

冠心病无创检测新方法及系统设计

高宏建, 吴水才, 侯立亚, 白燕萍, 杨春兰

(北京工业大学 生物医学工程中心, 北京 100022)

摘 要: 提出了一种基于BP型人工神经网络的冠心病无创检测新方法,并设计了相应的诊断系统.该系统对人体体表心电信号进行处理,提取与冠心病有关的特征参数(RR间期, QRS波宽度, ST段电平和斜率),结合血压及个体基本信息(性别、年龄、体质量、是否吸烟等),利用BP型人工神经网络进行冠心病的无创检测和诊断.实验结果表明该方法具有一定的可操作性 and 实用性.

关键词: 特征提取; 无创检测; 神经网络

中图分类号: R 318.03; TH 772⁺.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 0254-0037(2008)05-0556-05

冠心病是临床上常见的一种心血管疾病,随着生活节奏的加快,人们膳食结构的改变,我国冠心病的发病率逐年上升,早期诊断及治疗是降低冠心病死亡率的重要手段.冠心病的早期无创检测是目前的研究热点^[1-4].

冠心病检测方法主要有4种:基于心电图的诊断^[1],基于心音信号的诊断^[2],超声心动图法^[3],冠状动脉造影法^[4].目前在医院中广泛使用的是心电图检查法,当一个人的心脏发生某种病变时,反映心电信号的心电图会发生一定的变化^[5-8],其检测分析方法主要有静态心电图法、动态心电图法和频谱心电图法,医生直接对患者的心电图进行观察诊断,其准确性取决于医生的经验,带有很大的主观性.冠状动脉造影是向冠状动脉注入造影剂进行X射线检查,能直观反映冠脉病变、了解冠状动脉有无狭窄及其狭窄程度,是诊断冠心病最可靠的方法(金标准),但它是无创检查,有一定风险,花费也大,不适合常规检查和体检,因此寻找一种费用低且适合老年人健康普查的冠心病无创检测方法成为当务之急.为此,作者提出了一种冠心病无创检测新方法,从心电信号中提取与冠心病有关的特征参数,融合人体有关信息对冠心病进行早期诊断,研制了基于BP型人工神经网络的冠心病无创检测系统,实验结果表明了该方法的有效性.

1 原理与方法

用于冠心病检测的BP型人工神经网络结构如图1所示,把病人的一些基本信息和生理参数作为神经网络的输入,其输出为诊断结果.共采用10个参数(性别、年龄、体质量、是否吸烟、舒张压、收缩压、R-R间期、QRS波宽、ST段电平和斜率)作为神经网络的输入,隐含层为6个神经元,输出层为2个神经元,其输出值[0 1]表示被检者正常、[1 0]表示被检者患有冠心病.权值初始值取(-1, 1)之间的随机数,网络隐含层传递函数采用双曲正切函数 \tansig , 输出层传递函数为S型函数 \logsig , 训练误差为0.01,学习速率为0.3.

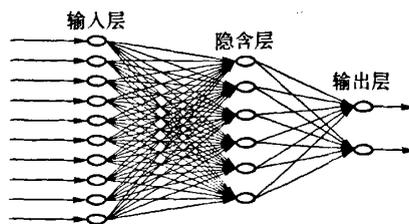


图1 BP网络结构

Fig. 1 BP Network structure

收稿日期: 2006-12-05.

基金项目: 北京市教委基金资助项目(KB00190).

作者简介: 高宏建(1981-),男,山东临清人,助教.

作者所用冠心病患者数据均从北京阜外心血管病医院采集得到,从冠心病患者和正常人肢体 II 导联心电信号中提取 4 个特征参数(R-R 间期、QRS 波宽、ST 段电平和斜率),再加上性别、年龄、体质量、收缩压、舒张压、是否吸烟等参数作为 BP 网的输入参数。在开始训练 BP 网之前对输入参数进行归一化处理。采用 MATLAB 语言对 BP 型人工神经网络进行编程训练和测试。用于训练和测试的数据共有 70 组,其中冠心病患者和正常人的心电数据各 35 组。用 50 组数据对网络进行训练,其中正常和异常数据各 25 组。网络的训练误差为 0.01,经过训练后的 BP 网络能对训练数据准确识别。另外 20 组数据用于 BP 网络的测试,其中异常和正常数据各 10 组,测试结果表明正确识别率达 95% 以上。

2 系统设计

2.1 系统结构

系统结构如图 2 所示,系统采用 PC 机与下位单片机串口通讯采集人体心电和血压信息。系统工作过程为:首先在 PC 机中录入病人信息(姓名、年龄、性别、体质量、吸烟史和有无胸痛),再通过串口与下位机通讯进行血压测量和心电信号的采集,对心电信号进行分析处理,提取特征参数(RR 间期、QRS 宽度、ST 段电平和斜率),给出诊断结果。



