

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2023.19.008

## 口服葡萄糖耐量试验负荷后 1 小时血糖筛查糖调节受损和糖尿病的最佳切点值及糖调节受损患者转归的随访研究\*

张琳 董鹏<sup>△</sup> 李友芳 李宇君 汪宁 薛阳利 黄丽丽

(西安交通大学第二附属医院内分泌科 陕西 西安 710015)

**摘要 目的:** 研究分析口服葡萄糖耐量试验(OGTT)负荷后 1 h 血糖筛查糖调节受损(IGR)和糖尿病(DM)的最佳切点值及糖调节受损患者转归的随访结果。**方法:** 选择 2018 年 6 月-2019 年 6 月于西安交通大学第二附属医院行 OGTT 试验的 340 例受试者。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析 OGTT 负荷后餐后 1h 血糖(1hPG)筛查 DM 及 IGR 的切点值。按照上述切点值将受试者分为正常组 81 例, IGR 组 106 例, DM 组 153 例。对比三组人员胰岛功能及血脂指标水平。对 IGR 组患者进行为期 3 年的随访观察, 将其按照随访结果的差异分为进展组 35 例与无进展组 71 例。以单因素及多因素 Logistic 回归分析进展成 DM 的危险因素。**结果:** 经 ROC 曲线分析, OGTT 负荷后 1hPG 筛查 IGR 的最佳切点值为 10.0 mmol/L, 筛查 DM 的最佳切点值为 13.0 mmol/L。正常组、IGR 组及 DM 组胰岛素抵抗指数(HOMA-IR)、总胆固醇(TG)水平均呈逐渐升高趋势,  $\beta$  细胞功能指数(HOMA- $\beta$ )呈逐渐降低趋势, 且经单因素方差分析发现: 各组间对比差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。进展组年龄、体质量指数(BMI)及 TG 水平均高于无进展组(均  $P < 0.05$ )。经多因素 Logistic 回归分析发现: 年龄高、高 BMI 及高 TG 水平均是 IGR 患者进展成 DM 的独立危险因素(均  $P < 0.05$ )。**结论:** OGTT 负荷后 1 h 血糖筛查 IGR 的切点值为 10.0 mmol/L, 筛查 DM 的切点值为 13.0 mmol/L, 且 1hPG 可有效反映胰岛功能及血脂水平。此外, IGR 患者转归的影响因素与年龄、BMI 及 TG 有关。

**关键词:** 口服葡萄糖耐量试验; 糖调节受损; 糖尿病; 切点值; 转归

中图分类号: R587.1 文献标识码: A 文章编号: 1673-6273(2023)19-3642-04

## The Best Cut-off Point Value of Impaired Glucose Regulation and Diabetes in Blood Glucose Screening 1 h after Oral Glucose Tolerance Test Loading and the Follow-up Study of Patients with Impaired Glucose Regulation\*

ZHANG Lin, DONG Peng<sup>△</sup>, LI You-fang, LI Yu-jun, WANG Ning, XUE Yang-li, HUANG Li-li

(Department of Endocrinology, Second Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi, 710015, China)

**ABSTRACT Objective:** To study and analyze the best cut-off point value of impaired glucose regulation (IGR) and diabetes mellitus (DM) in blood glucose screening 1 h after oral glucose tolerance test (OGTT) loading and the follow-up results of IGR patients. **Methods:** 340 subjects who were received OGTT at the Second Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University from June 2018 to June 2019 were selected. Receiver operating characteristic (ROC) curves were used to analyze the cut point values for screening DM and IGR with 1-hour postprandial blood glucose (1hPG) after OGTT loading. According to the above cutoff values, the subjects were divided into normal group (81 cases), IGR group (106 cases), and DM group (153 cases). Pancreatic islet function and blood lipid levels among three groups were compared. A 3-year follow-up observation was conducted on patients in the IGR group, who were divided into progression group of 35 cases and non-progression group of 71 cases according to the differences in follow-up results. The risk factors for progression to DM were analyzed using univariate and multivariate Logistic regression. **Results:** After ROC curve analysis, the optimal cutoff point value for IGR screening with 1hPG after OGTT loading was 10.0 mmol/L, the optimal cutoff point value for DM screening was 13.0 mmol/L. The homeostasis model assessment of insulin resistant (HOMA-IR), and total cholesterol (TG) levels in normal group, IGR group, and DM group all showed a gradually increasing trend, while homeostasis model assessment of  $\beta$  cell function (HOMA- $\beta$ ) gradually decreasing trend, and univariate analysis of variance showed statistically significant differences among all groups (all  $P < 0.05$ ). Age, body mass index (BMI) and TG level in progression group were higher than those in non-progression group (all  $P < 0.05$ ). Multiple Logistic regression analysis showed that high age, high BMI and high TG level were independent risk factors for progression to DM in IGR patients (all  $P < 0.05$ ). **Conclusions:** The cut-off point value of IGR for blood glucose screening at 1h after OGTT loading is 10.0 mmol/L, the cut-off point value for screening DM is 13.0 mmol/L, and 1hPG can effectively reflect pancreatic islet function and blood lipid levels.

