

C肽和糖化血红蛋白联合检测对2型糖尿病诊断价值分析

张 荣, 张 杰, 徐佳琪, 李志敏, 樊玉娟*

大理大学临床医学院, 云南 大理

收稿日期: 2022年3月6日; 录用日期: 2022年3月29日; 发布日期: 2022年4月11日

摘 要

目的: 对血清C肽以及糖化血红蛋白在2型糖尿病中的诊断价值进行探究。方法: 2021年4月至2021年10月大理大学第一附属医院收治的120例2型糖尿病患者作为实验组, 并选取同一时期120名健康体检者作为对照组, 实验组和对照组均检测血清C肽和糖化血红蛋白, 并收集相关资料进行统计学分析。结果: 与对照组相比, 实验组2型糖尿病患者的糖化血红蛋白值明显升高, 实验组血清C肽水平显著降低($P < 0.05$)。结论: 相较于健康体检者, 2型糖尿病患者血清C肽水平明显降低, 糖化血红蛋白水平明显升高, C肽和糖化血红蛋白联合检测有助于诊断2型糖尿病, 具有较高的应用价值。

关键词

血清C肽, 2型糖尿病, 糖化血红蛋白

Analysis of the Value of Combined C-Peptide and Glycosylated Haemoglobin Tests in the Diagnosis of Type 2 Diabetes

Rong Zhang, Jie Zhang, Jiaqi Xu, Zhimin Li, Yujuan Fan*

Clinical Medical College, Dali University, Dali Yunnan

Received: Mar. 6th, 2022; accepted: Mar. 29th, 2022; published: Apr. 11th, 2022

*通讯作者。

文章引用: 张荣, 张杰, 徐佳琪, 李志敏, 樊玉娟. C肽和糖化血红蛋白联合检测对2型糖尿病诊断价值分析[J]. 临床医学进展, 2022, 12(4): 2568-2574. DOI: 10.12677/acm.2022.124370

Abstract

Objective: To explore serum C-peptide combined glycosylated hemoglobin value in the diagnosis of type 2 diabetes. **Methods:** 120 patients with type 2 diabetes admitted to First Affiliated Hospital of Dali University from April 2021 to October 2021 were selected as the experimental group, and 120 healthy subjects during the same period were selected as the control group. Serum C-peptide and HbA1c were detected in both the experimental group and the control group, and relevant data were collected for statistical analysis. **Results:** Compared with the control group, the HbA1c value in the experimental group was significantly higher and the serum C-peptide level in the experimental group was significantly lower than that in the control group ($P < 0.05$). **Conclusion:** Patients with type 2 diabetes have significantly lower serum C-peptide levels and significantly higher glycosylated haemoglobin levels, compared to healthy subjects. The combined detection of the two indicators can provide reliable reference information for the screening and diagnosis of type 2 diabetes mellitus, and has high value.

Keywords

Serum C-Peptide, Type 2 Diabetes, Glycosylated Hemoglobin

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

目前,有 4.4 亿人患有糖尿病,随着经济的发展,糖尿病在中国的患病率从 1980 年的 1% 上升到 2013 年的 11% [1]。糖尿病已被公认为一种新兴的全球性流行病,是全球发病率和死亡率上升的主要原因之一 [2]。长期控制不良的糖尿病可导致多种并发症,包括心肌梗死和中风、严重视力丧失、需要透析或移植的终末期肾病和截肢 [3]。血糖控制欠佳,将导致多种并发症的发生,除了每天自我监测血糖水平外,最常用的评估方法是测量糖化血红蛋白(HbA1c),其可以反映 2~3 个月的血糖水平。血糖指标曲线下面积(AUC)也被用于慢性疾病风险管理 [4]。糖尿病患者血糖控制方面存在巨大差异,只有 5.6% 的人可有效控制 [5]。国外一项研究表明,控制良好的血糖有助于减轻糖尿病微血管损伤 [6],2015~2017 年中华医学会内分泌学分会在全国 31 个省进行的甲状腺、碘营养状态和糖尿病的流行病学调查显示,我国 18 岁及以上人群糖尿病患病率为 11.2% [7]。我国是糖尿病大国,提高糖尿病诊疗水平迫在眉睫。如何应对不断变化的糖尿病防治形势,进一步优化糖尿病诊疗策略,给糖尿病的诊疗提出了新的要求。

