

DOI:10.3724/SP.J.1008.2010.01215

基于统计深度函数法的心电图 P 波振幅多元参考值范围

王 玖¹, 孙红卫¹, 高 永², 徐天和²

1. 滨州医学院卫生统计学与流行病学教研室, 烟台 264003

2. 滨州医学院医院统计研究所, 烟台 264003

[摘要] **目的** 本研究试图从多指标关联性出发, 建立心电图指标的多元参考值范围。**方法** 采用统计深度函数 MHD 法, 以某校 777 名女大学生为样本, 以心电图 P 波振幅为例建立心电图指标的多元参考值范围。**结果** 通过计算得到其 P 波振幅 12 导联 95% 的参考值范围为统计深度 $Depth \geq 0.035\ 521\ 6$ 。**结论** 本文所得的心电图指标的多元参考值范围, 将丰富的心电图数据加以综合利用, 可为心电图临床诊断提供参考依据。

[关键词] 心电图描记术; P 波振幅; 多元参考值范围; 统计深度函数

[中图分类号] R 444 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2010)11-1215-03

Establishment of multivariate reference range of P-wave amplitude based on depth function

WANG Jiu¹, SUN Hong-wei¹, GAO Yong², XU Tian-he²

1. Department of Health Statistics and Epidemiology, Binzhou Medical University, Yantai 264003, Shandong, China

2. Institute of Hospital Statistics, Binzhou Medical University, Yantai 264003, Shandong, China

[Abstract] **Objective** To establish a multivariate reference range for ECG while considering the relation between multiple variables. **Methods** A total of 777 female undergraduates in a university were taken as the subjects and the P-wave amplitude was taken as an example to establish a multivariate reference range for P-wave amplitude by using Mahalanobis Depth Function. **Results** P-wave amplitude of the female undergraduates was established as follows: for a 95% CI of multivariate reference range, $Depth \geq 0.035\ 521\ 6$. **Conclusion** Multivariate reference range for ECG obtained in this study allows for a comprehensive utilization of the ECG data and can help the clinical diagnosis using ECG.

[Key words] electrocardiography; P-wave amplitude; multivariate reference range; Mahalanobis depth function

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2010, 31(11):1215-1217]

常规心电图是心血管疾病临床诊断中最常用的监测手段之一。目前心电图诊断主要是依据临床经验, 虽有学者对心电图进行了参考值范围的定量研究^[1], 但其参考值范围是依据单变量建立的。而心电图是心电向量在各导联轴上的二次投影, 12 个导联的数据是密切相关的。因此, 如果考虑 12 个导联的相关关系, 建立心电图指标的多元参考值范围, 结果将更为合理。

本研究试图用多元统计方法, 以心电图 P 波振幅为例建立心电图指标的多元参考值范围, 为心电图信息的综合分析、进一步开发心电图诊断程序奠定基础, 为提高心电检测仪器的功能、临床疾病尤其是心血管疾病的诊断水平提供参考。

1 资料和方法

1.1 研究对象 以山东某校在校大学生为调查对象, 根据设计好的调查表进行健康体检, 剔除有心血管系统疾病、收缩压 $> 140\ \text{mmHg}$ ($1\ \text{mmHg} = 0.133\ \text{kPa}$) 或舒张压 $> 90\ \text{mmHg}$ 、服用某些药物的不合格受检者, 最后获得有效成年正常女性数据 777 份, 平均年龄 (22.35 ± 1.24) 岁 (19~27 岁)。

1.2 数据收集方法 受检者充分休息, 仰卧位, 按威尔逊 (Wilson) 标准导联放置电极, 平静呼吸, 12 导同步心电图信息采样 20 s 左右, 打印心电图数据。检测仪器为 CARDIO-Win 心电工作站 (北京市北冷通用电器公司)。全部心电图信息采样始终由固定

[收稿日期] 2010-06-15 **[接受日期]** 2010-09-29

[基金项目] 山东省科学技术发展计划 (2005GG3202163). Supported by Science and Technology Research and Development Program of Shandong Province (2005GG3202163).

