

6511 型心电图机滤波功能对不同频率心电信号的影响

文劲松, 王成

(中南大学 湘雅二医院, 湖南 长沙 410011)

摘 要: 在日本光电 ECG-6511 型心电图机上以不同频率的脉冲为模拟信号, 按未滤波(OFF)、肌电滤波(EMG)、交流电滤波(HUM)和肌电滤波+交流电滤波(EMG+HUM) 4 种滤波状态绘制幅频线。结果显示, 在 OFF 状态下电压无衰减, 使用 EMG、HUM、(EMG+HUM)时电压幅度随信号频率变化而变化, 心脏病变(特别是心肌疾病)时, 滤波可能会造成部分极具临床诊断价值的心电信号的衰减与失真, 从而造成漏诊, 临床心电图工作者要尽量不使用滤波功能, 而需通过采用一些切实可行的干预措施来减少或消除机外干扰对心电信号的影响。

关 键 词: 6511 型心电图机; 滤波; 心电信号; 衰减; 干预措施

中图分类号: R540.4⁺1; TH776 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2010)02-0242-03

Impact of 6511-type ECG filtering on ECG signals of different frequency

WEN Jin-song, WANG Cheng

(The Xiangya II Hospital of Central South University, Changsha 410011, China)

Abstract: On 6511-type ECG in a different frequency on the pulse for the analog signal, according to OFF, EMG, HUM and EMG + HUM, four mapping filtering state, the amplitude-frequency lines were drawn. When the lines show the OFF state, voltage does not attenuate and when using EMG, HUM, EMG + HUM state, voltage decreases with the increasing of pulse frequency. Based on the design principles of 6511-type ECG in filtering function the amplitude-frequency lines were illustrated theoretically, and heart disease, especially cardiomyopathies changes were determined, filtering will obviously result in ECG signals' attenuation and distortion, resulting in missed diagnosis. Therefore, clinical ECG workers are proposed as far as possible not to use filtering, but to use of a number of practical interventions to reduce or eliminate outside interference on the impact of ECG.

Key words: 6511-type ECG; filtering; ECG signal; attenuation; intervention

ECG-6511 型单导联心电图机在临床医学和动物实验中使用非常普遍, 操作时很多人习惯于使用滤波(filter)键, 这样波形看起来会更加光滑漂亮, 但这样操作可能存在严重的心电图失真^[1], 从而造成疾病漏诊或实验数据偏差。笔者研究了日本光电 ECG-6511 型心电图机 3 种滤波方式对不同频率心电信号的影响, 现将结果报道如下。

1 供试设备与方法

(1) 供试设备. 日本光电 ECG-6511 型单导联

心电图机。

(2) 检测方法. 以外接频率发生器作为心电图机的模拟信号源, 分别发出 10、20、30、40、50、60、70 Hz 的脉冲信号, 电压增益为 1 mV(描记幅度为 10 mm), 心电图机纸速 25 mm/s, 描记在未滤波(OFF)、肌电滤波(EMG)、交流电滤波(HUM)、肌电滤波合并交流电滤波(EMG+HUM)4 种滤波状态下对应频率的三角波, 研究三角波最大振幅的变化, 绘制 4 种滤波状态下的频率振幅图。

收稿日期: 2009-10-26

作者简介: 文劲松(1972—), 男, 湖南临武人, 硕士研究生, 工程师, 主要从事医疗设备的临床使用与维修保养方面的研究工作, wis0708@126.com

2 结果与分析

4 种滤波状态下对应频率的三角波振幅变化见图 1。从图 1 可以看出, 在 OFF 状态, 任何频率信号电压均无衰减; 在肌电滤波(EMG)状态, 信号频率在 10~40 Hz 时电压幅度随频率增加而递减, 信号频率在 40~70 Hz 时电压振幅随频率增加而增加; 在 HUM 状态, 信号频率在 10~50 Hz 时电压振幅随频率增加而递减, 信号频率在 50~70 Hz 时电压振幅随频率增加而增加; 在 EMG+HUM 状态的情况类似于 EMG、HUM 2 种状态的叠加, 但受 HUM 影响更大, 当外加脉冲频率为 50 Hz 时电压衰减幅度最大, 达 94%。

