

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.04.002

早期糖尿病肾病影响因素的 Meta 分析*

原茵, 孙璇, 岳树娇, 刘颖, 王泓午[△]

天津中医药大学公共卫生与健康科学学院, 天津 301617

摘要:目的 探讨早期糖尿病肾病(DKD)的主要影响因素,为早期识别与预防 DKD 提供循证依据。**方法** 计算机检索 The Cochrane Library、Web of Science、PubMed、中国知网和万方数据库中关于早期 DKD 的相关文献,检索时限为 2009 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日。采用 Stata 17.0 软件进行统计分析。**结果** 共纳入 13 篇文献,病例共 5 065 例,包括合并早期 DKD 患者 1 405 例。Meta 分析结果显示,早期 DKD 的影响因素包括病程($OR = 1.088, 95\%CI: 1.029 \sim 1.150, P = 0.003$)、体质量指数(BMI, $OR = 1.097, 95\%CI: 1.068 \sim 1.126, P < 0.001$)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C, $OR = 2.176, 95\%CI: 1.760 \sim 2.692, P < 0.001$)、空腹血糖(FBG, $OR = 1.410, 95\%CI: 1.045 \sim 1.902, P = 0.024$)、收缩压(SBP, $OR = 1.014, 95\%CI: 1.008 \sim 1.020, P < 0.001$)、糖化血红蛋白(HbA1c, $OR = 1.681, 95\%CI: 1.298 \sim 2.177, P < 0.001$)、左心室后壁厚度(LVPW, $OR = 2.773, 95\%CI: 1.472 \sim 5.226, P = 0.002$)、室间隔厚度(IVS, $OR = 3.278, 95\%CI: 1.679 \sim 6.401, P = 0.001$)。**结论** 病程、BMI、LDL-C、FBG、SBP、HbA1c、LVPW、IVS 均为早期 DKD 的影响因素,该研究可为临床预警早期 DKD 提供循证依据。

关键词:糖尿病肾病; Meta 分析; 影响因素; 系统评价; 早期

中图法分类号:R587.1;R446.11

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2025)04-0439-06

Meta-analysis of influencing factors for early diabetic nephropathy*

YUAN Yin, SUN Xuan, YUE Shujiao, LIU Ying, WANG Hongwu[△]

College of Public Health and Health Sciences, Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 301617, China

Abstract: Objective To explore the main influencing factors for early diabetic kidney disease (DKD) and provide evidence-based support for the early identification and prevention of DKD. **Methods** A computer-based literature search was conducted in The Cochrane Library, Web of Science, PubMed, China National Knowledge Infrastructure (CNKI) and Wanfang databases for studies related to early DKD, with the search period from January 1 2009 to December 31 2023. Statistical analysis was performed using Stata 17.0 software. **Results** A total of 13 studies were included, with a total of 5 065 cases, including 1 405 patients with early DKD. The Meta-analysis results showed that the influencing factors for early DKD included disease duration ($OR = 1.088, 95\%CI: 1.029 - 1.150, P = 0.003$), body mass index (BMI, $OR = 1.097, 95\%CI: 1.068 - 1.126, P < 0.001$), low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C, $OR = 2.176, 95\%CI: 1.760 - 2.692, P < 0.001$), fasting blood glucose (FBG, $OR = 1.410, 95\%CI: 1.045 - 1.902, P = 0.024$), systolic blood pressure (SBP, $OR = 1.014, 95\%CI: 1.008 - 1.020, P < 0.001$), hemoglobin A1c (HbA1c, $OR = 1.681, 95\%CI: 1.298 - 2.177, P < 0.001$), left ventricular posterior wall thickness (LVPW, $OR = 2.773, 95\%CI: 1.472 - 5.226, P = 0.002$) and interventricular septum thickness (IVS, $OR = 3.278, 95\%CI: 1.679 - 6.401, P = 0.001$). **Conclusion** Disease duration, BMI, LDL-C, FBG, SBP, HbA1c, LVPW and IVS are all influencing factors for early DKD. This study provides evidence-based support for clinical early warning and prevention of DKD.