[作者简介] 王 玖, 博士, 副教授. E-mail: mswj@163.com

的2名心电图专业医师共同操作。

1.3 数据分析方法

1.3.1 数据库的建立 根据调查表体检数据、心电图数据用 Epidata 软件建立数据库,双份录入,即同一样本数据由2人分别录入,双份数据核查校对无误后,根据研究需要导出相应的文件格式。

1.3.2 统计描述 本资料数据由心电工作站计算机给出,倒波(负波)电压标为负值,为了研究结果与心电工作站数据衔接,计算振幅时不改变原始数据的正负号,如S波均为负值。

根据心电图提供的“诊断参数概要”和“特征参数表”数据,用全部样本数据统计描述。由于心电图资料部分指标不符合正态分布,在描述各指标均数(\bar{x})、标准差(S)、均值的标准误(S_x)的同时,也给出

百分位数(min、 $P_{2.5}$ 、 P_5 、 P_{10} 、 P_{25} 、 P_{50} 、 P_{75} 、 P_{90} 、 P_{95} 、 $P_{97.5}$ 、max)供参考。

统计软件采用 Excel、SAS 8.2。

1.3.3 构建多变量参考值范围 采用统计深度函数法^[2-3],以马氏深度函数(MHD)作为构建多变量参考值范围方法的基础。MHD的具体计算方法见下式:

$$MHD(x, F) = (1 + (x - \bar{X})(\Sigma)^{-1}(x - \bar{X})^{-1})$$

式中, \bar{X} 表示样本数据的均数向量, Σ 表示样本数据的协方差矩阵。

2 结果

2.1 心电图P波的均数及百分位数 12导联心电图P波的均数及百分位数见表1。

表1 P波在心电图12导联的振幅
Tab 1 P-wave amplitude of 777 female undergraduates

Lead	\bar{X}	S	$S_{\bar{X}}$	Min	$P_{2.5}$	P_5	P_{10}	P_{25}	P_{50}	P_{75}	P_{90}	P_{95}	$P_{97.5}$	Max
I	0.042	0.030	0.001 1	-0.07	0	0	0	0	0.05	0.06	0.07	0.08	0.08	0.11
II	0.096	0.044	0.001 6	-0.07	0	0	0.05	0.08	0.10	0.12	0.15	0.16	0.17	0.23
III	0.049	0.051	0.001 8	-0.12	-0.056	0	0	0	0.06	0.09	0.11	0.13	0.14	0.18
aVR	-0.065	0.032	0.001 2	-0.15	-0.11	-0.11	-0.1	-0.08	-0.07	-0.06	0	0	0	0.04
aVL	0.002	0.023	0.000 8	-0.09	-0.06	-0.05	0	0	0	0	0	0.06	0.06	0.11
aVF	0.072	0.047	0.001 7	-0.09	0	0	0	0.05	0.08	0.10	0.13	0.14	0.15	0.2
V1	0.036	0.033	0.001 2	-0.15	0	0	0	0	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.14
V2	0.044	0.034	0.001 2	-0.37	0	0	0	0	0.05	0.07	0.08	0.09	0.1	0.17
V3	0.041	0.034	0.001 2	-0.26	0	0	0	0	0.05	0.06	0.08	0.08	0.09	0.15
V4	0.036	0.034	0.001 2	-0.25	0	0	0	0	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.14
V5	0.032	0.031	0.001 1	-0.08	0	0	0	0	0.04	0.06	0.07	0.07	0.08	0.16
V6	0.031	0.031	0.001 1	-0.04	0	0	0	0	0.04	0.06	0.07	0.07	0.08	0.16

2.2 多元参考值范围的建立 设第*i*个人P波12导联振幅数据为 $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{i12})$,则第*i*个人的统计深度用式(1)计算得到。根据P波12个导联上振幅数据共777例(女),得出样本数据的均数向

量; $\bar{X} = (4.222 \ 9.627 \ 4.920 \ -6.507 \ 0.230 \ 7.205 \ 3.551 \ 4.454 \ 4.116 \ 3.586 \ 3.204 \ 3.058) \times 10^{-2}$

协方差矩阵为:

8.801	1.439	-3.470	-2.580	2.258	-2.020	0.485	2.099	2.850	3.312	2.447	1.748			
1.439	1.926	18.275	-9.790	-4.830	19.017	7.393	3.544	5.148	6.223	7.703	8.666			
-3.470	18.275	26.492	-9.790	-6.850	21.418	8.096	1.744	2.770	4.220	6.373	8.651			
-2.580	-9.790	-8.400	10.439	1.916	-8.870	-4.190	-3.040	-4.080	-4.900	-5.160	-5.150			
2.258	-4.830	-6.850	1.916	5.472	-5.610	-2.040	-0.100	-0.200	-0.450	-0.930	-1.570			
-2.020	19.017	21.418	-8.870	-5.610	22.582	7.999	2.484	3.966	5.151	7.151	8.806			
0.485	7.393	8.096	-4.190	-2.040	7.999	10.599	4.952	4.671	4.704	4.729	4.553			
2.099	3.544	1.744	-3.040	-0.100	2.484	4.952	11.830	8.658	7.502	5.374	3.870			
2.850	5.148	2.770	-4.080	-0.200	3.966	4.671	8.658	11.232	8.874	6.790	4.934			
3.312	6.223	4.220	-4.900	-0.450	5.151	4.704	7.502	8.874	11.305	7.675	5.899			
2.447	7.703	6.373	-5.160	-0.930	7.151	4.729	5.374	6.790	7.675	9.811	7.085			
1.748	8.666	8.651	-5.150	-1.570	8.806	4.553	3.870	4.934	5.899	7.085	9.631			