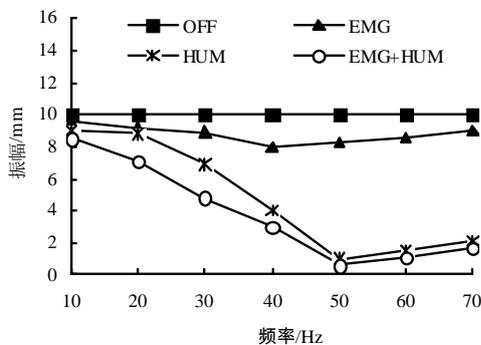


图 1 OFF、EMG、HUM 和 (EMG+HUM) 4 种滤波状态下的振幅-频率曲线

Fig.1 Amplitude-frequency lines according to four mapping filter state:OFF, EMG, HUM and EMG+HUM

肌电滤波(EMG)键和交流电滤波(HUM)键的功能是为了消除描记心电时最主要的机外干扰, 即肌电干扰和交流电干扰^[2]。为了实现这些功能, 日本光电 ECG-6511 型心电图机在前置放大电路中设置了带阻滤波器^[3], 用来抑制或衰减某一特定频段的信号, 远离这一频段的信号则衰减较少或没有衰减。带阻滤波器分为肌电滤波器(IC115)和交流电滤波器(IC116), 分别以肌电干扰和交流电干扰最常出现的频率 35 Hz 和 50 Hz 为滤波中心频率。在肌电滤波(EMG)和交流电滤波(HUM)状态下, 信号脉冲频率越是接近滤波中心频率, 即 35 Hz 和 50 Hz, 电压衰减幅度越大, 越远离滤波中心频率, 电压衰减幅度越小。EMG+HUM 状态则是 2 种滤波功能的叠加。通用的生活用电和工业用电都是 50 Hz 交流电, 心电波形普遍受到这一频率干扰, 而人体的心

电信号主要是低频成分(平均<15 Hz), 远低于 50 Hz, 因此机器在设计上对 50 Hz 的信号衰减最为显著。相对而言, 肌电滤波的中心频率(35 Hz)要更接近于人体低频的心电信号, 机器在肌电滤波(EMG)状态下对 35 Hz 信号的衰减要远小于在交流电滤波(HUM)状态下对 50 Hz 信号的衰减。从图 1 不难看出, 任何频率的信号在肌电滤波(EMG)状态下的衰减均要小于在交流电滤波(HUM)状态下的衰减, 所以在 EMG+HUM 状态下, 起主导作用的是交流电滤波(HUM), 其滤波中心频率与交流电滤波(HUM)是一致的, 均为 50 Hz。

临床上, 滤波对心电图 P、QRS、T 波的电压衰减程度是不同的, 对 QRS 波电压的衰减远远大于 P、T 波^[4], 原因是人体心电 QRS 波平均频率为 15 Hz 左右, T 波为 1.3 Hz 左右, P 波频率比 T 波更低, QRS 波的相对高频成分远多于 P 波和 T 波, 肌电滤波(EMG)和交流电滤波(HUM)的滤波中心频率是在相对高频成分, 故采用滤波键影响最大的是 QRS 波。田伟盟等^[5]的研究结果表明, 使用交流电滤波(HUM), QRS 波振幅下降 18.1%; 使用交流电滤波(HUM)+肌电滤波(EMG), QRS 波振幅下降 27.6%。

心脏病变(特别是心肌疾病)时, 绝大多数高频信号集中于 25~250 Hz^[6], 滤波会明显地造成这一频带心电信号的衰减与失真。例如, 病理性 Q 波是诊断心肌梗塞有价值的指标, 滤波后 Q 波电压衰减或消失, 容易造成漏诊, 因此, 建议临床心电图工作者在描记心电图时不要随意使用滤波键, 非用不可时首选肌电滤波(EMG), 并同期描记滤波与非滤波 2 种波形, 相互对照补充以提出诊断参考意见。

