

• 临床研究 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.09.015

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240229.1106.006\(2024-02-29\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240229.1106.006(2024-02-29))

ABO 血型的糖尿病发病风险研究*

张亚兰¹,王新²,孙丽¹,师嘉阳¹,程真¹,陈宗涛^{1△}

(1.陆军军医大学第一附属医院健康管理科,重庆 400038;2.四川大学华西公共卫生学院,成都 610041)

[摘要] **目的** 探讨 ABO 血型的糖尿病发病风险。**方法** 回顾性分析 2006—2018 年陆军军医大学第一附属医院健康管理科的 1 306 397 例健康体检者资料,包括性别、年龄、身高、体重、血糖、血脂和 ABO 血型等,将其中同时有血型和空腹血糖数据的 61 296 例体检者作为研究人群,采用多因素 logistic 回归分析不同 ABO 血型的糖尿病发病风险。**结果** 总人群和研究人群中性别、年龄、BMI 分布比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。研究人群中糖尿病、糖尿病前期人数分别为 2 649 例(4.3%)和 3 979 例(6.5%)。不同血型人群的胆固醇、低密度脂蛋白-胆固醇(LDL-C)、糖尿病、糖尿病前期人群分布比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。多因素 logistic 回归分析结果显示,与 O 型血相比,A 型血糖尿病发病风险增加($OR = 1.38, 95\%CI: 1.02 \sim 1.86, P = 0.04$),而 B 型血($OR = 1.28, 95\%CI: 0.93 \sim 1.77, P = 0.13$)和 AB 型血($OR = 1.33, 95\%CI: 0.83 \sim 2.11, P = 0.23$)不会增加糖尿病的发病风险。**结论** 可对 A 型血人群进行早期筛查并采取预防性治疗和干预以降低糖尿病的发病率。

[关键词] 糖尿病;糖代谢异常;ABO 血型;发病风险;高危人群

[中图分类号] R587.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2024)09-1360-05

Study on the risk of diabetes mellitus in ABO blood type*

ZHANG Yalan¹, WANG Xin², SUN Li¹, SHI Jiayang¹, CHENG Zhen¹, CHEN Zongtao^{1△}

(1. Department of Health Management, the First Affiliated Hospital of Army Medical University, Chongqing 400038, China; 2. West China School of Public Health, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610041, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the risk of diabetes mellitus in ABO blood type. **Methods** The data of 1 306 397 healthy physical subjects in the Department of Health Management of the First Affiliated Hospital of Army Medical University from 2006 to 2018 were retrospectively analyzed, including gender, age, height, weight, blood glucose, blood lipid and ABO blood type. A total of 61 296 subjects with both blood type and fasting blood glucose data were selected as the study population. Multivariable logistic regression was used to analyze the risk of diabetes in different ABO blood types. **Results** There were significant differences in gender, age and BMI distribution between the total population and the study population ($P < 0.05$). The number of patients with diabetes and prediabetes in the study population was 2 649 (4.3%) and 3 979 (6.5%), respectively. There were significant differences in the distribution of cholesterol, low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C), diabetes and pre-diabetes among people with different blood types ($P < 0.05$). Multivariate logistic regression analysis showed that compared with type O blood, type A blood had an increased risk of diabetes ($OR = 1.38, 95\%CI: 1.02 - 1.86, P = 0.04$), while type B blood ($OR = 1.28, 95\%CI: 0.93 - 1.77, P = 0.13$) and type AB blood ($OR = 1.33, 95\%CI: 0.83 - 2.11, P = 0.23$) did not increase the risk of diabetes. **Conclusion** Early screening of type A blood population and preventive treatment and intervention can be used to reduce the incidence of diabetes.