$\times 10^{-4}$

应用统计深度函数,将多元数据类型的参考样本转化为统计深度指标,实现多元数据向单变量数据的转换;然后用百分位数法建立统计深度指标的指定概率的单侧(右侧)参考值区间,通过计算得到 P 波振幅 12 导联 95% 的参考值范围为深度 $Depth \geq 0.035\ 521\ 6$, 即当某个人 P 波 12 导联统计深度 $Depth(A) < 0.035\ 521\ 6$ 时,提示在 95% 参考值范围之外。

依据同样的方法可分别对 Q 波振幅、R 波振幅、S 波振幅等建立多元参考值范围。

3 讨 论

心电图检查产生非常丰富的指标数据,且许多指标间存在相关关系,单一指标的参考值范围往往割裂指标之间的联系。临床上,衡量电压过高或过低时,一种办法是将各个导联一视同仁,如正常 P 波电压不超过 $0.22 \sim 0.25\ \text{mV}^{[4]}$,指无论那个导联,只要存在某个导联超过此值就应该警惕;第二种办法是分别指出振幅在各个导联的参考值,如 R 波在 V_1 导联成人应小于 $0.7\ \text{mV}$, V_5 导联 R 波不超过 $2.5\ \text{mV}$;第三种办法是采用相加的形式,比如,3 个标准导联中(或 6 个肢体导联),每个导联的 R+S 波的电压之和都小于 $0.5\ \text{mV}$,称为 QRS 低电压。理论上讲,用振幅的多元参考值可以判断电压过高过低,而且比前面的 3 种方法要更合理一些,原因是:(1)多元参考值的结果简洁明了。由于多元参考值是综合了所有导联的数据后给出的,只有一个临界值,如果要判断某个人 P 波电压是否过高或过低,不需要看每个导联的振幅数据是否在参考值范围内,只需要与一个值比较,看其统计深度是否在多元参考值范围之内即可;(2)多元参考值利用了所有导联的信息,以部分导联数据判断是否高电压或低电压的方法,只利用了部分导联的信息而没有利用所有导联的数据,造成了信息的浪费;(3)多元参考值综合考虑了每个导联数据的中心位置、离散程度以及这些

导联数据之间的相关性。这一点由统计深度函数公式的构造即可看出。

目前,对于多变量医学资料参考值范围多采用多次重复使用单变量参考区间的方法,这种做法显然存在很多无法解决的问题,无法处理变量间相关性的影响是其中重要问题之一^[5]。近些年来,有关多变量医学参考值范围建立方法的研究国内外均有报道,其中包括 Marcel Hekking 等有关多元正态分布法的研究、多次重复应用单变量参考区间方法、全息元法等^[6-8]。本文参考有关文献^[3],并结合本资料多元非正态特点,尝试采用了基于深度函数的方法。由于是初步将多元统计的方法处理大量的心电图数据,因时间、条件等的限制,在很多地方还存在不足:第一,由于本次研究只取正常人群,没有病例资料,还有待进行诊断试验评价。第二,多元参考值范围初步认为可以作为判断电压过高或过低的一个标准,是否还有其他临床意义还需要结合临床实践进一步研究。

[参 考 文 献]

- [1] 谢振武. 中国人心电图研究及临床应用[M]. 长沙:湖南科学技术出版社,2002:55-85.
- [2] 薛富波. 基于深度函数的多变量参考值范围统计学方法研究[D]. 西安:第四军医大学,2005.
- [3] 薛富波,尚 磊,王玉琨. 基于马氏深度函数的多变量参考值范围的统计方法[J]. 中国卫生统计,2007,24:2-5.
- [4] 仪忠直,张断伟. 实用心电图[M]. 北京:人民卫生出版社,1992:33-35.
- [5] 徐勇勇. 多指标医学正常值范围的两种统计方法[J]. 第四军医大学学报,1987,8:321-325.
- [6] Hekking M, Lindemans J, Gelsema E S. A computer program for constructing multivariate reference models[J]. Comput Meth Prog Bio,1997,53:191-200.
- [7] 陈 彬,李 克,林 昆. 用多指标百分位数法确定医学参考值[J]. 西部医学,2003,1:185-186.
- [8] 王润华,田小兵. 全息元法制定多指标参考值范围研究[J]. 重庆医科大学学报,2001,26:171-174.

[本文编辑] 孙 岩