Key words: diabetic kidney disease; Meta-analysis; influencing factor; systematic review; early

糖尿病肾病(DKD)是糖尿病常见的微血管并发症,其特征为早期肾小球高滤过与蛋白尿,进行性肾

* 基金项目:国家重点研发计划(2017YFC1703305);国家重点基础研究发展计划(973 计划,2011CB505406);国家中医药管理局重点学科建设项目(zyyzdxk-2023008)。

作者简介:原茵,女,在读博士,主要从事中医四诊客观化研究。△ 通信作者,E-mail:tianjinwh_w@163.com。

网络首发 [http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1167.R.20250124.1558.002.html\(2025-01-26\)](http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1167.R.20250124.1558.002.html(2025-01-26))

功能下降,并伴有肾小球/肾小管病变和严重的外周血管疾病。DKD 患者的病死率约为无肾病糖尿病患者的 30 倍^[1],中国目前糖尿病患病率为 9.7%,其中 DKD 占 20.0%~60.0%^[2],但 DKD 早期临床症状不明显,在临床中常因漏诊而错过最佳治疗时机,导致患者因病情发展迅速,出现肾衰竭而死亡。因此,临床诊疗中及时关注早期 DKD 的影响因素并对早期 DKD 进行及时诊断与治疗十分重要。本研究旨在通过 Meta 分析总结早期 DKD 的影响因素,以期为临床 DKD 的早期预防提供参考。

1 资料与方法

1.1 检索策略

系统检索 The Cochrane Library、Web of Science、PubMed、中国知网(CNKI)和万方数据库中 与早期 DKD 影响因素相关的研究。检索时限为 2009 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日。中文检索词为糖尿病肾病早期、2 型糖尿病肾病早期、早期糖尿病肾病、糖尿病合并肾病早期、影响因素、影响因素、风险因素、预测因素、相关因素;英文检索词为 Early stage of diabetes nephropathy、Early stage of diabetes complicated with nephropathy、risk factors、influence factor、related factor、relevant factor、predictive factor、associated factor。

1.2 纳入及排除标准

1.2.1 纳入标准

(1)研究类型为病例对照研究、横断面研究与队列研究;至少包括 20 例患者。(2)研究对象符合糖尿病诊断标准(如 WHO 1999 年美国糖尿病协会诊断标准等);具有明确的早期 DKD 诊断,研究组早期 DKD 发生于糖尿病诊断之后;年龄≥18 岁。(3)结局指标为糖尿病合并早期 DKD 的影响因素,结果描述了多因素 Logistic 回归分析校正后获得的比值比(OR)及 95%CI。

1.2.2 排除标准

(1)未明确表述 DKD 处于早期阶段;(2)重复文献;(3)综述、动物实验、会议论文、病例报告等;(4)全文或有效数据无法获取、结局指标不符、研究内容不符、低质量文献等。

1.3 文献筛选与资料提取

2 位研究者依据筛选标准独立进行文献筛选,以确保研究的准确性和可靠性,若存在差异则由第 3 位研究者进行评判。在进行文献筛选过程中,根据文章题目与摘要去除与主题无关的文献,初步筛选后下载全文进行阅读后决定是否

纳入。提取最终纳入文献的相关信息:第 1 作者、发表时间、区域、研究类型、样本量、诊断标准、影响因素及相关数据。

1.4 质量评价

2 位研究人员基于偏倚风险评估工具,对文献质量进行独立评估。采用纽卡斯尔-渥太华量表(NOS)对病例对照研究与队列研究进行文献质量评估,该量表分为研究人群的筛选、组间可比性、暴露或结果评价 3 个类别、8 个条目,满分为 9 分,总分<6 分为低质量文献,≥6 分说明文献质量较高。

1.5 统计学处理

采用 Stata17.0 软件进行统计处理和分析,以 OR 及 95%CI 作为效应量指标。采用 Q 检验、 I^2 值及 P 值判断研究是否存在异质性,若 $P>0.05, I^2\leq 50\%$,则表明各研究间不存在异质性,采用固定效应模型进行 Meta 分析;若 $P\leq 0.05, I^2> 50\%$,则表明各研究间存在异质性,采用随机效应模型进行 Meta 分析。本研究采用改变合并模型的方法进行敏感性分析。通过绘制漏斗图评估发表偏倚,同时进行 Begg's 检验与 Egger's 检验。