[Key words] diabetes mellitus; abnormal glucose metabolism; ABO blood type; risk; high-risk groups

糖尿病是染色体隐性遗传,其遗传度为 51.2%~73.8%。2019 年,全球糖尿病的患病率约为 9.3%^[1],已成为导致死亡的主要原因之一^[2]。糖尿

病引起的一系列并发症如肾病、视网膜病变、下肢动脉病变和心血管疾病等可对患者造成严重的疾病负担^[3]。《中国 2 型糖尿病防治指南 2017 版》^[4]指出,

糖尿病前期人群、中心型肥胖、静坐少动和家族史等是糖尿病的主要危险因素。近些年研究指出, ABO 血型也与糖尿病发病明显相关^[5-6]。

ABO 血型具有稳定的多基因遗传特性, 与恶性肿瘤^[7-8]、心血管疾病^[9]、妊娠期糖尿病^[10]和疾病易感性^[11]相关。由于糖尿病和 ABO 血型具有广义上的遗传和免疫基础^[6], 推测 ABO 血型可能与糖尿病的发病相关。有研究表明, ABO 血型系统抗原位于红细胞膜上, 镶嵌于膜上的糖蛋白和糖脂之间, 胰岛素必须与细胞膜表面的特异性受体结合后方能起作用^[12], 但胰岛素受体是由糖蛋白和脂蛋白构成的, 与 ABO 血型抗原的结构本质相同^[13], 因此, ABO 血型与糖尿病可能存在内在的关联。然而, 目前 ABO 血型与糖尿病关联研究由于受样本量、研究人群、研究类型等影响, 其结果目前尚无统一论^[6,14]。此外, 现有研究多基于欧洲人群分析, 缺乏大样本量的亚洲人群数据^[15-16]。因此, 本研究旨在分析健康体检人群数据, 探讨 ABO 血型的糖尿病发病风险, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2006—2018 年陆军军医大学第一附属医院健康管理科的 1 306 397 例健康体检者资料, 包括性别、年龄、身高、体重、血糖、血脂和 ABO 血型等。本研究通过陆军军医大学第一附属医院伦理委员会批准(审批号: KY201955)。

1.2 方法

1.2.1 体质指标检测

使用电脑人体秤(SK-X80)测量体检人群身高(m)和体重(kg), 测量结果均保留小数点后 1 位。根据《中国成人超重和肥胖症预防控制指南》^[17]对研究对象进行分类: 体重过低定义为 BMI < 18.5 kg/m², 体重正常定义为 BMI 18.5~<24.0 kg/m², 超重定义为 BMI 24.0~<28.0 kg/m², 肥胖定义为 BMI ≥ 28.0 kg/m²。血压测量要求受试者至少坐位休息 10 min 后, 使用欧姆龙电子血压计(B-203RV III C)对受试者右臂连续测量 3 次, 采用平均值记录数据信息。高血压定义为收缩压 ≥ 140 mmHg 和/或舒张压 ≥ 90 mmHg。

1.2.2 血液生化指标检测

采集体检人群外周血 5 mL, 离心后使用 AU5800 自动生化仪(美国 Beckman 公司)对空腹血糖、胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白-胆固醇(low density lipoprotein-cholesterol, LDL-C)和高密度脂蛋白-胆固醇(high density lipoprotein-cholesterol, HDL-C)进行测定。ABO 血型采用血凝试验法进行检测。

1.2.3 血脂异常诊断标准

根据《中国成人血脂异常防治指南(2016 年修订版)》进行分类: 胆固醇异常定义为总胆固醇 ≥ 5.7 mmol/L, 甘油三酯异常定义为甘油三酯 ≥ 1.73

mmol/L, LDL-C 异常定义为 LDL-C ≥ 3.1 mmol/L, HDL-C 异常定义为 HDL-C < 0.9 mmol/L。

1.2.4 血糖异常诊断标准

根据世界卫生组织 1999 年糖代谢状态分类标准^[18]进行分类: 正常糖耐量定义为空腹血糖 < 6.1 mmol/L, 糖尿病前期定义为空腹血糖 6.1~<7.0 mmol/L, 糖尿病定义为空腹血糖 ≥ 7.0 mmol/L。

1.3 统计学处理

采用 SPSS23.0 软件进行数据分析, 计量资料以例数或百分比表示, 比较采用 χ^2 检验; 将 $P < 0.1$ 的变量或可能相关的因素作为协变量纳入多因素 logistic 回归模型进行危险因素分析, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 研究人群代表性分析