图 2 系统结构图

Fig. 2 System structure diagram

2.2 系统软件设计

系统软件是在 Windows XP 操作环境下利用 Delphi7.0 开发,主要完成病例信息管理(添加、删除、查询和更新病例信息)、血压测量、心电信号采集、心电特征参数提取和冠心病诊断等功能,系统软件流程图如图 3 所示。

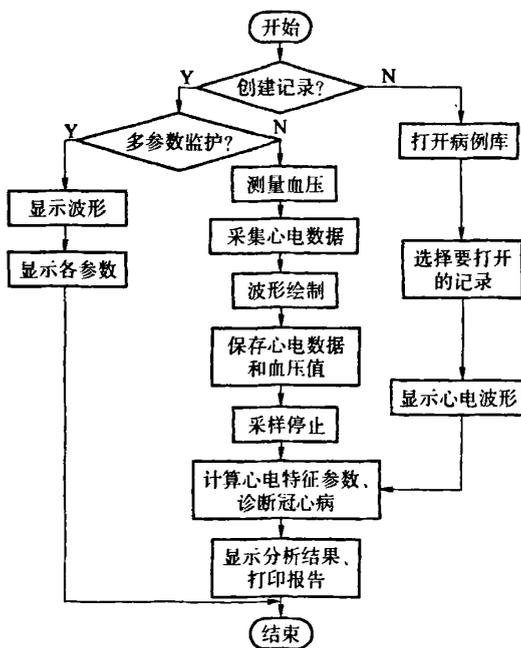


图 3 系统软件流程图

Fig. 3 The flow diagram of system software

3 系统实验及分析

从北京阜外心血管病医院采集 30 组心电图数据对系统性能进行了检测,其中 15 例冠心病患者,15 例正常人.表 1 为 15 例冠心病患者的一些基本信息,表 2 为本系统对冠心病患者的诊断结果.表 3 为 15 例志愿者的一些基本信息,表 4 为系统对志愿者的诊断结果.由表 2 和表 4 可知:对冠心病患者诊断的正确率达到 93.3%,对正常人诊断的正确率达到 100%.

表 1 15 例冠心病患者信息记录

Tab.1 Information record of 15 patients with CAD

序号	性别	年龄	体质量/ kg	舒张压/ mmHg	收缩压/ mmHg	吸烟	序号	性别	年龄	体质量/ kg	舒张压/ mmHg	收缩压/ mmHg	吸烟
1	男	57	75	66	99	否	9	男	61	90	56	96	是
2	男	61	60	77	117	否	10	男	78	60	73	130	否
3	男	80	63	70	113	否	11	男	38	80	73	109	是
4	男	42	75	57	93	是	12	男	54	70	60	118	是
5	男	62	70	70	100	否	13	男	45	72	59	102	否
6	男	55	72	64	101	是	14	男	68	78	79	158	是
7	女	71	55	71	118	否	15	男	76	65	55	106	否
8	男	72	76	74	142	是							

表 2 15 例冠心病患者的检测结果

Table 2 Detecting results of 15 patients with CAD

序号	RR 间期/s	QRS 波宽度/s	ST 段电平/mV	ST 段斜率	检测结果
1	1.075	0.096	0.042	0.002	有冠心病
2	1.030	0.083	-0.033	0.006	有冠心病
3	0.790	0.093	0.096	-0.004	有冠心病
4	1.01	0.083	-0.02	0.007	有冠心病
5	0.950	0.121	0.043	0.001	有冠心病
6	1.060	0.094	0.076	0.006	有冠心病
7	0.795	0.13	0.005	0.008	有冠心病
8	1.105	0.211	-0.058	0.003	有冠心病
9	1.015	0.112	0.102	0.003	有冠心病
10	1.085	0.125	0.05	0.023	有冠心病
11	0.800	0.06	0.007	0.003	正常
12	0.975	0.1	0.12	0.001	有冠心病
13	0.95	0.066	0.064	0.007	有冠心病
14	0.955	0.073	0.051	0.002	有冠心病
15	0.790	0.13	-0.025	-0.002	有冠心病

表3 15例正常人的基本信息

Table 3 Basic information of 15 healthy persons

序号	性别	年龄	体质量/ kg	舒张压/ mmHg	收缩压/ mmHg	吸烟	序号	性别	年龄	体质量/ kg	舒张压/ mmHg	收缩压/ mmHg	吸烟
1	女	21	51	67	104	否	9	女	25	48	69	106	否
2	女	20	50	74	115	否	10	男	28	65	72	111	否
3	男	21	57	69	119	否	11	女	31	61	59	94	否
4	女	24	57	61	105	否	12	女	22	58	76	118	否
5	男	28	65	60	97	是	13	女	25	43	62	99	否
6	男	21	61	72	123	否	14	男	22	63	87	120	否
7	女	21	51	58	105	否	15	男	23	95	74	129	否
8	女	20	53	73	115	否							