3 干扰造成原因及干预措施

不使用滤波键时, 为避免交流电、肌电、磁场等干扰和记录迹线的严重漂移, 可采用以下干预措施来减少或消除机外干扰对心电信号的影响。

(1) 在交流电的干扰下, 在基线位置上会出现 50 Hz 的等幅正弦波形。干扰严重时, 其波幅甚至可超过心电图 R 波波幅, 无法识别心电^[7]。形成原因主要有心电图机接地线接触不良或断线; 电极与

皮肤接触不良或接触电阻过大;病人出汗或衣着潮湿;诊断床与地绝缘电阻下降或被检查者触摸到床架或墙壁;被干扰导联的某一电极引线或电极接触不良或其中1根引线折断;附近存在强干扰源;心电图机本身故障等。处理时在确定为机外原因后,应重点检查电极与人体皮肤接触是否良好,接触面最好用75%酒精擦拭后涂以适量导电膏或生理盐水,电极绑绕不能过松过紧,接地线的接触点锈蚀及污物可使地线接地电阻增大,诊断床潮湿者可在4个床脚加上绝缘垫等。

(2) 在肌电干扰下,心电波形会在基线位置上出现10~300 Hz连续且不等幅的锯齿波干扰。右臂附近多见发生,对P、QRS、T波的观察影响较大。形成原因有检查室温度太低,被检查者感到寒冷^[8];被检查者情绪过于紧张或躺卧位置不适;电极固定过紧,电极与皮肤接触不良;被检查者患有肌肉震颤等。检查时应针对上述原因进行处理,如保持检查室恒温、被检查者放松心情等。

(3) 常见磁场干扰源为各种仪器设备的变压器。为了克服或将磁场干扰限制到最低范围,有效办法是将检查室进行屏蔽,或限制电极引线面积,绞合电极引线,保持引线沿人体引出。

(4) 电源电压不稳、电极松脱移动、被检查者呼吸不平稳、电极与皮肤表面不清洁、电极间有较大的极化电位等均可造成记录迹线漂移。将电极置于氯化钠溶液中浸泡数小时可消除电极间的极化电位影响^[9]。

动物心电图与人体心电图在记录原理、方法、基本波形等方面无本质区别,但在具体记录方法、图形识别与判断及影响心电图波形的因素等方面与人体心电图有所不同^[10]。由于各种动物的P、

QRS、T波的频率不尽相同,在使用滤波功能时对其心电信号的衰减程度也存在差异。当所要描记心电图的动物的心电信号频率有可能接近某一滤波中心频带时,应谨慎使用该滤波功能,否则可能会产生较大的心电信号的衰减与失真。如果情况特殊,确需使用该滤波功能,则建议同期描记滤波与非滤波2种波形,通过比对得出结论。

参考文献:

- [1] 韩桂芬. 使用心电图机50 Hz滤波键后会造成本心电图波形的失真[J]. 医疗装备, 1994(1): 33-34.
- [2] 王成. 医疗仪器原理[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2008: 12-17.
- [3] 郑国强. ECG-6511型心电图机电路原理详析[J]. 医疗装备, 2004(8): 12-14.
- [4] 何伟, 陈良迟, 徐晓红. 心电信号及各组分的频率成分和有效带宽研究[J]. 生物医学杂志, 1996, 13(4): 33-40.
- [5] 田伟盟, 熊维迪, 李美玉. 抗干扰键对心电图波形振幅的影响[J]. 心电学杂志, 1997(16): 225-226.
- [6] 黄宛. 临床心电图学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005: 129-130.
- [7] 袁林. 心电图波形干扰原因分析[J]. 医疗卫生装备, 2002(6): 48-49.
- [8] 包家立. 抗干扰键对心电图波形影响的原理分析[J]. 心电学杂志, 1998(4): 249-250.
- [9] 郭牧东. 心电图机在实际使用中应注意的问题[J]. 医疗装备, 2000(8): 37-38.
- [10] 章开训, 葛根贤. 不同种动物心电图波形的比较[J]. 浙江大学学报: 农业与生命科学版, 1991, 17(2): 17-24.

责任编辑: 苏爱华

英文编辑: 罗文翠