

## 膳食抗氧化指数与老年冠心病患者冠状动脉狭窄程度的关系\*

陈武君 董毅 叶巧仪

广东医科大学附属东莞第一医院, 广东 东莞 523722

**[摘要]** 目的 探讨膳食抗氧化指数 (DAI) 与老年冠心病患者冠状动脉狭窄程度及预后的关联。方法 纳入 2022 年 1 月—2024 年 1 月行冠状动脉造影的 206 例老年患者, 根据狭窄程度分为冠心病组 (冠状动脉狭窄  $\geq 50\%$ , 62 例) 和对照组 (冠状动脉狭窄  $< 50\%$ , 144 例), 冠心病组进一步按病变支数分为 1 支 (20 例)、2 支 (27 例)、 $\geq 3$  支 (15 例) 三个亚组。采用食物摄入频率问卷计算 DAI 评分, 通过多因素 logistic 回归模型分析 DAI 与多支病变的关系。并对冠心病组获得有效随访的患者进行分析, 通过多因素 logistic 回归模型分析 DAI 与主要心血管不良事件 (MACE) 的独立关联。结果 冠心病组 DAI 评分低于对照组 ( $P < 0.05$ ), 且 DAI 评分随病变支数增加递减 ( $P < 0.05$ )。多因素 logistic 回归显示, DAI 评分降低是冠心病患者多支病变发生的独立危险因素之一 ( $P < 0.05$ )。随访显示, 57 例患者获得有效随访, DAI 评分越低的老年冠心病患者 MACE 的发生率越高, 多因素 logistic 回归分析结果显示, DAI 评分是影响 MACE 发生的保护因素 ( $P < 0.05$ ), 年龄、 $\geq 3$  支病变及低密度脂蛋白胆固醇均为影响 MACE 发生的独立危险因素 ( $P < 0.05$ )。结论 老年冠心病患者 DAI 评分与冠状动脉狭窄程度及不良预后显著相关, 低 DAI 是多支病变和 MACE 的独立预测因子, 提示膳食抗氧化能力可能通过减轻氧化应激延缓冠状动脉病变进展, 为饮食干预疗法提供了新依据。

**[关键词]** 冠心病; 膳食抗氧化指数; 冠状动脉狭窄

doi: 10.3969/j.issn.1674-7593.2026.01.005

## Relationship between dietary antioxidant index and degree of coronary artery stenosis in elderly patients with coronary heart disease

Chen Wujun, Dong Yi, Ye Qiaoyi

Dongguan First Hospital Affiliated to Guangdong Medical University, Dongguan 523722, China

**[Abstract]** **Objective** To investigate the association between dietary antioxidant index (DAI) and the degree of coronary artery stenosis and prognosis in elderly patients with coronary heart disease. **Methods** 206 elderly patients who underwent coronary angiography from January 2022 to January 2024 were included and divided into a CHD group (coronary artery stenosis  $\geq 50\%$ , 62 cases) and a control group (coronary artery stenosis  $< 50\%$ , 144 cases) according to the degree of stenosis. The CHD group was further divided into single (20 cases), double (27 cases) and three (15 cases) subgroups according to the number of lesions. Food frequency questionnaire was used to calculate the DAI score, logistic regression was used to analyze the relationship between DAI and multi-vessel lesions, and the coronary heart disease group (57 cases) was followed up for a median of 12 months, and the independent association between DAI and major cardiovascular adverse events (MACE) was analyzed by a multivariate logistic regression model. **Results** The DAI score of the coronary heart disease group was lower than that of the control group ( $P < 0.05$ ), and the DAI score decreased with the increasing number of coronary artery disease lesions ( $P < 0.05$ ). Multivariate logistic regression showed that a decreased DAI score was one of the independent risk factors for multi-vessel lesions in patients with coronary heart disease ( $P < 0.05$ ). Follow-up showed that 57 patients were followed up. The lower the DAI bisection in elderly patients with coronary heart disease, the higher the incidence of MACE. The multivariate logistic regression indicated that the DAI score was a protective factor affecting the occurrence of MACE ( $P < 0.05$ ). Age,  $\geq 3$  vessel lesions and low-density lipoprotein cholesterol were all independent risk factors affecting the occurrence of MACE ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** The DAI score of elderly patients with coronary heart disease is significantly correlated with the degree of coronary artery stenosis and poor prognosis. Low DAI is an independent predictor of multi-vessel disease and MACE, suggesting that dietary antioxidant capacity may delay the progression of coronary artery disease by reducing oxidative stress, providing a new basis for dietary intervention.