\* 基金项目: 陕西省社会发展科技攻关项目(2016SF-106)

作者简介: 张琳(1979-), 女, 硕士研究生, 从事内分泌方面的研究, E-mail: zll2011979@163.com

<sup>△</sup> 通讯作者: 董鹏(1976-), 男, 硕士, 副主任医师, 从事糖尿病与甲状腺疾病临床研究, E-mail: dongpeng1807@163.com

(收稿日期: 2023-03-05 接受日期: 2023-03-26)

In addition, the influencing factors of IGR patients' prognosis are related to age, BMI, and TG.

**Key words:** Oral glucose tolerance test; Impaired glucose regulation; Diabetes mellitus; Cut-off point values; Prognosis

**Chinese Library Classification(CLC):** R587.1 **Document code:** A

**Article ID:** 1673-6273(2023)19-3642-04

## 前言

随着近年来国民生活水平的不断提升,糖尿病(DM)发病率有逐年升高趋势,已成为严重威胁国民生命健康的重要慢性疾病之一<sup>[1]</sup>。糖调节受损(IGR)被视作DM前期,主要包括空腹血糖受损及糖耐量降低两类,该类人群是目前DM防控工作的重要关注对象,早期发现并进行积极有效的干预可避免其进展成DM<sup>[2]</sup>。口服葡萄糖耐量试验(OGTT)是目前国内外广泛用于诊断DM的重要手段,然而在临床工作中存在一定数量的OGTT受试负荷后1h血糖 $\geq 11.1$  mmol/L,但并未达至DM的诊断标准人群,该类人群虽然血糖水平并未达至DM标准,但其存在一定的进展成DM风险,因此如何准确有效划分该类特殊人群成为目前研究的热点<sup>[3,4]</sup>。鉴于此,本文通过研究分析OGTT负荷后1h血糖筛查IGR和DM的最佳切点值及IGR患者转归的随访结果,以期为DM防控工作的顺利开展提供指导依据,现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选择2018年6月-2019年6月于西安交通大学第二附属医院行OGTT试验的340例受试者。男性194例,女性146例;年龄范围44~82岁,平均(58.56 $\pm$ 9.27)岁;体质量指数(BMI)18~32 kg/m<sup>2</sup>,平均(24.55 $\pm$ 2.78)kg/m<sup>2</sup>。纳入标准:(1)所有受试者均行OGTT试验;(2)所有受试者年龄18岁以上且均签署知情同意书;(3)入组前3个月内无任何糖调节治疗史;(4)临床资料完整者。排除标准:(1)合并心、肝、肺等脏器功能不全者;(2)神志异常者;(3)同期参与其他研究者;(4)合并重大感染、免疫性疾病及恶性肿瘤者;(5)伴有其他内分泌疾病者。本研究经我院伦理委员会批准进行。

### 1.2 研究方法

(1)基线资料采集:采用医院病历系统及问卷调查表等方式统计、记录所有受试者的基线资料,主要内容有性别、年龄、BMI、高血压史、空腹血糖、餐后1h血糖(1hPG)、总胆固醇(TG)、甘油三酯(TC)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、收缩压、舒张压等。

(2)OGTT方式:试验前告知受试者隔夜空腹8h,抽取空腹血糖之后将75g无水葡萄糖与200mL水充分混匀,5min内饮完。自饮第1口开始计时,于1h后再次抽取静脉血检测1hPG。血糖及血脂指标水平均采用全自动生化检测仪(日本日立公司7170A型)完成,并计算胰岛素抵抗指数(HOMA-IR)、胰岛 $\beta$ 细胞功能指数(HOMA- $\beta$ ),计算公式为HOMA-IR=空腹血糖 $\times$ 空腹胰岛素/22.5<sup>[5]</sup>。

