

· 临床研究 ·

老年人血清谷氨酰转氨酶与代谢综合征的相关性研究

刘存飞, 陈星霖, 刘承云

(华中科技大学同济医学院附属协和医院老年科, 武汉 430022)

【摘要】 目的 探讨老年人血清谷氨酰转氨酶 (GGT) 水平与代谢综合征 (MS) 的关系。方法 调查在华中科技大学同济医学院附属协和医院进行常规体检的 1444 例老年人群, 检测体质量指数 (BMI)、收缩压 (SBP)、舒张压 (DBP)、空腹血糖 (FBG)、甘油三酯 (TG)、总胆固醇 (TC)、低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C)、谷氨酰转氨酶 (GGT)、丙氨酸转氨酶 (ALT)、尿酸 (UA) 等。结果 与非 MS 组相比, MS 组 GGT、BMI、SBP、DBP、TG、ALT、UA 均明显升高 ($P < 0.01$), HDL-C 显著减低 ($P < 0.01$); 随着 GGT 四分位间距的递增, MS 发生率、MS 各组分 (肥胖、血压异常、血糖异常、血脂异常) 的发生率均显著增加, 差异具有统计学意义 ($P < 0.01$); 多元线性回归分析提示, GGT 与 DBP、TG、ALT、UA、MS 组分个数呈正相关 ($P < 0.01$), 而与 HDL-C 呈负相关 ($P < 0.05$); 多因素 Logistic 回归分析表明 GGT 是 MS 发生的危险因素之一 (OR=1.008, 95%CI 1.000~1.024, $P=0.046$)。结论 老年人血清 GGT 水平与 MS 关系密切, 其水平的升高能够反映 MS 的发生风险; 在排除肝脏疾病以后 GGT 可以作为 MS 发生风险的筛选指标。

【关键词】 谷氨酰转氨酶; 代谢综合征; 老年人

【中图分类号】 R589

【文献标识码】 A

【DOI】 10.3724/SP.J.1264.2012.00025

Serum γ -glutamyl transpeptidase and metabolic syndrome in elderly people

LIU Cunfei, CHEN Xinglin, LIU Chengyun

(Department of Geriatrics, Union Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430022, China)

【Abstract】 Objective To investigate the association between serum γ -glutamyl transpeptidase (GGT) and metabolic syndrome (MS) in elderly people. **Methods** A total of 1444 elderly individuals who received routine physical examination were included. The serum GGT, body mass index (BMI), systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), fasting blood glucose (FBG), triglyceride (TG), total cholesterol (TC), low density lipoprotein cholesterol (LDL-C), high density lipoprotein cholesterol (HDL-C), alanine transferase (ALT) and uric acid were determined in all subjects. **Results** Serum GGT levels, BMI, SBP, DBP, TG, ALT, and uric acid were significantly higher in MS group than in normal control group ($P < 0.01$). HDL-C was significantly lower in MS group than in normal control group ($P < 0.01$). The prevalence of MS and MS components (including obesity, abnormal blood pressure, abnormal blood glucose, and abnormal blood lipid) were all significantly increased with the increase of inter-quartile interval of GGT ($P < 0.01$). Multiple linear regression showed that GGT was positively associated with DBP, TG, ALT, uric acid and the number of MS components ($P < 0.01$), but negatively correlated with HDL-C ($P < 0.05$). Logistic regression analysis indicated that serum GGT was a risk factor of MS (OR=1.008, 95%CI 1.000-1.024, $P=0.046$). **Conclusion** In elderly individuals, serum GGT is closely related with MS. GGT may be a screening biomarker of MS after excluding liver diseases.