目前糖尿病的诊断主要依赖于口服葡萄糖耐量试验(OGTT)和空腹血糖(FPG) [8],但是这两个指标仅反映当天的血糖波动情况,故中国 2 型糖尿病防治指南(2020 年版)将糖化血红蛋白加入到了最新的糖尿病诊断标准,相较于临床传统的糖尿病诊断指标,HbA1c 浓度代表着近 2~3 个月血糖的平均水平,且个体内生物学变异性较低,是评价糖尿病患者长期血糖控制水平的“金标准”,HbA1c 除了可以用作诊断,也是临床随访的一项关键指标 [9]。

C 肽又称连接肽,胰岛细胞一开始合成的是胰岛素前体,叫做胰岛素原,然后去掉其中的连接肽(也就是 C 肽),变成胰岛素,再被分泌出来调节血糖 [10]。C 肽和胰岛素共同构成胰岛素原,但是 C 肽很难被肝脏降解,可直接反映胰岛素含量,进而反映胰岛细胞对胰岛素的分泌能力 [11],随着糖尿病的进展,

最终都需要使用胰岛素注射治疗, 将直接干扰血中胰岛素水平, 故血中胰岛素水平无法反映自身的胰岛功能, 因此胰岛 β 细胞功能可以通过测定 C 肽水平来评价。

基于以上原因, 本研究选择 2021 年 4 月至 2021 年 10 月大理大学第一附属医院收治的 120 例 2 型糖尿病患者作为实验组, 并选取同一时期 120 名健康体检者作为对照组, 以探究 C 肽和糖化血红蛋白联合检测对 2 型糖尿病诊断价值。

2. 资料与方法

2.1. 一般资料

实验组选择 2021 年 4 月至 2021 年 10 月大理大学第一附属医院收治的 120 例 2 型糖尿病患者, 并选取同一时期 120 名健康体检者作为对照组, 两组研究对象纳入后, 抽血接受血清 C 肽以及糖化血红蛋白检测, 对其检测的结果进行观察分析。

纳入标准: 1) 入选患者需诊断为 2 型糖尿病; 2) 患者无 1 型糖尿病以及特殊糖尿病病史; 3) 实施检查前未服用降糖药物或进行胰岛素注射治疗; 4) 签署知情同意书, 且经过伦理委员会批准。

排除标准: 1) 患有精神病及其他无法配合检查疾病的患者; 2) 伴有慢性疾病、先天性疾病以及全身严重疾病者影响检查结果的患者; 3) 妊娠性糖尿病及其他特殊类型糖尿病。

其中实验组平均年龄 49.56 ± 13.32 岁, 男性有 74 人, 对照组平均年龄 47.73 ± 14.30 岁, 男性有 71 人, 两组年龄、性别无统计学差异, 具有可比性。

2.2. 方法

所有研究对象均在空腹状态下, 采集 10 mL 空腹静脉血, 将采集的血液样本置于抗凝管中储存, 之后以全自动检测仪实施相应检测。检测仪(BIO-RAD 公司, D10)检测 HbA1c, 日立全自动生化分析仪检测空腹血糖, 血清 C 肽用罗氏公司 Cobas 6000 全自动电化学发光仪检测。

2.3. 观察指标

对两组研究对象的糖化血红蛋白值、血清 C 肽值进行观察分析, 并进行比较。

2.4. 统计学分析

采用 SPSS25.0 统计软件进行数据录入及统计学分析, 计量资料以均数 \pm 标准差表示, 计量资料的组间比较, 若满足方差齐性, 采用单因素方差分析, 若方差不齐, 则采用 Mann-Whitney U 检验, 诊断性能评估采用 ROC 曲线法, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 糖化血红蛋白和 C 肽测定结果