收稿日期: 2025-01-23 修回日期: 2025-03-21 录用日期: 2025-03-24

\* 国家卫健委“十三五”规划重点课题 (NHFP102018); 2023 年东莞市社会发展科技重点项目 (20231800940162)

[Key words] Coronary heart disease; Dietary antioxidant index; Coronary artery stenosis

冠心病是一种因冠状动脉（供应心脏的血管）发生狭窄或堵塞，导致心肌缺血和供氧不足的疾病，尤其是在老年人中，其发病率和死亡率显著增加<sup>[1]</sup>。由于动脉内壁形成了动脉粥样硬化斑块，这些斑块会使血管变窄，血液流动受到阻碍，从而影响心脏的血液供应<sup>[2]</sup>。近年来，越来越多的研究表明，氧化应激在冠状动脉粥样硬化的形成过程中扮演着重要角色，而膳食抗氧化剂被认为能够通过减轻氧化应激来降低心血管疾病的风险<sup>[3-4]</sup>。膳食抗氧化指数（Dietary antioxidant index, DAI）是一种综合衡量膳食中抗氧化成分的指标，能够反映个体的抗氧化能力<sup>[5]</sup>。有研究指出，较高的DAI可能有助于改善血脂谱，降低炎症反应，进而对冠心病患者的预后产生积极影响<sup>[6]</sup>。然而，关于DAI与冠状动脉狭窄程度之间的关系尚缺乏系统性研究。本研究旨在探讨DAI与老年冠心病患者冠状动脉狭窄程度的关系，不仅有助于进一步理解膳食因素在冠心病发生发展中的作用，还可能为冠心病的治疗干预提供新的预防策略。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

选取2022年1月—2024年1月广东医科大学附属东莞第一医院收治的行冠状动脉造影的206例老年患者作为研究对象。纳入标准：①首次行冠状动脉造影明确冠状动脉病变；②临床资料完整；③自愿签署知情同意书。排除标准：①合并急性冠状动脉综合征的患者，如ST段抬高型心肌梗死、非ST段抬高型心肌梗死、不稳定型心绞痛等；②严重肝肾功能不全，即肾小球滤过率 $< 30 \text{ mL}/(\text{min} \cdot 1.73 \text{ m}^2)$ 或丙氨酸氨基转移酶大于3倍正常值；③伴有恶性肿瘤、自身免疫性疾病或血液系统疾病；④近3个月服用抗氧化补充剂，如维生素C、维生素E。根据冠状动脉造影结果分为冠心病组（冠状动脉狭窄 $\geq 50\%$ ，62例）和对照组（冠状动脉狭窄 $< 50\%$ ，且无心肌缺血证据，144例）。参照《冠状动脉旁路移植术后再次血运重建策略中国专家共识（2022版）》<sup>[6]</sup>中血管狭窄的评定标准，冠心病组中1支病变20例（左前降支/回旋支/右冠状动脉孤立狭窄）、2支病变27例（任意两支血管狭窄）、 $\geq 3$ 支病变15例。本研究经医院伦理委员会批准（批号202112036）

