

糖化血清白蛋白用于诊断糖尿病及糖调节异常的价值研究*

张 亭¹, 何 詠², 杨惠岚¹, 黄亨健², 张明峰³, 安振梅¹, 李双庆^{3△}

1. 四川大学华西医院 内分泌代谢科(成都 610041); 2. 四川大学华西医院 实验医学科(成都 610041);

3. 四川大学华西医院 全科医学科(成都 610041)

【摘要】 目的 探讨糖化血清白蛋白(GA)作为诊断糖尿病(DM)及糖调节异常(IGR)的可能切点值,并分析GA对于诊断DM及IGR的应用价值。**方法** 392例为明确DM诊断而就诊者和DM高危人群接受筛查者,年龄20~84岁,行口服葡萄糖耐量试验(OGTT),并测定糖化血红蛋白(HbA1c)和GA,以受试者工作特征曲线(ROC)评价GA诊断DM和IGR的敏感性和特异性。**结果** ①按WHO1999年DM诊断标准判断,392例就诊者中DM 131例,IGR 126例,糖耐量正常(NGT)135例,3组GA水平呈递增趋势($P<0.05$)。②Spearman相关分析显示GA与HbA1c($r=0.942\ 1, P<0.05$)、空腹血糖(FPG, $r=0.856\ 6, P<0.05$)、餐后2h血糖(2-hPG, $r=0.813\ 7, P<0.05$)呈正相关。③DM组GA/HbA1c为 2.58 ± 0.37 , IGR组为 2.44 ± 0.37 , NGT组为 2.17 ± 0.25 ,三者比较差异有统计学意义。④GA诊断DM的最佳切点值为16.6%,曲线下面积(AUC)为0.888(95%CI: 0.855~0.920),敏感性为71.8%,特异性为87.4%,诊断价值中等。GA诊断IGR的AUC较小(0.510),诊断价值较低。**结论** GA可作为单一方法诊断DM,其最佳切点值为16.6%,敏感性和特异性分别为71.8%和87.4%。GA可能不适合用于单独诊断IGR。

【关键词】 糖尿病 糖调节异常 糖化血清白蛋白 切点 诊断

Study of Glycated Albumin Cut-off Point in Diabetes Mellitus and Impaired Glucose Regulation ZHANG Ting¹, HE He², YANG Hui-lan¹, HUANG Heng-jian², ZHANG Ming-feng³, AN Zhen-mei¹, LI Shuang-qing^{3△}. 1. Department of Endocrinology and Metabolism, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 2. Department of Laboratory Medicine, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 3. Department of General Practice Medicine, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China
△ Corresponding author, E-mail: 125954471@qq.com

【Abstract】 Objective To investigate the cut-off point of glycated albumin (GA) in the detection of diabetes mellitus (DM) and impaired glucose regulation (IGR). **Methods** This study was conducted in 20-84 years-old adults who had risk factors of diabetes but no previously diagnosed diabetes. There were finally 392 individuals included and received the measurement of GA and HbA1c. Receiver operating characteristic curve (ROC) was plotted to determine the performance of GA. **Results** ①Based on the diabetes diagnosis criteria of WHO (1999), the subjects were divided into DM group ($n=131$), IGR group ($n=126$), and normal glucose tolerance (NGT) group ($n=135$). The GA level in the three groups tended to increase ($P<0.05$). ②Spearman correlation analysis demonstrated that GA was positively correlated with glycated haemoglobin A 1c (HbA1c) ($r=0.942\ 1, P<0.05$), fasting plasma glucose (FPG) ($r=0.856\ 6, P<0.05$) and 2 h post-load plasma glucose (2-hPG) ($r=0.813\ 7, P<0.05$). ③The mean levels of serum GA/HbA1c were 2.58 ± 0.37 , 2.44 ± 0.37 and 2.17 ± 0.25 for DM, IGR and NGT respectively. ④The optimal cut-off points for detecting diabetes were 16.6 % in GA [area under the curve (AUC)=0.888], producing the sensitivity of 71.8% and the specificity of 87.4%. **Conclusion** GA as a single screening test shows adequate to detect newly diagnosed DM, and the optimal GA cut-off point was 16.6% in this study.