【Key words】 γ -glutamyl transpeptidase; metabolic syndrome; elderly

This work was supported by Scientific Research Foundation of Health Department of Hubei Province (JX4C47)

我国已经进入老龄化社会, 老年人的健康问题已经成为我国的一个公共问题。近年来以腹型肥胖、糖代谢紊乱和高血压等多重危险因素聚集的代谢综合征 (metabolic syndrome, MS) 患病率, 尤其是在

老年人中急剧增加。姚崇华等^[1]2002年对我国132个县的抽样调查表明, 按照中华医学会糖尿病学分会关于代谢综合征的诊断标准^[2], 我国60岁以上的老年人的MS发生率男性为10.8%, 女性为14.4%,

收稿日期: 2011-04-01; 修回日期: 2011-05-17

基金项目: 湖北省卫生厅科研基金 (JX4C47)

通讯作者: 刘承云, Tel: 027-85351515, E-mail: lcyun@medmail.com.cn

远高于青年和中年人群。

谷氨酰转移酶(γ -glutamyl transpeptidase, GGT)除了作为酒精性脂肪肝的标志物外,最近研究发现还与MS密切相关,可作为MS的预测因子^[3-5]。但目前国内外尚未有专门针对老年人的相关性研究。本研究通过对老年体检人群进行研究来分析GGT与MS的关系,旨在评价GGT作为预测老年人群MS的临床应用价值。

1 对象与方法

1.1 对象

选择2010年4月~2010年9月于武汉华中科技大学同济医学院附属协和医院干部保健科常规体检的老年人群为研究对象,入选者年龄 ≥ 60 岁,共1444例,其中男性970例,年龄60~93岁,平均(69.9 \pm 7.6)岁,MS患者281例;女性474例,年龄60~90岁,平均年龄(69.8 \pm 7.0)岁,MS患者137例。排除标准:患有病毒性肝炎(通过乙型肝炎三系及丙型肝炎抗体检测),酒精性脂肪肝(病史询问及腹部彩超检查排除),严重心肾疾患、自身免疫性疾病及恶性肿瘤者。

1.2 方法

1.2.1 体格检查 按照专人专项原则,询问既往病史,测量身高、体质量、血压并计算体质量指数(body mass index, BMI)。血压测量采用汞柱式标准袖带血压计,待调查对象取坐位至少休息5 min后测量右上臂,取2次测定(间隔30 s)的平均值为检测的血压值。采集空腹8 h以上静脉血用于生化指标的检测。测量指标包括空腹血糖、血脂、肝、肾功能等,生化指标检测采用Architect Ci8200(美国雅培公司)全自动生化免疫分析系统,空腹血糖采用葡萄糖激酶法。入选人群均完成了以上指标的检测。

1.2.2 诊断标准 MS的诊断采用中华医学会糖尿病学分会关于代谢综合征诊断的建议^[2],符合以下4个组成成分中的3个或全部者诊断为代谢综合征,(1)超重或肥胖:体质量指数 $\geq 25.0 \text{ kg/m}^2$;(2)高血糖:空腹血糖 $\geq 6.1 \text{ mmol/L}$,及(或)糖负荷后血糖 $\geq 7.8 \text{ mmol/L}$,及(或)已确诊为糖尿病(根据WHO糖尿病诊断标准)并治疗者;(3)高血压:收缩压/舒张压 $\geq 140/90 \text{ mmHg}$ ($1 \text{ mmHg}=0.133 \text{ kPa}$),及(或)已确诊为高血压并治疗者;(4)血脂紊乱:空腹甘油三酯(triglyceride, TG) $\geq 1.70 \text{ mmol/L}$,及(或)空腹高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol, HDL-C)男性 $< 0.9 \text{ mmol/L}$;女性 $< 1.0 \text{ mmol/L}$ 。根据此标准,研究人群中,已确诊高血

压者790例,新诊断血压高者182例;已确诊糖尿病患者232例,新确诊血糖调节异常者156例。

1.3 统计学处理

使用SPSS 16.0 统计软件包进行统计学分析。计量资料采用均数 \pm 标准差或中位数(M)表示;经正态检验呈非正态分布的变量转变为自然对数后再行进一步分析;组间比较采用独立样本 t 检验或单因素方差分析(组间两两比较采用S-N-K检验),计数资料采用 χ^2 检验;基线GGT水平与MS相关因素的关系采用多元线性回归相关分析;MS与各临床指标的相关性采用多因素logistic回归分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 MS组与非MS组一般临床特征比较