表4 15例正常人的检测结果

Table 4 Examination results of 15 normal persons

序号	RR 间期/s	QRS 波宽度/s	ST 段电平/mV	ST 段斜率	检测结果
1	0.62	0.080	-0.033	0.017	正常
2	0.80	0.078	-0.006	0.009	正常
3	0.85	0.084	-0.006	0.009	正常
4	0.905	0.081	-0.054	0.003	正常
5	0.825	0.059	-0.043	0.014	正常
6	0.7	0.079	-0.01	0.015	正常
7	0.82	0.077	0.043	0.007	正常
8	0.76	0.078	0.006	0.015	正常
9	0.985	0.082	-0.044	0.005	正常
10	0.83	0.099	0.004	0.023	正常
11	0.74	0.099	-0.038	0.015	正常
12	0.715	0.106	-0.02	0.026	正常
13	0.7	0.088	-0.011	0.01	正常
14	0.72	0.103	0.005	0.024	正常
15	0.955	0.113	-0.096	0.059	正常

4 结束语

作者融合心电、血压和个体生理基本信息,提出一种冠心病无创检测新方法,研制出基于BP型人工神经网络的冠心病无创检测系统。该系统对病人心电信号进行自动分析提取与冠心病有关的特征参数,利用BP型人工神经网络实现冠心病的无创检测,使用者无需心电诊断专业知识,易于推广使用,此外该系统能对患者生理多参数进行实时采集与监护。初步实验和临床测试结果表明系统具有较高的检测准确性,通过进一步的临床检验与完善,有望用于人口健康普查中对冠心病的早期无创检测。

参考文献:

- [1] 杨伟宪, 方丕华. 静态心电图诊断冠心病的应用进展[J]. 中国医刊, 2006, 41(1): 13-16.
YANG Wei-xian, FANG Pi-hua. New developments of resting ECG in detecting ventricular function in coronary artery disease[J]. Chinese Journal of Medicine, 2006, 41(1): 13-16. (in Chinese)
- [2] KARIMI M, AMIRFATTAHI R, SADRI S, et al. Noninvasive detection and classification of coronary artery occlusions using wavelet analysis of heart sounds with neural networks[C]// Medical Applications of Signal Processing, the 3rd IEEE International Seminar. London, EMBSUKRI, 2005: 117-120.
- [3] 蒋建红, 宫剑滨. 超声心动图在冠心病心功能评价中的应用进展[J]. 医学研究生学报, 2005, 18(4): 364-368.
JIANG Jian-hong, GONG Jian-bin. New developments of echocardiography in assessing ventricular function in coronary artery disease[J]. Journal of Medical Postgraduates, 2005, 18(4): 364-368. (in Chinese)
- [4] 郑长春, 李东旺. 冠状动脉造影诊断冠心病的价值[J]. 山东医药, 2005, 45(32): 42.
ZHENG Chang-chun, LI Dong-wang. The value of coronary arteriography in diagnosing coronary heart disease[J]. Shandong Medical Journal, 2005, 45(32): 42.
- [5] 杨晓帆, 宫剑滨. 冠心病多支病变的心电图特征[J]. 临床心血管病杂志, 2004, 20(5): 257-259.
YANG Xiao-fan, GONG Jian-bin. The ECG characteristic for identifying the multiple-vessel lesions in patients with coronary heart disease[J]. Journal of Clinical Cardiology, 2004, 20(5): 257-259. (in Chinese)
- [6] FIORINA P, PATTONERI P, PAGANELLI C. Correlation between non-reversible thallium-201 myocardial perfusion defect and ECG criteria in the diagnosis of apical myocardial infarction[J]. International Journal of Cardiology, 2004(95): 251-254.
- [7] GORGELS A P M, VOS M A, MULLENEERS R. Value of the electrocardiogram in diagnosing the number of severely narrowed coronary arteries in rest angina pectoris[J]. Am J Cardiol, 1993(72): 999-1003.
- [8] HOLMVANG L, CLEMMENSEN P, LINDAHL B. Quantitative analysis of the admission electrocardiogram identifies patients with unstable coronary artery disease who benefit the most from early invasive treatment[J]. J Am Coll Cardiol, 2003, 41: 905-915.

A New Method and System Designed for CAD Noninvasive Detecting

GAO Hong-jian, WU Shui-cai, HOU Li-ya, BAI Yan-ping, YANG Chun-lan
(Biomedical Engineering Center, Beijing University of Technology, Beijing 100022)

Abstract: A new method for noninvasive detecting coronary artery disease(CAD) based on BP artificial neural network (ANN) is presented, and the diagnosis system is designed. The ECG signals from body surface are proceeded, and four character parameters (RR interval, width of QRS complex, scope and slope of ST segment) of the ECG, correlating with CAD, are computed. CAD is detected and diagnosed by using BP-ANN, which is imputed with character parameters of the ECG, blood pressure and basic information (sex, age, weight, smoking or not). Experiment results show that the method mentioned in this paper may be applied and easily manipulated for CAD diagnosis.

Key words: feature extraction; noninvasive medical procedures; neural network

(责任编辑 郑筱梅)