【Key words】 Diabetes mellitus Impaired glucose regulation (IGR) Glycated albumin (GA) Cut-off point Diagnosis

我国目前糖尿病(DM)的诊断率较低^[1],2008年中华医学会糖尿病学分会(CDS)组织的DM流行

病学调查结果显示,在20岁以上的人群中,DM患病率为9.7%,而DM前期的患病率高达15.5%,且我国有60.7%的DM患者未被诊断而无法及早进行有效的治疗。糖化血清白蛋白(GA)反映测定前2~3周的血糖平均水平,是临床上判断短期血糖水

* 四川省科技厅项目(No. 2013FZ0011)资助

△ 通讯作者, E-mail: 125954471@qq.com

平的良好指标,尤其是对于进行血液透析等影响到红细胞寿命的 DM 患者,它也可以很好的反应血糖水平。GA 异常提示 DM 高危人群需行葡萄糖耐量试验(OGTT)检查,尤其对于空腹血糖正常者,研究提示 GA 能更好地反应餐后血糖水平^[2]。越来越多的研究提示 GA 在初次诊断的 DM 患者中意义更为显著。目前 GA 的正常参考值及作为筛查、诊断 DM 及糖调节异常(IGR)的可能切点值是国内外学术界讨论的热点问题。国外研究表明,GA 水平与糖化血红蛋白(HbA1c)一样,种族之间存在差异性^[3]。为此,本研究探讨 GA 作为诊断 DM 及 IGR 的可能切点值,并分析 GA 对于诊断 DM 的应用价值。

1 对象及方法

1.1 研究对象

2011 年 7 月至 2013 年 4 月在四川大学华西医院为明确 DM 诊断而就诊者和 DM 高危人群接受筛查者 435 例,年龄 20~84 岁。纳入标准包括体质指数(BMI)显示超重的成年人($BMI \geq 25 \text{ kg/m}^2$),并有一个以上的下列危险因素:长期缺乏体育锻炼者;一级亲属中有 DM 患者;曾患有妊娠 DM 的女性;有糖调节受损史;高血压患者〔血压 $\geq 140/90 \text{ mmHg}$ ($1 \text{ mmHg} = 0.133 \text{ kPa}$)或者正在服用高血压药物者];高密度脂蛋白(HDL-c) $< 35 \text{ mg/dL}$ (0.90 mmol/L)和/或其甘油三酯(TG)水平 $> 250 \text{ mg/dL}$ (2.82 mmol/L);患有多囊卵巢综合征的女性;有心脑血管疾病史者。

排除标准:为已诊断的 DM、癌症、甲状腺疾病、低蛋白血症、肝功能障碍〔谷丙转氨酶(ALT)或谷草转氨酶(AST)超过参考范围上限〕、肾脏损害(血肌酐超过参考范围上限)、怀孕和正在接受糖皮质激素治疗、严重的精神疾病患者。经过筛选后 392 例患者纳入分析。根据 WHO(1999)标准^[4],诊断 DM 为空腹血糖(FPG) $\geq 7.0 \text{ mmol/L}$ 和/或餐后 2 h 血糖(2-hPG) $\geq 11.1 \text{ mmol/L}$;糖耐量减低(IGT)为 $FPG < 7.0 \text{ mmol/L}$, $2\text{-hPG} \geq 7.8 \text{ mmol/L}$ 且 $< 11.1 \text{ mmol/L}$;空腹血糖受损(IFG)为 $FPG \geq 6.1 \text{ mmol/L}$ 且 $< 7.0 \text{ mmol/L}$, 而 $2\text{-hPG} < 7.8 \text{ mmol/L}$ 。