(3)最佳切点值判定:采用受试者工作特征(ROC)曲线分析OGTT负荷后1hPG筛查DM和IGR的最佳切点值,按照上述切点值将340例受试者分为正常组、IGR组和DM组。

### 1.3 随访

对IGR组患者开展为期3年的随访观察,随访频率3个月/次,随访方式为门诊复查及电话随访。将所有IGR患者按照转归情况的差异分为进展组(进展成DM)及无进展组(未进展成DM)。

### 1.4 统计学方法

采用SPSS 22.0软件分析数据。符合正态分布的计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示,检验方法采用t检验,多组间对比采用单因素方差分析。计数资料以例数(%)表示,检验方法采用 $\chi^2$ 检验。采用ROC曲线分析OGTT负荷后1hPG筛查DM及IGR的切点值。采用单因素及多因素Logistic回归分析IGR患者进展成DM的危险因素。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 OGTT负荷后1hPG筛查DM和IGR的最佳切点值ROC曲线分析

经过筛查,糖代谢正常人群90例,IGR患者110例,DM患者140例,以OGTT负荷后1hPG数据作为分析资料。进行ROC曲线分析:以糖代谢正常人群作为参比(阴性样本),IGR患者作为阳性分析样本,经ROC曲线分析,OGTT负荷后1hPG筛查IGR的最佳切点值为10.0 mmol/L,灵敏度为0.739,特异度为0.783。再以IGR患者作为参比(阴性样本),DM患者作为阳性分析人群阳性分析样本,经ROC曲线分析,OGTT负荷后1hPG筛查DM的最佳切点值为13.0 mmol/L,灵敏度为0.800,特异度为0.870。将所有受试者按照OGTT负荷后1hPG切点值的差异进行分组,即切点值 $< 10.0$  mmol/L为正常组(81例), $10.0$  mmol/L $\leq$ 切点值 $< 13.0$  mmol/L为IGR组(106例),切点值 $\geq 13.0$  mmol/L为DM组(153例)。见图1。

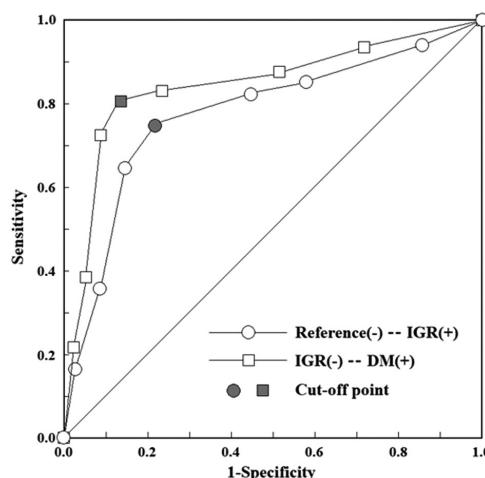


图1 OGTT负荷后1hPG筛查DM和IGR的ROC曲线分析

注:(-)阴性样本,(+)阳性样本

Fig.1 ROC curve analysis of DM and IGR after 1h PG screening after OGTT loading

Note: (-) Negative sample, (+) Positive sample

2.2 三组人员胰岛功能及血脂指标水平对比

正常组、IGR 组及 DM 组 HOMA-IR、TG 水平均呈逐渐升高趋势,而 HOMA-β 呈逐渐降低趋势,且经单因素方差分析发

现:各组间对比差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ );三组 TC、LDL-C 及 HDL-C 水平对比差异均不明显(均  $P > 0.05$ ),见表1。

表 1 三组人员胰岛功能及血脂指标水平对比( $\bar{x} \pm s$ )

Table 1 Comparison of pancreatic islet function and blood lipid levels among three groups of personnel ( $\bar{x} \pm s$ )

Groups	n	HOMA-IR	HOMA-β	TG(mmol/L)	TC(mmol/L)	LDL-C (mmol/L)	HDL-C (mmol/L)
Normal group	81	0.80± 0.14	5.31± 0.83	1.40± 0.25	4.92± 1.05	2.94± 0.62	1.40± 0.34
IGR group	106	1.01± 0.23 <sup>#</sup>	4.56± 0.75 <sup>#</sup>	1.82± 0.46 <sup>#</sup>	5.08± 1.06	3.01± 0.71	1.34± 0.39
DM group	153	1.30± 0.35 <sup>**</sup>	3.78± 0.60 <sup>**</sup>	2.07± 0.55 <sup>**</sup>	5.01± 1.07	3.04± 0.75	1.32± 0.35
F		93.194	128.251	54.783	0.521	0.529	1.319
P		0.000	0.000	0.000	0.594	0.590	0.269

Note: Compared with the normal group, <sup>#</sup> $P < 0.05$ ; Compared with the IGR group, <sup>\*</sup> $P < 0.05$ .