2 结果

2.1 文献筛选结果

经过初步检索共有 1 236 篇文献,其中 CNKI 检索得到 362 篇,万方数据库检索得到 668 篇,The Cochrane Library 数据库检索得到 125 篇,Web of Science 检索得到 64 篇,PubMed 检索得到 17 篇,去除重复文献后得到 1 003 篇。将文献导入 NoteExpress 软件中,阅读题目和摘要,排除文献主题与研究不符文献 622 篇,动物实验类文献 107 篇,综述/会议类文献 194 篇,特定人群研究文献 16 篇,选出 64 篇符合研究主题的文献。下载文献进行全文阅读,排除研究内容缺失文献 31 篇,低质量文献 12 篇,无法下载全文文献 2 篇,选出 19 篇文献进行数据提取。随后排除研究影响因素的回归分析数据不全文献 5 篇,研究影响因素单一文献 1 篇,最终纳入 13 篇文献。

2.2 纳入文献基本特征及质量评价

通过筛选共纳入 13 篇文献^[3-15]进行 Meta 分析,均为国内的病例对照研究。其中近 5 年发表文献 5 篇,其余 8 篇发表时间超过 5 年。研究的样本量为 5 065 例,其中合并早期 DKD 患者 1 405 例。文献质量评价中,纳入文献质量评分均≥6 分,1 篇文献评分为 8 分,6 篇文献评分 7 分。纳入研究的基本特征及质量评价见表 1、2。

表 1 纳入文献的基本特征

第 1 作者	发表 时间(年)	样本量(n)		年龄($\bar{x}\pm s$,岁)		诊断标准	影响因素
		病例	对照	病例	对照		
张瑞瑞 ^[3]	2022	25	49	53.64±6.05	54.17±6.74	《中国糖尿病肾脏疾病防治临床指南》	①②③
郭嘉鸿 ^[4]	2022	52	75	59.52±6.91	59.05±6.37	2012 年美国肾脏基金会颁布的 DKD 及慢性肾脏病临床实践指南中糖尿病早期肾病诊断标准	②④⑤⑥⑦

续表 1 纳入文献的基本特征

第 1 作者	发表时间(年)	样本量(n)		年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)		诊断标准	影响因素
		病例	对照	病例	对照		
丁静明 ^[5]	2021	40	50	—	—	文献[16]	⑥⑦
李昌艳 ^[6]	2020	48	130	58.00±12.00	55.00±10.00	2007 年肾脏病预后质量指南(K/DOQI)	⑥⑦
陈卫锋 ^[7]	2019	78	86	50.88±5.37	49.86±6.35	美国糖尿病协会诊断标准	②③⑧
邹波 ^[8]	2016	71	158	65.13±12.43	58.49±13.74	尿微量清蛋白/肌酐比值	⑤
张楠 ^[9]	2016	362	1 983	61.74±8.82	62.21±9.62	美国糖尿病协会诊断标准	②③⑤⑧
田志刚 ^[10]	2016	70	70	50.22±11.08	50.35±10.58	1999 年 WHO 制定的糖尿病诊断标准	①④⑨
刘发林 ^[11]	2014	123	443	61.30±11.10	59.80±10.50	美国糖尿病协会诊断标准	④⑧⑨
林杏娟 ^[12]	2013	102	81	52.31±12.28	48.81±13.21	尿清蛋白排泄率(UAER)	④⑧⑨
赵颖超 ^[13]	2013	182	170	54.10±9.30	51.30±11.20	1999 年 WHO 制定的糖尿病诊断标准、Mogens- en 分期标准	①④⑤
孔虹 ^[14]	2013	148	153	61.00±19.00	55.00±18.00	肾小球滤过率增高, UAER 持续在 20~200 μg/min	①④
周少玲 ^[15]	2009	94	77	57.86±11.29	58.23±13.46	1999 年 WHO 制定的糖尿病诊断标准	④⑧⑨