将 1 306 397 例健康体检者中同时有血型和空腹血糖数据的 61 296 例作为研究人群。总人群和研究人群中性别、年龄、BMI 分布比较, 差异有统计学意义($P < 0.05$), 见表 1。

表 1 研究人群代表性分析

项目	总人群 (n=1 306 397)	研究人群 (n=61 296)	χ^2	P
性别			461.35	<0.01
男	705 248(54.0)	35 757(58.4)		
女	601 149(46.0)	25 462(41.6)		
年龄			83.81	<0.01
<30 岁	282 758(22.4)	13 249(23.2)		
30~<60 岁	855 421(67.8)	38 916(68.1)		
≥60 岁	123 537(9.8)	4 964(8.9)		
民族			0.03	0.45
汉族	578 521(98.9)	24 447(98.9)		
其他	6 326(1.1)	270(1.1)		
BMI			114.96	<0.01
18.5 kg/m ²	25 440(4.4)	1 177(5.6)		
18.5~<24.0 kg/m ²	275 478(48.1)	10 323(48.8)		
24.0~<28.0 kg/m ²	202 748(35.4)	7 468(35.3)		
≥28.0 kg/m ²	69 007(12.0)	2 167(10.3)		

数据缺失情况: 总人群中年龄 44 681 例, 民族 721 550 例, BMI 733 724 例; 研究人群中性别 77 例, 年龄 4 167 例, 民族 36 570 例, BMI 40 161 例。

2.2 不同血型研究人群的体检数据分布差异分析

研究人群中糖尿病、糖尿病前期人数分别为 2 649 例(4.3%)和 3 979 例(6.5%)。不同血型人群的胆固醇、LDL-C、空腹血糖异常人群分布比较, 差异有统计学意义($P < 0.05$), 见表 2。

2.3 ABO 血型的糖尿病发病风险分析

单因素分析结果显示, 与 O 型血比较, A、B 型血糖尿病和血糖异常(糖尿病+糖尿病前期)发病风险增加($P < 0.05$), 而 AB 型血的糖尿病发病风险呈现

临界关联($P=0.05$)。将年龄、性别、BMI、总胆固醇、LDL-C、HDL-C 作为协变量纳入多因素 logistic 回归模型进行危险因素分析,结果显示,与 O 型血比较,A 型血糖尿病发病风险增加($P<0.05$),而 B、AB 型血不会增加糖尿病的发病风险($P>0.05$),见表 3。

表 2 不同血型研究人群的基线特征比较[n (%)]

项目	n	O 型	A 型	B 型	AB 型	χ^2	P
性别						6.05	0.19
男	35 757	12 046(59.0)	11 759(58.0)	9 011(58.4)	2 941(57.6)		
女	25 462	8 361(41.0)	8 523(42.0)	6 416(41.6)	2 162(42.4)		
年龄						7.69	0.26
<30 岁	13 249	4 467(23.5)	4 304(22.7)	3 332(23.1)	1 146(24.0)		
30~<60 岁	38 916	12 931(68.0)	12 936(68.3)	9 840(68.3)	3 209(67.1)		
≥ 60 岁	4 964	1 611(8.5)	1 694(9.0)	1 233(8.6)	426(8.9)		
民族						3.27	0.35
汉族	24 447	8 012(99.0)	8 240(98.8)	6 135(98.9)	2 069(99.2)		
其他	270	84(1.0)	103(1.2)	66(1.1)	17(0.8)		
BMI						13.63	0.13
18.5 kg/m ²	1 177	379(5.4)	411(5.8)	298(5.6)	89(5.1)		
18.5~<24.0 kg/m ²	10 323	3 344(47.8)	3 452(48.9)	2 634(49.3)	893(51.4)		
24.0~<28.0 kg/m ²	7 468	2 537(36.3)	2 467(34.9)	1 857(34.7)	607(34.9)		
≥ 28.0 kg/m ²	2 167	730(10.4)	732(10.4)	556(10.4)	149(8.6)		
血压						5.42	0.49
正常	5 490	1 797(47.9)	1 836(47.6)	1 394(48.3)	463(49.6)		
正常高值	3 783	1 247(33.3)	1 272(32.9)	977(33.8)	287(30.8)		
高血压	2 158	706(18.8)	753(19.5)	516(17.9)	183(19.6)		
胆固醇						83.47	<0.01
正常	48 323	16 368(84.7)	15 679(81.3)	12 265(83.6)	4 011(82.6)		
异常	9 828	2 968(15.3)	3 617(18.7)	2 401(16.4)	842(17.4)		
甘油三酯						5.95	0.11
正常	40 926	13 673(70.7)	13 588(70.4)	10 215(69.7)	3 450(71.1)		
异常	17 226	5 663(29.3)	5 709(29.6)	4 451(30.3)	1 403(28.9)		
LDL-C						112.90	<0.01
正常	30 154	10 337(61.5)	9 544(56.2)	7 802(60.6)	2 471(58.6)		
异常	20 731	6 467(38.5)	7 441(43.8)	5 074(39.4)	1 749(41.4)		
HDL-C						7.14	0.07
正常	49 011	16 167(96.2)	16 372(96.4)	12 379(96.1)	4 093(96.9)		
异常	1 894	645(3.8)	616(3.6)	503(3.9)	130(3.1)		
空腹血糖						19.57	<0.01
<6.1 mmol/L	54 668	18 345(89.8)	18 059(88.9)	13 709(88.8)	4 555(89.1)		
6.1~<7.0 mmol/L	3 979	1 304(6.4)	1 319(6.5)	1 027(6.7)	329(6.4)		
≥ 7.0 mmol/L	2 649	783(3.8)	934(4.6)	706(4.6)	226(4.4)		