我们首先对MS组与非MS组的一般临床特征进行了比较,结果显示,除了构成MS的危险因素,BMI、收缩压(systolic blood pressure, SBP)、舒张压(diastolic blood pressure, DBP)、TG、HDL-C、空腹血糖(fasting blood glucose, FBG)在两组之间差异有统计学意义外($P < 0.01$),丙氨酸转氨酶(alanine aminotransferase, ALT)、GGT、尿酸(uric acid, UA)两组间差异也有统计学意义($P < 0.01$),而两组年龄、总胆固醇(total cholesterol, TC)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、天冬氨酸转氨酶(aspartate aminotransferase, AST)无统计学差异($P > 0.05$;表1)。

表1 MS组和正常组一般临床特征比较
Table 1 Comparison of clinical characteristics between MS group and non-MS group

项目	非MS组($n=1026$)	MS组($n=418$)
性别(男, n)	689	281
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	69.4 \pm 7.5	69.9 \pm 7.1
BMI(kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	23.6 \pm 3.2	26.9 \pm 2.5**
SBP(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	130.9 \pm 17.9	140.1 \pm 16.7**
DBP(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	78.8 \pm 22.2	82.8 \pm 10.6**
TG(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	1.5 \pm 0.9	2.6 \pm 1.6**
TC(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	5.1 \pm 0.9	5.2 \pm 1.6
HDL-C(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	1.8 \pm 0.4	1.5 \pm 0.4**
LDL-C(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	2.6 \pm 0.7	2.6 \pm 0.8
FBG(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	5.4 \pm 1.2	6.4 \pm 2.1**
AST(U/L, $\bar{x} \pm s$)	23.3 \pm 8.6	23.3 \pm 9.1
ALT(U/L)	20(15~26)	23(18~32)**
GGT(U/L)	18(14~26)	25(18~36)**
UA($\mu\text{mol/L}$, $\bar{x} \pm s$)	340.4 \pm 80.8	374.5 \pm 94.3**
MS组分个数	1.21 \pm 0.7	3.26 \pm 0.4

注: BMI: 体质量指数; SBP: 收缩压; DBP: 舒张压; TG: 甘油三酯; TC: 总胆固醇; HDL-C: 高密度脂蛋白胆固醇; LDL-C: 低密度脂蛋白胆固醇; FBG: 空腹血糖; AST: 天冬氨酸转氨酶; ALT: 丙氨酸转氨酶; GGT: 谷氨酰转移酶; UA: 尿酸; MS: 代谢综合征; $1 \text{ mmHg}=0.133 \text{ kPa}$ 。与非MS组比较, ** $P < 0.01$

2.2 GGT 与 MS 及 MS 各组分之间的关系

2.2.1 GGT 四分位间距各组患者一般临床特征的比较 根据GGT四分位间距把人群分成四组,对 各 组 人 群 的 临 床 特 征 进 行 比 较, 方 差 分 析 表 明, 四 组 之 间 差 异 具 有 统 计 学 意 义 (趋 势 $P < 0.01$); 采 用 S-N-K 检 验 进 一 步 行 两 两 比 较, 具 体 结 果 见 表 2。

2.2.2 GGT 与 MS 发生率及 MS 各组分发生率之间的关系 我们以GGT四分位间距进行分组,发现随 着 GGT 四分位间距的递增,MS 的发生率、MS 的 各

组分(肥胖、血压异常、血糖异常、血脂异常)的 发生率均显著增加,差异具有统计学意义($P < 0.01$; 图 1A~1E)。

2.3 GGT 与 MS 相关因素的相关性分析

以 GGT 为因变量进行多元逐步线性回归分析 表明,GGT 与 DBP、TG、ALT、UA、MS 组分个数 呈正相关($P < 0.01$),而与 HDL-C 呈负相关($r = -2.774, P < 0.05$; 表 3)。

表 2 按 GGT 四分位分组后各组一般临床特征比较
Table 2 Comparison of clinical characteristics in different groups divided by inter-quartile interval GGT