1.2 研究方法

1.2.1 临床及人体学测量 收集询问参加者的一般个人信息、既往史及家族史,行相关的体格检查,且于清晨空腹测量身高、体质量及血压,并计算

BMI。

1.2.2 血标本的采集、检测 受检者禁食 8~12 h 后于早晨 7:00~9:00 行 OGTT 试验,测定 FPG、空腹胰岛素(FINS)、血脂、肝功、肾功、HbA1c 和 GA。口服 75 g 无水葡萄糖后 2 h 再次抽取静脉血测定 2-h PG 及餐后 2 h 胰岛素(2-h PINS)。血糖的测定采用己糖激酶比色法(Modular P,罗氏,德国);血脂的测定采用酶学比色法(Modular P,罗氏,德国);HbA1c 测定采用高效液相色谱法(HLC-723G7,东芝,日本),HbA1c 的批间变异系数和批内变异系数分别 $< 1.7\%$ 和 $< 1.0\%$,GA 测定采用液态酶法测定(Lucica GA-L),GA 的批间变异系数和批内变异系数分别 $< 3.0\%$ 和 $< 1.1\%$,胰岛素的测定采用电化学发光法,其他生化指标测定采用罗氏 Modular-DDP 全自动生化分析仪,试剂为罗氏原装配套试剂。

1.2.3 统计学方法 计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间均数差异用单因素方差分析,两独立样本间均数比较采用 t 检验,多个样本均数的两两比较采用 SNK 法(q 检验)。相关分析采用 Sperman 相关及多元线性回归。应用受试者工作特征曲线(ROC)获得诊断 DM 和 IGR 相关状态的 GA、HbA1c 及 GA/HbA1c 的最佳切点,同时计算阳性预测值、阴性预测值、阳性似然比、阴性似然比。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床资料特征

研究对象根据检测结果分为糖耐量正常(NGT)、IGR(包括 IGT 和 IFG)、DM 3 组,由表 1 可见,TG、HDL-C、HbA1c、2-hPG、GA 男性与女性组间的差异有统计学意义,FPG、2-hPG、HbA1c、GA、TG 值 DM 组 $>$ IGR 组 $>$ NGT 组,在 DM 组中 GA/HbA1c 的平均值为 2.58 ± 0.37 ,IGR 人群中为 2.44 ± 0.37 ,NGT 人群中为 2.17 ± 0.25 ,三者比较差异有统计学意义。

2.2 GA 与其他代谢指标的相关分析

Sperman 相关分析显示,GA 和 HbA1c($r = 0.942 \text{ 1}$, $P < 0.000 \text{ 1}$)、FPG($r = 0.856 \text{ 6}$, $P < 0.000 \text{ 1}$)和 2-hPG($r = 0.813 \text{ 7}$, $P < 0.000 \text{ 1}$)呈正相关,且相关性较强,见图 1。

以性别、年龄、血脂〔TG、总胆固醇(TC)、高密度脂蛋白(HDL-C)、低密度脂蛋白(LDL-C)〕、HbA1c、BMI、FPG、2-hPG、FINS、2-hPINS、血压

(收缩压 SBP、舒张压 DBP)为自变量,GA 为因变量,进行多元线性回归分析,逐步分析各自变量对 GA 的影响,经多元线性回归分析,发现年龄、性别、TG、HbA1c、BMI、FPG、2-hPG 对 GA 有一定影响,与年龄($\beta=0.057$)、HbA1c($\beta=0.591$)、FPG($\beta=0.204$)、2-hPG($\beta=0.196$)呈正相关,与 TG

($\beta=-0.052$) 和 BMI($\beta=-0.08$)呈负相关,见表 2。

2.3 GA 对 DM 和 IGR 的诊断价值

见表 3,图 2。GA、HbA1c、GA/HbA1c 用于诊断 DM 的 ROC 曲线的曲线下面积(AUC)分别为 0.888 (95%CI 0.855 ~ 0.920), 0.932(95%CI

表 1 研究对象临床资料($\bar{x}\pm s$)
Table 1 Clinical characters of the subjects($\bar{x}\pm s$)