### 1.2 方法

**1.2.1 收集一般资料** 收集患者的一般资料，包括年龄，性别，身高，体质量，吸烟史，高血压史，糖尿病史，低密度脂蛋白胆固醇，高密度脂蛋白胆固醇以及Gensini评分。计算体质量指数。

**1.2.2 DAI评分的计算方法** 采用食物摄入频率问卷（Food frequency questionnaire, FFQ）对食物摄入量进行评估，包括168种食物，用于评估过去

1年膳食中抗氧化剂的摄入量。选取2名经验丰富的医护人员发放问卷，患者被要求以日、周、月或者年的形式报告饮食摄入情况，另外根据每种食物的份量报告患者的摄入量，医护人员需要向患者展示每种食物的份量，最后根据每种食物的食用频率和份量，计算出每种食物的日摄入量。将FFQ收集的信息传输到Nutrition-ist IV软件中，评估一天中常量营养素和微量营养素的摄入量。采用Wright等<sup>[7]</sup>提出的方法计算DAI，评估膳食的抗氧化能力，即维生素A、维生素C、维生素E、镁、硒和锌，从每种食物的摄入量中减去锌，所得值除以总体摄入量的标准差，得到每种食物的标准值，最后将各条目的标准值相加，得到DAI得分。采用三分位数法对DAI评分进行分层，即DAI评分 $\leq 0.30$ 分为低分， $0.31 \sim 0.55$ 分为中分， $\geq 0.56$ 分为高分。

**1.2.3 预后随访** 对冠心病组患者进行前瞻性随访，随访截止时间为2024年12月。终点事件定义为主要心血管不良事件（Major adverse cardiovascular events, MACE），包括心源性死亡、非致死性心梗、靶血管血运重建<sup>[8]</sup>。

### 1.3 统计学方法

采用SPSS27.0统计学软件进行数据分析，服从正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示，两组间比较采用独立样本 $t$ 检验，多组间比较采用单因素方差分析（两组间进一步比较采用LSD- $t$ 检验）；非正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示，两组间行Mann-Whitney  $U$ 检验，多组间行Kruskal-Wallis  $H$ 检验（两两比较采用Bonferroni校正秩和检验）；计数资料以例数（%）表示，两组间比较用 $\chi^2$ 检验，多组间含小样本时采用Fisher精确概率检验；多因素分析以logistic逐步回归纳入单因素 $P < 0.05$ 的指标及混杂因素，分析冠状动脉狭窄程度的影响因素，DAI与MACE的独立关联。采用Hosmer-Lemeshow检验评估模型拟合优度， $P > 0.05$ 提示拟合良好。通过似然比检验分析交互作用，以年龄、病变支数为分层变量，比较含交互项与不含交互项的模型， $P > 0.05$ 提示DAI效应在各亚组一致。本研究统计学结果采用双侧检验，检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

## 2 结果

### 2.1 对照组与冠心病组一般资料比较

冠心病组年龄、低密度脂蛋白胆固醇高于对照组（ $P < 0.05$ ），DAI评分、高密度脂蛋白胆固醇低于对照组（ $P < 0.05$ ）；两组性别、体质量指数、吸烟史、高血压史、糖尿病史比较，差异均无统计学意义（ $P > 0.05$ ），见表1。

### 2.2 冠心病组内不同病变支数亚组间临床资料比较

冠心病组内不同病变支数亚组间的性别、体

质量指数、吸烟史、高血压史及糖尿病史比较, 差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ ); 冠心病组内不同病变支数亚组的年龄、DAI 评分、Gensini 评分以及低密度脂蛋白胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇水平比较, 差异均有统计学意义 ( $P<0.05$ )。年龄随病变支数增加呈阶梯式升高, 三组间两两比较差

异均有统计学意义 ( $P<0.05$ )。DAI 评分、高密度脂蛋白胆固醇水平随病变支数增加而降低, 1 支病变组、2 支病变组、 $\geq 3$  支病变组之间两两比较, 差异均有统计学意义 ( $P<0.05$ )。Gensini 评分、低密度脂蛋白胆固醇随病变支数增加而升高, 差异均有统计学意义 ( $P<0.05$ ), 见表 2。

