

• 论著 •

非痴呆 2 型糖尿病患者总体认知功能、执行功能与血糖控制水平相关性^{*}

辜蕊¹ 沈俊红² 曹娜¹ 赵晓玲¹ 刘艳¹

(1. 西南交通大学附属医院·成都市第三人民医院神经内科, 四川 成都 610031;

2. 成都市金堂县第一人民医院内分泌科, 四川 成都 610400)

【摘要】 目的 研究非痴呆 2 型糖尿病患者的总体认知功能及执行功能, 并从认知功能角度探讨 2 型糖尿病患者最佳血糖控制水平。**方法** 纳入 2018 年 7 月~2019 年 7 月于成都市第三人民医院神经内科就诊的 309 例 2 型糖尿病患者(T2DM 组)及同期 132 例无糖尿病对照人群(对照组)为研究对象。收集一般临床资料, 并进行简易精神状态评价量表(MMSE)、长沙版蒙特利尔认知量表(MOCA)、形状连线测验(STT)、华山版 Stroop 色词测验(SCWT)测试, 比较两组之间 MMSE、MOCA、STT、SCWT 的差异。T2DM 组根据糖化血红蛋白(HbA1c)水平分为 3 个亚组, 即 HbA1c<7% 组, 7%≤HbA1c<8% 组, HbA1c≥8% 组, 比较 3 个亚组与对照组 MMSE、MOCA、STT、SCWT 的差异。**结果** T2DM 组与对照组一般资料比较差异无统计学意义($P>0.05$), T2DM 组 MOCA 分值低于对照组, STT-A 耗时、STT-B 耗时、STT 耗时差值、SCWT-A 耗时、SCWT-B 耗时、SCWT-C 耗时大于对照组, SCWT-C 正确数低于对照组($P<0.05$)。T2DM 组糖化血红蛋白水平与总体认知功能及执行功能相关, HbA1c<7% 时总体认知功能和执行功能与对照组比差异均无统计学意义($P>0.05$)。HbA1c≥7% 的两组 MOCA 及部分执行功能指标低于对照组, HbA1c≥8% 时有更多的执行功能指标低于对照组和 HbA1c<7% 组($P<0.05$)。**结论** 2 型糖尿病患者在非痴呆阶段即有总体认知功能及执行功能下降, 且与血糖控制水平相关, 从认知功能角度, 建议 2 型糖尿病患者糖化血红蛋白控制在 6%~7%, 延缓认知功能恶化进展。

【关键词】 2 型糖尿病; 认知功能; 执行功能; 糖化血红蛋白

【中图分类号】 R587.1 **【文献标志码】** A **DOI:**10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2022. 04. 018

Study on the correlation between global cognitive function, executive function and blood glucose control level in non-dementia type 2 diabetes patients

GU Rui¹, SHEN Junhong², CAO Na¹, ZHAO Xiaoling¹, LIU Yan¹

(1. Department of Neurology, The Third People's Hospital of Chengdu,

The Affiliated Hospital of Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China;

2. Department of Endocrinology, Jintang First People's Hospital, Chengdu 610400, China)

【Abstract】 Objective To study the global cognitive function and executive function of non-dementia type 2 diabetes patients, and explore the optimal blood glucose control level of type 2 diabetes patients from the perspective of cognitive function. **Methods** From July 2018 to July 2019, 309 patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM group) and 132 patients without diabetes control group (control group) were enrolled in the Department of Neurology of The Third People's Hospital of Chengdu. General clinical data were collected. The differences of MMSE, MOCA, STT and SCWT between the two groups were compared. T2DM group was divided into 3 subgroups according to HbA1c level, namely HbA1c < 7% group, 7%≤HbA1c < 8% group and HbA1c≥8% group. MMSE, MOCA, STT and SCWT of the 3 subgroups were compared with the control group. **Results** There was no statistical difference in general clinical data between T2DM group and control group. The MOCA score of T2DM group was lower than that of the control group. The

基金项目:四川省卫生健康委员会科研课题(19PJ169);成都市科技项目(2019-YF09-00120-SN)

通信作者:刘艳, E-mail:408521577@qq.com

引用本文:辜蕊, 沈俊红, 曹娜, 等. 非痴呆 2 型糖尿病患者总体认知功能、执行功能与血糖控制水平相关性[J]. 西部医学, 2022, 34(4): 561-565.