Variable	Total (n=392)	Male (n=194)	Female (n=198)	NGT (n=135)	IGR (n=126)	DM (n=131)
Age (yr.)	50.19±12.60	48.94±12.70	51.42±12.40	46.4±10.60	53.2±11.60 [△]	51.08±14.50 [△]
BMI (kg/m ²)	25.02±4.29	25.35±4.33	24.70±4.24	23.54±3.08	25.63±4.29 [△]	25.96±4.95 [△]
HbA1c (%)	6.58±1.84	6.93±2.04	6.24±1.57 [*]	5.40±0.39	6.02±0.55 [△]	8.34±2.22 ^{*·△}
GA (%)	16.10±6.68	15.03±5.81	17.20±7.31 [*]	11.68±1.29	14.8±3.26 [△]	21.90±8.14 ^{*·△}
GA/HbA1c	2.39±0.37	2.42±0.37	2.37±0.38	2.17±0.25	2.44±0.37 [△]	2.58±0.37 ^{*·△}
FPG (mmol/L)	6.87±2.70	7.13±2.73	6.61±2.65	4.99±0.42 [#]	6.17±0.47 [△]	9.47±3.26 [*]
2-hPG (mmol/L)	10.65±6.03	11.38±6.08	9.94±5.91 [*]	6.13±0.94 [#]	8.42±1.77 [△]	17.45±5.73 [*]
0-hINS (μIU/mL)	10.22±8.87	9.76±7.01	10.66±10.39	10.15±9.90	9.42±6.46	11.05±9.68
2-hINS (μIU/mL)	48.47±35.93	45.22±34.05	51.66±37.49	42.68±36.20	54.80±33.42	48.36±37.20
TG (mmol/L)	1.71±1.52	1.94±1.90	1.46±0.90 [*]	1.24±0.55	1.51±0.83	2.42±2.27 ^{*·△}
TC (mmol/L)	4.97±0.90	4.96±0.96	4.97±0.84	4.66±0.76	5.16±0.84	5.19±1.0 [△]
HDL-C (mmol/L)	1.47±0.44	1.33±0.40	1.62±0.43 [*]	1.56±0.38	1.52±0.44	1.32±0.47 ^{*·△}
LDL-C (mmol/L)	2.98±0.73	3.04±0.73	2.92±0.72	2.75±0.66	3.18±0.70	3.11±0.76 [△]
SBP (mmHg)	123.80±18.30	123.20±19.80	124.51±16.90	114.00±14.10	130.70±17.80 [△]	129.06±18.30 [△]
DBP (mmHg)	78.30±12.74	77.72±12.60	78.92±12.90	74.30±9.70	81.09±13.80 [△]	80.45±13.69 [△]

BMI: Body mass index; FINS: Fasting insulin; 2-hINS: 2 h insulin after eating; TG: Triglyceride; TC: Total cholesterol; HDL-C: High-density lipoproteincholesterol; LDL-C: Low-density lipoprotein cholesterol; SBP: Systolic blood pressure; DBP: Diastolic blood pressure. 1 mmHg=0.133 3 kPa. ^{*} $P<0.05$, vs. male group; ^{*} $P<0.05$, vs. IGR group; [△] $P<0.05$, vs. NGT group