指标	GGT 四分位间距(U/L)				趋势 P
	≤ 15 ($n=402$)	15~ ($n=344$)	20~ ($n=348$)	> 30 ($n=350$)	
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	70.2 \pm 7.4 ^a	70.6 \pm 7.5 ^b	69.8 \pm 7.6 ^c	68.8 \pm 7.1 ^c	< 0.01
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	23.5 \pm 3.6 ^a	24.1 \pm 3.1 ^b	25.1 \pm 3.2 ^c	25.5 \pm 3.1 ^c	< 0.01
SBP(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	131.5 \pm 19.2 ^a	132.9 \pm 18.2 ^a	133.9 \pm 17.5 ^{a,b}	136.1 \pm 16.7 ^b	< 0.01
DBP(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	77.2 \pm 11.2 ^a	78.7 \pm 9.9 ^a	80.6 \pm 10.4 ^a	83.7 \pm 34.9 ^b	< 0.01
TG(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	1.4 \pm 0.8 ^a	1.6 \pm 0.9 ^a	1.9 \pm 1.3 ^b	2.3 \pm 1.8 ^c	< 0.01
TC(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	5.0 \pm 1.0 ^a	5.0 \pm 0.9 ^a	5.2 \pm 1.0 ^b	5.2 \pm 1.0 ^b	< 0.01
HDL-C(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	1.8 \pm 0.5 ^a	1.7 \pm 0.5 ^{a,b}	1.7 \pm 0.5 ^{a,b}	1.6 \pm 0.4 ^b	< 0.01
LDL-C(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	2.5 \pm 0.7 ^{a,b}	2.6 \pm 0.7 ^{a,b}	2.7 \pm 0.8 ^b	2.6 \pm 0.7 ^{a,b}	< 0.05
FBG(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	5.6 \pm 1.6 ^a	5.6 \pm 1.4 ^a	5.7 \pm 1.5 ^a	5.9 \pm 1.8 ^b	< 0.01
AST(U/L, $\bar{x} \pm s$)	21.1 \pm 6.4 ^a	22.3 \pm 7.2 ^{a,b}	23.5 \pm 8.5 ^b	26.7 \pm 11.9 ^c	< 0.01
ALT(U/L)	16(13~21) ^a	20(15~25) ^b	22(17~29) ^c	27(20~38) ^d	< 0.01
UA(μ mol/L, $\bar{x} \pm s$)	322.3 \pm 81.3 ^a	347.9 \pm 85.3 ^b	364.4 \pm 83.9 ^c	370.6 \pm 86.6 ^c	< 0.01
MS 组分个数	1.4 \pm 1.1 ^a	1.6 \pm 1.1 ^b	1.9 \pm 1.1 ^c	2.3 \pm 1.1 ^d	< 0.01
MS(%)	73(18.2)	75(21.8)	112(32.2)	158(45.1)	< 0.01

注: BMI: 体质指数; SBP: 收缩压; DBP: 舒张压; TG: 甘油三酯; TC: 总胆固醇; HDL-C: 高密度脂蛋白胆固醇; LDL-C: 低密度脂 蛋白胆固醇; FBG: 空腹血糖; AST: 天冬氨酸转氨酶; ALT: 丙氨酸转氨酶; UA: 尿酸; MS: 代谢综合征; 1mmHg=0.133 kPa; a~d: 含 有 相 同 字 母 的 表 示 两 组 之 间 差 异 无 统 计 学 意 义 ($P > 0.05$, 计 量 资 料 间 两 两 比 较 采 用 S-N-K 检 验)