DOI:10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2022. 04. 018

STT-A time, STT-B time, STT time difference, SCWT-A time, SCWT-B time and SCWT-C time were longer than that of control group, and SCWT-C correct was lower than that of control group. The level of HbA1c in T2DM group was correlated with the global cognitive function and executive function. No difference on global cognitive function or executive function was observed when HbA1c<7% compared with control group. When HbA1c $\geq$ 7%, the MOCA score and some executive function indices were lower than that of control group. When HbA1c $\geq$ 8%, more executive function indexes were lower than those in the control group and HbA1c<7% group. **Conclusion** Patients with type 2 diabetes have the decline of global cognitive function and executive function even in non-dementia stage, which is related to the level of blood glucose control. From the perspective of cognitive function, it is still recommended that HbA1c should be controlled between 6-7% to delay cognitive impairment.

【Key words】 Type 2 diabetes; Cognitive function; Executive function; Glycosylated hemoglobin

糖尿病是老年人最常见的慢性疾病之一,到 2040 年预计全球有 6.4 亿糖尿病患者^[1]。随着人口老龄化,日益增长的糖尿病和痴呆已经成为重大的公共卫生问题,尤其是发展中国家,流行病学调查显示有 11% 中国人患有糖尿病^[2],其中 2 型糖尿病(Type 2 diabetes mellitus, T2DM)高达 95%^[3]。糖尿病与认知功能障碍的发生密切相关^[4-5],其既是血管性痴呆的危险因素,也是非血管性痴呆的危险因素,包括阿尔茨海默病^[5]。目前普遍认为慢性高血糖是认知功能损害的关键因素,在糖尿病早期即可发生。糖尿病相关认知功能损害往往涉及多个认知功能领域^[6],其中执行功能对糖尿病患者的自我管理及血糖控制尤为重要。糖化血红蛋白(Glycosylated hemoglobin A1c, HbA1c)是评价糖尿病患者血糖控制情况的金标准,在糖尿病管理中有重要价值^[7],虽然目前多数糖尿病指南推荐普通 2 型糖尿病患者糖化血红蛋白目标值<7.0%,但不同国家及不同学会仍有争议,如美国医师协会(the American College of Physicians, ACP)推荐控制目标则较为宽松,建议控制在 7.0%~8.0%。本文就非痴呆的 2 型糖尿病患者的总体认知功能及执行功能进行研究,探讨血糖控制水平与认知功能、执行功能相关性,从认知角度探讨 2 型糖尿病患者最佳血糖水平,旨在为减少 2 型糖尿病患者认知功能障碍的发生提供证据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 纳入 2018 年 7 月~2019 年 7 月于成都市第三人民医院神经内科门诊及住院部就诊的 309 例 2 型糖尿病患者为 T2DM 组,同时收集同期 132 例无糖尿病人群为对照组。纳入标准:① 2 型糖尿病诊断需符合《中国 2 型糖尿病防治指南 2017 年版》2 型糖尿病诊断标准^[8]。② 年龄 $\geq$ 40 岁。排除标准:① 合并痴呆者,诊断符合 2018 中国痴呆与认知障碍诊治指南^[9]。② 精神发育迟滞和患有严重精神异常疾病。③ 严重视力、听力、语言障碍等无法交流及配合检测者。④ 严重心、肝、肾功能不全、意识障碍、重症感染及恶性肿瘤。⑤ 合并焦虑(汉密尔顿焦虑量

表评分 >7 分)或抑郁(汉密尔顿抑郁量表评分 >7 分)。根据糖化血红蛋白水平将 T2DM 组分为 3 个亚组: HbA1c<7% 组、7% $\leq$ HbA1c<8% 组、HbA1c $\geq$ 8% 组。