表 1 两组一般资料比较

Tab. 1 Comparison of general data between the two groups

资料	对照组(144例)	冠心病组(62例)	$\chi^2/t/Z$ 值	P 值
性别[例(%)]			0.266	0.606
男	78(54.17)	36(58.06)		
女	66(45.83)	26(41.94)		
年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	68.25 $\pm$ 5.12	72.41 $\pm$ 4.89	5.421	<0.001
体质指数( $\bar{x} \pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	22.15 $\pm$ 3.89	21.98 $\pm$ 4.02	0.285	0.776
吸烟史[例(%)]	38(26.39)	21(33.87)	1.187	0.276
高血压史[例(%)]	52(36.11)	28(45.16)	1.494	0.222
糖尿病史[例(%)]	22(15.28)	16(25.81)	3.194	0.074
DAI 评分[ $M(Q_1, Q_3)$ , 分]	1.45(1.12, 1.78)	0.42(0.29, 0.65)	-8.926	<0.001
低密度脂蛋白胆固醇( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	3.52 $\pm$ 0.98	4.86 $\pm$ 1.12	8.616	<0.001
高密度脂蛋白胆固醇( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	1.21 $\pm$ 0.35	0.95 $\pm$ 0.28	5.177	<0.001

表 2 冠心病组内不同病变支数亚组间临床资料比较

Tab. 2 Comparison of clinical data among different subgroups in the coronary heart disease group

资料	1 支病变组(20例)	2 支病变组(27例)	$\geq 3$ 支病变组(15例)	$F/\chi^2/H$	P 值
年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	69.85 $\pm$ 4.32	72.59 $\pm$ 4.56 <sup>a</sup>	75.27 $\pm$ 4.11 <sup>ab</sup>	7.098	0.002
性别[例(%)]				0.185	0.912
男	12(60.00)	16(59.26)	8(53.33)		
女	8(40.00)	11(40.74)	7(46.67)		
体质指数( $\bar{x} \pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	22.12 $\pm$ 3.95	21.85 $\pm$ 4.11	21.68 $\pm$ 3.89	0.059	0.943
吸烟史[例(%)]	7(35.00)	10(37.04)	4(26.67)	0.480	0.787
高血压史[例(%)]	10(50.00)	13(48.15)	5(33.33)	1.134	0.567
糖尿病史[例(%)]	5(25.00)	7(25.93)	4(26.67)	0.013	0.994
DAI 评分[ $M(Q_1, Q_3)$ , 分]	0.61(0.48, 0.73)	0.39(0.27, 0.52) <sup>a</sup>	0.18(0.10, 0.25) <sup>ab</sup>	14.267	<0.001
Gensini 评分[ $M(Q_1, Q_3)$ , 分]	28.50(25.00, 32.00)	45.00(40.00, 50.00) <sup>a</sup>	72.00(65.00, 80.00) <sup>ab</sup>	22.153	<0.001
低密度脂蛋白胆固醇( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	4.28 $\pm$ 1.05	4.92 $\pm$ 1.08 <sup>a</sup>	5.65 $\pm$ 1.02 <sup>ab</sup>	5.123	0.009
高密度脂蛋白胆固醇( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	1.02 $\pm$ 0.29	0.91 $\pm$ 0.27 <sup>a</sup>	0.82 $\pm$ 0.25 <sup>ab</sup>	3.456	0.038

注: 与 1 支病变组比较<sup>a</sup> $P<0.05$ , 与 2 支病变组比较<sup>b</sup> $P<0.05$ 。

### 2.3 多因素 logistic 逐步回归法分析患者冠状动脉狭窄程度影响因素

以病变支数为因变量 (1 支病变=0,  $\geq 2$  支病变=1), 以表 2 中差异有统计学意义的年龄、DAI 评分、Gensini 评分、低密度脂蛋白胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇 (实测值原值代入) 以及潜在混杂因素高血压、糖尿病 (否=0, 是=1) 作为自变

量, 进行多因素 logistic 逐步回归分析 ( $\alpha_{\text{入}}=0.05$ ,  $\alpha_{\text{出}}=0.10$ )。高密度脂蛋白胆固醇因共线性 ( $VIF=2.89$ ) 及  $P>0.10$  被剔除。年龄增长、DAI 评分降低、Gensini 评分升高、低密度脂蛋白胆固醇升高是多支病变发生的独立危险因素 ( $P<0.05$ ); Hosmer-Lemeshow 检验表示模型拟合良好 ( $\chi^2=4.231$ ,  $P=0.836$ ), 见表 3。