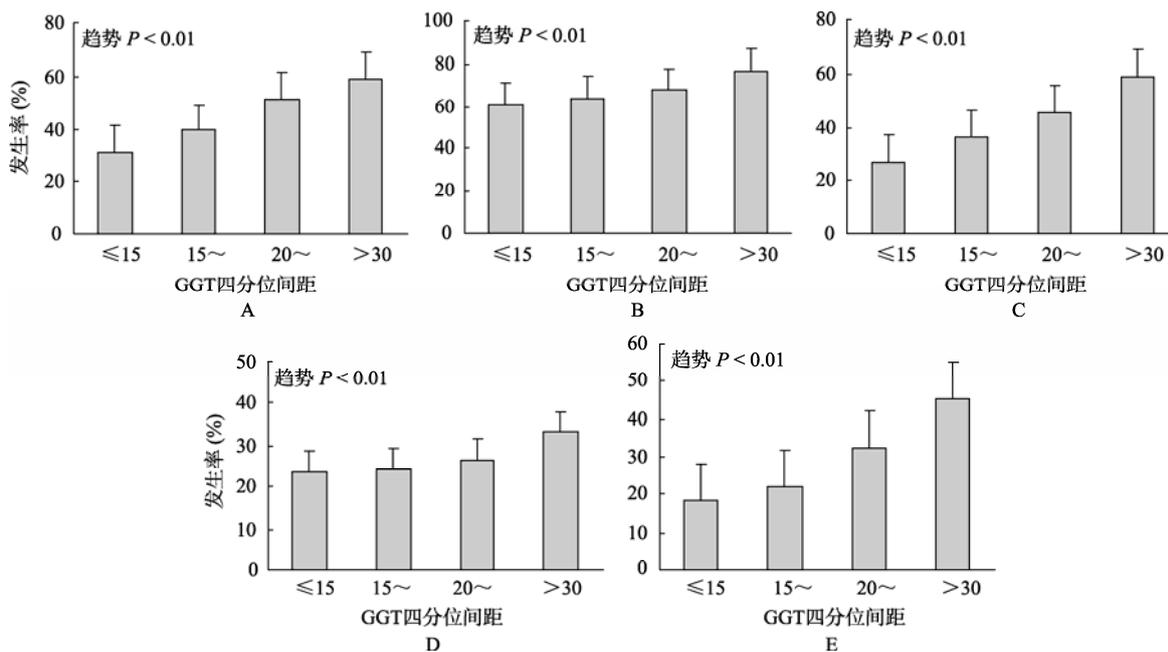


图 1 GGT 与 MS 发生率及 MS 各组分发生率的关系

Figure 1 Relationship of GGT to MS incidence and MS components

A: GGT 水平与肥胖发生率的关系; B: GGT 水平与血压异常发生率之间的关系; C: GGT 水平与血脂异常发生率之间的关系; D: GGT 水平与血 糖异常发生率之间的关系; E: GGT 水平与 MS 发生率之间的关系

表 3 多元线性逐步回归分析 GGT 与 MS 相关因素的相关性
Table 3 Multiple linear stepwise regression analysis for correlation of GGT and related factors of MS

变量	r 值	标准误
常数	-16.049**	3.850
DBP	0.135**	0.024
TG	1.737**	0.414
HDL-C	-2.774*	1.148
ALT	0.432**	0.034
UA	0.02**	0.006
MS 组分个数	1.526**	0.477

注: DBP: 舒张压; TG: 甘油三酯; HDL-C: 高密度脂蛋白胆固醇; ALT: 丙氨酸转氨酶; UA: 尿酸; MS: 代谢综合征; * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

2.4 MS 多因素 Logistic 回归分析

以 MS 发生与否为因变量进行 Logistic 回归分析, 筛选 MS 的危险因素, 结果提示 GGT 是 MS 发生的危险因素之一 (OR=1.008, 95%CI 1.000~1.024, $P=0.046$; 表 4)。

表 4 以 MS 为因变量行 Logistic 回归分析结果
Table 4 Logistic regression analysis taking MS as dependent variable

变量	OR 值	95%CI
BMI	1.570**	1.465~1.683
HBP	6.613**	4.388~9.966
DM	6.316**	3.913~10.197
SBP	1.024**	1.013~1.035
TG	2.353**	1.981~2.796
HDL-C	0.359**	0.219~0.590
FBG	1.441**	1.275~1.629
GGT	1.008*	1.000~1.016

注: BMI: 体质指数; HBP: 高血压; DM: 糖尿病; SBP: 收缩压; TG: 甘油三酯; HDL-C: 高密度脂蛋白胆固醇; FBG: 空腹血糖; GGT: 谷氨酰转氨酶; * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

3 讨论

MS 是一种多组分异常的临床症候群, 其组成成分包括腹型肥胖、糖尿病或糖调节异常、高血压和血脂紊乱[高 TG 和 (或) 低 HDL-C 血症]。老年人是 MS 的高危人群, 其 MS 发病率远高于一般人群^[1], 是导致老年人心脑血管事件的重要原因。