2.3 IGR 患者进展成 DM 的单因素分析

将所有 IGR 患者按照转归情况的差异分为进展组(进展成 DM)35 例及无进展组(未进展成 DM)71 例。进展组年龄、

BMI 及 TG 水平均高于无进展组(均  $P < 0.05$ );两组性别、TC、LDL-C 及 HDL-C 水平、高血压史、收缩压、舒张压对比差异均不明显(均  $P > 0.05$ ),见表 2。

表 2 IGR 患者进展成 DM 的单因素分析

Table 2 Univariate analysis of progression to DM in IGR patients

Factors	Progression group(n=35)	Non-progression group(n=71)	$\chi^2/t$	P
Gender (male/female)	21/14	40/31	0.129	0.720
Age (years, $\bar{x} \pm s$ )	61.32± 10.52	57.29± 8.41	2.177	0.032
BMI (kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	26.41± 3.18	23.69± 2.50	4.805	<0.001
TG (mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	1.96± 0.51	1.75± 0.41	2.284	0.024
TC (mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	5.04± 1.03	5.10± 1.07	0.275	0.784
LDL-C (mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	3.02± 0.70	3.00± 0.72	0.136	0.892
HDL-C (mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	1.30± 0.32	1.36± 0.38	0.804	0.423
Hypertension history n(%)	10(28.57)	19(26.76)	0.039	0.844
Systolic pressure(mmHg, $\bar{x} \pm s$ )	124.82± 11.05	123.17± 10.76	0.736	0.463
Diastolic pressure(mmHg, $\bar{x} \pm s$ )	81.57± 4.76	80.40± 4.52	1.232	0.221

2.4 IGR 患者进展成 DM 的多因素 Logistic 回归分析

以 IGR 患者进展成 DM 为因变量,赋值如下:进展 =1,无进展 =0;以年龄、BMI 及 TG 水平为自变量,赋值均为原值输

入。经多因素 Logistic 回归分析发现:年龄高、高 BMI 及高 TG 水平均是 IGR 患者进展成 DM 的独立危险因素(均 OR 值 >1,  $P < 0.05$ ),见表 3。

表 3 IGR 患者进展成 DM 的多因素 Logistic 回归分析

Table 3 Multivariate logistic regression analysis of progression to DM in IGR patients

Factors	β	SE	Wald $\chi^2$	P	OR	95%CI
High age	0.465	0.251	6.291	0.004	1.592	1.150~2.305
High BMI	0.557	0.206	8.273	0.000	1.745	1.233~3.571
High TG	0.640	0.179	10.065	0.000	1.896	1.459~4.021

3 讨论

随着人类生活方式的日益转变,糖代谢异常疾病的发病率有逐年攀升趋势,一定比例的糖代谢异常患者因并无典型的症

状表现,从而难以获得及时的诊断和治疗,进而导致了一系列并发症的发生<sup>[6,7]</sup>。OGTT 是迄今为止用以筛查 DM 的重要手段,在临床上得到广泛应用<sup>[8,9]</sup>。OGTT 可反映受检者空腹及餐后 0.5 h、1 h、2 h 的血糖及胰岛素数值,有助于医生全面了解

受检者血糖水平及胰岛功能状况,进而为其个性化治疗提供良好基础<sup>[10,11]</sup>。然而,因世界卫生组织(WHO)仅对空腹血糖(FPG)及餐后2h血糖(2hPG)进行规定,从而使得OGTT其他时间点数值被忽视<sup>[12]</sup>。同时,临床工作发现部分人群的FPG与2hPG水平均未达到DM标准,却发生1h高血糖,该类人群糖代谢已然出现异常,故而如何厘定此特殊人群是广大研究者关注的热点<sup>[13,14]</sup>。另外,IGR作为DM的前期状态,其转归受多种因素的共同影响,明确有关影响因素可能对延缓IGR进展为DM具有积极促进作用,从而达到降低DM发病率的目的<sup>[15,16]</sup>。