与对照组健康体检者相比, 实验组 2 型糖尿病患者的糖化血红蛋白值明显升高, 其血清 C 肽值明显降低, 差异有统计学意义($P < 0.05$), 见表 1。

3.2. 糖化血红蛋白和 C 肽对糖尿病的诊断性能

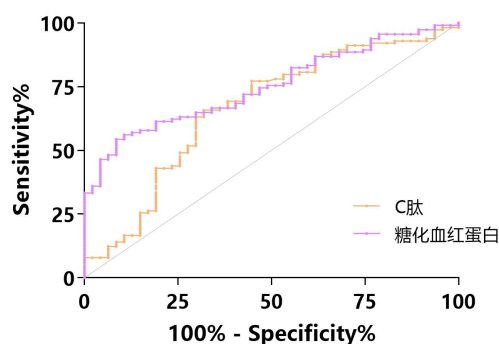
ROC 曲线评估糖化血红蛋白和 C 肽对糖尿病的诊断性能, 发现糖化血红蛋白的曲线下面积为 0.67 [95% CI (0.60~0.74), $P = 0.006$], 其诊断灵敏度为 68.2%, 特异度为 65.1%; C 肽的曲线下面积为 0.71 [95% CI (0.63~0.72), $P < 0.001$], 其诊断灵敏度为 55.4%, 特异度为 74.8%, 见表 2 和图 1。

Table 1. Comparison of glycosylated hemoglobin and serum C-peptide between the two groups ($\bar{x} \pm s$)**表 1.** 两组患者糖化血红蛋白值、血清 C 肽值比较($\bar{x} \pm s$)

分组	糖化血红蛋白(%)	血清 C 肽($\mu\text{g/L}$)
实验组(n = 120)	6.48 \pm 0.49	1.02 \pm 0.06
对照组(n = 120)	5.11 \pm 0.72	1.56 \pm 0.19
<i>t</i> 值	10.826	8.532
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001

Table 2. Diagnostic performance of glycosylated hemoglobin and C-peptide in diabetes mellitus**表 2.** 糖化血红蛋白和 C 肽对糖尿病的诊断性能

	AUC (95% CI)	<i>z</i> 值	<i>P</i> 值	灵敏度	特异度
糖化血红蛋白	0.67 (0.60~0.74)	3.39	0.006	68.2%	65.1%
C 肽	0.71 (0.63~0.72)	4.13	<0.001	55.4%	74.8%

**Figure 1.** ROC curve of glycosylated haemoglobin and C-peptide for the diagnosis of type 2 diabetes**图 1.** 糖化血红蛋白和 C 肽对 2 型糖尿病诊断的 ROC 曲线

4. 讨论

目前,糖尿病发病率逐年增高,已成为世界上最严重的慢性疾病之一[12]。其高发病率越来越成为全球公共卫生事业负担,尤其是在发展中国家。除遗传因素外,高脂肪、高热量的饮食和微量营养素缺乏也会导致或加剧 2 型糖尿病。随着中国社会经济的快速发展,中国国民的饮食模式,行为模式和生活方式也发生了很大的变化,导致 2 型糖尿病的风险逐年增加[13]。

在本研究中,HbA1c 可有效区分健康人和 2 型糖尿病患者,研究表明采用 HbA1c 进行中国人群糖尿病的筛查有良好的敏感性、特异性,且在不同人群及不同 HbA1c 切点均提示良好的敏感性、特异性。但是单独使用 HbA1c 监测糖尿病可能将病程短于 3 个月的糖尿病患者漏诊,HbA1c 检测结果对调整治疗后的评估以及新发糖尿病患者的诊断存在延迟效应。不能精确反映患者低血糖的风险,也不能反映血糖波动的特征,所以联合 C 肽进行探究[14]。

糖化血红蛋白(HbA1c)是一种公认的血糖水平升高的标志,在过去 3 个月被广泛用于监测糖尿病血管

损伤,糖化血红蛋白被认为是预测 5~10 年内糖尿病微血管和大血管并发症的血糖相关风险的金标准[15]。尽管糖尿病护理组织的指南推荐了相互冲突的 HbA1c 目标——通常在 6.5%和 8%之间。然而,所有这些组织都提倡 HbA1c 目标的个体化,这让医疗保健提供者 and 他们的患者都对什么 HbA1c 目标适合个体患者感到困惑[16]。研究表明较高的 HbA1c 是冠状动脉粥样硬化性心脏病(ACS)患者院内死亡的潜在指标[17],明确 FPG 和 HbA1c 水平越高,4 年后视网膜病变发生率越高。没有明确的门槛。FPG 和 HbA1c 对视网膜病变发生率的检测能力几乎相同,表明仅通过 HbA1c 检测视网膜病变的风险是可能的[18],还有研究表明结果表明,降低 HbA1c 具有经济效益,并且所有 T2D 患者和 HbA1c 指数高于美国糖尿病协会推荐目标的患者都可以看到这些益处[19]。

