

基于逐步判别分析的 QAS 技术定量参数与冠状动脉粥样硬化性心脏病关系的研究

刘 婷 高登峰 姜 珏 黄丽丽 周 琦

摘 要 **目的** 应用 SPSS 逐步判别分析方法建立有无冠状动脉粥样硬化性心脏病(以下简称冠心病)的判别函数,探讨动脉僵硬度定量分析(QAS)技术相关弹性参数诊断冠心病的临床价值。**方法** 选取于我院行冠状动脉造影的疑似冠心病患者 154 例,分为非冠心病组 49 例和冠心病组 105 例,两组均行颈动脉 QAS 检查,记录相关弹性参数;应用逐步判别分析方法建立判别函数,并采用回顾法、交叉法及外部数据验证法检验其效果。**结果** 冠心病组顺应性系数(CC)、脉搏波传导速度(PWV)、扩张系数(DC)、弹性系数(α 和 β)、反射波幅值(H)及反射波点斜率(R)与非冠心病组比较,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。最终进入判别分析的指标为:CC、PWV、H 及 R,建立的 Fisher 判别函数为: $Y = -7.985 - 0.612CC + 0.298PWV + 0.028H + 5.058R$,建立的 Bayes 判别函数为: $Y(\text{非冠心病}) = -52.566 + 4.678CC + 2.228PWV + 0.629H + 33.549R$, $Y(\text{冠心病}) = -63.509 + 3.793CC + 2.659PWV + 0.669H + 40.869R$ 。使用回顾性、交叉法及外部数据验证法检验判别函数效果的误判率分别为 21%、25%及 19%,正确率分别为 79%、75%及 81%。**结论** QAS 定量参数 CC、PWV、H 及 R 与冠心病关系密切,应用逐步判别分析所建立的判别函数对判断有无冠心病有一定参考价值。

关键词 动脉僵硬度定量分析;逐步判别分析;冠状动脉粥样硬化性心脏病

[中图分类号]R541.4;R445.1

[文献标识码] A

Study on relationship between quantitative parameters by QAS and coronary heart disease by stepwise discriminant analysis

LIU Ting, GAO Dengfeng, JIANG Jue, HUANG Lili, ZHOU Qi

Department of Ultrasound, the Second Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710004, China

ABSTRACT **Objective** To establish function model of coronary heart disease (CHD) with SPSS software by stepwise discriminant analysis method, and to explore the clinical value of the relevant parameters by quality arterial stiffness (QAS) in diagnosis of CHD. **Methods** A total of 154 inpatients in our cardiovascular department who were suspected CHD by coronary angiography were divided into non-CHD group ($n=49$) and CHD group ($n=105$). All the inpatients were checked by carotid QAS, and the relevant parameters were recorded. Stepwise discrimination analysis method was used to establish function model of CHD. **Results** The difference of compliance coefficient (CC), pulse wave velocity (PWV), dilatation coefficient (DC), elasticity coefficient (α and β), reflected wave amplitude (H) and slope (R) were statistically significant between non-CHD group and CHD group (all $P < 0.05$). At last, PWV, CC, H and R came into the model, and the Fisher discrimination function was $Y = -7.985 - 0.612CC + 0.298PWV + 0.028H + 5.058R$, the Bayes discrimination function was $Y(\text{Non-CHD}) = -52.566 + 4.678CC + 2.228PWV + 0.629H + 33.549R$, $Y(\text{CHD}) = -63.509 + 3.793CC + 2.659PWV + 0.669H + 40.869R$. The accuracy rate and false rate by retrospective inspection, Jackknife method inspection and external data validation were 79% and 21%, 75% and 25%, 81% and 19%, respectively. **Conclusion** The parameters including CC, PWV, R and H are closely related to CHD, and the established function model has an important reference value in discriminating the occurrence of CHD.

KEY WORDS Quality arterial stiffness; Stepwise discrimination analysis; Coronary heart disease

基金项目:国家自然科学基金面上项目(81570382)

作者单位:710004 西安市,西安交通大学第二附属医院超声研究室(刘婷、姜珏、黄丽丽、周琦),心内科(高登峰)

通讯作者:周琦, Email: 13909232905@163.com

动脉僵硬度定量分析(quality arterial stiffness, QAS)技术可通过获得弹性参数和局部动脉压力波形图来反映动脉的弹性功能。而动脉弹性功能减低被认为是心肌缺血的重要因素,最终可导致冠状动脉粥样硬化性心脏病(以下简称冠心病)的发生。本研究应用 QAS 技术获得评价颈动脉弹性功能的定量参数,并采用判别分析方法建立判别函数,探讨 QAS 所得弹性参数及所建立的判别函数对冠心病的临床诊断价值。