1.2 方法

1.2.1 资料收集 收集所有纳入对象的年龄、性别、受教育年限、吸烟史、高血压病史、血胆固醇(TC)、血甘油三酯(TG)、血高密度脂蛋白(HDL-C)、血低密度脂蛋白(LDL-C)、糖化血红蛋白(HbA1c),并由经过神经心理测试培训合格的专业人员对所有对象进行简易精神状态评价量表(MMSE)、长沙版蒙特利尔认知量表(MOCA)、形状连线测验(Shape trails test, STT)、华山版 Stroop 色词测验(Stroop Color and Word Test, SCWT)测试,测试人员不知道被测试组的诊断及分组。STT 分两步:第一步 STT-A 要求将卡片上的数字按顺序连接;第二步 STT-B 的数字包含两种图形,要求按顺序连接数字,并且方形和圆形间隔排列。分别记录两步耗时,STT 耗时差=B 耗时-A 耗时(s)。Stroop 色词测验分 3 步:第一步 SCWT-A 由 4 个字(黄、红、绿、蓝)组成共 50 个,要求尽量快而正确读出;第二步 SCWT-B,由黄、红、绿、蓝 4 种颜色的圆点组成,要求尽量快而正确的读出颜色;第三部分 SCWT-C,上述 4 种颜色的字用不同颜色印刷,要求读出颜色的名称而不是文字意义。分别记录每一步耗时、正确数,耗时干扰=C 耗时-B 耗时(s),正确数干扰=C 正确数-B 正确数。

1.2.2 统计指标 分别比较 T2DM 和对照组之间 MMSE、MOCA、STT-A 耗时时间、STT-B 耗时时间、STT 耗时差、SCWT-A 耗时及正确数,SCWT-B 耗时及正确数,SCWT-C 耗时及正确数、耗时干扰、正确数干扰的差异。再比较 3 个亚组与对照组之间 MMSE、MOCA、STT-A 耗时、STT-B 耗时、STT 耗时差、SCWT-A 耗时及正确数,SCWT-B 耗时及正确数,SCWT-C 耗时及正确数、耗时干扰、正确数干扰的差异,并对有统计学意义的指标进行两两比较。

1.3 统计学分析 应用 SPSS 23.0 软件进行统计学分析,性别、吸烟、高血压病史等计数资料用(%)表示,采用 χ^2 检验。年龄、受教育年限、TC、TG、HDL-C、LDL-C、MMSE、MOCA、STT-A 耗时、STT-B 耗时、STT 耗时差值、SCWT-A 耗时及正确数、SCWT-B 耗时及正确数、SCWT-C 耗时及正确数、耗时干扰、正确数干扰不符合正态分布,用中位数(四分位区间)[$M(P_{25}, P_{75})$]表示。两组比较采用 Mann-Whitney U 检验,多组比较采用 Kruskal-Wallis H 检验,对有统计学意义的指标采用 Bonferroni 校正法进行事后两两比较。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 T2DM 组与对照组一般资料比较 T2DM 组与对照组在年龄、性别、受教育年限、吸烟、高血压病、TC、TG、HDL-C、LDL-C 差异无统计学意义(均 $P > 0.05$),见表 1。

表 1 糖尿病组与对照组一般资料比较[$n(\times 10^{-2}), M(P_{25}, P_{75})$]
Table 1 Comparison of general clinical data between T2DM group and control group

一般资料	T2DM($n=309$)	对照组($n=132$)	Z/χ^2	P
年龄(岁)	63(56,71)	61(55,25,68,75)	-1.679	0.093
性别(男性)	173(55.99)	71(53.79)	0.181	0.671
受教育年限(年)	9(6,12)	9(6,16)	-1.904	0.057
吸烟	107(34.63)	57(43.18)	2.897	0.089
高血压病	142(45.95)	67(50.76)	0.856	0.355
TC(mmol/L)	5.49(5.17,5.72)	5.49(5.12,6.01)	-0.104	0.917
TG(mmol/L)	2.11(1.65,2.58)	2.11(1.86,2.33)	-1.214	0.225
HDL-C(mmol/L)	1.21(1.01,1.34)	1.24(1.01,1.41)	-1.839	0.066
LDL-C(mmol/L)	2.68(2.25,3.26)	2.85(2.45,3.25)	-1.719	0.086