表 3 多因素 logistic 逐步回归法分析结果

Tab. 3 The result of multivariate logistic stepwise regression analysis

变量	B	SE	Wald $\chi^2$	OR	95% CI	P 值
年龄	0.123	0.045	7.462	1.131	1.036~1.235	0.006
DAI 评分	-1.856	0.521	12.654	0.156	0.056~0.434	<0.001
Gensini 评分	0.032	0.012	7.185	1.032	1.009~1.055	0.007
低密度脂蛋白胆固醇	0.582	0.231	6.428	1.789	1.140~2.812	0.011
高血压	0.985	0.512	3.715	2.678	0.982~7.298	0.054
糖尿病	0.321	0.485	0.436	1.379	0.562~3.385	0.498
常数项	-7.321	2.154	11.568	0.001	-	0.001

#### 2.4 不同 DAI 分层的基线特征与 MACE 发生率

随访结束时, 失访 5 例 (8.06%), 最终纳入 57 例患者进行接下来的分析, 其中 DAI 低分 19 例, 中分 20 例, 高分 18 例。DAI 低分组的年龄、 $\geq 3$  支病

变患者比例、低密度脂蛋白胆固醇水平、MACE 发生率均最高, 与 DAI 高分组比较差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 见表 4。提示 DAI 评分越低, 老年冠心病患者病变复杂性及不良预后风险越高。

表 4 不同 DAI 分层的基线特征与 MACE 发生率

Tab. 4 Baseline characteristics of different DAI stratifications and incidence of MACE

组别	例数	年龄 ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	$\geq 3$ 支病变 [例 (%)]	低密度脂蛋白胆固醇 ( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	MACE 发生 [例 (%)]
DAI 低分组	19	74.12 $\pm$ 4.51	10 (52.63)	5.21 $\pm$ 1.05	12 (63.16)
DAI 中分组	20	71.82 $\pm$ 4.91	3 (15.00)	4.89 $\pm$ 1.02	6 (30.00)
DAI 高分组	18	69.22 $\pm$ 4.12 <sup>a</sup>	2 (11.11) <sup>a</sup>	4.35 $\pm$ 0.98 <sup>a</sup>	1 (5.56) <sup>a</sup>
F/ $\chi^2$ 值		5.387	10.252	3.680	7.106
P 值		0.007	0.006	0.033	0.029

注: 与 DAI 低分组比较<sup>a</sup> $P < 0.05$ 。

#### 2.5 多因素 logistic 回归分析 MACE 发生的影响因素

以 DAI 评分 (实测值)、年龄 (实测值)、病变支数 ( $< 3$  支 = 0,  $\geq 3$  支 = 1)、低密度脂蛋白胆固醇 (实测值) 为自变量, 以高血压 (否 = 0, 是 = 1) 和糖尿病 (否 = 0, 是 = 1) 为协变量, 以是否发生 MACE (否 = 0, 是 = 1) 为因变量, 进行 Cox 比例风险模型分析。结果显示: DAI 评分是影响 MACE 发生的保护因素 ( $P < 0.05$ ), 年龄、 $\geq 3$  支病变及低密度脂蛋白胆固醇均为影响 MACE 发生的独立危险因素 ( $P < 0.05$ ), 见表 5。

分层方法: 年龄按中位数分为高龄组 ( $\geq 72$

岁) 与低龄组 ( $< 72$  岁), 病变支数分为  $< 3$  支组与  $\geq 3$  支组。交互作用分析显示, DAI 与年龄的交互作用差异无统计学意义 ( $P = 0.689$ ), DAI 与病变支数的交互作用差异亦无统计学意义 ( $P = 0.542$ ), 提示 DAI 对 MACE 的保护效应未因年龄或病变支数的不同而产生统计学差异, 在各亚组中表现趋势一致。低密度脂蛋白胆固醇作为连续变量直接纳入模型, 未进行额外分层处理。所有交互作用检验均采用似然比检验评估分层模型与原模型的差异, 经 Hosmer-Lemeshow 检验拟合良好 ( $P = 0.782$ ), 提示 DAI 的保护作用不受年龄或病变支数影响 ( $P > 0.05$ )。