本文结果研究表明,经ROC曲线分析,将DM视作参考标准,OGTT负荷后1hPG筛查DM的最佳切点值为13.0 mmol/L,而筛查IGR的最佳切点值为10.0 mmol/L。这与既往相关研究高度相符<sup>[17]</sup>。此外,正常组、IGR组及DM组HOMA-IR、TG水平均呈逐渐升高趋势,HOMA-β呈逐渐降低趋势,且经单因素方差分析发现:各组间对比差异均有统计学意义。这在刘乐等人<sup>[18]</sup>的研究报道中得以佐证,说明了IGR患者存在一定的胰岛功能受损以及血脂水平紊乱,且DM上述表现更为显著。分析原因,可能和三组人员对糖的摄取与分解能力不一有关<sup>[18]</sup>。由此推测,1h高血糖阶段可能是IGR前期,即DM的超早期,若此刻对患者开展积极有效的干预,可在一定程度上减少IGR的发生,最终达到降低DM发生风险的目的。本文结果还表明,进展组年龄、BMI及TG水平相较于无进展组均更高。且经多因素Logistic回归分析发现:年龄高、高BMI及高TG水平均是IGR患者进展成DM的独立危险因素。这提示了随着年龄的增长、BMI值的增大以及TG水平的升高,IGR患者进展成DM的风险增加。分析原因,随着年龄的增长,机体胰岛功能降低,从而导致胰岛素合成或分泌减少,进而促使血清胰岛素水平的降低<sup>[19,20]</sup>。BMI值越大的患者往往脂肪细胞含量较多,而脂肪细胞可通过释放游离脂肪酸以减少周围组织对葡萄糖的有效摄取,进而增加DM风险<sup>[21,22]</sup>。TG水平越高反映了机体血脂代谢异常程度加重,且长期高TG水平可通过和葡萄糖竞争进入细胞内,进而导致机体出现胰岛素抵抗,促使胰岛β细胞长期处于胰岛素抵抗状态下出现DM<sup>[23,24]</sup>。同时,高TG可直接影响胰岛素在周围组织中和受体的结合,导致胰岛素作用降低,增加DM发生风险<sup>[25,26]</sup>。

综上所述,OGTT负荷后1h血糖可有效反映糖代谢异常状况,且OGTT负荷后1hPG筛查DM的最佳切点值为13.0 mmol/L,筛查IGR的最佳切点值为10.0 mmol/L。另外,IGR患者转归的影响因素与年龄、BMI及TG有关,临床应予以重点关注。