2.2 T2DM 组与对照组总体认知功能、执行功能比较

T2DM 组 MOCA 分值低于对照组,STT-A 耗时、STT-B 耗时、STT 耗时差值、SCWT-A 耗时、SCWT-B 耗时、SCWT-C 耗时大于对照组,SCWT-C 正确数低于对照组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),见表 2。

表 2 糖尿病组与对照组认知功能、执行功能比较[$M(P_{25}, P_{75})$]
Table 2 Comparison on global cognitive function and executive function between T2DM group and control group

指标	T2DM($n=309$)	对照组($n=132$)	z	P
MMSE	30(29,30)	30(29,30)	-0.852	0.394
MOCA	25(23,27)	26(25,27)	-3.180	0.001
STT-A 耗时(s)	54(43,65)	49(42,54)	-2.634	0.008
STT-B 耗时(s)	174(153.5,197)	158(154.25,159.5)	-5.025	<0.001
STT 耗时差值(s)	117(103,134)	107(95,116)	-4.025	<0.001
SCWT-A 耗时(s)	30(27,33)	29(22,32)	-2.736	0.006
SCWT-A 正确数(次)	50(50,50)	50(50,50)	-0.854	0.393
SCWT-B 耗时(s)	41(37,46)	38(32,43)	-4.759	<0.001
SCWT-B 正确数(次)	49(47,50)	49(47,50)	-1.527	0.127
SCWT-C 耗时(s)	83(70,91)	79(70,81)	-3.520	<0.001
SCWT-C 正确数(次)	45(43,47)	46(45,47)	-3.492	<0.001
SCWT 耗时干扰(s)	40(30,51)	40(32,48)	-0.777	0.437
SCWT 正确数干扰	-3(-5,-1)	-2(-4,-1)	-1.676	0.094

2.3 HbA1c 与总体认知功能、执行功能相关性 4 组之间 MOCA、STT-B 耗时、STT 耗时差值、SCWT-B 耗时、SCWT-C 耗时、SCWT-C 正确数比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。两两比较发现,HbA1c<7%时总体认知功能和执行功能与对照组比较差异均无统计学意义($P > 0.05$)。HbA1c $\geq 7\%$ 的两组 MOCA 及部分执行功能指标低于对照组,HbA1c $\geq 8\%$ 时,有更多的执行功能指标低于对照组和 HbA1c<7%组($P < 0.05$),见表 3。

表 3 不同糖化血红蛋白水平与对照组认知及执行功能比较[$M(P_{25}, P_{75})$]
Table 3 Comparison on global cognitive function and executive function between 3 subgroups and control group

指标	对照组 ($n=132$)	T2DM 组			H	P
		HbA1c<7% ($n=105$)	7% $\leq$ HbA1c<8% ($n=90$)	HbA1c $\geq 8\%$ ($n=114$)		
MMSE	30(29,30)	30(29,30)	30(29,30)	30(29,30)	1.946	0.584
MOCA	26(25,27)	26(24,28)	25(23,26) ^{①②}	25(22,27) ^{①②}	26.403	<0.001
STT-A 耗时(s)	49(42,54)	54(43,65.5)	54(44,65)	54(43.75,68.25)	6.961	0.073
STT-B 耗时(s)	158(154.25,159.5)	164(150,194.5)	173(156,190) ^①	179(158,199) ^①	31.529	<0.001
STT 耗时差值(s)	107(95,116)	111(95,131.5)	117(107,132.75) ^①	122(107,139.5) ^{①②}	26.105	<0.001
SCWT-A 耗时(s)	29(22,32)	30(27,33)	30(27,33)	31(27.75,33)	7.593	0.055
SCWT-A 正确数(次)	50(50,50)	50(50,50)	50(50,50)	50(50,50)	2.430	0.488
SCWT-B 耗时(s)	38(32,43)	40(36.5,45.5)	41(36,45.25) ^①	41(38,46) ^①	26.235	<0.001
SCWT-B 正确数(次)	49(47,50)	48(47,50)	48.5(47,50)	49(47,50)	3.233	0.357
SCWT-C 耗时(s)	79(70,81)	85(65.5,90)	83(72,92.25) ^①	81(72.75,91) ^①	12.792	0.005
SCWT-C 正确数(次)	46(45,47)	45(43,48)	45(43,47)	45(43,47) ^①	14.043	0.003
SCWT 耗时干扰(s)	40(32,48)	43(22.5,53.5)	40(32,50.25)	39.5(31,50.25)	2.077	0.557
SCWT 正确数干扰(次)	-2(-4,-1)	-3(-6,-1)	-3(-5,-1)	-3(-6,-1)	3.658	0.301