注:①为糖化血红蛋白;②为空腹血糖;③为血清总胆固醇;④为病程;⑤为收缩压;⑥为室间隔厚度;⑦为左心室后壁厚度;⑧为体质量指数;⑨为低密度脂蛋白胆固醇。

表 2 文献质量评价(分)

第 1 作者	研究人群选择				组间可比性	暴露			总分
	病例的定义和 诊断是否恰当	病例的 代表性	对照选择	对照的定义		暴露的调查 和评估方法	病例和对照的 调查方法	无应答率	
张瑞瑞 ^[3]	1	1	0	1	1	1	1	0	6
郭嘉鸿 ^[4]	1	1	0	1	1	1	1	0	6
丁静明 ^[5]	1	1	0	1	2	1	1	0	7
李昌艳 ^[6]	1	1	0	1	2	1	1	1	8
陈卫锋 ^[7]	1	1	0	1	2	1	1	0	7
邹波 ^[8]	1	1	0	1	1	1	1	0	6
张楠 ^[9]	1	1	0	1	2	1	1	0	7
田志刚 ^[10]	1	1	0	1	1	1	1	0	6
刘发林 ^[11]	1	1	0	1	2	1	1	0	7
林杏娟 ^[12]	1	1	0	1	1	1	1	0	6
赵颖超 ^[13]	1	1	0	1	2	1	1	1	7
孔虹 ^[14]	1	1	0	1	1	1	1	0	6
周少玲 ^[15]	1	1	0	1	2	1	1	0	7

2.3 Meta 分析结果

2.3.1 病程 7 项研究^[4,10-15]报道了病程与早期 DKD 有关,研究之间异质性较大($I^2=69.7\%$),运用随机效应模型进行分析。结果显示病程是早期 DKD 的影响因素($OR=1.088, 95\%CI: 1.029 \sim 1.150, P=0.003$)。见表 3。

2.3.2 体质量指数(BMI) 5 项研究^[7,9,11-12,15]报道了 BMI 与早期 DKD 有关,研究之间异质性小($I^2=0.0\%$),运用固定效应模型进行分析。结果显示 BMI

是早期 DKD 的影响因素($OR=1.097, 95\%CI: 1.068 \sim 1.126, P<0.001$)。见表 3。

2.3.3 低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C) 4 项研究^[10-12,15]报道了 LDL-C 与早期 DKD 有关,研究之间异质性小($I^2=0.0\%$),运用固定效应模型进行分析。结果显示 LDL-C 是早期 DKD 的影响因素($OR=2.176, 95\%CI: 1.760 \sim 2.692, P<0.001$)。见表 3。

2.3.4 空腹血糖(FBG) 4 项研究^[3-4,7,9]报道了 FBG 与早期 DKD 有关,研究之间异质性较大($I^2=$

69.9%)，运用随机效应模型进行分析。结果显示 FBG 是早期 DKD 的影响因素 (OR = 1.410, 95%CI: 1.045~1.902, P = 0.024)。见表 3。

2.3.5 收缩压(SBP) 4 项研究^[4,8-9,13]报道了 SBP 与早期 DKD 有关,研究之间异质性小 ($I^2 = 0.0\%$), 运用固定效应模型进行分析。结果显示 SBP 是早期 DKD 的影响因素 (OR = 1.014, 95%CI: 1.008~1.020, P < 0.001)。见表 3。

2.3.6 糖化血红蛋白(HbA1c) 4 项研究^[3,10,13-14]报道了 HbA1c 与早期 DKD 有关,研究之间异质性较小 ($I^2 = 8.3\%$), 运用固定效应模型进行分析。结果显示 HbA1c 是早期 DKD 的影响因素 (OR = 1.681, 95%CI 1.298~2.177, P < 0.001)。见表 3。

2.3.7 血清总胆固醇(TC) 3 项研究^[3,7,9]报道了 TC 与早期 DKD 有关,研究之间异质性较大 ($I^2 = 62.7\%$), 运用随机效应模型进行分析。结果显示 TC 与早期 DKD 无关,不是其影响因素 (OR = 1.175,