资料与方法

一、研究对象

选取 2012 年 7 月至 2016 年 4 月于我院心内科住院并行冠状动脉造影的疑似冠心病患者 154 例,其中男 112 例,女 42 例,年龄 39~74 岁,平均(56.74±7.56)岁;均排除先天性心脏病。按冠状动脉造影结果分为:非冠心病组 49 例,其中男 34 例,女 15 例,平均年龄(58.44±10.47)岁;冠心病组 105 例,其中男 78 例,女 27 例,平均年龄(59.55±8.97)岁,两组在性别比、年龄等方面比较,差异均无统计学意义。本研究经我院伦理委员会批准,患者均知情且同意。

二、仪器与方法

使用百胜 MyLab Twice 彩色多普勒超声诊断仪,LA 523 血管探头,频率 13 MHz;内置 QAS 分析软件及 MyLab Desk 分析工作站。对所有受检者行颈部高频血管超声检查,启动 QAS 技术并记录弹性参数:脉搏波传导速度(PWV)、弹性系数(α 和 β)、扩张系数(DC)及顺应性系数(CC);存储颈动脉局部压力波形图,提取波形图中反射波 T1 点的特征参数,即反射波幅值(H)和反射波斜率(R),见图 1。

三、统计学处理

应用 SPSS 17.0 统计软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,符合正态分布的计量资料比较行 *t* 检验;不符合正态分布的计量资料比较行非参数检验。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。将有统计学意义的参数进行逐步判别分析,建立 Fisher 和 Bayes 判别函数,并采用回顾法、交

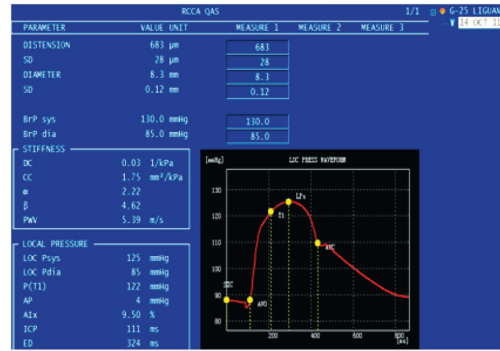


图 1 QAS 技术输出弹性参数测量值及局部压力波形图

叉法及外部数据验证法评价函数效果。

结 果

一、两组各弹性参数比较

冠心病组 PWV、CC、DC、α、β、R、H 与非冠心病组比较,差异均有统计学意义(均 *P* < 0.05)。见表 1。

二、逐步判别分析结果

1. 判别函数变量筛选

将所有组间比较差异有统计学意义的弹性参数(PWV、CC、DC、α、β、R 及 H)引为逐步判别分析的变量,最终进入判别函数的变量有:PWV、CC、R 及 H,所建立的典型判别函数为: $Y = -7.985 - 0.612CC + 0.298PWV + 0.028H + 5.058R$ (Wilks' Lambda=0.741, $\chi^2=32.142$, *df*=4, *P*=0.000);其标准化函数系数分别为:0.605(PWV)、-0.390(CC)、0.539(R)及 0.377(H)。

2. 建立 Bayes 判别函数

建立 Bayes 判别函数为: $Y(\text{非冠心病}) = -52.566 + 4.678CC + 2.228PWV + 0.629H + 33.549R$, $Y(\text{冠心病}) = -63.509 + 3.793CC + 2.659PWV + 0.669H + 40.869R$ 。

3. 评价 Bayes 判别函数效果

本研究采用回顾法、交叉法及外部数据验证法检验判别函数效果。其中回顾性检验的正确率和误判率分别为 79%和 21%,交叉法检验的正确率和误判率分别为 75%和 25%,见表 2,3。

建立判别函数后本研究另收集了 2016 年 9~12 月

表 1 两组各弹性参数比较($\bar{x} \pm s$)

组别	DC(1/kPa)	CC(mm²/kPa)	α	β	PWV(m/s)	H(mm Hg)	R
非冠心病组	0.019±0.005	1.123±1.297	4.851±1.532	9.822±2.142	7.412±1.152	105.608±14.730	0.464±0.122
冠心病组	0.013±0.007	0.706±0.286	7.475±3.266	13.801±6.091	9.270±2.200	113.453±13.058	0.547±0.102
<i>F</i> 值	10.794	7.816	13.959	9.455	15.236	6.237	10.988
<i>P</i> 值	0.001	0.006	0.000	0.003	0.000	0.014	0.001