数据缺失情况:性别 77 例,年龄 4 167 例,民族 36 570 例,BMI 40 161 例,血压 49 865 例,胆固醇 3 145 例,甘油三酯 3 144 例,LDL-C 10 411 例,HDL-C 10 391 例。

表 3 ABO 血型的糖尿病发病风险分析

项目	总人群 (n)	研究人群 (n)	O 型		A 型		B 型		AB 型	
			OR(95%CI)	P	OR(95%CI)	P	OR(95%CI)	P	OR(95%CI)	P
糖尿病 vs. 正常	54 668	2 649	参考	<0.01	1.21(1.10~1.33)	<0.01	1.21(1.09~1.33)	<0.01	1.17(1.00~1.36)	0.05
校正年龄			参考	<0.01	1.16(1.05~1.28)	<0.01	1.21(1.09~1.35)	<0.01	1.18(1.01~1.38)	0.05

续表 3 ABO 血型的糖尿病发病风险分析

项目	总人群 (n)	研究人群 (n)	O 型		A 型		B 型		AB 型	
			OR(95%CI)	P	OR(95%CI)	P	OR(95%CI)	P	OR(95%CI)	P
校正多因素 ^a			参考	0.19	1.38(1.02~1.86)	0.04	1.28(0.93~1.77)	0.13	1.33(0.83~2.11)	0.23
糖尿病前期 vs. 正常	54 668	3 979	参考	0.70	1.03(0.95~1.11)	0.50	1.05(0.96~1.13)	0.23	1.02(0.90~1.16)	0.80
校正年龄			参考	0.57	1.01(0.93~1.10)	0.76	1.06(0.97~1.16)	0.17	1.02(0.89~1.16)	0.76
校正多因素 ^a			参考	0.12	0.84(0.65~1.08)	0.18	1.01(0.82~1.39)	0.61	1.26(0.87~1.83)	0.22
血糖异常 vs. 正常	54 668	6 628	参考	<0.01	1.10(1.03~1.17)	<0.01	1.11(1.04~1.19)	<0.01	1.08(0.97~1.18)	0.15
校正年龄			参考	0.02	1.07(1.00~1.14)	0.06	1.12(1.04~1.20)	<0.01	1.08(0.98~1.20)	0.14
校正多因素 ^a			参考	0.35	1.01(0.82~1.24)	0.94	1.13(0.91~1.40)	0.28	1.26(0.93~1.72)	0.14