95%CI: 0.906~1.524, P = 0.225)。见表 3。

2.3.8 左心室后壁厚度(LVPW) 3 项研究^[4-6]报道了 LVPW 与早期 DKD 有关,研究之间异质性较大 ($I^2 = 58.9\%$), 运用随机效应模型进行分析。结果显示 LVPW 是早期 DKD 的影响因素 (OR = 2.773, 95%CI: 1.472~5.226, P = 0.002)。见表 3。

2.3.9 室间隔厚度(IVS) 3 项研究^[4-6]报道了 IVS 与早期 DKD 有关,研究之间异质性较大 ($I^2 = 60.6\%$), 运用随机效应模型进行分析。结果显示 IVS 是早期 DKD 的影响因素 (OR = 3.278, 95%CI: 1.679~6.401, P = 0.001)。见表 3。

2.4 敏感性分析 本研究采用改变合并模型的方法进行敏感性分析,结果显示,更换模型后各研究异质性检验未发生改变,除 TC 外,其他影响因素的 Meta 分析结果均未发生改变,BMI、LDL-C、FBG 合并效应量未发生明显改变。敏感性分析提示 Meta 分析结果较为稳定可靠。见表 4。

表 3 早期 DKD 影响因素的 Meta 分析结果

影响因素	异质性检验		效应模型	OR	OR 的 95%CI	Z	P
	$I^2(\%)$	P					
病程	69.7	0.006	随机效应	1.088	1.029~1.150	2.95	0.003
BMI	0.0	0.961	固定效应	1.097	1.068~1.126	6.92	<0.001
LDL-C	0.0	0.437	固定效应	2.176	1.760~2.692	7.17	<0.001
FBG	69.9	0.019	随机效应	1.410	1.045~1.902	2.25	0.024
SBP	0.0	0.507	固定效应	1.014	1.008~1.020	4.45	<0.001
HbA1c	8.3	0.352	固定效应	1.681	1.298~2.177	3.94	<0.001
TC	62.7	0.069	随机效应	1.175	0.906~1.524	1.21	0.225
LVPW	58.9	0.088	随机效应	2.773	1.472~5.226	3.16	0.002
IVS	60.6	0.079	随机效应	3.278	1.679~6.401	3.48	0.001

表 4 早期 DKD 影响因素的敏感性分析

影响因素	异质性检验		效应模型	OR	OR 的 95%CI	Z	P
	$I^2(\%)$	P					
病程	69.7	0.006	固定效应	1.065	1.040~1.091	5.24	<0.001
BMI	0.0	0.961	随机效应	1.097	1.068~1.126	6.92	<0.001
LDL-C	0.0	0.437	随机效应	2.176	1.760~2.692	7.17	<0.001
FBG	69.9	0.019	固定效应	1.131	1.071~1.196	4.38	<0.001
SBP	0.0	0.002	随机效应	1.014	1.008~1.020	4.45	<0.001
HbA1c	8.3	0.352	随机效应	1.697	1.286~2.239	3.73	<0.001
TC	62.7	0.069	固定效应	1.014	1.002~1.025	2.33	0.020
LVPW	58.9	0.088	固定效应	2.821	1.880~4.232	5.01	<0.001
IVS	60.6	0.079	固定效应	3.399	2.236~5.165	5.73	<0.001

2.5 发表偏倚风险分析 本研究对早期 DKD 影响因素进行 Begg's 检验与 Egger's 检验,发现在 Egger's

s 检验中,病程($P=0.007$)、LDL-C($P=0.008$)、TC($P=0.008$)、IVS($P=0.019$)存在发表偏倚。见表 5。

表 5 发表偏倚风险分析

影响因素	纳入研究数量(篇)	Begg's 检验		Egger's 检验	
		Z	P	t	P
病程	6	1.880	0.060	5.01	0.007
BMI	5	0.730	0.462	1.08	0.359
LDL-C	4	1.020	0.308	-11.45	0.008
FBG	4	<0.001	>0.999	3.45	0.075
SBP	4	0.340	0.734	1.76	0.221
HbA1c	4	0.340	0.734	1.64	0.243
TC	3	<0.001	>0.999	3.05	0.008
LVPW	3	<0.001	>0.999	-12.00	0.053
IVS	3	1.040	0.296	-34.02	0.019

