CDGCI_PW 构成   | 病例组              | 对照组              | P 值    |
|---------------|------------------|------------------|--------|
| 每周食物大类        | 10.0(0.0, 20.0)  | 20.0(15.0, 25.0) | <0.001 |
| 每天食物种类        | 11.0(3.0, 25.0)  | 11.0(4.2, 25.0)  | 0.013  |
| 主食            | 4.0(0.0, 4.0)    | 4.0(0.0, 4.0)    | <0.001 |
| 全谷物及杂豆        | 0.0(0.0, 0.0)    | 0.0(0.0, 0.0)    | 0.412  |
| 绿叶及彩色蔬菜       | 0.0(0.0, 5.0)    | 0.0(0.0, 5.0)    | 0.807  |
| 牛奶及其制品        | 2.0(0.0, 4.0)    | 4.0(3.0, 4.0)    | <0.001 |
| 大豆及其制品        | 2.0(1.0, 4.0)    | 4.0(2.0, 4.0)    | <0.001 |
| 瘦肉、水产品 and 鸡蛋 | 0.0(0.0, 0.0)    | 0.0(0.0, 5.0)    | <0.001 |
| 坚果            | 1.0(0.0, 4.0)    | 2.0(1.0, 4.0)    | 0.001  |
| 动物血和肝脏        | 0.0(0.0, 3.0)    | 0.0(0.0, 3.0)    | <0.001 |
| 加碘食盐          | 4.0(4.0, 4.0)    | 4.0(4.0, 4.0)    | 1.000  |
| 海鲜            | 0.0(0.0, 1.0)    | 1.0(1.0, 1.0)    | <0.001 |
| 饮食习惯          | 6.0(6.0, 6.0)    | 6.0(6.0, 6.0)    | 0.363  |
| CDGCI_PW 总分   | 46.0(26.0, 65.0) | 60.0(40.0, 77.0) | <0.001 |

0.740,特异度为 0.725。CDGCI\_PW 评分对子代室间隔缺损、房间隔缺损和动脉导管未闭发病风险的 ROC 中,AUC 分别为 0.795( $95\%CI: 0.760\sim 0.829$ )、0.771( $95\%CI: 0.735\sim 0.806$ )和 0.796( $95\%CI: 0.743\sim 0.847$ ),CDGCI\_PW 最佳截断评分分别为 71、66 和 51,灵敏度分别为 0.761、0.702 和 0.595,特异度分别为 0.704、0.754 和 0.863。见图 1。

## 讨 论

本研究采用最新构建的 CDGCI\_PW 评价陕西省孕妇膳食质量,分析孕期 CDGCI\_PW 评分与子代先心病之间的关系。本研究发现病例组 CDGCI\_PW 评分显著低于对照组,母亲膳食质量较高与子代先心病及其亚型发生风险降低有关。本研究还评估 CDGCI\_PW 对子代总先心病的预测效能,其 ROC 的 AUC 为 0.793,模型拟合尚可,说明该模型对于子代先心病具有较好的预测价值,有利于早期诊断先心病。

考虑到食物多样性是均衡饮食的基础,且膳食调查中更容易回忆食物的种类,因此 CDGCI\_PW 评分前 2 种考核点涉及食物种类的多样化。CDGCI\_PW 主要考虑了 10 种对孕妇健康有重要影响的食物,其摄入频率和数量是否符合中国孕妇膳食平衡宝塔中的建议,进食频率相对容易回答,以及评价摄入量是否达到了最低推荐量,而中国人油、盐、糖类的实际摄入量一般无法准确估计,可通过最后一项询问孕妇的膳食习惯获得。在同济母婴健康队