^a:校正年龄、性别、BMI、胆固醇、LDL-C、HDL-C。

3 讨 论

本研究基于陆军军医大学第一附属医院健康管理科 12 年的体检人群数据,采用多因素 logistic 回归对 ABO 血型与糖尿病及血糖异常发病风险进行了分析。虽然有血型和血糖数据的 612 96 例研究人群与 1 306 397 例总人群性别、年龄、BMI 分布比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),但考虑是因较大样本量所致。两个人群上述因素分布呈现可接受的均衡性,因此研究人群数据仍有较好的代表性。

本研究结果显示,与 O 型血比较,A 型血发生糖尿病的风险增加($P < 0.05$),而 B、AB 型血不会增加糖尿病的发病风险($P > 0.05$)。2015 年,法国一项大样本量队列研究显示,A、B 型血可以增加糖尿病的发病风险($P < 0.05$),而 AB 型血不会增加这一风险($P > 0.05$)^[19]。2016 年,韦杰等^[5]对 ABO 血型系统与糖尿病发生风险的关系进行了 meta 分析,结果显示,A、O 型血与糖尿病的发生无相关性,而亚组分析发现,B、AB 型血的分布仅在国外人群中有差异。KAMIL 等^[20]针对马来西亚人群开展的病例对照研究结果显示,A 型血可能是糖尿病的保护因素。上述研究结果表明,ABO 血型与糖尿病发病风险的高低可能与种族有关。

血型与血糖之间关联的机制尚不清楚。有研究认为,血型可能会影响内皮细胞或炎症因子的分泌,如 O 型血人群中血管性血友病因子(VIII-von Willebrand factor, vWF)约为其他血型的 75%^[21]。ABO 血型与 2 型糖尿病高危因素细胞间黏附分子-1(intercellular adhesion molecule-1, ICAM-1)和肿瘤坏死因子受体-2(tumor necrosis factor receptor-2, TNF-R2)密切相关^[22]。SAVYTSKA 等^[23]研究发现,肠道菌群通过降低促炎细胞因子水平,进而改善 2 型糖尿病患者的胰岛 β 细胞功能,而 ABO 血型是调节肠道菌群组成的重点宿主基因之一^[24]。

综上所述,A 型血发生糖尿病发病风险增加,B 型血糖尿病发病风险尚需进一步验证,未来可对 A 型血人群进行早期筛查,并采取预防性治疗和干预,降

低糖尿病的发病率。本研究仍有局限性:(1)为横断面研究,因果论证强度相对较低。但因本研究样本量较大,具有较高的研究把握度,该结果仍可对血型和糖尿病发病之间的关联性证据研究提供一定的参考价值。(2)本研究中糖尿病和糖尿病前期人群诊断多基于研究对象的空腹血糖结果,这可能增加了糖尿病患者诊断不准确的局限性。但既往大样本量队列研究^[25-26]同样采用空腹血糖方法对糖尿病患者进行诊断,且验证性结果显示基于空腹血糖对糖尿病的诊断仍然具有较高的准确性,因此本研究结果不会明显受到糖尿病诊断不准确的影响。(3)本研究未区分 1、2 型糖尿病,无法观察血型与糖尿病亚型发病风险的关系,未来应继续开展大样本量的队列研究,对血型和糖尿病发病风险的关系进行验证,并深入探讨血型与血糖的关系及其潜在的生物学机制。

参考文献

- [1] SAEEDI P, PETERSOHN I, SALPEA P, et al. Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9(th) edition[J]. Diabetes Res Clin Pract, 2019, 157: 107843.
- [2] GLOVACI D, FAN W, WONG N D. Epidemiology of diabetes mellitus and cardiovascular disease [J]. Curr Cardiol Rep, 2019, 21(4): 21.
- [3] SEN S, CHAKRABORTY R. Treatment and diagnosis of diabetes mellitus and its complication: advanced approaches[J]. Mini Rev Med Chem, 2015, 15(14): 1132-1133.
- [4] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2017 年版)[J]. 中华糖尿病杂志, 2018, 10(1): 4-67.
- [5] 韦杰, 何苗, 汪龙, 等. ABO 血型与糖尿病发生风险的 meta 分析[J]. 第二军医大学学报, 2016, 37