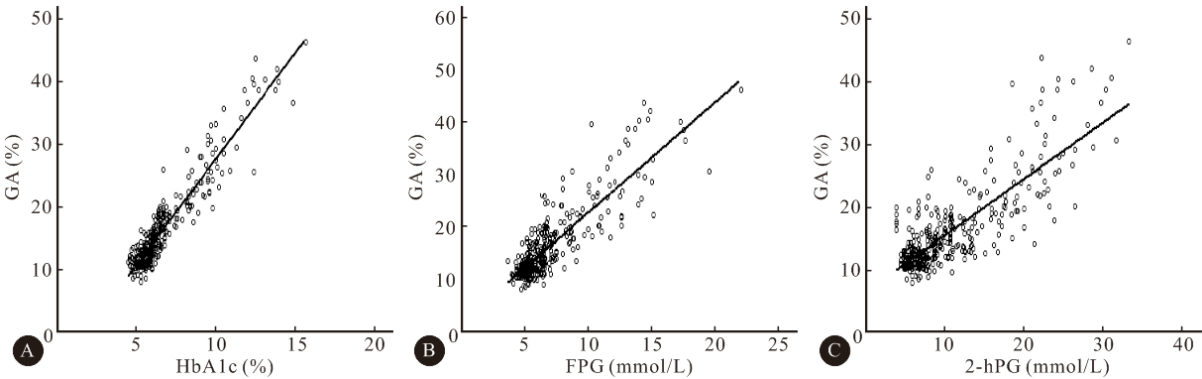


图 1 GA 和 HbA1c(A)、FPG(B)和 2-hPG(C)的相关分析

Fig 1 Scatter plot according to HbA1c (A), FPG (B), 2-hPG (C) and glycated albumin (GA)

表 2 GA 与其他代谢指标的多元回归分析

Table 2 Linear analysis factors contributing to variants of GA

	Unstandardized coefficients (B)	SE	Standardized coefficient (β)	t	P
Age (yr.)	0.029	0.012	0.057	2.390	0.018
FPG (mmol/L)	0.518	0.150	0.204	3.462	0.001
2-hPG (mmol/L)	0.216	0.054	0.196	3.978	0.000
HbA1c (%)	2.180	0.190	0.591	11.45	0.000
BMI (kg/m ²)	-0.123	0.034	-0.08	-3.666	0.000
TG (mmol/L)	-0.224	0.102	-0.052	-2.191	0.029

BMI, TG denotes the same as table 1

0.905~0.959), 0.714(95%CI 0.661~0.767), 前两者比较差异无统计学意义($P>0.05$), 但均大于 GA/HbA1c 的 AUC($P<0.05$)。GA 诊断 DM 的最佳切点值为 16.6%, 诊断价值中等, 敏感性

71.8%, 特异性 87.4%, 阳性预测值 74.0%, 阴性预测值 86.0%; GA 切点值为 11.05% 时, 诊断 DM 的敏感性为 100%, 特异性为 24.5%; GA 切点值为 26.34% 时, 诊断 DM 的特异性为 100%, 敏感性为

表 3 GA 与 HbA1c、GA/HbA1c 诊断 DM 的敏感性 & 特异性

Table 3 Diagnostic indices for detecting diabetes using GA, HbA1c or GA/HbA1c

	AUC (95%CI)	Cut-off point	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Positive predictive value (%)	Negative predictive value (%)	Positive likelihood ratio	Negative likelihood ratio
GA	0.888 (0.855-0.920) *	16.6%	71.8	87.4	74.0	86.0	5.7	0.32
HbA1c	0.932 (0.905-0.959) #	6.4%	89.3	88.1	83.2	90.0	6.7	0.23
GA/HbA1c	0.714 (0.661-0.767)	2.35	72.5	62.8	48.0	81.4	1.8	0.44

$P<0.05$, vs. GA/HbA1c. CI: Confidence interval

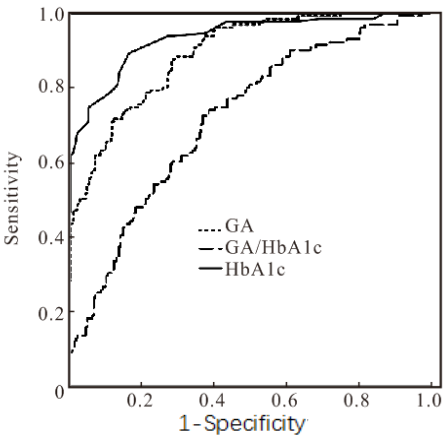


图 2 GA、HbA1c、GA/HbA1c 诊断 DM 的 ROC 曲线

Fig 2 Receiver operating characteristic curves of GA, HbA1c or GA/HbA1c as diagnostic indicators for DM