注:与对照组比较,① $P < 0.05$,与 HbA1c<7%组比较,② $P < 0.05$

3 讨论

糖尿病和认知功能障碍的发病率都是随年龄增加而增长,糖尿病患者认知功能下降的速度是正常年龄的 2 倍^[10]。糖尿病患者认知障碍发生率是非糖尿病患者的 1.5 倍,发生痴呆的概率增加到了 1.6 倍^[11]。研究^[12]证实糖尿病认知功能障碍患者海马体积明显减小,其机制可能与糖尿病与脑血管损伤和神经退行性改变的风险升高有关^[13],包括胰岛素信号传导障碍、自主神经功能紊乱、神经炎症通路异常、晚期糖基化终末产物沉积、线粒体代谢紊乱、沉默信息调节因子-过氧化物酶体增殖活化受体 γ 共激活因子-1 α (SIRT-PGC-1 α) 轴和 Tau 信号传递缺陷等^[14]。糖尿病认知功能与血糖控制水平有关^[15-18],且糖尿病对认知的影响涉及总体认知、语言、执行、记忆、视觉空间等多个领域^[19]。执行功能指人独立完成计划的控制某一特定行为所具备的一组技能,包括计划、判断、决策、不适当反应的抑制、启动和控制有目的的行为、反应转移、动作行为的序列分析、问题解决等心智操作,是比较复杂的认知活动过程^[20]。糖尿病与执行功能损伤密切相关,且往往早期既有表现^[21]。糖尿病患者口服降糖药、注射胰岛素、监测血糖、膳食管理往往需要高水平的认知功能自我管理技能,改善认知功能有利于患者自我管理及更好地控制血糖而形成良性循环,延迟糖尿病并发症的发生^[22]。

目前最常用于总体认知功能评估的工具是 MMSE 和 MOCA。对于尚未到达痴呆标准的轻度认知功能障碍 (Mild cognitive impairment, MCI) 建议 MMSE 和 MOCA 筛查^[23]。一项涉及 1848 例参与者的中国农村的横断面调查显示,2 型糖尿病患者 MMSE 和 MOCA 评分低于正常对照^[24]。一项关于总体认知功能评估量表在 2 型糖尿病患者应用的系统评价显示,2 型糖尿病患者评分更低,且 MOCA 比广泛应用的 MMSE 更适合筛查 2 型糖尿病的早期认知功能损害^[25]。本研究结果也显示 MMSE 评分在非痴呆 T2DM 与对照组之间比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$),而两组之间 MOCA 评分比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$),与上述研究结论一致。

评估更深入的认知领域需要更细化的量表。连线测试 (Trail-making Test, TMT) 和 Stroop 色词广泛用于执行功能检测。研究^[19]表明 2 型糖尿病患者 TMT-B 及 Stroop 干扰较对照更差。STT 是由香港中文大学的 Agnes Chan 开发的,与 TMT 有相似效应。STT-B 部分包括在正方形和圆形之间切换,涉及更多的视觉干扰和更长的路径长度。因此,STT-B 能更好地反映执行功能和记忆^[26]。本研究结果也显示

T2DM 组 STT-B 及 STT 耗时时差较对照组延长 ($P < 0.05$)。Stroop 色词是美国心理学家 John Rid-dly Stroop 针对人类对颜色的命名比文字命名迟钝,并且相互之间存在干扰这一现象发表了关于经典色字测试的文章,初步揭示了大脑的干扰效应。Stroop 测试被认为是反应认知调控或干扰控制效应最有效、最直接的测试工具。卡片 C 和卡片 B 的耗时及正确数差异即反应大脑加工过程中的干扰,耗时干扰、正确数干扰越大,干扰抑制效能越低,是经典的反应执行功能的测试,用于早期筛查 MCI 患者^[27]。本研究发现 T2DM 组 SCWT-A 耗时、SCWT-B 耗时、SCWT-C 耗时、SCWT-C 正确数与对照组有差异,但并未提示 Stroop 干扰有差异,其可能原因是样本量受限。