#### 参考文献(References)

- [1] Cloete L. Diabetes mellitus: an overview of the types, symptoms, complications and management[J]. Nurs Stand, 2022, 37(1): 61-66
- [2] Jiang Q, Li JT, Sun P, et al. Effects of lifestyle interventions on glucose regulation and diabetes risk in adults with impaired glucose tolerance or prediabetes: a meta-analysis [J]. Arch Endocrinol Metab, 2022, 66(2): 157-167
- [3] Chen ME, Aguirre RS, Hannon TS. Methods for Measuring Risk for Type 2 Diabetes in Youth: the Oral Glucose Tolerance Test (OGTT) [J]. Curr Diab Rep, 2018, 18(8): 51
- [4] 姜振伟. 口服葡萄糖耐量试验在糖尿病诊断中的应用[J]. 检验医学与临床, 2010, 7(18): 2000-2001
- [5] Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, et al. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man [J]. Diabetologia, 1985, 28(7): 412-419
- [6] 谭从斌, 王米渠. 糖尿病流行病学研究策略及分子遗传学研究进展 [J]. 现代生物医学进展, 2011, 11(20): 3991-3993
- [7] 中华医学会心血管病学分会代谢性心血管疾病学组, 中华心血管病杂志编辑委员会. 心血管病合并糖代谢异常患者心血管风险综合管理中国专家共识[J]. 中华心血管病杂志, 2021, 49(7): 656-672
- [8] 田海荣, 周演武, 钱欢, 等. 孕初检行口服葡萄糖耐量试验预测妊娠期糖尿病的前瞻性分析[J]. 中华糖尿病杂志, 2020, 12(1): 30-34
- [9] Khan RMM, Chua ZJY, Tan JC, et al. From Pre-Diabetes to Diabetes: Diagnosis, Treatments and Translational Research [J]. Medicina (Kaunas), 2019, 55(9): 546
- [10] Flores-Arguedas H, Capistrán MA. Bayesian analysis of Glucose dynamics during the Oral Glucose Tolerance Test (OGTT)[J]. Math Biosci Eng, 2021, 18(4): 4628-4647
- [11] 蒋燕秋, 王鑫蕾, 顾云娟. 口服葡萄糖耐量试验中血糖曲线形态与胰岛功能关系的研究进展 [J]. 中华糖尿病杂志, 2022, 14(5): 517-520
- [12] De Sanctis V, Soliman A, Daar S, et al. Oral glucose tolerance test: How to maximize its diagnostic value in children and adolescents[J]. Acta Biomed, 2022, 93(5): e2022318
- [13] 许明芳, 蒙丽恒, 周嘉, 等. 糖耐量正常的多囊卵巢综合征患者口服葡萄糖耐量试验1h血糖增高时胰岛β细胞的功能状态研究 [J]. 中华糖尿病杂志, 2022, 14(3): 260-265
- [14] 曹永吉, 师爱香, 孙克德, 等. 口服葡萄糖耐量试验中1h血糖与胰岛β细胞功能的关系研究[J]. 中国医药, 2013, 8(z1): 24-26
- [15] 魏素虹, 周斌, 李益斌, 等. 甘肃省康县糖尿病及糖调节受损流行现状调查及相关危险因素分析[J]. 国际内分泌代谢杂志, 2021, 41(4): 323-326
- [16] 唐唯岚. 社区糖调节受损人群的筛查与危险因素调查 [J]. 中国卫生资源, 2013, 16(4): 281-283
- [17] 刘乐, 于会宁, 郭晓坤, 等. OGTT 0.5h 血糖切点值在诊断糖尿病及糖尿病前期中的临床意义 [J]. 国际内分泌代谢杂志, 2015, 35(4): 217-221
- [18] 刘乐, 冯凭. OGTT 1 小时切点血糖在筛查糖尿病及糖调节受损中的临床意义[J]. 中国糖尿病杂志, 2010, 18(3): 204-206
- [19] Kurauti MA, Soares GM, Marmontini C, et al. Insulin and aging[J]. Vitam Horm, 2021, 79(115): 185-219
- [20] Ivanova A, Kalaidzidis Y, Dirks R, et al. Age-dependent labeling and imaging of insulin secretory granules [J]. Diabetes, 2013, 62(11): 3687-3696
- [21] 李意昌, 杨秀勤, 陈月婵, 等. 佛山市南海区中老年居民BMI指数、腰围与高血压和糖尿病以及血脂异常的关系[J]. 广州医科大学学报, 2021, 49(1): 47-50
- [22] Chiu CJ, Li SL, Wu CH, et al. BMI Trajectories as a Harbinger of Pre-Diabetes or Underdiagnosed Diabetes: an 18-Year Retrospective Cohort Study in Taiwan [J]. J Gen Intern Med, 2016, 31(10): 1156-1163