23.7%。另外, 在本研究中 GA 诊断 IGR 的 AUC 较小(0.510), 诊断价值较低。

3 讨论

DM 已成为全球健康问题, 全球每年因 DM 死亡的人数达 300 万。每年约有 1.5%~10.0% 的 IGR 患者进展为 DM, 最大限度的早期发现 IGR 人群和 DM 患者给予干预, 对于控制 DM 的流行和发展具有重要的意义。目前诊断 DM 最常用的方法是 OGTT 试验和 HbA1c^[4,5], 但是 OGTT 中的血糖指标容易受多种因素的干扰, 且在测定前需要至少空腹 8 h 以上, 多次采血而导致其重复性以及患者依从性较差, 可能会造成误诊或漏诊, 在 DM 高危人群中展开广泛的筛查有一定的难度。HbA1c 的生物变异性小、检测稳定、精确, 且不受进食时间及短期生活方式改变的影响, 是慢性血糖监测的可靠指标, 并且美国糖尿病协会(ADA)在 2010 年 DM 新指南中提出建议, 将 HbA1c $\geq$ 6.5% 作为 DM 诊

断标准^[5]。它仅反映检测前 8~12 周内的血糖平均水平, 但对于近期血糖开始升高的患者或患有影响红细胞寿命等疾病的 DM 患者以及患有终末期肾病、严重的高甘油三酯血症、慢性酒精中毒、高胆红素血症等的患者, HbA1c 在诊断 DM 时会有偏差^[6,7]。且近年来许多研究结果表明, HbA1c 诊断 DM 的最佳切点值在不同的种族群体可能会有所不同, 而中国人群的 HbA1c 最佳切点值尚未完全定论。

GA 对短期内血糖的变化比 HbA1c 敏感, 可以反映近 2~3 周的血糖平均水平, 目前世界范围内也展开了关于 GA 能否作为糖尿病筛查指标的研究, 但由于纳入人群的差异性, 尚无一致的结论。

Furusyo 等^[8]通过对 157 5 例 DM 高危人群的分析, 得出 GA=15.5% 可以作为 DM 的临界值, 敏感性和特异性分别为 83.3% 和 83.3%; 有学者通过对 197 1 例 DM 高危人群的研究得出 GA=17.1% 可以作为筛查 DM 的切点值, 敏感性和特异性分别为 76.82% 和 76.89%^[9]。本研究发现, GA 的切点值为 16.6% 时具有最佳的诊断性能, AUC 为 0.888 (95%CI 0.855~0.920), 敏感性为 71.8%, 特异性为 87.4%。HbA1c 诊断 DM 的切点值为 6.4%, 这与我们前期的研究结果一致^[10]。GA 与 HbA1c 诊断 DM 的 AUC 差异无统计学意义, 诊断价值相当。

尽管 GA 简便、快速及准确, 但单独用于 DM 诊断仍可能漏诊一部分 DM 患者, 因此, GA 能否成为 DM 的诊断指标, 仍需要大样本量的前瞻性研究进一步证实。另外, 在本研究中 GA 诊断 IGR 的 AUC 较小, 诊断价值较低, 考虑可能是由于本研究纳入的样本量较少, 因此, GA 能否单独作为诊断 IGR 的指标, 尚有待进一步研究。虽然 GA 反映最近 2~3 周的血糖水平, 有利于弥补 (下转第 298 页)