糖尿病认知功能下降与糖尿病病程及血糖控制不佳相关^[28]。糖尿病患者的糖化血红蛋白与认知功能及执行功能成负相关^[24,28]。为了探讨随时间推移血糖控制水平是否影响认知功能,ACCORD (Action to Control Cardiovascular Risk in Diabetes) 研究纳入 3000 例 2 型糖尿病患者,随机分为强化降糖组 ($HbA1c < 6\%$) 和标准降糖组 ($HbA1c 7\% \sim 7.9\%$),随访 40 个月结果显示虽然强化降糖组脑容量优于标准降糖组,但认知功能包括 Stroop 测试的执行功能及心血管事件无差异,但是死亡率强化降糖组更高^[29]。美国糖尿病协会不推荐 2 型糖尿病患者强化降糖^[30]。本研究发现,糖化血红蛋白与总体认知功能、执行功能相关,随着 $HbA1c$ 的增高,异常的认知功能指标增加。但本研究样本量有限,结论可能存在偏移,期待今后有更多大样本的关于糖尿病与认知及执行功能的研究。

4 结论

本研究结果显示非痴呆的 2 型糖尿病患者即有总体认知功能、执行功能下降,且其下降水平与血糖控制水平相关,故从认知功能角度,仍建议 2 型糖尿病患者糖化血红蛋白控制在 $6\% \sim 7\%$,延缓其认知功能恶化。

本研究无利益冲突。

【参考文献】

- [1] International diabetes federation, IDF diabetes atlas, 7th edn. Brussels: international diabetes federation; 2015, <http://www.diabetesatlas.org>.
- [2] MA R C W. Epidemiology of diabetes and diabetic complications in China[J]. Diabetologia, 2018, 61(6): 1249-1260.
- [3] 中国老年医学学会老年内分泌代谢分会, 国家老年疾病临床医学研究中心(解放军总医院), 中国老年糖尿病诊疗措施专家共