研究发现 HbA1c 值的范围和 C 肽反应的不同模式可以反映诊断 T2DM 时 β 细胞功能的变异性,即使在 OGTT 诊断的患者中也是如此。然而,目前尚不清楚这种差异在多大程度上是 OGTT 在进展过程中的时序作用,还是由于 T1D 的异质性。重要的是要确定诊断时 C 肽分泌是否保持得更好,因为即使有少量残留 β 细胞功能的患者发生微血管并发症和低血糖的风险也更低[20]。

C 肽是由胰岛素原裂解后生成的,由胰腺 β 细胞等随胰岛素一起分泌。虽然肝脏提取了相当数量的胰岛素,但 C 肽在肝脏的首过代谢过程中可以忽略不计,因此可以作为内源性胰岛素分泌的替代标记物[21]。C 肽被认为是胰岛素合成的惰性副产物,在了解 1 型和 2 型糖尿病的病理生理学方面也有很大价值[22]。然而,最近 C 肽被重新定义为一种具有生物活性的多肽。据报道,给患有 1 型糖尿病的病人和动物服用 C 肽对糖尿病引起的周围神经、肾和微血管功能异常有有益的影响。在动脉粥样硬化病变的糖尿病患者可发生 C 肽沉积。最近的研究表明,C 肽可能是心血管事件和死亡率的一个有价值的预测因子[23]。

尽管 HbA1c 对检测血糖异常不敏感,但许多医疗保健提供者只用 HbA1c 筛查高危个体[24]。在某研究中,所呈现的 2 个案例描述了在不进行口服葡萄糖耐量试验(OGTT)的情况下解释 HbA1c 的固有注意事项。第一个病例反映了老年非裔美国男性过度诊断 2 型糖尿病的风险,其中 HbA1c 水平虽然可变,但主要处于糖尿病前期的中期范围(5.7%~6.4% [39~46 mmol/mol])多年来,尽管最初的 OGTT 显示空腹血糖处于临界值,空腹血糖为 102 mg/dL [5.7 mmol/L]),但没有证据表明糖耐量受损(2 小时血糖 \geq 140~199 mg/dl [7.8~11.1 mmol/L])。因为后续 HbA1c 水平可诊断 T2D (6.5%~6.6% [48~49 mmol/mol]),第二次 OGTT 是正常的。第二个案例说明了 HbA1c 水平正常的 HIV 男性在接受 OGTT 治疗时出现轻度前驱糖尿病(HbA1c = 5.7% [39 mmol/mol])可诊断为 T2D 的风险。因此,为了避免无意的虐待,尽管有局限性,但对高危个体进行 OGTT 是必不可少的,尤其是当葡萄糖或果糖胺和 HbA1c 值不一致时。糖化间隙或血红蛋白糖化指数证明了果糖胺或空腹血糖与 HbA1c 之间关系的先天差异[25]。

实验研究表明,C 肽与内膜单核细胞、巨噬细胞和 CD4 阳性淋巴细胞共定位,在体外,C 肽诱导单核细胞和 T 细胞趋化[26]。此外,C 肽通过激活 Src 激酶、磷酸肌苷 3-激酶和细胞外信号调节蛋白激酶 1 和 2 来激活血管平滑肌细胞的增殖[27]。还有研究表明血 C 肽测定用来评定整体血糖代谢及用外源性胰岛素治疗的疗效,从而了解胰岛 β 细胞功能情况,对于指导治疗有积极作用。尤其是已经对开始胰岛素治疗的患者,能更准确地反应糖尿病患者自身胰岛 β 细胞分泌功能[28]。C 肽也是 1 型糖尿病的诊断依据,实际上 C 肽对于 2 型糖尿病胰岛 β 细胞功能较差的患者同样有提示作用。

综上所述,血清 C 肽联合糖化血红蛋白检测应用于 2 型糖尿病患者的疾病诊断中,有着较高的价值,可较好提高 2 型糖尿病的诊断准确率,为其疾病确诊以及治疗方案的选择提供依据,以此改善患者结局。