3 讨 论

DKD 是 2 型糖尿病的主要并发症之一,也是导致患者发展为终末期肾病进而死亡的主要影响因素^[17]。DKD 的代谢变化导致肾小球肥大、肾小球硬化、肾小管间质炎症和纤维化,继而发生肾小球高滤过、进行性蛋白尿、肾小球滤过率下降等一系列病理变化,最终导致终末期肾病^[18]。早期 DKD 起病隐匿,缺乏典型临床症状,目前临床诊断早期 DKD 以实验室检测肾功能、尿蛋白相关指标为主要依据,但对于临床症状不明显患者常出现漏诊、误诊。此外,目前关于早期 DKD 影响因素的研究结果并未取得一致。因此,本研究通过 Meta 分析,总结临床常见早期 DKD 的影响因素,以期为临床预警早期 DKD 提供文献依据。

本研究共纳入 13 篇文献,研究共包括 5 000 余例患者。通过对纳入文献进行评分,结果显示纳入文献质量较好,但在对照的选择及无应答率 2 个方面描述较少。对纳入文献异质性进行评价,结果显示除 Egger's 检验中病程、LDL-C、TC、IVS 存在发表偏倚外,其余研究纳入的影响因素较为稳定,具有良好可信度。本研究发现,病程、BMI、LDL-C、FBG、SBP、HbA1c、LVPW、IVS 均为早期 DKD 的影响因素。其中病程、BMI、SBP 为患者临床基线相关影响因素,LDL-C、FBG、HbA1c 为患者实验室检查相关影响因素,LVPW、IVS 为患者心血管并发症相关影响因素。

病程是影响 DKD 发生、发展的重要因素。现有研究表明,糖尿病病程延长导致患者出现微血管病变、糖脂代谢紊乱,继而损伤患者肾脏功能,如肾小球功能逐渐丧失、尿清蛋白排泄率(UAER)增加等,最终发展为终末期肾病^[19]。JIANG 等^[20]研究发现,10

年以上的 2 型糖尿病(T2DM)患者易出现蛋白尿,发生 DKD 的风险更高。早期 DKD 起病隐匿,随着糖尿病患者病程延长,应注重患者肾功能及微血管相关检查,提高早期 DKD 临床诊断率。本研究结果显示,BMI 是早期 DKD 的重要影响因素。BMI 是直接反映患者肥胖程度的临床指标,肥胖通过糖尿病、高血压和代谢综合征等风险因素介导并引发慢性肾脏病。肥胖提高了 T2DM 的发病率,在 T2DM 病程发展中,肥胖导致的代谢紊乱也加剧了微血管与肾脏病变^[21]。临床研究显示,2 600 余例初次调查时未患慢性肾脏病的 T2DM 患者在随访 18.5 年后,肥胖($BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$)患者患 3 期慢性肾脏病的风险显著增加^[22]。临床诊疗中更需关注患者 BMI 与早期 DKD 发病的相关性,黄佳琪等^[23]的研究发现,早期 DKD 患病率与 BMI 密切相关。血压通常与肥胖共同影响 DKD 的发生、发展,血压持续升高会加重肾脏负担,小动脉受压导致肾动脉硬化、血管壁增厚、管腔狭窄、肾小球滤过压升高,从而导致清蛋白滤过增加,肾脏病变又可加重高血压而形成恶性循环。早期检测 T2DM 患者的 BMI 与血压,并个体化治疗患者,是有效提高早期 DKD 诊断率、降低 DKD 发病率的重要手段。