GGT 是一种膜结合蛋白, 在肝、肾、血管内皮等均有显著表达。传统上 GGT 是作为酒精性脂肪肝和肝脏疾病的标志物, 近年来研究发现其与心血管事件和糖尿病等关系密切, 其浓度能够预测心血管事件和糖尿病等的发生风险。GGT 与 MS 之间的具体联系机制尚不完全明确, 但根据已有的研究, 其可能的机制包括以下方面: (1) GGT 参与胰岛素抵抗。胰岛素抵抗被认为是 MS 发生的中心环节。

Thamer 等^[6]在校正性别、年龄、体质量指数等因素后, 发现 GGT 与胰岛素敏感性显著相关, GGT 水平的升高可以预测糖耐量异常; Kang 等^[5]的研究也发现 GGT 与胰岛素抵抗指数密切相关。(2) GGT 参与氧化应激: 氧化应激是引起代谢综合征的重要原因之一, 流行病学研究提示血清 GGT 在正常范围内就可能是反映氧化应激的一个早期和敏感指标^[7]。Lee^[8]认为 GGT 可以作为氧化应激的标志物, 其升高表明机体存在氧化应激状态。GGT 参与的氧化应激过程与铁离子的存在密切相关, 当存在铁离子时, 细胞外谷胱甘肽还原酶的分解产物胱-甘氨酸残基部分作为强还原剂, 在使三价铁离子还原为二价铁离子的同时, 能同时形成超氧化物阴离子和过氧化氢。Brown 等^[9]使大鼠摄入大量铁剂, 10 周后发现, 肝脏 GGT 活性增加了 6 倍, 并且 GGT 与铁共存于同一区域; 同时 GGT mRNA 表达量也显著升高。由于游离铁是产生氧化应激的关键催化剂^[10], 这些证据可能有助于解释 GGT 与氧化应激的关系。除此之外, GGT 还可以诱导脂质氧化、蛋白巯基氧化、改变蛋白磷酸化状态等。(3) GGT 与炎症: 除了与胰岛素抵抗、氧化应激密切相关外, MS 的发生与慢性炎症也有关。已有研究表明正常范围内的 GGT 与 C 反应蛋白呈正相关^[11]。而在动脉粥样硬化斑块中, 活化的 GGT 与氧化修饰低密度脂蛋白(oxidized low density lipoprotein, ox-LDL) 共存于斑块的泡沫细胞中^[12,13], GGT 可能通过催化 ox-LDL, 促进斑块形成和破裂事件的发生。此外, GGT 在炎症介质白三烯 C4 向 D4 的转化中起着关键作用^[14]。综合以上研究证据, 可以认为胰岛素抵抗、氧化应激、慢性炎症是连接 GGT 与 MS 的桥梁。

本研究结果提示, 在老年人群中, MS 组血清 GGT 水平显著高于非 MS 组 ($P < 0.01$); 随着 GGT 四分位间距的递增, MS 的发生率显著上升, 而组成 MS 的各组分 (肥胖、血压异常、血糖异常、血脂异常) 的发生率也明显增加, 各组之间差异具有统计学意义 (趋势 $P < 0.01$); 多元线性回归分析提示, GGT 与 DBP, TG, ALT 以及 UA 呈正相关 ($P < 0.01$), 而与 HDL-C 呈负相关 ($P < 0.05$); 以 MS 为因变量, 进行多因素 Logistic 回归分析, 在校正混杂因素之后, GGT 可能是 MS 发生的一个标志 (OR=1.008, 95%CI: 1.000~1.024, $P=0.046$)。本研究不足之处在于本研究为横断面研究, 尚需要更大规模或前瞻性研究进一步支持。

综上所述, 在老年人群中, 血清 GGT 水平与

MS关系密切,其水平的升高能够反映MS的发生风险。由于GGT在临床应用广泛,检测方便,在排除肝脏疾病后GGT可以作为MS发生风险的筛选指标,在临床中有着广泛的应用前景。