表 4 孕期妇女膳食指南依从性指数(CDGCI\_PW)评分与子代先天性心脏病的关系

| 先天性心脏病及其亚型                  | CDGCI_PW 评分 |                  |                 |                 | 趋势检验<br>P 值 | CDGCI_PW 评分每<br>增加 10 分 |
|-----------------------------|-------------|------------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------------------|
|                             | $Q_1$       | $Q_2$            | $Q_3$           | $Q_4$           |             |                         |
| 总先天性心脏病                     |             |                  |                 |                 |             |                         |
| 病例组人数/对照组人数                 | 197/233     | 121/239          | 109/235         | 47/241          | 456/948     | 456/948                 |
| 调整 OR 值(95%CI) <sup>a</sup> | 1.00        | 0.60 (0.43~0.83) | 0.64(0.45~0.89) | 0.29(0.19~0.44) | <0.001      | 0.83(0.79~0.88)         |
| 室间隔缺损                       |             |                  |                 |                 |             |                         |
| 病例组人数/对照组人数                 | 94/233      | 56/239           | 52/235          | 20/241          | 222/948     | 222/948                 |
| 调整 OR 值(95%CI) <sup>a</sup> | 1.00        | 0.59 (0.38~0.91) | 0.69(0.44~1.06) | 0.28(0.16~0.50) | <0.001      | 0.83(0.77~0.90)         |
| 房间隔缺损                       |             |                  |                 |                 |             |                         |
| 病例组人数/对照组人数                 | 83/233      | 51/239           | 60/235          | 24/241          | 218/948     | 218/948                 |
| 调整 OR 值(95%CI) <sup>a</sup> | 1.00        | 0.76(0.50~1.16)  | 0.55(0.35~0.85) | 0.32(0.19~0.54) | <0.001      | 0.85(0.79~0.91)         |
| 动脉导管未闭                      |             |                  |                 |                 |             |                         |
| 病例组人数/对照组人数                 | 31/233      | 18/239           | 16/235          | 9/241           | 74/948      | 74/948                  |
| 调整 OR 值(95%CI) <sup>a</sup> | 1.00        | 0.56(0.28~1.09)  | 0.51(0.26~0.98) | 0.33(0.14~0.74) | 0.007       | 0.82(0.73~0.92)         |

注:<sup>a</sup>调整变量包括社会人口学变量(母亲年龄、家庭居住地、文化程度、职业、产次)和孕早期健康相关因素(被动吸烟、贫血、用药、增补叶酸/铁)