实验室检查对诊断早期 DKD 具有重要意义。本研究结果显示,LDL-C、FBG、HbA1c 为早期 DKD 的影响因素。FBG、HbA1c 是检测患者血糖水平最常用的 2 项指标,分别反映患者短期与近 2~3 个月的平均血糖水平。在临床中,T2DM 患者通过药物治疗可将血糖控制在较为稳定的区域内,而病程较长患者出现血糖快速升高,提示可能出现包括微血管病变在内的一系列并发症^[24-25]。密切关注患者血糖变化,提前监测患者尿蛋白及肾功能指标,可将 DKD 的检出时间有效提前。现有研究表明,高脂血症是 DKD 的独立危险因素。邓婷婷^[26]通过研究 DKD 患者血脂指标与血糖指标的相关性发现,LDL-C 与 HbA1c 具有显著相关性。血脂长期异常升高可通过破坏肾小球足细胞,引起清蛋白排泄紊乱,最终导致蛋白尿及肾脏损伤^[27];而肾脏病变进展同样破坏脂质代谢,引起以非高密度脂蛋白代谢受损为主要特点的脂质紊乱^[28]。通过药物干预与改变生活方式改善 T2DM 患者血脂水平,对预防 DKD 发生或减缓 DKD 发展具有重要意义。DKD 常伴有高血压、肥胖、心血管疾病等,均与心脏重构密切相关^[29],探讨 DKD 与 LVPW、IVS 等心血管相关指标的相关性有助于临床早期预警 DKD。T2DM 导致的葡萄糖和脂质代谢紊乱、胰岛素抵抗、炎症反应、氧化应激等因素引起血管内皮损伤,血管内皮的结构和功能发生变化,导致血管屏障功能异常,促炎和促血液凝固因子激活,活性氧产

生增加,一氧化氮的生物利用度降低,最终造成大血管和微血管损伤^[30]。血管内皮损伤可同时导致肾脏与心血管疾病,极大地提高了患者因多种并发症死亡的风险,故应在 T2DM 病程中加强对相关指标的监测,以便尽早预防 DKD 的发生。

综上所述,本研究通过文献分析,总结出病程、BMI、LDL-C、FBG、SBP、HbA1c、LVPW、IVS 为早期 DKD 的重要影响因素,为临床早期预警 DKD、降低 DKD 漏诊率提供有效参考依据。本研究是基于中国早期 DKD 患者的 Meta 分析,纳入的研究人群局限于中国人群,并未纳入队列研究与横断面研究,这是本研究的局限性,将在后续研究中继续完善。

参考文献

- [1] SAGOO M K, GNUDI L. Diabetic nephropathy: an overview[J]. *Methods Mol Biol*, 2020, 2067: 3-7.
- [2] 张天琦, 李建英. 中医药治疗早期糖尿病肾病研究进展[J]. *中国中医药现代远程教育*, 2024, 22(9): 175-178.
- [3] 张瑞瑞. 2 型糖尿病患者发生早期糖尿病肾病的危险因素分析[J]. *中国医学工程*, 2022, 30(2): 25-27.
- [4] 郭嘉鸿, 魏华, 梁照志, 等. 2 型糖尿病患者并发早期糖尿病肾病的影响因素[J]. *中国卫生工程学*, 2022, 21(1): 99-100.
- [5] 丁静明, 高卫臻, 黄子平, 等. 2 型糖尿病患者进展为早期糖尿病肾病的相关影响因素分析[J/CD]. *现代医学与健康研究电子杂志*, 2021, 5(18): 111-113.
- [6] 李昌艳, 刘娟, 顾芳, 等. 2 型糖尿病患者进展为早期糖尿病肾病的影响因素分析[J]. *中国全科医学*, 2020, 23(26): 3291-3296.
- [7] 陈卫锋, 李平, 李旭. 新诊断 2 型糖尿病并早期肾病相关危险因素分析[J]. *农垦医学*, 2019, 41(6): 509-512.
- [8] 邹波, 高国生, 丁洁, 等. 2 型糖尿病患者早期肾病的危险因素探讨[J]. *中国现代医师*, 2016, 54(23): 7-10.
- [9] 张楠, 高政南. 2 型糖尿病患者早期糖尿病肾病的发生率及危险因素分析[J]. *航空航天医学杂志*, 2016, 27(12): 1473-1476.
- [10] 田志刚. 导致 2 型糖尿病患者并发早期糖尿病肾病的危险因素探析[J]. *当代医药论丛*, 2016, 14(2): 148-149.
- [11] 刘发林, 王利荣, 黄海晏, 等. 2 型糖尿病并肾病早期相关危险因素分析[J]. *医学临床研究*, 2014, 31(5): 960-963.
- [12] 林杏娟. 2 型糖尿病合并早期糖尿病肾病的相关危险因素分析[J]. *当代医学*, 2013, 20(20): 5-6.
- [13] 赵颖超, 戴军有, 何涛, 等. 早期糖尿病肾病的危险因素分析[J]. *中国中西医结合肾病杂志*, 2013, 14(12): 1067-1069.
- [14] 孔虹, 刘勇, 陈骁. 2 型糖尿病早期肾病的影响因素分析[J]. *山西医药杂志*, 2013, 42(1): 21-23.
- [15] 周少玲, 陈述林. 2 型糖尿病合并早期糖尿病肾病的相关