DC:扩张系数;CC:顺应性系数;α、β:弹性系数;PWV:脉搏波传导速度;H:反射波幅值;R:反射波斜率。1 mm Hg=0.133 kPa。

表 2 判别函数的回顾性检验结果 例

判别函数 预测结果	冠状动脉造影结果		合计
	非冠心病	冠心病	
非冠心病	39	22	61
冠心病	10	83	93
合计	49	105	154

表 3 判别函数的交叉法检验结果 例

判别函数 预测结果	冠状动脉造影结果		合计
	非冠心病	冠心病	
非冠心病	34	24	58
冠心病	15	81	96
合计	49	105	154

于我院心内科住院并行冠状动脉造影患者 16 例,以进行外部数据回代验证(表 4),将 16 例患者全部数据带入判别函数计算,其正确率和误判率分别为 81%和 19%,见表 5。

讨 论

病理学研究^[1]表明外周动脉粥样硬化与冠状动脉粥样硬化有着密切联系,Kallikazaros 等^[2]研究表明颈总动脉粥样硬化与冠状动脉粥样硬化有良好的相关

表 5 判别函数的外部数据回代法检验结果 例

判别函数 预测结果	冠状动脉造影结果		合计
	非冠心病	冠心病	
非冠心病	4	1	5
冠心病	2	9	11
合计	6	10	16

性。本研究应用颈动脉 QAS 相关弹性参数结合颈动脉压力波形图反射波点的特征参数进行逐步判别分析,筛选与冠心病相关性较大的弹性指标,然后收集数据建立判别函数,并根据实测数据对其进行考核,验证该判别函数对冠心病的判别效力,旨在探讨 QAS 技术测得的相关弹性参数诊断冠心病的临床价值。

判别分析是根据研究对象若干指标的观测结果判定其分类的统计学方法,在医学领域中有广泛的应用^[3-4]。逐步判别分析是在判别分析的基础上采用有进有出的办法,将判别能力强的变量引入判别式,同时将判别能力差的变量剔除,最终在判别函数中保留数量不多但判别能力强的变量。本研究结果中,两组 QAS 弹性参数 PWV、CC、DC、 α 、 β 、R 及 H 比较,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),然后进行逐步判别分析,最终 CC、PWV、H 及 R 进入判别函数,表明这 4 个参数对冠心病具有显著性的影响。标准化函数系数大小表

表 4 16 例行冠状动脉造影患者采用判别函数的判别结果

病例序号	冠状动脉造影结果	CC (mm ² /kPa)	PWV(m/s)	H(mm Hg)	R	Y 值(非冠心病)	Y 值(冠心病)	判别结果
1	阴性	1.15	5.75	82	0.36	29.280	25.713	阴性
2	阴性	2.14	4.34	108	0.45	50.143	50.031	阴性
3	阴性	0.27	11.17	96	0.41	47.722	48.196	阳性
4	阴性	1.98	5.59	122	0.54	64.005	62.552	阴性
5	阴性	0.51	10.52	109	0.53	59.600	60.979	阳性
6	阴性	1.29	6.46	92	0.46	41.162	38.908	阴性
7	阳性	0.84	7.34	130	0.49	65.926	66.189	阳性
8	阳性	0.81	7.86	120	0.54	62.331	62.812	阳性
9	阳性	0.35	6.89	127	0.55	62.757	63.580	阳性
10	阳性	0.76	8.57	143	0.83	87.875	91.749	阳性
11	阳性	0.69	9.31	84	0.41	37.995	36.815	阴性
12	阳性	0.54	9.95	102	0.63	57.422	58.981	阳性
13	阳性	0.67	8.41	117	0.63	64.034	65.414	阳性
14	阳性	0.75	8.79	123	0.71	71.713	74.012	阳性
15	阳性	0.46	9.91	138	0.56	77.254	79.795	阳性
16	阳性	0.36	10.57	127	0.50	69.325	71.359	阳性