- (3):309-315.
- [6] MEO S A, ROUQ F A, SURAYA F, et al. Association of ABO and Rh blood groups with type 2 diabetes mellitus[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2016, 20(2):237-242.
- [7] JACOUB K, AL-EISAWI Z. ABO blood group and skin cancers[J]. *Clin Hemorheol Microcirc*, 2022, 81(4):359-371.
- [8] FRANCHINI M, LIUMBRUNO G M, LIPPI G. The prognostic value of ABO blood group in cancer patients[J]. *Blood Transfus*, 2016, 14(5):434-440.
- [9] CHEN Z, YANG S H, XU H, et al. ABO blood group system and the coronary artery disease: an updated systematic review and meta-analysis[J]. *Sci Rep*, 2016, 6:23250.
- [10] SHIMODAIRA M, YAMASAKI T, NAKAYAMA T. The association of maternal ABO blood group with gestational diabetes mellitus in Japanese pregnant women[J]. *Diabetes Metab Syndr*, 2016, 10(Suppl. 1):102-105.
- [11] LIAO Y, XUE L, GAO J, et al. ABO blood group-associated susceptibility to norovirus infection: a systematic review and meta-analysis[J]. *Infect Genet Evol*, 2020, 81:104245.
- [12] 童南伟. 内分泌学[M]. 北京:人民卫生出版社, 2022.
- [13] LEGESE B, ABEBE M, FASIL A. Association of ABO and Rh blood group phenotypes with type 2 diabetes mellitus at Felege Hiwot comprehensive referral hospital Bahir Dar, Northwest Ethiopia[J]. *Int J Chronic Dis*, 2020, 2020:2535843.
- [14] BENER A, YOUSAFZAI M T. The distribution of the ABO blood groups among diabetes mellitus patients in Qatar[J]. *Niger J Clin Pract*, 2014, 17(5):565-568.
- [15] ROM E, YOGEV M, SELA N, et al. The association between ABO blood groups and gestational diabetes mellitus: a retrospective population-based cohort study[J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2022, 35(25):7065-7069.
- [16] GETAWA S, BAYLEYEGN B, AYNALAM M, et al. Relationships of ABO and Rhesus blood groups with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Int Med Res*, 2022, 50(10):665776821.
- [17] 中国肥胖问题工作组. 中国成人超重和肥胖症预防与控制指南(节录)[J]. *营养学报*, 2004, 26(1):1-4.
- [18] ALBERTI K G, ZIMMET P Z. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation[J]. *Diabet Med*, 1998, 15(7):539-553.
- [19] FAGHERAZZI G, GUSTO G, CLAVEL-CHAPELON F, et al. ABO and Rhesus blood groups and risk of type 2 diabetes: evidence from the large E3N cohort study[J]. *Diabetologia*, 2015, 58(3):519-522.
- [20] KAMIL M, AL-JAMAL H A, YUSOFF N M. Association of ABO blood groups with diabetes mellitus[J]. *Libyan J Med*, 2010, 8:5.
- [21] O'DONNELL J, LAFFAN M A. The relationship between ABO histo-blood group, factor VIII and von Willebrand factor[J]. *Transfus Med*, 2001, 11(4):343-351.
- [22] MEIGS J B, HU F B, RIFAI N, et al. Biomarkers of endothelial dysfunction and risk of type 2 diabetes mellitus[J]. *JAMA*, 2004, 291(16):1978-1986.
- [23] SAVYTSKA M, KYRIIENKO D, KOMISARENKO I, et al. Probiotic for pancreatic beta-cell function in type 2 diabetes: a randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial[J]. *Diabetes Ther*, 2023, 14(11):1915-1931.
- [24] GERALDO A, SBORS L, MARTINELLO F. The effect of probiotic use on ABO antibody titers[J]. *Immunohematology*, 2022, 38(2):55-61.
- [25] BRAGG F, HOLMES M V, IONA A, et al. Association between diabetes and cause-specific mortality in rural and urban areas of China[J]. *JAMA*, 2017, 317(3):280-289.
- [26] BRAGG F, LI L, SMITH M, et al. Associations of blood glucose and prevalent diabetes with risk of cardiovascular disease in 500 000 adult Chinese: the China Kadoorie Biobank[J]. *Diabet Med*, 2014, 31(5):540-551.