危险因素分析[J/CD]. *中华临床医师杂志(电子版)*, 2009, 3(2): 280-285.

- [16] 林善铤. 糖尿病肾病[J]. *中华内科杂志*, 2005, 44(3): 229-231.
- [17] ALICIC R Z, ROONEY M T, TUTTLE K R. Diabetic kidney disease: challenges, progress, and possibilities[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2017, 12(12): 2032-2045.
- [18] TZIOMALOS K, ATHYEAROS V G. Diabetic nephropathy: new risk factors and improvements in diagnosis[J]. *Rev Diabet Stud*, 2015, 12(1/2): 110-118.
- [19] 张健, 胡怡. 2 型糖尿病患者并发 DKD 的危险因素及 Nomogram 风险预测模型构建[J]. *广西医科大学学报*, 2023, 40(11): 1843-1849.
- [20] JIANG S M, FANG J Y, YU T Y, et al. Novel model predicts diabetic nephropathy in type 2 diabetes[J]. *Am J Nephrol*, 2020, 51(2): 130-138.
- [21] MARIC-BILKAN C. Obesity and diabetic kidney disease[J]. *Med Clin North Am*, 2013, 97(1): 59-74.
- [22] FOSTER M C, HWANG S J, LARSON M G, et al. Overweight, obesity, and the development of stage 3 CKD: the framingham heart study[J]. *Am J Kidney Dis*, 2008, 52(1): 39-48.
- [23] 黄佳琪, 徐莹, 田园, 等. 内脏脂肪面积对早期糖尿病肾病影响的临床观察[J]. *临床和实验医学杂志*, 2023, 22(17): 1843-1846.
- [24] 张艳. 2 型糖尿病患者舌象特征及其与实验室指标的相关性研究[D]. 北京: 北京中医药大学, 2022.
- [25] 李书. 糖尿病风险因素多维识别、关联分析与综合管理[D]. 天津: 天津医科大学, 2019.
- [26] 邓婷婷. 糖尿病肾病患者血脂异常与尿蛋白关系研究[J]. *中国中西医结合肾病杂志*, 2019, 20(6): 527-529.
- [27] NOSADINI R, TONOLO G. Blood glucose and lipid control as risk factors in the progression of renal damage in type 2 diabetes[J]. *J Nephrol*, 2003, 16(Suppl 7): S42-S47.
- [28] KOCHAN Z, SZUPRYCZYNSKA N, MALGORZEWICZ S, et al. Dietary lipids and dyslipidemia in chronic kidney disease[J]. *Nutrients*, 2021, 13(9): 3138.
- [29] FILIPPATOS G, BAKRIS G L, PITT B, et al. Finerenone reduces new-onset atrial fibrillation in patients with chronic kidney disease and type 2 diabetes[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2021, 78(2): 142-152.
- [30] LIU H, WANG X, GAO H, et al. Physiological and pathological characteristics of vascular endothelial injury in diabetes and the regulatory mechanism of autophagy[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2023, 14: 1191426.