- [14] Kim CH, Choi Y, Chung CK, et al. Nonsurgical treatment outcomes for surgical candidates with lumbar disc herniation: a comprehensive cohort study [J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 3931
- [15] Wang A, Yu Z. Surgical Outcomes of Minimally Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion for Highly Migrated Lumbar Disc Herniation [J]. *J Pain Res*, 2021, 4(14): 1587-1592
- [16] Tadano S, Tanabe H, Arai S, et al. Lumbar mechanical traction: a biomechanical assessment of change at the lumbar spine [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2019, 20(1): 155
- [17] Vanti C, Turone L, Panizzolo A, et al. Vertical traction for lumbar radiculopathy: a systematic review [J]. *Arch Physiother*, 2021, 11(1): 7
- [18] Fedorchuk C, Lightstone DF, McRae C, et al. Correction of Grade 2 Spondylolisthesis Following a Non-Surgical Structural Spinal Rehabilitation Protocol Using Lumbar Traction: A Case Study and Selective Review of Literature [J]. *J Radiol Case Rep*, 2017, 11(5): 13-26
- [19] Tanabe H, Akai M, Doi T, et al. Immediate effect of mechanical lumbar traction in patients with chronic low back pain: A crossover, repeated measures, randomized controlled trial [J]. *J Orthop Sci*, 2021, 26(6): 953-961
- [20] Yan L, Chenni W, Fang L, et al. Medical Data Analysis of Lumbar Disc Herniation Patients after Traditional Chinese Medicine Rehabilitation Intervention Lumbar Function Recovery [J]. *Appl Bionics Biomech*, 2022, 19(18): 1288233
- [21] Ding X, Wu J, Shen Q, et al. Clinical control study of traditional Chinese medicine hot compress combined with traction in the treatment of cervical spondylotic radiculopathy: Study protocol [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2021, 100(4): e23880
- [22] Zhu J, Yan L, Xu X, et al. Strategies to enhance the production of pinorelin and its glucosides by endophytic fungus (*Phomopsis* sp. XP-8) isolated from *Tu-chung* bark [J]. *AMB Express*, 2018, 8(1): 55
- [23] 张莉莉, 郑玉娇, 韦宇, 等. 盐杜仲、独活、威灵仙治疗腰椎间盘突出症经验 -- 全小林三味小方撷萃 [J]. *吉林中医药*, 2020, 40(2): 148-150
- [24] 邵海龙, 穆佐洲. 机体炎症水平和氧化应激水平与腰椎间盘突出症椎间孔镜术后残留疼痛相关性研究 [J]. *陕西医学杂志*, 2022, 51(10): 1274-1277, 1281
- [25] Chen J, Han B, Du J, et al. Clinical Evaluation of Efficacy on Ultrasound Combined with Neuromuscular Electrical Stimulation in Treating Lumbar Disc Herniation [J]. *Comput Math Methods Med*, 2022, (26): 1822262
- [26] Kim H, Hong JY, Lee J, et al. IL-1 $\beta$  promotes disc degeneration and inflammation through direct injection of intervertebral disc in a rat lumbar disc herniation model [J]. *Spine J*, 2021, 21(6): 1031-1041
- [27] Xu Z, Zhou X, Chen G. Expression and Mechanism of Interleukin 1 (IL-1), Interleukin 2 (IL-2), Interleukin 8 (IL-8), BMP, Fibroblast Growth Factor 1 (FGF1), and Insulin-Like Growth Factor (IGF-1) in Lumbar Disc Herniation [J]. *Med Sci Monit*, 2019, 25(7): 984-990
- [28] 陈紫军, 霍晓乾, 任越, 等. 复方杜仲健骨颗粒治疗骨关节炎的抗炎潜在药效物质及作用机制研究 [J]. *中国中药杂志*, 2022, 47(15): 4156-4163
- [29] Kelekis A, Bonaldi G, Cianfoni A, et al. Intradiscal oxygen-ozone chemonucleolysis versus microdiscectomy for lumbar disc herniation radiculopathy: a non-inferiority randomized control trial [J]. *Spine J*, 2022, 22(6): 895-909
- [30] 张妍, 王健英, 陈晓云, 等. 基于 NF- $\kappa$ B 通路探讨杜仲皮、叶醇提取物对胶原诱导型关节炎大鼠炎症性骨破坏的影响 [J]. *中草药*, 2021, 52(6): 1645-1653

(上接第 3645 页)

- [23] 李博鹏, 陈树春, 赵丽岩, 等. 邢台地区 2 型糖尿病一级亲属糖代谢紊乱与血脂特征的相关性 [J]. *中国老年学杂志*, 2019, 39(19): 4683-4686
- [24] 程冷眉, 朱丽萍, 颜玮, 等. 江西省成年居民糖调节受损和糖尿病患病状况及影响因素分析 [J]. *中华疾病控制杂志*, 2018, 22(5): 494-498
- [25] 王志燕, 赵平, 潘庆丰, 等. 老年 2 型糖尿病患者血清 C 肽及胰岛素抵抗与脂质代谢及尿酸代谢的相关性 [J]. *老年医学与保健*, 2022, 28(2): 324-328, 334
- [26] Poznyak A, Grechko AV, Poggio P, et al. The Diabetes Mellitus-Atherosclerosis Connection: The Role of Lipid and Glucose Metabolism and Chronic Inflammation [J]. *Int J Mol Sci*, 2020, 21(5): 1835