【参考文献】

- [1] 姚崇华,胡以松,翟凤英,等.我国2002年代谢综合症的流行情况[J].中国糖尿病杂志,2007,15(6):332-335.
- [2] 中华医学会糖尿病学分会代谢综合征研究协作组.中华医学会糖尿病学分会关于代谢综合征的建议[J].中华糖尿病杂志,2004,12(3):156-161.
- [3] Lee DS, Evans JC, Robins SJ, *et al.* Gamma glutamyl transferase and metabolic syndrome, cardiovascular disease, and mortality risk: the Framingham Heart Study[J]. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 2007, 27(1): 127-133.
- [4] Jo SK, Lee WY, Rhee EJ, *et al.* Serum gamma-glutamyl transferase activity predicts future development of metabolic syndrome defined by 2 different criteria[J]. *Clin Chim Acta*, 2009, 403(1-2): 234-240.
- [5] Kang YH, Min HK, Son SM, *et al.* The association of serum gamma glutamyltransferase with components of the metabolic syndrome in the Korean adults[J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2007, 77(2): 306-313.
- [6] Thamer C, Tschritter O, Haap M, *et al.* Elevated serum GGT concentrations predict reduced insulin sensitivity and increased intrahepatic lipids[J]. *Horm Metab Res*, 2005, 37(4): 246-251.
- [7] Lee DH, Gross M, Jacobs DR Jr. Association of serum carotenoids and tocopherols with gamma-glutamyltransferase: the Cardiovascular Risk Development in Young Adults (CARDIA) Study[J]. *Clin Chem*, 2004, 50(3): 582-588.
- [8] Lee DH, Blomhoff R, Jacobs DR Jr. Is serum gamma glutamyltransferase a marker of oxidative stress[J]? *Free Radic Res*, 2004, 38(6): 535-539.
- [9] Brown KE, Kinter MT, Oberley TD, *et al.* Enhanced gamma-glutamyl transpeptidase expression and selective loss of CuZn superoxide dismutase in hepatic iron overload[J]. *Free Radic Biol Med*, 1998, 24(4): 545-555.
- [10] Meneghini R. Iron homeostasis, oxidative stress, and DNA damage[J]. *Free Radic Biol Med*, 1997, 23(5): 783-792.
- [11] Lee DH, Jacobs DR Jr. Association between serum gamma-glutamyltransferase and C-reactive protein[J]. *Atherosclerosis*, 2005, 178(2): 327-330.
- [12] Franzini M, Corti A, Martinelli B, *et al.* Gamma-glutamyltransferase activity in human atherosclerotic plaques—biochemical similarities with the circulating enzyme[J]. *Atherosclerosis*, 2009, 202(1): 119-127.
- [13] Paolicchi A, Emdin M, Ghiozeni E, *et al.* Images in cardiovascular medicine. Human atherosclerotic plaques contain gamma-glutamyl transpeptidase enzyme activity[J]. *Circulation*, 2004, 109(11): 1440.
- [14] Anderson ME, Allison RD, Meister A. Interconversion of leukotrienes catalyzed by purified gamma-glutamyl transpeptidase: concomitant formation of leukotriene D4 and gamma-glutamyl amino acids[J]. *Proc Natl Acad Sci*, 1982, 79(4): 1088-1091.

(编辑:任开环)

· 消 息 ·

欢迎订阅《中华老年心脑血管病杂志》

《中华老年心脑血管病杂志》是由解放军总医院主管、主办的医学专业学术期刊。1999年12月创刊,2000年纳入国家科技统计源期刊。2004年4月被确定为中国医药卫生核心期刊,同年10月获全军期刊优秀学术质量奖。主要报道老年心脏疾病、脑部疾病、血管系统疾病的临床诊断及治疗等相关内容,包括临床研究、基础研究、影像学、遗传学、流行病学、临床生化检验与药物、手术和介入治疗以及有关预防、康复等。主要栏目:指南与共识、专家论坛、述评、临床研究、基础研究、循证医学荟萃、继续教育园地、综述、病例报告、短篇报道、经验交流、读者·作者·编者等,是一本具有可读性和指导性的杂志。本刊为月刊,大16开本,96页,铜版纸印刷,每期订价15.00元,全年180.00元。邮发代号:2-379,国内统一刊号:CN 11-4468/R,国际标准刊号:ISSN 1009-0126。欲订本刊的单位及读者请到各地邮局办理订购手续或直接汇款至本刊编辑部。

地址:100853 北京市复兴路28号《中华老年心脑血管病杂志》编辑部

电话:010-66936463

E-mail: zhlnxnxg@sina.com.cn

网址: <http://www.zhlnxnxg.com.cn>