表 5 多因素 logistic 回归分析 MACE 发生的影响因素

Tab. 5 Multivariate logistic regression analysis of influencing factors for MACE occurrence

变量	B	SE	Wald $\chi^2$	HR	95% CI	P 值
DAI 评分	-1.138	0.385	8.652	0.321	0.143~0.712	0.004
年龄	0.085	0.038	5.021	1.089	1.014~1.170	0.021
$\geq 3$ 支病变	1.092	0.482	5.124	2.981	1.145~7.785	0.027
低密度脂蛋白胆固醇	0.417	0.198	4.453	1.517	1.032~2.238	0.035
高血压	0.653	0.382	2.915	1.921	0.876~4.215	0.106
糖尿病	0.305	0.362	0.712	1.356	0.624~2.943	0.443

### 3 讨论

本研究发现, DAI 评分是多支病变的保护因素, 随着 DAI 评分升高, 多支病变的风险降低, 这一结果与冠状动脉病变支数的剂量-反应关系高度契合, 揭示膳食抗氧化能力对动脉粥样硬化的进展起关键调控作用。低 DAI 反映的维生素 A、维生素 C、维生素 E、镁、硒等营养素缺乏, 可能通过两条路径加剧冠状动脉损伤, 抗氧化剂不足削弱了对低密度脂蛋白胆固醇氧化的抑制作用, 促进泡沫细胞形成与斑块脂质核心扩大<sup>[9-10]</sup>。本研究中低密度脂蛋白胆固醇随病变支数增加而升高, 而 DAI 随病变支数增加而降低, 两者呈现反向变化趋势, 这一现象印证了氧化-炎症恶性循环的存在<sup>[11-12]</sup>; 另外镁、硒等矿物质缺乏可诱发内皮功能障碍, 破坏一氧化氮 (NO) 合成, 导致血管舒缩异常和血小板聚集<sup>[13]</sup>。冠心病组高密度脂蛋白胆固醇较对照组低, 可能与高密度脂蛋白胆固醇的抗氧化功能依赖维生素 C、维生素 E 有关。既往研究显示, 高密度脂蛋白胆固醇携带的维生素 E 可中和 70% 以上的氧化自由基<sup>[14-15]</sup>。本研究还发现  $\geq 3$  支病变组的 DAI 评分最低, 分析原因, 老年人特有的生理特点可能放大了这种关联, 衰老伴随的氧化应激基线升高, 使膳食抗氧化剂的保护作用更为关键。本研究中冠心病组平均年龄大于对照组, 且年龄是多支病变发生的独立危险因素, 随着年龄增高, 多支病变发生的风险增加。此外, 本研究中, 冠心病组的糖尿病史比例高于对照组, 但两组间差异无统计学意义, 仅呈现出接近显著的趋势, 可能与高血糖加剧氧化应激有关, 葡萄糖自氧化产生的晚期糖基化终末产物可消耗 30% 以上的体内抗氧化储备, 因此即使调整糖尿病后, DAI 的独立作用仍显著<sup>[16]</sup>。

随访数据显示, DAI 低分组 MACE 发生率明显高于 DAI 高分组, 多因素 logistic 回归分析证实 DAI 是 MACE 发生的保护作用, DAI 评分升高, MACE 发生的风险降低, 这一效应独立于病变支数和低密度脂蛋白胆固醇, 提示抗氧化膳食可能通过改善斑块稳定性发挥作用。抗氧化剂可抑制基质金属蛋白酶活性, 减少纤维帽降解<sup>[17]</sup>。维生素 C 缺乏时, 基质金属蛋白酶-9 表达上调, 导致斑块易损性增加<sup>[18]</sup>。本研究中 DAI 低分组  $\geq 3$  支病变比例远高于 DAI 高分组, 进一步印证低抗氧化状态加速斑块复杂性演变的假设。