参考文献

- [1] Abdelhaleem, I.A., Salamah, H.M., Alsabbagh, F.A., *et al.* (2021) Efficacy and Safety of Imeglimin in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, **15**, Article ID: 102323. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2021.102323>

- [2] Kattini, R., Hummelen, R. and Kelly, L. (2020) Early Gestational Diabetes Mellitus Screening with Glycated Hemoglobin: A Systematic Review. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada*, **42**, 1379-1384. <https://doi.org/10.1016/j.jogc.2019.12.015>
- [3] Wu, T., Yang, M., Xu, H., *et al.* (2021) Serum Bile Acid Profiles Improve Clinical Prediction of Nonalcoholic Fatty Liver in T2DM Patients. *Journal of Proteome Research*, **20**, 3814-3825. <https://doi.org/10.1021/acs.jproteome.1c00104>
- [4] Delbari, N., Rajaei, A., Oroei, M., *et al.* (2021) A Comparison between Femoral Neck and LS-BMD with LS-TBS in T2DM Patients: A Case Control Study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **22**, Article No. 582. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04471-7>
- [5] Macho-Gonzalez, A., Garcimartin, A., Redondo, N., *et al.* (2021) Carob Fruit Extract-Enriched Meat, as Preventive and Curative Treatments, Improves Gut Microbiota and Colonic Barrier Integrity in a Late-Stage T2DM Model. *Food Research International*, **141**, Article ID: 110124. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110124>
- [6] Alsufyani, A., Alanazi, R., Woolley, J.F., *et al.* (2021) Old Dog, New Trick: Type I IFN-Based Treatment for Acute Myeloid Leukemia. *Molecular Cancer Research*, **19**, 753-756. <https://doi.org/10.1158/1541-7786.MCR-20-0871>
- [7] Galal, A.A., Abd Elmajeed, A.A., Elbaz, R.A., *et al.* (2021) Association of Apolipoprotein E Gene Polymorphism with the Risk of T2DM and Obesity among Egyptian Subjects. *Gene*, **769**, Article ID: 145223. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2020.145223>
- [8] Qian, K., Dong, H., Qian, J., *et al.* (2020) Effect of Glycosylated Hemoglobin Protein Molecule in Treating Diabetes. *Cellular and Molecular Biology (Noisy-le-grand)*, **66**, 45-48. <https://doi.org/10.14715/cmb/2020.66.5.9>
- [9] 李建辉, 庄佳祥. 血清 C 肽与糖化血红蛋白联合检测在糖尿病患者诊断中的临床价值[J]. 糖尿病新世界, 2021, 24(17): 46-49. <https://doi.org/10.16658/j.cnki.1672-4062.2021.17.046>
- [10] Bandres-Meriz, J., Majali-Martinez, A., Hoch, D., *et al.* (2021) Maternal C-Peptide and Insulin Sensitivity, But Not BMI, Associate with Fatty Acids in the First Trimester of Pregnancy. *International Journal of Molecular Sciences*, **22**, 10422. <https://doi.org/10.3390/ijms221910422>
- [11] Liao, J., Ding, F., Luo, W., *et al.* (2021) Using the Secretion Ratios of Insulin and C-Peptide during the 2-h Oral Glucose Tolerance Test to Diagnose Insulinoma. *Digestive Diseases and Sciences*, **66**, 1533-1539. <https://doi.org/10.1007/s10620-020-06379-z>
- [12] Zhang, Y., Zhou, G., Peng, Y., *et al.* (2020) Anti-Hyperglycemic and Anti-Hyperlipidemic Effects of a Special Fraction of Luohanguo Extract on Obese T2DM Rats. *Journal of Ethnopharmacology*, **247**, Article ID: 112273. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.112273>
- [13] Lu, X., Gong, W., Wen, Z., *et al.* (2019) Correlation between Diabetic Cognitive Impairment and Diabetic Retinopathy in Patients with T2DM by ¹H-MRS. *Frontiers in Neurology*, **10**, Article No. 1068. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.01068>
- [14] 张健, 琚绍坦, 陈露. 血清 C 肽、糖化血红蛋白检测对糖尿病的诊断效能及餐后 2 h 血清 C 肽水平的影响[J]. 数理医药学杂志, 2022, 35(1): 31-33.
- [15] Finneran, M.M., Kiefer, M.K., Ware, C.A., *et al.* (2020) The Use of Longitudinal Hemoglobin A1c Values to Predict Adverse Obstetric and Neonatal Outcomes in Pregnancies Complicated by Pregestational Diabetes. *American Journal of Obstetrics & Gynecology MFM*, **2**, Article ID: 100069. <https://doi.org/10.1016/j.ajogmf.2019.100069>
- [16] Kiziltoprak, H., Tekin, K., Sekeroglu, M.A., *et al.* (2020) Static and Dynamic Pupillary Responses in Patients with Different Stages of Diabetic Retinopathy. *Neuroophthalmology*, **44**, 226-235. <https://doi.org/10.1080/01658107.2019.1671465>
- [17] Farrokhan, A., Tohidi, M., Ahanchi, N.S., *et al.* (2019) Effect of Bedtime Melatonin Administration in Patients with Type 2 Diabetes: A Triple-Blind, Placebo-Controlled, Randomized Trial. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, **18**, 258-268.
- [18] Frias, J.P., Wright, E. and Whitmire, K. (2019) Management of the T2D Patient with High A1C. *The Journal of Family Practice*, **69**, S1.
- [19] Gonzalez-Galvez, G., Diaz-Toscano, M.L., Llamas-Moreno, J.F., *et al.* (2020) Mexican Population Sub-Analysis of the Lixilan Clinical Program with the Fixed Ratio Combination of Insulin Glargine and Lixisenatide (iGlarLixi). *Journal of Diabetes and Its Complications*, **34**, Article ID: 107389. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2019.05.020>
- [20] Sun, X., Zhao, W., Zuo, L., *et al.* (2019) Integrating Clinical Knowledge and Real-World Evidence for Type 2 Diabetes Treatment. *AMIA Annual Symposium Proceedings*, **2019**, 838-847.
- [21] Ragy, M.M. and Ahmed, S.M. (2019) Protective Effects of Either C-Peptide or L-arginine on Pancreatic Beta-Cell Function, Proliferation, and Oxidative Stress in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Journal of Cellular Physiology*, **234**, 11500-11510. <https://doi.org/10.1002/jcp.27808>