CC:顺应性系数;PWV:脉搏波传导速度;H:反射波幅值;R:反射波斜率。1 mm Hg=0.133 kPa。

明了对应指标对函数的贡献大小, 本研究结果发现对发生冠心病的影响力由大到小的弹性参数依次为 PWV、R、CC 及 H。PWV 是指心脏周期性收缩和舒张引起血液在血管里的压力脉动在动脉系统中传播的快慢, 当动脉弹性较好时, PWV 较慢; 当动脉弹性降低, PWV 加快。研究^[5]认为 PWV 可以作为冠心病等心脑血管疾病风险的预测指标, Chiha 等^[6]认为 PWV 与冠心病的病变程度相关。本研究结果亦表明 PWV 对发生冠心病的影响力最大。反射波是主波从主动脉出发, 沿动脉树向外周血管传导, 遇到与主动脉阻力不相匹配的阻力时所形成的反向折返波^[7]。病理状态下, 当动脉弹性下降, 僵硬度增加, 顺应性减低, 使外周动脉反射波的强度和速度明显增强, 反射波的波幅升高甚至超过主波, 而且反射波出现的时间也会提前并逐渐与主波融合甚至早于主波波峰。本研究中 H 为反射波点的幅值, 表示反射波的强度大小, R 为反射波点的斜率, 表示反射波的速度大小, 结果表明反射波点对于冠心病有重要影响, 反射波点速度的影响力大于反射波点强度。CC 是收缩期对于给定压力变化相应的血管直径的相对变化, 是代表动脉扩张度的指标, 能够反映大动脉弹性功能状况, 对评价冠心病的发生具有一定价值, 本研究结果也证明 CC 对发生冠心病有一定的影响。

本研究通过逐步判别分析筛选出判别能力较强的 4 个参数, 并最终建立了 Bayes 判别函数: $Y(\text{非冠心病}) = -52.566 + 4.678CC + 2.228PWV + 0.629H + 33.549R$, $Y(\text{冠心病}) = -63.509 + 3.793CC + 2.659PWV + 0.669H + 40.869R$ 。将每一个样本的变量值代入所建立 Bayes 判别函数中, 分别求出每一类所得的判别函数值, 得分最高的那一组就可以判断为是否患有冠心病。方程的判

别效果一般用误判率来衡量^[8], 本研究采用回顾法、交叉法及外部数据验证法计算函数方程的误判率, 结果显示, 回顾法所得误判率为 21%, 正确率为 79%; 交叉法检验所得误判率为 25%, 正确率为 75%; 外部数据验证法所得误判率为 19%, 正确率为 81%。预测效果提示, 本研究所建立的判别函数对冠心病的预判具有一定的指导价值。

综上所述, 本研究应用逐步判别法较好地探索了颈动脉 QAS 弹性指标与冠心病的关系, 并建立了较可靠的判别函数, 对冠心病的无创诊断有一定的临床价值。

参考文献

- [1] Mautner GC, Mautner SL, Roberts WC. Amounts of coronary arterial narrowing by atherosclerotic plaque at necropsy in patients with lower extremity amputation[J]. *Am J Cardiol*, 1992, 70(13): 1147-1151.
- [2] Kallikazaros IE, Tsioufis CP, Stefanadis CI, et al. Closed relation between carotid and ascending aortic atherosclerosis in cardiac patients[J]. *Circulation*, 2000, 102(3): 263-268.
- [3] 刘升学, 高歌, 袁霞, 等. 逐步判别分析在脑中风分类诊断中的应用[J]. *中国卫生统计*, 2006, 23(5): 400-402.
- [4] 张桂荣, 宋莉, 李昀, 等. 判别分析在诊断骨性安氏 II 类错颌畸形中的应用[J]. *中国卫生统计*, 2003, 20(3): 183-184.
- [5] 朱晓英, 刘俊霞, 卢萍, 等. 增龄对男性臂踝脉搏波传导速度的影响[J]. *中国老年学杂志*, 2017, 37(15): 3849-3851.
- [6] Chiha J, Mitchell P, Gopinath B, et al. Prediction of coronary artery disease extent and severity using pulse wave velocity[J]. *PLoS One*, 2016, 11(12): e0168598.
- [7] Weber T, Auer J, O'Rourke MF, et al. Arterial stiffness, wave reflections, and the risk of coronary artery disease [J]. *Circulation*, 2004, 109(2): 184-189.
- [8] 孙振球. 医学统计学[M]. 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2008: 387.

(收稿日期: 2017-10-09)

《临床超声医学杂志》征订启事

《临床超声医学杂志》是经国家科委批准, 集超声影像诊断、治疗、工程及基础研究为一体的科技刊物。国内外公开发行人, 月刊。为“中国科技论文统计源期刊”、“中国科技核心期刊”。设有临床研究、实验研究、综述、经验交流、临床报道、病例报道、述评、专家讲座、工程技术及译文等栏目。以各级超声医学工作者、相关临床专业医师及医学院校师生为主要读者对象。

本刊刊号: ISSN 1008-6978; CN 50-1116/R; 邮发代号 78-116。

每期定价: 16 元, 全年 192 元(含邮寄费)。请到全国各地邮局订阅, 也可直接向本刊编辑部订阅。

地址: 重庆市渝中区临江路 74 号, 重庆医科大学附属第二医院内, 临床超声医学杂志编辑部。邮编: 400010

电话: 023-63811304 023-63693117 Email: lccsq@vip.163.com