本研究还观察到 DAI 的保护作用在高龄人群中并未减弱 (交互  $P=0.689$ ), 这与传统认知中年龄削弱营养干预效果不同。分析原因, 老年患者因衰老相关的抗氧化防御系统衰退, 基础氧化应激水平显著升高<sup>[19]</sup>。这种氧化-抗氧化失衡状态使外源性抗氧化剂的补充更易产生剂量依赖性效益, 当体内自由基负荷超过内源性清除能力时, DAI 评分每增加 1 个单位, 可额外降低部分低密度脂蛋白

胆固醇生成。此外本研究发现低密度脂蛋白胆固醇升高 MACE 风险增加, 与 DAI 形成双路径预测模型, 提示临床中联合评估血脂与膳食抗氧化能力, 可能更精准识别高危患者。

本研究在国内老年队列中建立 DAI 与冠状动脉病变的剂量-反应关系, 为膳食抗氧化干预提供了循证依据。但是本研究也存在不足, 横断面设计无法明确因果方向, 需前瞻性研究验证抗氧化剂补充的效果; FFQ 问卷依赖回忆, 可能低估季节性饮食差异, 如冬季新鲜蔬果摄入减少; 未区分抗氧化剂的食物来源, 如天然蔬果、加工食品, 而天然食物中的多酚类物质可能具有协同抗氧化效应; 随访时间较短, 需长期观察 DAI 对心血管事件的累积影响。

综上所述, 本研究证实低 DAI 是老年冠心病患者冠状动脉多支病变及 MACE 发生的独立预测因素, 揭示了膳食抗氧化能力在动脉粥样硬化全程管理中的潜在价值。在老龄化加剧的背景下, 通过饮食教育提升 DAI 评分, 可能成为低成本、风险低的辅助干预手段, 尤其适用于合并多重用药的老年群体。

### 参考文献

- [1] Nichols S, Mcgregor G, Breckon J, et al. Current insights into exercise-based cardiac rehabilitation in patients with coronary heart disease and chronic heart failure[J]. *Int J Sports Med*, 2021,42(1):19-26.
  - [2] Giroli M G, Werba J P, Risé P, et al. Effects of mediterranean diet or low-fat diet on blood fatty acids in patients with coronary heart disease. A randomized intervention study[J]. *Nutrients*, 2021,13(7):2389.
  - [3] Anvari M S, Babaki M M, Boroumand M A, et al. Relationship between calculated total antioxidant status and atherosclerotic coronary artery disease[J]. *Anatol J Cardiol*, 2016,16(9):689-695.
  - [4] Czlapka-matyasik M, Gramza-michalowska A. The total dietary antioxidant capacity, its seasonal variability, and dietary sources in cardiovascular patients[J]. *Antioxidants (Basel)*, 2023,12(2):292.
  - [5] Vahid F, Rahmani D, Hekmatdoost A. The association between dietary antioxidant index(DAI)and nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD) onset; new findings from an incident case-control study[J]. *Clin Nutr ESPEN*, 2021, 41:360-364.
  - [6] 中华医学会心血管病学分会介入学组, 中华医学会心血管病学分会微循环学组, 中国老年医学学会心血管病学分会, 等. 冠状动脉旁路移植术后再次血运重建策略中国专家共识(2022版)[J]. *中华胸心血管外科杂志*, 2022,38(12):705-715.
- Interventional Working Group of the Chinese Society of Cardiology, Microcirculation Working Group of the Chinese Society of Cardiology, Chinese Geriatric Cardiology Working Group, et al. 2022 Chinese expert consensus on