-
- [22] Nazmy, W.H., Elbassuoni, E.A., Ali, F.F., *et al.* (2019) Proinsulin C-Peptide as an Alternative or Combined Treatment with Insulin for Management of Testicular Dysfunction and Fertility Impairments in Streptozotocin-Induced Type 1 Diabetic Male Rats. *Journal of Cellular Physiology*, **234**, 9351-9357. <https://doi.org/10.1002/jcp.27618>
- [23] 王鑫, 李志红, 尹飞, 苑晓超, 罗加凯. 糖尿病患者 C 肽与动脉粥样硬化关系的研究进展[J]. 医学综述, 2018, 24(17): 3452-3456.
- [24] Takekawa, D., Kudo, T., Saito, J., *et al.* (2019) Higher Plasma Leptin and Lower C-Peptide Levels Are Associated with Depression: A Cross-Sectional Study. *Journal of Affective Disorders*, **243**, 70-74. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2018.09.014>
- [25] Lage, M.J. and Boye, K.S. (2020) The Relationship between HbA1c Reduction and Healthcare Costs among Patients with Type 2 Diabetes: Evidence from a U.S. Claims Database. *Current Medical Research and Opinion*, **36**, 1441-1447. <https://doi.org/10.1080/03007995.2020.1787971>
- [26] Gibb, F.W., McKnight, J.A., Clarke, C., *et al.* (2020) Preserved C-Peptide Secretion Is Associated with Fewer Low-Glucose Events and Lower Glucose Variability on Flash Glucose Monitoring in Adults with Type 1 Diabetes. *Diabetologia*, **63**, 906-914. <https://doi.org/10.1007/s00125-020-05099-3>
- [27] Zuo, A., Wang, C., Li, L., *et al.* (2020) The Association of Fasting C-Peptide with Corneal Neuropathy in Patients with Type 2 Diabetes. *Journal of Diabetes Research*, **2020**, Article ID: 8883736. <https://doi.org/10.1155/2020/8883736>
- [28] 丁宇, 付麒, 秦瑶, 孙敏, 杨涛. 2型糖尿病患者C肽评估胰岛 β 细胞功能随病程变化的分析[J]. 中华糖尿病杂志, 2020, 12(7): 491-495.