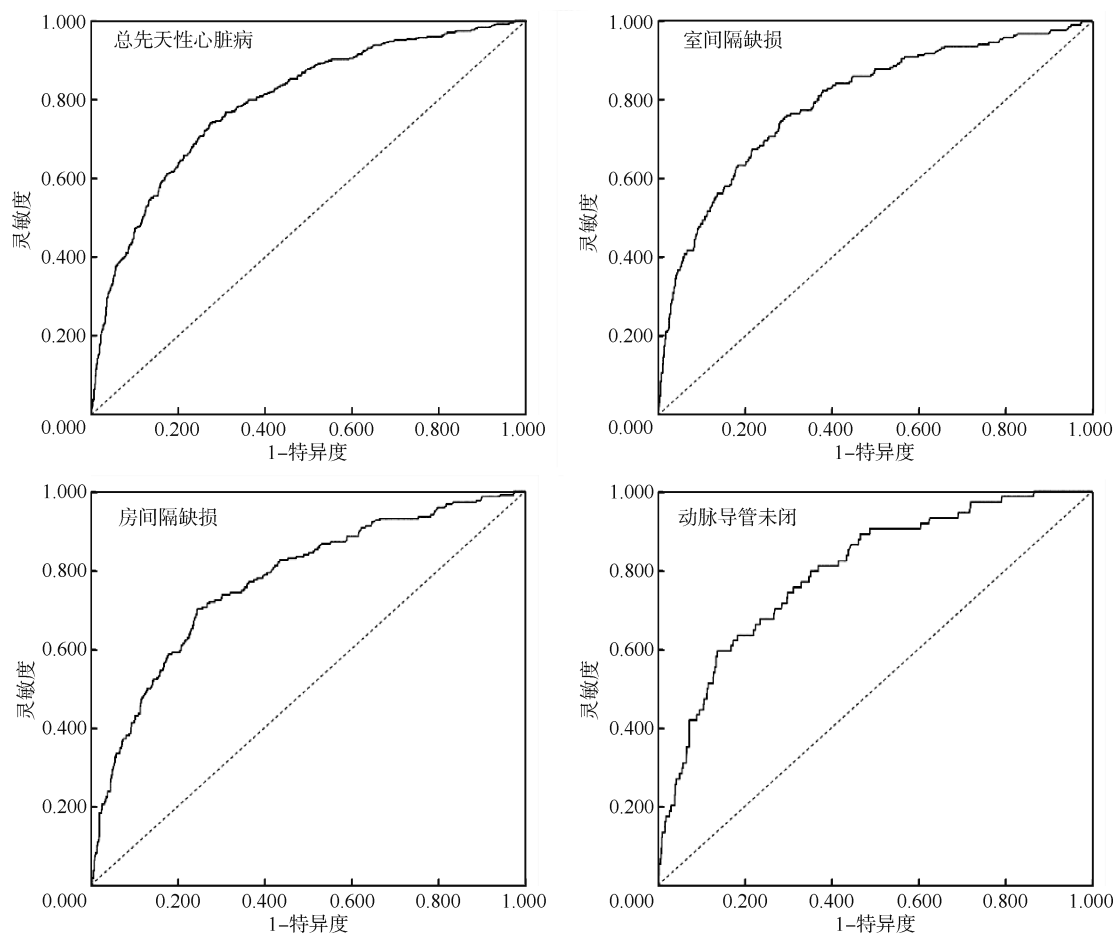


图 1 孕期妇女膳食指南依从性指数评分预测子代总先天性心脏病、室间隔缺损、房间隔缺损和动脉导管未闭的受试者工作特征曲线

列中孕妇膳食质量与妊娠并发症风险关系的研究中发现,CDGCI\_PW 评分越高,食物摄入超过推荐范围下限的孕妇比例越高,即孕妇膳食质量越高,说明该评分代表了整体膳食质量<sup>[8]</sup>。因此,

CDGCI\_PW 评分体系适合于中国孕妇的膳食质量评价。

本研究发现子代患先心病的孕妇食物种类评分显著低于对照组。关于膳食多样性与先心病的

研究结果显示,妊娠期间充足的膳食多样性评分可能与后代患先心病的风险较低有关<sup>[13]</sup>,提示促进孕妇孕期膳食多样性对降低先心病发病率的重要性,与本研究结果一致。CDGCI\_PW 的建立严格按照中国膳食指南的建议,将膳食多样性纳入膳食质量评分标准中,而陕西省处于西北地区,食物多样性不足是一大营养问题。本研究还发现子代患先心病的孕妇牛奶及其制品、大豆及其制品、瘦肉、水产品、鸡蛋、坚果、富含碘的海鲜评分也显著低于正常者,在对膳食模式与先心病关系的研究中,发现素食模式评分高的孕妇后代患先心病的风险较高,奶类和蛋类模式中评分较高的孕妇后代患先心病的风险较低<sup>[10]</sup>,这与本研究结果类似,提示孕期摄入肉蛋奶等优质蛋白和水产品海鲜类对子代心脏发育有保护作用。

本研究将 CDGCI\_PW 用于中国西北地区孕妇膳食质量评价,分析了孕妇孕期膳食质量与先心病之间的关系,并且评估了 CDGCI\_PW 对子代先心病的预测效能,为先心病的早期预防提供科学依据。本研究也存在局限性。首先,本研究没有招募未存活的先心病胎儿,可能会导致选择偏倚。第二,本研究由在医院等待分娩的孕妇回顾性报告其怀孕期间的膳食信息。虽然研究表明妊娠期间母亲的膳食和事件可以在分娩后很好地回忆<sup>[14]</sup>,但仍然不能排除回忆偏倚。第三,本研究收集的是整个孕期的膳食信息,而不是妊娠 3~8 周即心脏发育的关键时期,这可能会导致暴露错误分类。尽管以往研究表明母亲的膳食习惯在整个孕期都较稳定<sup>[9]</sup>,但是不能排除待产孕妇对孕晚期的膳食信息回忆更清晰,从而增加了错分偏倚可能性。第四,尽管本研究中控制了孕期常见的影响胎儿心脏发育的重要因素,但仍然无法完全排除所有其他未测量和未知的混杂因素,不能作出因果推断。由于本研究人群基本不饮酒、不吸烟,故未控制孕期饮酒和吸烟。此外,CDGCI\_PW 是带有设计性的评价,需要专门收集相关膳食信息,利用该评分方法时要考虑研究数据的可及性,然而所收集的信息并不能完全满足该评价方法的要求,根据本研究人群特点对 CDGCI\_PW 部分考核点进行了修订,故需要谨慎对待评价结果。

综上所述,本研究表明孕妇 CDGCI\_PW 评分越高,即孕期膳食质量越高,与子代先心病发生风险降低有关。本研究提示改善妇女孕期膳食质量可

降低子代先心病的发生风险。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明** 常倩倩:采集数据、分析解释数据、起草文章、统计分析;党少农、颜虹、曾令霞:酝酿和设计实验、实施研究、采集数据、文章审阅、获取研究经费;杨姣梅:酝酿和设计实验、实施研究、采集数据、文章审阅、统计分析、获取研究经费、指导