- the strategies for revascularization after coronary artery bypass grafting[J]. Chin J Thoracic Cardiovasc Surg, 2022, 38(12):705-715.
- [7] Wright M E, Mayne S T, Stolzenberg-solomon R Z, et al. Development of a comprehensive dietary antioxidant index and application to lung cancer risk in a cohort of male smokers [J]. Am J Epidemiol, 2004, 160(1):68-76.
- [8] Hagström M E, Steg P G, Szarek M, et al. Apolipoprotein B, residual cardiovascular risk after acute coronary syndrome, and effects of alirocumab[J]. Circulation, 2022, 146(9):657-672.
- [9] Farrokhian A, Bahmani F, Taghizadeh M, et al. Selenium supplementation affects insulin resistance and serum hs-CRP in patients with type 2 diabetes and coronary heart disease [J]. Horm Metab Res, 2016, 48(4):263-268.
- [10] Hajjarzadeh S, Nikniaz Z, Mahdavi R, et al. The association of dietary total antioxidant capacity with migraine attack frequency in women [J]. Int J Neurosci, 2024, 134(9):965-972.
- [11] Chakraborty M, Bhattacharya S, Mishra R, et al. Antioxidant content and activity of the Indian fresh-water pearl mussel in the prevention of arthritis in an experimental animal model [J]. Br J Nutr, 2012, 108(8):1346-1350.
- [12] Li R, Chen Z. Validation and comparison of two dietary indexes for predicting nonalcoholic fatty liver disease in US adults [J]. J Nutr, 2023, 152(12):2865-2876.
- [13] Vinholt P J, Frederiksen H, Hvas A M, et al. Measurement of platelet aggregation, independently of patient platelet count; a flow-cytometric approach [J]. J Thromb Haemost, 2017, 15(6):1191-1202.
- [14] Niki E. Role of vitamin E as a lipid-soluble peroxy radical scavenger; in vitro and in vivo evidence [J]. Free Radic Biol Med, 2014, 66:3-12.
- [15] Hafez S M N A, Elbassuoni E, Abdelzaher W Y, et al. Efficacy of vitamin E in protection against methotrexate induced placental injury in albino rats [J]. Biomed Pharmacother, 2021, 139:111637.
- [16] Schmutzler S, Knappe D, Marx A, et al. Solid-phase synthesis of D-fructose-derived Hevns peptides utilizing N $\alpha$ -Fmoc-Lysin [N $\epsilon$ -(2-deoxy-D-glucos-2-yl), N $\epsilon$ -Boc]-OH as building block [J]. Amino Acids, 2021, 53(6):881-891.
- [17] Yang Q, Chen W, Han D, et al. Intratunical injection of human urine-derived stem cells derived exosomes prevents fibrosis and improves erectile function in a rat model of Peyronie's disease [J]. Andrologia, 2020, 52(11):e13831.
- [18] Li B, Zhao Y, Liu H, et al. Visfatin destabilizes atherosclerotic plaques in apolipoprotein e-deficient mice [J]. PLoS One, 2016, 11(2):e0148273.
- [19] Varesi A, Chirumbolo S, Campagnoli L I M, et al. The role of antioxidants in the interplay between oxidative stress and senescence [J]. Antioxidants (Basel), 2022, 11(7):1224.

## 片语健康

### 生命力

健康人体充满生命力 (Life force), 生命力离不开能量。能量由细胞产生, 细胞的线粒体是“能量工厂”, 通过细胞呼吸合成腺嘌呤核苷三磷酸 (Adenosine triphosphate, ATP)。ATP 是细胞各种活动的能源。没有 ATP, 细胞就不能工作 (做功)<sup>[1]</sup>。

人类的生存离不开空气、水、食物和阳光。合成 ATP 需要氧气, 我们通过呼吸从空气中获得氧气。ATP 的合成在水中, 因此我们需要喝水; 合成 ATP 需要底物, 底物来自食物, 因此我们需要吃饭。植物的生长依赖阳光, 通过光合作用将阳光的能量转化为自身的物质, 植物是包括人在内的动物的食物。食草动物是食肉动物的食物, 一些食肉动物又成为另一些食肉动物的食物<sup>[1]</sup>。阳光是动植物的原始能量源。

产生和使用 ATP 的过程是代谢 (Metabolism)。代谢是最基本的生命活动。血液循环、呼吸吐纳、消化吸收、排泄分泌、生长繁殖和喜怒哀乐都以代谢为基础<sup>[2]</sup>。

#### 参考文献

- [1] Mehta L. The anatomy of death [J]. J Craniovertebr Junction Spine, 2023, 14(2):116-126.  
[2] Geoffrey W. Scale [M]. New York: Penguin Random House LLC, 2018.

(作者:于永利)