- 9 Cockrell AS, Kafri T. Gene delivery by lentivirus vectors. *Mol Bio technol*,2007;36(3):184-204.
- 10 Allen EH, Atkinson SD, Liao H, *et al.* Allele-specific siRNA silencing for the common keratin 12 founder mutation in Meesmann epithelial corneal dystrophy. *Invest Ophthalmol Vis Sci*,2013;54(1):494-502.
- 11 Burnett JC, Rossi JJ, Tiemann K. Current progress of siRNA/shRNA therapeutics in clinical trials. *Biotechnol J*,2011;6(9):1130-1146.
- 12 Zavareh RB, Sukhai MA, Hurren R, *et al.* Suppression of cancer progression by MGAT1 shRNA knockdown. *PLoS One*,2012;7(9):e43721.
- 13 Deharvengt SJ, Tse D, Sideleva O, *et al.* PV1 down-regulation via shRNA inhibits the growth of pancreatic adenocarcinoma xenografts. *J Cell Mol Med*,2012;16(11):2690-2700.
- 14 Hellyer NJ, Nokleby JJ, Thicke BM, *et al.* Reduced ribosomal protein s6 phosphorylation after progressive resistance exercise in growing adolescent rats. *J Strength Cond Res*,2012;26(6):1657-1666.
- 15 Akar U, Ozpolat B, Mehta K, *et al.* Targeting p70S6K prevented lung metastasis in a breast cancer xenograft model. *Mol Cancer Ther*,2010;9(5):1180-1187.
- 16 Buck E, Eyzaguirre A, Haley JD, *et al.* Inactivation of Akt by the epidermal growth factor receptor inhibitor erlotinib is mediated by HER-3 in pancreatic and colorectal tumor cell lines and contributes to erlotinib sensitivity. *Mol Cancer Ther*,2006;5(8):2051-2059.

(2013-12-11 收稿,2014-01-08 修回)

编辑 吕 熙

(上接第 277 页)

HbA1c 的不足,但 GA 更容易受到应激状态后的高血糖的影响,此时 GA 和 HbA1c 联合测定有助于判断高血糖的持续时间,可作为既往是否患有糖尿病的辅助检测方法,从而作出客观准确的评估。

总之,GA 可作为单一方法诊断 DM,其最佳切点值为 16.6%,敏感性和特异性分别为 71.8%和 87.4%,诊断价值中等。GA 可能不适合用于单独诊断 IGR。

参 考 文 献

- 1 Jia WP, Pang C, Chen L, *et al.* Epidemiological characteristics of diabetes mellitus and impaired glucose regulation in a Chinese adult population: the Shanghai Diabetes Studies, a cross-sectional 3-year follow-up study in Shanghai urban communities. *Diabetologia*,2007;50(2):286-292.
- 2 Lee EY, Lee BW, Kim D, *et al.* Glycated albumin is a useful glycation index for monitoring fluctuating and poorly controlled type 2 diabetic patients. *Acta Diabetol*,2011;48(2):167-172.
- 3 Schaefer EJ, Audelin MC, McNamara JR. Comparison of fasting and postprandial plasma lipoproteins in subjects with and without coronary heart disease. *Am J Cardiol*,2001;88(10):1129-1133.
- 4 World Health Organization. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications: report of a WHO consultation. Part 1. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. Geneva, World Health Org,1999.
- 5 American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*,2010;33(Suppl 1):S62-S69.
- 6 El-Agouza I, Abu Shahla A, Sirdah M. The effect of iron-deficiency anaemia on the glycosylated hemoglobin subtypes: possible consequences for clinical diagnosis. *Clin Lab Haematol*,2002;24(5):285-289.
- 7 Gómez-Pérez FJ, Valles-Sanchez VE, López-Alvarenga JC, *et al.* Vitamin E modifies neither fructosamine nor HbA1c levels in poorly controlled diabetes. *Rev Invest Clin*,1996;48(6):421-424.
- 8 Furusyo N, Koga T, Ai M, *et al.* Utility of glycated albumin for the diagnosis of diabetes mellitus in a Japanese population study: results from the Kyushu and Okinawa Population Study (KOPS). *Diabetologia*,2011;54(12):3028-3036.
- 9 Ma XJ, Pan JM, Bao YQ, *et al.* Combined assessment of glycated albumin and fasting plasma glucose improves the detection of diabetes in Chinese subjects. *Clin Exp Pharmacol Physiol*,2010;37(10):974-979.
- 10 Hu Y, Zhang M, She Y, *et al.* The optimal cut-points of HbA1c for detecting newly diagnosed diabetes and pre-diabetes in the Chinese population living in Sichuan. *Clin Chem Lab Med*,2011;49(12):2117-2118.

(2013-09-18 收稿,2013-12-17 修回)

编辑 沈 进