- 识编写组. 中国老年 2 型糖尿病诊疗措施专家共识(2018 年版) [J]. 中华内科杂志, 2018, 57(9): 626-641.
- [4] GUDALA K, BANSAL D, SCHIFANO F, *et al.* Diabetes mellitus and risk of dementia: A meta-analysis of prospective observational studies [J]. *J Diabetes Investig*, 2013, 4(6): 640-650.
- [5] CHATTERJEE S, PETERS S A, WOODWARD M, *et al.* Type 2 Diabetes as a Risk Factor for Dementia in Women Compared With Men: A Pooled Analysis of 2.3 Million People Comprising More Than 100,000 Cases of Dementia [J]. *Diabetes Care*, 2016, 39(2): 300-307.
- [6] MOHEET A, MANGIA S, SEAGUIST E R. Impact of diabetes on cognitive function and brain structure [J]. *Ann N Y Acad Sci*, 2015, 1353: 60-71.
- [7] 中华医学会糖尿病学分会, 中华医学会内分泌学分会. 中国成人 2 型糖尿病患者糖化血红蛋白控制目标及达标策略专家共识 [J]. 中华内分泌代谢杂志, 2020, 36(1): 14-24.
- [8] 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]. 中国实用内科杂志, 2018, 38(4): 292-344.
- [9] 陈晓春, 张杰文, 贾建平, 等. 2018 中国痴呆与认知障碍诊治指南(一): 痴呆及其分类诊断标准 [J]. 中华医学杂志, 2018, (13): 965-70.
- [10] YAFFE K, FALVEY C, HAMILTON N, *et al.* Diabetes, glucose control, and 9-year cognitive decline among older adults without dementia [J]. *Arch Neurol*, 2012, 69(9): 1170-5.
- [11] 陆少欢, 程万春, 黄琳. 老年 2 型糖尿病患者糖化血红蛋白与认知功能障碍的相关性 [J]. 中国老年学杂志, 2019, 39(2): 282-284.
- [12] 岳欣欣, 郝崑, 付洋. 海马体积对糖尿病认知功能障碍的诊断价值 [J]. 分子影像学杂志, 2018, 41(1): 35-38.
- [13] ZHANG L, YANG J, LIAO Z, *et al.* Association between Diabetes and Cognitive Function among People over 45 Years Old in China: A Cross-Sectional Study [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2019, 16(7): 1294.
- [14] 张京华, 甄仲, 田佳星. 糖尿病认知功能障碍诊疗研究进展 [J]. 中国慢性病预防与控制, 2020, 28(12): 949-952.
- [15] ALKETHIRI K, ALMTRUODI T, JURAYS A B, *et al.* The relationship between type 2 diabetes mellitus with cognitive functions [J]. *Heliyon*, 2021, 7(3): e06358.
- [16] 常文红, 孙竹梅, 赵彩杰, 等. 血糖控制情况及血管神经病变对 2 型糖尿病患者执行功能的影响 [J]. 中国老年学杂志, 2016, 36(17): 4328-4329.
- [17] 何尧, 赵彩杰, 郝晶, 等. 2 型糖尿病患者患病情况与执行功能的相关性 [J]. 中国老年学杂志, 2017, 37(9): 2297-2299.
- [18] 王飞, 罗剑锋, 丁珂, 等. 糖尿病对老年人总体认知功能水平及各认知领域的影响 [J]. 中国临床神经科学, 2019, 27(1): 29-38.
- [19] PALTA P, SCHNEIDER A L, BIESELS G J, *et al.* Magnitude of cognitive dysfunction in adults with type 2 diabetes: a meta-analysis of six cognitive domains and the most frequently reported neuropsychological tests within domains [J]. *J Int Neuropsychol Soc*, 2014, 20(3): 278-291.
- [20] ALLAIN P, NICOLEAU S, PINON K, *et al.* Executive functioning in normal aging: a study of action planning using the Zoo Map Test [J]. *Brain Cogn*, 2005, 57(1): 4-7.
- [21] VINCENT C, HALL P A. Executive Function in Adults With Type 2 Diabetes: A Meta-Analytic Review [J]. *Psychosom Med*, 2015, 77(6): 631-642.
- [22] TOMLIN A, SINCLAIR A. The influence of cognition on self-management of type 2 diabetes in older people [J]. *Psychol Res Behav Manag*, 2016, 9: 7-20.
- [23] 黄琳, 郭起浩. 轻度认知损害诊断用神经心理测验研究进展 [J]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2020, 12(10): 13-7.
- [24] LIU S, LU Y, CAI X, *et al.* Glycemic Control is Related to Cognitive Dysfunction in Elderly People with Type 2 Diabetes Mellitus in a Rural Chinese Population [J]. *Curr Alzheimer Res*, 2019, 16(10): 950-962.
- [25] DONG Y, KUA Z J, KHOO E Y, *et al.* The Utility of Brief Cognitive Tests for Patients With Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review [J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2016, 17(10): 889-895.
- [26] ZHAO Q, GUO Q, LI F, *et al.* The Shape Trail Test: application of a new variant of the Trail making test [J]. *PLoS One*, 2013, 8(2): e57333.
- [27] 马晨欢, 朱建军, 沈猛, 等. 老年轻度认知障碍患者 Stroop 效应的诊断界值 [J]. 中国老年学杂志, 2017, 37(15): 3862-3863.
- [28] 李忆琴, 吴礼凤, 余晓君, 等. 中年 2 型糖尿病患者病程和 HbA1c 水平与认知功能相关性研究 [J]. 陕西医学杂志, 2019, 48(6): 722-724.
- [29] LAUNER L J, MILLER M E, WILLIAMSON J D, *et al.* Effects of intensive glucose lowering on brain structure and function in people with type 2 diabetes (ACCORD MIND): a randomised open-label substudy [J]. *Lancet Neurol*, 2011, 10(11): 969-977.
- [30] AMERICAN DIABETES A. 4. Comprehensive Medical Evaluation and Assessment of Comorbidities: Standards of Medical Care in Diabetes-2020 [J]. *Diabetes Care*, 2020, 43(Suppl 1): s37-s47.
- (收稿日期: 2021-03-05; 修回日期: 2022-03-02; 编辑: 黎仕娟)