## 参 考 文 献

- [1] Liu JJ, Chen S, Zühlke L, et al. Global birth prevalence of congenital heart defects 1970-2017: updated systematic review and meta-analysis of 260 studies[J]. *Int J Epidemiol*, 2019, 48(2):455-463. DOI:10.1093/ije/dyz009.
- [2] 刘迎龙, 苏俊武. 建国 70 年来我国先天性心脏病诊治回顾与进展[J]. *中国医药*, 2019, 14(9): 1281-1284. DOI: 10.3760/j.issn.1673-4777.2019.09.001.
- [3] Liu YL, Su JW. Retrospect and progress of diagnosis and treatment of congenital heart disease in the past 70 years in China[J]. *China Med*, 2019, 14(9): 1281-1284. DOI: 10.3760/j.issn.1673-4777.2019.09.001.
- [4] Yang JM, Kang YJ, Chang QQ, et al. Maternal zinc, copper, and selenium intakes during pregnancy and congenital heart defects[J]. *Nutrients*, 2022, 14(5): 1055. DOI: 10.3390/nu14051055.
- [5] Yang JM, Kang YJ, Cheng Y, et al. Iron intake and iron status during pregnancy and risk of congenital heart defects: A case-control study[J]. *Int J Cardiol*, 2020, 301: 74-79. DOI:10.1016/j.ijcard.2019.11.115.
- [6] Schwingshackl L, Bogensberger B, Hoffmann G. Diet quality as assessed by the healthy eating index, alternate healthy eating index, dietary approaches to stop hypertension score, and health outcomes: an updated systematic review and meta-analysis of cohort studies[J]. *J Acad Nutr Diet*, 2018, 118(1):74-100.e11. DOI:10.1016/j.jand.2017.08.024.
- [7] Botto LD, Krikov S, Carmichael SL, et al. Lower rate of selected congenital heart defects with better maternal diet quality: a population-based study[J]. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*, 2016, 101(1): F43-49. DOI: 10.1136/archdischild-2014-308013.
- [8] 徐芳萍, 汪之瑛, 丁叶, 等. 孕期妇女膳食指南依从性指数的建立和评价[J]. *营养学报*, 2021, 43(3):223-229. DOI: 10.13325/j.cnki.acta.nutr.sin.20210414.001.
- [9] Xu FP, Wang ZX, Ding Y, et al. Establishment and application of the Chinese dietary guidelines compliance index for pregnant women[J]. *Acta Nutr Sin*, 2021, 43(3): 223-229. DOI: 10.13325/j.cnki.acta.nutr.sin.20210414.001.
- [10] Ding Y, Xu FP, Zhong CR, et al. Association between Chinese dietary guidelines compliance index for pregnant women and risks of pregnancy complications in the Tongji maternal and child health cohort[J]. *Nutrients*, 2021, 13(3):829. DOI:10.3390/nu13030829.
- [11] Crozier SR, Robinson SM, Godfrey KM, et al. Women's dietary patterns change little from before to during pregnancy[J]. *J Nutr*, 2009, 139(10): 1956-1963. DOI: 10.3945/jn.109.109579.
- [12] Yang JM, Kang YJ, Cheng Y, et al. Maternal dietary patterns during pregnancy and congenital heart defects: a case-control study[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2019, 16(16):2957. DOI:10.3390/ijerph16162957.
- [13] Cheng Y, Yan H, Dibley MJ, et al. Validity and reproducibility of a semi-quantitative food frequency questionnaire for use among pregnant women in rural China[J]. *Asia Pac J Clin Nutr*, 2008, 17(1):166-177. DOI: 10.6133/apjcn.2008.17.1.24.
- [14] 李红兵, 车卫锋, 刘梅. 2017-2019 年陕西省宝鸡市孕妇碘营养状况分析[J]. *中国地方病防治*, 2021, 36(1):78-80, 97.
- [15] Li HB, Che WF, Liu M. Iodine nutrition status of pregnant women in Baoji, Shaanxi province, 2017-2019[J]. *Chin J Ctrl Endem Dis*, 2021, 36(1):78-80, 97.
- [16] Yang JM, Cheng Y, Zeng LX, et al. Maternal dietary diversity during pregnancy and congenital heart defects: a case-control study[J]. *Eur J Clin Nutr*, 2021, 75(2): 355-363. DOI:10.1038/s41430-020-0617-4.
- [17] Bosco JLF, Tseng M, Spector LG, et al. Reproducibility of reported nutrient intake and supplement use during a past pregnancy: a report from the Children's Oncology Group[J]. *Paediatr Perinat Epidemiol*, 2010, 24(1): 93-101. DOI:10.1111/j.1365-3016.2009.01070.x.